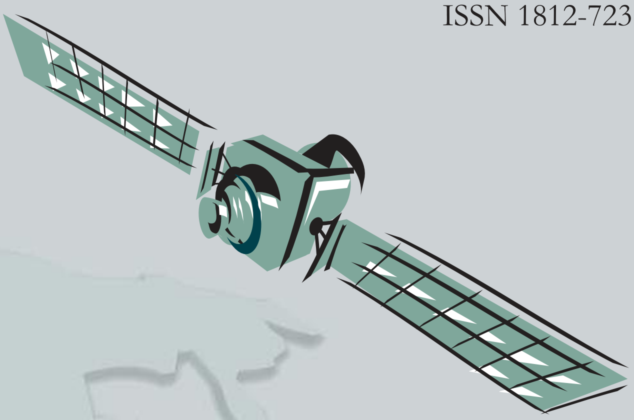
Клінічна інформатика і Телемедицина, 2018. Т.13. Вип.14. сс.1–162

ISSN 1812-7231



КіТ

www.uacm.kharkov.ua

КЛІНІЧНА ІНФОРМАТИКА І ТЕЛЕМЕДИЦИНА

Офіційний журнал ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина»

14/2018

Науково-методичний журнал
Клін. інформат. і Телемед.
2018. Т.13. Вип.14. сс.1–162

KiT

КЛІНІЧНА ІНФОРМАТИКА І ТЕЛЕМЕДИЦИНА

Цілі і завдання

Міждисциплінарний науково-методичний журнал *«Клінічна інформатика і Телемедицина»*, ISSN 1812-7231 — офіційний Журнал ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина». Виходить 1–2 рази на рік. Публікує роботи з усіх розділів медичної інформатики, фармакоінформатики, телемедицини. В журналі висвітлюються новітні технології в клінічній інформатиці: госпітальні інформаційні системи, комп'ютерні технології в клінічній нейрофізіології та функціональній діагностиці, візуалізація медичних зображень і багато ін. Оглядові та наукові статті рецензуються провідними вітчизняними та закордонними фахівцями. Журнал засновано в 2003 р., зареєстровано в 2010 р. ВАК України, як спеціалізований фаховий журнал з чотирьох напрямів — медичні науки, фармацевтичні науки, біологічні науки, інформатика та приладобудування. (Див. «Перелік наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук»). Затверджено постановами президії ВАК України № 1-05/1 (медичні), № 1-05/3 (фармацевтичні), № 1-05/4 (біологічні, технічні). Журнал перереєстрований ДАК України 15.06.2016 р., як спеціалізований фаховий журнал з двох напрямів — медичні науки, фармацевтичні науки. Журнал цитується та індексується в наукометричній базі даних *Index Copernicus* та в *CrossRef*. Журнал є офіційним партнером *The European Journal of Biomedical Informatics (EJBI)*, ISSN 1801-5603. Публікуються наступні типи матеріалів: (1) Статті, що описують оригінальні роботи; (2) Методичні роботи, що містять опис нових методів та підходів у даних областях; (3) Аналітичні огляди (тільки за запрошенням); (4)Технічні нотатки; (4) Листи редактору; (5) Звіти про конгреси та конференції (тільки за запрошенням); (6) Рецензії на книги.

Редактори

Головний редактор: О. Ю. Майоров (Харків).
Заступники головного редактора: О. П. Мінцер (Київ), А. О. Морозов (Київ), В. В. Кальниш (Київ).

Редколегія

Медичні науки: A. Aubert (Belgium), В. М. Бєлов (Київ), О. В. Богомолець (Київ), W. Wertelecki (USA), О. П. Волосовець (Київ), Ю. В. Вороненко (Київ), Л. С. Годлевський (Одеса), М. В. Голубчиков (Київ), Г. М. Даниленко (Харків), Ю. А. Зозуля (Київ), О. С. Коваленко (Київ), Ю. М. Колесник (Запоріжжя), І. В. Лінський (Харків), Ch. Lovis (Switzerland), В. Б. Максименко (Київ), I. Malmros (Sweden), I. Masic (Sarajevo), Б. В. Михайлов (Харків), О. А. Панченко (Костянтинівка), Є. Г. Педаченко (Київ), М. Є. Поліщук (Київ), М. М. Попов (Харків), М. Г. Проданчук (Київ), G. Raimondi (Italy), Renato M. E. Sabbatini (Brazil), А. М. Сердюк (Київ), Г. О. Слабкий (Київ), В. М. Соколов (Одеса), Ü Tan (Turkey), О. В. Фролов (Респ. Беларусь), О. М. Хвисюк (Харків), В. Й. Целуйко (Харків), В. І. Цимбалюк (Київ), А. П. Чуприков (Київ).

Біологічні науки: М. Ю. Антомонов (Київ), А. І. Божков (Харків), Д. А. Василенко (Київ), М. Л. Кочіна (Харків), О. О. Кришталь (Київ), Ю. Е. Лях (Луцьк), М. Ю. Макарчук (Київ), Є. А. Настенко (Київ).

Фармацевтичні науки: Т. А. Бухтіарова (Київ), Ю. І. Губський (Київ), В. І. Кабачний (Харків), В. М. Ковалев (Харків), Б. Л. Парновський (Львів), З. М. Мнушко (Харків), М. С. Пономаренко (Київ), О. А. Рижов (Запоріжжя), О. І. Тихонов (Харків), В. М. Толочко (Харків), В. В. Шаповалов (Харків), В. О. Шаповалова (Харків), В. П. Черних (Харків).

Інформатика та приладобудування (технічні науки): О. Г. Аврунін (Харків), M. J. Ball (USA), А. І. Бих (Харків), О. В. Висоцька (Харків), В. Т. Грінченко (Київ), J. Gutknecht (Switzerland), P. Degoulet (France), G. Dietzel (Germany), R. Engelbrecht (Germany), В. Г. Книгавко (Харків), J. Mantas (Greece), G. I. Mihalas (Romania), В. П. Марценюк (Polska), S. Olsson (Sweden), А. І. Петренко (Київ), Ю. М. Пенкін (Харків), Ю. А. Прокопчук (Дніпро), І. Г. Прокопенко (Київ), Л. Г. Раскін (Харків), B. Richards (GreatBritain), В. В. Семенець (Харків), Є. І. Сокол (Харків), Л. С. Файнзільберг (Київ), A. Hasman (Netherlands), С. К. Шукуря'н (Арменія).

Редакція

Редактор випуску: Т. К. Вінник (Харків)
Технічний редактор: О. В. Єгорова (Харків)
Адреса редакції: УАКМ, а/с 7313, Харків, 61002, Україна
тел. +38 (057) 700 68 81, ел.пошта: kit-journal@ukr.net

Замовлення журналу

Здійснюється в режимі «Книга — поштою»
Анкети-заявки для України і країн СНД надсилати на адресу: kit-journal@ukr.net

Авторські права

Весь зміст захищений авторським правом видавців – УАКМ, Інститут МІТ і ХМАПО. Переклад та копіювання робіт дозволяється за умови, що це робиться не в комерційних цілях або для некомерційної освіти. Однак, в будь-якому випадку, необхідно робити посилання на журнал *«Клінічна Інформатика і Телемедицина».*

Видавці

© Громадська організація «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» (УАКМ)
© Інститут Медичної інформатики і Телемедицини (Інститут МІТ)
© Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України
Журнал зареєстрований в Міністерстві Юстиції України
Свідоцтво КВ № 21862-11762ПР від 21.12.2015 р.
тел. +38 (057) 711 80 32, ел.пошта: uacm@ukr.net, Веб-портал: www.uacm.kharkov.ua

Друк

Номер рекомендований до друку рішенням Вченої Ради УАКМ (протокол №09 від 26.12.2018).Підписано до друку 26.12.2018.
Папір офсетний. Друк офсетний.
Замовлення № 05/14. Тираж 700 прим.

Друкарня ІПП «Контраст». Свідоцтво ДК №1778 від 05.05.04
тел. +38 (057) 719 4913

Зміст 14/2018

CONTENT IN ENGLISH 3

Редакційні матеріали

Digital MED 2018 — майданчик інноваційних технологічних рішень в медицині
2–4 жовтня 2018, Київ, Україна 5

ISM–2018 Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині»
28–30 листопада 2018, Харків, Україна 7

Оригінальні статті

IT в управлінні охороною здоров'я
IT для інформатизації лікувального процесу

Г. О. Пезенцалі
Гармонізація міжнародних стандартів і розроблення моделей для організації обігу електронних рецептів 11

IT в кардіології
IT в функціональній діагностиці
Нейтралізація джерел похибки в методі D. Celermajer

Ю. Є. Батаєва, В. О. Кириченко, Т. В. Кульбашевська, В. Г. Сергєєв
Оцінка функції ендотелію за реографічними даними 19

Аналіз біоелектричного імпедансу

N. Marchitto, E. Bergamini, C. Di Febbo, A. Ciaramella G. Raimondi
Контроль вмісту води в організмі у літніх пацієнтів з важкою хронічною серцевою недостатністю на основі аналізу біоелектричного імпедансу (In Eng.) 28

IT в психіатрії
ВСР, телемедицина, мобільна медицина

G. Raimondi, N. Marchitto, B. Scordamaglia, A. Ciaramella I. Masci, P. Casacci, M. Pistoia, S. Sacco, G. Sancesario
Вплив інгібіторів ацетилхолінезтерази у пацієнтів з хворобою Альцгеймера на щоденну серцево-судинну нейровегетативну оцінку (In Eng.) 32

Мультифрактальний аналіз ЕЕГ

О. Ю. Майоров, В. М. Фенченко
Метод виявлення на ранніх стадіях хворих з розладами шизофренічного ряду з груп хворих з «функціональними» психозами на основі скейлінгових показників ЕЕГ 37

ВСР, телемедицина, мобільна медицина

G. Raimondi, N. Marchitto, B. Scordamaglia, A. Ciaramella P. Casacci, M. Pistoia, S. Sacco, G. Sancesario
Щоденна оцінка ВСР при деменції, яка вимірюється за допомогою віддаленого контролю (In Eng.) 47

IT в нейрореабілітації
Нелінійний аналіз ЕЕГ

О. В. Кулик, О. Ю. Майоров
Інформативні показники нелінійного аналізу кЕЕГ у хворих з синдромами посткоматозного порушення свідомості після тяжкої ЧМТ в динаміці її відновлення 52

IT в хірургії
Системи підтримки прийняття рішень хірургом (СППРХ)

А. Б. Бузиновський, Д. М. Баязітов, А. В. Ляшенко Д. В. Новіков, Т. Л. Годлевська
Внутрішньоопераційна оцінка ризиків післяопераційного періоду за характеристиками лапароскопічних зображень 69

IT в отоляриногології
Конусно-променева КТ порожнини носа і параназальних синусів, задня активна риноманометрія і комп'ютерна ольфактометрія

Н. О. Шушляпина
Аналіз впливу аеродинамічних показників носового дихання при діагностиці респіраторно-нюхових порушень 74

IT в рентгенології
Візуалізація медичних зображень, СКТ, 3d-реконструкція і виртуальна ендоскопія

В. М. Соколов, З. Н. Шавладзе, Ф. Д. Євчев, Н. В. Пилипюк В. М. Цвиговський, Г. М. Рожковська, Т. К. Дорофєєва Е. М. Дойкова, А. А. Корсун, Л. В. Аніщенко
Злоякісні пухлини гортаноглотки і гортані — тривимірна реконструкція і віртуальна ендоскопія 81

Зміст 14/2018

IT в лабораторній діагностиці

Ю. М. Пенкин, В. А. Катрич, Д. Ю. Пенкин, М. В. Нестеренко
Симулятор воздействия продольной магнитной волны для биохимических исследований 102

IT в медичній освіті
Післядипломна медична освіта

В. Й. Целуйко
Впровадження інформаційно-освітніх веб-технологій навчання у систему післядипломної медичної освіти 108

Електронна охорона здоров'я (eHealth)

Госпітальна інформаційна система «Інститут-МіТ@Клініка®» 98

Ювілейні дати

До Ювілею Миколи Івановича Хвисюка 116
До Ювілею Валентина Володимировича Кальниша 118

Нормативно-правова база

Постанова Кабінету Міністрів «Про затвердження Методики розрахунку вартості послуги з медичного обслуговування» від 27 грудня 2017 р. № 1075 119

Постанова Кабінету Міністрів «Про спостережну раду закладу охорони здоров'я та внесення змін до Типової форми контракту з керівником державного, комунального закладу охорони здоров'я» від 27 грудня 2017 р. № 1077 128

Постанова Кабінету Міністрів «Про затвердження Порядку реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення за програмою медичних гарантій для первинної медичної допомоги на 2018 рік» від 25 квітня 2018 р. № 407 135

Постанова Кабінету Міністрів «Деякі питання електронної системи охорони здоров'я» від 25 квітня 2018 р. № 411 138

Наукові товариства Медінформатики

ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» (УАКМ) 153
Міжнародна Асоціація Медичної Інформатики (IMIA) 156
Європейська Федерація Медичної Інформатики (EFMI) 158
Європейська Асоціація IT менаджеров охорони здоров'я (HITM) 159

Події

MEDINFO2019
17-й Всесвітній конгрес з медичної інформатики та інформатики охорони здоров'я
25–30 серпня 2019, Ліон, Франція 160

Нові книги

Нові книги з медичної інформатики, статистики та епідеміології, медичної візуалізації; методи компьютерної діагностики, телемедицина. 161

Зміст 14/2018

Editorial

Digital MED 2018 is a platform for innovative technological solutions in medicine
October 2–4, 2018, Kyiv, Ukraine 5

ISM-2018 The International Conference «Information systems and technologies in medicine»
28–30 November 2018, Kharkiv, Ukraine 7

Original Articles

IT in Healthcare management
The international standards harmonization

G. Pezentsali
The international standards harmonization and the models design for organizing of e-prescription workflow (In Rus.) 11

IT in Cardiology
IT in functional diagnostics Neutralization of sources of error in D. Celermajer's method

Yu. Bataeva, V. Kirichenko, T. Kulbashevskaya, V. Sergeev
Evaluation of endothelial function by the rheographic data (In Rus.) 19

Bioelectric impedance analysis

N. Marchitto, E. Bergamini, C. Di Febbo, A. Ciaramella G. Raimondi
Control of water in the organism of elderly patients with severe chronic heart failure based of bioelectrical impedance analysis (In Eng.) 28

IT in Psychiatry
HRV, Telemedicine, mobile medicine

G. Raimondi, N. Marchitto, B. Scordamaglia, A. Ciaramella I. Masci, P. Casacci, M. Pistoia, S. Sacco, G. Sancesario
Effect of acetylcholinesterase inhibitors in the Alzheimer patients on the daily cardiovascular neurovegetative assessment (In Eng.) 32

Multifractal EEG analysis

O. Yu. Mayorov, V. N. Fenchenko
Method of detection of schizophrenic row disorders at early stages in patients from groups with «functional psychoses» basing on EEG scaling indicators (In Rus.) 37

HRV, Telemedicine, mobile medicine

G. Raimondi, N. Marchitto, B. Scordamaglia, A. Ciaramella P. Casacci, M. Pistoia, S. Sacco, G. Sancesario
Daily HRV assesment evaluated by remote control in dementia (In Eng.) 47

IT in Neurorehabilitation
Non-linear EEG analysis

O. V. Kulyk, O. Yu. Mayorov
Informative indicators of quantitative non-linear analysis of EEG in patients with post-comatose disorders of consciousness after severe head injury in the dynamics of its recovery (In Ukr.) 52

IT in Surgery
Systems for decision support by surgeon (SDSS)

A. B. Buzinovsky, D. M. Bayazitov, A. B. Lyashenko D. V. Novikov, T. L. Godlevska
Characteristics of laparoscopic images as a basis for postoperative period risks estimation (In Ukr.) 69

IT in Otolaryngology
Cone-radiation KT of the nasal cavity and paranoid sinuses, back active rhinomatometry and computer olfactometry

N. O. Shushliapina
Analysis of the aerodynamic parameters in fluence of nosebreasing for diagnostics of respiratory-olfactory disorders (In Rus.) 74

IT in X-ray
Visualization of medical images, SCT, 3d-reconstruction and virtual endoscopy

V. N. Sokolov, Z. M. Shavladze, F. D. Evchev, M. V. Pilipuk V. M. Zvigovskiy, G. M. Pogkovskay, T. K. Dorofeeva, E. M. Doykova A. A. Corsun, L. V. Anischenco
Malignant tumors of the laryngopharynx and larynx — three-dimensional reconstruction and virtual endoscopy (In Rus.) 81

IT in Laboratory Diagnostics

Yu. M. Penkin, V. A. Katrich, D. Yu. Penkin, M. V. Nesterenko
Simulator effects of longitudinal magnetic waves for biochemical research (In Rus.) 102

Зміст 14/2018

IT in Medical Education
Postgraduate medical education

V. Y. Tseluyko
Implementation of information and educational web-technologies of education in the system of postgraduate education (In Ukr.) 108

Electronic Health Care (eHealth)

Hospital Information System «Institute-MiT@Clinic®» 98

Anniversaries

Nikolai I. Khvisyuk Anniversary 116
Valentine V. Kalnysh Anniversary 118

The Legislation

Resolution of the Cabinet of Ministers «On Approval of the Methodology for Calculation of the Value of the Medical Services» dated December 27, 2017 No. 1075 119

Resolution of the Cabinet of Ministers «On the Supervisory Board of the Health Care Institution and amending the Model Form of the Contract with the Head of the State and Communal Healthcare Establishment» dated December 27, 2017 No. 1077 128

Resolution of the Cabinet of Ministers «On Approval of the Procedure for Implementation of State Guarantees of Medical Care of the Population under the Program of Medical Guarantees for Primary Health Care in 2018» dated April 25, 2018, No. 407 135

Resolution of the Cabinet of Ministers «Some Issues of the Electronic Health Care System» dated April 25, 2018, No. 411 138

Scientific Societies of Medical Informatics

Ukrainian Association for Computer Medicine (UACM) 153
International Medical Informatics Association (IMIA) 156
European Federation for Medical Informatics (EFMI) 158
European Association of Healthcare IT Managers (HITM) 159

Events, Conferences

MEDINFO2019
The 17th World Congress of Medical and Health Informatics
25–30 August 2019, Lyon, France 160

New books

New books on medical informatics, statistics and epidemiology,medical imaging, computer diagnostics methods, telemedicine 161

Digital MED 2018
майданчик інноваційних технологічних рішень в медицині

2–4 жовтня 2018 року відбувся відкритий інноваційний майданчик Digital MED. Подія відбулася за підтримки ГО «Платформа Здоров'я» та члена УАКМ ТОВ «ЄвроМД Україна» і стала частиною 27-ї Міжнародної медичної виставки «Охорона здоров'я».

Digital MED – майданчик інноваційних технологічних рішень в медицині, об'єднав найкращих національних і закордонних представників цифрових технологій в медицині: інновації в лікуванні та діагностиці, розвиток eHealth, персоналізованої медицини і телемедицини.

2 жовтня 2018 р., в перший день заходу, були представлені доповіді, стосовно інноваційних медичних технологій, телемедицини, мобільної медицини та їх вплив на якість лікування та діагностики. З доповідями виступили лікарі, IT фахівці та юристи.

3 жовтня 2018 р., цей день був присвячений реформуванню сфери охорони здоров'я і ролі e-Health.

Було представлено доповіді, щодо впровадження інформаційних технологій в медичних закладах; підключення медичних закладів та приватно-практикуючих лікарів до Національної електронної системи охорони здоров'я України. В засіданні взяли участь керівники закладів охорони здоров'я, фахівці, які впроваджують eHealth, приватно-практикуючі лікарі, юристи, керівники відділів IT у лікарнях.

4 жовтня 2018 р., відбулася Панельна дискусія щодо створення та розвитку eHealth в Україні.

Учасники Панельної дискусії.

Панельну дискусію вів Є. Приліпко, керівник напрямку eHealth ГО «Платформа здоров’я». В дискусії взяли участь С. Дяченко,заступник директора ДП «Центр медичної статистики МОЗ України», О. Майоров, д.м.н., професор, перший віце-президент УАКМ, завідувач кафедри клінічної інформатики та IT в управлінні охороною здоров’я ХМАПО, В. Скибчик, координатор проекту «SMIS International OU», Є. Горох експерт з IT в медицині, головний спеціаліст відділу аналізу медичних даних та взаємодії з МОЗ Національної служби здоров’я (НЦЗУ) України, О. Коваленко, д.м.н., професор, завідувач відділом Міжнародного науково-навчального центру ІТіС НАН України, Голова ПК «Медичні інформаційні стандарти», А. Заяць, представник Асоціації «eHealth».

Обговорювалися питання створення цифрової інфраструктури в медичних закладах України, умови для впровадження eHealth, захист персональних даних, контроль якості та об’єму надання медичних послуг, юридичні аспекти підключення до e-Health, участь в приватній медичній практиці.

Панельна дискусія. Панельну дискусію веде Є. Приліпко, керівник напрямку eHealth ГО «Платформа здоров’я».

С. Дяченко, ДП «Центр медичної статистики МОЗ України».

О. Майоров, д.мед.н., професор, перший віце-президент УАКМ, завідувач кафедри клінічної інформатики та IT в управлінні охороною здоров’я ХМАПО.

В. Скибчик, координатор проекту «SMIS International OU».

Є. Горох експерт з IT в медицині, головний спеціаліст відділу аналізу медичних даних та взаємодії з МОЗ Національної служби здоров’я (НЦЗУ) України.

О. Коваленко, д.м.н., професор, завідувач відділом Міжнародного науково-навчального центру ІТіС НАН України, Голова ПК «Медичні інформаційні стандарти».

А. Заяць, представник Асоціації «eHealth».

Репортаж і фото А. О. Майоров

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Міжнародна науково-практична конференція

«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ» ISM–2018

28–30 листопада 2018, Харків, Україна

28–30 листопада 2018 р. в Харкові відбулася **Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» ISM–2018** на базі члена УАКМ — Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) за сприяння Міністерства освіти і науки України та ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» (УАКМ).

Серед співорганізаторів Конференції — члени УАКМ: Харківська медична академія післядипломної освіти (ХМАПО), Харківський національний медичний університет, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН України і МОН України, Національний технічний університет України, «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Вінницький національний технічний університет, ДУ «Національний інститут терапії ім. Л. Т. Малої НАМН України». А також низка іноземних установ: Wyższa Szkoła Humanitas, School of Economics and Management of Public Administration in Bratislava «VŠEMvs», University Information Technology and Communications.

28 листопада 2018 р. відбулося відкриття Конференції та Пленарне засідання.

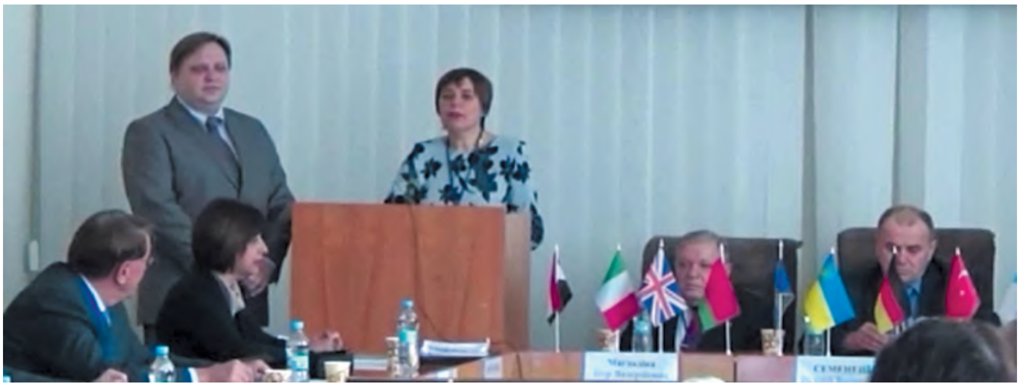
На відкритті з привітанням виступив Ректор ХНУРЕ, професор, д.т.н. Семенець В. В. В та співголови Програмного комітету: професор, д.т.н. Висоцька О. В. і професор, д.мед.н. Майоров О. Ю., а також професори: д.мед.н. Георгіянц М. А., Коростій В. І., Панченко О.А.

З привітанням виступають:

Ректор ХНУРЕ, професор, д.т.н. Семенець В. В.

Перший віце-президент УАКМ, професор, д.мед.н. Майоров О. Ю.

Проректор ХМАПО, професор д.мед.н. Георгіянц М. А.



Професор ХНУРЕ, д.т.н. Высоцкая Е. В.

Заст. директора університецької клініки ХНМУ, професор, д.мед.н. Коростій В. І.

Директор ДУ «Науково-практичного медичного реабілітаційно-діагностичного центру МОЗ України» професор, д.мед.н. Панченко О. А.

Доцент ХНУРЕ , к.т.н. Перова І. Г. виступає на Пленарному засіданні

Ректор ХНУРЕ професор, д.т.н. Семенець В. В. та професор, д.ф.-м.н. та Бих А. І. отримали звання Почесних членів ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина».

Грамоту Почесного члену ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» ректору ХНУРЕ, професору, д.т.н. Семенцю В. В. вручає перший віце-президент УАКМ, професор, д.мед.н. О. Ю. Майоров.

Грамоту Почесного члену ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» отримує професор ХНУРЕ, д.ф.–м.н. Бих А. І.

Професор Майоров О. Ю. отримав Золоту медаль Української професійної психіатричної Ліги, яку вручив президент Ліги, професор Панченко О. А.

Професор, д.м.н. Соколов В. М.

Професор Raimondi G. (Італія)

Доктор Marchitto N. (Італія)

На Пленарному засіданні з доповідями виступили професори Майоров О. Ю., Коростій В. І., Соколов В. М., доцент Перова І. Г.

В продовж конференції відбулися наукові секції:

Секція I «Електронна охорона здоров'я. Перспективи впровадження e-Health, IT-менеджмент в охороні здоров'я та керування якістю медичної допомоги»;

Секція II «Інтелектуальні технології в медицині та системи підтримки прийняття лікарських рішень. Біоетика в інформаційному суспільстві»;

Секція III «Доказова медицина. Інформаційні діагностичні технології, Телемедицина. M-Health»;

Секція IV «Математичне моделювання біологічних процесів і систем»;

Секція V «Проблеми аналізу, зберігання, передачі і захисту медико-біологічної інформації».

З доповідями виступили професори Панченко О. А., Соколов В. М., Висоцька О. В., Будник М. М., Клименко В. А., Левикін В. М., Настенко Є. А., Георгіянц М. А., іноземні гості — професор Raimondi G., доктор філософії Marchitto N. та багато ін.

Було представлено широкий спектр доповідей, стосовно медичних інформаційних технологій та пристроїв для управління лікувально-діагностичним процесом, впровадження інформаційних систем для діагностики та лікування, телемедицини, штучного інтелекту, моделювання біологічних процесів. Видано збірник праць, представлених на Конференцію.

Також відбулася розширена робоча нарада науково-методичної підкомісії №163 «Біомедична інженерія» НМК 9 МОН України та було проведено Засідання круглого столу молодих вчених, аспірантів та магістрантів «Інформаційні системи та технології в медицині: сучасні виклики та перспективи».

На урочистому закритті кращі доповідачі отримали подарунки від Оргкомітету конференції.

Матеріали Конференції.

Репортаж та фото А. О. Майорова

УДК 004.9:61: 006.3

Гармонізація міжнародних стандартів і розроблення моделей для організації обігу електронних рецептів

Г. О. Пезенцалі
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України, Київ

Резюме

Введення. Щоб забезпечити належний обіг електронних рецептів, треба узгодити базові вимоги до відповідної інформації, яку мають розпізнавати залучені в обіг інформаційні системи. Окреслюючитакі вимоги, слушно врахувати світовий досвід у цій сфері.

Постановка завдання. Методологія. Для використання світового досвіду щодо електронних рецептів треба обрати необхідні міжнародні інформаційні стандарти. Підготувати проекти (переклад і укладання) відповідних гармонізованих національних стандартів. Застосувати положення наведених стандартів для реалізації електронних рецептів і їх обігу, для цього розробити й описати відповідні моделі об’єктів, бізнес-процесів та структури інформаційного середовища обігу електронних рецептів.

Мета роботи. Відповідні міжнародним вимогам норми щодо електронних рецептів і побудовані на їх основі моделі щодо електронних рецептів та їх обігу.

Результати дослідження. Результатами є проекти гармонізованих інформаційних стандартів щодо електронних рецептів та систем словників лікарських засобів. Розроблені моделі об’єктів приписування лікарського засобу пацієнту, базового цільового процесу приписування–відпуску–вживання лікарського засобу, відповідного робочого процесу з застосуванням електронного рецепту, обігу електронного рецепту в інформаційному середовищі. На основі цих моделей запропоновано сценарії щодо процесу, статуси електронного рецепта, інформаційні події та сигнали, якими обмінюються інформаційні системи, базові складові середовища: інформаційні системи та модулі на основі контрольованих систем словників лікарських засобів.

Висновок. Реалізація електронних рецептів потребує вирішення проблеми їх обігу, для чого застосовні моделі, розроблені відповідно до вимог розглянутих стандартів. Визначено основні напрями подальшої розбудови середовища обігу електронних рецептів, наголошено на необхідності застосовувати системи словників лікарських засобів для актуалізації узгодженої інформації та подання лікарських засобів на різних рівнях абстракції.

Ключові слова: стандарти інформатики в охороні здоров’я; електронний рецепт; системи словників лікарських засобів; приписування лікарського засобу; моделі щодо електронного рецепту; середовище обігу електронних рецептів.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 11–18. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.01

1. Введення

Актуальність. Дотримуючись світових тенденцій розвитку електронної охорони здоров’я і на виконання наказу МОЗ України № 735 від 18.04.2018 «Про внесення змін до наказу Міністерства охорони здоров’я України від 19 липня 2005 року № 360» вітчизняні розробники пропонують реалізації електронного рецепту (наприклад система electronic prescribing e-Rx від ТОВ «Медстар Солюшенс», проект електронного рецепту з застосуванням «Картки Киянина» тощо). Ще раніше розробляли алгоритми приписування ліків для впровадження електронних рецептів [1], але наголошували, що існує проблема інтеграції надання медичної та фармацевтичної допомоги, і що необхідно вирішувати завдання інформатизації рецептурного обігу [2]. Проблема обігу електронних рецептів зумовлена в тому числі тим, що списки ліків (об’єктів електронних рецептів) в інформаційних системах ведуть вручну без автоматизованого оновлення даних з реєстру лікарських засобів. Таким чином актуальним є узгодження базових вимог щодо електронних рецептів так, щоб різні інформаційні системи могли ними обмінюватись і розпізнавати інформацію з електронних рецептів.

2. Постановка задачі

Необхідно розробити й описати базові вимоги щодо електронних рецептів, які сприяють забезпеченню інформаційної взаємодії залучених в обіг електронних рецептів інформаційних систем. Базові вимоги мають враховувати світовий досвід у цій сфері, який зокрема відображено у міжнародних стандартах ISO. Для запозичення світового досвіду треба гармонізувати міжнародні стандарти, тобто розробити на їх основі національні стандарти. А для деталізації базових вимог і визначення напрямів реалізації електронних рецептів та їх обігу треба побудувати й описати відповідні моделі.

Мета роботи — відповідні міжнародним вимогам норми і побудовані на їх основі моделі обміну електронними рецептами міжінформаційними системами.

Задачі:

1. Розробити національні нормативні документи, узгоджені з міжнародними нормативними вимогами до електронних рецептів;

2. Побудувати моделі щодо електронних рецептів на основі зазначених вище нормативних вимог.

3. Матеріали та методи дослідження

За основу розроблення базових вимог взято міжнародні стандарти ISO 17523:2016 «Health informatics — Requirements for e-prescriptions» та ISO/TS 19256:2016 «Health informatics — Requirements for medicinal product dictionary systems for health care». Гармонізацію цих стандартів було включено до Плану з національної стандартизації 2018 р. відповідно до Наказу ДП «УкрНДНЦ» №47 від 20.02.2018 «Про затвердження Програми робіт з національної стандартизації на 2018 рік». Гармонізацію міжнародних стандартів здійснюють, приймаючи відповідні національні нормативні документи (стандарти), ідентичні міжнародним, методом перекладу. Так, на виконання першої з окреслених задач підготовлено відповідні проекти двох національних стандартів, які встановлюють 1) загальні вимоги до електронних рецептів та 2) вимоги до систем словників лікарських засобів.

Другу задачу виконано на основі наведених у цих стандартах нормативних вимог, застосовуючи методи моделювання й опису моделей: моделі об'єктів та їхньої взаємодії, моделей бізнес-процесів в нотації BPMN і моделі структури інформаційного середовища

4. Результати

4.1. Проекти стандартів для електронних рецептів

Результат виконання першої задачі — підготовлені остаточні редакції проектів національних стандартів:

- ДСТУ ISO 17523:201_ (ISO 17523:2016, IDT) «Інформатика в охороні здоров'я. Вимоги до електронних рецептів»;
- ДСТУ ISO/TS 19256:201_ (ISO/TS 19256:2016, IDT) «Інформатика в охороні здоров'я. Вимоги до систем словників лікарських засобів для охорони здоров'я».

Розроблювані стандарти містять національний вступ, вступ до відповідного ISO (та ISO/TS), розділи: «Сфера застосування», «Нормативні посилання», «Терміни та визначення понять», розділ основних положень стандарту та додатки.

4.1.1. Перший з наведених стандартів застосовний для електронних рецептів — приписів лікарських засобів з торгівельною реєстрацією чи тих, які виготовляють в аптеках. Стандарт розглядає *електронний рецепт як інформаційний об'єкт, який вповноважує фахівця у сфері охорони здоров'я для законного відпуску лікарського засобу.* Стандарт розглядає зміст *електронного рецепту як цифрового документу, виписаного тим, хто приписує лікарський засіб (медикамент), і отримуваного тим, хто здійснює відпуск лікарського засобу, щоб цей лікарський засіб вжив пацієнт.* Стандарт визначає загальні принципи, вимоги до електронних рецептів, список необхідних і бажаних елементів даних, які залежать від юрисдикції чи клінічних умов. Встановлює положення щодо відповідності, узагальненої інформації, варіантів використання, діячів і процесів, інформаційних об'єктів, вимог до електронних рецептів. Стандарт містить елементи даних електронних рецептів, їх приклади та реалізації.

4.1.2. Другий розроблюваний стандарт встановлює положення щодо систем словників лікарських засобів (MPD), їх побудови на основі стандартизованої ідентифікації лікарських засобів (IDMP), вимог до локальних реалізацій таких MPD-систем, їх контенту у термінах охоплення лікарського засобу. Описує цільову аудиторію стандарту, позиціонування систем словників лікарських засобів у сфері охорони здоров'я, основоположні матеріали для систем словників лікарських засобів, варіанти використання таких систем та функціональні вимоги до них. Як технічна специфікація, стандарт визначає необхідні ознаки (концепти ліків, ідентифікатори та відношення для формування типу структури) для будь-якої системи словників лікарських засобів, щоб підтримувати варіанти використання у сфері охорони здоров'я. *Систему словників лікарських засобів розглядають як всебічне і вичерпне джерело інформації для інших систем, яке містить інформацію послідовних і належних структур відповідно до стандартів ISO IDMP і рівнів деталізації.*

4.2. Моделі на основі вимог міжнародних стандартів щодо електронних рецептів

Результат виконання другої задачі — моделі, розроблені виходячи з положень розроблюваних стандартів і застосовні для проектування електронних рецептів та середовища їхнього обігу.

4.2.1. За визначенням ISO 17523:2016 *електронний рецепт* — це виданий електронними засобами рецепт: множина значень атрибутів, створених як результат приписувальної дії. Відтак, електронний рецепт — це похідний об'єкт процесу приписування певного лікарського засобу певному пацієнту. Таким чином об'єкти процесу приписування такі:

a. Лікарський засіб (складний об'єкт приписування, відпуску та введення/вживання пацієнту, який треба описувати *достатньо для розпізнання (щоб відрізнити від інших), однозначно, зрозуміло для людей і інформаційних систем на всіх етапах процесу);*

b. Той, хто приписує лікарський засіб (уповноважений фахівець у сфері охорони здоров'я, а саме лікар, медсестра тощо);

c. Той, хто здійснює відпуск лікарського засобу (уповноважений фахівець у сфері охорони здоров'я, а саме фармацевт, провізор тощо);

d. Той, хто здійснює введення лікарського засобу (пацієнт або представник пацієнта, яким може бути уповноважений фахівець у сфері охорони здоров'я: медсестра чи лікар тощо);

e. Електронний рецепт (складний об'єкт, який є артефактом цільового процесу, відповідно до ISO 17523:2016 виконує різнопланові настановні, інформувальні, комунікаційні, облікові функції і є електронним документом, багатогранним за своєю суттю, виконанням і супроводом);

f. Відпуск (зафіксований факт відпуску лікарського засобу, зокрема відповідно до електронного рецепту).

Розроблена модель (рис. 1.) окреслює взаємодію об'єктів приписування.

Цю взаємодію необхідно реалізувати на інформаційному рівні.

4.2.2. Електронний рецепт — засіб інформаційної підтримки *цільового процесу приписування–відпуску–вживання/введення лікарського засобу* пацієнту (рис. 2).

Базовий цільовий процес A описує основний сценарій:

1) приписаний засіб відпущено і вжито/введено $(A = A1 * A2 * A3)$.

За межами базового цільового процесу сценарії 2–8:

2) приписаний засіб не відпущено, але вжито/введено $(A1 * \overline{A2} * A3)$;

3) приписаний засіб відпущено, але не вжито $(A1 * A2 * \overline{A3})$;

4) приписаний засіб не відпущено, і не вжито/не введено $(A1 * \overline{A2} * \overline{A3})$;

5) неприписаний засіб відпущено і вжито/введено $(\overline{A1} * A2 * A3)$;

6) неприписаний і невідпущений засіб вжито/введено $(\overline{A1} * \overline{A2} * A3)$;

7) неприписаний засіб відпущено і не вжито/не введено $(\overline{A1} * A2 * \overline{A3})$;

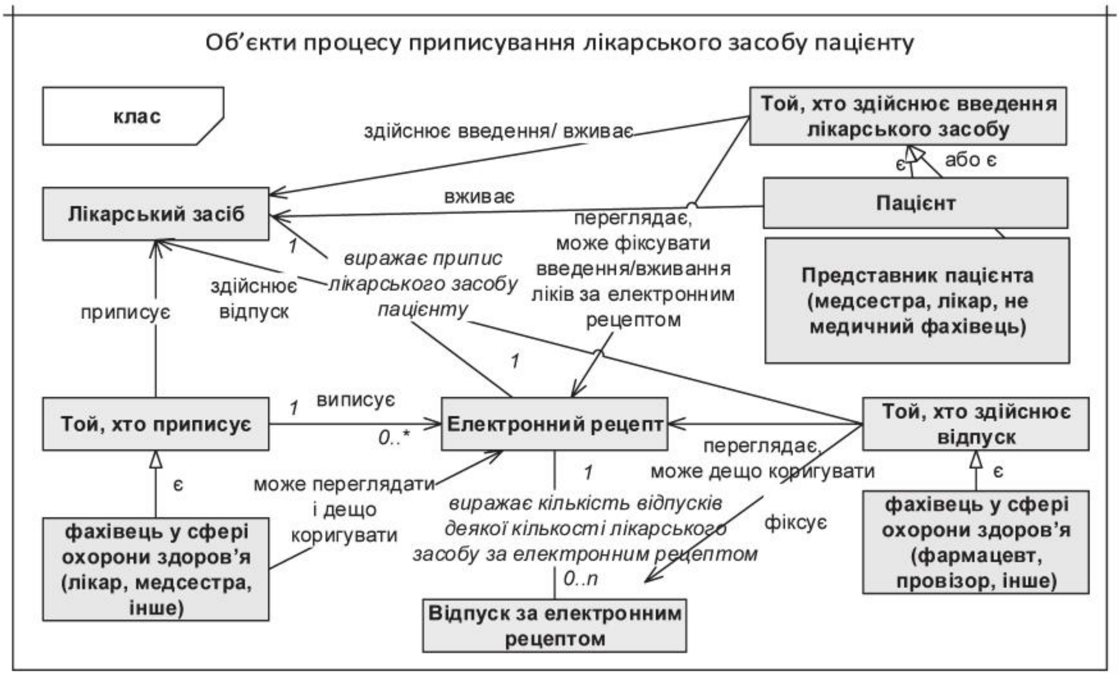


Рис. 1. Розроблена модель відношень між об'єктами приписування лікарського засобу пацієнту.

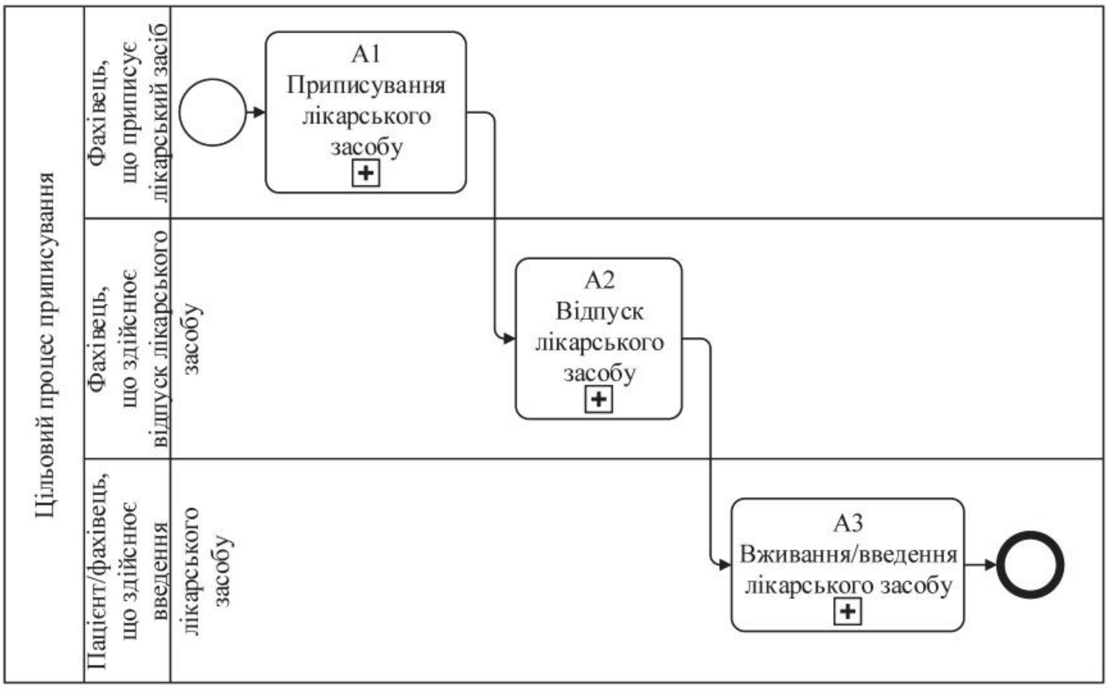


Рис. 2. Модель базового цільового процесу приписування–відпуску–вживання лікарського засобу.

8) неприписаний засіб не відпущено і не вжито/не введено $(\overline{A1}*\overline{A2}*\overline{A3})$;

Серед наведених є неінформативні сценарії (п.8.), а є цікаві з точки зору контролю за обігом ліків (п. 3, 5, 7), за їх вживанням (п. 2, 5, 6), за впливом лікарського засобу на стан пацієнта (у клінічних дослідженнях, фармаконагляді, статистиці доказової медицини) в разі вживання лікарського засобу (регламентованого і нерегламентованого), або за відсутністю такого впливу (за наявних показань) в разіне вживання лікарського засобу (п. 3, 4).

Для інформативних сценаріїв слід застосувати наявні чи розробити нові відповідні механізми електронного обліку та контролю. *Процедура приписування і застосування електронного рецепту забезпечує інформаційне підґрунтя, щоб створити засоби контролю обігу лікарських засобів за сценаріями (1–4).*

4.2.3. На основі цільового процесу отримано *робочий процес* (рис. 3), розширений завдяки:

a. застосуванню електронного рецепту, який відповідає вимогам ISO 17523:2016 (забезпечує функції обліку обігу лікарського засобу на етапах його використання: приписування–відпуску –вживання);
b. введенню відповідно ISO 17523:2016 підпроцесу перегляду електронного рецепту (забезпечує функції контролю приписування, контролю відпуску, контролю введення/вживання лікарського засобу. Крім того цей підпроцес – ключовий для реалізації функції *транскордонного* рецепту).

Як один з результатів побудованої моделі – отримано пропоновані статуси електронного рецепту в середовищі обігу електронних рецептів, а саме:
a. електронний рецепт виписаний;
b. електронний рецепт змінений/не змінений/відхилений під час перегляду;
c. електронний рецепт, за яким не здійснено відпуск лікарського засобу/здійснено відпуск дозволеної кількості лікарського засобу/здійснено відпуск меншої ніж дозволено кількості лікарського засобу;
d. електронний рецепт застосований при вживанні лікарського засобу (лікарський засіб вжито відповідно до електронного рецепту/лікарський засіб вжито з відхиленнями від електронного рецепту/не визначено, чи відповідає електронному рецепту вживання лікарського засобу).

4.2.4. Виходячи із змодельованого робочого процесу побудовано *модель обігу електронного рецепту в інформаційному середовищі* (рис. 4), яка враховує крім вже зазначених підпроцесів і документа електронного рецепту ще й можливість (відповідно до ISO 17523:2016) повторних відпусків за електронним рецептом (забезпечує функцію автоматичного подовження електронного рецепту, наприклад, в разі хронічних захворювань).

Серед результатів наведеної моделі зазначимо введене поняття середовища обігу електронних рецептів, основними складниками якого є:
a. У клінічних інформаційних системах:
• модуль створення електронного рецепту;
• модуль перегляду електронного рецепту з функцією відповідного коригування;
• модуль реєстрації введення/вживання лікарського засобу.
b. Система реєстрації й управління (в тому числі архівації) електронними рецептами;
c. У фармаційних (аптечних) інформаційних системах:
• модуль перегляду електронного рецепту з функцією відповідного коригування електронного рецепту;
• модуль реєстрації відпуску певної кількості лікарського засобу за електронним рецептом.
d. Система доступу пацієнта до електронних рецептів:

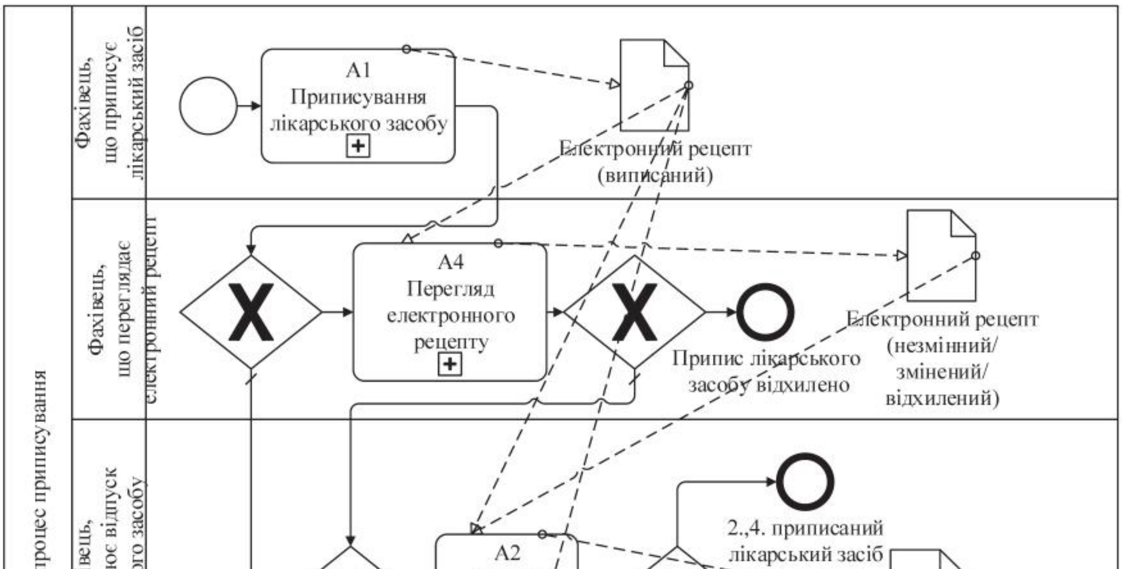


Рис. 3. Модель робочого процесу приписування–відпуску–вживання лікарського засобу з використанням електронного рецепту.

- модуль перегляду електронного рецепту;
- модуль реєстрації введення/вживання лікарського засобу.

Окремо зауважимо, що «систему доступу до електронних рецептів пацієнта» з моделі можна реалізувати для різних користувачів: для лікаря чи медсестри як модулі клінічної інформаційної системи та/або для пацієнта чи його представника у вигляді «системи доступу пацієнта до електронних рецептів» (яку не слід плутати з «системою доступу до електронного рецепту пацієнта»).

Так, ще одним важливим результатом моделі слід зазначити наступні *інформаційні події* (зокрема *сигнали*, якими складові системи і модулі середовища обмінюються під час обігу електронних рецептів), які спричиняють підпроцеси:

a. електронний рецепт зареєстрований;
b. електронний рецепт валідний для відпуску лікарського засобу;
c. за електронним рецептом здійснено відпуск дозволеної кількості лікарського засобу;
d. за електронним рецептом здійснено відпуск меншої ніж дозволено кількості лікарського засобу (яку частку);
e. термін дії електронного рецепту закінчено;
f. лікарський засіб наявний для введення/вживання;
g. зареєстроване вживання лікарського засобу (відповідно до електронного рецепту/з відхиленням від електронного рецепту).

Ця модель потребує подальшого розроблення взаємодії або «хореографії», тобто узгодження дій учасників.

4.2.5. Виходячи з розроблених стандартів та моделей, організоване *середовище обігу електронних рецептів* має охоплювати клінічні інформаційні системи, фармацийні інформаційні системи, системи доступу пацієнта до електронного рецепту (для пацієнтів чи їх представників), і має містити систему реєстрації та управління електронними рецептами (рис. 5).

Ключовим для середовища обігу електронних рецептів є те, що складові інформаційної системи і модулі середовища необхідно будувати, застосовуючи узгоджені локальні реалізації систем словників лікарських засобів, які відповідають вимогам ISO/TS 19256. Виконання цієї умови, забезпечуючи взаємодію між інформаційними системами та модулями середовища, гарантує, що різні учасники загального цільового/деталізованого робочого процесу/службового процесу інформаційного обміну в середовищі обігу електронних рецептів на всіх етапах правильно ідентифікують той самий лікарський засіб (див. п.2.1 об'єкт лікарський засіб). При цьому не важливо, на яких ознаках цього лікарського засобу акцентуватимуть увагу, наприклад:

a. лікар може зазначати вплив на пацієнта приписуваного лікарського засобу;

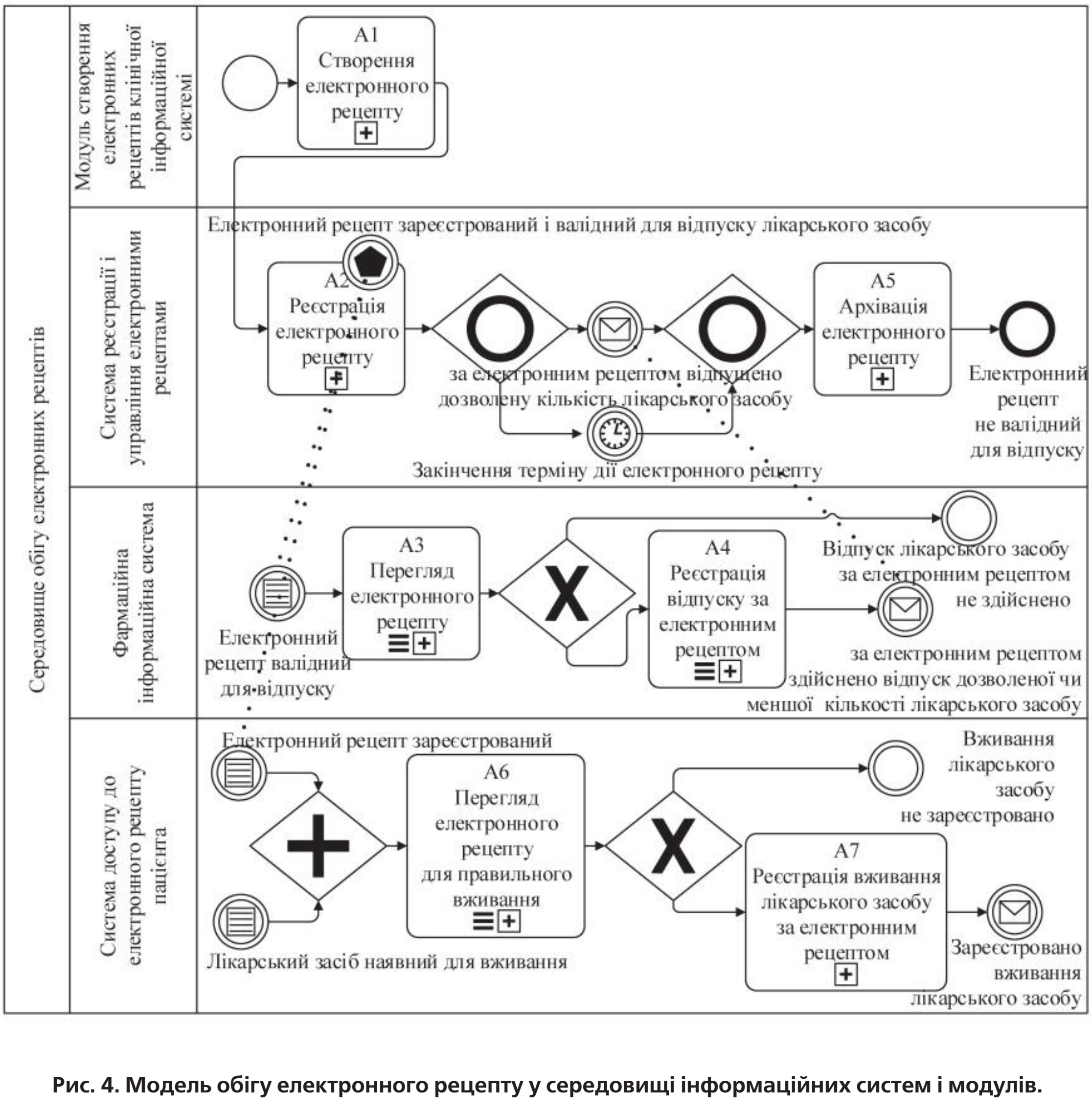


Рис. 4. Модель обігу електронного рецепту у середовищі інформаційних систем і модулів.

b. фармацевт може зазначати пакування лікарського засобу, відпуск якого здійснює;
c. пацієнт може зазначати кількість і форму дозування вживаного лікарського засобу, тощо.

5. Висновки

Реалізація електронних рецептів передбачає участь різних інформаційних систем і модулів. Задачу реалізації електронних рецептів необхідно вирішувати насамперед на рівні середовища обігу електронних рецептів, тобто рівні вищому за окремі клінічну чи фармаційну інформаційні системи. Розроблені на основі міжнародних стандартів, (і на їх основі проектів національних стандартів) моделі об’єктів, процесів та структури середовища обігу електронних рецептів застосовні для розбудови такого середовища.

Визначено основні напрями подальшої розбудови. Так, необхідно: 1) Реалізувати на інформаційному рівні відношення між об’єктами приписування лікарського засобу пацієнту. 2) Вибрати та/або розробити механізми електронного обліку та контролю лікарських засобів для окреслених інформативних сценаріїв з застосуванням електронних рецептів. 3) Розробити взаємодію інформаційних систем і модулів різних учасників процесу приписування–відпуску–введення/ вживання лікарського засобу. 4) Розробити функцію перегляду електронного рецепту з різними повноваженнями, що, зокрема, дасть змогу використовувати електронний рецепт у транскордонних умовах. 5) Реалізувати середовище обігу електронних рецептів, ґрунтуючись на єдиних стандартизованих вимогах до систем словників, а також загальних ідентифікаторах об’єктів електронних рецептів, зокрема лікарських засобів. 6) При цьому важливим кроком реалізації має стати розроблення механізмів опису цих об’єктів на різних рівнях абстракції, тобто з можливістю подавати об’єкт для різних учасників з різних точок зору.

Дослідження проводилося з дотриманням національних норм біоетики та положень Гельсінської декларації (у редакції 2013 р.). Автор статті – Г. О. Пезенцалі – підтверджує, що в неї відсутній конфлікт інтересів.

Література

1. И. Ю. Ревяцкий. Информационное обеспечение системы выписывания электронных рецептов. *Управління, економіка та забезпечення якості в фармації.* 2013, т. 30, № 4, сс. 48–52..
2. Бойко А. І., Парновський Б. Л. Січкоріз О. Є., Квасницька Г. М., Криницька Г. Г., Гулько Н. Я., Білик Л. С., Максимишин Б. Й. Шляхи інтеграції медичної та фармацевтичної допомоги при реформуванні вітчизняної системи охорони здоров’я на прикладі реалізації проекту «Інформатизація рецептурного обігу протидіабетичних лікарських засобів» на регіональному рівні. *Новини медицини та фармації.* 2013, № 5 (449), сс. 12–14.

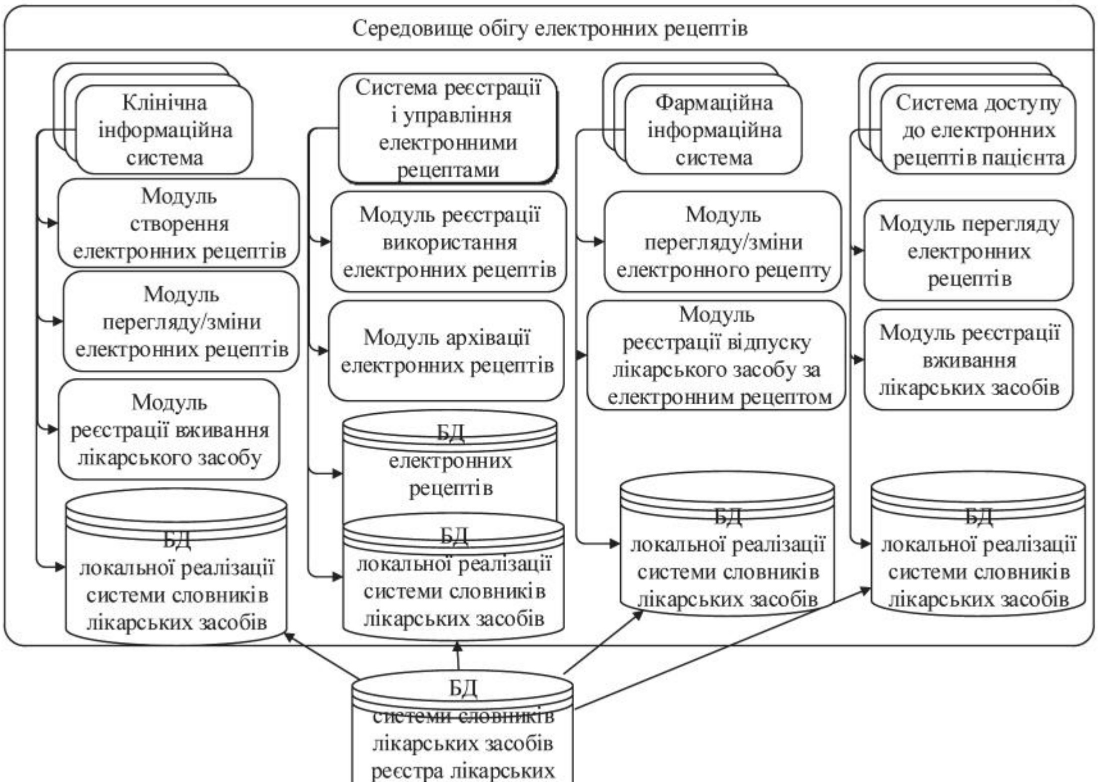


Рис. 5. Базові складові середовища обігу електронних рецептів.

Гармонизация международных стандартов и разработка моделей для организации обращения электронных рецептов

А. А. Пезенцали

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины, Киев

Резюме

Введение. Чтобы обеспечить документооборот электронных рецептов, необходимо согласовать базовые требования к соответствующей информации, которую должны распознавать вовлеченные в документооборот информационные системы. Определяя такие требования, полезно учесть мировой опыт в этой сфере.

Постановка задачи. Методология. Чтоб использовать мировой опыт касательно электронных рецептов необходимо выбрать соответствующие международные информационные стандарты. Подготовить на их основе проекты гармонизированных стандартов. Применить положения рассмотренных стандартов к электронным рецептам и их документообороту, для чего разработать и описать модели объектов, бизнес-процессов и структуру информационной среды обращения электронных рецептов.

Цель работы. Соответствующие международным требованиям нормы и построенные на их основе модели относительно электронных рецептов и их обращения.

Результаты исследования. Результатами являются проекты гармонизированных информационных стандартов электронных рецептов и систем словарей лекарственных средств. Разработанные модели объектов приписывания лекарственного средства пациенту, базового целевого процесса приписывания–отпуска–употребления лекарственного средства, соответствующего рабочего процесса с применением электронного рецепта, документооборота электронного рецепта в информационной среде. На основе этих моделей предложены сценарии касательно процесса, статусы электронного рецепта, информационные события и сигналы в среде, базовые составляющие такой среды: информационные системы и модули на основе контролируемых систем словарей лекарственных средств.

Заключение. Реализация электронных рецептов требует решения проблемы их документооборота, для чего применимы модели, разработанные в соответствии с требованиями рассмотренных стандартов. Определены основные направления дальнейшего развития среды документооборота электронных рецептов, отмечена необходимость применять системы словарей лекарственных средств для актуализации согласованной информации и представления лекарственного средства на разных уровнях абстракции.

Ключевые слова: стандарты информатики в здравоохранении; электронный рецепт; система словарей лекарственных средств; приписывание лекарственного средства; модели для электронного рецепта; среда документооборота электронных рецептов.

The international standards harmonization and the models design for organizing of e-prescription workflow

G. Pezentsali
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine, Kyiv
e-mail: annpezents@gmail.com

Abstract

Introduction. In order to ensure the appropriate e-prescription workflow, it is necessary to agree on the basic requirements for the e-prescriptions' information that would be identified by the information systems involved in the workflow. Toward the specifying of the requirements, it is right to take into account the global experience in this field.

Formulation of the problem. Methodology. There needs to choose international information standards appropriate to the e-prescriptions in order to global experience usage. There needs to prepare the projects of the corresponding harmonized national standards. In order to apply standards' regulations for the implementation of e-prescriptions workflow, there needs to design and describe the models of the objects of business processes and the electronic environment structure for e-prescription workflow.

The object of the study. These are the regulations, which have met the International Standards for e-Prescriptions, also the basic e-prescriptions workflow models built on these regulations.

Study results. The projects of the harmonized national information standards for the e-prescriptions and for the medicinal product dictionary systems have been prepared. The models based on the regulations have been designed. It is the model of objects and relations for the medicinal product prescribing to the patient. These are the model of the basic target process and the model of the workflow of medicinal product prescribing–dispensing–administration. It is the model for the e-prescription workflow in the environment. It is the base environment structure. The scenario list, which concerns to the process, also the e-prescriptions' statuses, the certain components of workflow environment's that based on controlled medical dictionary systems, also the events and signals within the environment have been proposed base from the models.

Conclusion. The models have been designed in accordance with considered standards. These models are applicable to the implementation of e-prescriptions' workflow. The basic directions for further development of e-prescriptions workflow environment have been determined. It emphasized that the medicinal product dictionary systems shall be used for the updating and coordinating of information and for medical product representation on the different abstraction levels.

Key words: Health informatics Standards; An e-prescription; Medicinal product dictionary systems; Medicinal product prescribing; Models for e-prescriptions; An environment for e-prescription workflow.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 11–18. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.01
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (2)

References

1. I. Y. Revyatskyy. Information providing the system of electronic prescription prescribing. *Management, economics and quality assurance in pharmacy*. 2013, no. 4(30), pp. 48–52. (In Russ.).
2. Bojko, A. I., Parnovs'kyj, B. L., Sichkoriz, O. Je., Kvasnytska G. M., Krynytska G. G., Gulko N. Ya., Bilyk L. S., Maksymyshyn B. Y. The ways of integration of medical and pharmaceutical assistance when the national health care system is reforming on the example of the regional level project «Informatization of the prescription workflow of antidiabetic medicinal products». *Novyny medycyny ta farmacii*. 2013, no. 5 (449), pp. 12–14. (In Ukr.).

Листування

к.т.н., **Г. О. Пезенцалі**
МСП, Міжнародний Центр
пр. Академіка Глушкова, 40, Київ, 03680,Україна
тел.: +380 44 5039562
ел. пошта: annpezents@gmail.com

УДК 616.1

Оценка функции эндотелия по реографическим данным

Ю. Е. Батаева[2], В. А. Кириченко[1], Т. В. Кульбашевская[1], В. Г. Сергеев[1]
[1]Национальный Аэрокосмический Университет «ХАИ», Харьков, Украина
[2]Национальный Медицинский Университет «ХНМУ», Харьков, Украина

Резюме

Вступление. Задача оценки функции эндотелия в настоящее время весьма актуальна, однако используемые и рекомендуемые сегодня для этого способы нельзя считать удовлетворительными, в связи со сложностью методик и низкой точностью получаемых результатов.

Цель работы. Рассмотрение возможностей оценки функции эндотелия ФЭ с использованием реографических данных, выбор и обоснование информационных параметров, анализ основных источников погрешностей предлагаемого метода и нахождение путей минимизации их влияния.

Результаты исследований. Предложен неинвазивный метод оценки функции эндотелия с использованием реографических данных. Обоснован выбор информационных параметров регистрируемых реограмм, приведены соотношения, определяющие изменения диаметра артериального сосуда в пробе реактивной гиперемии и нитроглицериновой пробе, позволяющие использовать разработанную для методики D. Celermajer базу «должных значений» получаемых результатов. Проведен анализ основных источников погрешностей оценки функции эндотелия по предлагаемому методу и предложены пути минимизации их влияния.

Выводы. Для упрощения методики проведения исследования и повышения точности оценки ФЭ следует переходить к использованию реографических данных. Реографическая оценка ФЭ позволяет нейтрализовать все выявленные источники погрешности в методе D. Celermajer, и в методах, использующих данные об изменении скорости распространения пульсовой волны в артериальных сосудах, при проведении соответствующих функциональных проб.

Ключевые слова: оценка функции эндотелия; реографические данные; источники погрешности; метод D. Celermajer; скорость распространения пульсовой волны.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 19–27. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.02

1. Введение

В работе [1] был проведен детальный анализ основных источников погрешности оценки функции эндотелия ФЭ по методу D. Celermajer [2]. Анализ показал существенные трудности совершенствования метода, в связи с принципиально неустранимым (при использовании ультразвукового измерителя) воздействием ряда факторов, приводящих к вариабельности получаемых результатов. К сожалению, за прошедшие 25 лет для оценки ФЭ не было предложено ничего существенно лучшего, и метод D. Celermajer сегодня все еще остается наиболее используемым и рекомендуемым методом для оценки состояния эндотелия [3–8]. Следует подчеркнуть, что основным недостатком метода является вовсе не приписываемая ему «операторозависимость», из-за которой он так и не нашел широкого практического применения. В методе D. Celermajer совершенно не учитывается влияние изменения ряда гемодинамических параметров артериальной системы в пробе реактивной гиперемии, вариабельность которых, в конце концов, приводит к вариабельности получаемых данных и возникновению иллюзии высокой операторозависимости метода. Ниже изложены основные причины, приводящие к высокому разбросу получаемых в методе D. Celermajer выходных данных:

- изменение трансмурального давления в исследуемом артериальном сосуде вследствие изменения периферического сопротивления сосудистого региона под влиянием создаваемой в пробе реактивной гиперемии окклюзии. Изменение трансмурального давления (как и изменение жесткости сосуда, вследствие воздействия оксида азота) вызывает изменение диаметра сосуда, но метод D. Celermajer не позволяет выделить результат, обусловленный именно влиянием эндотелия;
- изменение трансмурального давления в исследуемом артериальном сосуде вследствие вариабельности параметров центральной гемодинамики (период сердечных сокращений, ударный объем, внутригрудное давление, диастолическое артериальное давление в течение пробы). Как и в предыдущем пункте, метод D. Celermajer не позволяет выделить изменение диаметра сосуда, обусловленное именно влиянием эндотелия;
- изменение жесткости стенок исследуемого артериального сосуда под воздействием параллельно работающей системы центральной регуляции тонуса сосудов (СЦРТС). Метод D. Celermajer не предоставляет возможности разделения результата работы обоих механизмов регуляции тонуса и выделения именно эндотелиального воздействия на тонус сосудов;
- метод D. Celermajer не предоставляет возможности учета положения «рабочей точки эндотелиальной регуляции» исследуемого артериального сосуда на фоновом участке пробы реактивной гиперемии [1];
- метод D. Celermajer не предоставляет возможности обоснованного выбора временных участков пробы реактивной гиперемии для проведения измерений, что порождает совершенно необоснованные рекомендации о необходимости проведения измерений через 0,5, 1 или 2 минуты после снятия окклюзии.

Следует признать, что получаемые при ультразвуковом (УЗ) методе D. Celermajer результаты оценки изменения диаметра артерии оказываются соизмеримыми с погрешностями измерений [4, 7–11]. Описанные проблемы не позволяют надеяться

на получение удовлетворительного результата при использовании этого метода, с точки зрения доступности необходимой аппаратуры, простоты методики исследования и высокой точности оценки функции эндотелия.

Следующим (по степени распространенности) методом оценки функции эндотелия можно считать метод, основанный на измерении скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) в артериальных сосудах в функциональных пробах с изменяющимся состоянием эндотелия (например, проба реактивной гиперемии, нитроглицериновая проба).

К настоящему времени сформировалось представление [5, 7, 10, 11], что СРПВ в артериальных сосудах является надежной характеристикой эластичных свойств сосудистой стенки. Для измерения СРПВ проводится регистрация пульсаций артериальных сосудов в определенных точках тела, измеряется расстояние между ними, и измеряется время запаздывания Δt между *эквивалентными временными точками пульсовых волн*, зарегистрированных в этих точках тела.

К сожалению, независимо от используемого метода регистрации пульсовых волн, постоянно возникает одна и та же проблема — *нахождение эквивалентных временных точек пульсовых волн*, зарегистрированных в различных точках тела, *в условиях неизбежного изменения формы пульсовой волны при ее распространении в артериальных сосудах.*

Для распространяющейся пульсовой волны артериальную систему следует рассматривать как некоторый низкочастотный фильтр [12—14], вносящий различные затухания и фазовые сдвиги для различных спектральных составляющих пульсовой волны на каждом конкретном участке артериального русла. Это приводит к изменению формы пульсовой волны при ее распространении. Как отыскать эквивалентные временные точки различных по форме пульсовых волн?

Реальная ситуация оказывается еще более сложной. Дело не только в изменении формы пульсовой волны. Найденные эквивалентные точки чаще всего оказываются лишь кажущимися эквивалентами! Например, в работе [14] показано, что истинное начало пульсовой волны в артериальном сосуде не имеет ничего общего с минимумами регистрируемых реограмм или сфигмограмм, чаще всего воспринимаемыми как наиболее ярко выраженные эквивалентные точки. Истинное начало пульсовой волны может быть существенно смещено во времени относительно минимума регистрируемой гемодинамической кривой. Для каждого сосудистого региона этот временной сдвиг будет строго индивидуальным, зависящим от эластичности конкретной артерии, массы движущейся в ней крови, величины периферического сопротивления региона и т. д. Величина временного сдвига может меняться от единиц мс (в самых мелких артериях) до 70–90 мс (в аорте). Таким образом, ошибка измерения времени распространения пульсовой волны может быть соизмерима с самим временем распространения. Это влечет за собой существенные ошибки в определении скорости распространения пульсовой волны в артериальном сосуде и ее изменения в пробе реактивной гиперемии, в определении степени изменения эластических свойств исследуемых магистральных артерий, и, в итоге, в оценке функции эндотелия.

Как видно, и этот способ неинвазивной оценки изменения эластических свойств стенки артериального сосуда не может быть использован для высокоточной оценки функции эндотелия. В обзорной статье, посвященной дисфункции эндотелия, J. Deanfield с соавторами, 2005 [8, 15], анализируя состояние проблемы, приходят к заключению, что еще отсутствует оптимальная неинвазивная методология изучения различных аспектов дисфункции эндотелия, в том числе, не сформированы и ее четкие диагностические критерии. К сожалению, состояние вопроса не изменилось до настоящего времени. Сегодня метод D. Celermajer все еще остается «золотым стандартом» неинвазивной оценки состояния эндотелия сосудов, несмотря на очевидные его недостатки.

2. Цель работы

Целью настоящей работы является разработка более совершенного метода оценки функции эндотелия, в частности, обоснование возможности оценки функции эндотелия по реографическим данным, выбор и обоснование информационных параметров регистрируемых сигналов, минимизация влияния факторов, приводящих к погрешностям оценки функции эндотелия в методе D. Celermajer, анализ основных источников погрешностей предлагаемого метода и нахождение путей их нейтрализации.

3. Методология исследования. Результаты

3.1. Обоснование возможности оценки функции эндотелия с использованием реографических данных и выбор информационных параметров

Для оценки функции эндотелия мы также будем использовать пробу реактивной гиперемии и нитроглицериновую пробу, но УЗ систему высокого разрешения в методе D. Celermajer мы предлагаем заменить существенно более простым реографом, и, соответственно, принципиально изменить обработку данных. Как будет показано ниже, использование реографического метода позволит минимизировать влияние изменения периферического сопротивления исследуемого сосудистого региона (под воздействием создаваемой в пробе реактивной гиперемии окклюзии). Будет сведено к минимуму влияние естественных изменений параметров центральной гемодинамики и системы центральной регуляции тонуса на протяжении указанных проб, на качество оценки функции эндотелия.

На рис. 1 представлены реограммы правого (1-й график) и левого (2-й график) предплечий пациента, зарегистрированные в пробе реактивной гиперемии (манжетка устанавливалась на левом плече). Поскольку запись сильно сжата во времени, привычного контура реограмм не видно, зато хорошо видны изменения амплитуд реограмм на протяжении пробы. Проведенные нами многочисленные исследования показали, что вариабельность амплитуд реограмм, в большей или меньшей степени, свойственна абсолютно всем пациентам.

Известно [12–14, 16], что реограмма есть отражение закона изменения площади поперечного сечения артериального сосуда на участке размещения реографических электродов.

Закон изменения реосигнала определяется соотношением:

$$\Delta R(t) = \frac{\rho_T^2 L_A \tilde{S}(t)_{АП}}{\rho_K S_T^2}, \qquad (1)$$

где: ρ_K — удельное сопротивление крови;
ρ_T — удельное сопротивление тела на участке наложения реографических электродов;
S_T — площадь поперечного сечения тела в месте установки потенциальных электродов реографа;
L_A — длина участка тела между потенциальными электродами реографа;
$\tilde{S}(t)_{АП}$ – закон изменения переменной составляющей площади поперечного сечения артерий ($_A$) в месте установки

потенциальных электродов, под воздействием пульсовой волны (в покое ($_П$), до пережатия артерии плеча).

Вследствие изменения эластичности стенок артерий предплечья после снятия окклюзии артерий плеча и увеличения кровотока, изменение площади переменной составляющей поперечного сечения артерий предплечья под воздействием пульсовой волны изменится и будет уже $\tilde{S}(t)_{ANO}$, что приведет и к изменению регистрируемого реосигнала.

Рассчитаем параметр $P_{PEO}(t,\Delta)$ – разность амплитуд реосигналов до и после окклюзии, отнесенную к амплитуде реосигнала до окклюзии:

$$P_{PEO}(t,\Delta)=\frac{\Delta R(t)_{ANO}-\Delta R(t-\Delta)_{AП}}{\Delta R(t-\Delta)_{AП}}=\frac{\tilde{S}(t)_{ANO}-\tilde{S}(t-\Delta)_{AП}}{\tilde{S}(t-\Delta)_{AП}}=$$

$$=\frac{K_{NO}^2(P_A(t)^2-P_{AD}(t)^2)-K_П^2(P_A(t-\Delta)^2-P_{AD}(t-\Delta)^2)}{K_П^2(P_A(t-\Delta)^2-P_{AD}(t-\Delta)^2)}=$$

$$=\frac{K_{NO}^2-K_П^2}{K_П^2}=P_{PEO}, \qquad (2)$$

где: $\tilde{S}(t)_A=\frac{\pi}{4}(D_A^2(t)-D(t)_{AD}^2)=K^2\frac{\pi}{4}(P_A^2(t)-P_{AD}^2(t))$,

т. е. $\tilde{S}(t)_A$ есть разность текущей площади поперечного сечения артерии и значения его площади при диастолическом давлении. Понятно, что с течением времени площадь поперечного сечения артерии при диастолическом давлении также будет меняться (вследствие текущего изменения диастолического давления), но медленно (по сравнению с пульсовыми изменениями), поскольку медленно будет меняться период сердечных сокращений, ударный объем, будет сказываться дыхание пациента и т. д.;

$D_A(t)=K{\cdot}P_A(t)$ – закон изменения текущего диаметра обобщенной магистральной артерии в месте установки потенциальных электродов реографа под воздействием пульсовой волны, создающей давление в артериальном сосуде $P_A(t)$;

K – коэффициент, определяемый растяжимостью артериальной стенки, $K_П$ – на временном интервале покоя (до окклюзии), K_{NO} – на постокклюзионном временном интервале;

$D_{AD}(t)=K{\cdot}P_{AD}(t)$ – закон изменения медленно меняющейся составляющей диаметра обобщенной магистральной артерии (диастолического диаметра) в месте установки потенциальных электродов реографа под влиянием изменения периода сердечных сокращений, ударного объема, изменения внутригрудного давления под воздействием дыхания и т. д.;

Δ – длительность временного интервала между моментами измерения амплитуд реосигналов левого предплечья до и после окклюзии артерии плеча.

Итак, $$P_{PEO}=\frac{K_{NO}^2-K_П^2}{K_П^2} \qquad (3)$$

Однако, эта формула будет верна только лишь в том случае, если текущие значения разности квадратов полного давления в магистральном артериальном сосуде и медленно меняющейся диастолической составляющей давления на временных участках покоя и последующего постокклюзионного периода будут одинаковы. Реально этого не будет, поскольку в каждом периоде $P_A(t)$ и $P_{AD}(t)$ будут изменяться относительно соседних периодов, но можно применить метод когерентного накопления и построить усредненные периоды реосигналов до и после окклюзии, по которым произвести наиболее точную оценку P_{PEO}. Однако так можно нейтрализовать влияние только лишь быстрых изменений давления. Реально существуют и медленные его изменения, связанные с вызванной окклюзией ишемией конечности, воздействием оксида азота на периферическое сопротивление региона, изменением артериального давления из-за длительного пережатия артерии и т. д.

Как найти моменты равенства текущего значения пульсового давления в артериальных сосудах во временные периоды до и после окклюзии? Ведь текущая амплитуда усредненного периода реосигнала есть функция и пульсового давления в артериальном сосуде и его ригидности. *Как выделить влияние на амплитуду реосигнала только лишь изменения ригидности артериального сосуда?*

Ситуация усугубляется еще и тем, что и с выделением влияния изменения ригидности не все так просто. Нужно исключить влияние на амплитуду реосигнала изменений ригидности, происшедших за счет работы системы центральной регуляции тонуса сосудов. Следует выделить изменения амплитуды реосигнала, происшедшие исключительно за счет эндотелиального изменения ригидности.

Как видно на рис. 1, после снятия окклюзии плечевой артерии и увеличения кровотока в ней на протяжении постокклюзионного периода, значительно увеличилась амплитуда реограммы левого предплечья. Но можно ли говорить, что это и есть результат воздействия оксида азота на артериальные стенки сосудов предплечья? Можно ли утверждать, что увеличение амплитуды реограммы вызвано именно влиянием оксида азота, а не увеличением пульсового давления в артерии или изменением ее эластичности под воздействием системы центральной регуляции тонуса сосудов?

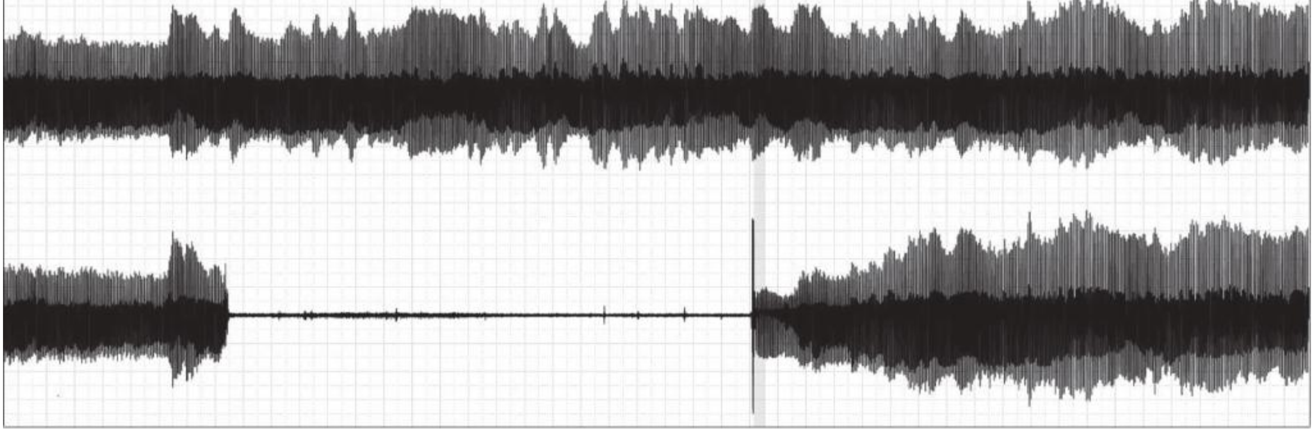


Рис. 1. Реограммы предплечий пациента в пробе реактивной гиперемии.

Этот же вопрос уместно было бы задать и при оценке изменения диаметра артерии с помощью ультразвуковой системы в методе D. Celermajer. Даже, если бы удалось абсолютно точно зафиксировать с помощью УЗИ увеличение диаметра артерии после окклюзии в какой-то определенный момент периода пульсовой волны, как установить, по какой причине произошло это увеличение? То ли артерия стала податливее под влиянием дополнительного количества выделенного эндотелием оксида азота, то ли ее эластичность увеличилась за счет работы системы центральной регуляции тонуса сосудов, то ли увеличилось трансмуральное давление в артерии в момент проведения измерения ее диаметра после окклюзии?

В работе [14] рассматривается метод анализа реограмм с их разложением на низкочастотную (НЧ) и высокочастотную (ВЧ) составляющие. НЧ составляющая реограммы образуется за счет сложения НЧ составляющих падающей пульсовой волны (ПВ), волны, отраженной от периферического сопротивления, и (не полностью затухшей) НЧ составляющей колебаний, сохранившихся в артерии к моменту прихода последней пульсовой волны [12, 14]. Вполне возможно, что на постокклюзионном временном интервале будет иметь место изменение амплитуды результата сложения НЧ компонентов не за счет снижения ригидности стенок артерии, а за счет изменения амплитудных и фазовых соотношений НЧ компонентов при сложении.

За счет увеличения амплитуды НЧ составляющей может увеличиться и максимальная амплитуда полной реограммы на постокклюзионном временном интервале, поэтому увеличение максимальной амплитуды реограммы также нельзя рассматривать как признак снижения ригидности артериальной стенки. Максимальная амплитуда реограммы может увеличиться и за счет изменения фазовых соотношений между НЧ и ВЧ составляющими реограммы [14], что, в свою очередь, может быть обусловлено изменением периферического сопротивления региона под воздействием развившейся ишемии и выделенного эндотелием дополнительного количества оксида азота.

По нашему мнению, *единственным надежным признаком изменения ригидности стенки магистрального артериального сосуда предплечья в условиях описываемого эксперимента может быть только амплитуда ВЧ составляющей реограммы* (на временном участке анакроты реограммы). Приращение амплитуды ВЧ составляющей на этом временном участке зависит исключительно от амплитуды ВЧ составляющей источника (аорты, ВЧ составляющая которой не изменяется, если предположить неизменность параметров центральной гемодинамики за время эксперимента) и ригидности артериальной стенки магистрального сосуда. Следует подчеркнуть, что ВЧ составляющая реограммы имеет короткое время жизни и малую дистанцию распространения [12–14]. В ее формировании не принимает участия ни ВЧ составляющая, являющаяся отголоском предыдущего периода (она затухает к этому времени), ни ВЧ составляющая, отраженная от периферического сопротивления (она практически полностью подавляется при антидромном распространении).

Если в постокклюзионный период или в период воздействия нитроглицерина увеличилась амплитуда ВЧ составляющей реограммы предплечья, то причина этого может быть только одна — снижение ригидности артериальной стенки магистрального артериального сосуда *(если предположить, что параметры центральной гемодинамики на протяжении эксперимента были неизменны)*.

По нашему мнению, анализ амплитуды ВЧ составляющей реограммы дает существенно более достоверную информацию об изменении ригидности крупных артерий предплечья, чем оценка амплитуды полной реограммы.

3.2. Устранение влияния изменений параметров центральной гемодинамики и системы центральной регуляции тонуса сосудов на оценку функции эндотелия

На рис. 2 представлены реограммы правого (1-й график) и левого (3-й график) предплечий пациента и их ВЧ составляющие (2-й и 4-й графики), зарегистрированные в пробе реактивной гиперемии (манжетка устанавливалась на левом плече).

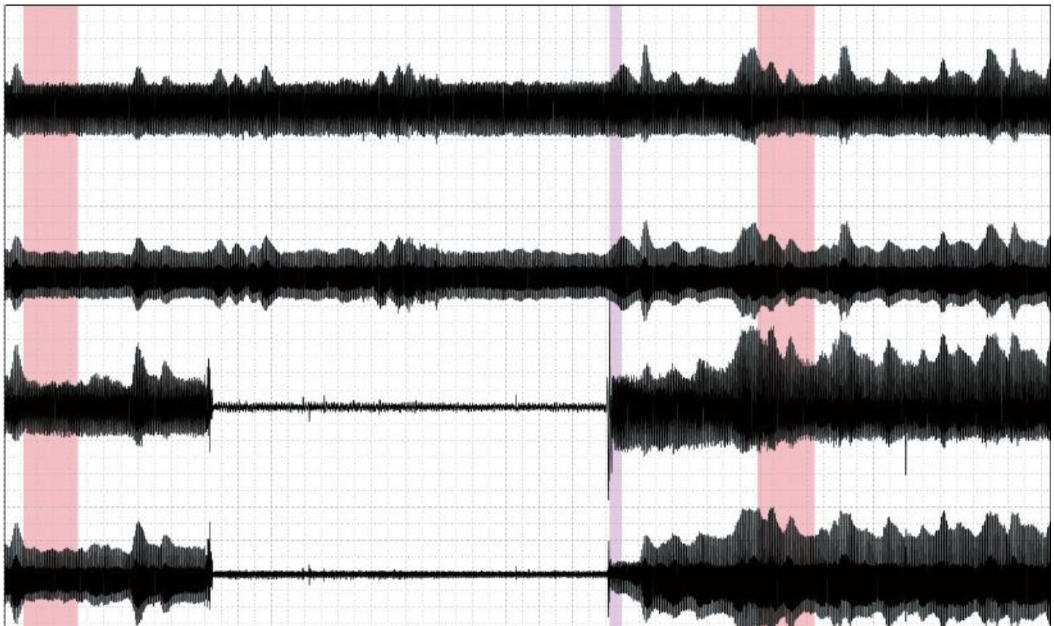


Рис. 2. Реограммы предплечий пациента в пробе реактивной гиперемии и их ВЧ составляющие.

Амплитуды ВЧ составляющих (2-й и 4-й графики) реосигналов непрерывно меняются. На временном интервале покоя в предокклюзионный период совершенно отчетливо видны синхронные изменения амплитуд ВЧ составляющих реограмм правого и левого предплечий. Такие же синхронные изменения видны и в постокклюзионный период. Это означает, что в постокклюзионный период амплитуда ВЧ составляющей реограммы левого предплечья изменяется не только за счет воздействия оксида азота, выделяемого эндотелием, но и за счет изменений давления в артериальных сосудах левой конечности и, возможно, их тонуса, порожденных вариабельностью параметров центральной гемодинамики и центральных механизмов регуляции тонуса сосудов. Очевидно, что для повышения точности оценки функции эндотелия следует разделить влияние оксида азота и всех других механизмов изменения амплитуды ВЧ составляющей реограммы предплечья, и для оценки функции эндотелия учитывать только лишь изменения, порожденные влиянием оксида азота.

Для этого предлагается использовать синхронную регистрацию реограммы предплечья правой конечности (график 1 на рис. 2), подверженную влиянию изменения параметров центральной гемодинамики и центральных механизмов регуляции тонуса сосудов в той же степени, что и артериальная система левой конечности, но не подверженную влиянию локальных механизмов регуляции кровотока левой конечности.

Рассмотрим механизмы возможных изменений амплитуды и формы, приходящей в артерии левого предплечья пульсовой волны, сопровождающиеся изменениями амплитуды ее ВЧ составляющей. Это могут быть изменения, порожденные вариабельностью параметров центральной гемодинамики, дыханием, изменением параметров системы центральной регуляции тонуса артериальных сосудов. Если подобные изменения в приходящих постокклюзионных пульсовых волнах, по сравнению с предокклюзионными, будут присутствовать, они обязательно отразятся на амплитуде ВЧ составляющих реограммы левого предплечья, и приведут к искажению информации о влиянии оксида азота на тонус сосудов.

Поскольку рис. 2 демонстрирует явные изменения во времени амплитуд ВЧ составляющих зарегистрированных реограмм, нельзя считать, что выражения $(P_A(t)^2 - P_{AD}(t)^2)$ и $P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)$ в соотношении (2) одинаковы. Нельзя в числителе соотношения (2) вынести за скобки $P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)$ и сократить его с таким же выражением в знаменателе. Мы не можем получить соотношение:

$$P_{РЕО}(t,\Delta) = \frac{(K_{NO}^2 - K_П^2)}{K_П^2} = P_{РЕО},$$

но можно попытаться найти связь между $(P_A(t)^2 - P_{AD}(t)^2)$ и $P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)$. Изменения параметров центральной гемодинамики и параметров механизма центральной регуляции тонуса сосудов вызовут практически одинаковые изменения $(P_A(t)^2 - P_{AD}(t)^2)$ по отношению к $P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)$, и в правом, и в левом предплечьях. Таким образом, измерив амплитуду ВЧ составляющей реограммы *правого предплечья* на постокклюзионном временном интервале максимальной амплитуды ВЧ составляющей *левого предплечья*, и амплитуду ВЧ составляющей реограммы *правого предплечья* на выбранном временном интервале покоя до окклюзии, можно получить коэффициент β^2, определяющий изменение $(P_A(t)^2 - P_{AD}(t)^2)$ по отношению к $P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)$ *в правом и левом предплечьях*, происшедшее за счет изменения параметров центральной гемодинамики и параметров механизма центральной регуляции тонуса сосудов, т. е.

$$\beta^2_{вч} = \frac{(P_A(t)^2 - P_{AD}(t)^2)}{(P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)} = \frac{\Delta R(t)_{dANO_{вч}}}{\Delta R(t-\Delta)_{dAП_{вч}}} \quad (4)$$

С учетом этого, перепишем соотношение (2) в виде:

$$P_{РЕО_{вч}}(t,\Delta) = \frac{\Delta R(t)_{sANO_{вч}} - \Delta R(t-\Delta)_{sAП_{вч}}}{\Delta R(t-\Delta)_{(sAП_{вч})}} =$$

$$= \frac{\tilde{S}(t)_{ANO} - \tilde{S}(t-\Delta)_{AП}}{\tilde{S}(t-\Delta)_{AП}} =$$

$$= \frac{K_{NO}^2\beta_{вч}^2(P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2) - K_П^2(P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)}{K_П^2(P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)} =$$

$$= \frac{(K_{NO}^2 \cdot \beta^2_{вч} - K_П^2)}{K_П^2} = P_{РЕО_{вч}} \quad (5)$$

Итак, получено соотношение, определяющее информационный параметр $P_{РЕО_{вч}}$, связывающий результат измерения с оценкой состояния эндотелия. Соотношение (5) позволяет оценить степень изменения растяжимости артерий предплечья под воздействием оксида азота (изменение K_{NO} относительно $K_П$) на фоне возможного влияния изменений параметров центральной гемодинамики и центральной регуляции тонуса сосудов ($\beta^2_{вч}$) на протяжении регистрации пробы реактивной гиперемии.

Используя информацию о $\beta^2_{вч}$, с помощью соответствующих преобразований можно провести нормализацию данных, выполнить компенсацию текущих изменений амплитуд ВЧ составляющих предплечий, устранить мультипликативную помеху, порожденную влиянием механизмов центральной регуляции тонуса сосудов и изменения параметров центральной гемодинамики. На рис. 3 представлены те же данные, что и на рис. 2, но после выполнения указанной компенсации.

Естественно, амплитуда ВЧ составляющей правого предплечья стала абсолютно стабильной. В ВЧ составляющей левого предплечья остались лишь случайные изменения, не согласованные с изменениями в правом предплечье (отличающиеся от них), и изменения, вызванные механизмами локальной регуляции тонуса артериальных сосудов левого предплечья. Как видно, в значительной степени облегчается и задача определения временного интервала постокклюзионного измерения амплитуды ВЧ составляющей реограммы — задача нахождения интервала максимальной амплитуды ВЧ составляющей. Следует подчеркнуть, что интересующий нас временной интервал (выделен крайней правой серой полосой на рис. 2 и рис. 3), легко найденный на рис. 3, совершенно не совпадает с интервалом максимальной амплитуды ВЧ составляющей на рис. 2, где присутствует влияние изменений параметров центральной гемодинамики, и изменений параметров системы центральной регуляции тонуса сосудов. Заметим, что у каждого пациента, в каждом сосудистом регионе и в каждом конкретном случае максимальная гиперемия будет развиваться в разное время. Нужно знать, на каком именно временном интервале следует проводить измерение диаметра артерии, и рис. 3 дает совершенно четкое представление об этом.

С целью использования полученного на практике опыта оценки состояния эндотелия по относительному изменению диаметра артериального сосуда в методе D. Celermajer, найдем переход от параметра $P_{РЕО_{вч}}$ к параметру D. Celermajer $P_{УЗИ}$. В этом случае можно будет применить уже имеющиеся наработки по определению «должных значений» относительного изменения диаметра артериального сосуда, полученные в методе D. Celermajer на протяжении последних 25 лет.

Наиболее широко используемая сегодня методика оценки состояния эндотелия предполагает нахождение относительного изменения диаметра артерии (ΔD_A) в постокклюзионный период по сравнению с ее диаметром в покое ($D_{AП}$), т. е., определяется параметр:

$$P_{УЗИ} = \frac{\Delta D_A}{D_{AП}} = \frac{P_A(K_{NO} - K_П)}{P_A K_П} = \frac{(K_{NO} - K_П)}{K_П} \quad (6)$$

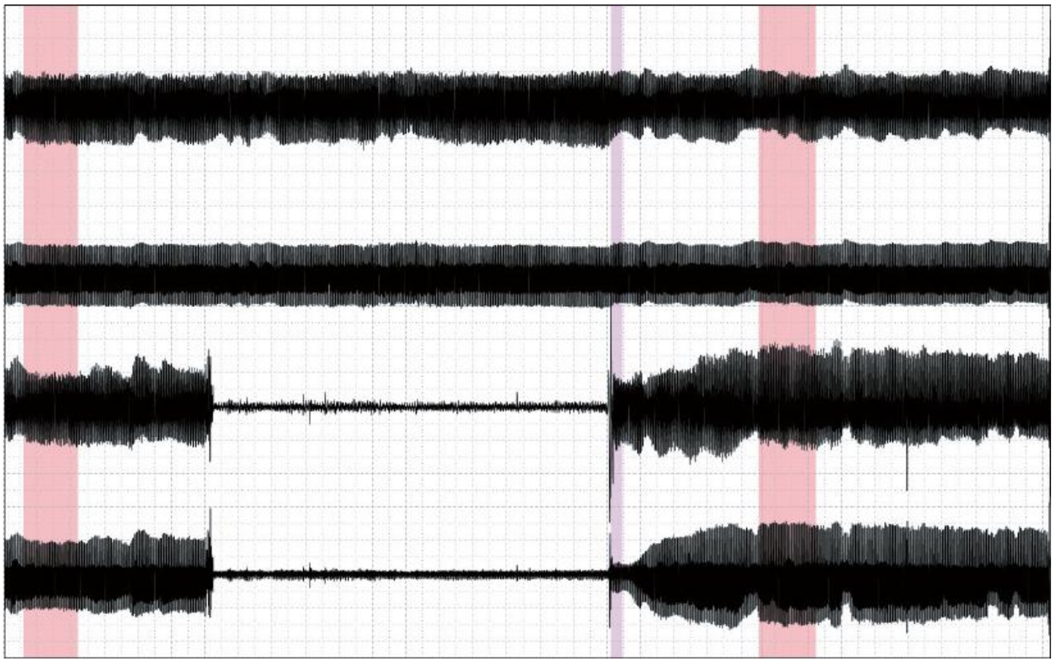


Рис. 3. Реограммы предплечий пациента в пробе реактивной гиперемии и их ВЧ составляющие после проведения нормализации.

Интерес представляет переход от $P_{PEO_{вч}}$ к $P_{УЗИ}$, т. е., от (5) к (6).

Из соотношения (5) можно записать:

$$\frac{K_{NO}}{K_П} = \frac{\sqrt{1+P_{PEO_{вч}}}}{\beta_{вч}}$$

откуда: $$P_{УЗИ}= \frac{K_{NO}}{K_П} - 1 = \frac{\sqrt{1+P_{PEO_{вч}}} - \beta_{вч}}{\beta_{вч}} \qquad (7)$$

где $$\beta_{вч} = \sqrt{\frac{(P_A(t)^2 - P_{AD}(t)^2)}{(P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)}} = \sqrt{\frac{\Delta R(t)_{dANO_{вч}}}{\Delta R(t-\Delta)_{dA_{вч}}}}$$

т. е., $\beta_{вч}$ есть квадратный корень из отношения амплитуды ВЧ составляющей реограммы *правого* предплечья на постокклюзионном временном интервале максимальной амплитуды ВЧ составляющей *левого* предплечья, к амплитуде ВЧ составляющей реограммы правого предплечья до окклюзии. $\beta_{вч}$ определяет изменение $(P_A(t)^2 - P_{AD}(t)^2)$ по отношению к $P_A(t-\Delta)^2 - P_{AD}(t-\Delta)^2)$ в левом предплечье, происшедшее за счет изменения параметров центральной гемодинамики и параметров механизма центральной регуляции тонуса сосудов на временном интервале Δ.

Заметим, что при использовании УЗИ высокого разрешения для оценки эндотелиальной функции контроль параметров центральной гемодинамики так же необходим, как и при использовании реографических измерений, поскольку степень влияния β на конечный результат будет определяться соотношением:

$$P_{УЗИ}= \frac{(\beta K_{NO} - K_П)}{K_П} \qquad (8)$$

где β — отношение диастолического давления (давления в момент измерения диаметра артерии) в постокклюзионный период к диастолическому давлению в предокклюзионный период.

Ранее упоминалось, что существует множество причин, приводящих к изменению диастолического давления в артериальной системе от периода к периоду. Это и естественное изменение R–R интервалов от периода к периоду, и изменение ударного объема сердца, и изменение внутригрудного давления в процессе дыхания, и т. д.

Например, колебания внутригрудного давления на протяжении дыхательного цикла у здоровых молодых людей составляют обычно 3–5 см вод. ст. (при спокойном дыхании). У больных эмфиземой легких, пневмосклерозом, бронхиальной астмой и другими заболеваниями легких наблюдается повышение колебаний внутригрудного давления, причем, чем тяжелее заболевание, тем больше размах колебаний давления на протяжении дыхательного цикла. В выраженных случаях колебания внутригрудного давления при дыхании достигают 20–25 см вод.ст. Повышение колебаний внутригрудного давления наблюдается и при заболеваниях сердца, осложненных кардиальным застоем в легких и т. д. Таким образом, совершенно справедливо допустить колебания внутригрудного давления при спокойном дыхании на уровне 4–5 мм рт.ст., с возможностью их увеличения до 15–20 мм рт.ст.

Предположим, что диастолическое давление пациента 80 мм рт.ст. Тогда, только лишь за счет изменения внутригрудного давления, β может меняться от 0,94 до 1,06, с возможным увеличением размаха колебаний от 0,8 до 1,25. Следовательно, только лишь за счет изменения внутригрудного давления β может меняться в таких же, и даже больших пределах, чем K_{NO} по сравнению с $K_П$, при воздействии оксида азота на артериальные сосуды.

Как известно [5–9], нормальным постокклюзионным увеличением диаметра артерии считается величина, большая 9%, т. е., в норме K_{NO} должен быть больше 1,09 $K_П$. Но только за счет изменения внутригрудного давления был получен диапазон возможных изменений βK_{NO} от 0,8 K_{NO} до 1,25 K_{NO}. Только лишь за счет изменения внутригрудного давления (если не учитывать это явление) можно получить заключение о полной эндотелиальной дисфункции у практически здорового пациента, так и наоборот.

К сожалению, при использовании УЗИ, учет изменений параметров центральной гемодинамики методически невозможен, поскольку нельзя организовать синхронные измерения одновременно в нескольких сосудистых зонах. Попытка контролировать диастолическое артериальное давление, проводя его измерение на другой конечности, также ничего не даст, поскольку это будет не строго синхронное во времени измерение, и, кроме того, ошибка измерения давления (например, по методу Короткова) будет сопоставима с теми же десятью мм рт.ст. [12]. Совершенно очевидно, что изменения параметров центральной гемодинамики во время проведения УЗИ обследования по методу D. Celermajer (как и изменения параметров системы центральной регуляции тонуса сосудов) будут приводить к ошибке оценки функционального состояния эндотелия.

4. Обсуждение результатов, выводы и направление дальнейших исследований

Предлагаемая методика демонстрирует неоспоримые преимущества в оценке функции эндотелия, по сравнению с вариантами использования метода D. Celermajer, или методов, основанных на определении скорости распространения пульсовой волны в артериальных сосудах. Она позволяет:

- проводить оценку функции эндотелия с использованием менее дорогостоящей аппаратуры;
- осуществлять обоснованный выбор временных интервалов для измерения информационных параметров, а применение когерентного накопления при построении усредненных периодов сигналов позволяет существенно снизить случайную составляющую погрешности измерений;
- предложенная методика позволяет устранить ошибки за счет возможных изменений трансмурального давления в исследуемом артериальном сосуде, вследствие влияния окклюзии или нитроглицерина на периферическое сопротивление и тонус сосудов;
- методика позволяет учесть возможные изменения состояния центральной гемодинамики и изменения параметров системы центральной регуляции тонуса сосудов на протяжении исследования, и устранить их влияние на конечный результат исследования;
- методика позволяет осуществить пересчет предложенных в ней информационных параметров к параметрам, используемым в ныне существующем способе оценки функции эндотелия (метод D. Celermajer – «золотой стандарт»), и, таким образом, позволяет сохранить уже существующую систему «должных значений» параметров и градаций их отклонений;
- предложенная методика позволяет реализовать автоматическую обработку результатов исследования, что снижает требования к квалификации специалиста, проводящего исследование, уменьшает время обработки данных, способствует повышению объективности полученных результатов и их устойчивости.

Полученные результаты подтверждены обширными экспериментальными исследованиями, выполненными с использованием реографического комплекса «РеоКом».

К сожалению, ввиду лимитированного объема статьи, мы не имели возможности рассмотреть вопрос о влиянии положения «рабочей точки эндотелиальной регуляции тонуса» артериальных сосудов на фоновом участке пробы реактивной гиперемии на оценку функции эндотелия. Проведенные нами исследования показали, что учет положения «рабочей точки эндотелиальной регуляции» на фоновом участке пробы реактивной гиперемии обязателен, он способствует еще большему повышению точности оценки функции эндотелия, но этот вопрос мы рассмотрим в нашей следующей статье.

Исследования проводились с соблюдением национальных норм биоэтики и положений Хельсинкской декларации (в редакции 2013 г.). Авторы статьи Ю. Е. Батаева, В. А. Кириченко, Т. В. Кульбашевская, В. Г. Сергеев подтверждают, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. Батаева Ю. Е., Кириченко В. А., Кульбашевский В. В., Сергеев В. Г. Метод D. Celermajer и его возможности в оценке функции эндотелия. *Ж. Клин. инфори. телемед.,* 2017, т. 12, вып. 13, сс. 64–69.
2. Celermajer D. S., Sorensen K. E., Gooch V. M. et al. Noninvasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at rick atherosclerosis. *Lancet,* 1992, vol. 340, pp. 1111–1115.
3. Малая Л. Т., Корж А. Н., Балковая Л. Б. Эндотелиальная дисфункция при патологии сердечно-сосудистой системы. *Форсинг,* Харьков, 2000, 432 с.
4. Небиеридзе Д. В. Клиническое значение дисфункции эндотелия при артериальной гипертонии. *Consilium Medicum, Кардиология Системные гипертензии,* 2005, №1, сс. 31–38.
5. Лупинская З., Зарифьян А., Гурович Т., Шлейфер С. Эндотелий. Функция и дисфункция. Б. *КРСУ,* 2008, 373 с.
6. Accini J. L., Sotomayor A., Trujillo F., Barrera J. G. Colombian study to assess the use of noninvasive determination of endothelium — mediated vasodilatation (CANDEV). Normal values and factor associated. *Endothelium,* 2001, vol. 8, no. 2, pp. 157–166.
7. Sorensen K. E., Celermajer D. S., Spiegelhalter D. J., Georgakopoulos D., Robinson J., Thomas O., Deanfield J. E. Non-invasive measurement of human endothelium dependent arterial responses: accuracy and reproducibility. *Br. Heart J.,* 1995, vol. 74, no. 3, pp. 247–253.
8. Deanfield J. E., Halcox J. P., Rabelink T. J. Endothelial function and dysfunction: testing and clinical relevance. *Circulation,* 2007, vol. 115, pp. 1285–1295.
9. Corretti M. C., Anderson T. J., Benjamin E. J., Celermajer D. S., et al.; International Brachial Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery: a report of the International Brachial Artery Reactivity Task Force. *J. Am. Coll. Cardiology,* 2002, vol. 39, pp. 257–265.
10. Затейщикова А. А., Затейщиков Д. А. Эндотелиальная регуляция сосудистого тонуса: методы исследования и клиническое значение. *Кардиология,* 1998, № 9, сс. 68–78.
11. Рогоза А. Н., Балахонова Т. В., Чихладзе Н. М. и др. Современные методы оценки состояния сосудов у больных артериальной гипертонией: Пособие для практикующих врачей. М. *Издательский дом «АТМОСФЕРА»,* 2008, 71 с.
12. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. Пер. с англ. М. *Мир,* 1978, 624 с.
13. Савицкий Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. Л., 1974, 310 с.
14. Сергеев В. Г., Кисельгов Е. Н. Оценка состояния сосудистой системы по результатам реографических измерений. *Вестник эпилептологии.* УПЕЛ, К., 2007, № 1 (19–20), сс. 49–62.
15. Deanfield J., Donald A., Ferri C., Giannattasio C. et al. Endothelial function and dysfunction. Part I: Methodological issues foe assessment in the different vascular beds: A statement by the Working group on Endothelin and Endothelial Factors of the European Society of Hypertension. *J. Hypertes,* 2005, vol. 23, iss. 1, pp.7–17.
16. Иванов Л. Б., Макаров В. А. Лекции по клинической реографии. М., 2000, 319 с.

Оцінка функції ендотелію за реографічними даними

Ю. Є. Батаєва[2], В. О. Кириченко[1], Т. В. Кульбашевська[1], В. Г. Сергєєв[1]
[1]Національний Аерокосмічний Університет «ХАІ», Харків
[2]Національний Медичний Університет «ХНМУ», Харків

Резюме

Вступ. Питання оцінки функції ендотелію в даний час є актуальним, однак використовувані і рекомендовані сьогодні для цього методи не можна вважати задовільними, в зв'язку зі складністю методик і низькою точністю одержуваних результатів.

Мета роботи. Розгляд можливостей оцінки функції ендотелію з використанням реографічного даних, вибір і обгрунтування інформаційних параметрів, аналіз основних джерел похибок запропонованого методу і знаходження шляхів мінімізації їх впливу.

Результати досліджень. Запропоновано неінвазивний метод оцінки функції ендотелію з використанням реографічних даних. Обґрунтовано вибір інформаційних параметрів зареєстрованих реограм, наведені співвідношення, що визначають зміни діаметра артеріальної судини в пробі реактивної гіперемії і нітрогліцериновій пробі, що дозволяють використовувати розроблену для методики D.Celermajer базу належних значень отриманих результатів. Проведено аналіз основних джерел похибок оцінки функції ендотелію з використанням реографічних даних і запропоновані шляхи мінімізації їх впливу.

Висновки. Для спрощення методики проведення дослідження та підвищення точності оцінки ФЕ слід переходити до використання реографічних даних. Реографічний метод оцінки ФЕ дозволяє нейтралізувати всі виявлені джерела похибки в методі D. Celermajer, і в методах, які використовують дані про зміну швидкості поширення пульсової хвилі в артеріальних судинах при проведенні відповідних функціональних проб.

Ключові слова: оцінка функції ендотелію; реографічні дані; джерела похибки; метод D. Celermajer; швидкість поширення пульсової хвилі.

Evaluation of endothelial function by the rheographic data

Yu. Bataeva[2], V. Kirichenko[1], T. Kulbashevskaya[1], V. Sergeev[1]

[1]National Aerospace University «KhAI», Kharkiv, Ukraine
[2]Kharkiv National Medical University «KhNMU», Ukraine

e-mail: sergeev@xai-medica.com

Abstract

Introduction. The problem of endothelial function evaluating is currently very relevant, but the most widely used and recommended methods for this are not satisfactory, due to the complexity of the techniques and the low accuracy of the results obtained.

Objective. Consideration of the possibilities of endothelial function evaluating by the rheographic data using, selection and justification of information parameters, analysis of the main sources of errors in the proposed method, and finding ways to minimize their influence.

Results of the research. A non-invasive method for endothelial function evaluating using rheographic data is proposed. The choice of the recorded rheograms information parameters is substantiated, the relationships determining the changes in the diameter of the arterial vessel in the reactive hyperemia test and the nitroglycerin test are substantiated, allowing the use of the database of the results obtained for the D.Celermajer method. The analysis of the errors main sources in the endothelial function evaluation according to the proposed method is made and the ways of minimizing their influence are suggested.

Conclusions. To simplify the procedure for conducting the study and to improve the accuracy of the FE assessment, it is necessary to move on to the use of rheographic data. The rheographic method of FE estimation allows neutralizing all identified sources of error in the D.Celermajer method, and in methods using data on changes in the velocity of pulse wave propagation in arterial vessels during corresponding functional tests.

Key words: Endothelial function evaluation; Rheographic data; Sources of error; D. Celermajer method; Pulse wave propagation velocity.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 19–27. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.02
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (16)

Reference

1. Bataeva Yu., Kirichenko V., Kulbashevsky V., Sergeev V. [The D. Celermajer method and its possibilities in endothelial function assessing]. *Klin. inform. telemed.,* 2017, vol. 12, iss. 13, pp. 64–69.
2. Celermajer D. S., Sorensen K. E., Gooch V. M. et al. Noninvasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at rick atherosclerosis. *Lancet,* 1992, vol. 340, pp. 1111–1115.
3. Malaya L., Korg A., Balkovaya L. *Endotelial'naya disfunktsiya v patologii kardio-vaskularnoy sistemy.* [Endothelial dysfunction in the pathology of the cardiovascular system]. Kharkov, Forcing Publ., 2000, 432 p. (In Russ.).
4. Nebieridze D. V. *Klinicheskoye znacheniye disfunktsii endoteliya pri arterial'noy gipertonii* [Clinical significance of endothelial dysfunction in arterial hypertension]. *Consilium Medicum Kardiologiya Sistemnyye gipertenzii* [Cardiology, Systemic hypertension. Consilium Medicum], 2005, no. 1, pp. 31–38. (In Russ.).
5. Lupinskaya Z., Zarifyan A., Gurovich T., Schleifer S. *Endoteliy. Funktsiya i disfunktsiya* [Endothelium. Function and dysfunction]. Bishkek, KRSU Publ., 2008, 373 p. (In Russ.).
6. Accini J.L., Sotomayor A.,Trujillo F., Barrera J.G. Colombian study to assess the use of noninvasive determination of endothelium – mediated vasodilatation (CANDEV). Normal values and factor associated. *Endothelium.* 2001, vol. 8, no. 2, pp. 157–166.
7. Sorensen K. E., Celermajer D. S., Spiegelhalter D. J., Georgakopoulos D., Robinson J., Thomas O., Deanfield J. E. Non-invasive measurement of human endothelium dependent arterial responses: accuracy and reproducibility. *Br. Heart J.,* 1995, vol. 74, no. 3, pp. 247–253.
8. Deanfield J. E., Halcox J. P., Rabelink T. J. Endothelial function and dysfunction: testing and clinical relevance. *Circulation,* 2007, vol. 115, pp. 1285–1295.
9. Corretti M. C., Anderson T. J., Benjamin E. J., Celermajer D. S., et al.; International Brachial Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery: a report of the International Brachial Artery Reactivity Task Force. *J. Am. Coll. Cardiology,* 2002, vol. 39, pp. 257–265.
10. Zateyshchikova A. A, Zateeyshikov D. A. Endothelial regulation of vascular tone: research methods and clinical significance. *Kardiologiya* [Cardiology], 1998, no. 9, pp. 68–78. (In Russ.).
11. Rogoza A. N., Balakhonova T. V, Chikhladze N. M. *Sovremennyye metody otsenki sostoyaniya sosudov u bol'nykh arterial'noy gipertoniyey: Posobiye dlya praktikuyushchikh vrachey* [Modern methods of assessing the state of blood vessels in patients with arterial hypertension: Manual for Practitioners]. Moscow, ATMOSPHERE Pub., 2008, 71 p. (In Russ.).
12. Caro K., Pedley T., Shroter R., Sid U. *Mekhanika krovoobrashcheniya* [Mechanics of blood circulation]. Moscow, Mir Publ., 1978, 624 p. (In Russ.).
13. Savitski N. *Biofizicheskiye osnovy krovoobrashcheniya I klinicheskiye metody izucheniya gemodinamiki.* [Biophysical basis of blood circulation and clinical methods of studying hemodynamics]. L., 1974, 310 p.(In Russ.).
14. Sergeev V.G., Kiselgov E.N. [Assessment of the vascular system state on the results of rheographic measurements]. *Vestnik epileptologii,* UPEL, K., [Herald of epileptology, UAEL, Kiev], 2007, no.1 (19–20), pp. 49–62. (In Russ.).
15. Deanfield J., Donald A., Ferri C., Giannattasio C. et al. Endothelial function and dysfunction. Part I: Methodological issues foe assessment in the different vascular beds: A statement by the Working group on Endothelin and Endothelial Factors of the European Society of Hypertension. *J. Hypertes,* 2005, vol. 23, iss. 1, pp. 7–17.
16. Ivanov L., Makarov V. *Lektsii po klinicheskoy reografii* [Lectures on clinical rheography]. M., 2000, 319 p. (In Russ.).

Переписка

в.н.с. **В. Г. Сергеев**
НТЦ РЭМПТ ХАИ
тел.: 095 55 99 282, 098 04 74 000
эл. почта: sergeev@xai-medica.com

Control of water in the organism of elderly patients with severe chronic heart failure based on bioelectrical impedance analysis

N. Marchitto[1], E. Bergamini[1], C. Di Febbo[2], A. Ciaramella[3], G. Raimondi[3]
[1]Alfredo Fiorini Hospital, Terracina, Latina, Italy
[2]UOC Internal Medicine Department Università G. D'Annunzio Chieti, Italy
[3]Dept. of Medico-Surgical Sciences and Biotechnologies. «Sapienza» University of Roma

Abstract

Introduction. Heart failure (HF) is defined as an abnormality of the cardiac structure and/or function resulting in clinical symptoms (dyspnoea) and signs (edema), poor quality of life and shortened survival [1]. Currently, the correlations between heart failure with reduced ejection fraction (EF) (HFrEF) and Bioelectrical impedance analysis (BIA) have been only scantly investigated.

Aim. The aim of this study is the evaluation of the possible role of Bioelectrical impedance analysis in patients with severe chronic heart failure.

Materials and Methods. We evaluated 30 elderly patients: 22 were males (mean age 77±8 years) and 8 females (mean age 60±10 years) with HFrEF at baseline electrocardiograph evaluation. All patients were classified as New York Heart Association (NYHA) class III at baseline and provided an informed consent.

The treatment with angiotensin-converting enzyme — inhibitors or angiotensin receptor blockers was interrupted and all patients were switched to sacubitril/valsartan 24/26 mg bid.

Results. At the end of the observation period, therapy with sacubitril/valsartan was associated with improved redistribution of body water and extracellular mass (19,4±3,0 at baseline vs 18,4±2,6 Kg/m at 1 month; p=0,001) and body weight reduction (81±8 vs 78±8 Kg; p=0,002). Overall, this therapy resulted in a prompt (1 month) amelioration in the distribution of body water and decreased body weight, as well as improved clinical outcomes (dyspnoea) at physical examination.

Conclusion. In this small case series, we investigated the correlation between sacubitril/valsartan and body water modification in elderly patients with HFrEF. Our preliminary data show that Bioelectrical impedance analysis could be a new effective approach in the evaluation and follow-up of elderly patients with chronic heart failure and reduced ejection fraction.

Key words: Chronic Heart Failure; Bioelectrical impedance analysis (BIA); water body composition, Impedance; Reactance.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 28–31. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.03
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (7)

Introduction

Electrical properties of tissues have been described since 1872. These properties were further described for a wider range of frequencies on a larger range of tissues, including those that were damaged or undergoing change after death.

Thomasset A. (1962) [5] conducted the original studies using electrical impedance measurements as an index of total body water (TBW), using two subcutaneously inserted needles.

Nyboer J. (1959) and Hoffer E.C. et al. (1969) [6, 7] first introduced the four-surface electrode BIA technique.

A disadvantage of surface electrodes is that a high current (800 μA) and high voltage must be utilized to decrease the instability of injected current related to cutaneous impedance (10 000 Ω/cm^2).

A variety of single frequency BIA analyzers then became commercially available, and by the 1990s, the market included several multi-frequency analyzers. The use of BIA as a bedside method has increased because the equipment is portable and safe, the procedure is simple and non-invasive, and the results are reproducible and rapidly obtained. More recently, segmental BIA has been developed to overcome inconsistencies between resistance (R) and body mass of the trunk.

The impedance of cellular tissue can be modeled as a resistor (representing the extracellular path) in parallel with a resistor and capacitor in series (representing the intracellular path). This results in a change in impedance versus the frequency used in the measurement. The impedance measurement is generally measured from the wrist to the contralateral ankle and uses either two or four electrodes. A small current on the order of 1–10 μA is passed between two electrodes, and the voltage is measured between the same (for a two electrode configuration) or between the other two electrodes.

Heart failure (HF) is defined as an abnormality of the cardiac structure and/or function resulting in clinical symptoms (dyspnoea) and signs (edema), poor quality of life and shortened survival [1].

Currently, the correlations between heart failure with reduced ejection fraction (EF) (HFrEF) and bioelectrical impedance analysis

(BIA) have been only scantly investigated. Importantly, there are no trials evaluating HFrEF patients by bioelectrical impedance analysis. Bioelectrical impedance analysis is an instrumental method to evaluate the body composition about water and fat mass.

Aim. The aim of the present study was to evaluate the role of sacubitril/valsartan on heart failure. We believe that this information can provide insight to an evolution of HF management in elderly patients.

Materials and Methods

We evaluated 30 elderly patients: 22 were males (mean age 77 ± 8 years) and 8 – females (mean age 60±10 years) with HFrEF at baseline electrocardiograph evaluation. All patients were classified as New York Heart Association (NYHA) class III at baseline and provided an informed consent to the use of their data for research purposes. All patients were recruited in our Internal Medicine Department.

The treatment with angiotensin-converting enzyme (ACE)-inhibitors or angiotensin receptor blockers (ARBs) was interrupted and all patients were switched to sacubitril/valsartan 24/26 mg bid.

Patients were followed by monthly clinical and laboratory examinations. In line with our standard practice, we evaluated bioelectrical impedance analysis. Bioelectrical impedance analysis is a technique that allows evaluating the resistance of the body to the passage of low intensity electric currents. With this method it is possible to calculate the percentage of body water and fat mass. [1].

All the above-mentioned parameters were assessed at baseline and after 1 month of therapy; explorative comparisons between these time points were performed by the Student t test or the Wilcoxon signed rank test, as appropriate and variables are expressed as mean ± SD.

A 2-sided p-value < 0,05 was considered significant. All analyses were performed using Sigmastat v. 3.5 Systat Software Inc.

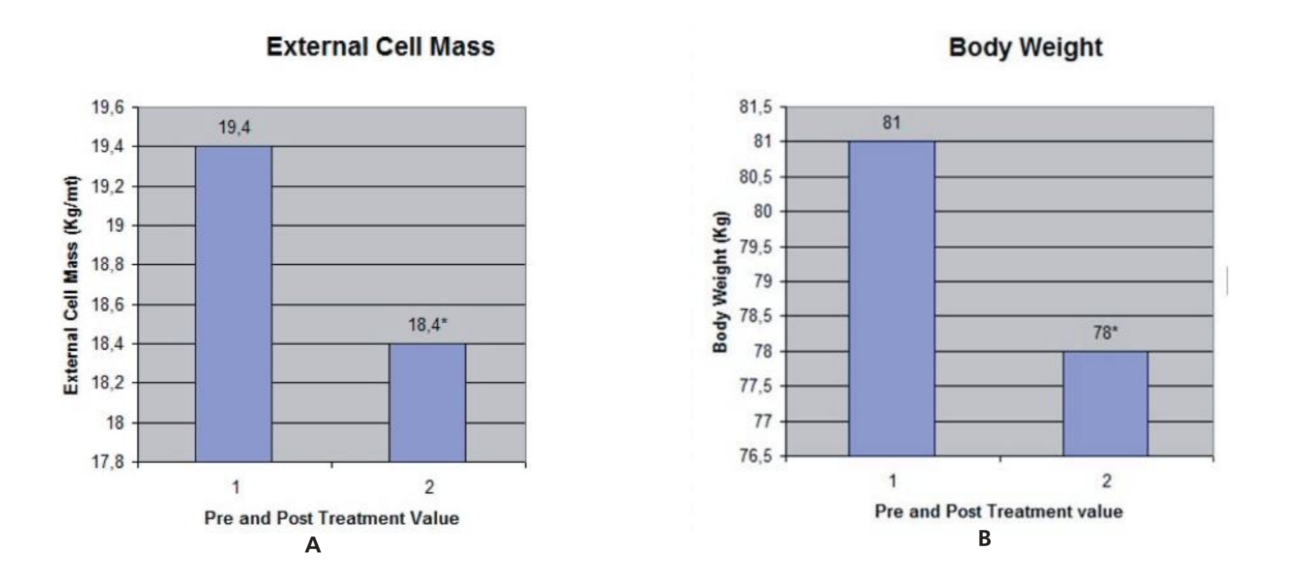
At baseline, 4 patients had laboratory test compatible with moderate kidney dysfunction and 4 patients had glucose value compatible with type II diabetes. All patients had mild hypertension and normal electrolyte levels (due to adapted doses of different diuretic treatments). In all cases, patients continued treatment with diuretics (furosemide 25 mg twice daily and spironolactone 100 mg/day) and beta-blockers (bisoprolol 2,5 mg/day).

One patient did not complete the 1-month period of observation due to the onset of orthostatic hypotension.

Results

At the end of the observation period, therapy with sacubitril/valsartan was associated with improved redistribution of body water and extracellular mass (19,4 ± 3,0 at baseline vs 18,4 ± 2,6 Kg/m at 1 month; p=0.001) and body weight reduction (81 ± 8 vs 78 ± 8 Kg; p = 0,002). (Pic. 1 A, B; tab. 1).

The patients received the same medication because during the treatment there are only low variation of the blood pressure and there are not side effects. Moreover, all patients reported improved clinical outcomes (i.e. reduction of dyspnoea, mean duration of symptoms and improvement of walking test). All patients do not have experienced any severe side effects.



Pic. 1. (A) Redistribution of body water and extracellular mass; (B) Body weight reduction.

Tab. 1. Descriptive Statistics of BMC (body cell mass), ECM (external cell mass), and Body weight.

	Value (pre)	Value (post)	p Value
BMC (Kg/m)	14,6 + 3,6	14,8 + 3,4	p = 0,758
EMC (kg/m)	19,4 + 3	18,4 + 2,6	p = 0,001
Weight (Kg)	81 + 8	78 + 8	p = 0,002

Conclusions

In this small case series, we investigated the correlation between sacubitril/valsartan and body water modification in elderly patients with HFrEF. Overall, this therapy resulted in a prompt (1 month) amelioration in the distribution of body water and decreased body weight, as well as improved clinical outcomes (dyspnoea) at physical examination. Of note, we initiated sacubitril/valsartan treatment at the lowest possible dose for HFrFE therapy [3–4].

Overall, these findings, if also confirmed by further larger trials, support the use of sacubitril/valsartan in elderly patients with HFrEF since this therapy has been shown not to influence the examined parameters and renal function, in particular in patients with chronic kidney disease.

Transparency
Declaration of financial/other relationships: None.
Author contributions: none.
Acknowledgements: Prof. Gianfranco Raimondi

References

1. Senni M, Trimarco B, Emdin M, et al. Sacubitril/valsartan, a new and effective treatment for heart failure with reduced ejection fraction. *G. Ital. Cardiol.* (Rome), 2017, vol. 18, iss. 1, pp. 3–11.
2. Krittanawong C., Kitai T. Pharmacogenomics of Angiotensin-Receptor/Neprilysin Inhibitor and its Long-Term Side Effects. *Cardiovasc Ther.,* 2017, vol. 35, no. 4. doi: 10.1111/1755 5922.1227.
3. Yancy C. W., Jessup M., Bozkurt B., et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/America Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *J. Card. Fail.,* 2017, vol. 23, iss. 8, pp. 628–651.
4. Peruzzi G., Di Nardo P., Raimondi G., Legramante J. M., et. al. The physiopathological aspects and new therapeutic approaches in cardiac-circulatory failure. *Clin. Ter.,* 1992, vol. 141, no. 11, pp. 339–372.
5. Thomasset A. Bio-electrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Med.,* 1962, iss. 207, pp. 107–118.
6. Nyboer J. Electrical Impedance Plethysmography. *In: The Electrical Resistive Measure of the Blood Pulse Volume, Peripheral and Central Blood Flow. Springfield, IL: Charles C. Thomas.* 1959.
7. Hoffer E. C., Meador C. K., and Simpson D.C. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J. Appl. Physiol.* 1969, vol. 27, pp. 531–534.

Correspondence author

Nicola Marchitto, Specialist in Geriatrics and Gerontology
Medical Doctor, Department of Internal Medicine
Alfredo Fiorini Hospital, Terracina (Latina), Italy.
mobile phone: +39 327/7064979
email: n.marchitto@ausl.latina.it

Контроль содержания воды в организме у пожилых пациентов с тяжелой хронической сердечной недостаточностью на основе анализа биоэлектрического сопротивления

N. Marchitto[1], E. Bergamini[1], C. Di Febbo[2], A. Ciaramella[3], G. Raimondi[3]
[1]Alfredo Fiorini Hospital, Terracina, Latina, Italy
[2]UOC Internal Medicine Department Università G. D'Annunzio Chieti, Italy
[3]Dept. of Medico-Surgical Sciences and Biotechnologies. «Sapienza» University of Roma

Резюме

Введение. Сердечная недостаточность (СН) определяется как нарушение структуры и/или функции сердца, приводящее к клиническим симптомам (одышка) и признакам (отек), низкому качеству жизни и сокращению выживаемости [1]. В настоящее время корреляции между сердечной недостаточностью с уменьшенной фракцией выброса (ФВ) (СНкФВ) и анализом биоэлектрического импеданса (АБИ) изучены лишь в незначительной степени.

Цель. Целью данного исследования является оценка возможной роли анализа биоэлектрического импеданса у пациентов с тяжелой хронической сердечной недостаточностью. **Материалы и методы.** Мы оценили 30 пожилых пациентов: 22 мужчин (средний возраст 77±8 лет) и 8 женщин (средний возраст 60±10 лет), у которых была исследована корреляция между сердечной недостаточностью с уменьшенной фракцией выброса (СНкФВ) при базовой оценке электрокардиограммы. В начале исследования все пациенты были отнесены к классу III Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA) и дали информированное согласие. Анализы были выполнены с использованием Sigmastat v. 3.5, Systat Software Inc. Предварительное лечение ингибиторами ангиотензинпревращающего фермента (АПФ) или блокаторами рецепторов ангиотензина (БРА) было прервано, и все пациенты были переведены на сакубитрил/валсартан в дозе 24/26 мг два раза в сутки.

Результаты. В конце периода наблюдения терапия сакубитрилом/валсартаном привела к улучшению перераспределения воды в организме и внеклеточной массы (с 19,4±3,0 в начале исследования до 18,4±2,6 кг/м через 1 месяц; p=0,001) и к снижению массы тела (с 81±8 до 78±8 кг; p=0,002). В целом, эта терапия привела к быстрому (1 месяц) улучшению распределения воды в организме и снижению массы тела, а также к улучшению клинических результатов (одышка) при физикальном обследовании.

Заключение. В этой небольшой серии случаев исследовали корреляцию между лечением сакубитрилом/валсартаном и изменением содержания воды в организме у пожилых пациентов с корреляция между сердечной недостаточностью с уменьшенной фракцией выброса (СНкФВ) (n=11). Предварительные данные показывают, что анализ биоэлектрического импеданса (АБИ) мог бы стать новым эффективным подходом для оценки и наблюдения за пожилыми пациентами с хронической сердечной недостаточностью и сниженной фракцией выброса.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность; анализ биоэлектрического сопротивления; наличие жидкости в организме; сопротивление; реактивность.

Контроль вмісту води в організмі у літніх пацієнтів з важкою хронічною серцевою недостатністю на основі аналізу біоелектричного імпедансу

N. Marchitto[1], E. Bergamini[1], C. Di Febbo[2], A. Ciaramella[3], G. Raimondi[3]
[1]Alfredo Fiorini Hospital, Terracina, Latina, Italy
[2]UOC Internal Medicine Department Università G. D'Annunzio Chieti, Italy
[3]Dept. of Medico-Surgical Sciences and Biotechnologies. «Sapienza» University of Roma

Резюме

Вступ. Серцева недостатність (СН) визначається як порушення структури і/або функції серця, що приводить до клінічних симптомів (задишка) і ознаків (набряк), низької якості життя і скорочення виживання [1]. В даний час кореляції між серцевою недостатністю зі зменшеною фракцією викиду (ФВ) (СНкФВ) і аналізом біоелектричного імпедансу (АБІ) вивчені лише в незначній мірі.

Мета. Метою даного дослідження є оцінка можливої ролі аналізу біоелектричного імпедансу у пацієнтів з тяжкою хронічною серцевою недостатністю. **Матеріали та методи.** Дослідили 22 літніх пацієнтів: 9 чоловіків (середній вік 77±8 років) і 8 жінок (середній вік 60±10 років), у яких була досліджена кореляція між серцевою недостатністю зі зменшеною фракцією викиду (СНкФВ) при базовій оцінці електрокардіограми. На початку дослідження всі пацієнти були віднесені до класу III Нью-Йоркської кардіологічної асоціації (NYHA) і дали інформовану згоду. Аналізи були виконані з використанням Sigmastat v. 3.5, Systat Software Inc. Попереднє лікування інгібіторами ангіотензинперетворюючого ферменту (АПФ) або блокаторами рецепторів ангіотензину (БРА) було перервано, і всі пацієнти були переведені на сакубітріл/валсартан в дозі 24/26 мг два рази на добу.

Результати. В кінці періоду спостереження терапія сакубітрілом / валсартаном привела до поліпшення перерозподілу води в організмі і позаклітинної маси (з 19,4±3,0 на початку дослідження до 18,4±2,6 кг/м через 1 місяць; p=0,001) і до зниження маси тіла (з 81±8 до 78±8 кг; p=0,002). В цілому, ця терапія привела до швидкого (1 місяць) поліпшення розподілу води в організмі і зниження маси тіла, а також до поліпшення клінічних результатів (задишка) при фізикальному обстеженні. **Висновок.** В цій невеликій серії випадків досліджували кореляцію між лікуванням сакубітрілом/валсартаном і зміною вмісту води в організмі у літніх пацієнтів з кореляцією між серцевою недостатністю зі зменшеною фракцією викиду (СНкФВ) (n=11). Попередні дані показують, що аналіз біоелектричного імпедансу (АБИ) міг би стати новим ефективним підходом для оцінки та спостереження за літніми пацієнтами з хронічною серцевою недостатністю і зниженою фракцією викиду.

Ключові слова: хронічна серцева недостатність; аналіз біоелектричного імпедансу; наявність рідини в організмі; імпеданс; реактивність.

Effect of acetylcholinesterase inhibitors in the Alzheimer patients on the daily cardiovascular neurovegetative assessment

G. Raimondi[1], N. Marchitto[2], B. Scordamaglia[1], A. Ciaramella[1], I. Masci[1]
P. Casacci[3], M. Pistoia[3], S. Sacco[1], G. Sancesario[4]
[1]University of Roma «Sapienza», Italy
[2]ASL Latina, Italy
[3]Liferesult, Italy
[4]University «Tor Vergata», Roma, Italy

Abstract

Introduction. The acetylcholinesterase inhibitor (CI) has recently been used for the treatment of senile dementia of Alzheimer type. Therefore, conflicting results exist in the literature on the action of the CI in the cardiovascular neurovegetative regulation.

Aim. In this concern we worked on the ability to remotely monitor patients with dementia in their own homes, with the support of high-tech devices.

Materials and Methods. We studied 36 patients (17 F and 19 M, 74,5 ± 8,4 years). At the patients we installed a new devices «Pulse» for a week. From the device we can obtain a record for 5-minute each hour in which the ECG, breath frequency, body position and activity level are reported.

From the records we can extrapolate by means of KUBIOS-HRV software the HRV analysis, both linear and nonlinear. We divided the patients in two groups: in therapy with CI (19–9 F, 72,6 ± 7,6 years) and without CI (17–8 F, 75,3 ± 10,1 years). The CI administered generally was Donezepil or rivastigmine.

Result. In the morning the indexes of sympathetic tone were more significant high in the patients with CI inhibitors respect to the patients without CI therapy and to the normal control, no differences were present between the control group and thee patients without CI therapy. Respect to patients without CI therapy in the patients with CI therapy we found a surprisingly greater and significant increase in sympathetic activity in all period considered specially during the night periods despite no difference in HR. In fact the linear and nonlinear indexes of the HRV of sympathetic activity was significantly higher in all considered daily period.

Conclusion. Our data, obtained in telemedicine by means a new device «Pulse», show the sympathetic HRV indexes are significantly high in patients with CI therapy in all period of the day and this fact is more pronounced during the night hours.

Key words: Telemedicine; HRV; Acetylcholinesterase inhibitor; Alzheimer.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed. 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 32–36. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.04
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (16)

Introduction

The acetylcholinesterase inhibitor has recently been used for the treatment of senile dementia of Alzheimer type but they have systemic actions that can affect cardiovascular and autonomic nervous system (ANS).

CI is a commonly used treatment for myasthenia gravis. Pyridostigmine, a peripheral acetylcholinesterase inhibitor, should increase the availability of acetylcholine at both ganglionic nicotinic acetylcholine receptors (with a resultant increase in both sympathetic and parasympathetic tone) and postganglionic muscarinic acetylcholine receptors (which increases parasympathetic tone).

The cholinergic activity of acetylcholinesterase inhibitors and the anticholinergic properties of the antipsychotics agents are both related to the vagal modulation that can be observed from the surveys of the electrocardiogram (ECG). We hypothesized that the early ECG recording with remote control can be predictive of not only the side effects of treatment with neuroleptics and with acetylcholinesterase inhibitors, but also the neurovegetative cardiovascular daily assessment.

Therefore, conflicting results exist in the literature on the action of the CI in the cardiovascular neurovegetative regulation

In this concern we worked on the ability to remotely monitor patients with dementia in their own homes, with the support of high-tech devices. Our approach required the monitoring of several parameters not only the cardiovascular circadian rhythms, but also the respiratory activity and movement, thus providing a more complete and comprehensive appreciation of the person in his normal everyday activities. The chosen devices to employ in the work were a wearable device (detector of heart parameters), a tablet to collect data at the patient's premises, and a cloud server to compute data. By means the technological partner Life result, normally engaged in the study of information technology solutions for life-sciences.

The vital parameter detection device used was MR&D's Pulse Sensor™, based on ST Microelectronics BodyGateway™ chipset.

For the neurovegetative cardiovascular control we used HRV as a non-invasive marker of the activity of the autonomic nervous system. It is dependent predominantly on the extrinsic regulation of the heart rate.

Material and Methods

We studied 139 patients from the Regional Centre of Alzheimer's Policlinico Tor Vergata. 58 Patients were enrolled but only 36 patients (17 F and 19 M, 74,5 ± 8,4 years) completed the study. The dropouts were due to lack of caregivers or errors committed by caregivers during data acquisition. At the patients we installed a pulse for a week.

We divided the patients in two groups: in therapy with CI (19–9 F, 72,6 ± 7,6 years) and without CI (17–8 F, 75,3 ± 10,1 years), The CI administered generally was Donezepil or rivastigmine. 14 patients were suffering from hypertension, 5 from diabetes, 7 from ischemic heart disease, equally distributed between the two groups.

We studied also a normal old group (13 subjects, 6 F, age: 72,3 ± 4,9 years) without any therapy, enrolled in the Universitary Operative Unit of Cardiology of the «Sapienza». In this case we recorded the digital ECG by means Cardiolab System (XAI-Medica). (Tab. 1)

In all patients we utilized the Pulse. It is a wearable, battery operated device intended for use as a part of a multiparameter analysis system. It uses a sensorized component adhesive (plaster), placed on the body of the assisted person. The device permits to record heart rate, respiratory rate and, through a specific algorithm, the level of activity of the person, providing the management system of continuous or periodic messages of information to/from the server according to specific settings defined by operators.

From the device we can obtain a record for 5-minute each hour in which the ECG (signal and R-R interval), breath frequency, position and activity level are reported; then in the day we can potentially observe 24 records and we have the possibility to have not only the ECG abnormalities (arrhythmias or conduction's defects) but also the neurovegetative assessment during the normal activity.

From the records we can extrapolate by means of KUBIOS-HRV software the HRV analysis, both linear and nonlinear. Linear methods include traditional statistical analysis (SDNN, RMSSD) and the analysis of the HRV through the frequency domain calculating the LF, HF and LF/HF Ratio components. Nonlinear methods include the Poincarè plot (SD1 and SD2 indexes) and the Detrended Fluctuation Analysis (DFA - $\alpha1$ and $\alpha2$ indexes).

Assessment of HRV provides quantitative information about the modulation of heart rate (HR) by sympathetic nervous system (SNS) and parasympathetic nervous system (PNS). Interactions of SNS and PNS using HRV signal have been well studied and their importance established with a number of cardiac diseases including myocardial infarction, patients with congestive heart failure, patients at risk of sudden cardiac death and patients with hypertension. There are two main approaches to the analysis of HRV: time-domain and frequency-domain analysis.

Frequency-domain analysis, which is based on the power spectral density of the heart rate time series, highlights the issue of the underlying rhythms of the mechanisms controlling heart rate (HR) and identified three major spectral peaks high frequency (HF: 0,15–0,4 Hz), low frequency (LF: 0,04–0,15 Hz) and very low frequency (VLF: below 0,04 Hz)) in the adult HR spectrum.

LF reflects both sympathetic and para-sympathetic activity. Generally it is a strong indicator of sympathetic activity. HF reflects parasympathetic (vagal) activity. LF/HF ratio indicates overall balance between sympathetic and parasympathetic systems. Higher values reflect domination of the sympathetic system, while lower ones – domination of the parasympathetic system. This ratio can be used to help quantify the overall balance between the sympathetic and parasympathetic systems. As concerns nonlinear analysis, namely Poincarè plots, a two-dimensional vector analysis was used to quantify the shape of the plots. In this quantitative method, short-term (SD1) and long-term (SD2) R-R interval variability and the ellipse area of the plot are quantified separately. SD1 is considered to reflect vagal modulation of the sinus node. As concerns Detrended fluctuation analysis (DFA), this technique is used to quantify the fractal scaling properties of short- and intermediate-term R-R interval time series. The HR correlations were defined separately for short-term (< 11 beats, $\alpha1$) and longer-term (> 11 beats, $\alpha2$) R-R interval data. The $\alpha1$ index was positively correlated with LF in normalized units.

Rather than evaluating 24 periods in the day, in our opinion it was better to analyze these periods:

- the morning (8.00 a.m.) in which the sympathetic activity is high;
- the afternoon (16.00) in which there is a decrease of the sympathetic activity
- the evening (20.00 p.m) in which there is an increase of the sympathetic activity
- the night (2.00 a.m.), in these periods the parasympathetic activity increases.

With this analysis, it is possible to better explore the daily cardiovascular neurovegetative pattern of the patients.

Results

In all the patients enrolled the ECG conduction was not influenced by neurological therapy, but in each period considered the indexes of the sympathetic activity, both linear in the time and in the frequency domain and non linear showed a marked increase also during the night period in which the rest was confirmed by the low indexes of the activity level and then it there should be an increase in vagal tone. In fact he activity level, expressed in arbitrary unit (scale 1-15), showed a minimal activity during night period in both groups (CI = 1,2 ± 1,7, NO CI = 1,25 ± 2,5). Pic. 1.

Tab. 1. Demographic and Clinical Characteristics.

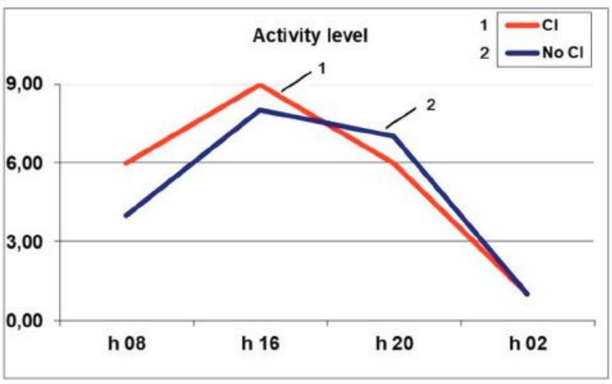
	Control (13–6 F)	NO–CI (17–8 F)	CI (19–7 F)	P
Age (years)	72,3 ± 4,9	75,3 ± 10,1	72,6 ± 7,6	NS
SAP mmHg	143,1 ± 11,1	138,± 10,7	132,2± 9,1	NS
DAP mmHg	80,8 ± 9,5	83,7 ± 7,9	77,8 ± 6,9	NS
BMI (cm/Kg^2)	26,5 ± 1,6	24,7 ± 2,8	24,2 ± 2,9	NS

In the morning the indexes of sympathetic tone were more significant high in the patients with CI inhibitors respect to the patients without CI therapy and to the normal control, no differences were present between the control group and thee patients without CI therapy. (Tab. 2).

Respect to patients without CI therapy in the patients with CI therapy we found a surprisingly greater and significant increase in sympathetic activity in all period considered specially during the night periods despite no difference in HR. In fact the linear and nonlinear indexes of the HRV of sympathetic activity was significantly higher in all considered daily period. (Tab. 3)

The R-R interval showed, as expected, an increase during the night but without significant differences between the 2 groups. (Tab. 4).

The data are expressed as Mean ± SD.



Pic. 1. Activity level during the day.

Tab. 2. Sympathetic activity indexes in the morning.

	Control	NO-CI	CI	P
LF/HF	2,03 ± 1,6	1,858 ± 1,195	3,404 ± 2,105	0,012*
α1	1,01 ± 0,2	1,048 ± 0,227	1,222 ± 0,251	0,037*
SD2/SD1	1,68 ± 0,5	1,783 ± 0,449	2,169 ± 0,629	0,043*

* = CI vs NO-CI

Tab. 3. Sympathetic activity during the day in the patients with dementia.

		NO-CI	CI	P
h. 8.00	LF/HF	1,858 ± 1,195	3,404 ± 2,105	0,012
	α1	1,048 ± 0,227	1,222 ± 0,251	0,037
	SD2/SD1	1,783 ± 0,449	2,169 ± 0,629	0,043
h. 16.00	LF/HF	1,529 ± 1,055	3,350 ± 2,602	0,011
	α1	0,964 ± 0,222	1,189 ± 0,313	0,019
	SD2/SD1	1,594 ± 0,654	2,124 ± 0,701	0,025
h. 20.00	LH/HF	1,222 ± 0,787	3,814 ± 4,411	0,023
	α1	0,883 ± 0,276	1,126 ± 0,338	0,025
	SD2/SD1	1,510 ± 0,511	2,025 ± 0,763	0,025
h. 02.00	LH/HF	1,222 ± 0,787	3,814 ± 4,411	0,023
	α1	0,883 ± 0,276	1,126 ± 0,338	0,025
	SD2/SD1	1,510 ± 0,511	2,025 ± 0,763	0,025

Tab. 4. R-R interval during the day in the patients with dementia.

R-R msec	**NO-CI**	**CI**	**P**
h 08.00	865,9 ± 122,5	894,4 ± 175,2	0,581
h 16.00	836,8 ± 118,6	849,7 ± 137,0	0,766
h 20.00	847,8 ± 143,8	853,1 ± 129,2	0,909
h. 02.00	980,2 ± 147,9	1015,2 ± 126,8	0,451

Discussion

Several studies have suggested a clinically beneficial role for acetylcholinesterase inhibitors in other autonomic disorders, with one study noting an incidental bradycardia. It has been hypothesized that this «double hit» of increasing parasympathetic tone at 2 points on the autonomic pathway might result in increased cardiovagal tone and a decreased heart rate.

On the other hand CI appears effective in the treatment of neurogenic orthostatic hypotension. In fact the augmentation in sympathetic tone with acetylcholinesterase inhibition has proven clinically useful in patients with orthostatic hypotension. Some authors report that peripheral acetylcholinesterase inhibition increased blood pressure among patients with autonomic failure Nobrega et al. report that blunted the pressor and chronotropic responses to mental stress in healthy young subjects.

Therefore, conflicting results exist in the literature on the action of the CI in the cardiovascular neurovegetative regulation.

We used the HRV analysis both with linear and non-linear methods and we interpret the ratio of SD2/SD1 as a measure of the balance between long- and short-term HRV by its analogy and similar properties to LF/HF. In both ratios the numerators correspond to a parameter depending on both long-term (low frequency) and short-term (high frequency) variability, and the denominators depend solely on short-term variability. These indexes correlate most strongly with LF/HF. Finally also $\alpha 1$ index, derived from the Detrended Fluctuation Analysis is considered an index of the sympathetic tone, in fact the reduction of the $\alpha 1$ index is a predictor of mortality in patients with ischemic cardiac diseases or heart failure.This technique is used to quantify the fractal scaling properties of short- and intermediate-term R-R interval time series. The HR correlations were defined separately for short-term (<11 beats, $\alpha 1$) and longer-term (>11 beats, $\alpha 2$) R-R interval data.

Our data show the sympathetic indexes analyzed by means HRV are significantly hig in patients with CI therapy in all period of the day and this fact is more pronounced during the night hours.

Transparency
Declaration of financial/other relationships: None.
Author contributions: none.

References

1. Akselrod S., Gordon D., Ubel F. A., Shannon D. C., Berger A. C., Cohen R. J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 1981, vol. 213 (4504), pp. 220–222.
2. Balocchi R., Cantini F., Varanini M., Raimondi G., Legramante J. M., Macerata A. Revisiting the potential of time-domain indexes in short-term HRV analysis. *Biomed. Tech.*, 2006, iss. 51, pp. 190–193.
3. Fukusaki C., Kawakubo K., Yamamoto Y. Assessment of the primary effect of aging on heart rate variability in humans. *Clin. Auton. Res.,* 2000, vol. 10, pp. 123–130.
4. Joaquim L. F., Farah V. M., Bernatova I., Fazan R. Jr., Grubbs R., Morris M. Enhanced heart rate variability and baroreflex index after stress and cholinesterase inhibition in mice. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.*, 2004, iss. 287, H251–H257.
5. Killian T. J., Robertson D., Biaggioni I., Haile V., Biscaia I., Robertson R. M. Sympathetic nervous system function in man is enhanced by acetylcholinesterase inhibition. *Circulation,* 1990, iss. 82, III–636.
6. Malliani A., Pagani M., Lombardi F., Cerreti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation,* 1991, vol. 84, iss. 2, pp. 482–492.
7. Martynenko A., Yabluchansky M., Kantor B. Mathematical model of automatic nervous systems. *Technology and health care: J. Europ. Society for Engineering and Medicine,* 2001, iss. 9, pp. 174–176.
8. Masuda Y.; Kawamura A. Acetylcholinesterase Inhibitor (Donepezil Hydrochloride) Reduces Heart Rate Variability. *J. Cardiovasc. Pharmacol.*, 2003, vol. 41, pp. 67–71.
9. Mäkikallio T. H., et al. Prediction of sudden cardiac death by fractal analysis of heart rate variability in elderly subjects. *J. Am. Coll. Cardiol.,* 2001, vol. 37, pp. 1395–1402.
10. Raimondi G., Legramante J. M., Scordamaglia B., Masci I., Montanari G., Pampena R., Skroza N., Potenza M. C. Linear and non-linear R-R interval variability analysis in the neurovegetative cardiovascular assessment in Psoriasis and Obesity. *Appl. of Inform. Systems in Engineering and Biosci.*, 2014, pp. 61–69.
11. Raj S. R., Black B. K., Biaggioni I., Harris P. A., Robertson D. Acetylcholinesterase inhibition improves tachycardia in postural tachycardia syndrome. *Circulation,* 2005, vol. 31, pp. 2734–2740.
12. Siepmann M., Mück A., Engel S., Rupprecht R. The Influence of Rivastigmine and Donepezil on Heart Rate Variability in Patients with Alzheimer's Disease. *German J. Psychiatry,* 2006 iss. 9, pp. 133–135.
13. Sindona F., Raimondi G., Pecchia R., Spaziani E., Masci I., Scordamaglia B. The effects of general anaesthesia on heart rate variability during abdominal surgery. *J. Medicine, Physiology and Biophysics,* 2015, vol. 18, pp. 93–99.
14. Stein R. D., Backman S. B., Collier B., et al. Bradycardia produced by pyridostigmine and physostigmine. *Can. J. Anaesth.*, 1997, vol. 44, pp. 1286–1292.
15. Yamamoto Y., Nakamura Y., Sato H., Yamamoto M., Kato K., and Hughson R. L. On the fractal nature of heart rate variability in humans: effects of vagal blockade. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.,* 1995, iss. 269, R830–R837.
16. Yamasaki Y., Kodama M., Matsuhisa M., et al. Diurnal heart rate variability in healthy subjects: effects of aging and sex difference. Am. J. Physiol., 1996, iss. 271, H303–310.

Corresponding author

Gianfranco Raimondi, Associated professor of Internal Medicine
«Sapienza» University of Roma, Italy
mobile phone: 00393286112942
e-mail: gianfrancoraimondi@uniroma1.it

Вплив інгібіторів ацетилхолінезтерази у пацієнтів з хворобою Альцгеймера на щоденну серцево-судинну нейровегетативну оцінку

G. Raimondi[1], N. Marchitto[2], B. Scordamaglia[1], A. Ciaramella[1], I. Masci[1], P. Casacci[3]
M. Pistoia[3], S. Sacco[1], G. Sancesario[4]
[1]University of Roma «Sapienza», [2]ASL Latina, [3]Liferesult, [4]University «Tor Vergata», Roma

Резюме

Вступ. Інгібітор ацетилхолінестерази (ІА) недавно був використаний для лікування старечої деменції типу хвороби Альцгеймера. Таким чином, в літературі існують суперечливі результати про дії ІА на серцево-судинну нейровегетативну регуляцію.

Мета. У зв'язку з цим ми працювали над можливістю віддаленого моніторингу пацієнтів з деменцією в їх власних будинках за підтримки високотехнологічних пристроїв.

Матеріали та методи. Обстежено 36 пацієнтів (17 жінок (F) і 19 чоловіків (M), 74,5 ± 8,4 років). У пацієнтів ми встановили на тиждень новий пристрій «Пульс». За допомогою пристрою можна отримати запис тривалістю 5 хвилин щогодини, в якій — ЕКГ, частота дихання, положення тіла і рівень активності.

Із записів за допомогою програмного забезпечення KUBIOS-HRV можна провести лінійний і нелінійний аналіз ВСР. Ми розділили пацієнтів на дві групи: з терапією ІА (19–9 F, 72,6 ± 7,6 років) і без ІА (17–8 F, 75,3 ± 10,1 років). Як ІА зазвичай використовували донезепіл або рівастігмін.

Результати. Вранці показники симпатичного тонусу були більш значущими у пацієнтів з інгібіторами ІА в порівнянні з пацієнтами без терапії ІА і з нормальним контролем. Ніяких відмінностей між контрольною групою і хворими, які не мали терапію ІА не було. У пацієнтів без терапії ІА в порівнянні з пацієнтами, які отримували терапію ІА, виявили більше і значне збільшення симпатичної активності в усьому періоді, особливо в нічні періоди, незважаючи на відсутність відмінностей в ЧСС. Лінійні і нелінійні показники ВСР симпатичної активності були достовірно вище у всіх розглянутих добових періодах.

Висновок. Наші дані, отримані за допомогою нового пристрою «Пульс» для телемедицини, показують, що симпатичні індекси ВСР у пацієнтів з ІА протягом усього дня значно вище, і цей факт більш виражений в нічні години.

Ключові слова: телемедицина; ВСР; інгібітор ацетилхолінестерази; хвороба Альцгеймера.

Влияние ингибиторов ацетилхолинэстеразы у пациентов с болезнью Альцгеймера на ежедневную сердечно-сосудистую нейровегетативную оценку

G. Raimondi[1], N. Marchitto[2], B. Scordamaglia[1], A. Ciaramella[1], I. Masci[1], P. Casacci[3]
M. Pistoia[3], S. Sacco[1], G. Sancesario[4]
[1]University of Roma «Sapienza», [2]ASL Latina, [3]Liferesult, [4]University «Tor Vergata», Roma

Резюме

Введение. Ингибитор ацетилхолинэстеразы (ИА) недавно был использован для лечения старческого слабоумия типа болезни Альцгеймера. Таким образом, в литературе существуют противоречивые результаты о действии ИА на сердечно-сосудистую нейровегетативную регуляцию.

Цель. В связи с этим мы работали над возможностью удаленного мониторинга пациентов с деменцией в их собственных домах при поддержке высокотехнологичных устройств.

Материалы и методы. Обследовано 36 пациентов (17 женщин (F) и 19 мужчин (M), 74,5 ± 8,4 года). У пациентов мы установили на неделю новое устройство «Пульс». С помощью устройства можно получить запись длительностью 5 минут каждый час, в которой - ЭКГ, частота дыхания, положение тела и уровень активности.

Из записей с помощью программного обеспечения KUBIOS-HRV можно провести линейный и нелинейный анализ ВСР. Мы разделили пациентов на две группы: с терапией ИА (19–9 F, 72,6 ± 7,6 года) и без ИА (17–8F, 75,3 ± 10,1 года). В качестве ИА обычно использовали донезепил или ривастигмин.

Результат. Утром показатели симпатического тонуса были более значимыми у пациентов с ингибиторами ИА по сравнению с пациентами без терапии ИА и с нормальным контролем. Никаких различий между контрольной группой и пациентами без терапии ИА не было. У пациентов без терапии ИА по сравнению с пациентами, получавшими терапию ИА, обнаружили удивительно большее и значительное увеличение симпатической активности во всем периоде, особенно в ночные периоды, несмотря на отсутствие различий в ЧСС. Линейные и нелинейные показатели ВСР симпатической активности были достоверно выше во всех рассматриваемых суточных периодах.

Заключение. Наши данные, полученные с помощью нового устройства «Пульс» для телемедицины, показывают, что симпатические индексы ВСР у пациентов с ИА в течение всего дня значительно выше, и этот факт более выражен в ночные часы.

Ключевые слова: телемедицина; ВСР; ингибитор ацетилхолинэстеразы; болезнь Альцгеймера.

УДК 616.895.8+616.895.4]:616.831-073.7

Метод выявления на ранних стадиях больных с расстройствами шизофренического ряда из групп больных с «функциональными» психозами на основе скейлинговых показателей ЭЭГ

©О. Ю. Майоров[1,2,4], В. Н. Фенченко[1,2,3]
[1]Харьковская медицинская академия последипломного образования МЗ Украины
[2]Институт медицинской информатики и Телемедицины, Харьков
[3]Физико-технический институт низких температур НАН Украины им. Б. И. Веркина, Харьков
[4]ГУ «Институт охраны здоровья детей и подростков АМН Украины», Харьков

Резюме

Введение. Использование различных аппаратных методов — PET, fMRI, qEEG углубило понимание шизофренического состояния, однако, по-прежнему, не выявлены валидные «нейромаркеры» шизофрении, позволяющие надежно выделить больных шизофренией из групп пациентов с другими «функциональными психозами». Стандартные критерии для диагностики шизофрении на основе ЭЭГ отсутствуют. Достоверные различия в ЭЭГ больных шизофренией и здоровых лиц выявляются только при сравнении усредненных данных по большим группам больных и здоровых. В работе предложено использовать надежные математические показатели для сравнения *индивидуальных* параметров ЭЭГ с *референтными группами* для классификации пациентов (выявления шизофрении и других «функциональных» психозов).

Объем и методы исследований. Исследовались 3 референтные группы испытуемых мужского пола, 20–26 лет: здоровые (35), больные с депрессией (34), нелеченные больные шизофренией (28), диагноз которых был подтвержден клинически. Исследования проводились в состоянии спокойного бодрствования и во время ментальной нагрузки (обратный счет в уме). ЭЭГ регистрировалась монополярно на 24-х канальном электроэнцефалографе («DX-системы», Украина) с усредненным референтным электродом, с расположением электродов по системе «10–20», частотой дискретизации 400 Гц. Исследовались лобные (F3, F4) теменные (P3, P4), и височные (T3, T4) отведения.

Результаты. Проведено исследования скейлинговых показателей ЭЭГ. Использовался мультифрактальный детрендированный флуктуационный анализ (Multifractal Detrended Fluctuation Analysis — MDFA), Его применение наиболее эффективно с учетом неоднородности и нестационарности сигнала и имеет ряд особенностей, из-за сложной структуры и специфического характера ЭЭГ. Предложен новый метод ранней диагностики психических расстройств шизофренического ряда по скейлинговым показателям ЭЭГ, зарегистрированных в состоянии покоя и ментальной нагрузки с последующей классификацией пациентов.

Ключевые слова: ЭЭГ; скейлинговые показатели ЭЭГ; «нейромаркеры»; шизофрения; депрессия.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 37–46. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.05

1. Введение

Несмотря на более чем столетний клинический опыт диагностирования шизофрении, и ее отличие от других «функциональных» психозов на основе накопленных типичных симптомов «первого ряда», достоверность некоторых из них по-прежнему является спорной. Из-за этого расширяется круг пациентов, которым ставят диагноз «шизофрения» [1–3]. Имеется ряд теорий этиологии шизофрении: континуум генетического риска, приобретенные во время внутриутробного развития, в зрелом возрасте и некоторые др. Однако, и эта проблема окончательно не решена. Наконец, использование различных аппаратных методов — PET, fMRI, qEEG, хотя и позволило значительно продвинуться в понимании шизофренического состояния, не выявило валидные «нейромаркеры» шизофрении, позволяющие надежно выделить больных шизофренией из групп пациентов с другими «функциональными психозами».

Как известно, стандартных критериев для диагностики шизофрении в целом и отдельных ее форм, базирующихся на исследовании биоэлектрической активности головного мозга методами электроэнцефалографии (ЭЭГ), пока не существует. Причина в том, что при шизофрении встречаются те или иные изменения в ЭЭГ, но они, как правило, не резко выражены, и слабо коррелируют с интенсивностью проявлений психопатологических синдромов.

Достоверные различия в ЭЭГ больных шизофренией и здоровых лиц выявляются при сравнении усредненных данных только по большим группам вышеперечисленных испытуемых. Тем не менее, можно предположить, что при наличии надежных количественных показателей, полученных на основе математического анализа ЭЭГ, и сравнение этих *индивидуальных* параметров ЭЭГ больных шизофренией с *групповыми* показателями может позволить выявить таких пациентов, или отнести их к иной группе с достаточно высокой вероятностью.

Для психических расстройств шизофренического ряда характерно нарушение интегративной деятельности головного мозга [1–7, 29]. Головной мозг больных шизофренией функционирует в патологическом состоянии, которое характеризуется избыточной размерностью и измененной интегративной деятельностью (координацией между различными областями

мозга). Это явление связано, прежде всего, с наиболее высокочастотными составляющими электрической активности мозга, и отчетливо проявляется в скейлинговых показателях ЭЭГ при переходе от состояния покоя к состоянию ментальной нагрузки [29]. Скейлинговые показатели ЭЭГ можно использовать для ранней диагностики психических расстройств шизофренического ряда [8].

2. Объем и методы исследований

Исследования проводились с использованием 3-х референтных групп: 1. Здоровые испытуемые (группа –35, ♂, возраст 21 ± 23); 2. Больные с депрессией (с «функциональными» психозами) (группа –34, ♂, возраст 20±23); 3. Нелеченные больные шизофренией, диагноз которых был подтвержден клинически (опытная группа –28, ♂, возраст 21±26).

Исследования в группах проводились в состоянии спокойного бодрствования и во время ментальной нагрузки (обратный счет в уме).

ЭЭГ регистрировалась монополярно на 24-х канальном электроэнцефалографе («DX-системы», Украина) с частотой дискретизации 400 Гц. Электроды располагались по системе «10–20», для монтажа использовался усредненный референтный электрод (по Goldman D. – Offner F. F.) [31, 32]. Такой вариант регистрации ЭЭГ позволяет наблюдать локальную активность зон мозга, находящихся под электродами. Исследовались лобные (F3, F4), теменные отведения (P3, P4) и височные (T3, T4) отведения, в которых отражается биоэлектрическая активность образований мозга (ЭЭГ), участвующих в интегративной деятельности и в процессе формирования эмоций и памяти.

3. Результаты исследований

3.1. Мультифрактальный анализ ЭЭГ

Процессы, проходящие в головном мозге — неоднородны, нестационарны и имеют сложную мультифрактальную структуру, обусловленную интегративной деятельностью областей больших полушарий и подкорковых структур. Мультифрактальные процессы характеризуются ***спектром скейлинговых показателей***, в отличие от монофрактальных процессов, скейлинговые показатели которых неизменны на любых масштабах. Поэтому для анализа мультифрактальных процессов целесообразно применять наиболее универсальные методы, эффективность которых не зависит от свойства стационарности регистрируемых сигналов, и мультифрактальный формализм является одним из таких универсальных подходов [9–12, 30].

Мультифрактальный анализ для обработки результатов медико-биологических исследований начал применяться после появления работ П.С. Иванова и др. [13, 14], в которых было показано, что мультифрактальные спектры сердечного ритма человека могут служить для диагностики различных патологических состояний. Исходным в этих работах являлось предположение, что для нормально функционирующих механизмов нейрофизиологического управления характерна мультифрактальная динамика. Она дает организму много функциональных преимуществ, в частности, способность работать в широком диапазоне условий и легко адаптироваться к изменениям окружающей среды, а изменение ее параметров оказывается эффективным методом диагностики состояния организма и его реакции на внешние воздействия.

Особенности скейлинга во временной динамике могут изучаться разными методами. Наиболее эффективными инструментами для их исследования, с учетом неоднородности и нестационарности, в настоящее время являются метод максимумов модулей вейвлет-преобразования (Wavelet Transform Modulus Maxima — WTMM) [15, 16] и детрендированный флуктуационный анализ (Multifractal Detrended Fluctuation Analysis — MDFA) [17–21].

Эти методы детально описаны в литературе, но их применение к анализу ЭЭГ имеет ряд особенностей, вызванных весьма сложной структурой и специфическим характером ЭЭГ. В клинической практике из ЭЭГ сигнала обычно выделяют и исследуют несколько частотных диапазонов. Активность в каждом таком диапазоне соответствует некоторому состоянию мозга и связана с определёнными церебральными структурами и механизмами.

Однако, при разложении ЭЭГ сигнала на составляющие ритмы, реализуемом при помощи частотных фильтров, не учитывается наличие в ЭЭГ сигналах вложенных фрагментов, обладающих свойствами масштабной инвариантности. Последняя предполагает неизменность основных особенностей того или иного фрагмента при масштабных переходах. Иными словами, структура фрагмента в одном временном масштабе подобна его структуре в другом масштабе. Следует отметить, что изменение временного масштаба возможно в ограниченных пределах, а его структура при изменении масштаба неточно идентична исходному фрагменту. Однако, тем не менее, их статистические характеристики совпадают.

Таким образом, «тонкая» структура ЭЭГ сигналов характеризуется спектром фрактальных размерностей, на основе которых и следует проводить анализ состояния головного мозга.

Необходимо было обосновать выбор для мультифрактального анализа один из вышеупомянутых методов – WTMM или MDFA. Алгоритм WTMM анализа предполагает два этапа. На первом проводится вейвлет анализ ЭЭГ с устранением полиномиальных трендов и построением «скелетона» или линий локальных экстремумов вейвлет-коэффициентов. Второй этап алгоритма состоит в построении сумм степеней q локальных максимумов модулей вейвлет-коэффициентов на всех масштабах. Если исследуемый ЭЭГ ряд сводится к самоподобному множеству, проявляющему дальнодействующие корреляции, то эти суммы при малых масштабах представляются степенной зависимостью с показателем степени $\tau(q)$, который позволяет найти обобщенный показатель Херста

$$h(q)=\frac{\tau(q)+1}{q},\ \ h(0)=\tau'(0)$$

и спектральную функцию

$$f(\alpha)=\alpha q(\alpha)-\tau(q(\alpha)),\ \ \alpha=\tau'(q).$$

Однако, так как безартефактные участки ЭЭГ имеют небольшую длину, то для их обработки предпочтительным является метод MDFA, который обычно приводит к более устойчивым оценкам фрактальных характеристик, чем метод WTMM [21, 22].

В рамках метода MDFA, сначала из исходного ЭЭГ ряда выделяют флуктуационный профиль, отсчитанный от среднего, и разбивают его на непересекающиеся сегменты. Для каждого сегмента находят локальный полиномиальный тренд и определяют дисперсию, как отклонение флуктуационного профиля от аппроксимирующего полинома для различных длин сегментов. Далее вычисляют, так называемую, «деформированную» дисперсию, которая получается возведением флуктуационной функции на каждом сегменте в ту или иную степень q с последующим усреднением по всем сегментам.

Если исследуемый ряд сводится к самоподобному множеству, то деформированная флуктуационная функция в широком диапазоне значений длин сегментов представляется степенной зависимостью с обобщенным показателем Херста $h(q)$, который позволяет найти массовый показатель $\tau(q)=qh(q)-1$ и спектральную функцию $f(\alpha)$.

Следует отметить, что деформированная флуктуационная функция в одном диапазоне длин сегментов может быть представлена степенной зависимостью с одним показателем Херста, а в другом диапазоне длин сегментов степенной зависимостью с другим показателем Херста. Это означает наличие нескольких скейлингов для различных временных интервалов. Заметим также, что в случае дискретного спектра, полученная методом MDFA (как и методом WTMM) спектральная функция будет включать множество ложных точек. Поэтому может возникнуть необходимость проведения дополнительных исследования для подтверждения наличия мультифрактальных свойств.

Спектральная функция $f(\alpha)$ является основной характеристикой мультифракталов и задает набор монофракталов с размерностями α, формирующими данный мультифрактал. Положение максимума этой функции соответствует наиболее вероятным флуктуациям, левый край спектра отвечает наименьшим, а правый – наибольшим флуктуациям. ***Ширина мультифрактального спектра***, т. е. размер участка, на котором функция $f(\alpha)$ положительна, будет тем больше, чем сильнее выражены мультифрактальные свойства ряда или вариабельность флуктуаций.

Однако нужно иметь в виду, что мультифрактальные свойства ряда обусловлены как корреляциями, так и разбросом значений ряда. Для выяснения этого применяют «перемешивание» ряда. Если при «перемешивании» мультифрактальный спектр сужается, то мультифрактальность ряда обусловлена именно корреляциями.

Проведенные нами исследования, показали, что мультифрактальность ЭЭГ обусловлена, в основном, наличием долговременных корреляций, при этом спектр ЭЭГ непрерывен, а т. к. безартефактные участки ЭЭГ имеют относительно небольшую длину, то для них наличие нескольких скейлингов не характерно.

3.2. Ранняя диагностика шизофрении по скейлинговым показателям ЭЭГ

Для решения задачи по ранней диагностике шизофрении по скейлинговым показателям ЭЭГ, существенно проще измерять степень сходства скейлинговых показателей, чем формировать описания признаков. Если мера подобия введена удачно, то схожим показателям соответствуют схожие состояния пациентов. Это означает, что группы пациентов с одинаковым диагнозом образуют компактно локализованные подмножества. Такое предположение принято называть *«гипотезой компактности»*.

Будем различать три возможных состояния испытуемого:

- практически здоровый;
- наличие у пациента отклонений в психике;
- при наличии у пациента отклонений в психике, можно ли подозревать шизофрению.

Это обычная задача классификации, т. е. задача отнесения данного пациента к одному из заранее известных классов (к одной из 3-х референтных групп).

Заранее принадлежность пациентов к этим классам известна только для обучающей выборки и по информации, содержащейся в обучающей выборке. Необходимо построить алгоритм классификации, который для каждого нового испытуемого указал бы класс, к которому его нужно отнести, с той или иной степенью достоверности, или указал бы на невозможность решения задачи о принадлежности пациента к одному из заданных классов (к одной из референтных групп).

Однако, использование обычных методов построения алгоритма классификации в данном случае вряд ли возможно, так как для «обучения» таких традиционных систем, как, например, искусственные нейронные сети [23–25], системы нечеткого вывода [26] или гибридные системы [27], требуются большие объемы информации (значительная обучающая выборка). Здесь же необходимо решить задачу классификации в условиях ограниченной выборки, перекрытия классов, разной их плотности, разного численного наполнения и, что особенно важно, требующей для своего обучения малых объемов предварительной информации.

Предлагаемая методика ранней диагностики шизофрении базируется на предположении, что в состоянии спокойного бодрствования и во время ментальной нагрузки у больного в головном мозге происходят иные процессы, чем у здоровых испытуемых. Можно предположить, что в ЭЭГ лобных, теменных и височных областей коры больших полушарий, принимающих участие в интегративных процессах, формировании эмоций и памяти, будут отражаться патологические изменения церебральной активности.

Как показали наши исследования, размерность доминирующего монофрактала и ширина мультифрактального спектра у больных шизофренией зачастую повышена по сравнению со здоровыми испытуемыми.

При переходе к состоянию ментальной нагрузки у здоровых испытуемых сложность церебральных процессов возрастает и, вследствие этого, происходит выраженное увеличение размерности доминирующего монофрактала. У больных шизофренией это явление отсутствует или выражено незначительно, по-видимому, из-за изменений в интегративной деятельности.

У больных с «функциональными» психозами не шизофренического ряда в состоянии спокойного бодрствования в головном мозге также активны процессы, которые отличаются от церебральной активности здоровых испытуемых. Для этих пациентов *размерность* доминирующего монофрактала, как и *ширина* мультифрактального спектра, в среднем повышена по сравнению со здоровыми испытуемыми. Однако, в состоянии ментальной нагрузки, на которой сосредоточено внимание, размерность доминирующего монофрактала у депрессивных пациентов приближается к размерности здоровых испытуемых. При этом ширина мультифрактального спектра может оставаться повышенной из-за наличия флуктуаций, не характерных для здоровых испытуемых.

Следовательно, значения размерности доминирующего монофрактала в состоянии спокойного бодрствования и в состоянии ментальной нагрузки могут быть использованы как надежные объективные «нейромаркеры». Они позволяют провести классификацию состояния исследуемого пациента, который предположительно находится в начальном периоде заболевания.

Исходя из вышеизложенного, состояние областей головного мозга (в исследуемых отведениях ЭЭГ) можно характеризовать точкой в двумерном пространстве признаков, где координатами служит средняя размерность доминирующего монофрактала в состоянии спокойного бодрствования и в состоянии ментальной нагрузки.

Для формализации понятия сходства нужно ввести функцию расстояния в пространстве скейлинговых показателей ЭЭГ. Будем использовать так называемое *«манхеттенское»* расстояние. Согласно этой метрике, расстояние между двумя точками равно сумме модулей разностей их координат. Как известно, *«евклидово»* расстояние, наиболее общий тип расстояния. Однако, используемое *«манхэттенское»* расстояние или расстояние *«городских кварталов»* предпочтительнее, так

как по сравнению с «евклидовым» расстоянием влияние отдельных больших разностей (выбросов) уменьшается, потому что они не возводятся в квадрат. Иными словами, использование в качестве расстояний манхэттенской метрики придает процедуре прогнозирования робастные свойства.

Пусть D^{Bgh} — размерность доминирующего монофрактала в рассматриваемом отведении для состояния спокойного бодрствования пациента, а D^{CiM} — размерность доминирующего монофрактала для состояния ментальной нагрузки. Тогда сходство состояния пациента с испытуемыми референтных групп (с одной из 3-х обучающих групп) характеризует расстояние

$$\rho_{g,i} = \frac{1}{N_{Chanel}} \sum \left(\left| D^{Bgh} - D^{Bgh}_{g,i} \right| + \left| D^{CiM} - D^{CiM}_{g,i} \right| \right),$$

где суммирование распространяется на все рассматриваемые отведения, N_{Chanel} — их число, индекс g относится к одной из групп обследуемых с одинаковым диагнозом, а i — номер пациента в соответствующей референтной группе.

После вычисления расстояния от точки, характеризующей исследуемого пациента, до точек референтных групп, определяются медианы расстояний $\overline{\rho_g}$ для каждой группы и рассчитываются значения уровней принадлежности пациента к той или иной группе

$$\eta_G = \frac{\dfrac{1}{\overline{\rho_G}}}{\sum \dfrac{1}{\overline{\rho_g}}},$$

где суммирование проводится по всем референтным группам, а $\overline{\rho_G}$ — расстояние до выбранной референтной группы. Заметим, что такая процедура компенсирует внутрикластерный разброс, а также разное количество наблюдений в разных классах, и показывает неплохие результаты.

На *первом этапе* рассматриваем две референтные группы — группа здоровых пациентов и пациентов, имеющих те или иные расстройства психики. Вычисляем уровни принадлежности испытуемого к одной из групп, и принимаем решение, можно ли отнести испытуемого к группе здоровых. Такое решение, очевидно, можно принять, если уровень принадлежности испытуемого к группе здоровых достаточно высок.

Второй этап проводим, если принято решение о возможном наличии у испытуемого проблем с психикой. Здесь рассматриваем опять две референтные группы — группу пациентов, имеющих нарущения психики («функциональные» психозы») не шизофренического типа и группу больных шизофренией. Вычисляем уровни принадлежности испытуемого к этим группам и принимаем решение, можно ли отнести испытуемого к группе больных шизофренией. Такое решение, очевидно, можно принять, если уровень принадлежности испытуемого к группе больных шизофренией достаточно высок.

3.3. Практическая реализация метода

После выделения флуктуационного профиля на анализируемом безартефактном участке ЭЭГ, зарегистрированном от соответствующего отведения, разбиваем его на непересекающиеся сегменты. Длину сегментов выбираем так, чтобы анализируемый участок ЭЭГ содержал достаточное число сегментов, а каждый сегмент должен быть намного длиннее, чем характерный период сигнала. При этом, в общем случае последний участок содержит число точек, меньше длины выбранного сегмента, то для учета последнего сегмента повторяем процедуру деления на сегменты, начиная с противоположного конца ряда.

Далее, так как колебания флуктуационного профиля происходят вблизи значения, обусловленного определенной тенденцией (трендом) эволюции профиля, то исключаем локальный тренд для каждого сегмента, представляя тренд полиномом, степень которого выбирается таким образом, чтобы обеспечить интерполяцию с ошибкой, не превышающей заданный предел.

Затем определяем дисперсию и вводим деформированную дисперсию, полученную возведением выражения для дисперсии в степень q и последующим усреднением по всем сегментам.

Изменяя временную шкалу (длину сегментов s) при фиксированном показателе q, находим зависимость деформированной дисперсии от s, представляя ее в двойных логарифмических координатах. Так как ЭЭГ сигнал сводится к самоподобному множеству, проявляющему дальнодействующие корреляции, то деформированная дисперсия представляется степенной зависимостью с обобщенным показателем Херста $h(q)$, величина которого определяется параметром q.

Стандартное представление скейлинговых свойств ЭЭГ предполагает переход от показателя Херста к массовому показателю и спектральной функции, которая является основной характеристикой мультифракталов.

Описанная процедура является обычной в методе MDFA, однако ее применение для мультифрактального анализа ЭЭГ имеет особенности.

Одним из наиболее важных параметров, влияющих на точность определения мультифрактальных характеристик ЭЭГ, является длина анализируемого участка. Использование коротких участков ЭЭГ недопустимо и анализируемый участок должен быть как минимум не меньше 25–30 с. Заметим, что выбор безартефактного участка такой длины сопряжен со значительными трудностями. Особенно, если речь идет об больных испытуемых. Поэтому для обеспечения достаточной точности проводим совместный анализ нескольких безартефактных участков, исключая в процессе расчета сегменты, в которые попадают точки «стыковки».

3.3.1. Классификация обследуемого контингента

В таблицах 1 и 2 приведены усредненные результаты расчетов параметров мультифрактальности ЭЭГ сигналов испытуемых в состоянии спокойного бодрствования и ментальной нагрузки — размерность доминирующего мультифрактала и ширина мультифрактального спектра.

Размерность доминирующего мультифрактала.

У *здоровых* испытуемых при переходе к состоянию ментальной нагрузки максимум спектральной функции на всех отведениях смещается вправо, т. е. переход к ментальной нагрузке несколько увеличивает размерность доминирующего монофрактала.

Для больных *с депрессией* характерна повышенная размерность доминирующего монофрактала в состоянии спокойного бодрствования, при переходе к состоянию ментальной нагрузки размерность уменьшается, приближаясь к нормальным значениям.

Для больных *шизофренией* в состоянии спокойного бодрствования размерность доминирующего монофрактала еще больше, и, что существенно, при переходе к состоянию ментальной нагрузки смещение максимума спектральной функции выражено нечетко, а в некоторых случаях смещение вообще отсутствует. Характерно, что в группе больных шизофренией, в состоянии спокойного бодрствования, размерность доминирующего монофрактала оказалась во всех отведениях больше, чем у здоровых испытуемых (разница достоверна на уровне значимости 0,95).

Следует также отметить, что у здоровых испытуемых даже в состоянии ментальной нагрузки размерность доминирующего монофрактала меньше, чем у больных шизофренией в состоянии покоя.

Табл. 1. Размерность доминирующего монофрактала в в референтных группах (здоровые, депрессия, шизофрения).

Отведения	1-я группа здоровые		2-я группа депрессия		3-я группа шизофрения	
	В покое (Bkg)	Ментальная нагрузка (CiM)	В покое (Bkg)	Ментальная нагрузка (CiM)	В покое (Bkg)	Ментальная нагрузка (CiM)
F3	0,62 ± 0,02	0,69 ± 0,02	0,59 ± 0,02	0,62 ± 0,03	0,95 ± 0,04	0,97 ± 0,09
F4	0,60 ± 0,02	0,67 ± 0,04	0,63 ± 0,02	0,66 ± 0,03	0,77 ± 0,05	0,81 ± 0,08
T3	0,73 ± 0,02	0,77 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,60 ± 0,02	0,85 ± 0,04	0,82 ± 0,06
T4	0,77 ± 0,02	0,82 ± 0,04	0,76 ± 0,03	0,62 ± 0,03	0,83 ± 0,03	0,82 ± 0,07
P3	0,56 ± 0,02	0,59 ± 0,01	0,77 ± 0,03	0,71 ± 0,03	0,75 ± 0,05	0,76 ± 0,07
P4	0,54 ± 0,02	0,58 ± 0,01	0,84 ± 0,03	0,66 ± 0,02	0,69 ± 0,05	0,69 ± 0,06
Среднее по отведениям	0,64 ± 0,04	0,69 ± 0,04	0,72 ± 0,05	0,65 ± 0,04	0,79 ± 0,05	0,79 ± 0,05

Табл. 2. Ширина мультифрактального спектра в референтных группах (здоровые, депрессия, шизофрения).

Отведения	1-я группа здоровые		2-я группа депрессия		3-я группа шизофрения	
	В покое (Bkg)	Ментальная нагрузка (CiM)	В покое (Bkg)	Ментальная нагрузка (CiM)	В покое (Bkg)	Ментальная нагрузка (CiM)
F3	0,50 ± 0,03	0,50 ± 0,05	0,70 ± 0,03	0,60 ± 0,02	0,68 ± 0,03	0,70 ± 0,05
F4	0,47 ± 0,03	0,53 ± 0,05	0,31 ± 0,03	0,55 ± 0,02	0,54 ± 0,04	0,53 ± 0,03
T3	0,51 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,36 ± 0,05	0,51 ± 0,03	0,64 ± 0,04	0,58 ± 0,05
T4	0,46 ± 0,02	0,53 ± 0,04	0,42 ± 0,02	0,85 ± 0,03	0,55 ± 0,03	0,56 ± 0,03
P3	0,51 ± 0,03	0,51 ± 0,03	0,95 ± 0,03	0,80 ± 0,05	0,56 ± 0,05	0,52 ± 0,03
P4	0,51 ± 0,04	0,53 ± 0,03	1,00 ± 0,05	0,44 ± 0,02	0,63 ± 0,05	0,51 ± 0,03
Среднее по отведениям	0,49 ± 0,10	0,52 ± 0,09	0,63 ± 0,09	0,64 ± 0,05	0,60 ± 0,05	0,55 ± 0,07

Величина размерности доминирующего монофрактала у больных с депрессией в состоянии ментальной нагрузки приближается к размерности у больных шизофренией. Однако, даже в состоянии ментальной нагрузки размерность доминирующего монофрактала у депрессивных пациентов меньше, чем у больных шизофренией в состоянии покоя.

Ширина мультифрактального спектра.

Что касается *ширины мультифрактального спектра,* следует отметить, что в состоянии спокойного бодрствования для больных с депрессией и шизофренией характерна большая ширина мультифрактального спектра по сравнению со здоровыми испытуемыми (разница достоверна на уровне значимости 0,95).

В состоянии ментальной нагрузки *ширина мультифрактального спектра* у *здоровых* испытуемых несколько (но не значимо) увеличивается, у больных *шизофренией* — практически не меняется, у больных с депрессией — несколько уменьшается и приближается к ширине спектра здоровых испытуемых.

Таким образом, подтверждено предположение о том, что для ранней диагностики шизофрении биоэлектрическую активность головного мозга (ЭЭГ) испытуемого, зарегистрированную в лобных, теменных и височных отведениях, с довольно высокой точностью можно характеризовать точкой в пространстве признаков, координатами которой служит средняя размерность доминирующего монофрактала в состоянии спокойного бодрствования и в состоянии ментальной нагрузки.

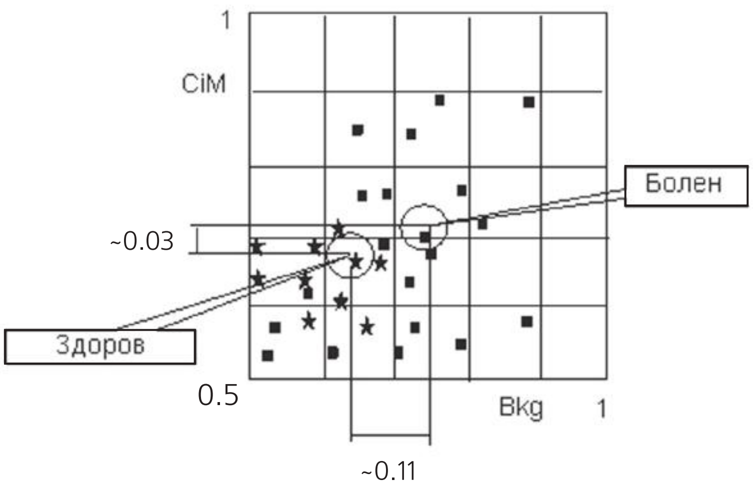


Рис. 1. Звездочка — здоровые испытуемые, квадрат — больные, с теми или иными проблемами психики.

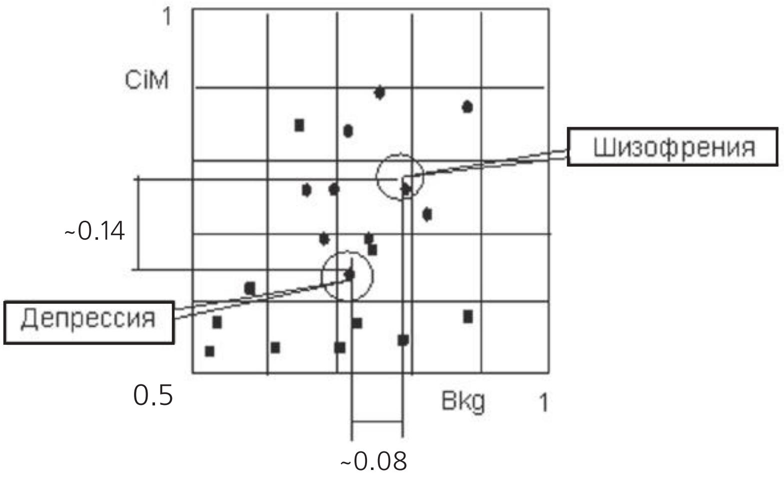


Рис. 2. Квадрат — больные с депрессией, круг — больные шизофренией.

4. Обсуждение

Как показали результаты анализа, если ограничиться мультифрактальным анализом ЭЭГ испытуемых только в состоянии спокойного бодрствования, то практически исключается возможность выделения больных шизофренией среди больных с депрессией, так как и те и другие имеют в среднем повышенную по сравнению со здоровыми испытуемыми размерность доминирующего монофрактала и значительный разброс значений размерности.

Если же ограничиться мультифрактальным анализом ЭЭГ обследуемого контингента только в состоянии ментальной нагрузки, то невозможно выделить больных с депрессией, так как они имеют близкую к здоровым испытуемым размерность доминирующего монофрактала.

Только мультифрактальный анализ ЭЭГ в обоих состояниях — спокойного бодрствования и ментальной нагрузки, позволяет провести классификацию испытуемых достаточно точно, отнеся их к группе здоровых или к одной из групп больных и уточнить, есть ли в этом случае основания подозревать у испытуемого расстройство шизофренического спектра.

Исследования показали, что использование ширины мультифрактального спектра для классификации не является целесообразным, так как значимых различий для здоровых испытуемых и больных не наблюдается и, кроме того, ширина мультфрактального спектра определяется значительно менее точно, чем размерность доминирующего монофрактала.

На рис. 1 в двумерном пространстве признаков, где координатами служат в выделенных отведениях ***средняя размерность доминирующего монофрактала,*** в состоянии спокойного бодрствования и в состоянии ментальной нагрузки показаны точки, соответствующие некоторым испытуемым из референтных групп (звездочка — здоровые; квадрат — больные с теми или иными проблемами психики). Видно, что отнести испытуемого к группе больных или группе здоровых можно по значению размерности доминирующего монофрактала в состоянии спокойного бодрствования.

На рис. 2 показаны точки, отвечающие некоторым испытуемым из референтных групп (квадрат — больные с депрессией, круг — больные шизофренией). Чтобы отнести испытуемого (уже отнесенного к группе больных) к группе больных шизофренией, нужно использовать одновременно значение

размерности доминирующего монофрактала в состоянии спокойного бодрствования, и значение размерности в состоянии ментальной нагрузки.

5. Заключение

Проведено исследования скейлинговых показателей ЭЭГ для группы здоровых испытуемых, пациентов, имеющих определенные психические отклонения (депрессия), и нелеченных больных с клинически установленным диагнозом шизофрения.

Предложен новый метод ранней диагностики психических расстройств шизофренического ряда по скейлинговым показателям ЭЭГ, зарегистрированных в состоянии покоя и ментальной нагрузки.

Исследования проводились с соблюдением национальных норм биоэтики и положений Хельсинкской декларации (в редакции 2013 г.). Авторы статьи — О. Ю. Майоров, В. М. Фенченко — подтверждают, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. Friston K. J. Theoretical neurobiology and schizophrenia. *Brain Med. Bull.* 1996. vol. 52, no. 3, pp. 644–655.
2. Woodruff P., Murray R. The aetiology of brain abnormalities in schizophrenia. *In: Ancil R. J., Holliday S., Higenbottam J., eds.* Schizophrenia: Exploring the Spectrum of Psychosis. Chichester, UK, Wiley, 1994, pp. 95–144.
3. Andreasen N.C. A Unitary Model of Schizophrenia: Bleuler's «Fragmented Phrene» as Schizencephaly. *Arch. Gen. Psychol.*, 1999. vol. 56. no. 9. pp. 781–787.
4. Peled A. Multiple constraint organization in the brain: A theory for schizophrenia. *Brain Res. Bull.* 1999, vol. 49, iss. 4, pp. 245-250.
5. Coutin-Churchman P., Anez У., Uzcategui M., Alvarez L., Vergara F., Mendez L., Fleitas R. Quantitative spectral analysis of EEG in psychiatry revisited: drawing signs out of numbers in a clinical setting. *Clin. Neurophysiol.*, 2003, vol. 114, pp. 2294–2306.
6. Gruzelier J. H. Theory, methods and new directions in the psychophysiology of the schizophrenic process and schizotypy. *Int. J. Psychophysiol.*, 2003, vol. 48, pp. 221–245.
7. Oswiecimka P., Kwapin J., Drozdz S. Wavelet versus detrended fluctuation analysis of multifractal structures. *Physical Review E: Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics. 2006,* vol. 74, pp. 161–203.
8. Mayorov O. Yu. and Fenchenko V. N. Searching for «Neuromakers» Characteristic for Pathologic Changes in Schizophrenia by Using the Scaling Indices of the Cerebral Bioelectric Activity. *European J. of Biomed. Informatics,* 2018, vol. 14, iss. 1, pp. 67–74.
9. Mandelbrot B. Possible refinement of the lognormal hypothesis concerning the distribution of energy dissipation in intermittent turbulence. *Proc. Sympos. Statistical Models and Turbulence, Eds M. Rosenblatt, C. Van Atta,* 1972. pp. 333–351.
10. Mandelbrot B. B. Intermittent turbulence in self-similar cascades: divergence of high moments and dimension of the carrier. *J. of Fluid Mechanics.,* 1974, vol. 62, no. 2, pp. 331–358.
11. Parisi G., Frisch U. On the singularity structure of fully developed turbulence. *Proc. of the Intern. School of Physics «Enrico Fermi»,* 1985, pp. 84–87.
12. Benzi R., Paladin G., Parisi G., Vulpiani A. On the multifractal nature of fully developed turbulence and chaotic systems. *J. of Physics A: Mathematical and General.,* 1984, vol. 17, no. 18, pp. 3521–3531.
13. Ivanov P. C., Amaral L. A., Goldberger A. L. et al. Multifractality in human heartbeat dynamics. *Nature.* 1999, vol. 399, iss. 6735, pp. 461–465.
14. Ivanov P. C., Nunes C., Amaral L. A., Goldberger A. L. et al. From 1/f noise to multifractal cascades in heartbeat dynamics. *Chaos,* Woodbury, N.Y., 2001, vol. 11, no. 3. pp. 641–652.
15. Muzy J. F., Bacry E. and Arneodo A. Wavelets and multifractal formalism for singular signals: Application to turbulence data. *Phys. Rev. Lett.,* 1991, vol. 67, iss. 25, 3515. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.67.3515.
16. Muzy J. F., Bacry E. and Arneodo A. Multifractal formalism for fractal signals: The structure-function approach versus the wavelet-transform modulus-maxima method. Phys. Rev., 1993, E 47, iss.2, 875. DOI:https://doi.org/10.1103/PhysRevE.47.875.
17. Muzy J. F., Bacry E. and Arneodo A. The multifractal formalism revisited with wavelets. *Intern. J. of Bifurcation and Chaos,* 1994, vol. 04, no. 02, pp. 245–302. DOI: https://doi.org/10.1142/S0218127494000204
18. Kantelhardt J. W., Zschiegner S. A., Bunde A., Havlin S., Koscielny-Bunde E., Stanley H. E.. Multifractal detrended fluctuation analysis of non-stationary time series. *Physica A.,* 2002, no. 316, pp. 87–114.
19. Kantelhardt J. W., Koscielny-Bunde E., Rego H. A., Havlin S., Bunde A. Detecting long-range correlations with detrended fluctuation analysis. *Physica A.,* 2001, no. 295, pp. 441–454.
20. Peng C.-K., Havlin S., Stanley H. E., Goldberger A. L., Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series. *CHAOS,* 1995, vol. 5, no. 1, pp. 82–87.
21. Stanley H. E., Amaral L. A., Goldberger A. L., Havlin S., Ivanov P. Ch., Peng C. K., Statistical physics and physiology: monofractal and multifractal approaches. *Physica A.,* 1999, vol. 270, iss.1–2, pp. 309–324.
22. Veneziano D., Moglen G .E., Bras R. L. Multifractal analysis: pitfalls of standard procedures and alternatives. *Phys. Rev. E.,* 1995. vol. .52, pp. 1387–1398.
23. Bishop C. M. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford: Clarendon Press, 1995, 482 p.
24. Haykin S., Neural networks and learning machines. 3rd ed., Pearson Educ., Inc., Upper Saddle River, N. J., Prentice Hall, Inc., 2009, 906 p.
25. Ruthowski L. Computational Intelligence. Methodsand Techniques. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008, 514 p.
26. Du Ke-Lin, Swamy M. N. S. Neural Networks and Statistical Learning. Springer-Verlag London, 2014, 834 p. DOI 10.1007/978-1-4471-5571-3.
27. Jang, J.-S. R. ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference systems. *IEEE Trans. Syst., Man, and Cybern.,* 1993, vol. 23, no. 3, pp. 665–685.
28. Perova I., Mulesa P. Fuzzy spacial extrapolation method using Manhattan metrics for tasks of Medical Data mining. *Proc. Scientific and Technical Conference «Computer Sciences and Information Technologies» (CSIT),* 2015, pp. 104–106.
29. Tetsuya Takahashi, Takashi Goto, Sou Nobukawa, and oth. Abnormal functional connectivity of high-frequency rhythms in drug-naive schizophrenia. *Clin. Neurophysiology.,* 2018, iss. 129, pp. 222–231.
30. Майоров О. Ю., Фенченко В. Н. Мультифрактальный анализ в исследовании биоэлектрической активности мозга. *Ж. Кибернетика и вычислительная техника.* 2015, Вып. 181, сс. 81–94.
31. Goldman D. The clinical use of the «average» reference electrode in monopolar recording. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.,* 1950, vol. 2, pp. 209 – 212. doi:10.1016/0013-4694(50)90039-3.
32. Offner F. F. The EEG as potential mapping: the value of the average monopolar reference. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.,* 1950, vol. 2, pp. 213–214. doi: 10.1016/0013-4694(50)90040-X

Метод виявлення на ранніх стадіях хворих з розладами шизофренічного ряду з груп хворих з «функціональними» психозами на основі скейлінгових показників ЕЕГ

©О. Ю. Майоров[1,2,4], В. М. Фенченко[1,2,3]

[1]Харьківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України
[2]Інститут медичної інформатики і Телемедицини, Харків
[3]Фізико-технічний інститут низьких температур НАН України ім. Б. І. Вєркіна, Харків
[4]ДУ «Інститут охорони здоров'я дітей і підлітків НАМН України», Харків

Резюме

Вступ. Використання різних апаратних методів — PET, fMRI, qEEG поглибило розуміння шизофренічного стану, однак, як і раніше, не встановлені валідні «нейромаркери» шизофренії, що дозволяють надійно виділити хворих на шизофренію з груп пацієнтів з іншими «функціональними психозами». Стандартні критерії для діагностики шизофренії на основі ЕЕГ відсутні. Достовірні відмінності в ЕЕГ хворих на шизофренію і здорових осіб виявляються тільки при порівнянні усереднених даних по великим групам хворих і здорових. В роботі запропоновано використовувати надійні математичні показники для порівняння *індивідуальних* параметрів ЕЕГ з *референтними групами* для класифікації пацієнтів (виявлення шизофренії та інших «функціональних» психозів).

Обсяг і методи досліджень. Досліджувалися 3 референтні групи випробовуваних чоловічої статі, 20–26 років: здорові (35), хворі з депресією (34), неліковані хворі на шизофренію (28), діагноз яких був підтверджений клінічно. Дослідження проводилися в стані спокійного неспання і під час ментального навантаження (зворотний рахунок у розумі). ЕЕГ реєструвалася монополярних на 24-х канальному електроенцефалограф («DX-системи», Україна) з усередненим референтним електродом, з розташуванням електродів за системою «10–20», з частотою дискретизації 400 Гц. Досліджувалися лобові (F3, F4) тім'яні (P3, P4), та скроневі (T3, T4) відведення.

Результати. Проведено дослідження скейлінгових показників ЕЕГ. Використовувався мультифрактальний детрендірований флуктуаційний аналіз (Multifractal Detrended Fluctuation Analysis — MDFA), Його застосування найбільш ефективно з урахуванням неоднорідності і нестаціонарності сигналу і має ряд особливостей, через складну структуру і специфічний характер ЕЕГ. Запропоновано новий метод ранньої діагностики психічних розладів шизофренічного ряду по скейлінговим показниками ЕЕГ, зареєстрованих в стані спокою і ментального навантаження з подальшою класифікацією пацієнтів.

Ключові слова: ЕЕГ; скейлінгові показники ЕЕГ; «нейромаркери»; шизофренія; депресія.

Method of detection of schizophrenic row disorders at early stages in patients from groups with «functional psychoses» basing on EEG scaling indicators

O. Yu. Mayorov[1,2,4], V. N. Fenchenko[1,2,3]
[1]Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Healthcare of Ukraine
[2]Institute for Medical Informatics and Telemedicine LTD, Kharkiv
[3]Physico-technical Institute of Low Temperatures named after B. I. Verkin of the NAS of Ukraine, Kharkiv
[4]Institute of Children and Adolescents Health Protection NAMS of Ukraine, Kharkiv
e-mail: institute-medinform@ukr.net

Abstract

Introduction. The use of various hardware methods — PET, fMRI, qEEG has deepened the understanding of the schizophrenic state, however, still, no valid «neuromarkers» of schizophrenia were identified that reliably distinguished schizophrenia patients from groups of patients with other «functional psychoses». There are no standard criteria for diagnosing schizophrenia based on EEG. Significant differences in the EEG of patients with schizophrenia and healthy individuals are detected only when comparing the averaged data for large groups of patients and healthy ones. In this paper, it was proposed to use reliable mathematical indicators to compare individual EEG parameters with reference groups for classifying patients (identifying schizophrenia and other «functional» psychosis).

Methods. Three reference groups of male subjects, 20–26 years old, were studied: healthy (35), patients with depression (34), untreated schizophrenic patients (28), whose diagnosis was clinically confirmed. Studies were conducted in a state of calm wakefulness and during mental load (counting in the mind). EEG was recorded monopolarly on a 24-channels electroencephalograph («DX-systems», Ukraine) with an averaged reference electrode, with an arrangement of electrodes in the 10–20 system, with a discretisation frequency of 400 Hz. Frontal (F3, F4), parietal (P3, P4), and temporal (T3, T4) leads were studied.

Results. A study of scaling EEG indicators was performed. Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MDFA) was used. Its application is most effective given the heterogeneity and nonstationarity of the signal and has a number of features due to the complex structure and specific nature of the EEG. A new method for the early diagnosis of mental disorders of the schizophrenic series according to scaling EEG indicators registered in the state of rest and mental load with subsequent patient classification has been proposed.

Key words: EEG; Scaling EEG indicators; «Neuromarkers»; Schizophrenia; Depression.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association of Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 37–46. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.05
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (32)

Reference

1. Friston K. J. Theoretical neurobiology and schizophrenia. *Brain Med. Bull.* 1996. vol. 52, no. 3, pp. 644–655.
2. Woodruff P., Murray R. The aetiology of brain abnormalities in schizophrenia. *In: Ancil R. J., Holliday S., Higenbottam J., eds.* Schizophrenia: Exploring the Spectrum of Psychosis. Chichester, UK, Wiley, 1994, pp. 95–144.
3. Andreasen N.C. A Unitary Model of Schizophrenia: Bleuler's «Fragmented Phrene» as Schizencephaly. *Arch. Gen. Psychol.*, 1999. vol. 56. no. 9. pp. 781–787.
4. Peled A. Multiple constraint organization in the brain: A theory for schizophrenia. *Brain Res. Bull.* 1999, vol. 49, iss. 4, pp. 245-250.
5. Coutin-Churchman P., Anez У., Uzcategui M., Alvarez L., Vergara F., Mendez L., Fleitas R. Quantitative spectral analysis of EEG in psychiatry revisited: drawing signs out of numbers in a clinical setting. *Clin. Neurophysiol.*, 2003, vol. 114, pp. 2294–2306.
6. Gruzelier J. H. Theory, methods and new directions in the psychophysiology of the schizophrenic process and schizotypy. *Int. J. Psychophysiol.*, 2003, vol. 48, pp. 221–245.
7. Oswiecimka P., Kwapin J., Drozdz S. Wavelet versus detrended fluctuation analysis of multifractal structures. *Physical Review E: Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics. 2006,* vol. 74, pp. 161–203.
8. Mayorov O. Yu. and Fenchenko V. N. Searching for «Neuromakers» Characteristic for Pathologic Changes in Schizophrenia by Using the Scaling Indices of the Cerebral Bioelectric Activity. *European J. of Biomed. Informatics,* 2018, vol. 14, iss. 1, pp. 67–74.
9. Mandelbrot B. Possible refinement of the lognormal hypothesis concerning the distribution of energy dissipation in intermittent turbulence. *Proc. Sympos. Statistical Models and Turbulence, Eds M. Rosenblatt, C. Van Atta,* 1972. pp. 333–351.
10. Mandelbrot B. B. Intermittent turbulence in self-similar cascades: divergence of high moments and dimension of the carrier. *J. of Fluid Mechanics.,* 1974, vol. 62, no. 2, pp. 331–358.
11. Parisi G., Frisch U. On the singularity structure of fully developed turbulence. *Proc. of the Intern. School of Physics «Enrico Fermi»,* 1985, pp. 84–87.
12. Benzi R., Paladin G., Parisi G., Vulpiani A. On the multifractal nature of fully developed turbulence and chaotic systems. *J. of Physics A: Mathematical and General.,* 1984, vol. 17, no. 18, pp. 3521–3531.
13. Ivanov P. C., Amaral L. A., Goldberger A. L. et al. Multifractality in human heartbeat dynamics. *Nature.* 1999, vol. 399, iss. 6735, pp. 461–465.
14. Ivanov P. C., Nunes C., Amaral L. A., Goldberger A. L. et al. From 1/f noise to multifractal cascades in heartbeat dynamics. *Chaos,* Woodbury, N.Y., 2001, vol. 11, no. 3. pp. 641–652.

15. Muzy J. F., Bacry E. and Arneodo A. Wavelets and multifractal formalism for singular signals: Application to turbulence data. *Phys. Rev. Lett.*, 1991, vol. 67, iss. 25, 3515. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.67.3515.
16. Muzy J. F., Bacry E. and Arneodo A. Multifractal formalism for fractal signals: The structure-function approach versus the wavelet-transform modulus-maxima method. Phys. Rev., 1993, E 47, iss.2, 875. DOI:https://doi.org/10.1103/PhysRevE.47.875.
17. Muzy J. F., Bacry E. and Arneodo A. The multifractal formalism revisited with wavelets. *Intern. J. of Bifurcation and Chaos,* 1994, vol. 04, no. 02, pp. 245–302. DOI: https://doi.org/10.1142/S0218127494000204
18. Kantelhardt J. W., Zschiegner S. A., Bunde A., Havlin S., Koscielny-Bunde E., Stanley H. E.. Multifractal detrended fluctuation analysis of non-stationary time series. *Physica A.,* 2002, no. 316, pp. 87–114.
19. Kantelhardt J. W., Koscielny-Bunde E., Rego H. A., Havlin S., Bunde A. Detecting long-range correlations with detrended fluctuation analysis. *Physica A.,* 2001, no. 295, pp. 441–454.
20. Peng C.-K., Havlin S., Stanley H. E., Goldberger A. L., Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series. *CHAOS,* 1995, vol. 5, no. 1, pp. 82–87.
21. Stanley H. E., Amaral L. A., Goldberger A. L., Havlin S., Ivanov P. Ch., Peng C. K., Statistical physics and physiology: monofractal and multifractal approaches. *Physica A.,* 1999, vol. 270, iss.1–2, pp. 309–324.
22. Veneziano D., Moglen G .E., Bras R. L. Multifractal analysis: pitfalls of standard procedures and alternatives. *Phys. Rev. E.,* 1995. vol. .52, pp. 1387–1398.
23. Bishop C. M. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford: Clarendon Press, 1995, 482 p.
24. Haykin S., Neural networks and learning machines. 3rd ed., Pearson Educ., Inc., Upper Saddle River, N. J., Prentice Hall, Inc., 2009, 906 p.
25. Ruthowski L. Computational Intelligence. Methodsand Techniques. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008, 514 p.
26. Du Ke-Lin, Swamy M. N. S. Neural Networks and Statistical Learning. Springer-Verlag London, 2014, 834 p. DOI 10.1007/978-1-4471-5571-3.
27. Jang, J.-S. R. ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference systems. *IEEE Trans. Syst., Man, and Cybern.,* 1993, vol. 23, no. 3, pp. 665–685.
28. Perova I., Mulesa P. Fuzzy spacial extrapolation method using Manhattan metrics for tasks of Medical Data mining. *Proc. Scientific and Technical Conference «Computer Sciences and Information Technologies» (CSIT)*, 2015, pp. 104–106.
29. Tetsuya Takahashi, Takashi Goto, Sou Nobukawa, and oth. Abnormal functional connectivity of high-frequency rhythms in drug-naive schizophrenia. *Clin. Neurophysiology.*, 2018, iss. 129, pp. 222–231.
30. Mayorov O. Yu., Fenchenko V. M. Multifractal analysis in the study of brain bioelectrical activity. *Zhurnal Kibernetika i vychislitel'naya tekhnika*. [Cybernetics and Computing.], 2015, iss. 181, pp. 81–94.
31. Goldman D. The clinical use of the «average» reference electrode in monopolar recording. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 1950, vol. 2, pp. 209 – 212. doi:10.1016/0013-4694(50)90039-3.
32. Offner F. F. The EEG as potential mapping: the value of the average monopolar reference. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.,* 1950, vol. 2, pp. 213–214. doi: 10.1016/0013-4694(50)90040-X

Переписка

д.мед.н., профессор **О. Ю. Майоров**
а.я. 7313, Харьков, 61002
Украина
тел.: +380 (57) 711 80 32
эл. почта: institute-medinform@ukr.net

Daily HRV assesment evaluated by remote control in dementia

G. Raimondi[1], N. Marchitto[2], B. Scordamaglia[1], A. Ciaramella[1]
P. Casacci[3], M. Pistoia[3], S. Sacco[1], G. Sancesario[4]
[1]University of Roma «Sapienza», Italy
[2]ASL Latina, Italy
[3]Liferesult, Italy
[4]University «Tor Vergata», Roma, Italy

Abstract

Introduction. The use of technology as a support and medical attention to different types of diseasesis now a common feature in several research projects conducted at European and national level. Diseases such as Alzheimer's or stroke, considered among the leading causes of disability are at the center of these projects.

Aim. The aim of this study has been to evaluate the ability to monitor the daily autonomic assessment in patients with dementia by means the HRV analysis of ECG signal recorded with a new device: the «Pulse» that is a wearable electronic device for the acquisition, recording and transmission of physiological parameters to external devices.

Materials and Methods. We studied 36 patients (17 F and 19 M, 73,9±8,9 years). At the patients we installed a «Pulse» for a week. From the pulse we can obtain a record for 5-minute each hour in which the ECG, breath frequency, body position and activity level are reported.

Results. With these preliminary data we obtained 3 important results: first, in all the patients enrolled we did not observe any change of electrical conduction on the ECG signals. Second the cardiovascular variability is very low in all period considered. In fact the principal indexes of the HRV showed a reduction. Finally, in each period considered the both linear in the frequency domain and non linear indexes of the sympathetic activity, showed a marked increase specially during the night period.

Conclusion. The proposed system can help the physician and the caregiver in the control of these patients with dementia. The wireless connection allowed various of device application and several monitoring arrangements ranging from real-time monitoring to long-term recording of biological signals. Implementation of this model may facilitate both accessibility and availability of personalized monitor and therapy. Further studies would validate it in the clinical and healthcare environment.

Key words: Telemedicine; HRV; Dementia.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed. 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 47–51. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.06
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (16)

Introduction

The use of technology as a support and medical attention to different types of diseasesis now a common feature inseveral research projects conducted at European and national level. Diseases such as Alzheimer's or stroke, considered among the leading causes of disability are at the center of these projects.

In the Integrated Management of the disease, the patient and his family are the center of a network which includes specialized outpatient services, day centers, home care services, the nursing homes (RSA), the long-term care and the hospital.

The Integrated Management is made easier by the use of electronic health records, which allow the sharing of patient information from all those involved.

The literature presents some experimental devices of telehealth that, although they are related to small samples, stimulate important reflections.

With reference to diseases related to cognitive deficits, the thechnology research is oriented substantially in various directions: that of supporting remote management of drug therapy, the control of the patient's conditions, and that of the support at home through the administration of telematics rehabilitation programs.

For example particular attention is required when prescribing psychotropic medications in patients with Alzheimer Disease (AD) or other dementia, because sometimes induce serious iatrogenic effects but preventable. Since acetylcholine is the main neurotransmitter in the parasympathetic nervous system, it is assumed that the cholinergic activity of acetylcholinesterase inhibitors and the anticholinergic properties of the antipsychotics agents are both related to the vagal modulation, that can be observed from the surveys of the electrocardiogram (ECG).

We hypothesize that the early ECG recording with remote control can be predictive of the side effects of treatment with neuroleptics and with acetylcholinesterase inhibitors.

The aim of this study has been to evaluate the ability to monitor the daily autonomic assessment in patients with dementia by means the HRV analysis of ECG signal recorded with a new device: the «Pulse» that can acquire, digitalize, storein a tablet or smartphone device and periodically transmits via a Bluetooth radio link with a host device, connected to a medical.

Material and Methods

The Pulse: the Pulse Sensor (MR&D) is a wearable, battery operated device intended for use as a part of a multiparameter analysis system. It uses a component adhesive sensorized (plaster), placed on the body of the person assisted, that is connected to other electronic components included in the device.

The pulse permits to record heart rate, respiratory rate and the level of activity of the person providing the management system of continuous or periodic messages of information to/from the server according to the specific settings defined by operators.

The Pulse supports 6 different medical protocols: Based on the physiological data computed or Real-time check through data fusion.

When a protocol is violated a notification is sent to the external device: The notification includes the time stamp for the violation, so the external device can request the raw signals for that specific moment.

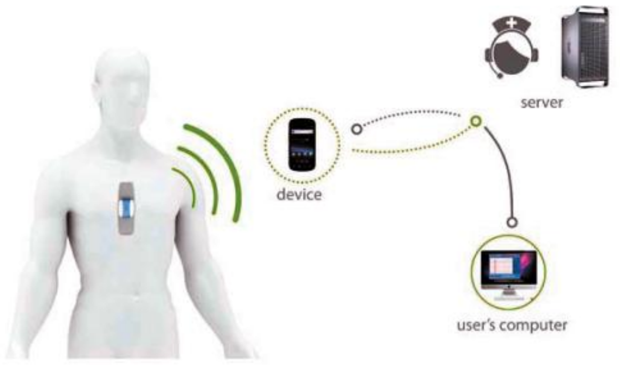
The settings for each medical protocol are completely configurable:

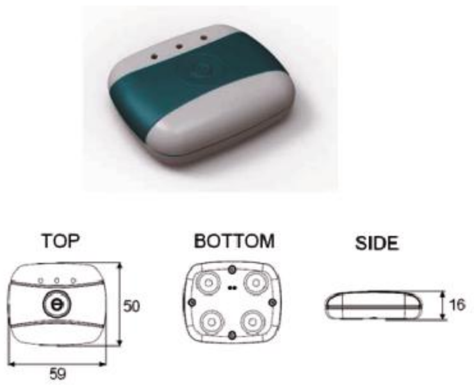
1. Each protocol can be enabled/disabled independently.
2. Checking frequency is configurable.
3. Thresholds are configurable.
4. Notifications can be suppressed according to configurable rules (e. g.: identical, repeated notifications can be suppressed/reduced.

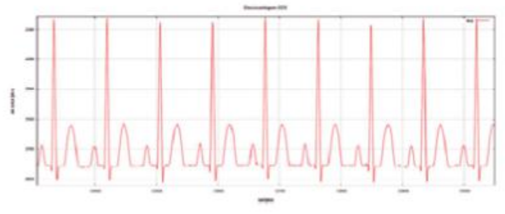
Available data and parameters depends on the selected operative mode. In fact the Pulse can be configured to operate in 2 different modes:

- Streaming Mode: is when the Pulse is powered ON and sampling the data as specified in the Configuration Settings, sending them directly to the Associated Device with periodicity specified by the last configuration commands received from the Associated Device.
- Monitoring mode: is when the Pulse is powered ON, gathering and storing in the internal memory data at the frequency specified in the Configuration Settings, and sending the data as requested by the Associated Device.

From the pulse we can obtain a record for 5-minute each hour in which the ECG (signal and R-R interval), breath frequency, position and activity level are reported; then in the day we can observe 24 records and we have the possibility to have not only the ECG abnormalities (arrhythmias or conduction's defects) but also the neurovegetative assessment during the normal activity.







System and ECG signal snapshot

Signals and Parameters	Streaming Mode	Monitoring mode
ECG raw	128/256 Hz	128/256 Hz
Heart Rate	1 each 10-15-30-60 secs	1 each 10-15-30-60 secs
Heart Rate Reliability	1 each 10 secs	1 each 10 secs
R-R Variability	1 each 10 secs	1 each 10 secs
XYZ raw	50,0 Hz	–
Activity level	1 each 5-10-15-30-60 secs	1 each 5-10-15-30-60 secs
BIOIMP-Z0 raw	32 Hz	–
BIOIMP-DZ raw	32 Hz	–
Respiration Rate	1 each 15-30-60 secs	1 each 15-30-60 secs
Battery Level	1 each 10-15-30-60 secs	1 each 10-15-30-60 secs

In fact, from the records we can extrapolate by means KUBIOS-HRV software the HRV analysis, both linear and non linear. Linear methods include traditional statistical analysis (SDNN, RMSSD) and the analysis of the HRV through the frequency domain calculating the LF, HF and LF/HF Ratio components. Nonlinear methods include the Poincarè plot (SD1 and SD2 indexes) and the Detrended Fluctuation Analysis (DFA – α1 and α2 indexes).

We have chosen the six most representative periods of the day, but, of course it is possible to evaluate not only 6 periods but 24 periods in the day.

We analyzed the below periods:

- the morning (8.00 and 12.00 a.m.) in which the sympathetic activity is high;
- the afternoon (16.00 and 20.00 p.m.) in which there is an initial decrease of the sympathetic activity and an increase in the evening;
- the night (24.00 and 2.00 a.m.), in this period the parasympathetic activity progressively increases).

With this analysis it is possible to have an idea about the daily cardiovascular neurovegetative pattern of the patients.

Statistical analysis was carried out with SigmaStat software with $p < 0{,}05$ considered significant.

Patients. We studied 139 patients. 58 Patients were enrolled but only 36 patients (17 F and 19 M, 73,9 ± 8,9 years) completed the study. The dropouts were due to lack of caregivers or errors committed by caregivers during data acquisition. At the patients we installed a pulse for a week.

Results. With these preliminary data we obtained 3 important results: first, in all the patients enrolled we did not observe any change of electrical conduction on the ECG signals and, consequently, we had the opportunity to observe that the neurological therapy did not result in any alteration on this physiological parameter.

Second, the cardiovascular variability is very low in all period considered. In fact the principal indexes of the Heart Variability both in time and frequency domain (SDNN, RMSDD and Total Power) showed a reduction respect to the values considered normal, while the respiratory rate showed no changes during all the period considered. (Tabl. 1).

Finally, in each period considered the both linear in the frequency domain and non linear indexes of the sympathetic activity, showed a marked increase specially during the night period in wich the rest was confirmed by the low HR and the low indexes of the activity level, expressed in arbitrary units, and then it there should be an increase in vagal tone. In fact, in each period observed, the LF/HF ratio in the frequency domain, and non linear indexes SD2/SD1 (Poincaré plot) and α1/α2 ratio (Detrended Fluctuation Analysis) showed values greater than 1 expression of sympathetic hiperactivity. (Tabl. 2).

Discussion

Telemedicine applications play an increasingly important role in health care. They offer indispensable tools for home healthcare, remote patient monitoring, and disease management, not only for rural health and battlefield care, but also for nursing home, assisted living facilities, and maritime and aviation settings. In addiction, multiple comorbid conditions among older patients require

Tabl. 1. The principal indexes of the Heart Variability both in time and frequency domain (SDNN, RMSDD and Total Power).

hour	Respiratory rate b/min	SDNN msec	RMSDD msec	Total Power msec
08.00	15,8 ± 2,8	22,7 ± 8,4	20,7 ± 8,0	522,2 ± 357,2
12.00	16,6 ± 3,7	24,5 ± 13,3	22,3 ± 12,5	682,0 ± 815,9
16.00	14,6 ± 4,6	20,1 ± 8,0	19,3 ± 8,2	417,6 ± 310,7
20.00	15,1 ± 4,4	25,3 ± 17,9	25,1 ± 24,4	729,5 ± 1135,3
24.00	14,0 ± 4,9	25,8 ± 17,3	23,0 ± 17,5	975,4 ± 1859,4
02.00	16,8 ± 3,3	26,1 ± 16,0	25,4 ± 13,7	773,0 ± 1184,0

The data are expressed as Mean ± SD.

Tabl. 2. The LF/HF ratio in the frequency domain, and non linear indexes SD2/SD1 (Poincaré plot) and α1/α2 ratio (Detrended Fluctuation Analysis).

hour	R-R interval msec	LF/HF	SD2/SD1	α1/α2	Activity Level A.U.
08.00	880,9 ± 145,3	2,7 ± 1,9	2,0 ± 0,6	2,6 ± 1,3	5,9 ± 6,3
12.00	857,7 ± 145,2	2,7 ± 2,3	2,0 ± 0,9	2,5 ± 1,1	8,4 ± 5,2
16.00	843,9 ± 127,2	2,5 ± 2,2	1,9 ± 0,7	2,4 ± 0,7	8,0 ± 7,5
20.00	851,2 ± 133,7	2,9 ± 2,2	2,0 ± 0,8	2,7 ± 0,8	5,9 ± 4,5
24.00	972,5 ± 144,1	3,1 ± 2,6	2,1 ± 0,7	3,1 ± 1,0	1,1 ± 1,6
02.00	998,4 ± 136,5	2,6 ± 3,5	1,8 ± 0,7	2,7 ± 1,0	1,1 ± 1,6

frequent physician office and emergency room visits, at times leading to hospitalization. In recent years, mobile health systems utilizing hand-held devices (e.g., smartphones or tablet) have been developed, which could be used for health-related interventions. Studies have demonstrated that technological innovation is vital for prosperous economies, and greater technological innovation leads to improved public health indicators. Moreover an optimal model for telemedicine use in the international care setting has not been established.

The principal result of this study is the possibility to evaluate from remote not only the ECG signals but also, in post-analysis but in real-time, the behaviour of the neurovegetative assessment of the cardiovascular system during the day and it is possible to couple this aspect with the activity level, the breath frequency and the hearth rate. In this way we can control completely the patients.

The Pulse device performs a real-time recording of physiological signals: A, 1-lead ECG Electrocardiogram; B, Bio-impedance; C, Activity through 3 –axis Accelerometer. The signals are processed online to determine several physiological indexes (RR Hearth rate and Hearth rate Variability, Respiration Rate, Activity Level and Body Posture).

Our objective was to describe a new device for the home, cardiovascular and motor control of the patients with dementia. In fact in this study, although of a pilot nature, we used a new device. The Pulse Device is a wearable electronic, battery operated device that is worn on the chest for the acquisition, recording and transmission of physiological parameters to external devices which can analyze or forward the data to additional storage elements or system. The device uses a disposable fabric adhesive component that attaches to the subject and connects to the enclosed electronic components. The PULSE device is also capable to record symptomatic and asymptomatic events and is indicated for ambulatory monitoring of non-lethal cardiac arrhythmias. Additionally, resident in the Pulse device is a heart rate, respiration rate and activity level calculation algorithm, which allows the system to manage information messages from/to the Server according to specific settings defined by the physicians/operators. The device is a part of a Multi-parameter Analysis System, Pulse System and communicates via a Bluetooth® radio link with the external device. Specification of PULSE System is beyond the scope of this document.

The device permits to monitor not only the normal parameters (ECG, respiratory rate or activity level) but also to have a daily behaviour of the neurovegetative cardiovascular pattern related to activity level and respiratory rate. In fact the 4 patients presented in this study show 4 different sympato-vagal system patterns, then it is possible to modify or to adapt the therapy in a personalized way in real time.

In conclusion the proposed system can help the physician and the caregiver in the control of these particular patients. The wireless connection allowed various of device application and several monitoring arrangements ranging from real-time monitoring to long-term recording of biological signals. Implementation of this model may facilitate both accessibility and availability of personalized monitor and therapy. Further studies would validate it in the clinical and healthcare environment.

Transparency.
Declaration of financial/other relationships: None.
Author contributions: none.

References

1. Akselrod S., Gordon D., Ubel F.A., Shannon D.C., Berger A.C., Cohen R.J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 1981, vol. 213 (4504), pp. 220–222.
2. Balocchi R., Cantini F., Varanini M., Raimondi G., Legramante J. M., Macerata A. Revisiting the potential of time-domain indexes in short-term HRV analysis. *Biomed. Tech.,* 2006, iss. 51, pp. 190–193.
3. Brennan M., et al. Do existing measures of Poincare plot geometry reflect nonlinear features of heart rate variability? *IEEE Trans. Biomed. Eng.,* 2001, vol. 48, 1342–1347.
4. Kasanuki Iseki E., Fujishiro H., Ando S., Sugiyama H., Kitazawa M., Chiba Y., Sato K, Arai H. Impaired heart rate variability in patients with dementia with Lewy bodies: Efficacy of electrocardiogram as a supporting diagnostic marker. *Parkinsonism Relat Disord.,* 2015, vol. 21, pp. 749–754.
5. Legramante J. M., Sacco S., Raimondi G., Di Lecce V. N., Pallante M., Di Nardo P., Galante A. Investigating feedforward neural regulation of circulation from analysis of spontaneous arterial pressure and heart rate fluctuations in conscious rats. *Am. J. Physiol. Heart Circ Physiol.,* 2009, iss. 296, H202–H210.
6. Lindauer A., Seelye A., Lyons B., Dodge H. H., Mattek N., Mincks K., Kaye J., Erten-Lyons D. Dementia Care Comes Home: Patient and Caregiver Assessment via Telemedicine. *Gerontologist,* 2017, vol. 57, iss. 1, pp. 85–93.
7. Mäkikallio T. H., et al. Prediction of sudden cardiac death by fractal analysis of heart rate variability in elderly subjects. *J. Am. Coll. Cardiol.,* 2001, vol. 37, pp. 1395–1402.
8. Malliani A., Pagani M., Lombardi F., Cerreti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation,* 1991, vol. 84, iss. 2, pp. 482–492.
9. Martinmaki K., Rusko H., Saalasti S., Kettunen J. Ability of short-time Fourier transform method to detect transient changes in vagal effects on Hearts: a pharmacological blocking study. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.,* 2006, iss. 290, H2582–H2589.
10. Martynenko A., Yabluchansky M., Kantor B. Mathematical model of automatic nervous systems. *Technology and health care: J. Europ. Society for Engineering and Medicine,* 2001, iss. 9, pp. 174–176.
11. Raimondi G., Legramante J. M., Scordamaglia B., Masci I., Montanari G., Pampena R., Skroza N., Potenza M. C. *Linear and non-linear R-R interval variability analysis in the neurovegetative cardiovascular assessment in Psoriasis and Obesity. Appl. of Inform. Systems in Engineering and Biosci.*, 2014, pp. 61–69.
12. Raimondi G., Scordamaglia B., Legramante J. M., Montanari G., Skroza N., Potenza M. C. R-R interval analysis in moderate psoriasis. *Klin. inform. Telemed.,* 2013, vol. 10, pp. 189–190.
13. Sindona F., Raimondi G., Pecchia R., Spaziani E., Masci I., Scordamaglia B. The effects of general anesthesia on heart rate variability during abdominal surgery. *J. Medicine, Physiol. and Biophysics,* 2015, vol. 18, pp.93–99.
14. Williams K., Arthur A., Niedens M., Moushey L., Hutfles L. In-home monitoring support for dementia caregivers: a feasibility study. *Clin. Nurs. Res.* 2013, vol. 22, pp. 139–150.
15. Yamamoto Y., Nakamura Y., Sato H., Yamamoto M., Kato K., and Hughson R. L. On the fractal nature of heart rate variability in humans: effects of vagal blockade. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.,* 1995, iss. 269, R830–R837.
16. Yeragani V. K., Sobolewski E., Kay J., Jampala V. C., Igel G. Effect of age on long-term heart rate variability. *Cardiovasc.* Res., 1997, vol. 35, pp. 35–42.

Corresponding author

Gianfranco Raimondi, Associated professor of Internal Medicine
«Sapienza» University of Roma, Italy
mobile phone: 00393286112942
e-mail: gianfrancoraimondi@uniroma1.it

Щоденна оцінка ВСР при деменції, яка вимірюється за допомогою віддаленого контролю

G. Raimondi[1], N. Marchitto[2], B. Scordamaglia[1], A. Ciaramella[1], P. Casacci[3]
M. Pistoia[3], S. Sacco[1], G. Sancesario[4]
[1]University of Roma «Sapienza», [2]ASL Latina, [3]Liferesult, [4]University «Tor Vergata», Roma

Резюме

Вступ. Використання технологій в якості підтримки та медичної допомоги при різних видах захворювань в даний час є спільною рисою кількох дослідницьких проектів, що проводяться на європейському та національному рівнях. Такі хвороби, як хвороба Альцгеймера або інсульт, які вважаються одними з основних причин інвалідності, знаходяться в центрі цих проектів.

Мета. Мета цього дослідження полягала в тому, щоб оцінити здатність контролювати щоденну вегетативну оцінку у пацієнтів з деменцією за допомогою аналізу ВСР ЕКГ-сигналу, записаного новим пристроїм «Пульс», який є мобільним електронним пристроєм для збору, реєстрації та передача фізіологічних параметрів на зовнішні пристрої.

Матеріали та методи. Ми вивчили 36 пацієнтів (17 жінок (F) і 19 чоловіків (M), 73,9±8,9 років). У пацієнтів встановили «Пульс» на тиждень. По імпульсу можна отримати запис протягом 5 хвилин щогодини, в якій — ЕКГ, частота дихання, положення тіла і рівень активності.

Результати. За попередніми даними отримані 3 важливих результати: по-перше, у всіх пацієнтів, які були включені в дослідження, не спостерігали будь-яких змін електропровідності на сигналах ЕКГ. По-друге, варіабельність серцево-судинної системи дуже низька за весь аналізований період. Фактично основні показники ВСР показали зниження. Однак, в частотної області, в кожному розглянутому періоді, особливо в нічний час, лінійні і нелінійні показники симпатичної активності помітно збільшилися.

Висновок. Запропонована система може допомогти лікарю і особі, яка здійснює догляд, контролювати цих пацієнтів з деменцією. Бездротове з'єднання дозволило використовувати різні пристрої і кілька пристроїв моніторингу, починаючи від моніторингу в режимі реального часу до довгострокової записи біологічних сигналів. Реалізація цієї моделі може полегшити як доступність персоналізованого монітора, так і доступність терапії. Подальші дослідження підтвердять це в клінічній практиці і медичному середовищі.

Ключові слова: телемедицина; ВСР; деменція.

Ежедневная оценка ВСР при деменции, измеряемая удаленным контролем

G. Raimondi[1], N. Marchitto[2], B. Scordamaglia[1], A. Ciaramella[1], P. Casacci[3]
M. Pistoia[3], S. Sacco[1], G. Sancesario[4]
[1]University of Roma «Sapienza», [2]ASL Latina, [3]Liferesult, [4]University «Tor Vergata», Roma

Резюме

Введение. Использование технологий в качестве поддержки и медицинской помощи при различных видах заболеваний в настоящее время является общей чертой нескольких исследовательских проектов, проводимых на европейском и национальном уровнях. Такие болезни, как болезнь Альцгеймера или инсульт, которые считаются одними из основных причин инвалидности, находятся в центре этих проектов.

Цель. Цель этого исследования состояла в том, чтобы оценить способность контролировать ежедневную вегетативную оценку у пациентов с деменцией с помощью анализа ВСР ЭКГ-сигнала, записанного с помощью нового устройства: «Пульс», который является носимым электронным устройством для сбора, регистрации и передача физиологических параметров на внешние устройства.

Материалы и методы. Мы изучили 36 пациентов (17 женщин (F) и 19 мужчин (M), 73,9±8,9 года). У пациентов установили «Пульс» на неделю. По импульсу можно получить запись в течение 5 минут каждый час, в которой — ЭКГ, частота дыхания, положение тела и уровень активности.

Результаты. С этими предварительными данными получены 3 важных результата: во-первых, у всех пациентов, которые были включены в исследование, не наблюдали каких-либо изменений электропроводности на сигналах ЭКГ. Во-вторых, вариабельность сердечно-сосудистой системы очень низкая за весь рассматриваемый период. Фактически основные показатели ВСР показали снижение. Однако, в частотной области, в каждом рассматриваемом периоде, особенно в ночное время, линейные и нелинейные показатели симпатической активности заметно увеличились.

Заключение. Предлагаемая система может помочь врачу и лицу, осуществляющему уход, контролировать этих пациентов с деменцией. Беспроводное соединение позволило использовать различные устройства и несколько устройств мониторинга, начиная от мониторинга в режиме реального времени до долгосрочной записи биологических сигналов. Реализация этой модели может облегчить как доступность персонализированного монитора, так и доступность терапии. Дальнейшие исследования подтвердят это в клинической и медицинской среде.

Ключевые слова: телемедицина; ВСР; деменция.

УДК: 616-072.7: 616.8-009.831:616.831-001-036.17

Інформативні показники нелінійного аналізу ЕЕГ у хворих з синдромами посткоматозного порушення свідомості після тяжкої черепно-мозкової травми в динаміці її відновлення

О. В. Кулик[1], О. Ю. Майоров[2,3]
[1]Науково-практичний Центр нейрореабілітації «Нодус», Бровари, Україна
[2]Харківська медична академія післядипломної освіти, Україна
[3]Інститут медичної інформатики і телемедицини, Харків, Україна

Резюме

Вступ. Дослідження присвячене питанням нелінійного багаторозмірного аналізу ЕЕГ у хворих з посттравматичними посткоматозними розладами свідомості, залежно від стадій її відновлення за Т. А. Доброхотовою (1985) в ході відновного лікування та реабілітації.

Обсяг і методи досліджень. В основу роботи покладено аналіз 220-ти хворих з посткоматозними розладами свідомості після тяжкої черепно-мозкової травми (ЧМТ). Лінійний (кореляційний та спектральний) і нелінійний аналіз ЕЕГ проводився за допомогою програмного комплексу *NeuroResearcher*® *Innovation Suite*® (модулі *Basic*®, *Spectra*® и *Chaos*®) (Version 18.5).

Результати. В роботі досліджені особливості ключових нелінійних властивостей ЕЕГ, та проводиться аналіз маловивчених та дискусійних донині питань відносно високоінформативних показників, які найбільше корелюють з динамікою переходу на вищі стадії синдромів порушеної свідомості.

Доведено значне переважання діагностичної інформативності нелінійного багаторозмірного аналізу ЕЕГ в порівнянні з традиційним лінійним кореляційним та спектральним аналізом, особливо у виявленні і об'єктивізації ознак інтегративної діяльності мозку з синдромами пригніченої свідомості. Отримані результати свідчать про значно вищу чутливість даного методу в прогнозуванні виходу на вищі стадії відновлення свідомості.

Висновки. Для підвищення результативності електроенцефалографічної діагностики, достовірності отриманих ЕЕГ показників у хворих з посткоматозними порушеннями свідомості після тяжкої ЧМТ, незалежно від стадії відновлення свідомості в процесі відновного лікування та реабілітації, рекомендується рутинний (візуальний) та лінійний (кореляційний та спектральний) аналіз кЕЕГ завжди доповнювати багаторозмірним нелінійним аналізом, з обчисленням величин ентропії, розмірності нейродинамічних систем (складність), параметрів атракторів, а також мультифрактальних властивостей ЕЕГ. Це покращує не тільки розуміння поточного функціонального стану головного мозку, а також доповнює діагностику об'єктивним прогностичним інструментом.

Ключові слова: черепно-мозкова травма; посткоматозні порушення свідомості; патерни ЕЕГ; нейродинаміка; нелінійний аналіз ЕЕГ; детермінований хаос; атрактор; ентропія Колмогорова–Сіная.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 52–68. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.07

Вступ

Визначаюча роль хаотичної нейродинаміки в функціонуванні головного мозку на даний момент вже не викликає сумнівів [6–10, 13–15, 27]. Незалежно від того в якому напрямку протікають процеси в центральній нервовій системі (ЦНС), фізіологічному чи патологічному, це знаходить своє відображення на їх хаотичності [1–4, 32–34, 37, 38].

Досліджуючи властивості хаосу можна більш тонко і диференційовано визначати перебіг власне самих процесів, особливо в той час, коли межі між ними стерті, а наявні лінійні методи кількісного аналізу біоелектричної активності не задовольняють висновками, бо не містять переконуючих аргументів на користь змін чи їх відсутності, або не повно розкривають наявну картину, через те, що використані інструменти, знаходяться в іншому полі узагальнюючого об'єктного мислення [12, 22, 40].

Після того, як перші роботи продемонстрували наявність в ЕЕГ в нормі нерегулярної компоненти з високим ступенем складності, був зроблений висновок, що пластичність ЦНС — широкий діапазон функціональних адаптивних переваг до швидко мінливих змін середовища, скоріше за все є результатом хаотичної нейродинаміки [13–16, 27, 32]. Хоча лінійні закони також описували зміну певних показників церебральної активності і розкривали взаємозв'язок між ними, однак, як пізніше стане відомим, вони являли собою лише апроксимацію до більш загальних нелінійних законів [28, 31, 45, 46]. Крім того, згодом було показано, що як при патологічних станах так і при старінні проявляється зростаюча, чітко виразна періодичність, що супроводжується зниженням ступеня хаотичності, а також ступеня складності динаміки параметрів, які розглядалися [8]. Врешті сформувався нейродинамічний підхід до вивчення як саме функціонує система: регулярно чині ні, наскільки складна вона, і як еволюціонує, що дало можливість якісно по-новому прогнозувати перебіг досліджуваних процесів [6–10, 33].

Зміна багатьох нейрофізіологічних парадигм XX сторіччя, в період стрімкого прогресу ІТ-технологій, призвела до ще глибшого занурення в нелінійні явища, котрі

відбуваються в мозку при різних станах [23, 33]: інтелектуальному навантаженні, емоційному стресі, під час сну, а також захворюваннях (шизофренії, епілепсії, синдромі Альцгеймера, паркінсонізмі, септичній енцефалопатії) [13–15, 29, 30, 33, 44]. В цих роботах зазначалося про виразну перебудову нейродинамічних параметрів біоелектричної активності за умови ушкодження головного мозку, де надійним маркером відновлення, було зростання в часі хаотичності нейродинамічної системи. Акцент робиться на значній інформативній перевазі нелінійних методів в порівнянні з традиційним амплітудно-частотними методами аналізу ЕЕГ [34].

З'явилися численні публікації, присвячені питанням відновлення когнітивних функцій після тяжкої ЧМТ у дорослих та дітей, прогнозування виходу із коми чи вегетативного статусу, дослідження стану малої свідомості, де ключова увага приділялася саме властивостям детермінованого хаосу в роботі нейродинамічної системи в умовах травматичної хвороби та її перебігу [11, 20, 39].

Однак донині залишається багато суперечливих моментів у трактуванні отриманих даних та виявлених клінічно-математичних залежностей [28, 38, 42]. В той же час, особливості постадійного відновлення свідомості після тяжкої черепно-мозкової травми в світлі нелінійного аналізу ЕЕГ продовжують бути мало вивченими.

Мета дослідження. Вивчити особливості показників нелінійного аналізу ЕЕГ: величини ентропії, розмірності динамічних систем (складність), параметрів атракторів, а також мультифрактальних властивостей ЕЕГ у хворих з постравматичними посткоматозними розладами свідомості, залежно від стадій її відновлення за класифікацією Доброхотової Т. А. [5].

З'ясувати наявність об'єктивних діагностичних і прогностичних переваг даного дослідження перед лінійним (кореляційним та спектральним) аналізом ЕЕГ в обстеженні пацієнтів з тяжкою ЧМТ.

Матеріал та методи дослідження

В основу роботи покладено аналіз 220-ти хворих з травматичними посткоматозними розладами свідомості, які обстежувалися і проходили курси нейрореабілітаційного (НР) лікування в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України» та в ТОВ «Науково-практичний Центр нейрореабілітації «Нодус» з січня 2007 по липень 2018 року включно.

Комп'ютерні електроенцефалографічні дослідження (кЕЕГ) виконувалися у всіх без виключення хворих (100%, N = 220) в визначені контрольні точки реабілітаційного маршруту, а також під час окремих занять, таких як, наприклад, вертикалізаційні заняття, чи спеціалізованих процедур зорової та слухової стимуляції головного мозку. Проте, у випадках, коли пацієнт достроково досягав того чи іншого рівня посткоматозного синдрому відновлення свідомості, або призупинявся на якомусь етапі більше, а ніж прогнозувалося, виникала необхідність додаткових ЕЕГ обстежень. Найчастіше (36,8%, n = 81) для цього використовували холтер-ЕЕГ-моніторинг протягом 24 годин.

Всього виконано 896 кЕЕГ, що складає в середньому 4 дослідження на одного хворого.

91,3% (n = 201; N = 220) досліджуваних хворих були праворукими (11 — переучені на праворуких), а 18,7% (n = 19; N = 220) — ліворукими.

В кожному випадку візуальна кЕЕГ доповнювалася кількісним лінійним та нелінійним методами аналізу. Нелінійний багаторозмірний аналіз включав визначення величин ентропії Колмогорова–Синая, кореляційної розмірності та розмірності вкладень нейродинамічних систем (складність), параметрів атракторів, а також мультифрактальних властивостей ЕЕГ. Лінійний та нелінійний аналіз ЕЕГ проводився за допомогою програмного комплексу *NeuroResearcher®* *Innovation Suite®* (модулі *Basic®*, *Spectra®* и *Chaos®*) (Version 18.5) [6–9].

Сценарій усієї сесії аналізувався цілісно. Інтегральні індекси відтворюваності, як це було у випадку кількісних лінійних показників, для нелінійних показників ЕЕГ, через принципово інший підхід до аналізу нейродинаміки, не визначали. Натомість, застосовуючи умови «вирішального правила» [8], вдалося виявити клінічно значимі багаторозмірні нелінійні властивості ЕЕГ, які значно посилили інформативність кЕЕГ в динаміці відновлення свідомості досліджуваних хворих та лягли в основу прогнозування.

Топографію і виразність ушкодження мозку визначали на основі методів нейровізуалізації КТ і МРТ при надходженні пацієнтів на відновне лікування та реабілітацію, а також в динаміці. У всіх хворих неодноразово виконані лабораторні біохімічні дослідження, проведені консультації суміжних спеціалістів.

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням пакету прикладних програм «Statistica 6», пакету «Microsoft Office Excel 2016», вибіркового методу: вибіркової середньої, похибки середньої; для визначення вірогідності різниці між групами — непараметричні методи: критерій χ^2 для порівняння якісних показників та t-критерій для порівняння кількісних параметрів; для порівняння двох незалежних груп — метод Манна–Уїтні.

Результати

Взявши до уваги отримані результати візуального та лінійного (кореляційного та спектрального) аналізу ЕЕГ в динаміці відновлення свідомості, для визначення значимих нелінійних показників було сформульовано вирішальне правило, відповідно до якого у пацієнтів з рівнем посткоматозної свідомості, що відповідає стадії 8 за Доброхотовою Т. А. [5] (синдроми ясної свідомості), нейродинамика є детерміновано хаотичною [20]. Тому стан свідомості на стадіях 1–7 повинен проявлятися більш значимими змінами характеристик хаосу — чим нижчий рівень посткоматозної свідомості тим виразніші відхилення. Перш за все це стосується величин ентропії Колмогорова–Синая, розмірності динамічних систем (складність), параметрів атракторів, а також мультифрактальних властивостей ЕЕГ. Прослідкувавши за еволюцію вказаних показників в межах функціонування динамічних систем, встановили прогностично «сприятливі» та «не сприятливі» їх значення для різних відведень.

Розглядаючи розмірність атрактора та ентропію Колмогорова–Синая як два числа для кожного випадку спостереження, ніби це — координати точки на площині, побудовано відповідну графічну модель (див. рис. 1). Ця модель демонструє реалізацію встановленого вирішального правила, де для детермінованої системи ентропія Колмогорова–Синая дорівнює нулю [13, 19, 24] і має певну величину для хаотичної системи, в той час, коли для суто випадкового процесу вона є нескінченна, це означає, що для фізіологічного поточного процесу буде досить велика [1–4, 27, 36, 37, 41].

Провівши розрахунки для 46 (20,91%; n = 220) пацієнтів, які після тривалої постравматичної коми досягли ясного рівня свідомості, було встановлено що ці два числа були достатньо великими (система складна і процеси хаотичні), а їх відповідні точки (для усіх відведень) знаходилися відносно далеко від початку осі координат, утворюючи певну область в заданій площині (див. рис. 2).

Аналогічні результати отримано і в групі здорових волонтерів, тільки область, яку сформували точки даних чисел, знаходилася ще далі від осі координат.

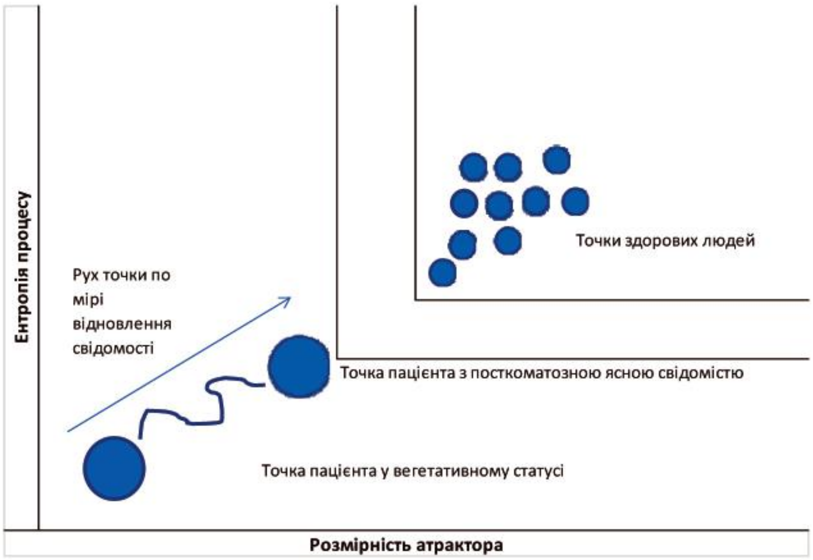


Рис. 1. Графічна модель еволюції параметрів детермінованого хаосу у пацієнта А в процесі відновлення посткоматозної свідомості.

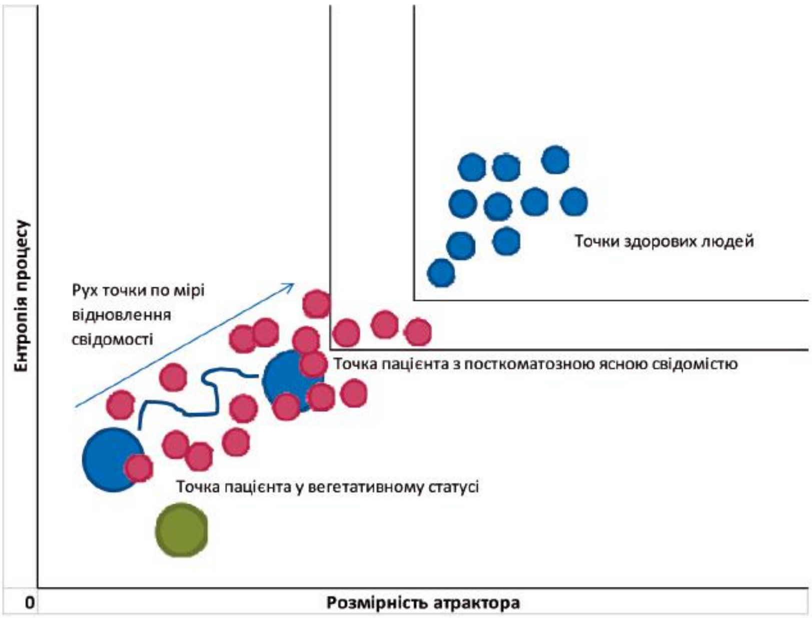


Рис. 2. Графічна модель області площини, яка вміщує еволюцію параметрів детермінованого хаосу у пацієнта В в ході відновлення посткоматозної свідомості.

Однак, у 24 (18,81%; n=220) пацієнтів, які у продовж року після тяжкої ЧМТ все ж залишилися у вегетативному статусі, виявлено зворотну закономірність. В цьому випадку координати точок величин ентропії та розмірності атрактору знаходилися майже біля початку осі координат, також окреслюючи певну область площини (див. рис. 2).

Надалі, якщо отримана для іншого пацієнта точка (на рис. 2 зеленого кольору), знаходилася поза даними областями площини, то, вірогідність (прогноз) мати відмінні результати зростала.

Але для того, щоб виділити область точок рівня ясної посткоматозної свідомості та вегетативного статусу з більш менш стабільними межами, 46-и і 24-х пацієнтів, а також групи здорових волонтерів виявилося недостатньо. Тому область, де групувалися точки, обмежили і визначали розмірність простору реконструкції для відновлення атрактора в разі досягнення пацієнтом рівня ясної свідомості, чи навпаки — вегетативного статусу. Аналогічно з випадками інших стадій посткоматозного порушення свідомості, де у областях простору було відновлено їх атрактори (див. рис. 3–9).

Як свідчать рис. 3–9, на величину розміру атрактора і ентропії такий підхід не вплинув, адже розмір простору реконструкції був досить великий. Оскільки відновлені атрактори всіх пацієнтів знаходилися в одному і тому ж просторі (лише в різних областях), вдалося визначити їх зміщення по «формі»

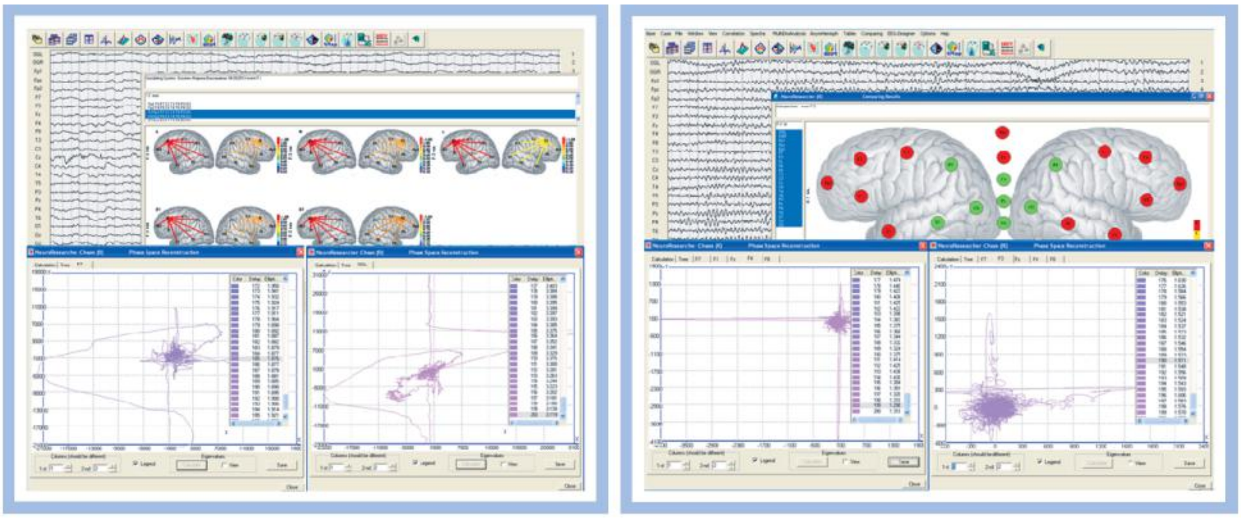


Рис. 3. Типові атрактори пацієнтів на стадії вегетативного статусу та акінетичного мутизму (на прикладі спостережень, №121, №77 відповідно).

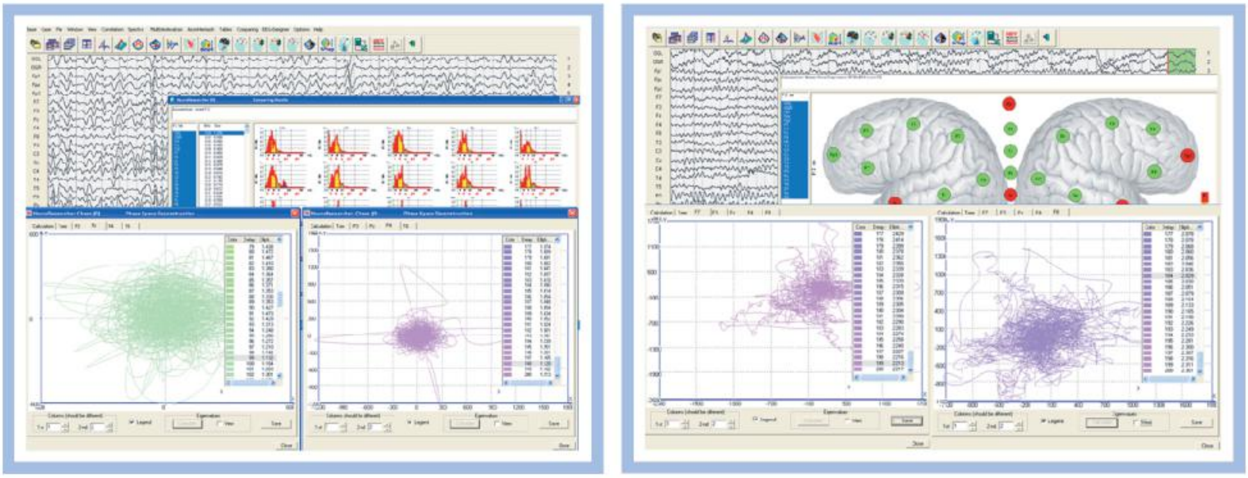


Рис. 4. Типові атрактори пацієнтів на стадії гіперкінетичного, кінетичного та акінетичного мутизму з емоційними реакціями (на прикладі спостережень, №43, №81 відповідно).

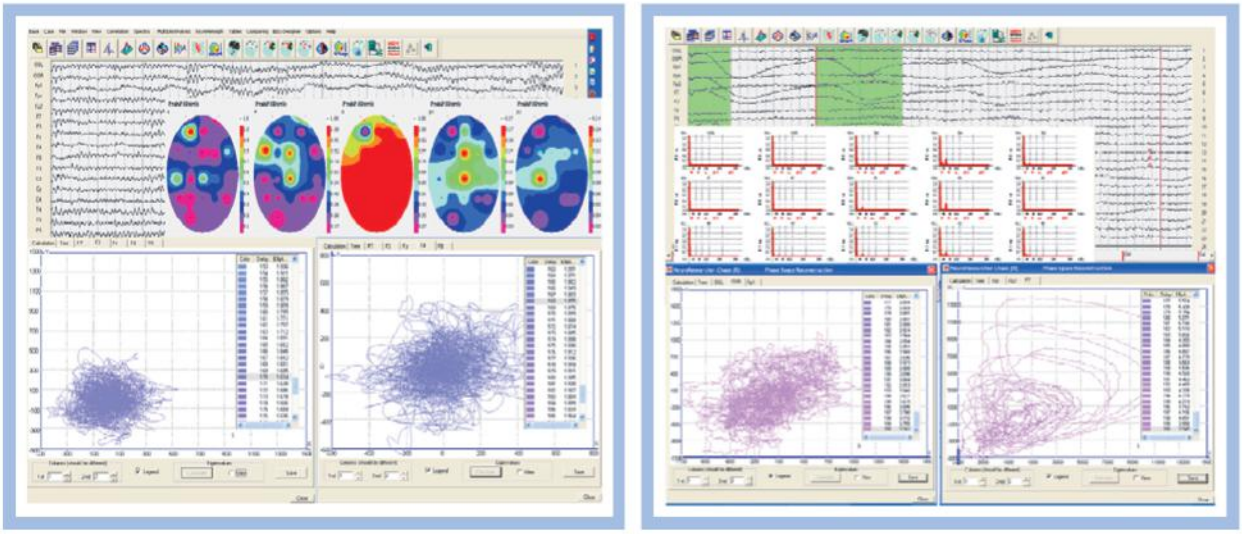


Рис. 5. Типові атрактори пацієнтів на стадії гіперкінетичного мутизму з емоційними реакціями та мутизму з розумінням мови (на прикладі спостережень, №33, №152 відповідно).

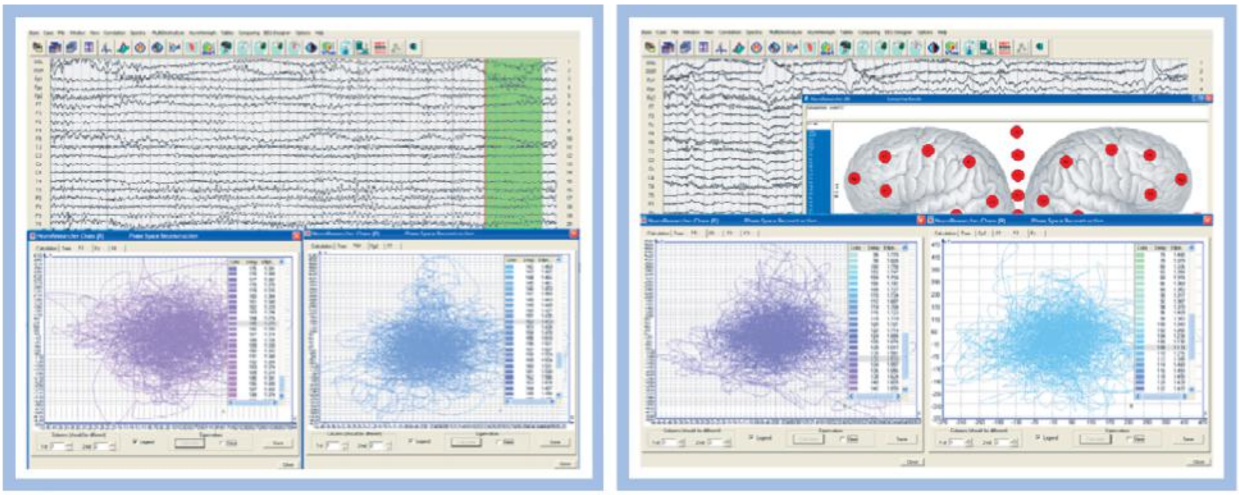


Рис. 6. Типові атрактори пацієнтів на стадії дезінтеграції мови та сплутаності свідомості з аспонтанністю (на прикладі спостережень, №202, №99 відповідно).

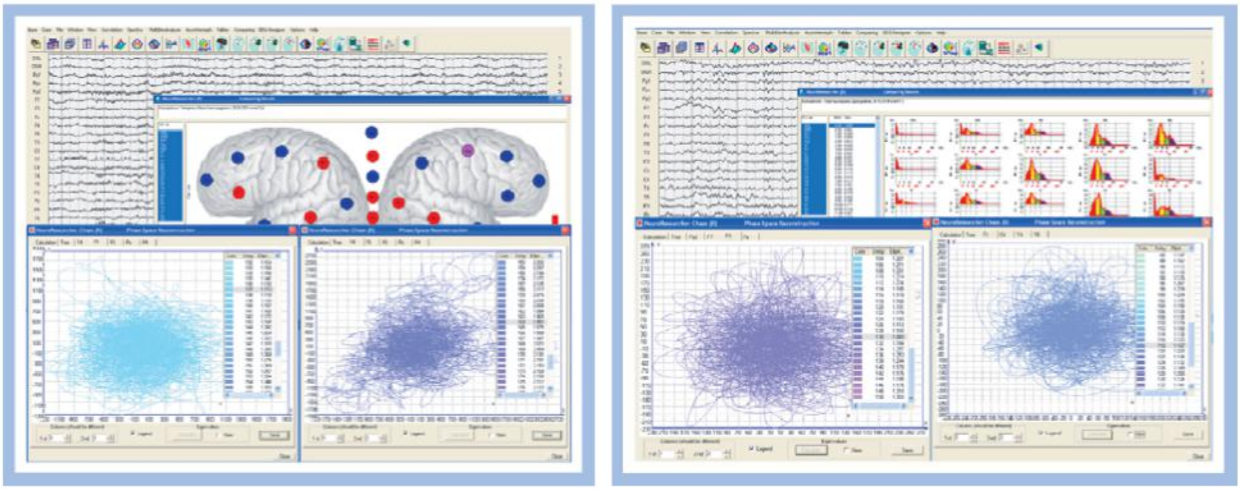


Рис. 7. Типові атрактори пацієнтів на стадії мовно-рухової та амнестичної сплутаності свідомості (на прикладі спостережень, №36, №210 відповідно).

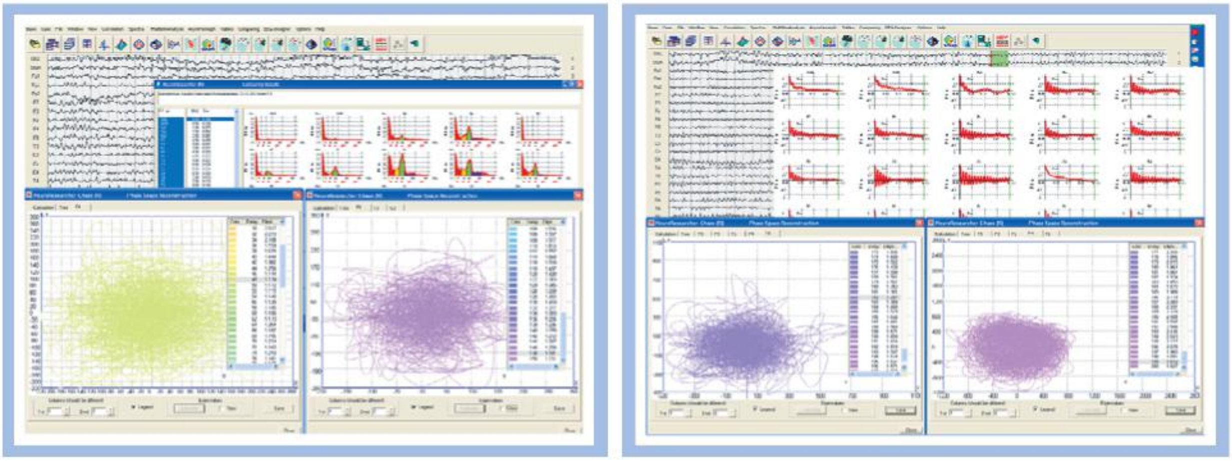


Рис. 8. Типові атрактори пацієнтів на стадії дисмнестичного синдрому та Корсаковського синдрому (на прикладі спостережень, №171, №190 відповідно).

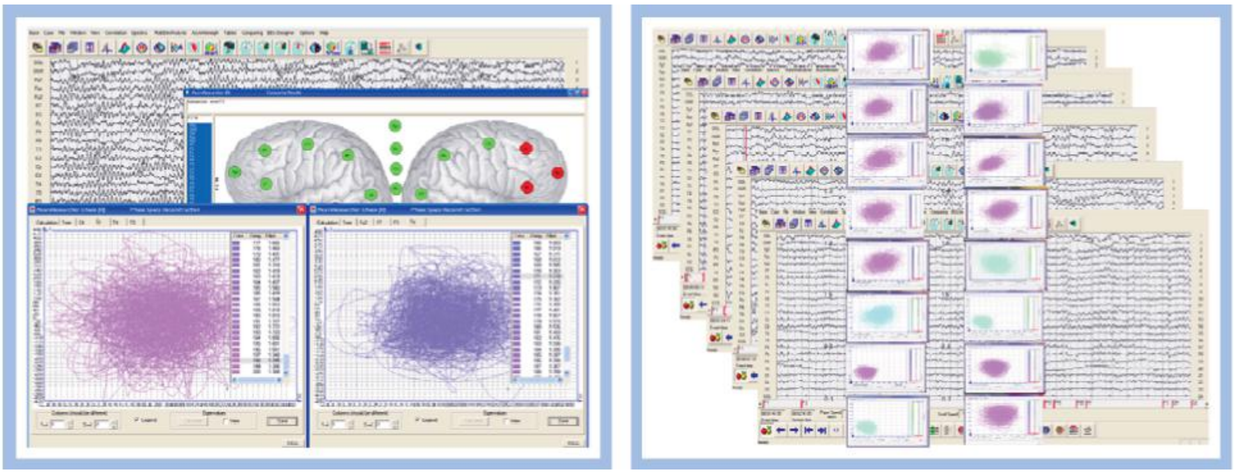


Рис. 9. Типові атрактори пацієнтів на стадії синдрому ясної свідомості та контрольної групи — здорові особи (на прикладі спостережень, №123, №1–15 відповідно).

і порівняти по «структурі». Такий підхід допоміг виявити не тільки індивідуальні стадійні характеристики, а перш за все, додатково прогнозувати тренд еволюції нейродинамічної системи – якщо складність системи зростала, клінічно спостерігали покращення якості свідомості пацієнта.

Залежно від того, в яку область потрапляли точки (координати), отримані для даного хворого в ході лікування та нейрореабілітації, вдалося оцінити його стан і скласти прогноз: «рух» точки в напрямку від осі координат у всіх без винятку випадках корелював ($r > 0{,}81$) із позитивними змінами неврологічного статусу та рівнем свідомості травмованих.

У випадках, синдромів пригніченої свідомості, або клінічного стану малої свідомості (див рис. 3–5), коли продуктивний контакт з пацієнтом не можливий, а його реактивність на зовнішні подразники вкрай низька, розмірність атракторів була також низькою, а траєкторії атракторів мали «порожні» зони в області відтворення самого атрактора.

Слід відмітити, що для групи пацієнтів, які досягнули 7–8-й стадії відновлення посткоматозної свідомості, на початку спостереження і наприкінці, хоча були зафіксовані зовсім різні величини показників ентропії та розмірності, проте відмічалася одна спільна риса. Так, після виходу з коми зареєстровано середнє за всіма відведеннями значення ентропії (0,0045) з дисперсією (0,001). Максимальне значення ентропії – 0,011, мінімальне – 0,0027. Очевидно, що мала місце значна різниця між максимальним і мінімальним значенням ентропії. Проте, в кінці спостереження середня величина ентропії вже становила 6,08 з дисперсією 0,22, а максимальне значення – 8,33, мінімальне 4,39, але різниця цих величин все одно велика.

Подальший аналіз хворих, які лишилися у вегетативному стані (ВС) у продовж року після тяжкої ЧМТ, дозволив виявити ще одну важливу особливість. Оскільки у 7-и хворих з вегетативним статусом у продовж тривалого часу (більше 3-х місяців з моменту ЧМТ) середній показник ентропії по всім відведенням становив 0,019 (мінімальний – 0,0009, максимальний – 0,096), що в порівнянні з хворими на 7–8-й стадії відновлення свідомості було майже в 4 рази більшим, то очевидно, мав місце вплив ще якоїсь фактору. Провівши відновлення усіх атракторів в динаміці лікування та дослідивши мультифрактальні особливості їх ЕЕГ, було з'ясовано, що така різниця між середнім значенням ентропії двох клінічно різних станів, ніби суперечить раніше встановленим висновкам. Насправді це зумовлено домінуванням в структурі основного сигналу ЕЕГ шумової складової у хворих у вегетативному стані. Саме шум спотворював реальні значення середніх показників ентропії і створював враження «позитивного» прогнозу, однак при клінічному співставленні, ці хворі мали найгіршу неврологічну картину у продовж усього періоду спостереження.

Таким чином, можна зазначити, що аналіз розмірності і ентропії дозволяє прогнозувати динаміку відновлення свідомості після тривалої постравматичної коми. Для отримання більш чітких критеріїв і більш тонких відмінностей дані показники були доповнені дослідженням мультифрактальної структури ЕЕГ сигналів. Мультифрактальність є «внутрішньою» особливістю нормально функціонуючих регуляторних механізмів мозку [18].

У табл. 1–2 наведені результати обробки даних ЕЕГ для пацієнтів у вегетативному стані, які в подальшому з нього не вийшли. Розраховувалося положення максимуму спектральної функції – розмірність домінуючого монофрактала і ширина мультифрактального спектра.

У табл. 3–4 подано результати аналізу даних ЕЕГ для пацієнтів у вегетативному стані, які відновилися до рівня сплутаності свідомості з аспонтанністю (стадія 6А) впродовж року після тяжкої ЧМТ.

Табл. 5–6 демонструють яким чином в динаміці змінювалися досліджувані показники у пацієнтів, які досягли рівня посткоматозної ясної свідомості (практично здорові).

Аналіз отриманих даних показує, що для кожного пацієнта як розмірність домінуючого монофрактала, так і ширина мультифрактального спектра у всіх відведеннях досить близькі. Тому доцільно характеризувати його стан середніми по відведенням значеннями розмірності домінуючого монофрактала і ширини мультифрактального спектру.

Після зведення отриманих величин до єдиних даних, які узагальнюють отримані результати (див. табл. 7), випливає, що для пацієнтів, які так і не вийшли з вегетативного стану, характерна знижена розмірність домінуючого монофрактала із великим діапазоном значень ($0{,}64 \pm 0{,}07$), що свідчить про низький рівень тимчасових кореляцій – зв'язків між ділянками мозку, а також значна ширина мультифрактального спектру ($0{,}76 \pm 0{,}03$), вказує на генерацію «шуму» багатьма, мало пов'язаними між собою, динамічними системами.

Для пацієнтів, які все ж продемонстрували значну позитивну динаміку і впродовж року після тяжкої ЧМТ досягли рівня синдромів реінтеграції свідомості, зокрема стадії 6А за Добротовою Т. А. [5], характерна велика розмірність домінуючого монофрактала ($0{,}70 \pm 0{,}04$), що свідчить про наявність значних кореляцій в сигналах. При цьому ширина мультифрактального спектра склала вже $0{,}71 \pm 0{,}03$, що менше, ніж для пацієнтів, які

Табл. 1. Розмірність домінуючого монофракталу у пацієнтів, які впродовж року після тяжкої ЧМТ не вийшли з вегетативного стану.

Відведення ЕЕГ	Розмірність домінуючого монофракталу							
	Строк ЕЕГ обстеження з моменту виходу з коми після тяжкої ЧМТ							
	1	2	3	4	5	6	9	12
FP1	0,77	0,42	0,38	0,42	0,71	0,84	0,72	0,83
Fpz	0,76	0,34	0,39	0,39	0,62	0,89	0,83	0,86
FP2	0,70	0,29	0,39	0,45	0,71	0,73	0,84	0,98
F7	0,90	0,42	0,45	0,34	0,72	0,83	0,69	0,92
F3	0,80	0,35	0,38	0,39	0,64	0,89	0,70	0,93
Fz	0,76	0,49	0,39	0,38	0,53	0,82	0,59	0,92
F4	0,84	0,36	0,39	0,32	0,73	0,89	0,66	0,87
F8	0,81	0,49	0,46	0,34	0,66	0,76	0,66	0,83
T3	0,75	0,47	0,40	0,31	0,66	0,86	0,65	0,95
C3	0,80	0,34	0,37	0,42	0,61	0,88	0,68	0,88
Cz	0,78	0,33	0,39	0,36	0,57	0,84	0,59	0,93
C4	0,70	0,32	0,39	0,41	0,63	0,8	0,64	0,85
T4	0,77	0,39	0,38	0,36	0,71	0,83	0,66	0,94
T5	0,87	0,3	0,43	0,38	0,59	0,82	0,66	0,87
P3	0,68	0,33	0,42	0,32	0,56	0,83	0,67	0,9
Pz	0,68	0,32	0,37	0,39	0,58	0,88	0,65	0,91
P4	0,76	0,32	0,38	0,42	0,61	0,81	0,66	0,81
T6	0,73	0,36	0,44	0,41	0,63	0,87	0,82	0,86
O1	0,72	0,3	0,41	0,38	0,57	0,83	0,70	0,86
Oz	0,84	0,31	0,40	0,41	0,59	0,76	0,65	0,84
O2	0,85	0,45	0,36	0,35	0,61	0,77	0,66	0,91
Середнє значення по відве-денням	**0,77±0,02**	**0,37±0,02**	**0,40±0,01**	**0,38±0,01**	**0,63±0,02**	**0,83±0,03**	**0,68±0,04**	**0,89±0,02**

Табл. 2. Ширина мультифрактального спектру у пацієнтів, які впродовж року після тяжкої ЧМТ не вийшли з вегетативного стану.

Відведення ЕЕГ	Ширина мультифрактального спектру							
	Строк ЕЕГ обстеження з моменту виходу з коми після тяжкої ЧМТ							
	1	2	3	4	5	6	9	12
FP1	0,86	0,84	0,76	0,93	0,95	0,56	1,05	0,82
Fpz	0,77	0,74	0,88	1,00	0,86	0,59	0,48	0,81
FP2	0,69	0,75	0,68	1,04	0,74	0,64	0,72	0,69
F7	0,88	0,65	0,78	0,86	1,08	0,66	0,98	0,81
F3	0,67	0,73	0,73	0,84	0,74	0,56	1,01	0,75
Fz	0,87	0,77	0,81	0,85	0,85	0,64	0,79	0,61
F4	0,81	0,74	0,82	0,84	1,01	0,59	0,89	0,67
F8	0,78	0,96	0,80	0,90	0,81	0,69	1,04	0,80
T3	0,70	0,70	0,81	0,77	0,93	0,57	0,84	0,57
C3	0,88	0,66	0,75	0,82	0,84	0,69	0,90	0,63
Cz	0,73	0,88	0,71	0,75	0,67	0,64	0,87	0,71
C4	0,80	0,83	0,86	0,81	0,88	0,61	0,92	0,63
T4	0,55	0,78	0,74	0,69	0,80	0,65	0,76	0,69
T5	0,75	0,76	0,81	0,81	0,73	0,58	0,90	0,43
P3	0,75	0,80	0,64	0,77	0,73	0,72	0,95	0,45
Pz	0,55	0,68	0,59	0,8	0,73	0,70	0,91	0,61
P4	0,56	0,67	0,78	0,73	0,68	0,61	0,73	0,69
T6	0,88	0,89	0,82	0,75	0,51	0,66	0,76	0,53
O1	0,74	0,69	0,83	0,82	0,60	0,67	0,91	0,53
Oz	0,81	0,83	0,77	0,70	0,76	0,63	0,91	0,52
O2	0,69	0,68	0,94	0,66	0,73	0,61	0,86	0,52
Середнє значення по відве-денням	**0,75 ± 0,04**	**0,76 ± 0,03**	**0,78 ± 0,03**	**0,82 ± 0,03**	**0,79 ± 0,04**	**0,63 ± 0,02**	**0,87 ± 0,05**	**0,64 ± 0,04**

Табл. 3. Розмірність домінуючого монофракталу у пацієнтів, які впродовж року після тяжкої ЧМТ відновилися до рівня сплутаності свідомості з аспонтанністю.

Відведення ЕЕГ	Розмірність домінуючого монофракталу							
	Строк ЕЕГ обстеження з моменту виходу з коми після тяжкої ЧМТ							
	1	2	3	4	5	6	9	12
FP1	0,83	0,51	0,72	0,79	0,64	0,92	0,97	0,73
Fpz	0,80	0,44	0,71	0,76	0,65	0,92	1,05	0,91
FP2	0,75	0,43	0,69	0,80	0,62	1,06	0,85	0,99
F7	0,87	0,71	0,73	0,9	0,73	0,91	0,73	0,91
F3	0,79	0,49	0,73	0,8	0,62	0,87	0,85	0,9
Fz	0,76	0,48	0,66	0,76	0,52	0,87	0,91	0,87
F4	0,72	0,47	0,62	0,84	0,51	0,87	0,82	0,92
F8	0,77	0,75	0,66	0,81	0,75	0,97	0,81	1,04
T3	0,73	0,74	0,67	0,75	0,72	0,92	0,80	0,91
C3	0,80	0,52	0,62	0,80	0,51	0,80	0,88	0,87
Cz	0,71	0,55	0,64	0,78	0,52	0,80	0,83	0,79
C4	0,37	0,59	0,62	0,70	0,55	0,80	0,75	0,86
T4	0,78	0,65	0,63	0,77	0,72	0,80	0,76	0,92
T5	0,84	0,66	0,66	0,79	0,89	0,80	0,79	0,86
P3	0,79	0,62	0,53	0,68	0,58	0,80	0,86	0,83
Pz	0,68	0,55	0,59	0,68	0,55	0,80	0,75	0,83
P4	0,73	0,48	0,57	0,76	0,58	0,80	0,76	0,84
T6	0,78	0,66	0,60	0,73	0,77	0,82	0,74	0,81
O1	0,72	0,62	0,59	0,72	0,74	0,82	0,84	0,75
Oz	0,71	0,71	0,77	0,84	0,83	0,70	0,48	0,72
O2	0,72	0,65	0,58	0,85	0,75	0,70	0,88	0,73
Середнє значення по відведенням	**0,75 ± 0,03**	**0,58 ± 0,03**	**0,65 ± 0,02**	**0,78 ± 0,02**	**0,65 ± 0,04**	**0,85 ± 0,03**	**0,81 ± 0,04**	**0,86 ± 0,03**

Табл. 4. Ширина мультифрактального спектру у пацієнтів, які впродовж року після тяжкої ЧМТ відновилися до рівня сплутаності свідомості з аспонтанністю.

Відведення ЕЕГ	Ширина мультифрактального спектру							
	Строк ЕЕГ обстеження з моменту виходу з коми після тяжкої ЧМТ							
	1	2	3	4	5	6	9	12
FP1	0,86	0,55	0,72	0,78	0,84	0,72	0,61	0,67
Fpz	0,98	0,75	0,79	0,86	0,93	0,72	0,42	0,76
FP2	0,69	0,65	0,90	0,87	0,65	0,64	0,59	0,58
F7	0,91	0,94	0,84	0,88	0,75	0,5	0,69	0,64
F3	0,61	0,60	0,73	0,67	0,85	0,52	0,57	0,66
Fz	0,74	0,75	0,59	0,86	0,85	0,52	0,68	0,73
F4	0,73	0,73	0,56	0,81	0,80	0,52	0,45	0,62
F8	0,82	0,72	0,71	0,79	0,73	0,57	0,53	0,65
T3	0,83	0,71	0,63	0,70	0,82	0,45	0,63	0,57
C3	0,69	0,77	0,80	0,88	0,74	0,47	0,59	0,64
Cz	0,81	0,83	0,74	0,73	0,82	0,62	0,67	0,63
C4	0,24	0,55	0,65	0,79	0,08	0,62	0,46	0,64
T4	0,78	0,58	0,69	0,55	0,80	0,62	0,45	0,59
T5	0,94	0,73	0,52	0,71	0,67	0,62	0,66	0,50
P3	0,48	0,50	0,54	0,75	0,75	0,62	0,06	0,59
Pz	0,75	0,77	0,66	0,55	0,82	0,63	0,56	0,64
P4	0,74	0,59	0,65	0,56	0,83	0,63	0,60	0,71
T6	0,83	0,70	0,81	0,83	0,76	0,41	0,45	0,50
O1	0,93	0,73	0,66	0,73	0,67	0,41	0,49	0,54
Oz	0,60	0,73	0,94	0,64	0,67	1,01	1,03	0,48
O2	0,65	0,61	0,71	0,69	0,66	1,01	0,56	0,41
Середнє значення по відве-денням (n=138)	**0,74±0,06**	**0,69±0,04**	**0,71±0,04**	**0,74±0,04**	**0,77±0,03**	**0,61±0,05**	**0,59±0,04**	**0,61±0,03**

Табл. 5. Розмірність домінуючого монофракталу у пацієнтів, які впродовж року після тяжкої ЧМТ відновилися до рівня ясної свідомості.

Відведення ЕЕГ	Розмірність домінуючого монофракталу							
	Строк ЕЕГ обстеження з моменту виходу з коми після тяжкої ЧМТ							
	1	2	3	4	5	6	9	12
FP1	0.61	0,86	0,66	0,77	0,95	0,85	0,71	0,80
Fpz	0,57	0,76	0,63	0,81	0,94	0,76	0,81	0,80
FP2	0,67	0,75	0,67	0,79	0,92	0,73	0,76	0,76
F7	0,66	0,81	0,77	0,81	0,92	0,84	0,93	0,82
F3	0,52	0,79	0,81	0,72	0,88	1,05	0,66	0,72
Fz	0,60	0,75	0,64	0,79	0,88	0,75	0,62	0,72
F4	0,67	0,80	0,67	0,77	0,87	0,77	0,69	0,72
F8	0,68	0,85	0,69	0,79	0,92	0,78	0,79	0,78
T3	0,61	0,78	0,72	0,77	0,86	0,75	0,67	0,66
C3	0,57	0,73	0,75	0,72	0,78	0,90	0,61	0,68
Cz	0,57	0,83	0,70	0,76	0,86	0,90	0,68	0,68
C4	0,59	0,70	0,65	0,70	0,84	0,83	0,69	0,66
T4	0,79	0,75	0,70	0,74	0,85	0,77	0,64	0,66
T5	0,73	0,73	0,73	0,80	0,89	0,92	0,79	0,66
P3	0,52	0,67	0,59	0,73	0,80	0,78	0,63	0,58
Pz	0,52	0,81	0,66	0,71	0,83	0,77	0,65	0,58
P4	0,35	0,66	0,50	0,65	0,82	0,79	0,74	0,68
T6	0,67	0,78	0,73	0,65	0,82	0,79	0,65	0,66
O1	0,64	0,80	0,69	0,88	0,84	0,75	0,79	0,66
Oz	0,61	0,83	0,61	0,78	0,94	0,72	0,93	0,66
O2	0,51	0,59	0,61	0,78	0,88	0,83	0,73	0,66
Середнє значення по відве-денням (n=46)	**0,60±0,03**	**0,76±0,02**	**0,68±0,02**	**0,76±0,02**	**0,87±0,02**	**0,81±0,03**	**0,72±0,03**	**0,70±0,02**

Табл. 6. Ширина мультифрактального спектру у пацієнтів, які впродовж року після тяжкої ЧМТ відновилися до рівня ясної свідомості.

Відведення ЕЕГ	Ширина мультифрактального спектру							
	Строк ЕЕГ обстеження з моменту виходу з коми після тяжкої ЧМТ							
	1	2	3	4	5	6	9	12
FP1	0,58	0,72	0,56	0,70	0,47	0,56	0,70	0,56
Fpz	0,49	0,68	0,64	0,68	0,53	0,65	0,62	0,60
FP2	0,53	0,66	0,59	0,77	0,56	0,52	0,65	0,49
F7	0,78	0,79	0,69	0,66	0,56	0,79	0,61	0,57
F3	0,49	0,69	0,63	0,76	0,43	0,47	0,67	0,58
Fz	0,51	0,59	0,65	0,83	0,50	0,60	0,66	0,58
F4	0,53	0,65	0,73	0,59	0,54	0,54	0,69	0,58
F8	0,55	0,63	0,41	0,78	0,63	0,37	0,73	0,63
T3	0,62	0,66	0,61	0,84	0,62	0,67	0,75	0,65
C3	0,40	0,60	0,80	0,90	0,57	0,42	0,58	0,59
Cz	0,63	0,81	0,69	0,70	0,58	0,42	0,74	0,61
C4	0,44	0,87	0,84	0,51	0,53	0,53	0,61	0,49
T4	0,61	0,49	0,86	0,49	0,57	0,54	0,72	0,70
T5	0,70	0,58	0,73	0,78	0,62	0,41	0,56	0,70
P3	0,51	0,48	0,77	0,84	0,61	0,40	0,65	0,60
Pz	0,59	0,59	0,68	0,72	0,65	0,63	0,67	0,60
P4	0,48	0,55	0,74	0,51	0,61	0,58	0,63	0,64
T6	0,58	0,44	0,63	0,75	0,61	0,54	0,67	0,68
O1	0,41	0,41	0,74	0,87	0,53	0,31	0,65	0,68
Oz	0,48	0,76	0,54	0,71	0,58	0,5	0,59	0,68
O2	0,51	0,55	0,32	0,82	0,53	0,45	0,67	0,68
Середнє значення по відведенням (n=46)	**0,54 ± 0,03**	**0,63 ± 0,04**	**0,66 ± 0,04**	**0,72 ± 0,04**	**0,56 ± 0,02**	**0,52 ± 0,04**	**0,66 ± 0,02**	**0,61 ± 0,02**

Табл. 7. Зведені дані мультифрактальних властивостей ЕЕГ у різних за клінічним результатом груп хворих.

Показники мультифрактальних властивостей ЕЕГ	В межах року після тяжкої ЧМТ		
	Залишилися у вегетативному стані	Відновилися до стадії 6А (сплутаність свідомості з аспонтанністю)	Відновилися до стадії 8 (ясна свідомість)
Середня розмірність домінуючого монофракталу	0,64 ± 0,07	0,70 ± 0,04	0,75 ± 0,03
Середня ширина мультифрактального спектру	0,76 ± 0,03	0,71 ± 0,03	0,60 ± 0,03

лишилися у ВС (чисельність генеруючих «шум» нейродинамічних систем зменшилася, або зменшилася їх активність).

В той час у пацієнтів, у котрих свідомість відновилася до ясної, надалі зростає характерна розмірність домінуючих монофракталів у відведеннях (0,75 ± 0,03). Це може вказувати на те, що мали місце тривалі явно виражені стійкі кореляції — зв'язки між різними ділянками головного мозку. Ширина мультифрактального спектру (0,60 ± 0,03) при цьому далі зменшується, адже синхронізація процесів в системах дедалі зростає, а генерація «шуму» ще більше зменшується.

На рис. 10 в координатах «розмірність домінуючого монофрактала» — «ширина мультифрактального спектру» нанесені точки, які відповідають стану деяких досліджуваних пацієнтів. Схематично виділено області — червоним, де групуються точки, що відповідають стану пацієнтів, які в подальшому не вийшли з вегетативного стану, зеленим, де групуються точки, що відповідають стану пацієнтів, які в подальшому відновились до стадії 6А, та синім, де групуються точки, що відповідають стану пацієнтів, які вже знаходилися в ясній свідомості.

Якщо для даного пацієнта відповідна точка була близькою до області, виділеної червоним, то прогноз виходу з вегетативного стану був несприятливий. Якщо ж до області, виділеної зеленим — сприятливий. В тих випадках де точка, що відповідає стану пацієнта, знаходилася в зеленій області і потім рухалася до області, позначеної синім, прогноз відновлення ясної свідомості був найкращий.

Слід відмітити, що вказані вище області в певних координатах перекриваються. Якщо точка знаходиться в зоні перекривання областей, то прогноз визначається «відстанню» від точки до центру червоної, зеленої або синьої області.

Висновки

1. Дослідження нелінійних кількісних показників ЕЕГ: ентропії Колмогорова–Синая, розмірності атракторів, мультифрактальних властивостей, прецизійно характеризують функціональну активність головного мозку, і має вирішальне значення в прогнозуванні відновлення порушеної свідомості після тривалої посттравматичної коми. Результати таких досліджень мають значну інформативність, високу доказову чутливістю та є доклінічним маркером еволюції нейродинамічних систем мозку, біоелектричні кореляти яких, можуть свідчити за конкретні стани свідомості.

2. Доведено значну ефективність та перевагу даного методу діагностики в порівнянні з іншими нейрофізіологічними методами дослідження хворих з тривалими посттравматичними розладами свідомості.

3. Використання запропонованого підходу до оцінки кЕЕГ в кожній з груп синдромів посткоматозного розладу свідомості, разом з вище поданими нейрофізіологічними показниками, можуть бути ефективно використані для прогнозування успішності реабілітаційних заходів.

Дослідження проводилося з дотриманням національних норм біоетики та положень Гельсінської декларації (у редакції 2013 р.). Автори статті — О. В. Кулик, О. Ю. Майоров — підтверджують, що у них відсутній конфлікт інтересів.

Література

1. Александров М. В. Возможности количественной ЭЭГ в оценке уровня угнетения сознания: пути преодоления методологического кризиса. *Материалы II-й Всероссийской научно-практ. Конфер. «Количественная ЭЭГ и нейротерапия». 27–29 апреля 2009,* 2009, СПб. с. 5.
2. Андреев Ю. В. Дмитриев А. С., Куминов Д. А. Хаотические процессоры. *Успехи современной радиоэлектроники,* 1997, №10, сс. 50–77.
3. Дмитриев А. С. Хаос и обработка информации в нелинейных динамических системах. *Радиотехника и Электроника,* 1993, т. 38, № 1, сс. 1–24.
4. Дмитриев А. С., Куминов Д. А. Хаотическое сканирование и распознавание образов в нейроподобных системах с обучением. *Радиотехника и электроника,* 1994, т. 39, сс. 633–641.
5. Доброхотова Т. А., Брагина Н. Н. К природе функциональной симметрии — асимметрии мозга человека. *Проблемы нейрокибернетики. Механизмы функциональной межполушарной асимметрии мозга. Изд-во:* Элиста, 1985, сс. 3–10.

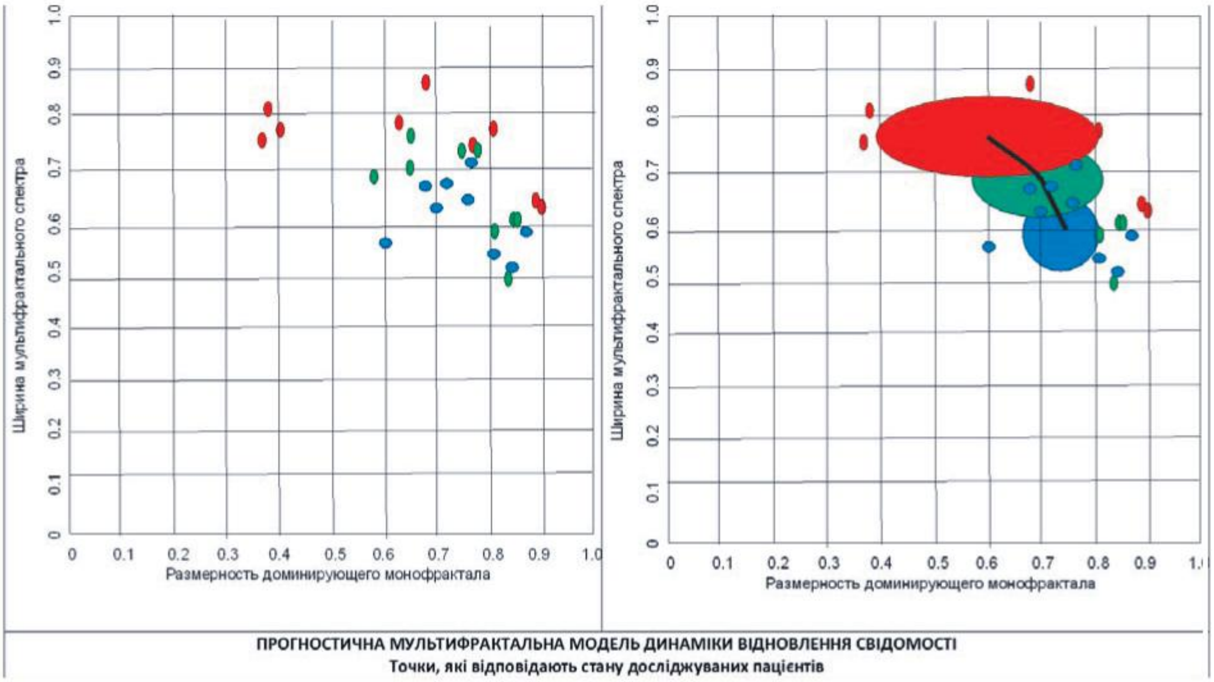


Рис. 10. Прогностична модель динаміки відновлення свідомості після посттравматичної тривалої коми, створена на основі мультифрактальних властивостей ЕЕГ.

6. Майоров О. Ю., Глухов А. Б., Фенченко В. Н., Прогнимак А. Б. Реализация метода смещения с помощью оценки размеров осей аттрактора динамической системы мозга. *Ж. Кибернетика и вычислительная техника,* 2017, вып. 153, сс. 3–9.
7. Майоров О. Ю., Фенченко В. Н. Исследование биоэлектрической активности мозга с позиций многоразмерного линейного и нелинейного анализа ЭЭГ. *Ж. Клин. информатика и Телемедицина,* 2008, т. 4, Вып. 5, сс.12–20.
8. Майоров О. Ю., Фенченко В. Н. О вычислении параметров детерминированного хаоса при исследовании биоэлектрической активности (ЭЭГ). *Ж. Клин. информатика и Телемедицина,* 2006, т. 3, вып. 4, сс. 37–46.
9. Майоров О. Ю., Фенченко В. Н. Мультифрактальный анализ в исследовании биоэлектрической активности мозга. *Ж. Кибернетика и вычислительная техника.* 2015, Вып. 181. сс. 81–94.
10. Старченко И. Б., Резниченко А. А., Будко Р. Ю. Моделирование электрических процессов в мозге человека методами нелинейной динамики. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии,* 2013, т. 2, №22, сс. 80–88.
11. Шарова Е. В., Зайцев О. С., Щекутьева Г. А. и др. ЭЭГ и ВП в прогнозировании развития бессознательных состояний после тяжелой травмы. *Изд-во: ДонНМУ,* 2008, т. 4, сс. 82–84.
12. Bashore T., Martinerie J., Albano A., Zimmerman I., Mess A.: Dynamics of brain electrical activity. *Brain Topography,* 1989, no. 2, pp. 99–118.
13. Babloyantz A., Destexhe A. Low dimensional chaos in an instance of epilepsy. *Proc Nat. Acad. Sci. USA,* 1986, iss. 83, pp. 3515–3517.
14. Babloyantz A., Destexhe A. The Creutzfeldt–Jacob disease in the hierarchy of chaotic attractor. *In: Markus M., Muller S., Nicolis G., eds. From chemical to biological organization,* Berlin. *Springer,* 1987, pp. 307–316.
15. Babloyantz A. Chaotic dynamics in brain activity. *In: Basar E., ed. Dynamics of sensory and cognitive processing by the brain.* Berlin, *Springer*, 1988, pp. 196–202.
16. Thatcher R. W., Biver C., McAlaster R., Salazar A. Biophysical Linkage between MRI and EEG Coherence in Closed Head Injury. *NeuroImage*, 1998, vol. 8, iss. 4, pp. 307–326.
17. Boccaletti S., Grebogi C., Lai Y. C., Mancini H., Mazaet D. The control of chaos: Theory and applications. *Physics Reports*, 2000, iss. 329, pp. 108–109.
18. Peng C.-K., Havlin S., Stanley H. E., Goldberger A. L. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series. *CHAOS,* 1995, vol. 5, no. 1, pp. 82–87.
19. Destexhe A., Sepulchre J. A., and Babloyantz A. A comparative study of the experimental quantification of deterministic chaos. *Phys. Lett. A*, 1988, vol. 132, pp. 101–106.
20. Dong-yu Wu, Gui Cai, Zorowitz R. D., Ying Yuan, Jie Wang, Wei-qun Song. Measuring interconnection of the residual cortical functional islands in persistent vegetative state and minimal conscious state with EEG nonlinear analysis. *Clin. Neurophysiology*, 2011, vol. 122, iss. 10, pp. 1956–1966.
21. Dong-yu Wu., Gui Cai., Ying Yuan., Lin Liu., Guang-qing Li., Weiqun Song., Mao-bin Wang. Application of nonlinear dynamics analysis in assessing unconsciousness: A preliminary study. *Clin. Neurophysiology*, 2011, vol. 122, iss. 3, pp. 490–498.
22. Dunkin J. J., Leuchter A. F., Newton T. F., Cook I. A. Reduced EEG coherence in dementia: state or trait marker? *Biol. Psychiatry*, 1994, vol. 35, pp. 870–879.
23. Fell J., Rochke J., Beckmann P. Nonlinear analysis of sleep EEG data in schizophrenia: calculation of the principal Lyapunov exponent. *Psychiatry Res.*, 1995, iss. 56, pp. 257–269.
24. Freeman W.J. Simulation of chaotic EEG pattern with a dynamic model of the olfactory system. *Biol. Cyb.*, 1987, vol. 56, iss. 2–3, pp. 139–150.
25. Freeman W. J., Yao Y. and Burke B. Central pattern generating and recognition in olfactory bulb: a correlation learning rule. Neural Networks, 1988, vol. 1, pp. 277–278.
26. Yoong Y. and Freeman W. J. Model of Biological Pattern Recognition with Spatially Chaotic Dynamics. *Neural Networks*, 1990, vol. 3, no. 2, pp. 153–170.
27. Glass L., Michel R. G., Mackey M., Shrier A. Chaos in neurobiology. *IEEE Trans. Sys. Man & Cybernatics*, 1983, vol. 13, iss. 5, pp. 790–798.
28. Gosseries O. et al. Automated EEG entropy measurements in coma, vegetative state/unresponsive wakefulness syndrome and minimally conscious state. *Functional Neurology*, 2011, vol. 26, iss. 1, pp.1–6.
29. Hornero R., Alonso A., Jimero N., Jimero A., Lopez M.. Nonlinear analysis of time series generated by schizophrenic patients. *IEEE Eng. Med. Biol.*, 1999, P. 18, pp. 84–90.
30. Jeong Jaeseung J., Chae Jeong–Ho, Kim Soo Yong; Han Seol–Heui. Nonlinear Dynamic Analysis of the EEG in Patients with Alzheimer's Disease and Vascular Dementia. *Clin. Neurophysiology*, 2001, vol. 18, iss. 1, pp. 58–67.
31. Lin M., Chan H., Fang S. Linear and nonlinear EEG indexes in relation to the severity of coma. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, 2005, iss. 4, pp. 580–4583.
32. Mayer G., Layne S.C. Dimensionality of the human encephalogram. In perspectives in Biological Dynamics and Theoretical Medicine. *Annals NY Acad. Sci. Ed by: Koslow S. H., Madell A. J., Shlessinger M. F.*, 1987, pp. 504–507.
33. Mayorov O. Yu., Fenchenko V. N. Searching for «neuromarkers» characteristic for pathologic changes in schizophrenia by using the scaling indices of the cerebral bioelectrical activity. *European J. of Biomed. Informatics (EJBI),* 2018, vol. 14, iss. 1, pp. 67–74.
34. Thakor N. V., Tong S. Advances in Quantitative Electroencephalogram Analysis Methods. *Annual Rev. of Biomed. Engineering*, 2009, vol. 6, pp. 453–495. doi:10.1146/annurev.bioeng.5.040202.121601
35. Jaeseung Jeong, Jeong–Ho Chae, Soo Yong Kim, and Seol–Heui Han. Nonlinear Dynamic Analysis of the EEG in Patients with Alzheimer's Disease and Vascular Dementia. *Clin. Neurophysiology*, 2001, vol. 18, no. 1, pp. 58 –67.
36. Rényi A. On measures of information and entropy. *Proc. of the 4th Berkeley Symposium on Mathematics, Statistics and Probability*. 1960. 1961, pp. 547–561.
37. Skarda C. A. and Freeman W. J. How Brains Make Chaos in Order to Make Sense of The World. *Behavioral and Brain Sciences*, 1987, vol. 10, pp. 161–195.
38. Spasic S., Culic M., Grbic G., Martac L., Sekulic S., Mutavdzic D. Spectral and Fractal Analysis of Cerebellar Activity After Single and Repeated Brain Injury. *Bulletin of Math. Biology*, 2008, vol. 70, iss. 4, pp. 1235–1249.
39. Slobounov S., Sebastianelli W., Hallett M. Residual brain dysfunction observed one year post-mild traumatic brain injury: Combined EEG and balance study. *Clin. Neurophysiology*, 2012, vol. 123, iss. 9, pp. 1755–1761.
40. Soong A. C., Stuart C. I. Evidence of chaotic dynamics underlying the human alpha-rhythm electroencephalogram. *Biol. Cybern.*, 1989, iss. 62, pp. 55–62.
41. Stam C. J. Nonlinear dinamical analysis of EEG and MEG: Review of an emerging field (Invited review). *Clin. Neurophysiology*, 2005, iss. 116, pp. 2266–2301.
42. Thatchera R. W., Biver C., McAlaster R., Salazar A. Biophysical Linkage between MRI and EEG Coherence in Closed Head Injury. *NeuroImage*, 1998, vol. 8, iss. 4, pp. 307–326.
43. Vivien B., Langeron O., Riou B. Entropy and bispectral index in brain-dead organ donors. *Intensive Care Med.*, 2007, iss. 33, pp. 919–920.
44. Wendling F., Bellanger J. J., Bartolomei F., Chauvel P. Relevance of nonlinear lumped-parameter models in the analysis of depth-EEG epileptic signals. *Biol. Cybernetics*, 2000, vol. 83, iss. 4, pp. 367–378.
45. Wennervirta J., Salmi T., Hynynen M. et al. Entropy is more resistant to artifacts than bispectral index in brain-dead organ donors. *Intensive Care Med.*, 2007, iss. 33, pp. 133–136.
46. Wu D., Cai G., Yuan Y. et al. Application of nonlinear dynamics analysis in assessing unconsciousness: A preliminary study. *Clin. Neurophysiol.*, 2011, iss. 122, pp. 490–498.

Информативные показатели нелинейного анализа ЭЭГ у больных с синдромами посткоматозного нарушения сознания после тяжелой черепно-мозговой травмы в динамике ее восстановления

О. В. Кулик[1], О. Ю. Майоров[2, 3]
[1]Научно-практический Центр нейрореабилитации «Нодус», Бровары, Украина
[2]Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина
[3]Институт медицинской информатики и Телемедицины, Харьков, Украина

Резюме

Введение. Исследование посвящено вопросам нелинейного многоразмерный анализа ЭЭГ у больных с постравматическими посткоматозными расстройствами сознания, в зависимости от стадий его восстановления по Т. А. Доброхотовой (1985) в ходе восстановительного лечения и реабилитации.

Объем и методы исследований. В основу работы положен анализ 220-ти больных с посткоматозними расстройствами сознания после тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ). Линейный и нелинейный анализ ЭЭГ проводился с помощью программного комплекса *NeuroResearcher*® *Innovation Suite*® (модулі *Basic*®, *Spectra*® и *Chaos*®) (Version 18.5).

Результаты. В работе исследованы особенности ключевых нелинейных свойств ЭЭГ, и проводится анализ малоизученных и дискуссионных вопросов относительно высокоинформативных показателей, наиболее коррелирующих с динамикой перехода на более высокие стадии синдромов нарушенного сознания.

Доказано значительное преобладание диагностической информативности нелинейного многоразмерный анализа ЭЭГ по сравнению с традиционным линейным корреляционным и спектральным анализом, особенно в выявлении и объективизации признаков интегративной деятельности мозга с синдромами подавленного сознания. Полученные результаты свидетельствуют о значительно более высокой чувствительности данного метода в прогнозировании выхода на более высокие стадии восстановления сознания.

Выводы. Для повышения результативности электроэнцефалографической диагностики, достоверности полученных ЭЭГ показателей у больных с посткоматозными нарушениями сознания после тяжелой ЧМТ, независимо от стадии восстановления сознания в процессе восстановительного лечения и реабилитации, рекомендуется рутинный (визуальный) и линейный (корреляционный и спектральный) анализ кЭЭГ всегда дополнять многоразмерным нелинейным анализом, с вычислением величин энтропии, размерности нейродинамических систем (сложность), параметров аттракторов, а также мультифрактальних свойств ЭЭГ. Это улучшает не только понимание текущего функционального состояния головного мозга, а также дополняет диагностику объективным прогностическим инструментом.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма; посткоматозные нарушения сознания; паттерны ЭЭГ; нейродинамика; нелинейный анализ ЭЭГ; детерминированный хаос; аттрактор; энтропия Колмогорова–Синая.

Informative indicators of quantitative non-linear analysis of EEG in patients with post-comatose disorders of consciousness after severe head injury in the dynamics of its recovery

O. V. Kulyk[1], O. Yu. Mayorov[2, 3]

[1]Scientific-practical Center of Neurorehabilitation «Nodus», Brovary, Ukraine
[2]Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
[3]Institute of Medical Informatics and Telemedicine LTD, Kharkiv, Ukraine

e-mail: org@nodus.ua

Abstract

Introduction. The study is devoted to nonlinear multidimensional analysis of EEG in patients with post-traumatic post-comatose disorders of consciousness, depending on the stages of its recovery according to T. A. Dobrokhotova (1985) during the restoration treatment and rehabilitation.

The scope and methods of research. The study is based on the analysis of 220 patients with post-coma disorders of consciousness after severe head traumatic injury. Linear and nonlinear EEG analysis was performed using the software package *NeuroResearcher®Innovation Suite®* (modules *Basic®*, *Spectra®* and *Chaos®*) (Version 18.5).

Results. The paper reveals the features of the key non-linear properties of the EEG, and analyzes the little-studied and controversial issues regarding highly informative indicators that most correlate with the dynamics of the transition to higher stages of impaired consciousness syndromes.

A significant predominance of diagnostic informativity of nonlinear multidimensional EEG analysis is proved compared to traditional linear correlation and spectral analysis, especially in identifying and objectifying the signs of integrative brain activity with syndromes of repressed consciousness. The results obtained indicate a significantly higher sensitivity of this method in predicting the release to higher stages of restoration of consciousness.

Findings. To improve the performance of electroencephalographic diagnostics, as well as to increase the reliability of the EEG parameters obtained in patients with post-comatose impairment of consciousness after severe head traumatic injury, regardless of the stage of recovery of consciousness during restoration treatment and rehabilitation. It is always recommended to supplement the routine (visual) and quantitative linear analysis of qEEG on multidimensional nonlinear analysis, with mapping primarily of entropy values, dimension of neurodynamics systems (complexity), attractors' parameters, and also multifractal properties of EEG. This enhances not only the understanding of the current functional state of the brain, but also complements the diagnostics with an objective prognostic tool.

Key words: Traumatic brain injury; Post-comatose disorders of consciousness; EEG patterns; Neurodynamics; Nonlinear EEG analysis; Deterministic chaos; Attractor; Kolmogorov–Sinai entropy.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 52–68. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.07
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (46)

References

1. Aleksandrov M. V. Possibilities of quantitative EEG in assessing the level of depression of consciousness: ways to overcome the methodological crisis. *Materialy II-y Vserossiyskoy nauchno-prakt. Konfer. «Kolichestvennaya EEG i neyroterapiya». 27–29 aprelya 2009* [Proc. of the 2-nd All-Russian Scientific Practical Conference «Quantitative EEG and Neurotherapy». April 27–29, 2009], 2009, SPb Publ., p. 5. (In Russ.).
2. Andreev Yu. V., Dmitriev A. S., Kuminov D. A. Chaotic processors. *Uspehi sovremennoj radioelektroniki* [Successes of modern rdioelectronics], 1997, no. 10, pp. 50–77. (In Russ.).
3. Dmitriev A. S. Chaos and information processing in nonlinear dynamic systems. *Radiotehnika i elektronika* [Radio engineering and Electronics], 1993, vol. 38, no. 1, pp. 1–24. (In Russ.).
4. Dmitriev A. S., Kuminov D. A. Chaotic scanning and pattern recognition in neural-like learning systems. *Radiotehnika i elektronika* [Radio engineering and Electronics], 1994, vol. 39, pp. 633–641. (In Russ.).
5. Dobrohotova T. A., Bragina N. N. The nature of functional symmetry — the asymmetry of the human brain. *Problemy nejrokibernetiki. Mehanizmy funkcionalnoj mezhpolusharnoj asimmetrii mozga* [Neurocybernetics problems. Mechanisms of functional interhemispheric asymmetry of the brain]. ELISTA Publ., 1985, pp. 3–10. (In Russ.).
6. Mayorov O. Yu., Glukhov A. B., Fenchenko V. N., Prognimak A. B. The implementation of the method of displacement using the estimated dimensions of the axes of the attractor of a dynamic system *Zn. Kibernetika i vychislitel'naya tekhnika* [J. Cybernetics and Computer Engineering], 2007, iss. 153, pp. 3–9. (In Russ.).
7. Mayorov O. Yu., Fenchenko V. N. Researching of the brain bioelectrical activity from positions of multidimensional linear and nonlinear EEG analysys. *Zh. Klinicheskaya informatika i Telemedicina* [J. Clinical Informatics and Telemedicine], 2008, vol. 4, iss. 5, pp. 12–20. (In Russ.).
8. Mayorov O. Yu., Fenchenko V. N. About the evaluation of the deterministic chaos parameters at bioelectric activity research

of the brain (EEG). *Zh. Klinicheskaya informatika i Telemedicina* [J. Clinical Informatics and Telemedicine], 2006, vol. 3, iss. 4, pp. 37–46. (In Russ.).
9. Mayorov O. Yu., Fenchenko V. N. Multifractal analysis in the study of brain bioelectric activity. *Zn. Kibernetika i vychislitel'naya tekhnika* [J. Cybernetics and Computer Engineering], 2015, iss. 181. pp. 81–94. (In Russ.). DOI:10.15407/kvt181.01.070
10. Starchenko I. B., Reznichenko A. A., Budko R. Yu. Modeling of electrical processes in the human brain using non-linear dynamics methods. *Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii* [Caspian Journal: management and high technology], 2013, vol. 2, no. 22, pp. 80–88. (In Russ.).
11. Sharova E. V., Zaitsev O. S., Shchekuteva G. A. et al. EEG and EP in predicting the development of unconscious states after a severe injury. *DonNMU Publ.,* 2008, vol. 4, pp. 82–84. (In Russ.).
12. Bashore T., Martinerie J., Albano A., Zimmerman I., Mess A.: Dynamics of brain electrical activity. *Brain Topography,* 1989, no. 2, pp. 99–118.
13. Babloyantz A., Destexhe A. Low dimensional chaos in an instance of epilepsy. *Proc Nat. Acad. Sci. USA,* 1986, iss. 83, pp. 3515–3517.
14. Babloyantz A., Destexhe A. The Creutzfeldt–Jacob disease in the hierarchy of chaotic attractor. *In: Markus M., Muller S., Nicolis G., eds. From chemical to biological organization*, Berlin. *Springer*, 1987, pp. 307–316.
15. Babloyantz A. Chaotic dynamics in brain activity. *In: Basar E., ed. Dynamics of sensory and cognitive processing by the brain*. Berlin, *Springer*, 1988, pp. 196–202.
16. Thatcher R. W., Biver C., McAlaster R., Salazar A. Biophysical Linkage between MRI and EEG Coherence in Closed Head Injury. *NeuroImage*, 1998, vol. 8, iss. 4, pp. 307–326.
17. Boccaletti S., Grebogi C., Lai Y. C., Mancini H., Mazaet D. The control of chaos: Theory and applications. *Physics Reports,* 2000, iss. 329, pp. 108–109.
18. Peng C.-K., Havlin S., Stanley H. E., Goldberger A. L. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series. *CHAOS,* 1995, vol. 5, no. 2008, vol. 70, iss. 4, pp. 1235–1249.
19. Destexhe A., Sepulchre J. A., and Babloyantz A. A comparative study of the experimental quantification of deterministic chaos. *Phys. Lett. A,* 1988, vol. 132, pp. 101–106.
20. Dong-yu Wu, Gui Cai, Zorowitz R. D., Ying Yuan, Jie Wang, Wei-qun Song. Measuring interconnection of the residual cortical functional islands in persistent vegetative state and minimal conscious state with EEG nonlinear analysis. *Clin. Neurophysiology,* 2011, vol. 122, iss. 10, pp. 1956–1966.
21. Dong-yu Wu., Gui Cai., Ying Yuan., Lin Liu., Guang-qing Li., Weiqun Song., Mao-bin Wang. Application of nonlinear dynamics analysis in assessing unconsciousness: A preliminary study. *Clin. Neurophysiology,* 2011, vol. 122, iss. 3, pp. 490–498.
22. Dunkin J. J., Leuchter A. F., Newton T. F., Cook I. A. Reduced EEG coherence in dementia: state or trait marker? *Biol. Psychiatry*, 1994, vol. 35, pp. 870–879.
23. Fell J., Rochke J., Beckmann P. Nonlinear analysis of sleep EEG data in schizophrenia: calculation of the principal Lyapunov exponent. *Psychiatry Res.*, 1995, iss. 56, pp. 257–269.
24. Freeman W. J. Simulation of chaotic EEG pattern with a dynamic model of the olfactory system. *Biol. Cyb.*, 1987, vol. 56, iss. 2–3, pp. 139–150.
25. Freeman W. J., Yao Y. and Burke B. Central pattern generating and recognition in olfactory bulb: a correlation-learning rule. *Neural Networks*, 1988, vol. 1, pp. 277–278.
26. Yoong Y. and Freeman W. J. Model of Biological Pattern Recognition with Spatially Chaotic Dynamics. *Neural Networks*, 1990, vol. 3, no. 2, pp. 153–170.
27. Glass L., Michel R. G., Mackey M., Shrier A. Chaos in neurobiology. *IEEE Trans. Sys. Man & Cybernatics,* 1983, vol. 13, iss. 5, pp. 790–798.
28. Gosseries O. et al. Automated EEG entropy measurements in coma, vegetative state/unresponsive wakefulness syndrome and minimally conscious state. *Functional Neurology*, 2011, vol.26, iss. 1, pp.1–6.
29. Hornero R., Alonso A., Jimero N., Jimero A., Lopez M.. Nonlinear analysis of time series generated by schizophrenic patients. *IEEE Eng. Med. Biol.*, 1999, P. 18, pp.84–90.
30. Jeong Jaeseung J., Chae Jeong–Ho, Kim Soo Yong; Han Seol–Heui. Nonlinear Dynamic Analysis of the EEG in Patients with Alzheimer's Disease and Vascular Dementia. *Clin. Neurophysiology*, 2001, vol. 18, iss. 1, pp. 58–67.
31. Lin M., Chan H., Fang S. Linear and nonlinear EEG indexes in relation to the severity of coma. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, 2005, iss. 4, pp. 580–4583.
32. Mayer G., Layne S. C. Dimensionality of the human encephalogram. In perspectives in Biological Dynamics and Theoretical Medicine. *Annals NY Acad. Sci. Ed by: Koslow S. H., Madell A. J., Shlessinger M. F.,* 1987, pp. 504–507.
33. Mayorov O. Yu., Fenchenko V. N. Searching for «neuromarkers» characteristic for pathologic changes in schizophrenia by using the scaling indices of the cerebral bioelectrical activity. *European J. of Biomed. Informatics (EJBI),* 2018, vol. 14, iss. 1, pp. 67–74.
34. Thakor N. V., Tong S. Advances in Quantitative Electroencephalogram Analysis Methods. *Annual Rev. of Biomed. Engineering*, 2009, vol. 6, pp. 453-495. doi:10.1146/annurev.bioeng.5.040202.121601
35. Jaeseung Jeong, Jeong–Ho Chae, Soo Yong Kim, and Seol–Heui Han. Nonlinear Dynamic Analysis of the EEG in Patients with Alzheimer's Disease and Vascular Dementia. *Clin. Neurophysiology,* 2001, vol. 18, no.1, pp. 58 –67.
36. Rényi A. On measures of information and entropy. *Proc. of the 4th Berkeley Symposium on Mathematics, Statistics and Probability*. 1960. 1961, pp. 547–561.
37. Skarda C. A. and Freeman W. J. How Brains Make Chaos in Order to Make Sense of The World. *Behavioral and Brain Sciences*, 1987, vol. 10, pp. 161–195.
38. Spasic S., Culic M., Grbic G., Martac L., Sekulic S., Mutavdzic D. Spectral and Fractal Analysis of Cerebellar Activity After Single and Repeated Brain Injury. *Bulletin of Math. Biology*, 2008, vol. 70, iss. 4, pp. 1235–1249.
39. Slobounov S., Sebastianelli W., Hallett M. Residual brain dysfunction observed one year post-mild traumatic brain injury: Combined EEG and balance study. *Clin. Neurophysiology*, 2012, vol. 123, iss. 9, pp. 1755–1761.
40. Soong A. C., Stuart C. I. Evidence of chaotic dynamics underlying the human alpha-rhythm electroencephalogram. *Biol. Cybern.,* 1989, iss. 62, pp. 55–62.
41. Stam C. J. Nonlinear dinamical analysis of EEG and MEG: Review of an emerging field (Invited review). *Clin. Neurophysiology*, 2005, iss. 116, pp. 2266–2301.
42. Thatchera R. W., Biver C., McAlaster R., Salazar A. Biophysical Linkage between MRI and EEG Coherence in Closed Head Injury. *NeuroImage*, 1998, vol. 8, iss. 4, pp. 307–326.
43. Vivien B., Langeron O., Riou B. Entropy and bispectral index in brain-dead organ donors. *Intensive Care Med.*, 2007, iss.33, pp. 919–920.
44. Wendling F., Bellanger J. J., Bartolomei F., Chauvel P. Relevance of nonlinear lumped-parameter models in the analysis of depth-EEG epileptic signals. *Biol. Cybernetics*, 2000, vol. 83, iss. 4, pp. 367–378.
45. Wennervirta J., Salmi T., Hynynen M. et al. Entropy is more resistant to artifacts than bispectral index in brain-dead organ donors. *Intensive Care Med.*, 2007, iss. 33, pp. 133-136.
46. Wu D., Cai G., Yuan Y. et al. Application of nonlinear dynamics analysis in assessing unconsciousness: A preliminary study. *Clin. Neurophysiol.*, 2011, iss. 122, pp. 490-498.

Листування

к.мед.н., Заслужений лікар України
нейрохірург вищої категорії
лікар функціональної діагностики, директор **О. В. Кулик**
Науково-практичний Центр нейрореабілітації «Нодус»
вул. Героїв УПА, 7а, Бровари, 07400, Україна
тел./факс: +38 (044) 579 90 25
ел. пошта: org@nodus.ua

УДК: 519.71+ 004.652.4+004.827

Внутрішньоопераційна оцінка ризиків післяопераційного періоду за характеристиками лапароскопічних зображень

А. Б. Бузиновський, Д. М. Баязітов, А. В. Ляшенко, Д. В. Новіков, Т. Л. Годлевська
Одеський національний медичний університет, Україна

Резюме

Вступ. Мисковий біль є скаргою, яка є причиною звернення по гінекологічну допомогу 25% всіх звернень, а також причиною більше ніж 40% всіх діагностичних лапароскопічних досліджень у жінок.

Постанова задачі і методи дослідження. За алгоритмами дослідження кольору, текстури, а також контуру відеолапароскопічних зображень визначали обмежені та значні запальні процеси. Обмеженими визнавали поодинокі вогнища запалення розміром до 2,0 см. Значний запальний процес визначався як множинні вогнища запалення із їх злиттям, розміром окремих елементів більше 2,0 см. Досліджували ризик перебування в стаціонарі більше від чотирьох діб за розрахунком відношення шансів у жінок оперованих з приводу запалення органів малої миски, ендометріозу та об'ємних процесів тубооваріальної зони.

Об'єкт дослідження. Ефективність критерія тяжкості запалення, який визначався за ознаками лапароскопічного зображення, у відношенні до прогнозування тривалості післяопераційного перебування в стаціонарі.

Результати дослідження. Величина відношення шансів у жінок із виразним запаленням органів малої миски склала 18,804 ± 0,496, при ендометріозі — 14,824 ± 0,290, а при об'ємних процесах тубооваріальної зони — 9,969 ± 0,442.

Заключення. Критерій виразності запального процеса органів малої миски у жінок, який визначається за ознаками лапароскопічного відео зображення, дозволяє прогнозувати тривалість перебування пацієнтів в стаціонарі в післяопераційному періоді.

Ключові слова: лапароскопія; система підтримки прийняття рішення хірургом; розрахунок ризиків ускладнень в хірургії.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 69–73. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.08

Вступ

В хірургічній практиці розроблено і застосовуються системи підтримки прийняття рішень хірургом (СППРХ), які дозволяють визначитися з прогнозом ризиків виникнення ускладнень в післяопераційному періоді [2, 4, 7]. Однак подібні системи *не враховують методи* прийняття рішень, СППРХ в більшості випадків базуються на використанні певних клінічних ознак захворювання, а також застосуванні відповідних шаблонів з мінімізацією інформативних ознак для проведення розрахунків прогнозу захворювання, які досить часто ігнорують існуючі медичні діагностичні стандарти [3, 6].

Розвиток лапароскопічних технологій — запровадження в практику монопортових систем, мінілапароскопічних втручань, значне зростання якості відеоінформації і т. п., поставили питання щодо використання лапароскопічного відеоряду в якості компонента СППРХ [1, 2, 10, 11]. Досвід лапароскопічної діагностики запалення хробаковидного відростку свідчить на користь значних перспектив аналізу діагностичної відеоінформації [1, 5].

Зважаючи на автоматизований характер розрахунку ризиків, що здійснювалось СППРХ в режимі реального часу, **метою** роботи було вивчити можливість визначення показників розрахунку ризику тривалого перебування в стаціонарі після хірургічного втручання на основі оцінки виразності запального процесу за характеристиками лапароскопічних зображень.

Матеріал та методи дослідження

Всього при проведенні вивчення відповідних клінічних випадків за даними історій хвороб 127 пацієнток, які отримали медичну допомогу в Одеській обласній клінічній лікарні в період з 2014 по 2017 р.р. віком від 17 до 45 років. Крім того, ефективність розробленої діагностики була апробована при виконанні втручань у 27 жінок в період з 2016-2017 р.р.

Критеріями включення пацієнтів до спостереження були:

- репродуктивний вік жінок;
- наявність в анамнезі у жінок больового синдрому мискового походження / больового синдрому в нижніх відділах живота;
- проведення лапароскопічної діагностики та виконання втручання за допомогою лапароскопічних технологій;
- можливість експертної оцінки ефективності застосованої діагностичної процедури та лікування та оцінки ефективності хірургічного втручання за показниками виникнення ускладнень в післяопераційному періоді.

Під час визначення критеріїв, які можливо було б застосувати для прогнозування стану пацієнта, виходили із можливостей алгоритмів автоматизованого аналізу зображень, які забезпечували роботу розробленої нами СППРХ [1, 7]. Одним із таких критеріїв, який дозволяв проводити синдромальну діагностику, був алгоритм дослідження кольору ділянки, яка підозрювалась щодо розвитку патологічного процесу. Доцільність подібного вибору доводилась тим, що в усіх шкалах розрахунку ризиків для пацієнтів хірургічного профілю фігурують ознаки виразності запального процесу, як причини хронічного мискового та абдомінального болю [8, 9].

Тому ми ввели *показник виразності запального процесу* при його автоматизованій діагностиці за допомогою СППРХ, яку визначали як обмежену та значну. **Обмеженими** визнавали поодинокі вогнища запалення на поверхні серозної оболонки органів малої миски — розміром до 2,0 см. **Значний** за виразністю запальний процес визначався за показниками

множинних вогнищ запалення із їх злиттям, розміром окремих елементів більше 2,0 см та двостороннім ураженням органів малої миски.

Відповідно до зазначених критеріїв було проведено дослідження показника *відношення шансів перебувати на ліжку* довше чотирьох діб післяопераційного періоду при різній за виразністю лапароскопічній картині запалення та автоматизованого розподілу за допомогою СППРХ виразності запального процесу на виразні та обмежені патологічні зміни.

Пацієнти надавали інформовану згоду на застосування вказаних лікувальних факторів. Дослідження проведені у відповідності до наказу МОЗ України №281 від 01.11.2000 р. і схвалені комісією з питань біоетики Одеського національного медичного університету.

Результати дослідження

Із 127 лапароскопічних записів у жінок з ретро-дослідженнями у 35 перебування в стаціонарі перевищило чотири доби. При цьому у 27 з них перегляд лапароскопічної картини дослідження засвідчив наявність значних запальних змін (фактору ризику), в той час як подібна картина у пацієнток, які перебували в стаціонарі після операції до чотирьох діб визначалась у 14 із 92 жінок. Розраховане для групи жінок із діагнозом запалення органів малої миски відношення шансів для фактору ризику — наявності значних запальних змін, які було діагностовано за допомогою СППРХ, мало величину 18,804±0,496 (табл. 1).

Аналіз, проведений в групах жінок із ендометріозом засвідчив, що фактор ризику — значний за виразністю лапароскопічних змін запальний процес реєструвався у 92 жінок, з яких 63 перебували на лікуванні більше чотирьох діб. В той же час, аналогічні зміни у жінок з меншою тривалістю перебування на ліжку мали місце у 34 пацієнток з 266. Розраховане для групи жінок із діагнозом ендометріозу відношення шансів для фактору ризику — наявності значних запальних змін, які було діагностовано за допомогою СППРХ, мало величину 14,824±0,290 (табл. 1).

У жінок, яким було надано хірургічну допомогу з приводу об'ємних процесів в тубооваріальній зоні досліджуваний фактор ризику реєструвався у 55 пацієнток з яких 29 перебували більше чотирьох діб в стаціонарі після втручання. Із 66 пацієнток з тривалістю перебування менше від чотирьох діб вказаний фактор ризику реєструвався в 12 випадках. Розраховане для групи жінок із діагнозом об'ємних змін тубооваріальної зони відношення шансів для фактору ризику — наявності значних запальних змін, які було діагностовано за допомогою СППРХ, мало величину 9,969±0,442 (табл. 1).

Подібні значення відношення шансів мали місце для таких факторів ризику (табл. 1), як ішемічна хвороба серця (11,055±0,517), а також недостатнє споживання кисню середнього рівня виразності за показником кардіопульмонарної проби (12,003±0,472).

При визначенні внутрішньо операційного ризику за зазначеними критеріями СППРХ використовувала алгоритм роботи, наведений на рис. 1. Особливістю алгоритму було урахування в розрахунку величини ризиків, яке проводили із включенням фактору значного запалення, внесок якого до величини ризику відповідав внеску негативної кардіопульмонарної проби середнього ступеню виразності.

Практичне застосування обраного критерію виявилося важливим у наступних випадках:

- при проведенні діагностичної лапароскопії і застосуванні додаткових заходів в периопераційному періоді, а також внутрішньоопераційно (місцеве застосування антибіотиків) — у 15 пацієнтів;
- внутрішньоопераційно проведено корекцію ділянок видалення (ендометріоз), відкореговано фармакотерапію (12 пацієнтів) в післяопераційному періоді.

В зазначених випадках пацієнти були виписані в термін 3–5 діб з моменту втручання в задовільному стані. Повторного звернення по медичну допомогу не було впродовж півроку з моменту виписки із стаціонару.

Заключення

Таким чином, отримані результати засвідчили, що процес прийняття рішення на основі доповнення клінічної інформації даними відео-лапароскопічного спостереження органів черевної порожнини та малої миски є актуальним щодо залучення до автоматизованої підтримки діагностичних рішень засобами СППРХ.

Проведені дослідження засвідчили, що лапароскопічне зображення є достатньо інформативним щодо визначення

Табл. 1. Відношення шансів з 95% довірчим інтервалом для СППРХ–показника наявності значних запальних змін з тривалістю післяопераційного перебування на ліжку більше чотирьох діб, оперованих з приводу різних нозологічних форм захворювань органів малої миски у жінок.

Досліджувані показники	Нозологічна форма захворювання		
	Запалення органів малої миски	Ендометріоз	Об'ємні процеси тубооваріальної зони
Шанс наявності фактору ризику в групі пацієнток з тривалим лікуванням	3,375	2,172	1,813
Шанс знайти фактор ризику в групі пацієнток з перебуванням на лікування менше чотирьох діб	0,179	0,147	0,182
Відношення шансів (OR)	18,804	14,824	9,969
Стандартна помилка відношення шансів (S)	0,496	0,290	0,442
Нижня межа 95% довірчого інтервалу (CI)	7,109	8,397	4,191
Верхня межа 95% довірчого інтервалу (CI)	49,737	26,168	23,713

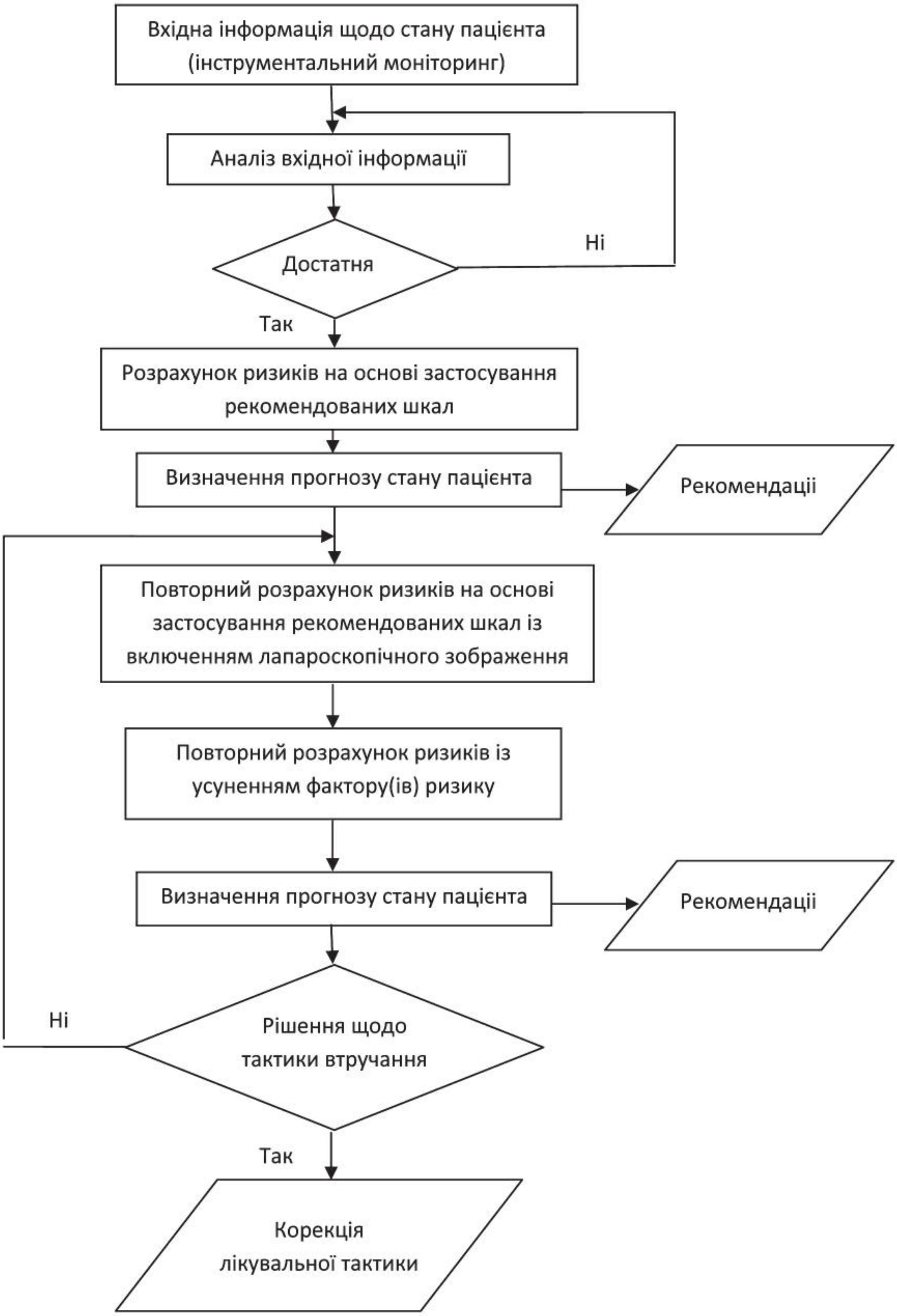


Рис. 1. Алгоритм роботи СППРХ в режимі вироблення внутрішньоопераційних рекомендацій та прийняття рішення щодо змін тактики хірургічного лікування на основі розрахунку факторів ризику.

тяжкості запального процесу. Застосований критерій — виразність запального процеса, який визначали із застосуванням відео-лапароскопічних характеристик, дозволяє прогнозувати тривалість перебування пацієнта в стаціонарі після виконання хірургічного втручання.

Подібний результат відповідає напрямам сучасних досліджень, які мають за мету підвищити ефективність розрахунків ризиків погіршення стану пацієнтів в післяопераційному періоді шляхом врахування інформативних показників, отриманих при аналізі лапароскопічних зображень [1, 5, 10].

Отримані результати, які свідчать щодо ефективності характеристик лапароскопічних зображень в якості прогностичних можуть бути використані в автоматизованих системах внутрішньоопераційного розпізнавання як окремих захворювань, так і визначення їх тяжкості з генеруванням відповідних рекомендацій щодо тактики лікувальних заходів при захворюваннях малої миски та органів нижнього відділу черевної порожнини.

Висновки

1. Застосування критерію виразності запального процесу за характеристиками лапароскопічного зображення, а саме — значний за виразністю запальний процес у вигляді множинних вогнищ запалення з їх злиттям, розміром окремих елементів більше 2,0 см та двостороннім ураженням органів малої миски, дозволяє прогнозувати тривалість перебування пацієнта на ліжку в післяопераційному періоді.

2. Внутрішньоопераційне автоматизоване визначення значного за виразністю запалення дозволяє ефективно корегувати лікувальні заходи і запобігати тривалому відновленню здоров'я пацієнтів у післяопераційному періоді.

Дослідження проводилося з дотриманням національних норм біоетики та положень Гельсінської декларації (у редакції 2013 р.). Автори статті — А. Б. Бузиновський, Д. М. Баязітов, А. В. Ляшенко, Д. В. Новіков, Т. Л. Годлевська — підтверджують, що у них відсутній конфлікт інтересів.

Література

1. Баязітов Д. М., Кресюн Н. В., Бузиновський А. Б., Ляшенко А. В., Нєнова О. М. Автоматизована комп'ютерна діагностика апендициту під час лапароскопічного втручання. *Клінічна хірургія*, 2017, №8 (904), сс. 21–23.
2. Доан Д. Х., Крошилин А. В., Крошилина С. В. Обзор подходов к проблеме принятия решений в медицинских информационных системах в условиях неопределенности. *Фундаментальные исследования*, 2015, № 12, сс. 26–30.
3. Колесникова Т. В., Штейнберг А. М. Интерактивная информационная система поддержки принятия многокритериальных решений. *Труды Междун. научно-технической конфер., «Перспективные информационные технологии»*, 2015, том 1, сс. 171–173.
4. Кравченко В. В. Автоматизована інформаційна технологія підтримки прийняття рішень при управлінні фізичним здоров'ям людини. *Інженерія програмного забезпечення,* 2015, № 2, (22), сс. 29–39.
5. Литвин А. А., Литвин В. А. Системы поддержки принятия решений в хирургии. *Новости хирургии,* 2014, № 1, сс 96–100.
6. Мінцер О. П., Шевченко Я. О., Фещенко А. І., Ярошенко О. О. Прийняття рішень у мобільній медицині. *Труди конф.СППР 2017 «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика»*, Київ, 2017, сс. 81–82.
7. Бузиновський А. Б., Коваленко О. С., Баязітов Д. М., Ляшенко А. В., Нєнова О. М. Система підтримки прийняття рішень при лапароскопічних хірургічних втручаннях та оцінка її ефективності при апендектомії. *Досягнення біології і медицини*, 2016, №1, сс. 31–35.
8. Moonesinghe S. R., Harris S., Mythen M. G. et al. Survival afterpostoperative morbidity: a longitudinal observational cohortstudy. *Br. J. Anaesth*, 2014, vol. 113, pp. 977–984.
9. Oshima L. E., Emanuel E. J. Shared decision making to improve care and reduce costs. *N. Engl. J. Med.*, 2013, vol. 368, iss.1, pp. 6–8. doi: 10.1056/NEJMp1209500
10. Kumar S., Singhal P. and Krovi V. N. Computer-Vision-Based Decision Support in Surgical Robotics. *IEEE Design & Test.*, 2015, vol. 32, no. 5, pp. 89–97.
11. Crebbin W., Beasley S. W., Watters D. A. Clinical decision making: how surgeons do it. *ANZ J Surg.*, 2013, vol. 83, iss. 6, pp. 422–428.

Внутриоперационная оценка рисков послеоперационного периода по характеристикам лапароскопических изображений

А. Б. Бузиновский, Д. Н. Баязитов, А. В. Ляшенко, Д. В. Новиков, Т. Л. Годлевская

Одесский национальний медицинский университет, Украина

Резюме

Введение. Тазовая боль является причиной 25% всех обращений женщин к гинекологу, а также причиной более, чем 40% всех диагностических лапароскопических исследований у женщин. **Постановка задачи и методы исследования.** На основе применения алгоритмов исследования цвета, текстуры и контура видеолапароскопических изображений воспалительный процесс определяли как ограниченный и выраженный. Ограниченными считали отдельные очаги воспаления размером до 2,0 см. Выраженный процесс определяли в виде множественных очагов воспаления сливного характера размером отдельных элементов более 2,0 см. Исследовали риск пребывания в стационаре более четырех суток методом расчета отношения шансов у женщин оперированных по поводу воспаления органов малого таза, эндометриоза, а также объемных процессов тубоовариальной области.

Объект исследования. Эффективность критерия выраженности воспаления, который определяли по характеристикам видеолапароскопического изображения в отношении прогноза длительности послеоперационого прбывания в стационаре.

Результати исследования. Величина отношения шансов у женшин с выраженным воспалением органов малого таза составила 18,804 ± 0,496, при эндометриоза — 14,824 ± 0,290, а при объемных процесах тубоовариальной зоны — 9,969 ± 0,442.

Заключение. Критерий выраженности воспалительного процесса органов малого таза у женщин, который определяли по характеристикам видеолапароскопического изображения, позволяет прогнозировать длительность пребывания пациентов в стационаре в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: лапароскопия; система поддержки принятия решения хирургом; расчет рисков осложнений в хирургии.

Characteristics of laparoscopic images as a basis for postoperative period risks estimation

A. B. Buzinovsky, D. M. Bayazitov, A. B. Lyashenko, D. V. Novikov, T. L. Godlevska
Odessa National Medical University, Ukraine
e-mail: arturdoc1983@ukr.net

Abstract

Introduction. Pelvis pain in women is in charge for 25% of advertisements for medical help and for more than 40% of all diagnostic laparoscopic investigations.

Formulation of the problem. Methodology. Two types of inflammation have been identified on the basis of algorithms on videolaparoscopic color, texture and contour estimation — local and pronounced ones. Local process was diagnosed in case of superficial solitary foci diameter up to 2,0 cm while pronounced one was characterized by multiple joined and bilateral foci with their size exceeded 2,0 cm. Odds ratio values were calculated with the purpose of estimation of risks of staying at hospital more than four days after women with inflammation, endometriosis and tumor-like processes in tubo-ovarial zone have been operated on.

The object of the study. The effectiveness of prognosis of staying patients at hospital during postoperative period which was based on the proposed videolaparoscopic criteria of the pronouncement of inflammation was investigated.

Study results. Odds ratio in women who had positive index (laparoscopy verified severe inflammation) was 18,804 ± 0,496, while in women with endometriosis the odds ratio was 14,824 ± 0,290, and in case of tumors of tuboovarial zone — 9,969 ± 0,442.

Conclusions. The criteria of pelvic inflammation pronouncement determined on the basis of videolaparoscopic data satisfactorily forecasted the length of women staying at hospital in postoperative period.

Key words: Laparoscopy; System of support of surgeon decision; Risks of surgical complications precipitation.
©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 69–73. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.08
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (11)

References

1. Bayazitov D. M., Kresyun N. V., Buzynovsky A. B., Lyashenko A. V., Nenova O. M. Automatic computer diagnostics of appendicitis during laparoscopic intervention. *Klinichna Hirurgija* [Clinical Surgery]. 2017, no. 8, iss. 904, pp. 21–23. (In Ukr.).
2. Doan D. H., Kroshilin A. V., Kroshilina S.V. The review on the problem of decision support in medical informational systems under conditions of uncertainty. *Fundamentalnye Issledovaniya* [Fundamental Investigations]. 2015, no. 12, pp. 26–30. (In Russ.).
3. Koleshnikova T. V., Shteinberg A. M. [Interactive informational system of the support of multicriterial decision]. *Trudy of Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii «Perspektivnye informacionnye tehnologii»* [Proc.of the Int. Conf. «Perspective informational technologies»]. Moscow, 2015, vol. 1, pp. 171–173. (In Rus.).
4. Kravchenko V. V. The automatic informational technology on the decision support in the course of human physical health governing. *Inzheneriya Programnogo Obespecheniya* [Engineering of software providing]. 2015, vol. 2, iss. 22, pp. 29–39. (In Ukr.).
5. Litvin A. A., Litvin V. A. Systems of decision support in surgery. *Novosti Hirurgii* [News in Surgery]. 2014, no. 1, pp. 96–100. (In Russ.).
6. Mintser O. P., Shevchenko Ya. O., Feshchenko A. I., Yaroshenko O. O. [Decisions in mobile medicine]. *Trudy Konf. SPPR 2017 «Sistemy pidtrymki pryjnyattya rishen. Teoria I praktika»* [Proc.of the Conf. SPPR, 2017 «Systems of decision support. Theiry and practice»]. 2017, pp. 81–82. (In Ukr.).
7. Buzynovskij A. B., Kovalenko O. S., Bayazitov D. M., Lyashenko A. V., Nenova O. M. The system of decision support in laparoscopic surgery and it's effectiveness estimation in the course of appendectomy. *Disyagnennya Biologii i Mediciny* [Achievements of Biology and Medicine]. 2016, no. 1, pp. 31–35. (In Ukr.).
8. Moonesinghe S. R., Harris S., Mythen M. G. et al. Survival afterpostoperative morbidity: a longitudinal observational cohortstudy. *Br. J. Anaesth,* 2014, vol. 113, pp. 977–984.
9. Oshima L. E., Emanuel E. J. Shared decision making to improve care and reduce costs. *N. Engl. J. Med.,* 2013, vol. 368, iss. 1, pp. 6–8. doi: 10.1056/NEJMp1209500
10. Kumar S., Singhal P. and Krovi V. N. Computer-Vision-Based Decision Support in Surgical Robotics. *IEEE Design & Test.,* 2015, vol. 32, no. 5, pp. 89–97.
11. Crebbin W., Beasley S. W., Watters D. A. Clinical decision making: how surgeons do it. *ANZ J Surg.,* 2013, vol. 83, iss. 6, pp. 422–428. doi: 10.1111/ans.12180.

Листування

А. Б. Бузиновський, аспірант
кафедра біофізики, інформатики та медичної апаратури
Одеський національний медичний університет
Валіховський пров., 2
Одеса, 65082, Україна
ел.пошта: arturdoc1983@ukr.net

УДК 616.214.7/.8-008.1-073.173-036.1

Анализ влияния аэродинамических показателей носового дыхания при диагностике респираторно-обонятельных нарушений

Н. О. Шушляпина

Харьковский национальный медицинский университет, Украина

Резюме

Введение. Для диагностирования респираторно-обонятельных нарушений целесообразно использовать количественную оценку энергетических характеристик носового дыхания при действии соответствующих одоривекторов а также микрохарактеристики воздушного потока в носовой полости.

Цель работы. Анализ влияния аэродинамических показателей носового дыхания при диагностике респираторно-обонятельных нарушений.

Объем и методы исследования. Под наблюдением находилось 45 пациентов с искривлением носовой перегородки. Контрольную группу составляли 40 лиц без нарушения функции носового дыхания. Средний возраст пациентов находился в диапазоне 25–60 лет. Для исследования применялись методы конусно-лучевой компьютерной томографии полости носа и параназальных синусов, задняя активная риноманометрия и компьютерная ольфактометрия с регистрацией энергетических показателей носового дыхания при действии соответствующих одоривекторов.

Результаты. При определении респираторно-обонятельных нарушений на основе анализа линейной модели дискриминации выяснено, что добавление аэродинамических показателей, таких как расход воздуха, перепад давления, времени появления ольфакторной чувствительности и толщины ламинарного пограничного слоя у стенок носовой полости снижает вероятность ошибки диагностики в 3 раза (с 0,35 до 0,11). При этом наибольший вклад в уменьшение вероятности ошибки оказывают расход воздуха, время появления обонятельной чувствительности на одоривектор и величина толщины ламинарного пограничного слоя у стенок носовой полости.

Выводы. Показана эффективность проведения компьютерной ольфактометрии и исследования аэродинамических показателей носового дыхания на микроуровне при диагностике респираторно-обонятельных нарушений.

Ключевые слова: ольфактометрия; риноманометрия; носовое дыхание; ламинарный пограничный слой.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 74–80. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.09

Введение

По данным европейских согласительных документов по риносинуситу и назальному полипозу (European Position Paperin Rhinosinusitis and Nasal Polyposis), нарушение обоняния наряду с затруднением носового дыхания, патологическими выделениями из носавходит в перечень наиболее частых субъективных признаков риносинусита. Согласно оценкам экспертов, частота обонятельной дисфункции у таких больных достигает 14–30% [1].

Более 80% больных синуситом указывают на сопутствующее расстройство обоняния [2]. Дизосмия у пациентов данной группы не сопровождается деструкцией обонятельного эпителия, а связана с отеком слизистой оболочки и гиперсекрецией слизи, что приводит к закрытию просвета узкой обонятельной щели. При вдохе через нос воздух вместе с молекулами пахучего вещества (называемого обонятельным стимулом или одорантом) проходит в каждой из двух носовых полостей по щелевидному каналу сложной конфигурации, который образован продольной носовой перегородкой и тремя носовыми раковинами. Затем часть воздуха поступает в расположенную в верхней задней зоне канала обонятельную область, имеющую вид щели, покрытой обонятельным эпителием. Общая поверхность, занимаемая эпителием в обеих половинках носа взрослого человека, невелика — 2–4 см^2, толщина которого составляет приблизительно 150–300 мкм. Увлекаемые воздушным потоком молекулы пахучих веществ, проникают в носовую полость и переносятся над поверхностью эпителия. При нормальном спокойном дыхании вблизи обонятельного эпителия проходит 7–10% вдыхаемого воздуха. При этом молекуле одоранта необходимо преодолеть слой слизи, покрывающий эпителий (10–50 мкм), для осуществления взаимодействия с обонятельными рецепторами.

В литературе приводятся данные в пользу того, что самый частый вид дизосмии — респираторная, или кондуктивная гипо- и аносмия, которая вызвана риногенными причинами, т. е. изменениями в полости носа, механически затрудняющими или препятствующими доступу пахучих веществ в обонятельную область [3].

В результате клинических наблюдений, проведенных в последнее десятилетие, было доказано, что по частоте встречаемости расстройство обоняния, вызванное заболеваниями верхних дыхательных путей, составляют до 72% всех дизосмий [4].

Коллектив авторов во главе с профессором Ph. Rombaux, изучая причины нарушения обоняния, отметили, что при заболеваниях носа и околоносовых пазух, практически всегда, возникает гипосмия или аносмия [5]. Эти данные совпадают с исследованиями, посвященными диагностике обоняния при хроническом полипозном и остром риносинуситах,

искривлении перегородки носа, булле средней носовой раковины [6, 7]. Нарушение обоняния при вышеперечисленных заболеваниях имеет кондуктивный тип расстройств. Кондуктивная форма обонятельных нарушений, по данным зарубежной литературы, составляет до 90% дизосмий, а по данным отечественных авторов — 35,7% [8].

Приведенные цифры свидетельствуют об исключительной актуальности данной проблемы, особенно в аспекте ранней диагностики респираторно-обонятельных нарушений. В настоящее время также представляют интерес методы диагностики обонятельной функции, основанные на изучении энергетических характеристик дыхания при действии соответствующих одоривекторов [9–11]. Эти методы, объединяющие информацию функциональных и топографических исследований, развиваются на протяжении последних 5-ти лет и специалисту необходимо выяснить их диагностические возможности для формирования методических рекомендаций для их клинического применения [9–11]. Поэтому, учитывая комплексность проблемы диагностики респираторно-обонятельных патологий и объединение функциональных и топографических методов исследования, целесообразным является изучить влияние энергетических показателей носового дыхания по данным компьютерной ольфактометрии и микрохарактеристики воздушного потока в носовой полости при определении нарушений обоняния респираторного генеза.

Таким образом, целью работы является анализ влияния аэродинамических показателей носового дыхания при диагностике респираторно-обонятельных нарушений.

Материалы и методы

Под наблюдением находилось 45 пациентов с искривлением носовой перегородки. Контрольную группу составляли 40 лиц без нарушения функции носового дыхания. Средний возраст пациентов находился в диапазоне 25–60 лет. Диагноз был поставлен на основании жалоб, анамнеза, данных клинического обследования, эндоскопии полости носа, компьютерной томографии и исследования дыхательной обонятельной функции. Учитывались возраст, пол, наличие патологии полости носа, длительность заболевания, приводящего к нарушению обоняния. Первоначально проводилось деление пациентов на группы с искривлением носовой перегородки без структурных изменений со стороны латеральной стенки носа, и с искривлением носовой перегородки и хроническим гипертрофическим ринитом. На основании результатов комплексного обследования, включающего оценку жалоб больных, анамнестические данные, а также данные объективного исследования, разделенные первоначально на группы, все больные были объединены в одну группу с нарушением обоняния респираторного генеза. Это позволило сформировать робастную оценку диагностических показателей метода без учета дифференциального диагноза и провести анализ контроля состояний между респираторно-обонятельной патологией и условной нормой. Всем больным проводилась конусно-лучевая компьютерная томография (КТ) полости носа и параназальных синусов с получением срезов в двух проекциях (аксиальной и коронарной) с последующей предобработкой и сегментацией и фото- видео-регистрацией изображения при прямом и боковом углах зрения [12, 13]. Всем больным проводилась задняя активная риноманометрия при форсированном дыхании, а также компьютерная ольфактометрия, регистрирующая энергетические показатели носового дыхания (перепад давления, расход воздуха и время наступления порога ощущения) при действии соответствующих одоривекторов. Так, для исследования обонятельной чувствительности использовали ольфакторный набор раствора валерианы в концентрации 0,5%. Тригеминальную чувствительность определяли с учетом 0,2% раствора уксусной кислоты. Далее, по комплексной аэродинамической модели носовой полости, получаемой на основе КТ-исследования и ввода риноманометрических данных проводилось определение ширины ламинарного пограничного слоя воздуха, проходящего вблизи стенок носовой полости, и характеризующей аэродинамические процессы на микроуровне, а именно, расположение микронеровностей верхнего слоя слизистой оболочки носа по отношению к ширине δ пристеночного течения воздушного потока [14, 15].

Анализ статистических данных аэродинамических показателей выполнялся на основе метода построения нормированного Евклидового расстояния, позволяющего проводить оценку влияния данных различной природы за счет учета среднеквадратических отклонений. Оценка диагностической значимости метода анализа данных форсированной задней активной риноманометрии с учетом дополнительных параметров, учитывающих время и мощность дыхания при наступлении порога ощущения одоривектора (значений Q_s и $\Delta p_s \equiv p_s$), а также толщины ламинарного пограничного слоя δ_b.

Рассматривая модель линейной дискриминации для 2-х состояний объекта (Θ_0 – условная норма, Θ_1 – состояние при дыхательно–обонятельных нарушениях) можно ввести нормированное Эвклидово расстояние между контролируемыми состояниями Θ_0 и Θ_1 при взаимной независимости n признаков, которое вычисляется по формуле [11, 14]

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{m_i^{(0)} - m_i^{(1)}}{\sigma_i}\right)^2}, \qquad (1)$$

где $m_i^{(0)}, m_i^{(1)}$ — средние значения i-го признака величины X для условий $\Theta \in \Theta_0$ (условная норма), и $\Theta \in \Theta_1$ (нарушение носового дыхания) соответственно,
n – количество признаков (в данной модели $n = 6$).

σ_i – среднеквадратические отклонения i-го признака, определяемые согласно выражению

$$\sigma_i = \max(\sigma_i^{(0)}, \sigma_i^{(1)}) \text{ при } \sigma^{(0)^2} \neq \sigma^{(1)^2},$$

где $\sigma_i^{(0)}, \sigma_i^{(0)}$ — среднеквадратические отклонения i-го признака для условий $\Theta \in \Theta_0$ (условная норма), и $\Theta \in \Theta_1$ (дыхательно-обонятельное нарушение).

При нормальном распределении значений измеряемой величины вероятность ошибки второго рода при принятии решений о состоянии объекта определяется через интеграл вероятности Лапласа $\Phi(\cdot)$ [11, 14] и оценивается неравенством

$$P_{ош} \leq 1 - \Phi(\delta / 2), \qquad (2)$$

где δ определяется по формуле (1).

Из формул (1) и (2) очевидно, что вероятность ошибки тем меньше, чем больше нормированный по дисперсии квадрат Эвклидова расстояния δ между векторами средних значений признаков.

В предложенном методе компьютерной ольфактометрии учитывается время и мощность дыхания при наступлении порога ощущения одоривектора и присутствуют следующие измеряемые физические величины (при количестве измеряемых параметров $n = 6$):
X_1 — максимальный расход воздуха Q;
X_2 — перепад давления $\Delta p \equiv p$ при максимальном расходе воздуха;
X_3 – расход воздуха Q_s при появлении обонятельной чувствительности;
X_4 – перепад давления $\Delta p_s \equiv p_s$ при появлении обонятельной чувствительности;

t_s – время появления обонятельной чувствительности;
δ_b – толщина ламинарного пограничного слоя у поверхности носовой полости.

Состояния условной нормы и нарушения носового дыхания обозначаются, соответственно, как Θ_0 и Θ_1. Как было показано выше, всего было обследовано 85 пациентов, разделенных на две группы: 45 человек с нарушениями носового дыхания, объединенных в одну общую группу, и 40 человек без нарушений носового дыхания (контрольная группа). При этом определялись максимальные значения расхода воздуха Q и перепада давления Δp в носовой полости (стандартный метод форсированной задней активной риноманометрии [9–11]), а также при проведении компьютерной ольфактометрии значения расхода воздуха Q_s и перепада давления Δp_s при появлении обонятельной чувствительности при подаче соответствующего одоривектора. Далее к риноманометриченским и ольфактометрическим показателям добавлялся параметр – толщина δ_b ламинарного пограничного слоя у поверхности носовой полости, позволяющий учитывать и анатомическую конфигурацию за счет вычисления гидравлического диаметра, и режим течения воздуха в носовјй полости. Затем для каждой группы пациентов находились статистические показатели: средние значения и среднеквадратические отклонения соответствующих измеряемых величин в норме и при дыхательно-обонятельных нарушениях.

Результаты и обсуждение

Расчетные значения нормированного Эвклидова расстояния для оцениваемых показателей отображаются по графику на рис. 1. Снижение вероятности ошибки диагностического решения по мере добавления изучаемых параметров в модель дискриминации приведено на рис. 2. Численные значения этих величин, значений показателей в норме и при нарушении носового дыхания, а также их соответствующих среднеквадратических отклонений приводятся в табл. 1. Исходными значениями для форсированной задней активной риноманометрии являются показатели максимального расхода воздуха и перепада давления, которые в сумме увеличивают нормированное Эвклидово расстояние до 1,9 и вероятность ошибки до 0,35. Далее в модель добавляются три энергетических показателя дыхания при появлении ольфакторной чувствительности: расход воздуха Q_s, перепад давления $\Delta p_s \equiv p_s$ при появлении обонятельной чувствительности и время t_s появления обонятельной чувствительности. Из них наиболее существенную роль играет временной показатель (под индексом 5), затем расход воздуха и соответствующий перепад давления, позволяющие повысить нормированное Эвклидово расстояние до 2,2 и снизить вероятность ошибки диагностики до 0,17. Учет шестого показателя (ширины пограничного слоя δ_b) позволяет увеличить нормированное Эвклидово расстояние до 3,1 и снизить вероятность ошибки диагностики до 0,11 (почти на 30%).

Выводы

При анализе линейной модели дискриминации выяснено, что добавление аэродинамических показателей Q_s(расхода воздуха), Δp_s (перепада давления) и времени появления ольфакторной чувствительности, а также толщины ламинарного пограничного слоя у стенок носовой полости увеличивает нормированное Эвклидово расстояние по сравнению со стандартным методом форсированной задней активной риноманометрии на величину 1,2 (в 1,5 раза) и, соответственно, снижает вероятность ошибки диагностики в 3 раза (с 0,35 до 0,11). Причем, можно заметить, что наибольший вклад в уменьшение вероятности ошибки оказывают расходы

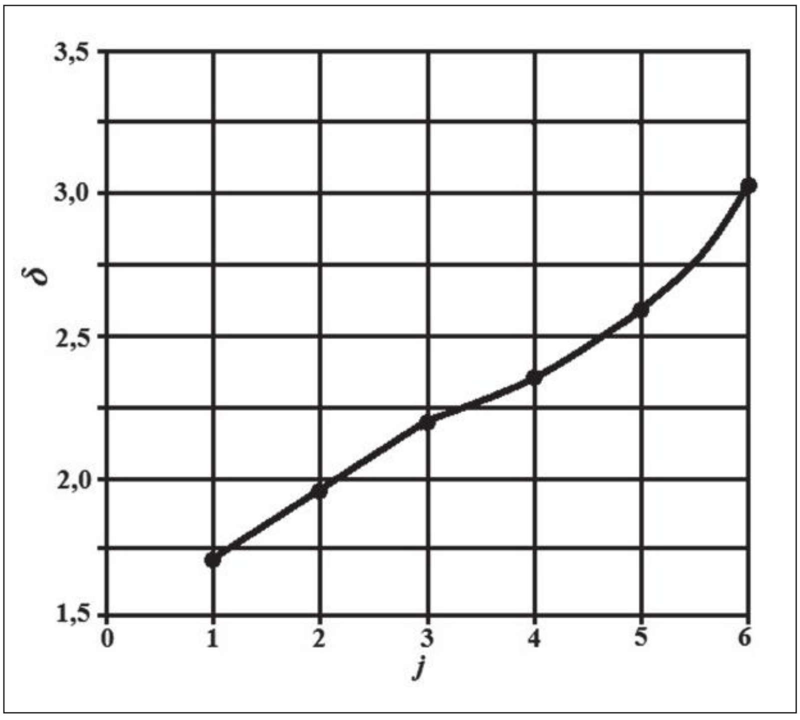


Рис. 1. Зависимости увеличения нормированного Эвклидова расстояния по мере добавления признаков в модель. (Обозначения: 1 — для сигнала расхода воздуха; 2 — для сигнала перепада давления; 3 — расход воздуха при появлении обонятельной чувствительности, 4 — перепад давления при появлении обонятельной чувствительности, 5 — время появления обонятельной чувствительности, 6 –толщина ламинарного пограничного слоя у стенок носовой полости).

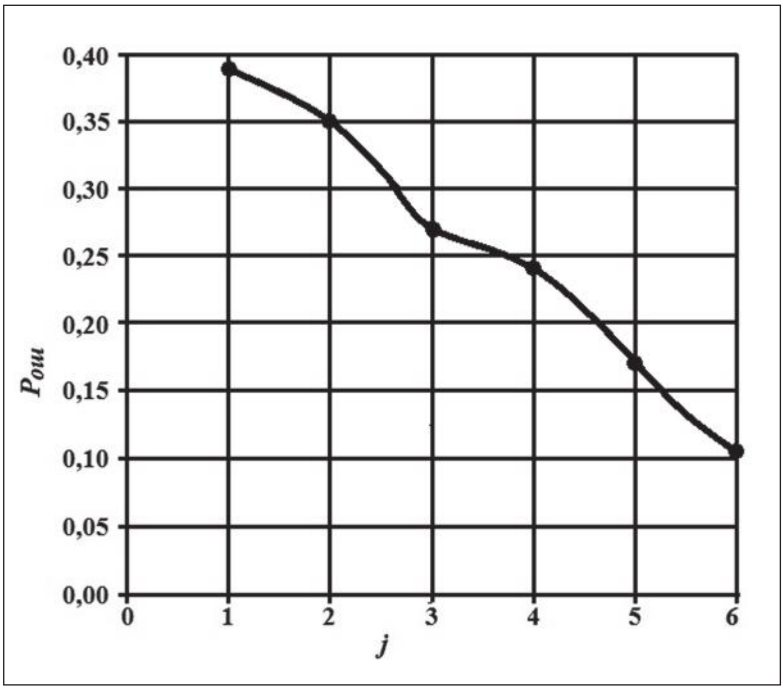


Рис. 2. Уменьшение вероятности ошибки принятия решения (б) по мере добавления признаков в модель. (Обозначения: 1 — для сигнала расхода воздуха; 2 — для сигнала перепада давления; 3 — расход воздуха при появлении обонятельной чувствительности, 4 — перепад давления при появлении обонятельной чувствительности, 5 — время появления обонятельной чувствительности, 6 — толщина ламинарного пограничного слоя у стенок носовой полости).

Табл. 1. Результаты дискриминантного анализа для метода компьютерной ольфактометрии с дополнительными параметрами, учитывающими время и мощность дыхания при наступлении порога ощущения одоривектора, а также толщину пограничного слоя в носовой полости.

Параметр		Состояния		Номированное Эвклидово расстояние δ_Σ	Вероятность ошибки P_{δ_Σ}
		Норма	Наруш.		
		Θ_0	Θ_1		
X_1	Q, л/с	2,64	1,07	1,71	⩽0,39
	σ_Q	0,92	0,46		
X_2	Δp, кПа	3,75	2,44	1,94	⩽0,35
	$\sigma_{\Delta p}$, кПа	1,41	0,97		
X_3	Q_s, л/с	0,32	2,40	2,22	⩽0,27
	σ_{Q_S}	0,11	1,89		
X_4	Δp_S, кПа	1,55	4,61	2,36	⩽0,24
	$\sigma_{\Delta p_S}$, кПа	0,72	3,86		
X_5	t_S, кПа	1,43	8,52	2,62	⩽0,17
	σ_{t_S}, кПа	0,35	6,19		
X_6	δ_b, кПа	0,47	0,14	3,01	⩽0,11
	σ_{δ_b}, кПа	0,22	0,08		

воздуха, как при стандартной форсированной риноманометрии, так и при ольфактометрии, а также время появления обонятельной чувствительности на одоривектор и величина толщины ламинарного пограничного слоя у стенок носовой полости. Перепады давлений не оказывают существенного влияния на модель дискриминации (пациент может за счет

кратковременного создания повышенного перепада давления обеспечить необходимый расход воздуха).

Проведена независимая статистическая обработка результатов диагностики в оториноларингологическом отделении Харьковской областной клинической больницы (КЗ ЦЕМД та МК). Результаты подтверждают адекватность модели принятия диагностического решения, что позволяет использовать данный метод для определения дыхательно-обонятельных нарушений и тестирования респираторно-обонятельной чувствительности.

Перспективой работы является разработка методов дифференциальной диагностики различных патологических состояний, связанных с нарушениями респираторно-обонятельной функции.

Исследования проводились с соблюдением национальных норм биоэтики и положений Хельсинкской декларации (в редакции 2013 г.). Автор статьи Н. О. Шушляпина подтверждает, что у нее нет конфликта интересов.

Литература

1. Fokkens W. J., Lund V. J., Mullol J., Bachert C., Alobid I., Baroody F., Cohen N., Cervin A. A summary for otorhinolaryngologists. EPOS 2012: European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps 2012. *Rhinology,* 2012, vol. 50, no. 1, pp. 1–12. doi: 10.4193/Rhino50E2.
2. Nosova Ya., Avrunin O. G., Semenets V. V. Biotechnical system for integrated olfactometry diagnostics. *Innovative technol. and scientific solutions for industries.* 2017, vol. 1, iss. 1, pp. 64–68. doi: 10.30837/2522-9818.2017.1.064.
3. Морозова С. В., Савватеева Д. М., Лопатин А. С. Расстройства обоняния и их коррекция. *Вестник оториноларингологии,* 2007, № 5, сс. 66–70.
4. Förster G., Damm M., Gudziol H., Hummel T. Hüttenbrink K.-B., Just T., Muttray A., Seeber H., Temmel A., Welge-Lüssen A. Olfactory dysfunction. Epidemiology, pathophysiological classification, diagnosis and therapy. *HNO. Springer Medizin Verlag.* 2004, vol. 52, no. 8, pp. 679-684. doi: 10.1007/s00106-004-1117-x.
5. Fonteyn S., Huart C., Deggouj N., Collet S, Eloy P., Rombaux P. Non-sinonasal-related olfactory dysfunction: A cohort of 496 patients. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol., Head. Neck Dis.,* 2014, vol. 131, no. 2, pp. 87–91. doi: 10.1016/j.anorl.2013.03.006
6. Ismail H. F., Osman E., AL-Omari A. K., Avrunin O. G.. The Role of Paranasal Sinuses in the Aerodynamics of the Nasal Cavities. *Intern. J. of Life Science and Medical Res.,* 2012, vol. 2, iss. 3, pp. 52-55. doi: 10.5963/LSMR0203004.
7. Смирнов И. В., Вишняков В. В. Обонятельная функция пациентов с полипозным риносинуситом после эндоскопических операций на околоносовых пазухах. *Вестник оториноларингологии,* 2011, № 5, сс. 19–21.
8. Болезни уха, горла, носа в детском возрасте. *Нац. руководство: крат. изд. Под ред. М. Р. Богомильского, В. Р. Чистяковой.* М., ГЭОТАР-Медиа, 2015, 544 с.
9. Аврунін О. Г., Бодянський Є. В., Калашник М. В., Семенець В. В., Філатов В. О. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики. Харків, ХНУРЕ, 2018, 236 с.
10. Аврунін О. Г, Безшапочний С. Б., Бодянський Є. В., Семенець В. В., Філатов В. О. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань. Харків, ХНУРЕ, 2018, 224 с.
11. Аврунин О.Г., Томашевский Р.С., Фарук Х.И. Методы и средства функциональной диагностики внешнего дыхания. Харьков: ХНАДУ, 2015, 208 с.
12. Avrunin O. G., Nosova Y. V., Shuhlyapina N. O., Zlepko S. M., Tymchyk S. V., Hotra O., Imanbek B., Kalizhanova A., Mussabekova A. Principles of computer planning in the functional nasal surgery. *Przegląd Elektrotechniczny.* 2017, no. 3, pp. 140–143. doi: 10.15199/48.2017.03.32
13. Безшапочний С. Б, Лобурець А. В., Аврунін О. Г. Досвід застосування методу комп'ютерного планування хірургічного втручання у пацієнтів з хронічним фронтитом. *Світ медицини та біології,* 2017, №3, сс. 27–32.
14. Аврунін О. Г, Бодянський Є. В., Семенець В. В., Філатов В. О, Шушляпіна Н. О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носовго дихання. Харків: ХНУРЕ, 2018, 132 с.
15. Носова Я. В., Аврунин О. Г., Фарук Х. И. Определение микрохарактеристик воздушного потока в носовой полости при дыхании. *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях,* Харьков, НТУ «ХПИ», 2018, №16 (1292), сс.122–127. doi:10.20998/2413-4295.2018.16.19

Аналіз впливу аеродинамічних показників носового дихання при діагностиці респіраторно-нюхових порушень

Н. О. Шушляпіна

Харківський національний медичний університет, Україна

Резюме

Вступ. Для діагностування респіраторно-нюхових порушень доцільно використовувати кількісну оцінку енергетичних характеристик носового дихання при дії відповідних одорівекторов а також мікрохарактеристики повітряного потоку в носовій порожнині.

Мета роботи. Аналіз впливу аеродинамічних показників носового дихання при діагностиці респіраторно-нюхових порушень.

Обсяг і методи дослідження. Під наглядом перебувало 45 пацієнтів з викривленням носової перегородки. Контрольну групу становили 40 осіб без порушення функції носового дихання. Середній вік пацієнтів знаходився в діапазоні 25–60 років. Для дослідження застосовувалися методи конусно-променевої комп'ютерної томографії порожнини носа і параназальних синусів, задня активна риноманометрия і комп'ютерна ольфактометрія з реєстрацією енергетичних показників носового дихання при дії відповідних одорівекторов.

Результати. При визначенні респріраторно-нюхових порушень на основі аналізу лінійної моделі дискримінації з'ясовано, що додавання аеродинамічних показників, таких як витрата повітря, перепад тиску, часу появи ольфакторной чутливості і товщини ламінарного прикордонного шару під стінами носової порожнини знижує ймовірність помилки діагностики в 3 рази (з 0,35 до 0,11). При цьому найбільший внесок у зменшення ймовірності помилки роблять витрата повітря, час появи нюхової чутливості на одорівектор і величина товщини ламінарного прикордонного шару під стінами носової порожнини.

Висновок. Показана ефективність проведення комп'ютерної ольфактометрії і дослідження аеродинамічних показників носового дихання на мікрорівні при діагностиці респіраторно-нюхових порушень.

Ключові слова: ольфактометрія; риноманометрия; носове дихання; ламінарний прикордонний шар.

Analysis of the aerodynamic parameters influence of nosebreasing for diagnostics of respiratory-olfactory disorders

N. O. Shushliapina
Kharkiv National Medical University, Ukraine
e-mail: schusha75@ukr.net

Abstract

Introduction. For the diagnosis of respiratory and olfactory disorderscanbe is advisable to use a quantitative assessment of the energy characteristics of nasal breathing under the action of the corresponding odorantsand the microcharacteristics of the air flow in the nasal cavity.

Objective of the study. Analysis of the influence of aerodynamic parameters of nasal breathing in the diagnosis of respiratory and olfactory disorders.

Materials and methods. A total of 45 patients with nasal septum curvature were observed. The control group consisted of 40 individuals without disturbing the function of nasal breathing. The average age of patients was in the range of 25–60 years. For the study, the methods of cone-beam computed tomography of the nasal cavity and paranasal sinuses, posterior active rhinomanometry and computed olfactometry with recording of the energy indices of nasal breathing under the action of the corresponding odor vectors were used.

Results. In determining respiratory olfactory disorders this method is based on an analysis of the linear discrimination model, it was found that adding aerodynamic parameters such as air flow, pressure drop, time of appearance of olfactory sensitivity and thickness of the laminar boundary layer at the walls of the nasal cavity reduces the probability of diagnostic error by 3 times (from 0,35 to 0,11). In this case, the greatest contribution to reducing the likelihood of error is made by air flow, the time of appearance of the olfactory sensitivity to the odorant and the thickness of the laminar boundary layer near the walls of the nasal cavity.

Conclusion. The efficiency of computer olfactometry and the study of aerodynamic characteristicsof nasal breasing at the micro level for the diagnosis of respiratory and olfactory disorders are proposed.

Key words: Olfactometry; Rhinomanometry; Nasal breathing; Laminar boundary layer.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association of Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed. 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 74–80. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.09
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (15)

Reference

1. Fokkens W. J., Lund V. J., Mullol J., Bachert C., Alobid I., Baroody F., Cohen N., Cervin A. A summary for otorhinolaryngologists. EPOS 2012: European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps 2012. *Rhinology,* 2012, vol. 50, no. 1, pp. 1–12. doi: 10.4193/Rhino50E2.
2. Nosova Ya., Avrunin O. G., Semenets V.V. Biotechnical system for integrated olfactometry diagnostics. *Innovative technol. and scientific solutions for industries.* 2017, vol. 1, iss. 1, pp. 64–68. doi: 10.30837/2522-9818.2017.1.064.
3. Morozova C. B., Savvateeva D. M., Lopatin A. S. [Smell disorders and their correction]. *Vestnik otorinolaringologii* [Bulletin of Otorhinolaryngology], 2007, no. 5, pp. 66-70. (In Russ.).
4. Förster G., Damm M., Gudziol H., Hummel T. Hüttenbrink K.-B., Just T., Muttray A., Seeber H., Temmel A., Welge-Lüssen A. Olfactory dysfunction. Epidemiology, pathophysiological classification, diagnosis and therapy. *HNO. Springer Medizin Verlag.* 2004, vol. 52, no. 8, pp. 679-684. doi: 10.1007/s00106-004-1117-x.
5. Fonteyn S., Huart C., Deggouj N., Collet S, Eloy P., Rombaux P. Non-sinonasal-related olfactory dysfunction: A cohort of 496 patients. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol.,* Head. Neck Dis., 2014, vol. 131, no. 2, pp. 87–91. doi: 10.1016/j.anorl.2013.03.006
6. Ismail H. F., Osman E., AL-Omari A. K., Avrunin O. G.. The Role of Paranasal Sinuses in the Aerodynamics of the Nasal Cavities. *Intern. J. of Life Science and Medical Res.,* 2012, vol. 2, iss. 3, pp. 52-55. doi: 10.5963/LSMR0203004.
7. Smirnov I. V., Vishnyakov V. V. [Olfactory function of patients with polypous rhinosinusitis after endoscopic operations on the paranasal sinuses]. *Vestnik otorinolaringologii* [Bulletin of Otorhinolaryngology], 2011, no. 5, pp. 19-21 (In Russ.).
8. Bogomilsky M. R., Chistyakova V. R. *Bolezni uha, gorla, nosa v detskom vozraste. Nac. rukovodstvo: krat. izd.* [Diseases of the ear, nose and throat in childhood: national guide]. Ed by Bogomilsky M. R., Chistyakova V. R., GEOTAR-Media Publ., 2105. 544 p. (In Russ.).
9. Avrunin O. G., Bodiansky Ye. V., Kalashnikov M. V., Semeenets V. V., Filatov V. O. *Suchasni intelektual'ni tehnologiï funkcional'noï medichnoï diagnostiki* [Modern intellectual technologies of functional medical diagnostics]. KNURE Publ., 2018, 236 p. (In Ukr.).
10. Avrunin O. G., Bezshapochnyj S. B., Bodiansky E. V., Semeenets V. V., Filatov V. O. *Intelektual'ni texnolohiyi modelyuvannya xirurhichnyx vtruchan* [Intelligent technologies for modeling surgical interventions]. KNURE Publ., 2018, 224 p. (In Ukr.).
11. Avrunin O. G., Tomashevsky R. S., Faruk H. I. *Metody i sredstva funkcional'noj diagnostiki vneshnego dyhanija* [Methods and devices of functional diagnostics of external respiration]. HNADU Publ., 2015, 208 p. (In Russ.).
12. Avrunin O. G., Nosova Y. V., Shuhlyapina N. O., Zlepko S. M., Tymchyk S. V., Hotra O., Imanbek B., Kalizhanova A., Mussabekova A. Principles of computer planning in the functional nasal surgery. *Przegląd Elektrotechniczny.* 2017, no. 3, pp. 140-143. doi: 10.15199/48.2017.03.32

13. Bezshapochny S. B., Loburets A. V., Avrunin O. G. [Experience of application of the method of computer planning of surgical intervention in patients with chronic frontisitis]. *Svit medytsyny ta biolohii* [World of Medicine and Biology], 2017, no. 3, pp. 27–32. (In Ukr.).
14. Avrunin O. G., Bodiansky E. V., Semenets V. V., Filatov V. O., Shushlyapina N. O. *Informacijni texnolohiyi pidtrymky pryjnyattya rishen «pry vyznachenni porushen» nosovho dyxannya* [Information technology support decision-making in determining the disturbances of the nasal breathing]. KNURE Publ., 2018, 132 p. (In Ukr.).
15. Nosova Ya., Avrunin O., Farouk H. [Determination of microcharacteristics of air flow in the nasal cavity during breathing]. *Vestnik NTU «HPI», Serija: Novye reshenija v sovremennyh tehnologijah* [Herald, Series: New solutions in modern technologies], NTU «KhPI» Publ., 2018, vol. 16 (1292), pp. 122–127, doi:10.20998/2413-4295.2018.16.19. (In Russ.).

Переписка

к.мед.н., доцент, **Н. О. Шушляпина**
ул. Академика Павлова, 313 А, 76
Харьков, 61168, Украина
тел.: +38 (0572) 65 26 65
эл.почта: schusha75@ukr.net

УДК 616-345-006-072.1

Злокачественные опухоли гортаноглотки и гортани — трехмерная реконструкция и виртуальная эндоскопия

В. Н. Соколов, З. Н. Шавладзе, Ф. Д. Евчев, Н. В. Пилипюк, В. М. Цвиговский, Г. М. Рожковская, Т. К. Дорофеева, Е. М. Дойкова, А. А. Корсун, Л. В. Анищенко
Одесский национальный медицинский университет, Украина

Резюме

Введение. Радиолог вносит ценный вклад в постановку диагноза рака гортани, и это оказывает непосредственное влияние на планирование лечения. В этом обзоре основное внимание уделяется основным анатомическим концепциям, схемам распространения опухоли и способам обнаружения этого с помощью оптимальной обработки поперечного сечения (СКТ, МРТ, виртуальная ларингоскопия, ДВИ, ПЭТ/КТ. Обсуждаются и иллюстрируются вопросы, связанные с соотношением опухоли с желудочковым комплексом, подслизистыми гортанными пространствами, участием гортанных хрящей и метастатическим распространением. Описано влияние этих результатов визуализации на спектр терапевтических вариантов. Приводятся возможные преимущества комбинированных методов СКТ, МРТ. ДВИ и ПЭТ/КТ в диагностике различных локализаций рака гортани.

Цель работы. Провести точную разработку методических приемов при проведении спиральной компьютерной томографии, включая использование 3Д реконструкции и виртуальной эндоскопии при подозрении на злокачественные опухоли гортаноглотки и гортани. Установить стадию заболевания путем выявления регионарных и отдаленных метастазов, определить стратегию радикальной хирургии, прогнозировать результат проводимого лечения, оценить эффективность химио-лучевой терапии.

Материалы и методы. Сравнение возможностей спиральной компьютерной томографии и виртуальной эндоскопии у больных раком гортаноглотки и гортани было выполнено на основе оценки собственных результатов обследования более чем у 469 пациентов. Нами была изучена эффективность различных методов исследования, начиная от стандартных рентгенограмм и заканчивая МСКТ, МРТ, ДВИ (диффузно взвешенное изображение) и ПЭТ/КТ.

ДВИ основан на регистрации изменений в характере броуновского движения молекул воды в различных патологических процессах. При этом изучалась интенсивность сигнала и рассчитывались значения коэффициента диффузии (A DC). ПЭТ/КТ проводился с использованием меченной радиоактивным изотопом фтор 18-дезоксиглюкозой (ФДГ). Это позволило более объективно оценить возможности вышеприведенных методов.

Результаты и выводы. Применение СКТ позволяло определять обширное распространение процесса на прилежащие органы (щитовидная железа) и мягкие ткани шеи, в просвет трахеи, деструкцию хрящей гортани, выявлять стенозирование. Однако, лучшим способом выявления стенозирования является виртуальная ларингоскопия.

МРТ и ПЭТ/КТ позволяли выявлять метастазирование процесса в регионарные и отдаленные лимфоузлы. Для целей постановки диагноза применение ПЭТ ограничено отсутствием анатомических деталей. Однако ПЭТ выгодно отличается от КТ и МРТ при выявлении рецидивирующих/остаточных злокачественных опухолей, позволяет проводить оценку эффективности применения химио-лучевой терапии. ПЭТ/КТ изображение дополняет более традиционные методы визуализации (КТ или МРТ).

Ключевые слова: метод применения СКТ, МРТ; виртуальная эндоскопия; ДВИ, ПЭТ/КТ; метаболизм меченой глюкозы; рак гортани и гортаноглотки.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 81–101. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.10

Введение

По частоте поражения гортань и гортаноглотка занимают в Украине 5-е место, и что составляет от 5,5 до 7,5% на 100 000 человек.

До 70% пациентов, заболевших раком гортани, выявляются в III–IV стадиях заболевания, где частота развития метастазов составляет от 40 до 60% случаев. Попытки улучшить эту статистику не увенчались успехом.

Выбор адекватного метода диагностики рака гортани определяется целым комплексом, включая локализацию опухоли, ее объем, распространение, форму роста и степень ее злокачественности.

Поэтому попытки улучшить методические подходы своевременной диагностики заболевания являются оправданными и усилия специалистов должны быть направлены на усовершенствование диагностических методов

Вопрос использования спиральной компьютерной томографии, особенно виртуальной эндоскопии, в клинической практике остается открытым до настоящего времени.

Объясняется это рядом причин — отсутствием научных исследований, проведенных в специализированных лечебных учреждениях.

Имеющиеся сообщения представляют значительный интерес, но не до конца раскрывают возможности реконструктивной и виртуальной ларингоскопии [1–7].

Цель работы. Разработка методических приемов при проведении спиральной компьютерной томографии, включая 3Д реконструкцию и виртуальную эндоскопию при подозрении на злокачественные опухоли гортаноглотки и гортани.

Установить стадию заболевания путем выявления регионарных и отдаленных метастазов, определить стратегию радикальной хирургии, прогнозировать результат проводимого лечения, оценить эффективность химио-лучевой терапии.

Материалы и методы

Сравнение возможностей спиральной компьютерной томографии и виртуальной эндоскопии у больных раком гортаноглотки и гортани было выполнено на основе оценки собственных результатов обследования более чем у 469 пациентов.

Нами была изучена эффективность различных методов исследования: стандартных рентгенограмм, МСКТ (мультиспиральная компьютерная томография), МРТ (магнитно-резонансная томография), ДВИ (диффузно взвешенное изображение) и ПЭТ/КТ. ДВИ основано на регистрации изменений в характере броуновского движения молекул воды в различных патологических процессах. При этом изучалась интенсивность сигнала и рассчитывались значения коэффициента диффузии (A DC). ПЭТ/КТ проводился с использованием меченной радиоактивным изотопом фтор 18-дезоксиглюкозой (ФДГ). Это позволило более объективно оценить возможности вышеприведенных методов.

Обследования пациентов с подозрением на рак проводилось с использованием широко распространенного в Европе 4-х срезового КТ «ASTEION SUPER 4» фирмы ТОШИБА (Япония), 64-ти срезового томографа той же фирмы. Также использовался 1.5T томограф Vantage Atlas., который позволял определять локализацию и распространенность процесса, и проводить изучение дифузно-взвешенных изображений (ДВИ). Необходимость проведения ДВИ объяснялась более отчетливым выявлением метастазов, чем при применении КТ и МРТ. Некоторым пациентам проводилось ПЭТ/КТ, они направлялись на обследование в другие радиологические диагностические центры.

КТ и МРТ гортани проводились в аксиальной проекции, с толщиной срезов и шагом 3—5 мм от подъязычной кости до нижнего края пластинки щитовидного хряща. Исследование может быть дополнено различными функциональными пробами. Помимо аксиальных срезов, проводилась необходимая реконструкция изображений в сагиттальной и фронтальной плоскостях. КТ и МРТ являются основными методами исследования патологии гортани. МРТ, по-видимому, является оптимальным методом обследования у пациентов, особенно для оценки состояния гортани до попытки частичной ларингэктомии. Возможности КТ и МРТ четко различаются в отношении обнаружения инвазии хряща. МРТ, по-видимому, более чувствительна, чем КТ, при обнаружении инвазии хряща, но имеет более низкую специфичность. Учитывая, что признаки участия хряща могут иметь прогностическое значение, мы рекомендуем использование КТ и ДВИ с фактором градиента b= 50, 400, 800, 1000 (s/mm2).

Результаты и обсуждение

На срезе, выполненном на уровне подъязычной кости (рис. 1), визуализируется вход в гортань, ограниченный по бокам просветами грушевидных синусов. Кпереди от воздушного столба гортани определяются надгортанник, преднадгортанниковое пространство, тело подъязычной кости. Преднадгортанниковое пространство выполнено жировой клетчаткой и имеет денситометрическую плотность от −20 до −70 HU. Денситометрическая плотность надгортанника выше, варьирует в широком диапазоне: от −6 до 120 HU. На ниже расположенных сканах отображаются желудочковые и голосовые складки, передняя комиссура, пластинки щитовидного и перстневидного хрящей. Голосовые складки имеют однородную структуру. Ширина их в передних отделах составляет 2 мм, а в задних отделах — 9 мм. Свободные края голосовых складок симметричны. В передних отделах денситометрическая плотность голосовых складок около 20 HU, в задних достигает 70 HU.

КТ гортани в норме (рис. 1). Виртуальная эндоскопия позволяла проходить навигатору (курсору) даже через резко выраженное сужение, характеризуя наличие инфильтрации или объемного образования.

Мы оптимизировали ряд протоколов, приблизив их к проводимой клинической практике: оптимизировались углы наклона: центры и углы просмотра от 45 до 120 градусов, проводилось изменение ширины окна, необходимых для изучения костей, хряща и прочее.

Рак гортаноглотки. Распознавание на ранних стадиях крайне затруднительно из-за особенностей места их первичного возникновения и подслизистого распространения. Чаще всего это опухоли грушевидных синусов, опухоли задней стенки, опухоли позадиперстневидной области. Эндофитный рост опухоли диагностировался на основании инфильтрации стенок гортаноглотки, грушевидных синусов, распространение на связочный аппарат. Экзофитная опухоль определялась в виде объемного образования, вдающегося в просвет гортаноглотки со стенозированием нижележащих отделов. При эндофитных формах часто возникали затруднения из-за сложности их дифференциации с воспалительными процессами, которые часто сопровождали опухоли.

Важным моментом оценки рака гортаноглотки в диагностическом изображении является: объем опухоли; вовлечение в процесс грушевидных синусов; инвазия хрящей; инвазия превертебральных мышц. Распознавание рака гортаноглотки на ранних стадиях крайне затруднительно из-за особенностей места их первичного возникновения и подслизистого распространения. Чаще всего это опухоли грушевидных синусов, опухоли задней стенки, опухоли позадиперстневидной области.

Эндофитный рост опухоли диагностировался на основании инфильтрации стенок гортаноглотки, грушевидных синусов, распространение на связочный аппарат.

Экзофитная опухоль определялась в виде объемного образования, вдающегося в просвет гортаноглотки со стенозированием нижележащих отделов.

При эндофитных формах часто возникали затруднения из-за сложности их дифференциации с воспалительными процессами, которые часто сопровождали опухоли. В таких случаях мы использовали внутривенное контрастирование. Вводился визипак или омнипак (70−100 мл). В артериальную фазу отмечалось накопление опухолью контраста, а при некротизации опухоли его накопление определялось на периферии, вокруг некротизированных участков.

Контрастирование также позволяло выявлять лимфоузлы, которые на КТ-срезах выглядели более овальными по сравнению с округлыми, более контрастными сосудами.

При проведении СКТ мы использовали мультипланарную реконструкцию и все вышеперечисленные опции.

Мы использовали 2 протокола СКТ исследования:

1-й протокол — аксиальный скан от нижней челюсти до ключицы с введением максимального количества контраста (в основном 100 мл). Толщина среза при этом должна составлять 3 мм;

2-й протокол — от подъязычной кости до перстневидного хряща.

При применении МРТ и ДВИ мы использовали стандартные позиции.

Рак гортани подразделяется на: рак верхнего отдела (надсвязочного пространства); рак среднего отдела (связочного пространства); рак подсвязочного пространства.

Рак надсвязочного отдела гортани характеризуется при КТ как новообразование надгортанника с распространением на черпало-надгортанные складки, на грушевидный синус, преднадгортанное пространство. В ряде случаев наблюдается прорастание опухоли из вестибулярной складки в гортаноглотку. Распространение рака может происходить не только по горизонтали, но и на голосовые складки.

При раке надсвязочного отдела гортани при КТ и МРТ определяется умеренное увеличение масс, инвазирующих надгортанник с распространением на черпало-надгортанные складки.

При обычном стандартном томографическом обследовании на томограммах видна асимметричная мягкотканная ткань на мягком рентгеновском снимке шеи.

При спиральной компьютерной томографии (СКТ) определяется ассимметричная мягкотканная ткань над истинными голосовыми связками. Реже выявляется экзофитный компонент опухоли.

На рис. 2 представлен рак надсвязочного отдела гортани, также представлена виртуальная эндоскопия этого отдела гортани. На рис. 3 — рак левого грушевидного синуса в трех проекциях с указанием размеров опухоли. На рис. 4 наблюдается прорастание опухоли из вестибулярной складки в гортаноглотку.

При внутривенном усилении отмечается повышение плотности опухолевой ткани до 60—80 ед Хаунсфилда. При использовании МРТ определяется низкий сигнал при Т1, повышение сигнала при Т2а. при введении контраста определяется гетерогенное повышение контрастности.

Дифференциальную диагностику следует проводить между ревматоидным артритом, ларингоцелле, саркоидозом, аденоидной кистой, хондросаркомой, аденоидной кистовидной карциномой.

ПЭТ/КТ облегчает более раннее выявление рецидивов, чем это возможно при обычной КТ или МР, обнаружение неизвестного первичного опухолевого участка, планирование лучевой терапии, оценка ответа на лечение, а также позволяет определить эффективность проводимой терапии.

Спиальная компьютерная томография (А) и динамическая МРТ (В) имеют ложно-отрицательный результат. Глотическую и субглотную массы (стрелка) наблюдали с ПЭТ/КТ (С). Гистопатологическое исследование подтвердило результаты ПЭТ/КТ плоскоклеточного рака (рис. 5) [15].

70-летний пациент был исследован на рецидив-остаток. Глотические и субглотные подозрительные массы были замечены (ложноположительно) с помощью СКТ (А). Динамическая МРТ (В) и ПЭТ/КТ (С) отвергли рецидив (рис. 6).

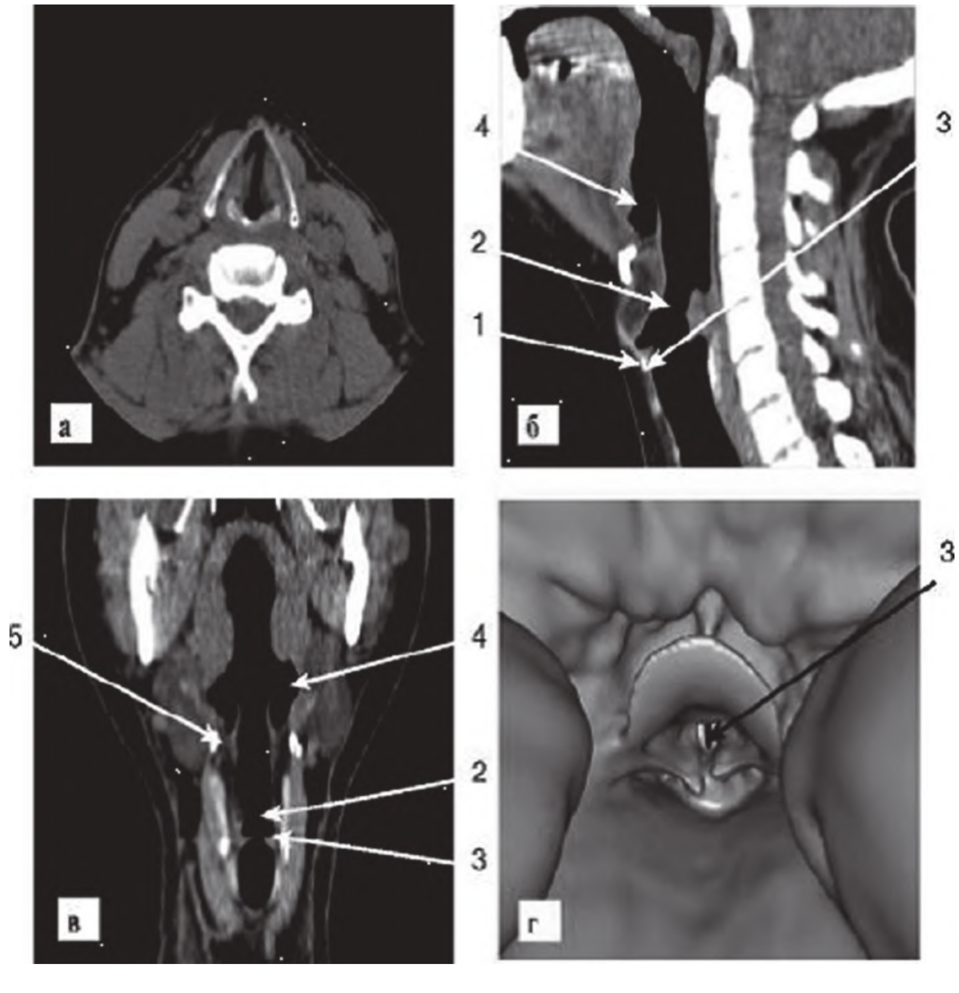


Рис. 1. КТ гортани в норме.
а — поперечный срез; б — фронтальная реконструкция; в — сагиттальная реконструкция: 1 — подсвязочное пространство; 2 — гортанные желудочки; 3 — голосовые связки; 4 — грушевидный синус; 5 — подъязычная кость; г — виртуальная ларингоскопия гортани (см. цветную вкладку).

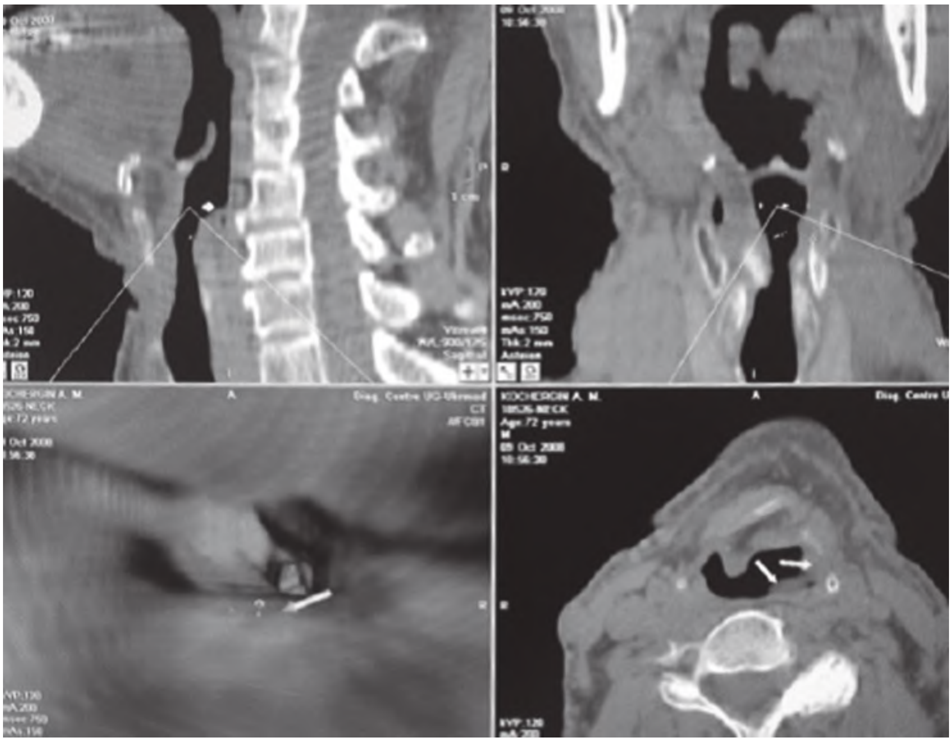


Рис. 2. Рак надсвязочного отдела гортани (см. цветную вкладку).

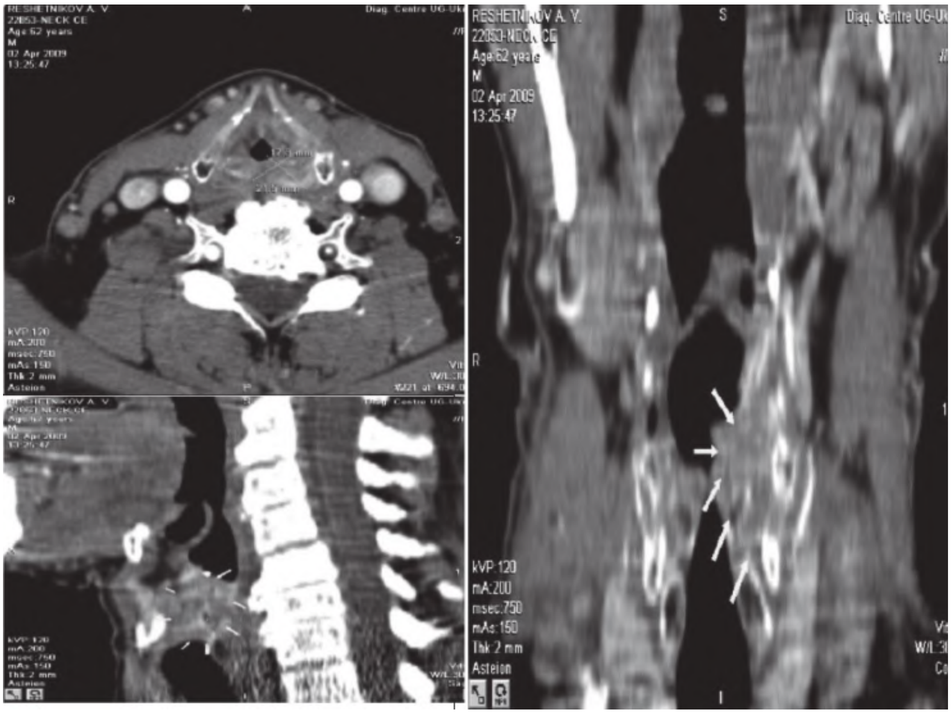


Рис. 3. Рак левого грушевидного синуса.

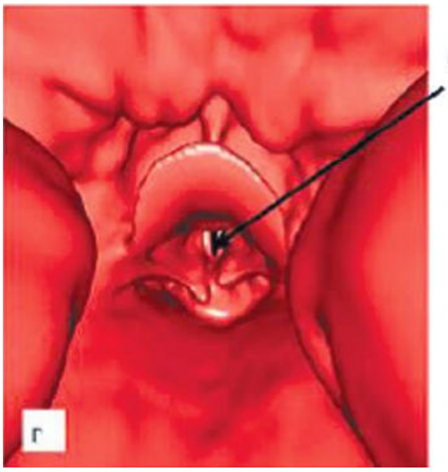


Рис. 1. КТ гортани в норме.
г — виртуальная ларингоскопия гортани.

Рис. 2. Рак надсвязочного отдела гортани.

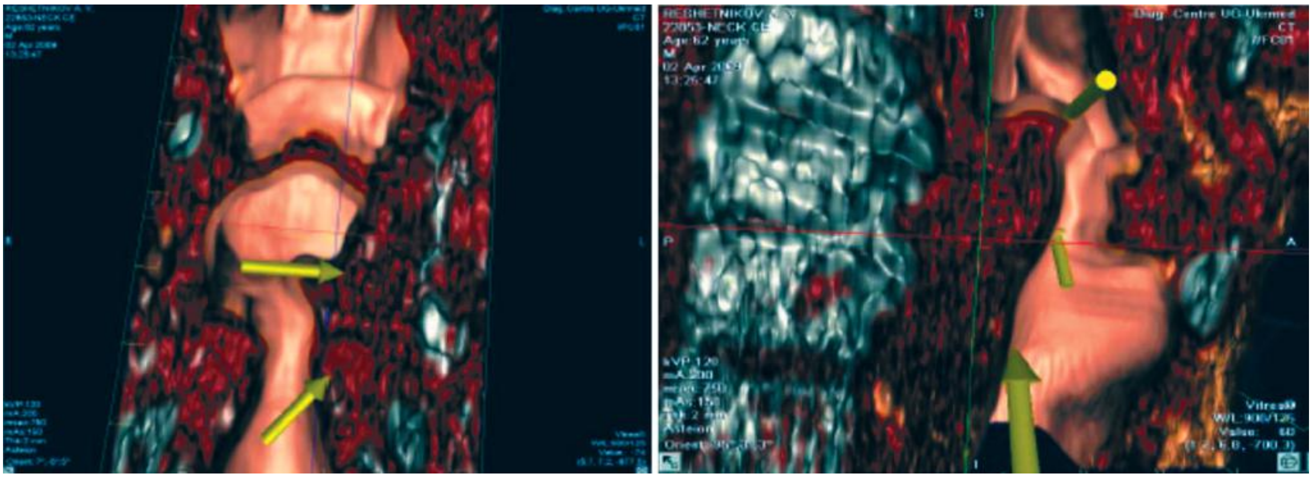


Рис. 4. Прорастание опухоли из вестибулярной складки в гортаноглотку.

Рис. 5. Выявление рецидивирования опухоли; оценка эффективности проведения химио- или лучевой терапии. (C) Глотическую и субглотную массы (стрелка) наблюдали с ПЭТ/КТ.
(Pol. J. Radiol. 2015; 80: 428–432).

Рис. 6. Исследование на рецидив-остаток. (C) ПЭТ/КТ отвергли рецидив.
(Pol. J. Radiol. 2015; 80: 428–432).

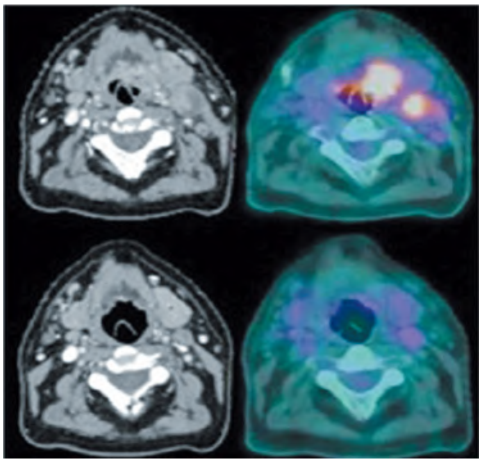
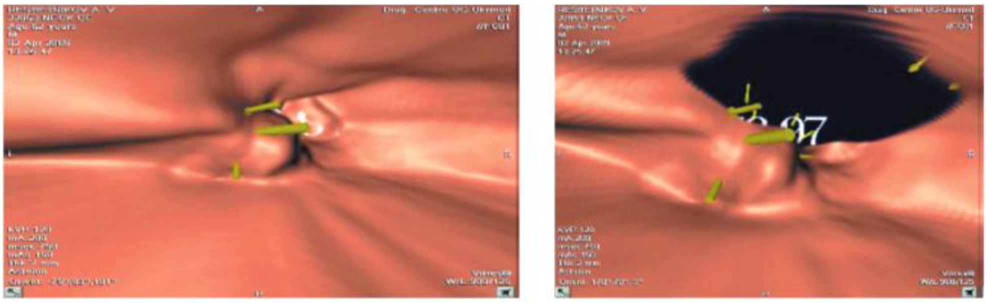
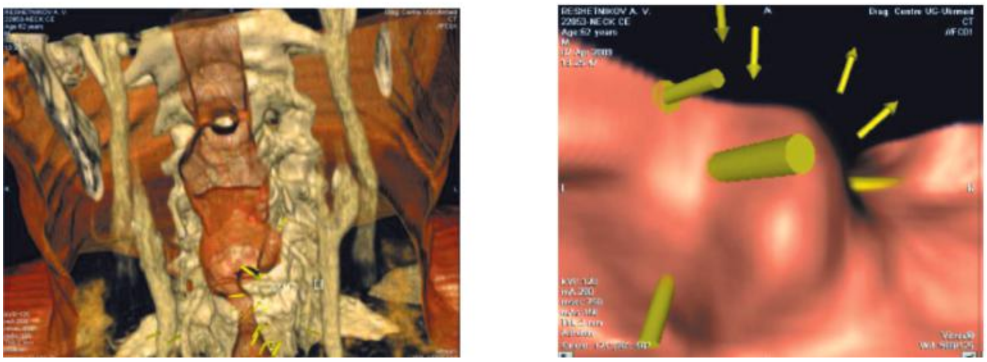


Рис. 8. ПЭТ/КТ. Верхний ряд — рак голосовых связок до проведения лечения, нижний ряд — после химио-лучевой терапии.



3D Color Fly Through



3D Air Surfaces II

Рис. 9. Рак гортанных желудочков. Опухоль правой голосовой связки.

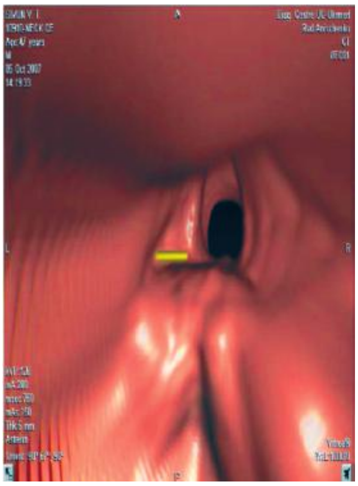


Рис. 10. Рак гортанных желудочков. Инвазия внутренней надхрящницы щитовидного хряща. (T2 N0 M0).

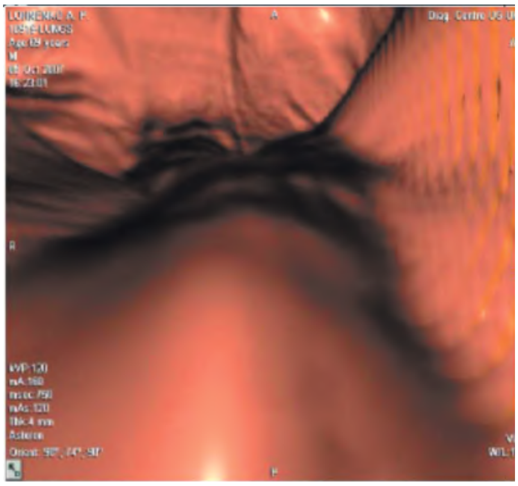


Рис. 11. Опухоль гортани (T2 N0 M0).

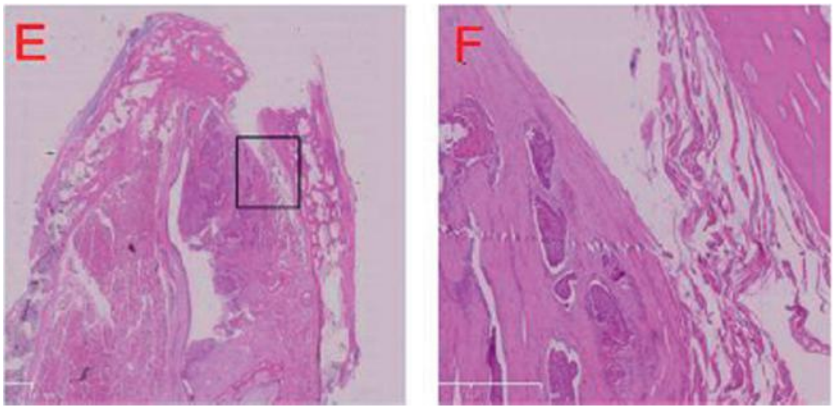


Рис .13. Рак подсвязочного отдела гортани. СКТ. E, F — усиленное изображение внутри прямоугольника в E, 200 ×. Серийное сечение: без участия надхрящницы.

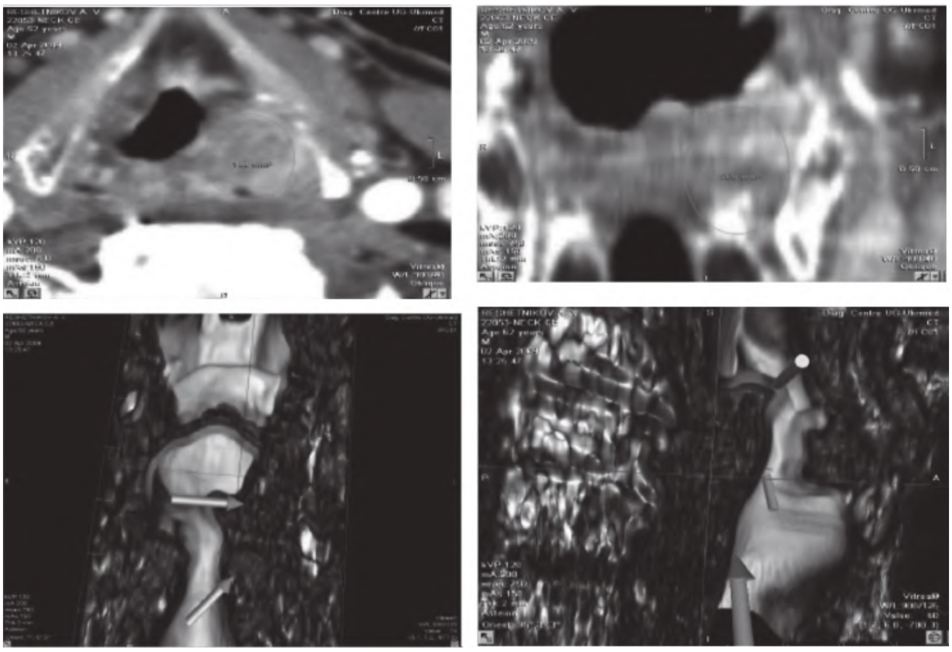


Рис. 4. Прорастание опухоли из вестибулярной складки в гортаноглотку (см. цветную вкладку).

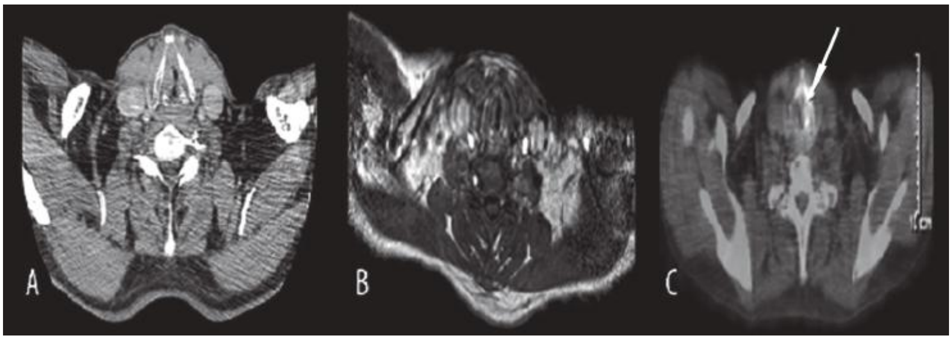


Рис. 5. Выявление рецидивирования опухоли; оценка эффективности проведения химио- или лучевой терапии. (A) СКТ и (B) динамическая МРТ имеют ложно-отрицательный результат. (C) Глотическую и субглотную массы (стрелка) наблюдали с ПЭТ/КТ (C) (см. цветную вкладку). Гистопатологическое исследование подтвердило результаты ПЭТ/КТ плоскоклеточного рака (Pol J Radiol. 2015; 80: 428–432).

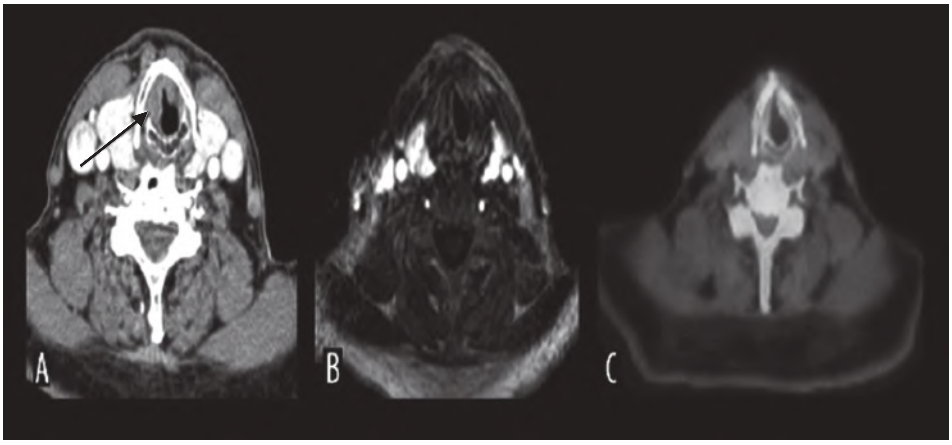


Рис. 6. Исследование на рецидив-остаток. (A) Глотические и субглотные подозрительные массы были замечены (ложноположительно) с помощью СКТ. (B) Динамическая МРТ и (C) ПЭТ/КТ (см. цветную вкладку) отвергли рецидив (Pol. J. Radiol. 2015; 80: 428–432).

На рис. 7 представлено интенсивное поглощение 18F-FDG первичной опухоли, а также два боковых шейных узла. Эти результаты имеют как прогностическое, так и терапевтическое значение: пациент является кандидатом на радиохимиотерапию с двусторонним облучением шейного узла. [15].

Рак связочного отела гортани это уровень истинных голосовых связок. Опухоль возникает на поверхности слизистой истинной голосовой связки и чаще всего имеет инфильтрирующий рост, реже опухоль представлена в виде экзофитных масс.

МСКТ позволяет определить стадию заболевания: Т1 — лимитированное поражение связок с нормальной их подвижностью, Т2 — распространение опухоли в надсвязочное или подсвязочное пространство с ограничением подвижности голосовых связок, Т3 — ограниченное движение голосовых связок, Т4 — инвазия хрящей, экстрагортанное распространение в мягкие ткани. Распространение опухолей связочного пространства происходит чаще всего к передней комиссуре кзади к черпаловидным или перстневидным хрящам книзу в подсвязочное пространство, кверху в надглоточное или параглоточное пространство.

При раке связочного отдела гортани определяется увеличение в объеме голосовых складок, инфильтрация жировой клетчатки, деструкция хрящей гортани.

Виртуальная эндоскопия выявляла асимметрию гортани и бугристость поверхности поражения (рис. 6). На рис. 7 и рис. 8 (см. цветную вкладку) представлены опухоли гортани T2NO MO с использованием как КТ, так и виртуальной эндоскопии. Последняя методика дает более наглядное представление об опухоли.

При раке гортанных желудочков (гортанный желудочек — парное углубление слизистой оболочки гортани между преддверной и голосовой складками) нередко встречается инвазия внутренней надхрящницы щитовидного хряща (рис. 10). При этом следует отметить, что опухоли, первично возникшие в желудочках гортани, распространяются подслизисто, что затрудняет их диагностику и выбор метода лечения (см. рис. 9, (см. цветную вкладку) и рис. 10). Четкие границы опухоли часто отсутствуют. На рис. 11 — рак гортани, T2 N0 M0.

В 90% случаев при данной локализации рака наблюдается инфильтративно-язвенная форма роста опухоли, реже — в виде экзофита.

Проведение ларингоскопии и обычного томографического обследования крайне затруднительно. СКТ и МРТ обладает значительными преимуществами при выявлении данной патологии.

На рис.12 стрелками указана инфильтрация опухоли с переходом на боковые поверхности щитовидного хряща (СКТ).

На рис 13: (A) КТ, предполагаемая инвазия хряща (см. стрелку); (B) T2WI; (C) ДВИ без участия хряща; (D) МРТ, без участия надхрящницы; (E, F) усиленное изображение внутри прямоугольника в E, 200 ×. Серийное сечение: без участия надхрящницы (см. цветную вкладку).

На рис. 14 и рис. 15 — опухоль гортани, распространяющаяся под слизистой (см. цветные вкладки).

Дифференциальная диагностика такая же как и при раке надсвязочного пространства: ревматоидный артрит голосовых связок, саркоидоз гортани, хондросаркома, аденоидная кистозная карцинома.

Опухоль подсвязочного пространства гортани характеризуется возникновением рака на слизистой оболочке в любой его части. Опухолевая инфильтрация идет от нижней границы голосовой связки к нижнему краю перстневидного хряща. Опухоль может распространятся кпереди через перстнещитовидную мембрану в щитовидную железу, кзади в перстневидный хрящ и пищевод, и ниже в просвет трахеи (рис. 17), и хрящевым кольцам.

При раке подсвязочного отдела гортани СКТ позволяло определять обширное распространение процесса на прилежащие органы (щитовидная железа) и мягкие ткани шеи, деструкцию хрящей гортани (рис. 12) и в просвет трахеи (рис. 13), стенозирование. Однако, лучшим способом выявления стенозирования является виртуальная ларингоскопия (рис. 20, рис. 21, рис. 24).

СКТ и ПЭТ/КТ позволяли выявлять метастазирование процесса в регионарные и отдаленные лимфоузлы (рис. 17, рис. 18); выявлять рецидивирование опухоли; проводить оценку эффективности проведения химио- или лучевой терапии (рис. 5).

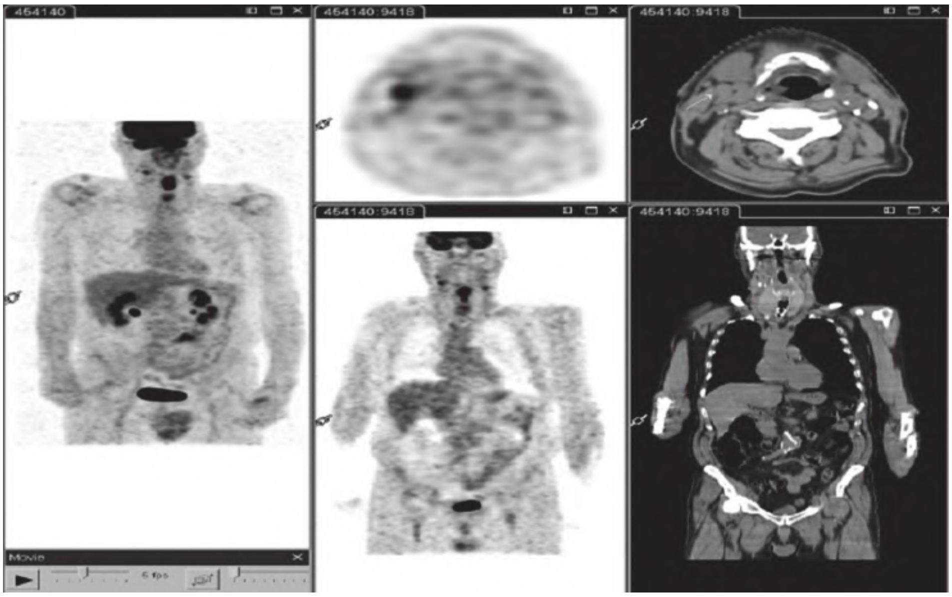


Рис. 7. Рак надсвязочного отдела гортани. PET–CT показывает интенсивное поглощение 18F–FDG первичной опухоли, а также два боковых шейных узла. Эти результаты имеют как прогностическое, так и терапевтическое значение: пациент является кандидатом на радиохимиотерапию с двусторонним облучением шейного узла.

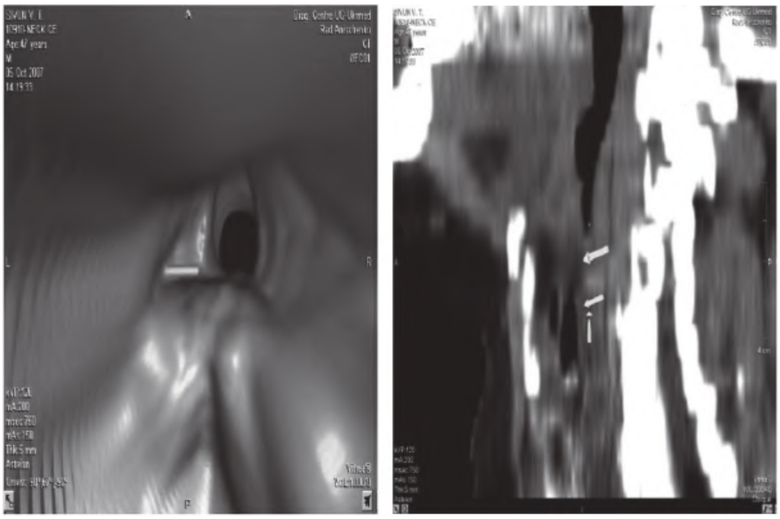


Рис. 10. Опухоль гортани (см. цветную вкладку) (T2 N0 M0).

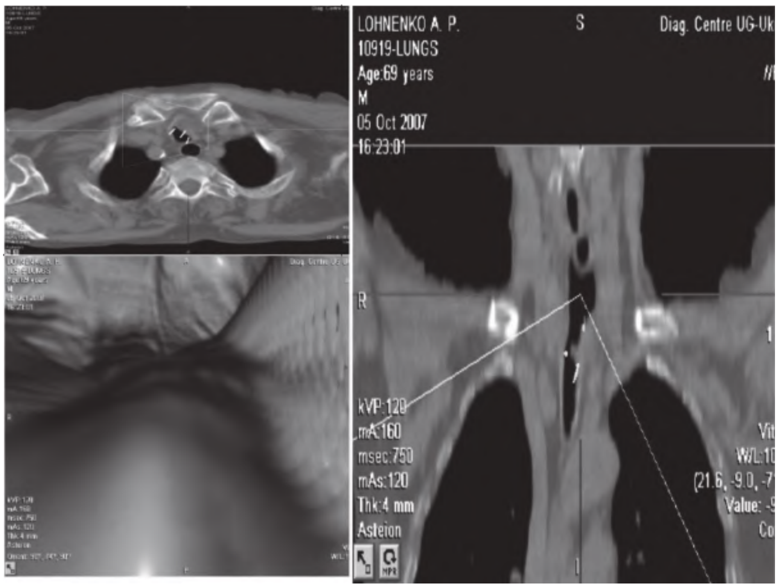


Рис. 11. Опухоль гортани T2 N0 M0 (см. цветную вкладку).

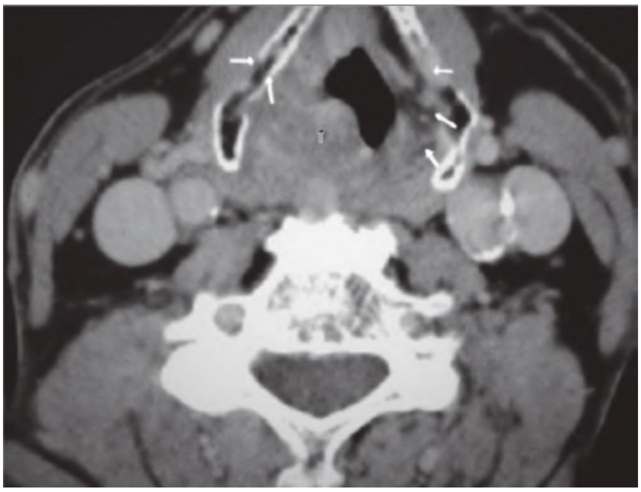


Рис. 12. Рак подсвязочного отдела гортани. СКТ. Стрелками указана инфильтрация опухоли с переходом на боковые поверхности щитовидного хряща.

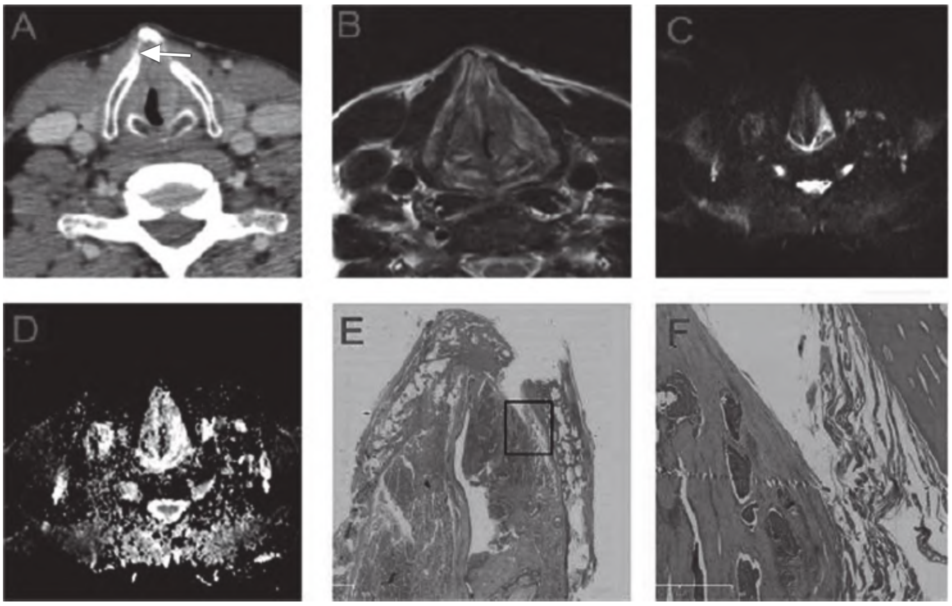


Рис. 13. Рак подсвязочного отдела гортани. (А) КТ, предполагаемая инвазия хряща (см. стрелку); (В) T2WI; (С) ДВИ без участия хряща; (D) МРТ, без участия надхрящницы; (E, F) усиленное изображение внутри прямоугольника в E, 200 ×. Серийное сечение: без участия надхрящницы (см. цветную вкладку).

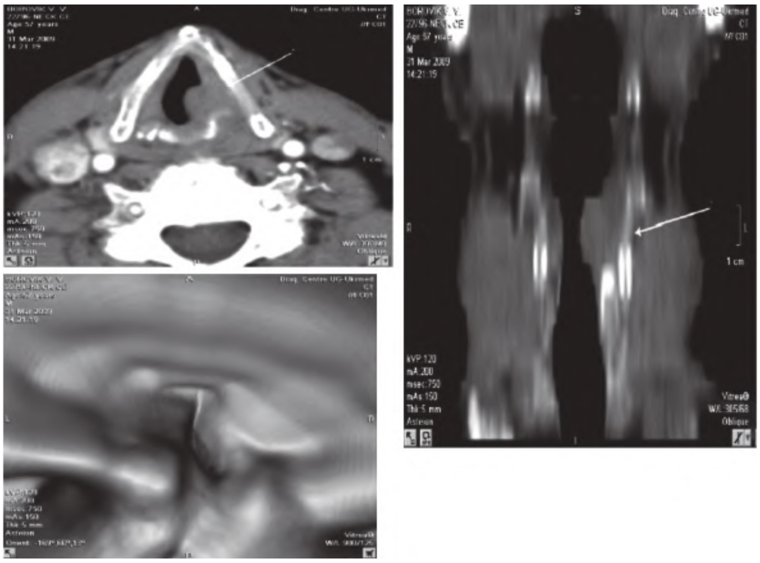
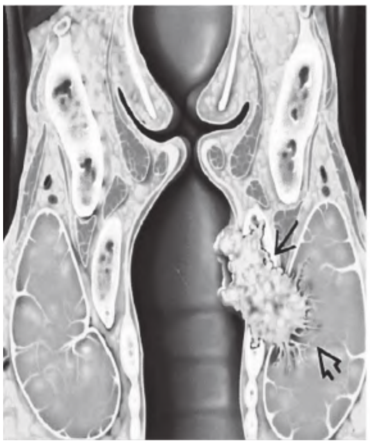
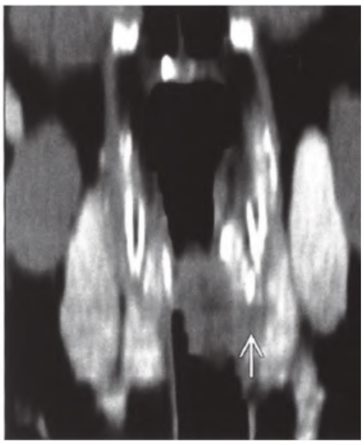


Рис. 14. Опухоль гортани, распространяющаяся под слизистой (см. цветную вкладку).



Michelle A. HEAD AND NECK



Собственное наблюдение

Рис. 16. Опухоль подсвязочного отдела гортани. Опухоль распространяется в просвет трахеи.

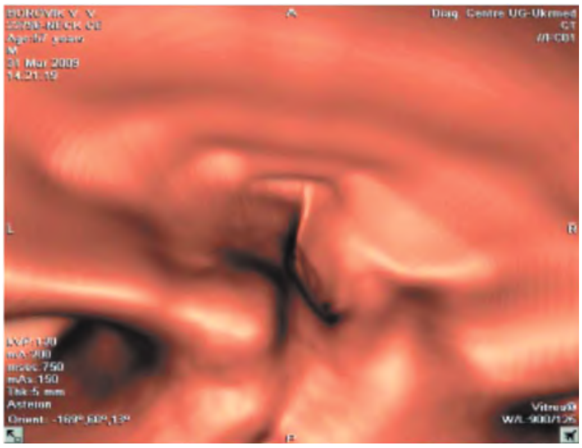


Рис. 14. Опухоль гортани, распространяющаяся под слизистой.

Рис. 16. Опухоль подсвязочного отдела гортани. Опухоль распространяется в просвет трахеи. Michelle A. HEAD AND NECK.

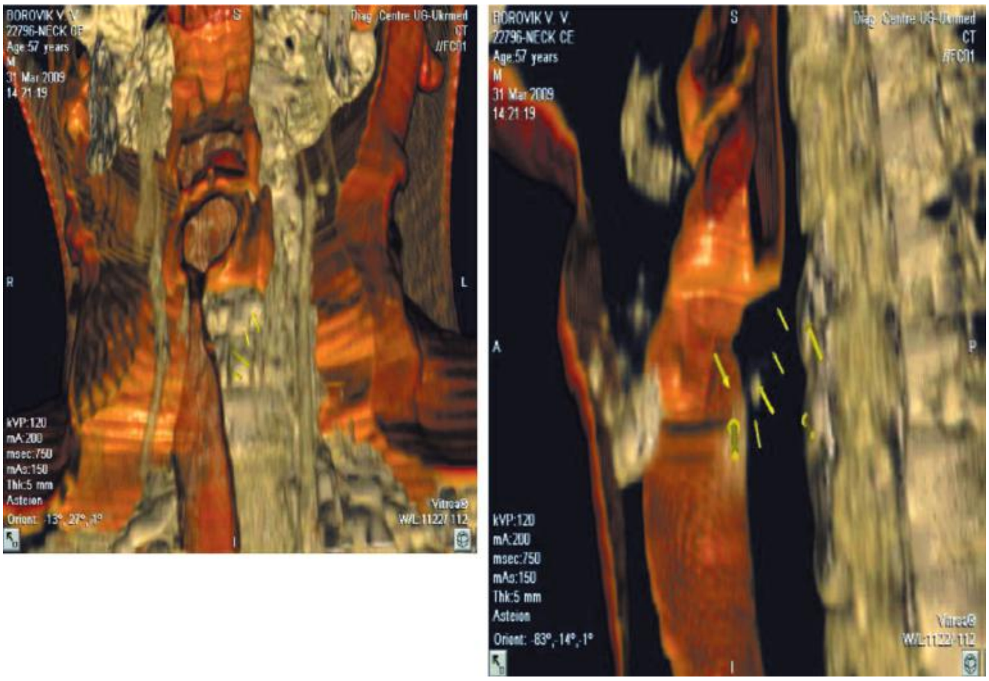


Рис. 15. Опухоль гортани, распространяющаяся под слизистой (3D Air Surfaces II).

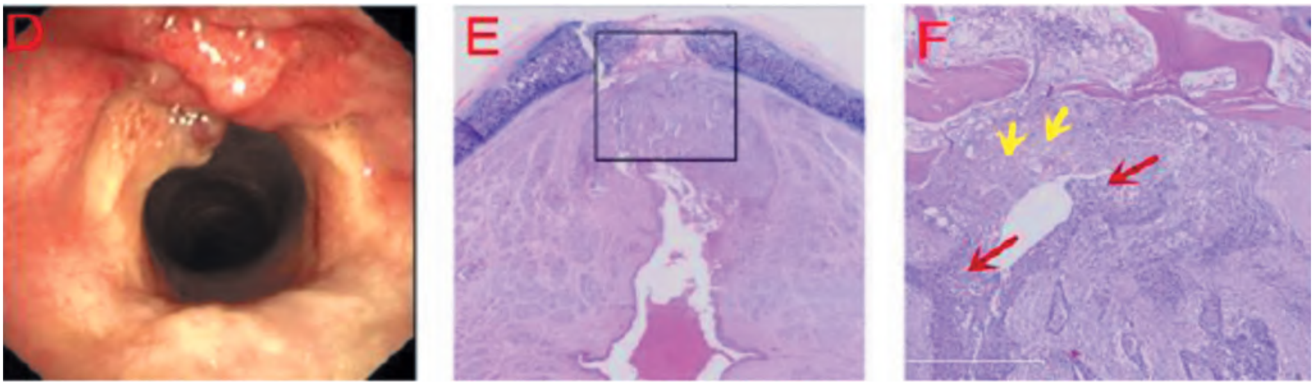


Рис. 17. Опухоль подсвязочного пространства гортани: D — электронное ларингоскопическое обследование; E, F —усиленное изображение внутри прямоугольника в E, 200 ×; серийное сечение — легкое вовлечение хряща щитовидной железы (красная стрелка: опухолевые клетки, желтая стрелка: нарушенный хрящ щитовидной железы).

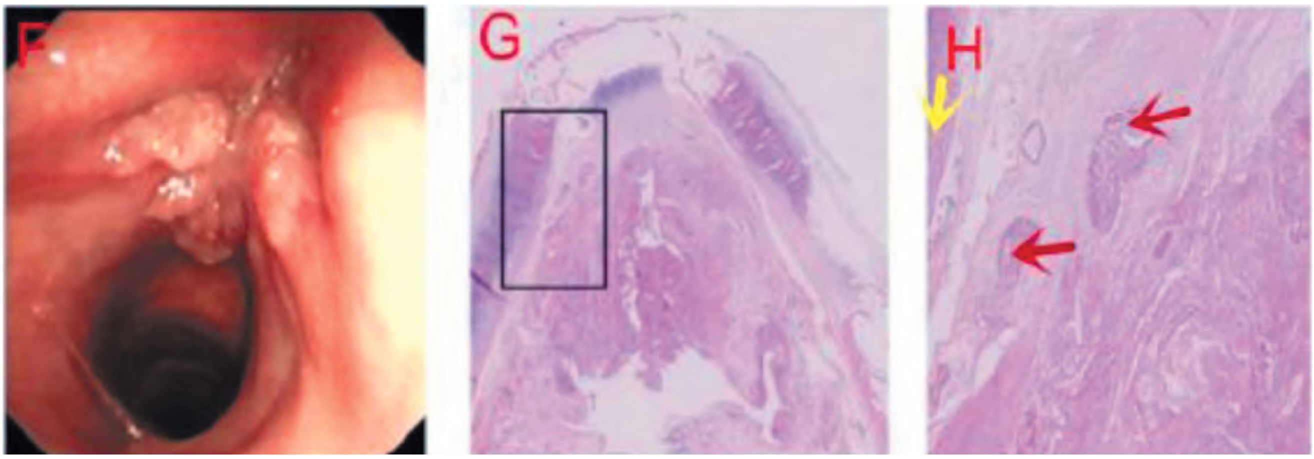


Рис. 18. Опухоль подсвязочного пространства гортани: F — усиленное изображение внутри прямоугольника в E., 40 ×; G, H — серийное сечение: без участия щитовидного хряща (красная стрелка), желтая стрелка: хрящ щитовидной железы, желтая стрелка: вокальная мышца.

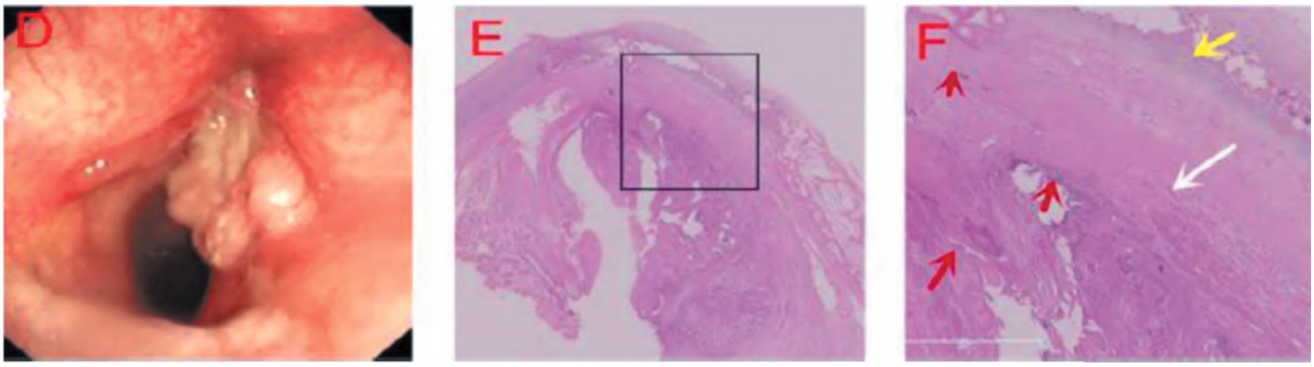


Рис. 19. D — электронное ларингоскопическое обследование; E, F — усиленное изображение внутри прямоугольника в E., 40 ×. Серийное сечение: без участия щитовидного хряща (красная стрелка: опухолевые клетки, желтая стрелка: хрящ щитовидной железы, белая стрела: вокальная мышца).

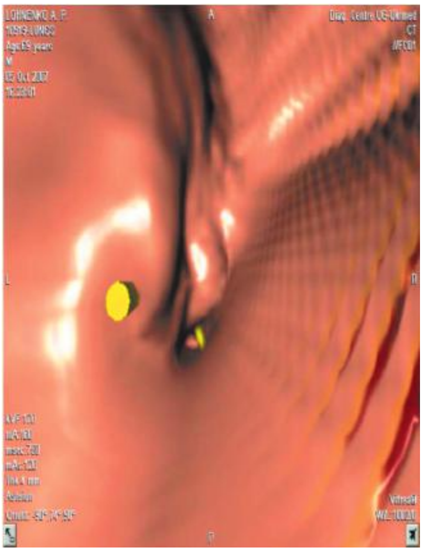


Рис. 22. Стенозирование просвета.

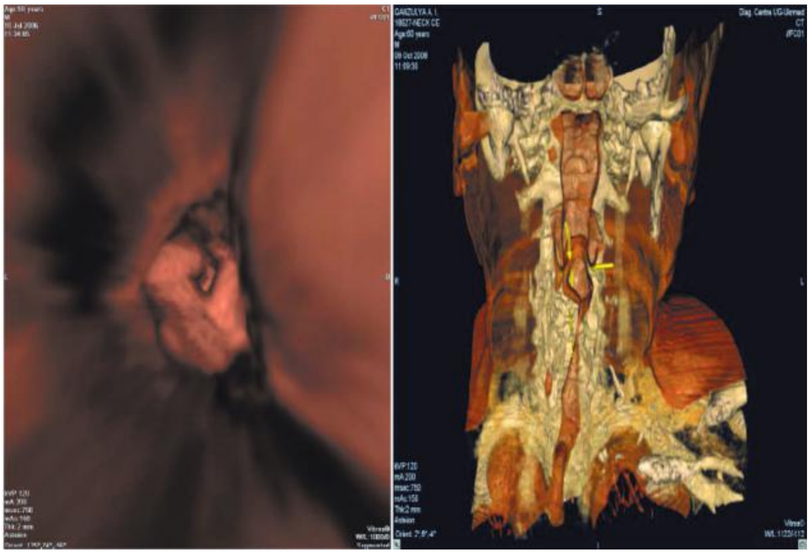


Рис. 23. Виртуальная ларингоскопия выявила стеноз подсвязочного отдела.

На рис. 16 — опухоль подсвязочного отдела гортани распространяется в просвет трахеи.

На рис. 17 представлены результаты, полученные различными методами (см. цветную вкладку). На рис.18 показано метастазирование процесса.

Ниже преставлены изображения, иллюстрирующие злокачественные поражния гортаноглотки и гортани.

Рис. 19 (A) КТ: без участия щитовидного хряща (красная стрелка), (B) (T1WI) и (C) (T2WI) МРТ-сканирование: вовлечение хряща щитовидной железы (красная стрелка), (D) Электронное ларингоскопическое обследование. (E, F) (усиленное изображение внутри прямоугольника в E., 40 ×). Серийное сечение: без участия щитовидного хряща (красная стрелка: опухолевые клетки, желтая стрелка — хрящ щитовидной железы, белая стрела — вокальная мышца) (см. цветную вкладку).

Рис. 20. Конгломерат лимфоузлов при раке гортани справа (стрелки).

Рис. 21. Метастазирование процесса в регионарные лимфоузлы (стрелки).

Прогноз хороший, если опухоль выявляется на ранней стадии, 5-ти летняя выживаемость составляет 75%.

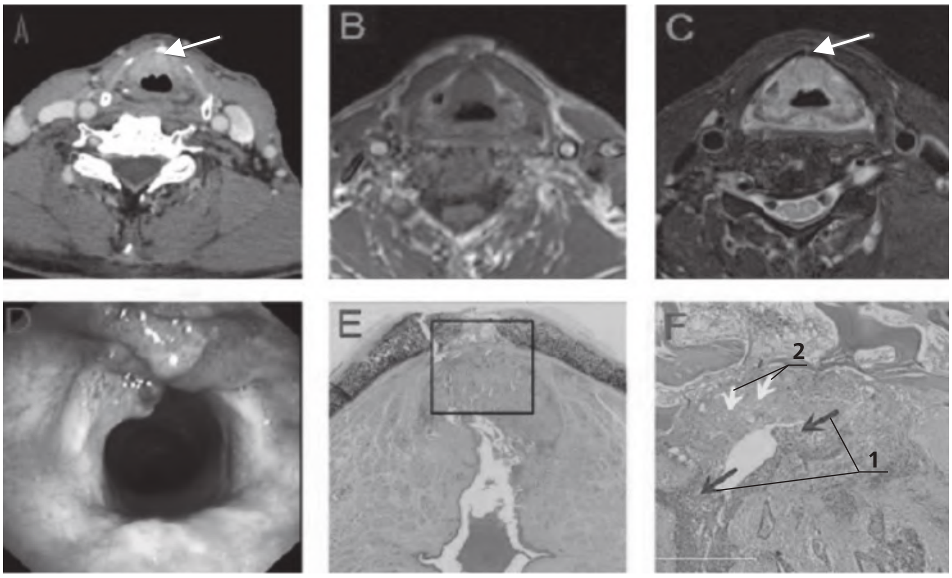


Рис. 17. Опухоль подсвязочного пространства гортани: (A) КТ; (B) МРТ (T1WI); (C) (T2WI подавление жира): вовлечение хряща щитовидной железы (стрелка); (D) электронное ларингоскопическое обследование; (E, F) усиленное изображение внутри прямоугольника в E, 200 ×). Серийное сечение — легкое вовлечение хряща щитовидной железы (стрелка 1: опухолевые клетки, стрелка 2: нарушенный хрящ щитовидной железы) (см. цветную вкладку).

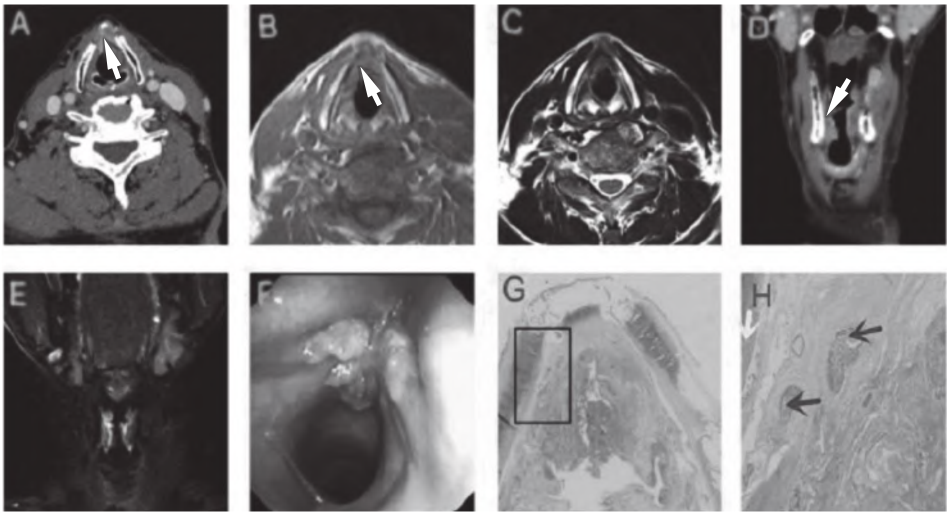


Рис. 18. Опухоль подсвязочного пространства гортани: (A) КТ: без участия щитовидного хряща (стрелка) (B). (T1WI) и (C). (T2WI) МРТ-сканирование: вовлечение хряща щитовидной железы (стрелка) (D). Электронное ларингоскопическое обследование. (E, F) (усиленное изображение внутри прямоугольника в E., 40 ×) (G,H) Серийное сечение: без участия щитовидного хряща (красная стрелка), желтая стрелка: хрящ щитовидной железы, белая стрелка: вокальная мышца) (см. цветную вкладку).

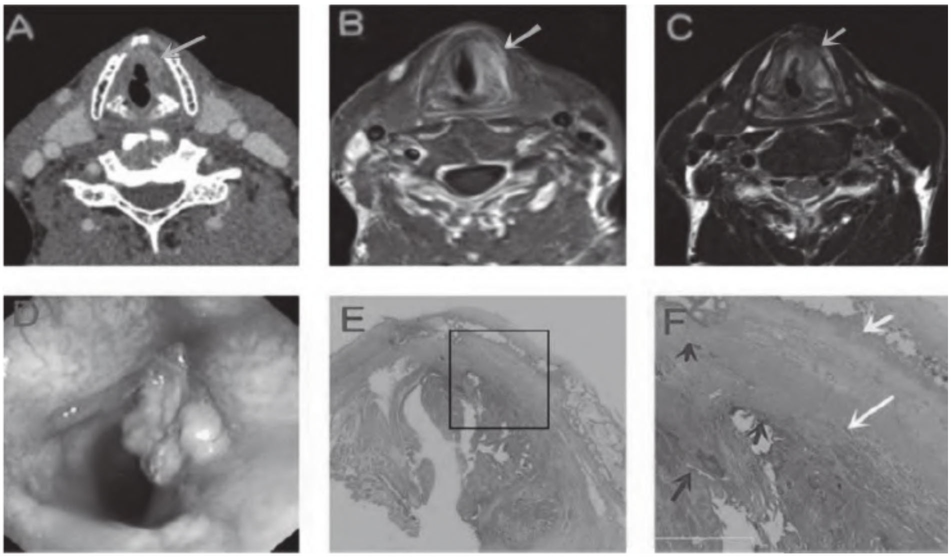


Рис. 19. (A) КТ: без участия щитовидного хряща (красная стрелка), (B) T1WI и (C) (T2WI) МРТ–сканирование: во–влечение хряща щитовидной железы (красная стрелка), (D) Электронное ларингоскопическое обследование, (E, F) (усиленное изображение внутри прямоугольника в E., 40 ×). Серийное сечение: без участия щитовидного хряща (красная стрел–ка: опухолевые клетки, желтая стрелка: хрящ щитовидной железы, белая стрелка: вокальная мышца) (см. цветную вкладку).

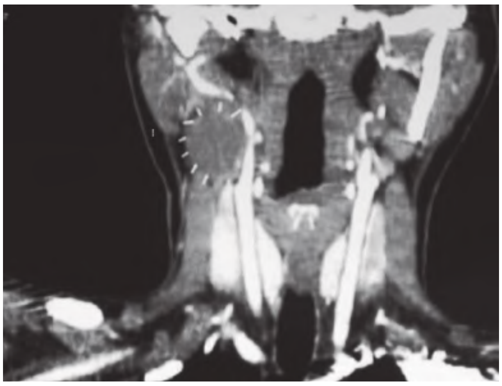


Рис. 20. Конгломерат лимфоузлов при раке гортани (стрелки).

Рис. 21. Виртуальная ларингоскопия. Метастазирование процесса в регионарные лимфоузлы (стрелки).

Лечение при маленьких опухолях проводится с помощью лазерохирургии или с помощью гамматерапии. Ларинготомия используется при прорастании опухоли в супраглотку с фиксацией голосовых связок. При больших опухолях проводится лучевая терапия или тотальная ларинготомия с частичной резекцией шеи. На рис. 22–30 — результаты исследований с использовним разных методов визуализации.

Рис. 22. Стенозирование просвета.

Рис. 23. Виртуальная ларингоскопия выявила стеноз подсвязочного отдела (см. цветную вкладку).

Рис. 24. Стеноз подсвязочного пространства.

Рис. 25. Опухоль подсвязочного пространства.

Рис. 26. Рецидив опухоли со стенозированием подсвязочного пространства, стеноз подсвязочного отдела трахеостома.

Рис. 27. До лучевой терапии (см. цветную вкладку).

Рис. 28. После лучевой терапии. Виртуальная КТ-эндоскопия. Обнаружено бугристое образование, которое суживает и деформирует просвет гортани. Индуративный отек слизистой гортани (см. цветную вкладку).

Рис. 29. КТ-ларингоскопия (см. цветную вкладку).

Рис.30. Обычная ларингоскопия (см. цветную вкладку).

Заключение

Использование трехмерной реконструкции и виртуальной эндоскопии рака гортаноглотки и гортани методом мультиспиральной компьютерной томографиик, МРТ, ДВИ дают возможность определить анатомо-топографические особенности исследуемого участка; уточнить локализацию опухоли, форму,

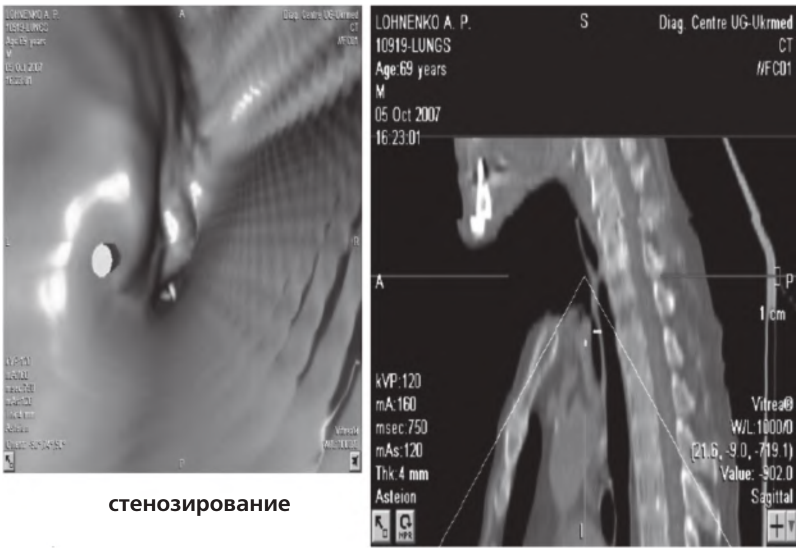


Рис. 22. Стенозирование просвета (см. цветную вкладку).

Рис. 24. Виртуальная ларингоскопия. СКТ. Опухоль пространства. Стеноз.

Рис. 25. Опухоль подсвязочного пространства.

стеноз подсвязочного отдела **трахеостома**

Рис. 26. Рецидив опухоли со стенозированием подсвязочного пространства.

размер, объем опухоли; определить состояние костных, хрящевых и мягких тканевых структур; позволяют также изменить стадии заболевания. Так, у 24 пациентов с раком гортани и глотки со стадией T2N0-3M0 выставлена стадия T3N0-3M0 и у 15 пациентов – с T3N0-3M0 выставлена стадия T4N0-3M0.

Из всех перечисленных методов, наибольшей чувствительностью и специфичностью обладает СКТ.

Чувствительность СКТ в определении инвазии в окружающее пространство составляет 98%, специфичность — 82%. Этот метод может стать «золотым стандартом» в обследовании больных раком гортани и гортаноглотки.

ПЕТ/КТ — позволяет оценить состояние регионарных лимфоузлов, а также оценить эффективность проводимой химио- и лучевой терапии.

Возможности КТ и МРТ четко различаются в отношении обнаружения инвазии хряща. МРТ, по-видимому, более чувствительна, чем КТ, при обнаружении инвазии неопластического хряща, но, по-видимому, имеет несколько более низкую специфичность, особенно при вовлечении хряща щитовидной железы. Увеличиваются признаки визуализации объема опухоли, а признаки участия хряща могут иметь прогностическое значение.

Исследования проводились с соблюдением национальных норм биоэтики и положений Хельсинкской декларации (в редакции 2013 г.). Авторы статьи — В. Н. Соколов, З. Н. Шавладзе, Ф. Д. Евчев, Н. В. Пилипюк, В. М. Цвиговский, Г. М. Рожковская, Т. К. Дорофеева, Е. М. Дойкова, А. А. Корсун, Л. В. Анищенко — подтверждают, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. Urba S. G., Wolf G. T., Bradford C. A., et al. Neoadjuvant therapy for organ preservation in head and neck cancer. *Laryngoscope,* 2000, iss.110, pp. 2074–2080.
2. Marakami R., Furusawa M., Baba Y., et al. Dynamic Helical CT of T1 and T2 Glottic Carcinomas: Predictive Value for Local Control with Radiation Therapy. *JNR Am. J. Neuroradiol.,* 2000, vol. 21, iss. 7, pp. 1320–1326.
3. Head and neck cancer: consensus standards for the process of care. *Ed by Wilson J. A., British Assoc. of Otorhinolaryngologists, 2nd ed.* London, 2000, vol. 22, no. 2, pp. 111–119.
4. Nishiyama Y., Yamamoto Y., Yokoe K., et al. Superimposed dual-isotope SPECT using^{99m}Tc-hydroxymethylene diphosphonate and^{201}Tl-chloride to assess cartilage invasion in laryngohypopharyngeal cancer. *Ann Nucl Med.,* 2004, vol. 18, iss. 6, pp. 527–532.
5. Barbosa M. M., Araujo V. J., Jr, Boasquevisque E., et al. Anterior vocal commissure invasion in laryngeal carcinoma diagnosis. *Laryngoscope,* 2005, iss. 115, pp. 724–730.
6. Theony H. C., Delaere P. R., Hermans R. Correlation of local outcome after partial laryngectomy with cartilage abnormalities on CT. *AJNR Am. J. Neuroradiol.,* 2005, vol. 26, no. 3, pp. 674–678.
7. Gordin A., Daitzchman M., Dowek I., Yefremov N., and oth. Fluorodeoxyglucose-positrone emission tomography/computed tomography imaging in patience with carcinoma of the larynx: diagnostic accuracy and impact on clinical management. *Laryngoscope,* 2006, vol. 116, no. 2, pp. 273–278.
8. Mukherji S. K., Bradford C. R. Controversies: is the role for positron-emission tomografic CT in the initial staging of head and neck carcinoma. Am. J. Neuroradiol. (AJNR), 2006, vol. 27, pp. 243–245.
9. Barbosa M. M., Araujo V. J., Jr, Boasquevisque E., et al. Anterior vocal commissure invasion in laryngeal carcinoma diagnosis. *Laryngoscope,* 2005, iss. 115, pp. 724–730.
10. Ljumanovic R., Langendijk J. A., Hoekstra O. S., Leemans C. R., Castalijns J. A. Distant metastases in head and neck carcinoma: identification of prognostic groups with MR imaging. *Eur. J. Radiol.,* 2006, iss. 60, pp. 58–66.
11. Gordin A., Daitzchman M., Doweck I. Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography imaging in patients with carcinoma of the larynx: diagnostic accuracy and impact on clinical management. *Laryngoscope,* 2006, iss. 116, pp. 273–278.
12. Ljumanovic R., Langendijk J. A., Hoekstra O. S., Leemans C. R., Castalijns J. A. Distant metastases in head and neck carcinoma: identification of prognostic groups with MR imaging. Eur. J. Radiol., 2006, iss. 60, pp. 58–66.
13. Mukherji S. K., Bradford C. R. Controversies: is there a role for positron-emission tomographic CT in the initial staging of head and neck carcinoma? *AJNR Am. J. Neuroradiol.,* 2006, vol. 27, pp. 243–245.
14. Castaldi P., Leccisotti L., Bussu F., Miccichè F. and Rufini V. Role of 18F-FDG PET-CT in head and neck squamous cell carcinoma. *Otorhinolaryngol. Ital.,* 2013, vol. 33, no. 1, pp. 1–8.
15. Citil S., Dogan S. et al. Comparison of Dynamic Contrast-Enhanced MRI and PET/CT in the Evaluation of Laryngeal Cancer After Inadequate CT Results. *J. Radiol.,* 2015, iss. 80, pp. 428–432.

Рис. 24. Виртуальная ларингоскопия. СКТ. Опухоль пространства. Стеноз.

Рис. 27. До лучевой терапии. Виртуальная КТ-эндоскопия. Обнаружено бугристое образование, которое суживает и деформирует просвет гортани .

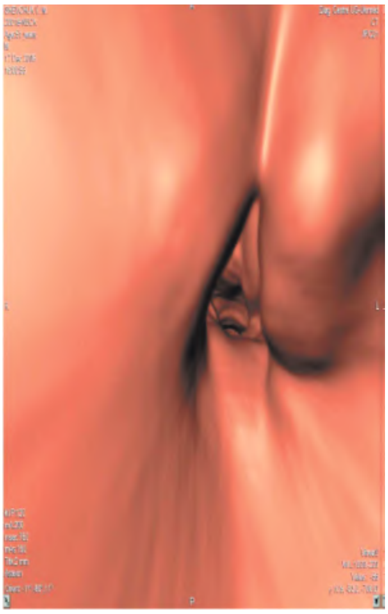


Рис. 28. После лучевой терапии. Индуративный отек слизистой гортани.

Рис. 29. КТ-ларингоскопия.

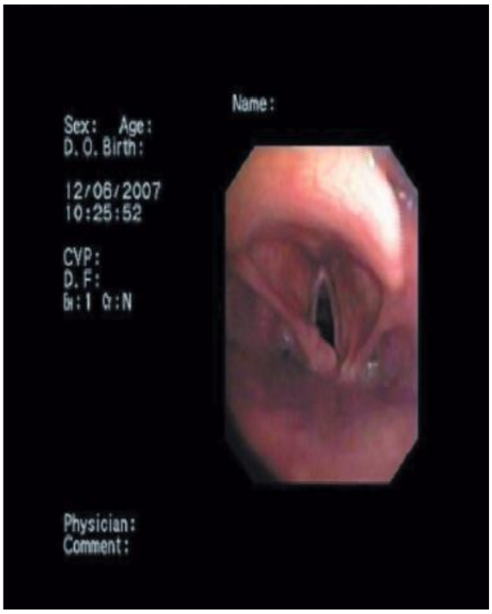
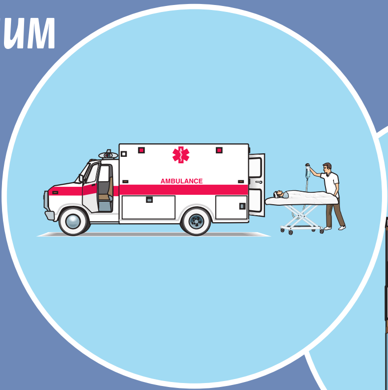


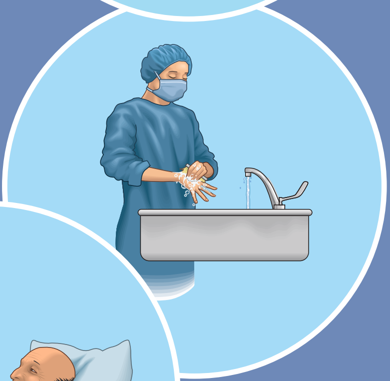
Рис. 30. Обычная ларингоскопия.

Управління лікувально-діагностичним процесом закладу охорони здоров'я (ЗОЗ) будь-якої форми власності в умовах ринкової економіки, медичної Реформи, сімейної та страхової медицини.



Госпітальна інформаційна система «Інститут-МіТ@Клініка®»

Аналіз діяльності ЗОЗ, використання унікальної постреляційної медичної бази даних, облік індивідуальних витрат на пацієнта, алгоритмізація роботи і професійне наповнення робочих місць різних фахівців медичною інформацією. Надійний захист персональних даних. Електронний цифровий підпис (ЕЦП). Впровадження, супровід, навчання.



Інститут Медичної Інформатики та Телемедицини, ТОВ
а.с. 7313, Харків, 61002, Україна
тел. +380 (57) 700 6881
institute-medinform@ukr.net

Злоякісні пухлини гортаноглотки і гортані — тривимірна реконструкція і віртуальна ендоскопія

В. М. Соколов, З. М. Шавладзе, Ф. Д. Євчев, М. В. Пилипюк, В. М. Цвіговський, Г. М. Рожковська
Т. К. Дорофєєва, Е. М. Дойкова, О. А. Корсун, Л. В. Аніщенко
Одеський національний медичний університет, Україна

Резюме

Вступ. Радіолог вносить цінний внесок в постановку діагнозу раку гортані, і це безпосередньо впливає на планування лікування. У цьому огляді основна увага приділяється основним анатомічним концепціям, схемами поширення пухлини і способам виявлення цього за допомогою оптимальної обробки поперечного перерізу (СКТ, МРТ, виртуальная ларингоскопия, ДВІ, ПЕТ/КТ). Обговорюються і ілюструються питання, пов'язані з співвідношенням пухлини з шлуночкових комплексом , підслизовим гортанними просторами, участю гортанних хрящів і метастатичним поширенням. Описано вплив цих результатів візуалізації на спектр терапевтичних варіантів. Наводяться у зможний переваги комбінованих методів СКТ, МРТ, ДВІ і ПЕТ/КТ в діагностиці різних локалізацій раку гортані. У статті описується різні методи постановки діагнозу раку гортані, починаючи від звичайного рентгено-томографічного дослідження і використання сучасних методів, таких як СКТ, МРТ, ДВІ, ПЕТ/КТ та віртуальної ларингоскопии, питання про використання якої в клінічній практиці залишається відкритим до теперішнього часу. Наводяться можливі переваги комбінованих методів СКТ, МРТ, ДВІ і ПЕТ/КТ в діагностиці різних локалізацій раку гортані.

Мета роботи. Провести точну розробку методичних прийомів при проведенні спіральної комп'ютерної томографії, включаючи використання 3Д реконструкцію і віртуальну ендоскопію при підозрі на злоякісні пухлини гортаноглотки і гортані. Встановити стадію захворювання шляхом виявлення регіонарних і віддалених метастазів, визначити стратегію радикальної хірургії, прогнозувати результат проведеного лікування, оцінити ефективність хіміо- променевої терапії.

Матеріали та методи. Порівняння можливостей спіральної комп'ютерної томографії та віртуальної ендоскопії у хворих на рак гортаноглотки і гортані було виконано на основі оцінки власних результатів обстеження більш ніж у 469 пацієнтів. Нами була вивчена ефективність різних методів дослідження, починаючи від стандартних рентгенограм і закінчуючи МСКТ, МРТ, ДВІ (дифузно зважене зображення) і ПЕТ/КТ.

ДВІ заснований на реєстрації змін у характері броунівського руху молекул води в різних патологічних процесах При цьому вивчалася інтенсивність сигналу і розраховувалися значення коефіцієнта дифузії (A DC). ПЕТ / КТ проводився з використанням міченої радіоактивним ізотопом фтор 18- дезоксиглюкозу (ФДГ). Це дозволило більш об'єктивно оцінити можливості вищенаведених методів.

Результати та висновки. Застосування СКТ дозволяло визначати широке поширення процесу на прилеглі органи (щитовидна залоза) і м'які тканини шиї, в просвіт трахеї, деструкцію хрящів гортані, виявляти стенозирование. Однак, найкращим способом виявлення стенозирования є віртуальна ларингоскопия. МРТ і ПЕТ/КТ дозволяли виявляти метастазування процесу в регіонарні і віддалені лімфовузли; виявляти рецидивирование пухлини; проводити оцінку ефективності проведення хіміо- променевої терапії.

Ключові слова: метод застосування СКТ, МРТ; віртуальна ендоскопія; ДВІ, ПЕТ/КТ; метаболізм меченной глюкози; рак гортані і ротоглотки.

Malignant tumors of the laryngopharynx and larynx — three-dimensional reconstruction and virtual endoscopy

V. N. Sokolov, Z. M. Shavladze, F. D. Evchev, M. V. Pilipuk, V. M. Zvigovskiy, G. M. Pogkovskay
T. K. Dorofeeva, E. M. Doykova, A. A. Corsun, L. V. Anischenco

Odessa National Medical University, Ukraine

e-mail: danilsokolov@ukr.net

Abstract

A radiologist makes a valuable contribution to laryngeal cancer diagnostics, thatin fluences planning on treatment. This review focuses on basic anatomical concepts, tumor spreading patterns and methods for detecting these with the use of optimal cross-section processing (SCT, MRT, Wirth Uaon Laryngoscopy, DWI, PET/CT). The work illustrates the issues related to the ratio of tumor to ventricular complex, submucosal laryngeal spaces, involvement of laryngeal cartilage and metastatic spreading.The effect of visualisation results on the spectrum of therapeutic variants is described. Possible advantages of combined methods of SCT, MRI, DWI and PET/CT in the diagnosis of various localisations of laryngeal cancer are demonstrated.

The purpose of the work is to demostrate accurate development of methodical techniques for spiral computed tomography including the use of 3D-reconstruction and virtual endoscopy for suspected malignant tumors of the laryngopharynx and larynx; to establish the stage of the disease progressing by identifying regional and distant metastases; to determine the strategy of radical surgery; to predict the outcome of ongoing treatment and to evaluate the effectiveness of chemotherapy.

Materials and methods. Comparison of possibilities for spiral computed tomography and virtual endoscopy in patients with laryngeal and laryngeal cancer was performed on the basis of an evaluation of the results of the examination in more than 469 patients.

We have studied the effectiveness of various methods of investigation, ranging from standard radiographs to MSCT, MRI, DWI (diffuse-weighted imaging) and PET/CT. DWI is based on detection of changes in the nature of Brownian motion of water molecules in various pathological processes, and the values of the diffusion coefficient (DC) were calculated. PET/CT was performed using radiolabeled fluorine 18-deoxyglucose (FDG). This allowed more objective assessment of the possibilities of abovedesignated methods.

Results and conclusions

The use of SCT made possible to determine extensive spread of the process to the adjacent organs (the thyroid gland) and the soft tissues of the neck, to the lumen of the trachea, the destruction of the cartilages of the larynx, and to reveal stenosis. However, the best way to identify stenosis was virtual laryngoscopy. MRI and PET/CT revealed metastasis of the process to regional and distant lymph nodes; identify tumor recurrence; assess the effectiveness of chemoradiotherapy.

Key words: method of using SCT, MRI; virtual endoscopy; DWI, PET / CT; metabolism of radiolabeled glucose, cancer of the larynx and laryngeal-pharynx.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association of Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 81–101. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.10
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (15)

Reference

1. Urba S. G., Wolf G. T., Bradford C. A., et al. Neoadjuvant therapy for organ preservation in head and neck cancer. *Laryngoscope,* 2000, iss. 110, pp. 2074–2080.
2. Marakami R., Furusawa M., Baba Y., et al. Dynamic Helical CT of T1 and T2 Glottic Carcinomas: Predictive Value for Local Control with Radiation Therapy. *JNR Am. J. Neuroradiol.*, 2000, vol. 21, iss. 7, pp. 1320–1326.
3. Head and neck cancer: consensus standards for the process of care. *Ed by Wilson J. A., British Assoc. of Otorhinolaryngologists, 2nd ed.* London, 2000, vol. 22, no. 2, pp. 111–119.
4. Nishiyama Y., Yamamoto Y., Yokoe K., et al. Superimposed dual-isotope SPECT using^{99m}Tc-hydroxymethylene diphosphonate and^{201}Tl-chloride to assess cartilage invasion in laryngohypopharyngeal cancer. *Ann Nucl Med.*, 2004, vol. 18, iss. 6, pp. 527–532.
5. Barbosa M. M., Araujo V. J., Jr, Boasquevisque E., et al. Anterior vocal commissure invasion in laryngeal carcinoma diagnosis. *Laryngoscope,* 2005, iss. 115, pp. 724–730.
6. Theony H. C., Delaere P. R., Hermans R. Correlation of local outcome after partial laryngectomy with cartilage abnormalities on CT. *AJNR Am. J. Neuroradiol.,* 2005, vol. 26, no. 3, pp. 674-678.
7. Gordin A., Daitzchman M., Dowek I., Yefremov N., and oth. Fluorodeoxyglucose-positrone emission tomography/computed tomography imaging in patience with carcinoma of the larynx: diagnostic accuracy and impact on clinical management. *Laryngoscope,* 2006, vol. 116, no. 2, pp. 273–278.
8. Mukherji S. K., Bradford C. R. Controversies: is the role for positron-emission tomografic CT in the initial staging of head and neck carcinoma. *Am. J. Neuroradiol. (AJNR),* 2006, vol. 27, pp. 243–245.
9. Barbosa M. M., Araujo V. J., Jr, Boasquevisque E., et al. Anterior vocal commissure invasion in laryngeal carcinoma diagnosis. *Laryngoscope,* 2005, iss. 115, pp. 724–730.
10. Ljumanovic R., Langendijk J. A., Hoekstra O. S., Leemans C. R., Castalijns J. A. Distant metastases in head and neck carcinoma: identification of prognostic groups with MR imaging. *Eur J Radiol.,* 2006, iss. 60, pp. 58–66.

11. Gordin A., Daitzchman M., Doweck I. Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography imaging in patients with carcinoma of the larynx: diagnostic accuracy and impact on clinical management. *Laryngoscope,* 2006, iss. 116, pp. 273–278.
12. Ljumanovic R., Langendijk J. A., Hoekstra O. S., Leemans C. R., Castalijns J. A. Distant metastases in head and neck carcinoma: identification of prognostic groups with MR imaging. *Eur. J. Radiol.,* 2006, iss. 60, pp. 58–66.
13. Mukherji S. K., Bradford C. R. Controversies: is there a role for positron-emission tomographic CT in the initial staging of head and neck carcinoma? *AJNR Am. J. Neuroradiol.,* 2006, vol. 27, pp. 243–245.
14. Castaldi P., Leccisotti L., Bussu F., Miccichè F. and Rufini V. Role of 18F-FDG PET-CT in head and neck squamous cell carcinoma. *Otorhinolaryngol. Ital.,* 2013, vol. 33, no. 1, pp. 1–8.
15. Citil S., Dogan S. et al. Comparison of Dynamic Contrast-Enhanced MRI and PET/CT in the Evaluation of Laryngeal Cancer After Inadequate CT Results. *J. Radiol.,* 2015, iss. 80, pp. 428–432.

Переписка

д.мед.н., профессор, з.д.науки и техники Украины
В. Н. Соколов, зав кафедры лучевой диагностики, терапии и радиационной медицины Одесского Национального медицинского университета
ул. Акад. Воробьева, 5
Одесса, 65006, Украина
тел.: +380 (48) 720-14-21, 720-01-44
050-316-15-46
эл. почта: danilsokolov@ukr.net

УДК 537.86

Симулятор воздействия продольной магнитной волны для биохимических исследований

Ю. М. Пенкин[1], В. А. Катрич[2], Д. Ю. Пенкин[2], М. В. Нестеренко[2]
[1]Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина
[2]Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина

Резюме

Введение. В последние годы наблюдается интенсивный рост исследовательского интереса к изучению продольных электромагнитных волн. Отдельным для медицинских приложений является направление исследований о воздействии продольных волн на биохимические объекты. Однако в настоящее время нет экспериментальных устройств, представляющих исследователям возможности контроля мощности таких волн и вариации их частоты.

Цель работы. Обоснование возможности практической реализации симулятора для процесса распространения продольной магнитной волны в диэлектрическом образце.

Объект и методы. Концепция экспериментального симулятора базируется на результатах, полученных авторами ранее с помощью строгих электродинамических методов.

Результаты. Обоснована концепция создания симулятора воздействия продольной магнитной волны на диэлектрический образец при условиях контроля мощности воздействия и управления частотой волнового процесса. Симулятор предлагается реализовать на базе двухканального сочленения прямоугольных волноводов. Симуляция волнового процесса основывается на циклических перемещениях диэлектрического тела внутри волноводного сегмента в квазистационарном магнитном поле, локализованном в области щелей связи.

Ключевые слова: продольная магнитная волна; симулятор волнового процесса; волноводное устройство.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 102–107. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.11

1. Введение

В последние годы наблюдается интенсивный рост исследовательского интереса к изучению продольных электромагнитных волн [1]. В литературе так принято называть волны, которые содержат продольные составляющие электрического $\vec{E}$ или магнитного $\vec{H}$ полей и, соответственно, у которых колебания комплексных амплитуд напряженностей полей происходят в направлении распространения волны. На основании такого определения выделяют четыре типа волн: продольную электрическую волну (в направлении вектора $\vec{E}$); продольную магнитную волну (в направлении вектора $\vec{H}$); торсионную волну (вдоль вектора $\vec{H}$ с вихревой компонентой $\vec{E}$) и волну Тесла (вдоль вектора $\vec{E}$ с вихревой компонентой $\vec{H}$).

В классической электродинамике уравнения Максвелла в форме, предложенной О. Хэвисайдом и Г. Герцем [2], исключают возможность дальнего распространения продольных волн в свободном пространстве. Тем не менее, для сложных и движущихся сред такая возможность в рамках традиционной электродинамики сохраняется [например, 3]. Заметим, что в некоторых случаях композитных сред хорошо известные поверхностные волны (наблюдающиеся в ближней зоне излучателей и имеющие продольные полевые компоненты) по своей структуре могут быть интерпретированы исследователями, как затухающие продольные волны гибридного типа [4]. Не смотря на существующие теоретические «неувязки», на практике были реализованы генераторы поверхностных волн, преобразователи поперечных волн в продольные, детекторы, смесители и измерители мощности в разных частотных диапазонах [5]. Генераторными элементами в этих устройствах являлись плазма с радиальным током, газоразрядная трубка, четвертьволновой резонатор и др. При этом для регистрации продольных волн использовались диоды Шоттки, фотоматериалы (защищенные светонепроницаемым экраном с фольгой), жидкокристаллические индикаторы и т. п. Другими словами, описанные экспериментальные данные характеризовались использованием специфических устройств и достаточно сложными методиками их получения.

Отдельным от коммуникационных приложений является направление исследований о воздействии продольных волн на диэлектрические и биохимические объекты. Это связано с рядом специфических свойств продольных электромагнитных волн и их высокой проникающей способностью. Например, для медицинских приложений оказываются важными исследования эффективность мутагенного и стимулирующего воздействия продольных электромагнитных излучений на биологические объекты [6]. Причем для проведения таких исследований является необходимым иметь возможности точного контроля мощности излучения (поскольку обычно используются сигналы малой интенсивности) и вариации частоты волнового процесса на достаточно малых частотах (соизмеримых с собственными частотами биообъектов). Однако, в настоящее время в мире нет экспериментальных устройств, представляющих исследователям такие возможности.

Целью работы является обоснование практической реализации относительно простого экспериментального симулятора для процесса распространения продольной магнитной волны в диэлектрическом образце, обеспечивающем контроль мощности полевого воздействия и управление частотой симулируемого волнового процесса.

2. Материалы и методы

Предварительно был проведён системный анализ доступной информации по исследуемой тематике. Обоснование практической реализации экспериментального симулятора в работе базируется на результатах, полученных авторами ранее при использовании следующих методов электродинамики:

- метод интегральных уравнений;
- обобщенный метод наведенных электро-магнито-движущих сил в решении задач о комбинированных вибраторно-щелевых волноводных структурах;
- методы функции Грина и собственных волн в задачах возбуждения электромагнитных волн в различных электродинамических объемах.

3. Результаты и обсуждение

3.1. Электродинамический анализ базового волноводного устройства

В качестве базового устройства рассмотрим сочленение перпендикулярно скрещенных бесконечных прямоугольных волноводов, связанных между собой узкой щелью (рис. 1а). Здесь полагается, что узкая поперечная щель длиной $2l$ и шириной d ($[d/(2l)\ll 1]$, $[d/\lambda]\ll 1$, λ — длина волны в свободном пространстве), прорезанная в широкой стенке бесконечного прямоугольного волновода с внутренним поперечным сечением $a\times b$, излучает в бесконечный прямоугольный волновод с внутренним поперечным сечением $a_1\times b_1$. Выбор размеров поперечных сечений $a\times b$ и $a_1\times b_1$ обеспечивает одномодовый режим работы волноводов. Сочленяемые волноводы имеют идеально проводящие стенки и перпендикулярно скрещенные продольные оси, что приводит к совпадению направлений продольных осей щели и верхнего волновода. Верхний волновод является полым, а в нижнем волноводе под щелью расположена диэлектрическая вставка конечной длины c с произвольной диэлектрической проницаемостью ε и магнитной проницаемостью $\mu=1$. Нижний волновод из направления $z=-\infty$ возбуждается волной основного типа H_{10} единичной амплитуды.

Особенность использования рассматриваемого волноводного устройства проявляется при расположении щели на продольной оси верхнего волновода $(\bar{x}_0=a_1/2)$. Дело в том, что такая геометрия сочленения обеспечивает запредельный режим работы верхнего волновода (поскольку щель в этом случае в нем не возбуждает распространяющиеся волны) и позволяет сосредотачивать СВЧ мощность в локальной области волновода, ограниченной размерами щели. Именно для подобного режима работы сочленения в [7], на основании математического моделирования, было показано, что для максимальной передачи мощности из нижнего в верхний волновод (при смещении центра щели $x_0=a/2$) z_0 – расстояние между продольной осью щели и левой границей вставки (отмечено на рис. 1а по координатной оси z) должно быть близко к $d/2$ или кратно $\lambda_g^\varepsilon/2$ (при достаточной длине вставки), где λ_g^ε — длина волны в нижнем волноводе полностью заполненном диэлектриком. При этом продольный размер вставки c оказывается кратным нечетному числу четвертей $\lambda_g^\varepsilon/4$. Также в [7] было установлено, что для заданной длины волны подбором электрических параметров волноводного устройства можно обеспечить любой (из интервала $0\leqslant|S_e|^2\leqslant 0,84$) требуемый уровень передачи мощности $|S_e|^2$ из нижнего волновода в верхний путем изменения величины диэлектрической проницаемости вставки.

В качестве альтернативного (диэлектрической вставке) элемента управления уровнем мощности $|S_e|^2$, согласно [8], в нижнем волноводе может также использоваться несимметричный тонкий импедансный вибратор радиусом r и длиной $2L_v$($[r/(2L_v)]\ll 1$, $[r/\lambda\ ]\ll 1$), расположенный параллельно узким стенкам волновода (Fig. 1b, где $L_{sl}=l$). В [8] установлено, что при $x_{01}=a/2$ для реализации максимального коэффициента излучения щели необходимо использовать вибраторы с переменными вдоль их оси индуктивными импедансами. При этом собственные резонансные длины волн щели и монополя оказываются разнесенными по диапазону на интервал, составляющий $\approx 20\%$ резонансной длины волны щели. Смещения z_0 вибратора вдоль продольной оси волновода, при которых проявляется максимальное взаимное влияние элементов вибраторно-щелевой структуры, кратны целому числу $\lambda_G/4$ – четверти резонансной длины волны щели в волноводе. При этом максимальные значения коэффициента излучения щели, близкие к единице, имеют место при смещениях z_0, кратных целому числу величины $\lambda_G/2$.

Для любого варианта выбора типа элемента управления в сочленении магнитное поле (с корректируемой амплитудой) в верхнем волноводе может быть записано на основании представления электрического поля на верхней поверхности резонансной щели с помощью эквивалентного продольного магнитного тока [9]:

$$\vec{j}^{\,m}_{\bar{z}}(\bar{x},\bar{y},\bar{z})=\vec{\bar{z}}^{\,0}J_0^m\,\Phi(\bar{x},\bar{y})\cos q(\bar{z}-l)\Big|_{\bar{y}=b_1}, \qquad (1)$$

где J_0^m – комплексная амплитуда, $\Phi(\bar{x},\bar{y})$ – заданная функция, а параметр $q=\pi/(2l)$. Пользуясь далее известными соотношениями для вектора Герца и магнитной тензорной функции Грина [9], можем получить выражения для электрических $\vec{E}$

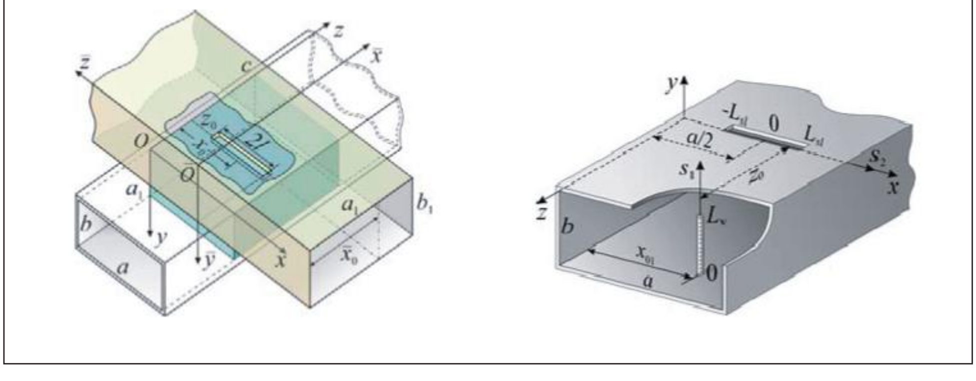


Рис. 1. Геометрия волноводных устройств.

и магнитных полей $\vec{\bar{H}}$ в волноводе, которые характеризуются интересной особенностью. Так, поперечные компоненты полей $\vec{\bar{E}}$ и $\vec{\bar{H}}$, соответствующие моде $m=n=0$ (m,n – индексы представления функции Грина в виде двойной суммы), везде тождественно равны нулю. Отличный от нуля только продольный компонент $\bar{H}_{\bar{z}00}$,да и то только в области расположения щели, где он оказывается только реактивным:

$$\bar{H}_{\bar{z}00}=\begin{cases}\frac{iJ_0^m}{a_1b_1\omega\mu}\int\limits_{\bar{x}'}\Phi(\bar{x}',b_1)d\bar{x}'\cos q(\bar{z}-l), & 0\le\bar{z}\le 2l;\\ 0, & \bar{z}\le 0,\quad 2l\le\bar{z};\end{cases} \quad (2)$$

где в случае полого верхнего волновода: $\omega\mu = 120\pi k$, $k = \lambda$.

Из анализа выражения (2) следует, что магнитное поле $\bar{H}_{\bar{z}00}$ носит квазистатический характер и имеет в области щели $0\le\bar{z}\le 2l$ форму стоячей волны в виде полуволны косинусоиды. Впервые необходимость учета этого компонента в моделировании полей излучения продольных щелей была обоснована в [10].

Таким образом, можно утверждать, что в верхнем волноводе рассмотренного крестообразного волноводного сочленения может быть возбуждено локализованное квазистационарное магнитное поле (в виде стоячей волны в области щели связи), величина амплитуды которого регулируется с помощью элемента управления, расположенного в нижнем волноводе. Реальная длина щели зависит от выбора рабочей длины волны (и соответствующих электрических параметров волноводных сочленений) в сантиметровом или дециметровом диапазоне длин волн.

3.2. Симуляция процесса распространения продольной магнитной волны

Анализ базового волноводного сочленения был представлен для случая полого верхнего волновода. Разумеется, при его заполнении однородным немагнитным диэлектриком с проницаемостью ε, прежние результаты остаются физически корректными, поскольку амплитуда квазистационарного поля $\bar{H}_{\bar{z}00}$ (2) лишена зависимости от материального параметра ε. Далее предполагаем, что диэлектрический образец в виде бруса, размеры поперечного сечения которого совпадают с размерами поперечного сечения верхнего волновода, имеет возможность механически перемещаться вдоль продольной оси волновода со скоростью v (рис. 2). При этом, по аналогии с моделью медленно движущихся сред, скорость v считается весьма малой по сравнению со скоростью света и скоростью релаксационных процессов в атомах (молекулах) диэлектрика.

Тогда плоский слой образца, находящийся в начальный момент времени $t = 0$ в сечении $\bar{z}=0$ (рис. 2), будет взаимодействовать с полем, характеризующимся переменной во времени амплитудой $\bar{H}_{\bar{z}00}(t)$

$$\bar{H}_{\bar{z}00}(t)=\frac{iJ_0^m}{a_1b_1\omega\mu}\int\limits_{\bar{x}'}\Phi(\bar{x}',b_1)d\bar{x}'\cos q(vt-l) \quad (3)$$

в интервале времени $0\leqslant t\leqslant 2l/v$ прохода области щели. Если в момент времени $\Delta t = 2l/v$ принудить диэлектрический брус двигаться с той же скоростью в противоположном направлении, то на рассматриваемое сечение образца (в интервале времени $0\leqslant t\leqslant 4l/v$) будет воздействовать магнитное поле:

$$\bar{H}_{\bar{z}00}(t)=\frac{iJ_0^m}{a_1b_1\omega\mu}\int\limits_{\bar{x}'}\Phi(\bar{x}',b_1)d\bar{x}'\cos q\left(\frac{2l}{\Delta t}t-l\right) \quad (4)$$

пока диэлектрический брус не вернется в первоначальное положение. Таким образом, при последовательных повторах механических циклов перемещения диэлектрического бруса обеспечиваются электродинамические условия, адекватные воздействию на рассматриваемое сечение образца продольной волны магнитного типа с частотой

$$v=\frac{l}{\pi\Delta t}.$$

Отметим, что изменяя скорость перемещения диэлектрического образца (а, следовательно, и величину временного параметра Δt), можно управлять значением частоты симулируемого волнового процесса.

Для того чтобы обеспечить симулирование волнового процесса в любом поперечном сечении диэлектрического образца, первоначально занимающего в волноводе всю область над щелью, конструкцию базового волноводного устройства необходимо усложнить следующим образом. В общей конструкции объединяются два идентичных базовых волноводных сочленения I и II, которые в качестве общего плеча используют волновод с диэлектрическим образцом (как показано на рис. 3). При этом в волноводе с диэлектрической вставкой будут прорезаны две одинаковые узкие щели (вдоль продольной его оси): одна, как и прежде, в нижней стенке, а вторая – в верхней стенке волновода. Совмещение краев щелей в плоскости $\bar{z}=2l$ обеспечивает непрерывность распределения квазистационарного магнитного поля $\bar{H}_{\bar{z}00}$, имеющего в области волновода $0\le\bar{z}\le 4l$ вид двух полуволн стоячей волны.

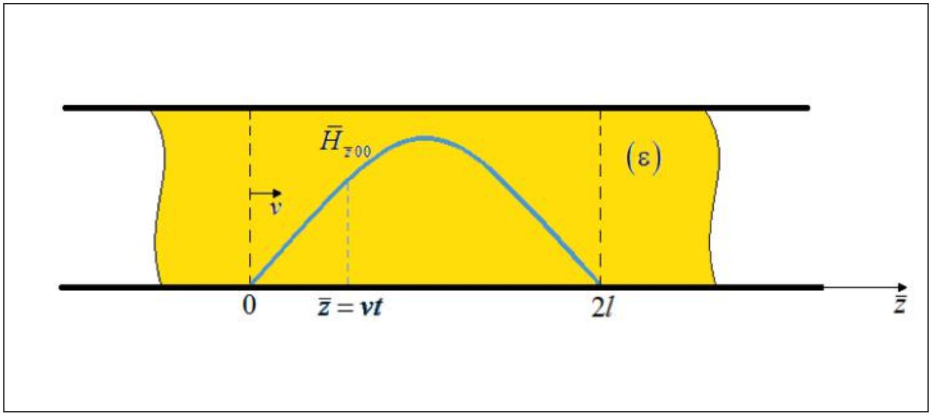


Рис. 2. Диэлектрический образец в магнитном поле.

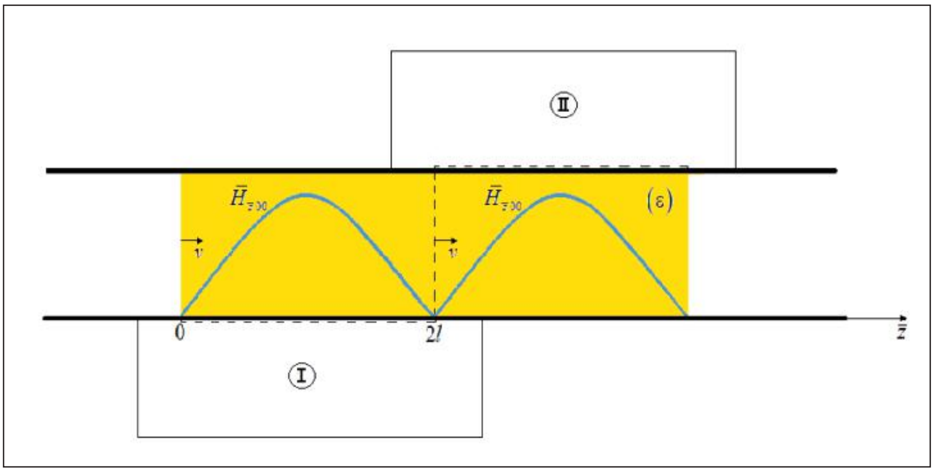


Рис. 3. Схема предлагаемого волноводного устройства.

Нетрудно убедиться, что такая структура магнитного поля $\bar{H}_{\bar{z}00}$ будет обеспечивать возможность симулирования волнового процесса в произвольной точке произвольно выбранного поперечного сечения диэлектрического образца. Следует отметить, что в предлагаемом волноводном устройстве (с двумя независимыми входами) щели связи не взаимодействуют между собой по высшим волноводным модам, поэтому волноводные узлы возбуждения не требуют каких-либо дополнительных настроек при совместном использовании.

4. Заключение

Нами разработана концепция практической реализации симулятора процесса распространения продольной магнитной волны в однородном диэлектрическом образце. Симуляция волнового процесса создаётся посредством механического перемещения диэлектрического образца в квазистационарном магнитном поле, сконцентрированном в конечном сегменте прямоугольного волновода. Магнитное поле с необходимой структурой формируется в волноводном плече двухканального сочленения перпендикулярно скрещенных прямоугольных волноводов со щелевыми связями. Предлагаемое волноводное устройство с двумя идентичными узлами возбуждения позволяет формировать квазистационарное магнитное поле электродинамическим способом на выбранной рабочей длине волны в сантиметровом или дециметровом диапазоне длин волн.

Отличительной особенностью концепции является разделение электродинамической задачи формирования квазистационарного магнитного поля и задачи симулирования волнового процесса в диэлектрическом образце с помощью его циклического перемещения внутри волновода механическим путем. Такой подход обеспечивает возможности управления мощностью полевого воздействия на образец и частотой симулируемого в нем волнового процесса. Разумеется, использование здесь механического способа будет ограничивать (по верхним частотам) возможности симуляции волнового процесса. Однако это ограничение, при необходимости, может быть расширено в сторону более высоких частот путем модификации электродинамического устройства формирования магнитного поля.

Исследования проводились с соблюдением национальных норм биоэтики и положений Хельсинкской декларации (в редакции 2013 г.). Авторы статьи — Ю. М. Пенкин, В. А. Катрич, Д. Ю. Пенкин, М. В. Нестеренко — подтверждают, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. Агеев И. М., Шишкин Г. Г. Продольные волны. М., *МАИ*, 2014, 272 с.
2. Hertz H. Untersuchungen Ǘber die Ausbreitung der elektrischen Kraft. *Leipzig,* 1894, 34 s.
3. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. М. *Наука,* 1969, 683 с.
4. Monstein C. and Wesley J.P. Observation of scalar longitudinal electrodynamic waves. *Europhysics Letters,* 2002, vol. 59, no. 4, pp. 514–520.
5. Абдулкеримов С. А., Ермолаев Ю. М., Родионов Б. Н. Продольные электромагнитные волны. Теория, эксперименты, перспективы применения. М., *МГУЛ,* 2003, 171 с.
6. Богданов В. П., Нефедов Е. И., Протопопов А. А. Анализ мутагенного и стимулирующего действия продольных электромагнитных излучений. *Электродинамика и техника СВЧ и КВЧ,* 2000, т.8, № 1–2 (27), сс. 37–41.
7. Penkin Yu. M., Berdnik S. L., Katrich V. A. and Nesterenko M. V. Influence of a Dielectric Insert on Energy Characteristics of a Cruciform Waveguide Junction. *In Proc. XXI-th Inter Seminar/Workshop «Direct and Inverse problems of electromagnetic and acoustic wave theory (DIPED)»*, 2016, pp. 42–45.
8. Nesterenko M. V., Katrich V. A., Penkin D. Y., Berdnik S. L. and Kijko V. I. Electromagnetic waves scattering and radiation by vibrator-slot structure in a rectangular waveguide. *Progress in Electromagnetics Research,* M, 2012, pp. 69–84.
9. Nesterenko M. V., Katrich V. A., Penkin Yu. M. and Berdnik S. L. Analytical and Hybrid Methods in Theory of Slot-Hole Coupling of Electrodynamic Volumes. New York. *Springer Science+Business Media,* 2008, 146 p.
10. Яцук Л. П., Жиронкина А. В., Катрич В. А., Пенкин Ю. М. Решение задачи возбуждения прямоугольного волновода магнитным током. *Изв. вузов. Радиоэлектроника,* 1987, т. 30, № 5, сс. 37–41.

Симулятор впливу поздовжньої магнітної хвилі для біохімічних досліджень

Ю. М. Пєнкін[1], В. О. Катрич[2], Д. Ю. Пенкін[2], М. В. Нестеренко[2]
[1]Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна
[2]Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, Україна

Резюме

Вступ. В останні роки спостерігається інтенсивне зростання дослідницького інтересу до вивчення поздовжніх електромагнітних хвиль. Окремим для медичних програм є напрям досліджень про вплив поздовжніх хвиль на біохімічні об'єкти. Однак у даний час відсутні експериментальні пристрої, що надають дослідникам можливості контролю потужності таких хвиль і варіації їх частоти.

Мета роботи. Обґрунтування можливості практичної реалізації симулятора для процесу поширення поздовжньої магнітної хвилі в діелектричному зразку.

Об'єкт і методи. Концепція експериментального симулятора базується на результатах, що отримані авторами раніше за допомогою строгих електродинамічних методів.

Результати. Обґрунтовано концепцію створення симулятора впливу поздовжньої магнітної хвилі на діелектричний зразок за умов контролю потужності впливу і управління частотою хвильового процесу. Симулятор пропонується реалізувати на базі двоканального зчленування прямокутних хвилеводів. Симуляція хвильового процесу ґрунтується на циклічних переміщеннях діелектричного тіла всередині хвилеводного сегменту в квазістаціонарному магнітному полі, яке локалізовано в області щілин зв'язку.

Ключові слова: поздовжня магнітна хвиля; симулятор хвильового процесу; хвилеводний пристрій.

Simulator effects of longitudinal magnetic waves for biochemical research

Yu. M. Penkin[1], V. A. Katrich[2], D. Yu. Penkin[2], M. V. Nesterenko[2]
[1]National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine
[2]V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
e-mail: penkin.yuriy@gmail.com

Abstract

Introduction. In recent years, there has been an intense increase in research interest in the study of longitudinal electromagnetic waves. Separate for medical applications is the direction of research on the effects of longitudinal waves on biochemical objects. However, at present there are no experimental devices that provide researchers with the possibility of controlling the power of such waves and the variation of their frequency.

The purpose of the work is to give a justification of the possibility of practical implementation of the simulator for the process of propagation of a longitudinal magnetic wave in a dielectric sample.

Object and Methodology. The concept of an experimental simulator is based on the results obtained earlier by the authors using rigorous electrodynamic methods.

Results. The concept of creating a simulator of the effect of a longitudinal magnetic wave on a dielectric sample under the conditions of controlling the power of influence and controlling the frequency of the wave process is substantiated. The simulator is proposed to be implemented on the basis of a two-channel junction of rectangular waveguides. The simulation of the wave process is based on the cyclic movements of the dielectric body inside the waveguide segment in a quasistationary magnetic field localized in the region of the coupling slots.

Key words: Longitudinal magnetic wave; Wave process simulator; Waveguide device.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed. 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 102–107. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.11
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (10)

References

1. Ageev I. M., Shishkin G. G. *Prodolnie volni* [Longitudinal waves]. M., MAI Publ., 2014. 272 p. (In Russ.).
2. Hertz H. Untersuchungen Über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. *Leipzig,* 1894, 34 s.
3. Ginzburg V. L. *Rasprostranenie electromagnitnich voln v plasme* [Electromagnetic Wave Propagation in a Plasma]. M., Nauka Publ., 1969. 683 p. (In Russ.).
4. Monstein C. and Wesley J. P. Observation of scalar longitudinal electrodynamic waves. *Europhysics Letters,* 2002, vol.59, no. 4, pp. 514–520.
5. Abdulkerimov S. A., Ermolaev Yu. M., Rodionov B. N. *Prodolnie electromagnitnie volni. Teoriya, experementi, perspective.* [Longitudinal electromagnetic waves. Theory, experiments, application prospects]. M., MGUL Publ., 2003. 171 p. (In Russ.).
6. Bogdanov V. P., Nefedov E. I., Protopopov A. A. [Mutagenic and stimulating effect of longitudinal electromagnetic radiation]. *Jelektrodinamika i tehnika SVCh i KVCh* [Electrodynamics and technology of super high frequency radiation (SHF) and extremely high frequency (EHF)], 2000. vol. 8, no. 1–2(27), pp. 37–41. (In Russ.).
7. Penkin Yu. M., Berdnik S. L., Katrich V. A. and Nesterenko M. V. Influence of a Dielectric Insert on Energy Characteristics of a Cruciform Waveguide Junction. *Proc. XXI-th Inter. Seminar/Workshop «Direct and Inverse problems of electromagnetic and acoustic wave theory (DIPED)»,* 2016, pp. 42–45.
8. Nesterenko M. V., Katrich V. A., Penkin D. Y., Berdnik S. L. and Kijko V. I. Electromagnetic waves scattering and radiation by vibrator-slot structure in a rectangular waveguide. *Progress in Electromagnetics Research,* M., 2012, pp. 69–84.
9. Nesterenko M. V., Katrich V. A., Penkin Yu. M. and Berdnik S. L. Analytical and Hybrid Methods in Theory of Slot-Hole Coupling of Electrodynamic Volumes. New York. *Springer Science+Business Media Publ.,* 2008, 146 p.
10. Yatzuk L. P., Dgironkina A. V., Katrich V. A., Penkin Yu. M. [The solution of the problem excitation of a rectangular waveguide by a magnetic current]. *Izv. vuzov. Radioelectronika* [University news. Radioelectronics]. 1987, vol. 30, no. 5, pp. 37–41. (In Russ.).

Переписка

д.физ-мат.наук, проф. **Ю. М. Пенкин**
Национальный фармацевтический университет
кафедра фармакоинформатики,
ул. А. Невского, 18, Харьков, 61140, Украина
тел.: +380 (57) 771 81 52
эл. почта: penkin.yuriy@gmail.com

УДК 378.046-021.68:004.738.1

Впровадження інформаційно-освітніх веб-технологій навчання у систему післядипломної медичної освіти

В. Й. Целуйко
Харківська медична академія післядипломної освіти, Україна

Резюме

Вступ. Розвиток системи медичної освіти вимагає від педагогів установ освіти вивчення і впровадження нових методів навчання, зокрема інформаційно-освітніх веб-технологій, за допомогою яких можна забезпечити безперервний фаховий розвиток м**едичних працівників.**

Мета роботи. Опрацювати пріоритетні напрямки інформаційно-освітніх веб-технологій на підставі оцінки сучасного досвіду впровадження новітніх технологій в медичну післядипломну освіту.

Результати. Аналіз останніх досліджень та публікацій демонструє широке застосування інформаційно-освітніх веб-технологій у навчанні. Проблемам впровадження в освітній процес інноваційних форм навчання у вищій школі присвячені публікації як вітчизняних, так і закордонних авторів. Застосування інформаційно-освітніх технологій в медичній освіті може бути реалізовано за рахунок сайтів клінічних кафедр з відкритим веб-середовищем та закритим веб-середовищем. Відкрите веб-середовище сайту клінічної кафедри може містити загальнодоступну інформацію (розклад, клінічні рекомендації, загальна інформація по кафедрі, блог, інформація за окремими темами, інформація для пацієнтів). Закрите веб-середовище забезпечує доступ до освітніх матеріалів тільки після авторизації і може бути представлено системою управлінням навчанням, яка є обов'язковим компонентом освіти, як очної (інтерни, клінічні ординатори, аспіранти), так і змішаної (слухачі курсів підвищення кваліфікації або спеціалізації (можливість безперервного доступу), дистанційної (слухачі курсів підвищення кваліфікації) з можливістю безперервного доступу до освітніх матеріалів (відеолекції, презентації, зображення — архів ЕКГ, клінічні випадки, тестові тренажери).

Заключення. У статті розкрито необхідність широкого впровадження інформаційно-освітніх веб-технологій в медичну освіту, зокрема післядипломне медичне навчання. Проаналізовано наявний сучасний досвід організації навчального процесу з використанням інноваційних технологій. Обговорено переваги використання системи управління навчанням в рамках післядипломної медичної освіти. Розкриті переваги впровадження інформаційно-освітніх веб-технологій та кейс-методу навчання на основі інноваційних технологій в медичну освіту.

Ключові слова: безперервний фаховий розвиток лікаря; інформаційно-освітні веб-технології; кейс-метод навчання; медична освіта; модернізація післядипломної медичної освіти; післядипломна медична освіта.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2018, т. 13, вип. 14, сс. 108–115. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.12

1. Вступ

Сучасний стан розвитку системи освіти вимагає від педагогів установ освіти вивчення і впровадження нових методів навчання, зокрема інформаційно-освітніх веб-технологій [1, 12]. Однією з особливостей сучасного педагогічного процесу є широке використання різних інформаційних технологій [15]. Персональний комп'ютер та Інтернет стали невід'ємними складовими професійної освіти. Інформаційно-освітні веб-технології в навчанні активно використовуються у всьому світі в галузі медицини [10].

Лікарю потрібно вчитися все життя. Постійно оновлюються клінічні рекомендації по діагностиці та лікуванню окремих нозологічних станів, накопичуються дані, отримані в ході клінічних та експериментальних досліджень, що потребує постійного отримання лікарем високоякісного навчального матеріалу протягом всієї професійної діяльності. Мета сучасної медичної освіти — це безперервність навчання лікаря та зменшення розриву між теорією і клінічною практикою, що може бути реалізовано на сучасному етапі розвитку освіти за допомогою інформаційно-освітніх веб-технологій [2, 3, 10]. В теперішній час дистанційне навчання (навчання на відстані) отримує в світі все більше поширення. Цей тип навчання охоплює найбільшою мірою вищу та післядипломну освіту [2, 3, 11, 13, 17, 18].

Мета статті — опрацювати пріоритетні напрямки інформаційно-освітніх веб-технологій на підставі оцінки сучасного досвіду впровадження новітніх технологій в медичну післядипломну освіту.

2. Аналіз актуальних досліджень

Необхідність впровадження інноваційних методів навчання широко обговорена та задокументована на загально державному рівні цілою низкою нормативних документів. Крім того, ще у 2013 році були затверджені вимоги до ВНЗ та закладів післядипломної освіти, наукових, освітньо-наукових установ, що надають освітні послуги за дистанційною формою навчання з підготовки та підвищення кваліфікації фахівців за акредитованими напрямами і спеціальностями. В 2018 році Міністерством охорони здоров'я України було запропоновано «Стратегію розвитку медичної освіти в Україні», де окремим розділом представлено саме післядипломний етап навчання та запропоновано його реформу. В цій програмі наголошено про те, що застаріла система підвищення кваліфікації трансформується у систему безперервного професійного розвитку

для лікарів, в якій запропоновано змінити підвищення кваліфікації один раз на п'ять років на щорічне навчання лікаря. При цьому визнаються онлайн-курси, конференції та інші сучасні інформаційно-освітні веб-технології, які дозволяють йому підвищувати свою кваліфікацію без переривання своєї професійної діяльності. В цій же стратегії наголошено про необхідність імплементації постанови про безперервний професійний розвиток лікарів до кінця 2019 року.

Аналіз останніх досліджень та публікацій демонструє широке застосування інформаційно-освітніх веб-технологій у навчанні. Проблемам впровадження в освітній процес інноваційних форм навчання у вищій школі присвячені публікації як вітчизняних [1–11, 14–18, 21–24], так і закордонних авторів [19, 20, 24]. Інформаційно-освітні веб-технології все більше охоплюють медичну безперервну освіту в нашій державі [1–4, 6–11, 14, 17, 18].

Ряд авторів наголошує про необхідність модернізації системи саме післядипломної медичної освіти [1–6, 10, 11].

В галузі післядипломної освіти по спеціальності «Кардіологія» на міжнародному рівні яскравим прикладом організації безперервного навчання є сайт Європейського товариства кардіологів, який забезпечує безперервний розвиток лікарів розміщенням високоякісних освітніх матеріалів (клінічні рекомендації, відеолекції, вебінари, клінічні випадки з їх обговоренням).

Співробітники кафедри кардіології та функціональної діагностики ХМАПО понад 10 років проводять дистанційне навчання лікарів на сторінках журналу «Ліки України». В кожному номері журналу є лекції співробітників кафедри по актуальним питанням кардіології, які віддзеркалюють сучасний погляд на проблему та ті зміни в уявленнях про патогенез, діагностику та лікування захворювань серцево-судинної системи, які відбуваються останнім часом. Всі лекції мають тестові питання, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Відповіді на питання лікарі надсилають до редакції, що дозволяє оцінити не тільки рівень сприйняття матеріалу, але й визначити переможців за рік та відзначити їх. Проте на сьогодні не достатньо визначена юридична складова, які можливості призначати бали за відповіді, та яка кількість балів можлива в залежності від проценту правильних відповідей.

Окрім того, деякі лекції співробітників кафедри є в YouTube, проте не опрацьовані механізми контролю та правомірності зараховувати знайомство лікарів з цими лекціями як безперервне післядипломне навчання.

Сайт кафедри внутрішньої медицини №3 та ендокринології Харківського національного медичного університету (http://vnmed3.kharkiv.ua), також може бути прикладом для організації післядипломної медичної освіти. Сайт має відкрите для загального доступу середовище з учбовими матеріалами. Зокрема для кардіологів широко представлені клінічні рекомендації, відеолекції, презентації, медичні он-лайн калькулятори (розрахунок індексу маси тіла, швидкість клубочкової фільтрації за формулами Кокрофта–Голта, MDRD, калькулятор розрахунку індексу маси міокарда лівого шлуночку, шкали оцінки ризику HAS-BLED, CHA2DS2-VASc, розрахунок коригованого QT — Формула Базетта — QTc, шкала PRECISE-DAPT, шкала DAPT, шкала Падуа в модифікації Кучера і Caprini, діагностичні критерії сімейної гіперхолестеринемії (Dutch Lipid Clinics Network Criteria, Simon Broom Criteria, MEDPED Criteria) та інші), тестові тренажери. В той же час сайт містить піддомен з системою управління навчанням, яка є обов'язковим компонентом, як очного, так і змішаного, і дистанційного навчання [7–9, 21].

Детальний алгоритм розробника та адміністратора сайту клінічної кафедри вищого медичного учбового закладу вперше представлений співавторами Лопіною Н. А., Журавльовою Л. В. [9], що являє собою детальну послідовну карту-алгоритм, яка може бути використана при розробці та адмініструванні сайту клінічними кафедрами. Алгоритм надає інформацію викладачам та розкриває всі можливості сучасних інформаційно-освітніх веб-технологій в медичній освіті, як для установ додипломного, так і післядипломного етапів навчання [7].

Згідно опублікованим результатам впровадження інноваційних технологій у вивчення дисципліни «Кардіологія» в безперервній медичній освіті встановлено, що найбільшою популярністю серед кардіологів користуються клінічні рекомендації та протоколи надання медичної допомоги, а також медичні он-лайн калькулятори та шкали, можливо саме з огляду на повсякденну необхідність вказаних матеріалів в рутинній клінічній практиці [8].

Існує безліч публікацій, присвячених перевагам використання методу кейс-технологій у медичній освіті [8, 9, 22, 24]. Застосування новітніх технологій також може забезпечити реалізацію кейс-методу навчання в медичній безперервній освіті.

Складові кейс-методу навчання за допомогою інтерактивних веб-технологій були сформовані Лопіною Н. А. [22, 23]. До послідовних ієрархічних складових віднесені — презентація клінічного випадку/або опис стандартизованого пацієнту, відеолекція клінічного випадку (аудіолекція), симулятор клінічного випадку, симулятор практичних навичок, медичний освітній веб-квест [22], крім того запропонована структура електронної бази клінічних випадків [23].

Ряд авторів наголошують про необхідність застосування саме системи Moodle для підвищення якості післядипломної медичної освіти [14, 19].

Однак, питання комплексної організації навчального процесу за допомогою інформаційно-освітніх веб-технологій в рамках післядипломної медичної освіти для реалізації сучасної програми безперервного фахового розвитку спеціалістів вивчено недостатньо, можливо з огляду на застереження серед самих педагогів післядипломних медичних закладів.

3. Організація інформаційно-освітнього веб-середовища для забезпечення післядипломної медичної освіти

В сучасній системі післядипломної медичної освіти лікар повинен постійно підвищувати свою кваліфікацію, після чого йому продовжується сертифікат на професійну діяльність на наступні п'ять років. Прагнення фахівців до постійного безперервного вдосконалення знань ставить перед освітніми установами завдання оптимізації навчального процесу з урахуванням, як вітчизняних традицій, так і принципів, розроблених і апробованих міжнародною спільнотою.

Процес навчання з використанням технологій дистанційного навчання може відбуватися в двох формах:

- дистанційної: коли всі види занять, підготовка до іспиту, контрольні заходи і т. і. здійснюються дистанційно, при цьому захист або підсумковий контроль (залік, іспит) можуть здійснюватися як очно, так і дистанційно, за допомогою засобів відео-конференц-зв'язку;
- дистанційної, об'єднаної з очною формою (дистанційно-очною): коли лише частина навчальної програми вивчається дистанційно, а все інше — очно.

При вивченні будь-якої медичної спеціальності, на відміну від гуманітарних дисциплін, візуалізація відіграє ключову роль

в придбанні знань лікаря. За відносно короткий період часу перебування інтерна або курсанта, що проходить підвищення кваліфікації на кафедрі в рамках післядипломного етапу навчання, необхідно не тільки дати йому практичний матеріал з дисципліни, а й ознайомити з існуючими теоретичними даними, клінічними рекомендаціями, їх особливостями, останніми науковими даними, що, безумовно, сприятиме збагаченню практичного досвіду і розвитку особистості лікаря.

Середовища для забезпечення впровадження інформаційно-освітніх веб-технологій можуть бути представлені як окремим сайтом, так і піддоментом сайту або зовнішнім ресурсом з системою для дистанційного навчання.

Невід'ємною частиною навчання на теперішній час є не тільки освітній сайт з доступними для широкого кола користувачів навчальною інформацією, а саме система управління навчанням.

Система управління навчанням (англ. Learning management system, LMS) — основа системи управління навчальною діяльністю, використовується для розробки, управління та поширення навчальних онлайн-матеріалів із забезпеченням спільного доступу. Створюються дані матеріали в візуальному навчальному середовищі з можливістю послідовності вивчення. Існує цілий ряд систем управління, які здійснюють дистанційне навчання за допомогою Інтернет і інших мереж. Таким чином процес навчання можна здійснювати в режимі реального часу, організовуючи онлайн лекції та семінари. LMS характеризуються високим рівнем інтерактивності і дозволяють брати участь в процесі навчання людям, що знаходяться в різних країнах і мають доступ до Інтернету [14, 18, 20].

Організація учбового процесу за допомогою LMS у сфері медичної освіти може давати цілий ряд переваг:

1. Весь контент зберігається на одному пристрої. Замість того, щоб зберігати контент на різних дисках, на персональних комп'ютерах викладачів, всі учбові матеріали курсу зберігаються на сервері. Це полегшує створення електронних курсів.

2. Постійний доступ до навчальних матеріалів. Як тільки в LMS завантажено і опубліковано електронні курси або інші навчальні матеріли, аудиторія студентів/слухачів отримує доступ до необхідної інформації. При чому доступ до LMS може відбуватися з планшетів та телефонів, що також значно покращує можливість отримувати знання або вдосконалювати професійні навички.

3. Контроль успішності. Сучасна LMS дозволяє стежити за результатами проходження курсу і гарантувати, що слухачі досягають поставлених цілей. Якщо студент/слухач не впорався із завданням онлайн-курсу, то у викладача є можливість порекомендувати йому додаткові ресурси, щоб підвищити успішність і краще вивчити необхідну тему. Більшість систем дистанційного навчання підтримують функції створення звітів. Це допомагає викладачам визначати, які розділи електронного курсу варто доопрацювати.

4. Скорочення витрат на підготовку/перепідготовку лікарів. В той же час створення високоякісних учбових матеріалів на основі інформаційно-освітніх веб-технологій та адміністрування LMS може викликати необхідність деяке розширення викладацького складу клінічних кафедр у сфері післядипломної медичної освіти.

5. Підвищення швидкості отримання знань, покращення якості освіти. LMS прискорює електронне навчання, оскільки слухачі курсів отримують тільки необхідну інформацію, яка має чітку структуру. Замість того, щоб слухати багатогодинний онлайн-курс, студенти/слухачі вибирають потрібні розділи і витрачають на освоєння знань набагато менше часу. Крім цього, лікарі/користувачі можуть перевіряти знання за допомогою онлайн-іспитів або тестів, інтерактивних сценаріїв і тренажерів клінічних випадків тощо, а також дивитися навчальні відео, які докладніше розглядають складні питання медичної науки.

6. Зручне оновлення контенту. Якщо необхідно додати в електронний курс додаткові теми або інформацію про нові тренди та наукових доказах, викладач у будь-який час може зайти в LMS і зробити зміни в потрібні розділи замість того, щоб переробляти весь онлайн-курс. Учбові матеріали зберігаються в LMS, і якщо поновіть зміст курсу, то користувачі відразу побачать зміни [18].

Крім того, реалізація кейс-методу навчання за допомогою інформаційно-освітніх веб-технологій може забезпечуватися в середовищі LMS. В LMS можуть розміщуватися як статті клінічних випадків чи описи стандартизованих пацієнтів, так і презентації клінічних випадків з ілюстративним матеріалом додаткових методів обстежень, тестові тренажери чи симулятори клінічних випадків. Кейс-метод навчання є необхідною складовою післядипломного навчання, тому що може забезпечувати високу зацікавленість аудиторії слухачів та полегшувати складні для засвоєння особливості застосування клінічних рекомендацій з огляду на конкретну проблемну ситуацію. Приклад організації учбового процесу за допомогою LMS в рамках післядипломної освіти представлено на рис. 1. Значною перевагою наповнення тем в LMS є те, що учбовий матеріал можна доповнювати, оновлювати та безперервно вдосконалювати в залежності від потреб цільової аудиторії. Крім того, використання кардіологами у якості підвищення кваліфікації кафедральної системи управління навчанням може підкріплюватися системою додавання балів до основних, необхідних для отримання тих, чи інших категорій навчання.

Крім того, організація безперервного фахового розвитку спеціалістів може бути реалізована як за допомогою сайту кафедри післядипломного навчання, системи управління навчанням. Поєднання всіх учасників післядипломної медичної освіти (слухачі та викладачі) також може забезпечуватися соціальною мережею Facebook. В цьому сервісі є можливість створення закритої групи та розміщення текстової інформації, гіперпосилань, мультимедіа матеріалів (відеолекції, зображення ЕКГ, додаткові методи дослідження складних клінічних випадків). Крім того, можливість коментування та обговорення нових клінічних рекомендацій, труднощів в діагностиці тих чи інших захворювань, обговорення складних клінічних випадків як експертами кафедри, так і слухачами. Ця технологія дозволяє створити комунікацію серед усіх учасників освітнього процесу регіону, або декількох регіонів на загальнодержавному рівні, значно покращувати післядипломний етап навчання та реалізовувати головну мету сучасної стратегії медичної освіти — безперервність.

Доповнення освітнього процесу засобами кейс-методу навчання має також безліч переваг для післядипломної освіти — підвищення якості освіти, доступ до великої кількості різноманітних клінічних ситуацій, в тому числі рідкісних, особистісно-орієнтований підхід в навчанні, висока технологічність представленого матеріалу — аудіо, відеоматеріали, сучасні рекомендації по діагностиці та лікуванню, скорочення бар'єру між теоретичними знаннями і практичними навичками.

В той же час впровадження інформаційно-освітніх веб-технологій у традиційну систему післядипломної медичної освіти вимагає значних кваліфікованих трудовитрат медичних педагогів освітніх установ для розробки високоякісного навчального контенту, створення симуляторів клінічних випадків, електронної бази клінічних випадків, електронного архіву ЕКГ, постійного наповнення веб-середовища навчальними матеріалами, актуальними для практикуючого лікаря, відеолекціями, медичними калькуляторами, системою контролю знань та іншою навчальною інформацією. Це також потребує постійного підвищення якості підготовки самих педагогів освітніх установ, та можливо розширення штату працівників. Але широке залучення фахівців з різних освітніх установ до підвищення якості медичної післядипломної освіти

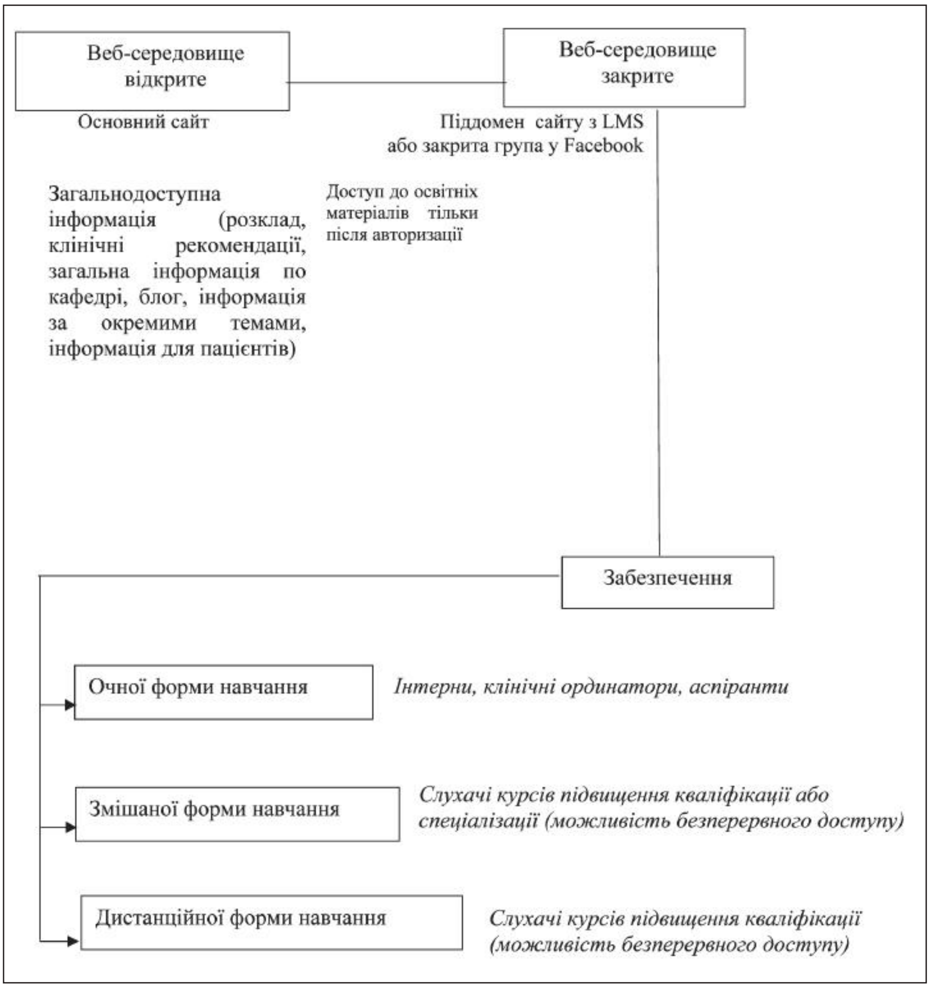


Рис. 1. Схема структурної організації інформаційно-освітнього середовища для забезпечення післядипломної медичної освіти за допомогою інноваційних технологій.

- Презентація за темою «Гіпертрофічна кардіоміопатія»
- Важливі ресурси за темою «Гіпертрофічна кардіоміопатія» (статті, опис, підручник, методичний посібник, клінічні рекомендації)
- Відео/аудіолекція за темою «Гіпертрофічна кардіоміопатія» (теоретичні дані, огляд сучасних клінічних рекомендацій)
- Ілюстрація/таблиця «Диференціальний діагноз за темою Гіпертрофічна кардіоміопатія»
- Огляд досліджень за темою «Гіпертрофічна кардіоміопатія»
- Зображення/електронний курс – Архів ЕКГ «Гіпертрофічна кардіоміопатія»
- Відеофайли ультразвукового дослідження серця при гіпертрофічній кардіоміопатії
- Аудіофайли «Аускультація серця при гіпертрофічній кардіоміопатії»
- Клінічний випадок (презентація, відеолекція — обговорення, публікація, тестовий симулятор)
- Тестовий контроль «Гіпертрофічна кардіоміопатія» (теоретичні дані, клінічні рекомендації, архів ЕКГ)
- Форум дискусія «Окремі питання діагностики та лікування гіпертрофічної кардіоміопатії»

Рис. 2. Приклад наповнення модулю LMS за темою «Гіпертрофічна кардіоміопатія» за допомогою інформаційно-освітніх веб-технологій для забезпечення післядипломної медичної освіти за спеціальністю «Кардіологія».

за допомогою інформаційно-освітніх веб-технологій сприятиме обміну інформаційно-освітнім контентом, та як наслідок покращенню системи післядипломної медичної освіти на загально-державному рівні.

Висновки

Впровадження інформаційно-освітніх веб-технологій у систему післядипломної медичної освіти може значно покращити якість підготовки спеціалістів та, як наслідок, покращити якість надання медичної допомоги на загальнодержавному рівні. Доповнення традиційної системи післядипломної освіти інформаційно-освітніми веб-технологіями з дистанційним форматом навчання можуть сприяти підвищенню кваліфікації лікаря безперервно. Проблемно орієнтований кейс-метод навчання має безліч переваг саме для післядипломного етапу навчання. Впровадження сучасних інформаційних технологій в післядипломну медичну освіту вимагає від педагогів установ, що проводять підвищення кваліфікації лікарів, оволодіння навичками створення якісного інформаційно-освітнього контенту, підвищення кваліфікації самих педагогів у сфері післядипломної медичної освіти, що буде складати успішність медичної освіти на сучасному етапі розвитку педагогічних технологій.

Перспективи подальших наукових досліджень можуть полягати у проведенні педагогічних експериментів щодо обрання найбільш ефективної форми організації післядипломної безперервної медичної освіти з використанням сучасних інформаційно-освітніх веб-технологій.

Дослідження проводилося з дотриманням національних норм біоетики та положень Гельсінської декларації (у редакції 2013 р.). Автор статті — В. Й. Целуйко — підтверджує, що у неї відсутній конфлікт інтересів.

Література

1. Гульчій О. П., Хоменко І. М., Захарова Н. М. Зеліковська О. О. Досвід використання SMART-технологій у модернізації післядипломної освіти лікарів профілактичної ланки. *Інформаційні технології та засоби навчання,* 2018, № 65 (3), сс. 236–248.
2. Єщенко А. В. Використання дистанційного навчання в системі післядипломної освіти: сучасне і майбутнє. *Проблеми безперервної медичной освіти та науки,* 2013, № 2, сс. 5–9.
3. Ждан В. М., Бабаніна М. Ю., Ткаченко М. В., Волченко Г. В., Кітура Є. М., Шилкіна Л. М., Лебідь В. Г. Впровадження дистанційної освіти на кафедрі сімейної медицини і терапії. *Медична освіта,* 2017, № 1, сс. 19–22.
4. Киричок В. А. Особливості застосування інтерактивних методів навчання у системі післядипломної медичної освіти. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки,* 2016, № 140, сс. 22–26.
5. Ковальчук Л. Я. Реорганізація післядипломної освіти — важливий аспект наступного розвитку охорони здоров'я в Україні. *Матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної Конференції з міжнародною участю, присвяченої 60-річчю ТДМУ, «Сучасні підходи до вищої медичної освіти в Україні». Медична освіта,* 2014, № 2, сс. 27–33.
6. Кочін І. В., Акулова О. М., Сидоренко П. І., Трошин Д. О., Гайволя О. О., Шило І. Ф. Основні напрями удосконалення післядипломної підготовки лікарів державної служби медицини катастроф в умовах реформування галузі охорони здоров'я України. *Україна. Здоров'я нації,* 2012, т. 24, № 4, сс. 147–152.
7. Лопина Н. А., Журавлева Л. В. Карта разработчика и администратора сайта клинической кафедры высшего учебного медицинского заведения. *Information Technologies in Education,* 2018, т. 35, № 2, сс. 54–71.
8. Лопина Н. А., Журавлёва Л. В. Результаты внедрения инновационных технологий в изучение дисциплины «Кардиология» в рамках непрерывного медицинского образования. *Материалы научно-практической Конференции «Система повышения квалификации педагогических кадров в вузах Узбекистана: опыт, приоритеты, перспективы развития: Ташкент»*. 2018, сс. 124–125.
9. Лопіна Н. А., Журавльова Л. В. Практико-орієнтований кейс-метод навчання в системі безперервної медичної освіти на основі інформаційних веб-технологій. *Практика неперервної професійної освіти: теорія і практика.* 2018, № 3–4, сс. 56–57. doi: 10.28925/1609-8595.2018.3-4.6773
10. Мішуренко О. В., Кирюшенко Т. І. Використання інтерактивних технологій в системі безперервної післядипломної освіти. *Головна медична сестра.* 2013, № 10, сс. 15–16.
11. Мішуренко О. В., Канівець С. В. Напрямки модернізації післядипломної освіти молодших спеціалістів з медичною та фармацевтичною освітою у КЗ «Криворізьке училище підвищення кваліфікації та перепідготовки молодших медичних і фармацевтичних спеціалістів» ДОР». *Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Вища освіта в медсестринстві: проблеми і перспективи, 25–26 жовтня 2018 р. Житомир, Україна»*, 2018, сс.126-132.
12. Напалков С. В. О технологическом обновлении подготовки современного педагога. *Материалы конференции «Педагогические чтения в ННГУ»*, 2015, сс. 833–837.
13. Напалков С. В., Сазанов А. А., Широков Л. В. Web-комплексы и их приложения. *Материалы международной научно-практической конференции «Web-технологии в образовательном пространстве: проблемы, подходы, перспективы»*, 2015, сс. 125–130.
14. Семенець А. В., Вакуленко Д. В., Марценюк В.П., Кравець Н. О., Сверстюк А. С., Климук Н. Я., Кучвара О. М., Кутакова О. В. Про засоби СДО MOODLE для підготовки навчальних матеріалів для курсів хімічного та фармацевтичного спрямування. *Медична освіта,* 2018, № 4, сс. 172-177.
15. Степаненко С. Про трансформацію системи заочної освіти в умовах інтеграції в Європейський освітній простір, *Вища школа*, 2007, № 2, сс. 31–37.
16. Фурик О. О. Сучасні етапи розвитку медичної освіти. Гуманітарний вісник ДВНЗ *«Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди». Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору»*, 2015, №1 (61), сс. 364–371.
17. Фурик О. О., Рябоконь О. В., Оніщенко Т. Є., Ушеніна Н. С., Савельєв В. Г. Етапи розвитку дистанційної освіти в медицині. *Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні питання якості медичної освіти» (з дистанційним під'єднанням ВМ(Ф)НЗ України за допомогою відеоконференц-зв'язку), Тернопіль, 12-13 травня 2016 р.: у 2 т./Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського. Тернопіль: ТДМУ»*, 2016, № 1, сс. 307–308.
18. Фурик О. О., Рябоконь О. В., Оніщенко Т. Є., Задирака Д. А. Перспективи впровадження інноваційних технологій в медичну освіту. *Матеріали навчально-методичної конференції «Актуальні питання вищої медичної та фармацевтичної освіти: досвід, проблеми, інновації та сучасні технології», Чернівці,* 2016, сс. 477–478.
19. Dias S. B., Diniz J. A., Hadjileontiadis L. J. Towards an Intelligent Learning Management System Under Blended Learning: Trends, Profiles and Modeling Perspectives. *Springer Intern. Publ.*, 2013, 235 p.
20. Kats Y. Learning Management System Technologies and Software Solutions for Online Teaching: Tools and Applications: Tools and Applications. *Information Science Reference,* 2010, 486 p.
21. Lopina N. Internal medicine department of higher educational medical institution web-site organization and structure based on modern educational web-technologies. *The Seventh Intern. Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE2018),* 2018, pp.10-19.
22. Lopina N. Components of Case Based Education in Studying Internal Medicine Based on Modern Educational Web-Technologies. *«Conference Best practice for research teaching in medical education. Pécs, Hungary»*, 2018, p. 31.

23. Lopina N. The structural organization of the electronic database of clinical cases of a higher medical institution on the basis of informational and educational web technologies. *ADVANCES OF SCIENCE: Proc. of articles the International Scientific Conf. Czech Republic, Karlovy Vary–Ukraine, Kyiv, 28 September 2018 [Electronic resource]/Eds prof. L. N. Katjuhin, I. A. Salov, I. S. Danilova, N. S. Burina.* 2018, pp. 1818–1824.
24. McLean S. F. Case-Based Learning and its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. *J Med Educ Curric Dev*, 2016, № 3, pp. 39–49. doi:10.4137/JMECD.S20377.

Внедрение информационно-образовательных веб-технологий обучения в систему последипломного медицинского образования

В. Й. Целуйко

Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина

Резюме

Введение. Развитие системы медицинского образования требует от педагогов учреждений образования изучения и внедрения новых методов обучения, в том числе информационно-образовательных веб-технологий, с помощью которых можно обеспечить непрерывное профессиональное развитие медицинских работников.

Цель работы. Изучить приоритетные направления информационно-образовательных веб-технологий на основании оценки современного опыта внедрения новейших технологий в медицинское последипломное образование.

Результаты. Анализ последних исследований и публикаций показывает широкое применение информационно-образовательных веб-технологий в обучении. Проблемам внедрения в образовательный процесс инновационных форм обучения в высшей школе посвящены публикации как отечественных, так и зарубежных авторов. Использование информационно-образовательных технологий в медицинском образовании может быть реализовано с помощью сайтов клинических кафедр с открытой веб-средой, закрытым веб-пространством. Открытая веб-среда сайта клинической кафедры может содержать общедоступную информацию (расписание, клинические рекомендации, общая информация по кафедре, блог, информация по отдельным темам, информация для пациентов). Закрытая веб-среда обеспечивает доступ к образовательным материалам только после авторизации и может быть представлена системой управлением обучением, которая является обязательным компонентом образования, как очной формы обучения (интерны, клинические ординаторы, аспиранты), так и смешанной (слушатели курсов повышения квалификации или специализации (возможность непрерывного доступа), дистанционной (слушатели курсов повышения квалификации) с возможностью непрерывного доступа к образовательным материалам (видеолекции, презентации, изображения — архив ЭКГ, тестирование, клинические случаи).

Заключение. В статье раскрыта необходимость широкого внедрения информационно-образовательных веб-технологий в медицинское образование, в частности последипломное медицинское обучение. Проанализирован имеющийся современный опыт организации учебного процесса с использованием инновационных технологий. Обсуждены преимущества использования системы управления обучением в рамках последипломного медицинского образования. Раскрыты преимущества внедрения информационно-образовательных веб-технологий и кейс-метода обучения на основе инновационных технологий в медицинское образование.

Ключевые слова: непрерывный профессиональный развитие врача; информационно-образовательные веб-технологии; кейс-метод обучения; медицинское образование; модернизация последипломного медицинского образования; последипломное медицинское образование.

Implementation of information and educational web-technologies of education in the system of post-gradual education

V. Y. Tseluyko

Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine

e-mail: viratseluyko@In ukr.net

Abstract

Introduction. The development of the medical education system requires teachers of educational institutions to study and implement new teaching methods, including information and educational web technologies, with the help of which it is possible to ensure the continuous professional development of medical workers.

Objective. To study the priority directions of informational and educational web technologies based on the assessment of modern experience in introducing the latest web technologies in medical postgraduate education.

Results. Analysis of recent research and publications shows the widespread use of information and educational web technologies in training. The problems of introducing innovative forms of education in higher education into the educational process are devoted to the publication of both domestic and foreign authors. The introduction of information and educational technologies in medical education can be implemented using the sites of clinical departments with an open web environment, a closed web space. The open web environment of the site of the clinical department may contain publicly available information (schedule, clinical guidelines, general information on the department, blog, information on specific topics, information for patients). The closed web environment provides access to educational materials only after authorization and can be represented by a learning management system, which is a mandatory component of education, both full-time education (interns, clinical interns, graduate students) and mixed (trainees of advanced training or specialization the possibility of continuous access), remote (students of advanced training courses) with the possibility of continuous access to educational materials (video lectures, presentations, The images — ECG archive, testing, clinical cases).

Conclusion. The article reveals the need for widespread introduction of information and educational web technologies in medical education, in particular postgraduate medical training. Analyzed the current experience of the organization of the educational process using innovative technologies. The advantages of using a learning management system in postgraduate medical education are discussed. The advantages of introducing information-educational web technologies and a case-based learning method based on innovative technologies in medical education are revealed.

Key words: Continuous professional development of the doctor; Informational and educational web technologies; Case study method; Medical education; Modernization of postgraduate medical education; Postgraduate medical education.

©2018 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2018 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2018 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 Klin. inform. telemed., 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 108–115. https://doi.org/10.31071/kit2018.14.12
http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html

References (24)

References

1. Hulchiy O. P., Khomenko I. M., Zakharova N. M., Zelikovska O. O. [Smart-technologies incorporation experience in the preventive medicine doctor's training]. *Informacijni texnolohiyi ta zasoby navchannya* [Information Technologies and Learning Tools]. 2018, no. 65 (3), pp. 236–248. (In Ukr.).
2. Eschenko A. V. [Use of distance learning in the system of postgraduate education: current and future]. *Problemi bezperervnoyi medichnoy osviti ta nauki* [Problems of Continuous Medical Education and Science]. 2013, no. 2, pp. 5–9 (In Ukr.).
3. Zhdan V. M., Babanina M. Yu., Tkachenko M. V. and oth. [Introduction of distance education in the department of family medicine and therapy]. *Medichna osvita* [Medical education]. 2017, no. 1, pp. 19–22 (In Ukr.).
4. Kirichok V. A. [The features of using interactive methods of teaching in the system of postgraduate medical education]. *Visnik Chernigivskogo Natsionalnogo Pedagogichnogo Univer. Seriya: Pedagogichni nauki* [Bulletin of Chernihiv National Pedagogical Univer. Series: Pedagogical Sciences] 2016, no.140, pp. 22-26 (In Ukr.).
5. Kovalchuk L. Ya. [Reorganization of postgraduate education is an important aspect of the next development of health care in Ukraine]. *Materiali XIV Vseukrayinskoyi naukovo-praktichnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu, prisvyachenoyi 60-richchyu TDMU, «Suchasni pidhodi do vischoyi medichnoyi osviti v Ukrayini».* [Proc. of the XIV All-Ukrainian Sci. and Pract. Conf. with Intern. Participation devoted to the 60th anniversary of TDMU, «Modern Approaches to Higher Medical Education in Ukraine»]. Medichna osvita [Medical education]. 2014, no. 2, pp. 27–33 (In Ukr.).
6. Kochin I. V., Akulova O. M., Cidorenko P. I., Troshin D. O., Gayvolya O. O., Shilo I. F. [The main directions of improvement of doctors postgraduate training of the civil service of disaster medicine in the conditions of reforming the health care sector of Ukraine]. *Ukrayina. Zdorov'ya natsiyi* [Ukraine. The Health of the Nation]. 2012, vol. 24, no. 4, pp. 147–152 (In Ukr.).
7. Lopina N. A., Zhuravlyova L. V. [Developer and administrator map of the clinical department site of the higher educational medical institution]. *Information Technologies in Education.* 2018, vol. 35, no. 2, pp. 54–71 (In Russ.).

8. Lopina N. A., Zhuravlyova L.V. [The results of the introduction of innovative technologies in the study of the discipline «Cardiology» in the continuing medical education]. *Materialyi nauchno-prakticheskoy Konferentsii «Sistema povyisheniya kvalifikatsii pedagogicheskih kadrov v vuzah Uzbekistana: opyit, prioritetyi, perspektivyi razvitiya», Tashkent* [Proc. of the sci.-pract. Conf. «The system of professional development of pedagogical staff in the universities of Uzbekistan: experience, priorities, development prospects: Tashkent»]. 2018, 124 p. (In Russ.).
9. Lopina N. A., Zhuravlyova L. V. [Practically-oriented case-teaching methods in continuing medical education based on information web technologies]. *Praktyka neperervnoyi profesijnoyi osvity: teoriya i praktyka* [Continuing professional education: theory and practice (series: pedagogical sciences]. 2018, no. 3–4, pp. 67–73. (In Ukr.). doi: 10.28925/1609-8595.2018.3-4.6773.
10. Mishurenko O. V., Kiryushenko T. I. [Use of interactive technologies in the system of continuous postgraduate education]. *Golovna medichna sestra* [Head medical nurse]. 2013, no. 10, pp. 15–16. (In Ukr.).
11. Mishurenko O. V., Kanivets S. V. [Areas of modernization of postgraduate education of junior specialists with medical and pharmaceutical education in the «Krivorozhskij School of Advanced Training and Retraining of Junior Medical and Pharmaceutical Specialists» DOR»]. *Materiali naukovo-praktichnoyi Konf. z mizhnarodnoyu uchastyu «Vischa osvita v medsestrinstvi: problemi i perspektivi», 25–26 zhovtnya 2018 r. Zhitomir, Ukrayina* [Proc. of the sci. and pract. Conf. with intern. participation «Higher education for nursing: problems and prospects, October 25–26, 2018, Zhytomyr, Ukraine»]. 2018, pp. 126–132 (In Ukr.).
12. Napalkov S. V. [About technological updating of training of the modern teacher]. *Materialyi konferentsii «Pedagogicheskie chteniya v NNGU»* [Proc. of the Conf. «Pedagogical Readings at NNSU»]. 2015, pp. 833–837 (In Russ.).
13. Napalkov S. V., Sazanov A. A., Shirokov L. V. [Web-complexes and their applications]. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya Konferentsia «Web-tehnologii v obrazovatelnom prostranstve: problemyi, podhodyi, perspektivyi»* [Materials of the intern. sci.-pract. Conf. «Web-technologies in the educational space: problems, approaches, prospects»]. 2015, pp. 125–130 (In Russ.).
14. Semenets A. V., Vakulenko D. V., Martsenyuk V. P. and oth. [LMS MOODLE capabilities for preparation of educational materials for chemical and pharmaceutical courses]. *Medichna osvita* [Medical education]. 2018, no. 4, pp. 172–177 (In Ukr.).
15. Stepanenko S. [The transformation of the system of distance education in the integration into the European educational space]. *Vischa shkola* [High school]. 2007, no. 2, pp. 31–37 (In Ukr.).
16. Furyk O. O. [Modern stages of the development of medical education]. *Gumanitarniy visnik DVNZ «Pereyaslav-Hmelnitskiy derzhavniy pedagogichniy Univ. imeni Grigoriya Skovorodi». Tematichniy vipusk «Vischa osvita Ukrayini u konteksti integratsiyi do Evropeyskogo osvitnogo prostoru»* [Humanitarian Bulletin «Pereyaslav-Khmelnytsky State Pedagogical Univer. named after Gregory Skovoroda». Thematic issue «Higher Education of Ukraine in the Context of Integration into the European Educational Space»]. 2015, no. 36 (1), pp. 364–371 (In Ukr.).
17. Furyk O. O., Ryabokon O. V., Onischenko T. E., Ushenina N. S., Savelev V. G. [Stages of distance education in medicine]. *Material XIII Vseukrayinskoyi naukovo-praktichnoyi Konf. z mizhnarodnoyu uchastyu «Aktualni pitannya yakosti medichnoyi osviti» (z distantsiynim pid'ednannyam VM(F)NZ Ukrayini za dopomogoyu videokonferents-zv'yazku). Ternopil, 12–13 travnya 2016 r. u 2 t./Ternopilskiy derzhavniy medichniy universitet Im. I.Ya. Gorbachevskogo, Ternopil: TDMU»* [Proc. of the XIII All-Ukrainian Sci. and Pract. Conf. with Intern. Participation «Topical Issues of the Quality of Medical Education» (with remote connection of HM(F)IHE of Ukraine with the help of videoconferencing), Ternopil, May 12–13, 2016: in 2 vol./Ternopil State Med. Univer. named after. I. Gorbachevsky]. 2016, vol. 1, pp. 307–308 (In Ukr.).
18. Furyk O. O., Ryabokon O. V., Onischenko T. E., Zadiraka D. A. [Prospects for the introduction of innovative technologies into medical education]. *Materiali navchalno-metodichnoyi Konf. «Aktualni pitannya vischoyi medichnoyi ta farmatsevtichnoyi osviti: dosvid, problemi, innovatsiyi ta suchasnI tehnologiyi», Chernivtsi* [Proc. of the educ.-method. Conf. «Actual questions of higher med. and pharm. education: experience, problems, innovations and modern technologies», Chernivtsi]. 2016, pp. 477–478 (In Ukr.).
19. Dias S. B., Diniz J. A., Hadjileontiadis L. J. Towards an Intelligent Learning Management System Under Blended Learning: Trends, Profiles and Modeling Perspectives. Springer Intern. Pub., 2013, 235 p.
20. Kats Y. Learning Management System Technologies and Software Solutions for Online Teaching: Tools and Applications: Tools and Applications. *Information Science Reference*, 2010, 486 p.
21. Lopina N. Internal medicine department of higher educational medical institution web-site organization and structure based on modern educational web-technologies. *The Seventh Intern. Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE2018)*, 2018, pp. 10–19.
22. Lopina N. Components of Case Based Education in Studying Internal Medicine Based on Modern Educational Web-Technologies. *«Conference Best practice for research teaching in medical education. Pécs, Hungary»*. 2018, p. 31.
23. Lopina N. The structural organization of the electronic database of clinical cases of a higher medical institution on the basis of informational and educational web technologies. *ADVANCES OF SCIENCE: Proc. of articles the international scientific Conf. Czech Republic, Karlovy Vary–Ukraine, Kyiv, 28 September 2018* [Electronic resource]/*Eds prof. L. N. Katjuhin, I. A. Salov, I. S. Danilova, N. S. Burina*. 2018, pp. 1818–1824.
24. McLean S. F. Case-Based Learning and its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. *J. Med. Educ. Curric. Dev.,* 2016; no. 3, pp. 39–49. doi:10.4137/JMECD.S20377.

Листування

д.мед.н., професор, заслужений діяч науки та техніки України, завідувач кафедрою кардіології та функціональної діагностики ХМАПО **В. Й. Целуйко**
вул. Амосова, 58, Харків, 61176,Україна
тел.: +380 (57) 725 11 32
ел. пошта: viratseluyko@In ukr.net

До Ювілею Миколи Івановича Хвисюка

19 січня 2019 року Миколі Івановичу Хвисюку виповнилося 85 років.

М. І. Хвисюк – вчений, організатор охорони здоров`я та вищої школи, доктор медичних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Почесний Ректор Харківської медичної академії післядипломної освіти, професор кафедри травматології, анестезіології та військової хірургії ХМАПО, фахівець ортопед-травматолог і вертебролог.

Народився у с. Вороцевичі Іванівського району Брестської області. Свій шлях у медицину Микола Іванович почав з навчання в Пінській фельдшерсько-акушерської школі, а потім в Вітебському державному медичному інституті. Перший досвід роботи Миколи Івановича головним лікарем Брестського обласного кістково-туберкульозного санаторію «Домачево» показав необхідність удосконалення хірургічної майстерності. Прагнення до подальшого професійного росту призвело Миколи Івановича в один з найстаріших профільних науково-дослідних інститутів Радянського Союзу – інститут ім. проф. М. І. Ситенка.

Поряд з практичною хірургічною діяльністю Н. І. Хвисюк завжди цікавився наукою. У 1962 він вступив до аспірантури на кафедру ортопедії і травматології Українського інституту удосконалення лікарів. Кандидатська дисертація Н. І. Хвисюка, яку він успішно захистив У 1966 р, була присвячена анатомо-топографічному обгрунтуванню оперативних доступів до різних відділів хребта. В подальшому він продовжив розвивати новаторський в той час напрям – хірургічне лікування патології хребта. У 1977 році він захищає дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук, присвячену проблемі нестабільності хребта при остеохондрозі, спондилолістезі, наслідкам травм. Уже з цього часу він стає одним з провідних вертебрологів Радянського Союзу.

Професор Н. І. Хвисюк – вчений з широким діапазоном наукових інтересів в ортопедії і травматології, вертебрології, педагогіці, організації охорони здоров'я.

Миколою Івановичем і його учнями розроблений цілий ряд оперативних доступів до тіл хребців, в результаті чого було видано монографію «Оперативні доступи до тіл грудних і поперекових хребців». Вперше в СРСР Н. І. Хвисюк вивчив і обгрунтував синдром нестабільності хребта, що став в подальшому основним атрибутом при дослідженнях і обґрунтуванні патогенетичного лікування.

У сфері наукових інтересів Н. І. Хвисюка були і пошкодження хребта. Він вперше обгрунтував виконання різних видів оперативних втручань на передніх і задніх відділах хребта, з використанням розроблених ним оригінальних металевих конструкцій. В подальшому ці методи стали широко застосовуватися в багатьох країнах. Миколою Івановичем були запропоновані оригінальні оперативні втручання на спинному мозку при ускладнених пошкодженнях хребта, а також обґрунтовані методи лікування пухлин хребта.

Кар'єрне зростання Миколи Івановича настільки ж стрімке, як і наукове. Він пройшов усі щаблі – асистент і доцент кафедри, заступник директора з наукової роботи, завідувач кафедри, ректор Харківської медичної академії післядипломної освіти.

Під керівництвом і за безпосередньої участі Н. І. Хвисюка в ХМАПО відкрито тридцять дві нові кафедри, створено один з найбільших навчально-науково-клінічних комплексів в Україні – Салтівський медичний комплекс, до складу якого входять 6 лікарень, навчально-лабораторний комплекс академії, 4 гуртожитки, патолого-анатомічний корпус, клініка для тварин. За наполяганням і за безпосередньої участі Н. І. Хвисюка за рахунок залучених коштів був побудований дитячий корпус міської офтальмологічної лікарні ім. Гіршмана; за рахунок коштів академії завершено будівництво корпусу обласної дитячої інфекційної лікарні.

Микола Іванович завжди уважно стежив за новими тенденціями розвитку медичної науки і організації охорони здоров'я. За його підтримки ще в 1995 р. в ХМАПО була заснована перша в Україні кафедра Клінічної інформатики та інформаційних технологій в управлінні охороною здоров'я. Професор Хвисюк Н. И. протягом багатьох років був членом редколегії фахового науково-методичного журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина» (з 2004 р.), обраний Почесним членом УАКМ (в 2004) та входив до складу Вченої Ради ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» (з 1993 р.).

Під керівництвом Н. І. Хвисюка в ХМАПО також вперше в Україні організовані нові напрямки в медицині з розробкою навчальних планів і програм по психотерапії, наркології, сексології, неонатології, вертебрології, швидкої та невідкладної допомоги, нових напрямків в сімейній медицині та ін. В академії створені єдині в Україні факультет сімейної медицини та факультет менеджменту в охороні здоров'я, відкриті науково-дослідна лабораторія з питань сімейної медицини, кафедра сімейної медицини. У 2002 році був відкритий медичний коледж для підготовки медичних сестер-бакалаврів, відділення підвищення кваліфікації медичних сестер.

Микола Іванович Хвисюк є одним із засновників української вертебрології, а також творцем Харківської школи вертебрологів, яка і сьогодні займає провідне місце у науковому світі. Під науковим керівництвом М. І. Хвисюка виконано більше 40 дисертацій. Він є автором понад 400 наукових праць, у тому числі 12 монографій, понад 60 винаходів.

Заслуги Миколи Івановича Хвисюка гідно оцінені науковою громадськістю як в Україні (дійсний член інженерної академії України, Заслужений діяч науки і техніки України), так і за кордоном (член Міжнародної інженерної академії, Міжнародної кадрової академії; визнаний людиною року в області медичної науки Міжнародним біографічним центром (1997 г.) і Американським біографічним інститутом (1998 г.).

Микола Іванович нагороджений урядовими нагородами СРСР і України: «Орден Трудового Червоного прапора», «Орден Дружби народів», орден «Почесна відзнака Президента України», подяка Президента України, орден «За трудові досягнення» IV ст., орден «За заслуги» II ст., золота медаль «За заслуги в освіті», диплом та пам'ятна медаль номінанта альманаху «Золота Книга української еліти».

Незважаючи на велику зайнятість лікувальною, науковою та адміністративною роботою Микола Іванович завжди брав активну участь у громадському житті. Він був депутатом міської та обласної рад, членом редколегії багатьох наукових видань. Микола Іванович заснував і був головним редактором журналу «Проблеми медичної науки і освіти». З 2002 р. очолив Харківське медичне товариство, був членом координаційної ради охорони здоров'я Харківської Облдержадміністрації.

В 2013 р Микола Іванович обраний Почесним громадянином Харківської області. 28 березня 2018 року Хвисюку Миколі Івановичу присвоєно звання «Почесний доктор Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна».

ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» і Редколегія журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина» щиро вітають Миколу Івановича Хвисюка з ювілеєм, бажають йому міцного здоров'я та подальших творчих успіхів.

Академік НАНУ, професор А. О. Морозов
Президент УАКМ,

Професор О. Ю. Майоров
Перший віце-президент, голова Вченої Ради УАКМ
головний редактор Ж.«Клінічна інформатика і Телемедицина»

До Ювілею Валентина Володимировича Кальниша

18 травня 2018 р. Кальнишу Валентину Володимировичу, доктору біологічних наук, професору, академіку АМБН, професору кафедри авіаційної, морської медицини та психофізіології Української військово-медичної академії, завідувачу лабораторії психофізіології праці Державної установи «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва Національної академії медичних наук України», голові колегії психофізіологів Національної медичної палати України виповнилося 70 років!

В. В. Кальниш народився у 1948 р. в сім'ї військових, у м. Львів. Після закінчення біологічного факультету університету ім. Т. Г. Шевченка у 1974 р. Валентин Володимирович починає роботу як молодший науковий співробітник Інституту фізіології Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка, а згодом, у 1978 р. — у Інституті гігієни праці та профзахворювань, і з тих пір близько 40 років його кар'єра тісно пов'язана з цією установою.

У 1983 р. В. В. Кальниш захистив кандидатську дисертацію «Імітаційні моделі діяльності гладенького м'яза з різною збудливістю клітин», яка була виконана під керівництвом академіка АН УРСР П. Г. Богача. Робота присвячена фундаментальним питанням синхронізації діяльності комплексу клітин, об'єднаних в однорідну тканину. На підставі аналізу роботи імітаційних моделей з різними функціональними властивостями системи клітин автором отримані дані про вплив цих властивостей на характер виникнення хвиль у тканині, її автоматичну діяльність, формування та функціонування датчика ритму гладком'язового органа.

У 1996 р. Валентин Володимирович захистив докторську дисертацію на тему: «Психофізіологічні системні механізми формування працездатності операторів». Науковим консультантом дисертаційної роботи був академік НАН і НАМН України О. О. Навакатікян.

У роботі були виявлені закономірності змінної динаміки психофізіологічних функцій операторів енергопідпрємств і користувачів комп'ютерів. Виділено комплекс специфічних і неспецифічних системо утворюючих факторів, що формують працездатність на різних ієрархічних рівнях системи «людина—виробництво». У 2005 р. йому присвоєне наукове звання професор.

Творчий шлях професора В. В. Кальниша пов'язаний з декількома науковими напрямами: фізіологією праці, психофізіологією праці, біофізикою, фізіологією збудливих середовищ, біологічною та медичною кібернетикою і інформатикою. Різноманітне сполучення цих дисциплін було основою для його інтелектуальних розробок. В 1997 році він очолив відділ інформатизації хорони здоров'я Українського інституту громадського здоров'я МОЗ України. Приймав участь у створенні проекту побудови медичної комп'ютерної мережі для забезпечення обміну інформацією між медичними установами України, був Вченим секретарем галузевої комісії з сертифікації програмних продуктів і апаратно-програмних комплексів медичного призначення. Професор В. В. Кальниш є членом Вченої Ради ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» та заступником головного редактора міждисциплінарного науково-методичного журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина».

Професор В. В. Кальниш також брав участь у створенні державної системи професійного психофізіологічного відбору осіб, робота яких пов'язана з підвищеною небезпекою. Ним разом з його учнями були здійснені важливі для теорії та практики психофізіології праці методичні розробки в галузі професійного психофізіологічного відбору.

Професор В. В. Кальниш розвиває фундаментальні напрями у фізіології — механізми розвитку хронічного стомлення, перенапруження, впливу емоцій на працездатність, закономірності формування монотонії, проблеми формування професійної надійності при операторській діяльності тощо.

Високо оцінені розробки В. В. Кальниша в галузі вивчення соціально-психологічних людських мереж. Показано, що професійна успішність і задоволеність роботою державних службовців України тісно пов'язана не тільки з певними особистісними професійно важливими якостями, але й з такими якостями як рівень макіавелізму (маніпулювання іншими людьми) і успішність побудови соціальних мереж (за цю роботу, виконану в співавторстві з деякими закордонними ученими, він визнаний гідним першої премії на конференції Академії керування США, 2007 р. Філадельфія).

Професор В. В. Кальниш автор більше ніж 400 наукових праць, у 1997 р. отримав премію АМН України з профілактичної медицини (разом з академіком О. О. Навакатікяном) за цикл робіт «Наукові основи забезпечення високої працездатності операторів сучасних видів напруженої роботи», в 2015 р. — премію НАН України ім. академіка В. Ю. Чаговця (разом з академіком Ю. І. Кундієвим та чл.-кор. НАМН України В. І. Чернюком).

Під керівництвом професора В. В. Кальниша було виконано 12 дисертаційних робіт (з них 3 докторські), та ще 5 знаходяться у стані підготовки до захисту.

Професор В. В. Кальниш працював як експерт у роботі ДАК Міністерства освіти і науки України, є членом спецради з присудження вчених ступенів.

Вчена Рада ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» і Редакція журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина» від щирого серця вітають Ювіляра і бажають йому подальших творчих успіхів в його науково-педагогічній та громадській діяльності.

Академік НАНУ, професор А. О. Морозов
Президент УАКМ,

Професор О. Ю. Майоров
Перший віце-президент, голова Вченої Ради УАКМ
головний редактор Ж.«Клінічна інформатика і Телемедицина»

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

від 27 грудня 2017 р. № 1075
Київ

Про затвердження Методики розрахунку вартості послуги з медичного обслуговування

Відповідно до частини шостої статті 18 Основ законодавства України про охорону здоров'я Кабінет Міністрів України **постановляє**:

1. Затвердити Методику розрахунку вартості послуги з медичного обслуговування, що додається.
2. Міністерству охорони здоров'я протягом трьох місяців забезпечити прийняття нормативно-правових актів, передбачених Методикою.
3. Ця постанова набирає чинності з 1 січня 2018 року.

Прем'єр-міністр України В. ГРОЙСМАН

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 27 грудня 2017 р. № 1075

МЕТОДИКА
розрахунку вартості послуги з медичного обслуговування

Загальна частина

1. Ця Методика визначає методологію та порядок обліку фактичних витрат, які здійснюють заклади охорони здоров'я у зв'язку з наданням послуг з медичного обслуговування (далі — медичні послуги) і які враховуються під час встановлення єдиних тарифів на медичні послуги, що надаються відповідно до галузевих стандартів у сфері охорони здоров'я за договорами про медичне обслуговування населення у межах програми державних гарантій медичного обслуговування населення згідно із Законом України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» (далі — програма медичних гарантій).

Методика спрямована на забезпечення стандартизації та уніфікації підходів до обліку витрат у закладах охорони здоров'я та встановлення базових принципів універсальної національної системи розрахунку вартості послуг з медичного обслуговування, фінансування яких забезпечується за рахунок бюджетних коштів у межах програми медичних гарантій.

У рамках Методики врегульовані основні методологічні аспекти процесу обліку витрат на основі методу стандартного аналізу витрат шляхом їх покрокового розподілу «зверху донизу».

2. Методика є обов'язковою для застосування:

референтними закладами охорони здоров'я, дані аналізу витрат у яких використовуються для розрахунку єдиних тарифів на медичні послуги в межах програми медичних гарантій, — для обліку та аналізу фактичних витрат, пов'язаних з наданням зазначених послуг;

МОЗ — під час розроблення пропозицій щодо єдиних тарифів на медичні послуги в межах програми медичних гарантій.

3. Як один з інструментів поліпшення внутрішнього управління витратами Методика може використовуватися також в інших, ніж зазначені у пункті 2, закладах охорони здоров'я, які надають медичні послуги в межах програми медичних гарантій.

4. У Методиці терміни вживаються у такому значенні:

адміністративні підрозділи — структурні підрозділи, які надають іншим відділенням/підрозділам допоміжні послуги, пов'язані з накладними витратами;

вартість одиниці послуги — вартість визначеної законодавством одиниці кінцевого продукту/результату надання медичного обслуговування, (пролікованого випадку, лабораторного тесту тощо);

допоміжні медичні підрозділи — структурні підрозділи, які надають основним клінічним відділенням допоміжні послуги, пов'язані із забезпеченням діагностики та лікування;

загальна (повна) вартість — вартість усіх ресурсів, що використовуються закладом охорони здоров'я для виробництва послуги з медичного обслуговування, у тому числі з прямими і непрямими витратами;

критерії розподілу — правило (або значення параметра), що застосовується для розподілу непрямих витрат між структурними підрозділами закладу охорони здоров'я. Критерій розподілу безпосередньо пов'язаний з витратами, що розподіляються, або з причиною їх виникнення;

непрямі витрати — вартість виробничих ресурсів (комунальні послуги, адміністративні видатки, накладні витрати тощо), які важко простежити безпосередньо до конкретних об'єктів витрат (організацій, відділень, послуг, пацієнтів тощо) та які мають розподілятися;

одиниця послуг — визначена законодавством одиниця кінцевого продукту/результату надання медичного обслуговування у стаціонарних або амбулаторних умовах, для якої встановлюються тарифи оплати;

основні клінічні відділення — структурні підрозділи, які безпосередньо надають пацієнтам медичні послуги;

прямі витрати — вартість виробничих ресурсів (персоналу, лікарських засобів тощо), які безпосередньо пов'язані з виробництвом медичної послуги та, за даними бухгалтерського обліку, можуть бути безпосередньо віднесені до об'єкта витрат (структурного підрозділу/відділення закладу охорони здоров'я, послуги або конкретного пацієнта);

референтна вартість медичної послуги — вартість конкретної послуги у кожному окремому референтному закладі охорони здоров'я, визначена на основі цієї Методики, дані про яку використовуються для розрахунку єдиних тарифів на медичні послуги, що надаються за договорами про медичне обслуговування населення у межах програми медичних гарантій;

референтні заклади охорони здоров'я — визначені МОЗ заклади охорони здоров'я незалежно від форми власності, дані аналізу витрат у яких використовуються для розрахунку єдиних тарифів на медичні послуги, що надаються за договорами про медичне обслуговування населення у межах програми медичних гарантій;

центр витрат — чітко визначена неподільна до більш низького рівня організаційна одиниця надавача медичних послуг, в якій накопичуються витрати (у тому числі прямі і непрямі витрати).

Інші терміни вживаються у значенні, наведеному в Основах законодавства України про охорону здоров'я та Бюджетному кодексі України.

Аналіз обліку витрат із застосуванням методу покрокового розподілу витрат «зверху донизу»

5. Метод покрокового розподілу витрат «зверху донизу» передбачає проведення економічних розрахунків, результатом яких є розподіл усіх витрат закладу охорони здоров'я (як прямих, так і непрямих) — від адміністративних та допоміжних підрозділів (центрів витрат) до основних клінічних відділень (центрів витрат), для яких розраховується кінцева середня вартість одиниці медичної послуги (виписаний пацієнт, ліжко-день у стаціонарному відділенні лікарні, амбулаторне відвідування тощо) на основі критеріїв розподілу витрат, перелік та порядок застосування яких визначаються МОЗ.

6. Схема покрокового розподілу витрат «зверху донизу» наведена у додатку 1.

7. Аналіз видатків із використанням покрокового розподілу витрат «зверху донизу» здійснюється поетапно:

1) стандартизація переліку клінічних відділень та структурних підрозділів закладу охорони здоров'я.

МОЗ визначає стандартний перелік і систему кодування основних клінічних відділень та типовий перелік адміністративних та допоміжних підрозділів закладів охорони здоров'я, що використовуються під час застосування Методики.

Заклади охорони здоров'я використовують цей перелік для кодування своїх основних клінічних відділень, адміністративних та допоміжних підрозділів;

2) класифікація підрозділів/відділень закладу охорони здоров'я за типами центрів витрат. Після стандартизації переліку структурних підрозділів/відділень закладу охорони здоров'я відповідно до функцій щодо забезпечення діяльності закладу охорони здоров'я їх необхідно класифікувати за такими типами:

адміністративні підрозділи — до таких підрозділів належать адміністративно-управлінські підрозділи (керівництво, відділ кадрів, планово-економічний відділ, бухгалтерія, відділ статистики тощо), підрозділи загальногосподарського та технічного обслуговування (адміністративно-господарська частина, гараж, підрозділи технічного обслуговування медичного та немедичного обладнання, відділ інформаційних технологій, пральня, харчоблок, стерилізаційне відділення тощо);

допоміжні медичні підрозділи — до таких підрозділів належать лабораторії, підрозділи з проведення інструментальних та апаратних діагностичних досліджень, операційні блоки та підрозділи реанімації та інтенсивної терапії, що задовольняють потреби основних клінічних відділень. В окремих випадках допоміжні медичні підрозділи можуть виконувати функції основних клінічних відділень;

основні клінічні відділення — до таких відділень належать структурні підрозділи, які безпосередньо надають пацієнтам медичні послуги із стаціонарного лікування під час амбулаторних відвідувань чи у режимі денного стаціонару. Одиницями послуг основних клінічних відділень є виписані із стаціонару пацієнти; використані для надання послуг у стаціонарному

відділенні ліжко-дні; візити амбулаторних пацієнтів тощо. Результатом процесу обліку витрат є забезпечення розрахунку середньої вартості одиниць послуг для кожного основного клінічного відділення;

3) визначення видатків, які включатимуться до розрахунку витрат.

Загальний бюджет закладу охорони здоров'я, на основі якого здійснюється подальший розподіл витрат, охоплює всі витрати закладу з основного та спеціального фондів. Капітальні витрати (капітальний ремонт і закупівля високовартісного обладнання та інших основних засобів) і амортизація не враховуються під час проведення аналізу витрат за цією Методикою, а враховуються додатково. Крім того, до аналізу витрат не відносяться витрати, що безпосередньо не пов'язані з наданням закладом охорони здоров'я медичних послуг, що не передбачені програмою медичних гарантій. Зокрема, до цього аналізу не входять витрати, пов'язані з медичними послугами, що надаються під час виконання закладами охорони здоров'я функції клінічних навчальних баз вищих навчальних медичних закладів освіти, що розташовані на базі лікарень, централізований перерозподіл ліків, який здійснюється через заклад охорони здоров'я тощо;

4) розподіл прямих витрат між усіма структурними підрозділами/відділеннями закладу охорони здоров'я.

На цьому етапі здійснюється розподіл загальної суми прямих витрат на всі адміністративні та допоміжні підрозділи, а також клінічні відділення закладу охорони здоров'я. Прямими витратами є витрати, які за даними бухгалтерського обліку можуть бути безпосередньо віднесені до центру витрат. Витрати, класифіковані як прямі витрати, можуть відрізнятися залежно від конкретного закладу, внутрішніх особливостей організації бухгалтерського обліку, рівня розвитку систем електронного збору та обробки даних, на основі яких відповідні заклади ведуть облік витрат у розрізі структурних підрозділів.

Для забезпечення необхідного рівня стандартизації та точності розрахунків до обов'язкового переліку прямих витрат відносять:

витрати на заробітну плату та пов'язані з нею нарахування;

витрати на лікарські засоби;

витрати на технічне забезпечення та обслуговування (поточний ремонт) високовартісного обладнання;

комунальні витрати за можливості прямого віднесення;

5) визначення критеріїв розподілу витрат.

Цей етап передбачає прийняття рішення про визначення критеріїв розподілу для двох типів витрат:

критерії розподілу загальної суми непрямих витрат на основні клінічні відділення, адміністративні та допоміжні підрозділи закладу охорони здоров'я;

критерії розподілу всіх витрат (прямих і непрямих) на утримання адміністративних та допоміжних структурних підрозділів на основні клінічні відділення закладу охорони здоров'я.

Для реалізації цього етапу заклад охорони здоров'я має визначити відповідні критерії розподілу витрат за допомогою примірного переліку таких критеріїв, що затверджується МОЗ. Більшість критеріїв є значеннями окремих параметрів, що вимірюються (кількість ліжко-днів, лабораторних досліджень, використовуваних квадратних метрів площі приміщень або загальна кількість персоналу тощо), але можуть використовуватися і інші непрямі параметри, включаючи експертну оцінку, якщо більш точні дані недоступні.

Прикладом непрямих витрат можуть бути витрати закладу охорони здоров'я на оплату електроенергії. Для розподілу витрат на електроенергію безпосередньо до підрозділів/відділень необхідно безпосередньо виміряти обсяг споживання електроенергії за допомогою лічильників електроенергії із зазначенням при цьому кількості споживаних кіловат-годин. Такий спосіб був би найточніший для визначення вартості електроенергії, яка припадає на певний підрозділ/відділення. Однак заклади охорони здоров'я зазвичай не мають настільки докладних відомостей щодо споживання електроенергії, а, якщо вони і є, лічильники електроенергії можуть реєструвати рівень споживання електроенергії разом для кількох підрозділів/відділень, об'єднаних загальним місцем розташування. Вартість електроенергії у цьому прикладі має розглядатися як непрямі витрати, що вимагає застосування певного непрямого показника оцінки — критерію розподілу — для розподілу витрат за підрозділами/відділення.

У випадку споживаної електроенергії загальним критерієм розподілу витрат виступає площа приміщення (наприклад, кількість квадратних метрів) у кожному структурному

підрозділі/відділенні, яка застосовується як непрямий показник рівня споживання електроенергії. Це базується на припущенні, що підрозділи/відділення, які займають більшу площу, споживають більше електроенергії, тобто вартість електроспоживання змінюється пропорційно площі, яку займає певний підрозділ/відділення у межах усього закладу. В даному випадку критерій розподілу витрат, виражений у квадратних метрах, є непрямим показником оцінки рівня споживання електроенергії структурними підрозділами/відділеннями та використовується для розподілу відповідних витрат на електроенергію.

Іншим прикладом розподілу витрат на утримання допоміжного підрозділу може бути лабораторія. Всі витрати на утримання лабораторії (прямі і непрямі) можуть бути розподілені на основні клінічні відділення пропорційно кількості проведених досліджень (критерій розподілу), які були зроблені для кожного основного клінічного відділення;

6) розподіл непрямих витрат.

Непрямі витрати розподіляються між усіма підрозділами/відділеннями закладу охорони здоров'я, включаючи адміністративні, допоміжні, а також клінічні відділення, за допомогою критеріїв, визначених у підпункті 5 пункту 7 цієї Методики, і відповідно до формули № 1:

Формула № 1

$$IndirectCost_{ih} = IndirectCost_h \times \frac{AS_i}{\sum_{j=1}^{j=N} AS_j},$$

де $IndirectCost_{ih}$ — частка непрямих витрат (у грошовому вираженні) за статтею/видом витрат h, яка припадає на i підрозділ/відділення закладу охорони здоров'я;

7) виконання покрокового розподілу витрат «зверху донизу».

Під час покрокового розподілу витрат «зверху донизу» витрати всіх підрозділів/відділень закладу охорони здоров'я розташовуються у вигляді вертикального списку з дотриманням такої послідовності: діяльність підрозділів, розташованих вище у списку, має більш загальний характер та/або сприяє здійсненню діяльності підрозділів/відділень, розташованих нижче у списку.

Таким чином, адміністративні підрозділи будуть розташовані у списку вище ніж допоміжні, а допоміжні — вище ніж основні клінічні відділення. Витрати адміністративних та допоміжних підрозділів послідовно розподіляються зверху вниз між підрозділами/відділеннями, розташованими нижче у списку, відповідно до встановлених критеріїв розподілу. Після того як витрати чергового підрозділу розподілені між усіма підрозділами/відділеннями, розташованими нижче у списку, здійснюється перехід до розподілу витрат наступного підрозділу/відділення, що відображається як сходинка в таблиці розподілу (додаток 2).

Якщо загальна кількість підрозділів/відділень закладу охорони здоров'я дорівнює N, то для підрозділу/відділення з номером M частка витрат підрозділу/відділення з номером L, розташованого вище у списку, визначається за формулою № 2:

Формула № 2

$$Alloc.Cost_M = Cost_L \times \frac{AP_M}{\sum_{i=L+1}^{i=N} AP_i},$$

де $Alloc.Cost_M$ — витрати (в грошовому вираженні) підрозділу/відділення, розподілені від підрозділу/відділення з номером L на підрозділи/відділення з номером M. Підрозділи/відділення відліковуються зверху вниз, отже, L менше M;

$Cost_L$ — усі витрати (в грошовому вираженні) підрозділу/відділення з номером L, враховуючи розподілені витрати підрозділів/відділень, що розташовані вище у списку;

AP_M — значення параметра, підрозділу/відділення з номером M, визначеного критерієм для розподілу непрямих витрат, наприклад, кількість тестів, проведених клінічною лабораторією для цього підрозділу/відділення;

$\sum_{i=L+1}^{i=N} AP_i$ — сумарне значення статистики розподілу для всіх підрозділів/відділень закладу охорони здоров'я, розташованих за списком нижче підрозділу/відділення з номером L, наприклад, загальна кількість лабораторних тестів, проведених для всіх підрозділів/відділень закладу охорони здоров'я.

Загальна вартість кожного з основних клінічних відділень розраховується як сума власних загальних видатків і витрат, розподілених від кожного адміністративного та допоміжного медичного підрозділу/відділення, відповідно до формули № 3:

Формула № 3

$$TotalCost_i = Dep.Cost_i + \sum_{j=1}^{K} Alloc.Cost_{ij},$$

де $TotalCost_i$ — загальні витрати клінічного відділення і після розподілу;

$Dep.Cost_i$ — загальні витрати клінічного відділення і до розподілу витрат від адміністративних та допоміжних підрозділів/відділень, що складається з прямих і непрямих витрат;

$\sum_{j=1}^{K} Alloc.Cost_{ij}$ — сума розподілених витрат від адміністративних та допоміжних підрозділів/відділень на клінічне відділення i;

K — загальна кількість адміністративних та допоміжних підрозділів/відділень.

На цьому етапі перевіряється правильність розрахунків. Загальна вартість основних медичних підрозділів/відділень після розподілу витрат повинна дорівнювати загальному бюджету або загальній сумі витрат усього закладу охорони здоров'я до проведення розподілу витрат згідно з підпунктом 3 пункту 7 цієї Методики.

Результатом процесу обліку витрат є забезпечення розрахунку середньої вартості одиниць послуг для кожного основного клінічного відділення.

З використанням загальної кількості ліжко-днів і пролікованих (виписаних) пацієнтів у всіх основних клінічних відділеннях розраховується загальна середня вартість одного ліжко-дня (формула № 4) та середня загальна вартість, яка припадає на одного пролікованого (виписаного) пацієнта в розрізі кожного клінічного відділення (формула № 5).

Формула № 4

$$Avg.BDayCost_i = \frac{TotalCost_i}{\#BDays_i},$$

де $Avg.BDayCost_i$ — середня вартість ліжко-дня у клінічному відділенні i;

$TotalCost_i$ — загальна вартість клінічного відділення i після виконання покрокового розподілу витрат;

$\#BDays_i$ — загальна кількість ліжко-днів у клінічному відділенні i.

Формула № 5

$$Avg.CaseCost_i = \frac{TotalCost_i}{\#Cases_i},$$

де $Avg.CaseCost_i$ — середня вартість пролікованого випадку в клінічному відділенні i;

$TotalCost_i$ — загальна вартість клінічного відділення і після виконання покрокового розподілу витрат;

$\#Cases_i$ — кількість пролікованих випадків у клінічному відділенні i.

Приклад розподілу витрат одного з адміністративних підрозділів між усіма «нижчими» підрозділами/відділеннями наведено у додатку 2.

Інформаційні та технічні аспекти обліку та аналізу витрат закладів охорони здоров'я

8. Технічна реалізація процесу аналізу витрат може бути проведена з використанням стандартних продуктів MS Office, таких як Excel, або за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення. При цьому має бути забезпечена сумісність отриманих результатів із системами, які підтримують формування баз даних з інформацією про виписаних пацієнтів (статистична форма 066/о «Карта хворого, який вибув із стаціонару», затверджена наказом МОЗ).

Для забезпечення цієї відповідності внутрішні коди відділень, які використовуються під час заповнення статистичної форми 066/о, повинні збігатися з внутрішніми кодами відділень, які використовуються в автоматизованих системах аналізу витрат.

Під час заповнення статистичної форми 066/о слід забезпечити кодування всіх діагнозів відповідно до Міжнародної статистичної класифікації хвороб 10-го перегляду (МКХ-10) та випадків хірургічної активності із застосуванням затвердженого МОЗ галузевого класифікатора медичних процедур (послуг) та хірургічних операцій.

Використання даних обліку та аналізу витрат для встановлення єдиних тарифів на медичні послуги, що надаються у межах програми медичних гарантій

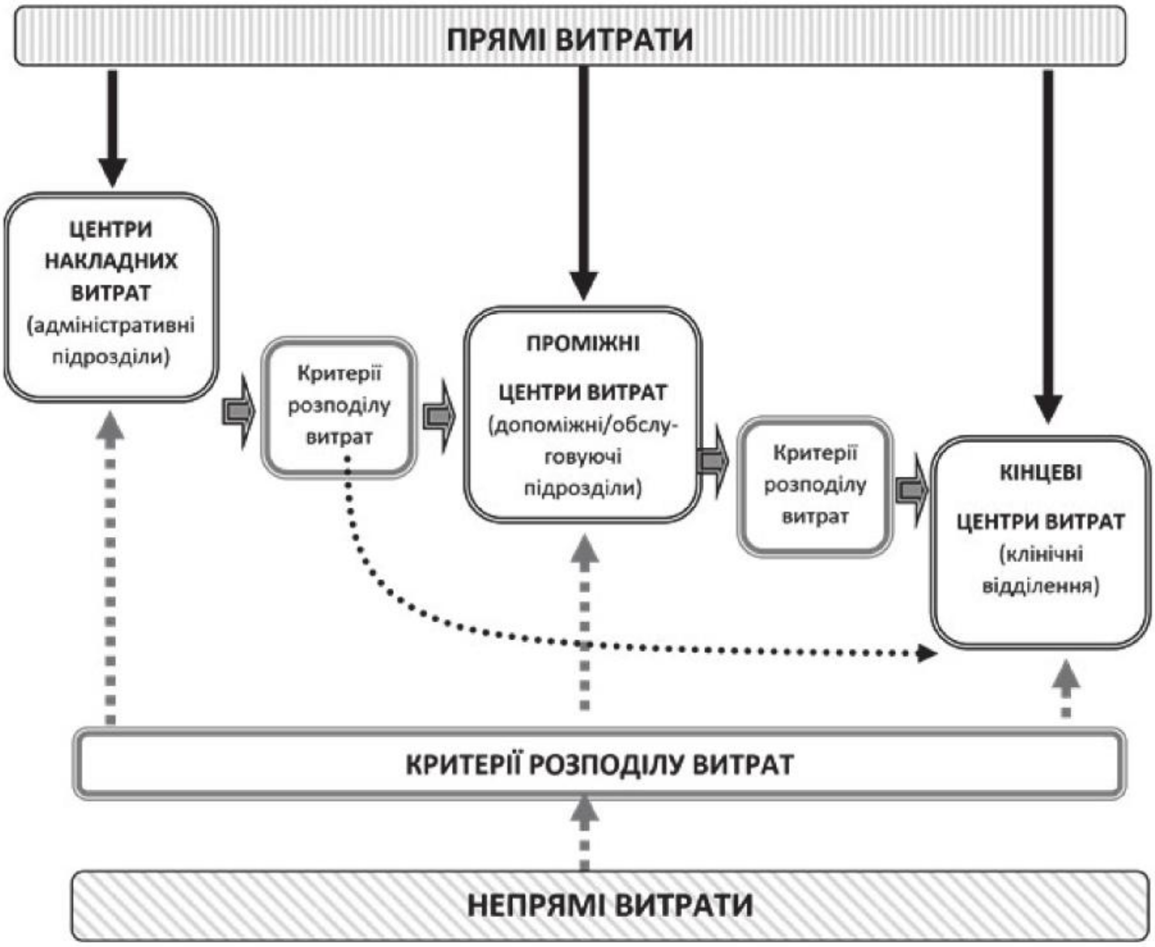
9. Єдині тарифи на медичні послуги, що надаються у межах програми медичних гарантій, встановлюються на основі даних про відповідні витрати, отриманих від референтних закладів охорони здоров'я на основі обліку та аналізу цих витрат, проведених відповідно до цієї Методики, і затверджуються в порядку, встановленому законодавством.

10. Вартість конкретної послуги у кожному окремому референтному закладі охорони здоров'я, визначена на основі цієї Методики, є референтною вартістю такої послуги.

11. Середня референтна вартість у розрізі одиниць послуг за всіма референтними закладами охорони здоров'я, дані аналізу витрат яких використовуються для розрахунку єдиних тарифів на медичні послуги, що надаються за договорами про медичне обслуговування населення у межах програми медичних гарантій, є базою для встановлення зазначених тарифів.

Додаток 1
до Методики

СХЕМА
покрокового розподілу витрат «зверху донизу»



Додаток 2
до Методики

ПРИКЛАД
розподілу витрат одного з адміністративних підрозділів між усіма «нижчими» підрозділами закладу охорони здоров'я

Категорія підрозділу/відділення	Номер підрозділу	Назва структурних підрозділів	Критерій розподілу – лабораторні тести (кількість)	Критерій розподілу – персонал (фактично зайняті ставки)	Загальна сума витрат (суми до розподілу)	Адміністрація	Адміністративно-господарська частина (інженерний відділ, гараж, інші)	Харчоблок	Клінічна лабораторія	УЗД	Рентген	Фізіотерапія	Функціональна діагностика	Ендоскопія	Анестезіологія та ІТ	Приймальне відділення	Загальні фактичні видатки відділення	Ліжко-дні	Вибуло хворих	**Вартість випадку**	**Вартість ліжко-дня**
		Міська лікарня № 1	815 774	329,25	17 192 212	292,25															
Адміністративні	1	Адміністрація		37,00	2 160 266	**2 160 266**	252,25														
	2	Адміністративно-господарська частина (інженерний відділ, гараж, інші)		40,00	1 257 801	295 674	**1 553 474**	62 666													
	3	Харчоблок		8,25	363 045	60 983	50 807	**474 835**	815 774												
Допоміжні	4	Клінічна лабораторія		29,25	1 418 349	216 211	180 135	0	**1 814 696**	1 336											
	5	УЗД		2,25	135 827	16 632	13 857	0	0	**166 315**	3 733										
	6	Рентген		10,00	535 011	73 918	61 585	0	0	0	**670 514**	87 230									
	7	Фізіотерапія		10,00	459 800	73 918	61 585	0	0	0	0	**595 303**	10 181								
	8	Функціональна діагностика		3,00	142 068	22 176	18 475	0	0	0	0	0	**182 719**	449							
	9	Ендоскопія		2,25	179 278	16 632	13 857	0	0	0	0	0	0	**209 766**	1 375						
	10	Анестезіологія та ІТ	55 399	22,50	1 479 553	166 316	138 566	0	123 235	0	12 367	0	0	0	**1 920 037**	4 893					
	11	Приймальне відділення		12,75	614 005	94 246	78 521	0	0	0	0	0	0	0	0	**786 771**					
Клінічні	12	Неврологічне відділення	33 796	21,25	1 093 510	157 077	130 868	70 211	75 180	18 492	57 381	52 417	1 061	33 130	0	138 733	1 828 059	10 323	956	**1 912,2**	**177,1**
	13	Терапевтичне відділення	61 411	21,25	1 116 190	157 077	130 868	76 026	136 609	53 034	150 872	38 931	19 599	35 816	0	115 660	2 030 680	11 178	797	**2 547,9**	**181,7**
	14	Травматологічне відділення	23 355	24,25	1 478 224	179 252	149 343	63 872	51 953	9 072	201 657	48 056	245	29 996	287 206	98 245	2 597 120	9 391	677	**3 836,2**	**276,6**
	15	Хірургічне відділення	361 464	38,75	2 039 600	286 434	238 641	137 357	804 081	60 015	193 496	91 276	17 345	50 831	1 400 957	281 468	5 601 502	13 047	1 411	**3 969,9**	**429,3**
	16	Кардіологічне відділення	252 487	18,00	967 247	133 053	110 852	60 730	561 659	19 422	46 828	363 126	35 869	28 653	0	103 324	2 430 764	8 929	712	**3 414,0**	**272,2**
	17	Опікове відділення	27 862	28,50	1 752 438	210 667	175 516	66 640	61 979	6 280	7 915	1 497	108 601	31 339	231 873	49 340	2 704 087	9 798	340	**7 953,2**	**276,0**
		Усього:	**815 774**	**329,25**	**17 192 212**	**2 160 266**	**1 553 474**	**474 835**	**1 814 696**	**166 315**	**670 514**	**595 303**	**182 719**	**209 766**	**1 920 037**	**786 771**	**17 192 212**	**62 666**	**4 893**	**3 513,6**	**274,3**

Критерії розподілу (лабораторні тести)

Загальна вартість лабораторії

Примітка. Це фрагмент таблиці покрокового розподілу витрат «зверху донизу» на прикладі розподілу всіх витрат підрозділу/відділення № 4 клінічної лабораторії між усіма підрозділами/відділеннями закладу охорони здоров'я, які скористалися послугами клінічної лабораторії.

У наведеному прикладі всі витрати лабораторії становлять 1814696 гривень і включають витрати на утримання лабораторії (графа «Загальна сума витрат (суми до розподілу)») плюс розподілені витрати відділень, що розташовані вище у списку (підсумкові значення виділені контуром).

Ці витрати розподіляються між усіма підрозділами/відділеннями закладу охорони здоров'я, які скористалися послугами клінічної лабораторії, пропорційно кількості тестів, проведених лабораторією для цих підрозділів/відділень (графа «Критерії розподілу — лабораторні тести»).

Таким чином, над кожним кроком таблиці зазначена статистика розподілу витрат, а всередині кожного кроку (клітинка, виділена жирним контуром) — усі витрати підрозділу/відділення, які повинні бути розподілені між підрозділами/відділеннями, які розташовані нижче у списку з використанням формули № 2, наведеної у підпункті 7 пункту 7 Методики розрахунку вартості послуги з медичного обслуговування, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2017 р. № 1075

На цьому прикладі також видно, що значення критерію розподілу (графа «Критерії розподілу — персонал (фактично зайняті ставки)») 329,25, яке використовується для розподілу витрат адміністрації, зменшується на величину чисельності персоналу самої адміністрації та як статистика розподілу використовується значення 292,25. Ця поправка необхідна для забезпечення повного розподілу витрат підрозділу/відділення між підрозділами/відділеннями, які розташовані нижче у списку.

У наведеному прикладі підсумкове значення графи «Загальна сума витрат (суми до розподілу)» повинна збігатися з сумою графи «Загальні фактичні видатки відділення» — 17192,212 гривні.

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

від 27 грудня 2017 р. № 1077
Київ

Про спостережну раду закладу охорони здоров’я та внесення змін до Типової форми контракту з керівником державного, комунального закладу охорони здоров’я

Відповідно до частини п’ятої статті 24 Основ законодавства України про охорону здоров’я Кабінет Міністрів України **п о с т а н о в л я є**:

1. Затвердити такі, що додаються:

Порядок утворення спостережної ради закладу охорони здоров’я;

Типове положення про спостережну раду закладу охорони здоров’я.

2. Внести до Типової форми контракту з керівником державного. комунального закладу охорони здоров’я, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 16 жовтня 2014 р. № 642 «Про затвердження Порядку укладення контракту з керівником державного, комунального закладу охорони здоров’я та Типової форми контракту з керівником державного, комунального закладу охорони здоров’я» (Офіційний вісник України, 2014 р.,№ 96, ст. 2761), зміни, що додаються.

3. Ця постанова набирає чинності з 1 січня 2018 року.

Прем’єр-міністр України **В. ГРОЙСМАН**

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 27 грудня 2017 р. № 1077

ПОРЯДОК
утворення спостережної ради закладу охорони здоров'я

1. Цей Порядок визначає механізм утворення спостережної ради закладу охорони здоров'я як наглядового органу закладу охорони здоров'я державної або комунальної форми власності, що надає медичну допомогу вторинного та/або третинного рівня, з яким головним розпорядником бюджетних коштів укладено договір про медичне обслуговування населення.

Спостережна рада також може утворюватися при іншому закладі охорони здоров'я.

2. Спостережна рада утворюється за рішенням власника (уповноваженого ним органу) у кількості не більш як 15 осіб.

3. Спостережна рада, що утворюється при закладі охорони здоров'я державної або комунальної форми власності, складається з:

одного представника власника закладу охорони здоров'я (уповноваженого ним органу);

представників структурних підрозділів з питань охорони здоров'я та соціального захисту населення місцевої держадміністрації та/або виконавчого органу відповідної місцевої ради — від однієї до чотирьох осіб;

депутатів місцевих рад (за згодою) — від однієї до двох осіб;

представників громадськості та громадських об'єднань, діяльність яких спрямована на захист прав у сфері охорони здоров'я, організацій, що здійснюють професійне самоврядування у сфері охорони здоров'я та/або у сфері запобігання корупції (за згодою), — від однієї до восьми осіб (по одному представнику).

4. Спостережна рада діє на засадах добровільності, відкритості та прозорості. Усі витрати, пов'язані з організацією засідань спостережної ради, здійснюються за рахунок закладу охорони здоров'я.

5. Строк повноважень спостережної ради — три роки.

6. Член спостережної ради повинен відповідати таким вимогам:

бездоганна ділова репутація;

відсутність реального або потенційного конфлікту інтересів, що може вплинути на об'єктивність і неупередженість прийняття рішень спостережною радою, зокрема відсутність трудових відносин із закладом охорони здоров'я;

наявність професійних знань, вищої освіти, досвіду роботи у сфері охорони здоров'я, зокрема захисту прав пацієнтів;

відсутність непогашеної судимості.

7. Власник закладу охорони здоров'я (уповноважений ним орган) повідомляє про намір утворити спостережну раду при закладі охорони здоров'я державної або комунальної форми власності на своєму офіційному веб-сайті та надсилає письмову пропозицію структурним підрозділам з питань охорони здоров'я та соціального захисту населення місцевої держадміністрації та/або органам місцевого самоврядування.

Про намір утворити спостережну раду при закладі охорони здоров'я власник закладу охорони здоров'я (уповноважений ним орган) письмово повідомляє керівнику такого закладу.

8. Структурні підрозділи з питань охорони здоров'я та соціального захисту населення місцевої держадміністрації та/або органи місцевого самоврядування протягом 10 робочих днів з дати отримання письмової пропозиції, а депутати місцевих рад (за згодою), представники громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування, протягом 10 робочих днів з дати розміщення інформації на офіційному веб-сайті власника закладу охорони здоров'я (уповноваженого ним органу) надсилають власнику закладу охорони здоров'я пропозиції щодо включення своїх представників до її складу.

9. Відбір представників громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування, проводиться шляхом рейтингового голосування за кандидатів у члени спостережної ради на офіційному веб-сайті власника закладу охорони здоров'я у строк, що не перевищує 20 днів.

Для проведення рейтингового голосування та опрацювання його результатів власник закладу охорони здоров'я утворює комісію у складі від трьох до п'яти осіб.

Комісія забезпечує підготовку бланка для голосування в електронній формі (далі — електронний бюлетень) та розміщення його на офіційному веб-сайті власника закладу охорони здоров'я.

Рейтингове голосування за кандидатів від громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування, у члени спостережної ради здійснюється шляхом заповнення електронних бюлетенів. В електронному бюлетені зазначаються в алфавітному порядку прізвища усіх кандидатів від громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування.

Електронний бюлетень для голосування заповнюється шляхом обов'язкового виставлення кандидатам від громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування, рейтингових балів від 1 до 5. Кожен з рейтингових балів виставляється лише один раз незалежно від кількості включених до електронного бюлетеня кандидатів.

Електронний бюлетень, заповнений з порушенням зазначених вимог, є недійсним.

Підрахунок голосів здійснюється комісією.

У разі коли за результатами рейтингового голосування з відбору кандидатів від громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування, їх кількість перевищує вісім осіб, проводиться повторне рейтингове голосування серед кандидатів, які набрали однакову найменшу кількість балів.

Якщо від громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування, запропоновано до восьми кандидатів, рейтингове голосування не проводиться.

Комісія перевіряє відповідність кандидатів від громадськості, громадських об'єднань та організацій, що здійснюють професійне самоврядування, власника закладу охорони здоров'я (уповноваженого ним органу), структурних підрозділів з питань охорони здоров'я та соціального захисту населення місцевої держадміністрації та/або виконавчого органу відповідної місцевої ради, депутатів місцевих рад вимогам, визначеним у пункті 8 цього Порядку. У разі відповідності кандидатів зазначеним вимогам комісія пропонує власнику закладу охорони здоров'я (уповноваженому ним органу) прийняти рішення про обрання їх до складу спостережної ради.

10. Власник закладу охорони здоров'я (уповноважений ним орган) протягом 10 робочих днів після отримання пропозицій від комісії приймає рішення про утворення спостережної ради та затвердження її персонального складу.

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 27 грудня 2017 р. № 1077

ТИПОВЕ ПОЛОЖЕННЯ
про спостережну раду закладу охорони здоров'я

Загальна частина

1. Це Положення визначає мету діяльності, права та обов'язки спостережної ради, організацію її роботи.

2. Спостережна рада у своїй діяльності керується Конституцією та законами України, указами Президента України і постановами Верховної Ради України, прийнятими відповідно до Конституції та законів України, актами Кабінету Міністрів України, іншими нормативно-правовими актами, статутом (положенням) чи іншим установчим документом закладу охорони здоров'я і положенням про спостережну раду.

3. Основними принципами діяльності спостережної ради є:

колегіальність та відкритість у прийнятті рішень;

прозорість діяльності;

неупередженість і рівноправність членів спостережної ради;

незалежність.

Мета діяльності, права та обов'язки

4. Метою діяльності спостережної ради є сприяння реалізації права громадян на участь в управлінні охороною здоров'я.

5. Спостережна рада:

затверджує план роботи спостережної ради;

розглядає питання щодо дотримання вимог законодавства під час здійснення медичного обслуговування населення закладом охорони здоров'я;

розглядає питання щодо дотримання закладом охорони здоров'я прав та забезпечення безпеки пацієнтів під час здійснення медичного обслуговування, в тому числі питання щодо належного розгляду скарг пацієнтів (їх законних представників, членів сім'ї та родичів) та реагування закладу охорони здоров'я на такі скарги;

розглядає питання щодо результатів фінансово-господарської діяльності закладу охорони здоров'я;

вносить керівнику закладу охорони здоров'я пропозиції з питань діяльності закладу охорони здоров'я, покращення якості забезпечення населення медичним обслуговуванням, дотримання прав та забезпечення безпеки пацієнтів;

бере участь у підготовці пропозицій щодо розвитку матеріально-технічної бази та інфраструктури закладу охорони здоров'я;

подає пропозиції керівнику закладу охорони здоров'я щодо оптимізації організаційної структури такого закладу за напрямами його діяльності;

розглядає інші питання, пов'язані з фінансово-господарською діяльністю закладу охорони здоров'я, здійсненням медичного обслуговування, дотриманням прав та забезпеченням безпеки пацієнтів;

інформує власника закладу охорони здоров'я (уповноважений ним орган) про недоліки діяльності такого закладу, випадки недодержання вимог законодавства під час здійснення медичного обслуговування населення;

подає пропозиції власнику закладу охорони здоров'я (уповноваженому ним органу) та керівнику закладу охорони здоров'я щодо вжиття заходів для усунення виявлених порушень та підвищення рівня забезпечення безпеки пацієнтів у закладі охорони здоров'я;

з урахуванням вимог законодавства щодо інформації з обмеженим доступом висвітлює свою діяльність у засобах масової інформації, на зборах, конференціях тощо, оприлюднює результати своєї роботи на офіційних веб-сайтах закладів охорони здоров'я (за наявності) і власника закладу охорони здоров'я (уповноваженого ним органу), розміщує інформацію

про діяльність спостережної ради на інформаційних стендах у закладах охорони здоров'я в доступних для пацієнтів місцях.

6. Спостережна рада має право:

на отримання доступу її членів згідно з вимогами законодавства до інформації та матеріалів, необхідних для розгляду питань, що належать до її компетенції, протягом п'яти робочих днів з дати надсилання письмового запиту голови спостережної ради на ім'я керівника закладу охорони здоров'я;

залучати експертів до проведення аналізу окремих питань діяльності закладу охорони здоров'я з урахуванням вимог законодавства щодо інформації з обмеженим доступом.

Склад спостережної ради

7. До складу спостережної ради входять голова, заступник голови, секретар і члени спостережної ради.

8. Члени спостережної ради на першому її засіданні обирають із свого складу простою більшістю голосів голову спостережної ради, а також за пропозицією голови — секретаря спостережної ради.

9. Строк повноважень спостережної ради становить три роки. Одна і та сама особа не може бути членом спостережної ради більше двох строків підряд.

10. Членство у спостережній раді припиняється у разі:

систематичної (більше трьох разів підряд) відсутності без поважних причин члена спостережної ради на її засіданнях;

надходження мотивованого повідомлення від органу/організації, від якого/якої було делеговано члена спостережної ради, за підписом керівника про відкликання свого представника та припинення його членства у спостережній раді;

скасування державної реєстрації громадського об'єднання/організації, представника якого / якої обрано до складу спостережної ради;

неможливості члена спостережної ради брати участь у роботі спостережної ради за станом здоров'я, визнання у судовому порядку члена спостережної ради недієздатним або обмежено дієздатним;

набрання законної сили обвинувальним вироком щодо члена спостережної ради;

подання членом спостережної ради відповідної заяви;

смерті члена спостережної ради.

11. У разі припинення представником громадськості, громадського об'єднання чи організації, що здійснює професійне самоврядування, членства у спостережній раді його місце може зайняти наступний за черговістю кандидат до складу спостережної ради, який набрав найбільшу кількість голосів за результатами проведення рейтингового голосування.

Рішення про включення нового члена до спостережної ради затверджується власником закладу охорони здоров'я (уповноваженим ним органом).

Організація роботи спостережної ради

12. Спостережну раду очолює її голова, який персонально відповідає за виконання покладених на неї завдань.

13. Голова спостережної ради:

організовує діяльність спостережної ради;

визначає функціональні обов'язки заступника голови, секретаря і членів спостережної ради;

скликає і веде засідання спостережної ради, виносить на розгляд спостережної ради пропозиції щодо порядку денного засідання, підписує рішення спостережної ради;

підписує листи та інші документи спостережної ради;

представляє спостережну раду у взаємовідносинах з органами державної влади, органами місцевого самоврядування, власником закладу охорони здоров'я (уповноваженим ним органом), підприємствами, установами, організаціями;

здійснює інші функції, необхідні для організації діяльності спостережної ради, в межах її повноважень.

14. Секретар спостережної ради:

готує проект плану роботи спостережної ради з урахуванням пропозицій її членів;

забезпечує подання членам спостережної ради не пізніше ніж за п'ять робочих днів до планового засідання відповідні інформаційні матеріали;

забезпечує підготовку проектів документів до її засідань;

веде і зберігає протоколи засідань спостережної ради та іншу документацію;

веде облік присутності членів спостережної ради на її засіданнях;

забезпечує інформування громадськості про діяльність спостережної ради;

здійснює інші повноваження і виконує доручення голови спостережної ради, пов'язані з організацією її діяльності.

15. Члени спостережної ради мають право:

брати участь у засіданнях спостережної ради;

ініціювати розгляд питань на чергових та позачергових засіданнях спостережної ради шляхом внесення їх до порядку денного;

брати участь у розгляді питань спостережною радою та подавати пропозиції до проектів рішень спостережної ради.

16. Члени спостережної ради не мають права перешкоджати діяльності закладу охорони здоров'я, здійсненню медичного обслуговування населення.

17. Члени спостережної ради не мають права розголошувати відомості, що становлять лікарську таємницю, персональні дані та іншу інформацію з обмеженим доступом, розголошення якої заборонено законодавством, які стали їм відомі у зв'язку з виконанням обов'язків членів спостережної ради. Члени спостережної ради підписують зобов'язання щодо нерозголошення такої інформації (у довільній формі).

Неправомірне розголошення такої інформації може бути підставою для виключення члена із складу спостережної ради.

18. Спостережна рада провадить свою діяльність за планами роботи, які формуються на підставі пропозицій її членів.

19. Засідання спостережної ради скликає та проводить її голова, у разі його відсутності — заступник голови.

20. Засідання спостережної ради проводяться у міру потреби, але не рідше ніж один раз на квартал, і вважаються правомочними, якщо на них присутні дві третини її членів.

21. Позачергові засідання спостережної ради скликаються на вимогу голови спостережної ради, власника закладу охорони здоров'я (уповноваженого ним органу) або однієї третини членів спостережної ради.

Вимога про скликання позачергового засідання спостережної ради повинна містити обґрунтування питання, яке вимагає обговорення.

22. Засідання спостережної ради проводяться у відкритому або закритому режимі.

У разі коли на засіданні спостережної ради розглядаються питання, пов'язані з інформацією з обмеженим доступом, за рішенням спостережної ради засідання проводяться у закритому режимі.

23. Рішення спостережної ради приймаються шляхом відкритого голосування більшістю голосів її членів, присутніх на засіданні.

У разі рівного розподілу голосів вирішальним є голос голови спостережної ради.

24. Член спостережної ради бере участь у засіданні особисто і не може передавати свій голос іншій особі. Кожен член спостережної ради під час голосування має один голос.

25. Розгляд питань, що виносяться на засідання спостережної ради, та прийняті за результатами засідання рішення фіксуються у протоколі.

Протокол підписується головуючим та секретарем спостережної ради і надсилається усім членам спостережної ради.

Члени спостережної ради можуть письмово викласти свою окрему думку, яка додається до протоколу і є його невід'ємною частиною.

26. Рішення спостережної ради доводяться до відома власника закладу охорони здоров'я (уповноваженого ним органу) та керівника закладу охорони здоров'я для розгляду та вжиття відповідних заходів і оприлюднюються на офіційному веб-сайті власника закладу охорони здоров'я та офіційному веб-сайті закладу охорони здоров'я (за наявності) з урахуванням вимог законодавства щодо інформації з обмеженим доступом, що не може бути розголошена.

27. Спостережна рада подає власнику закладу охорони здоров'я (уповноваженому ним органу) річний звіт про свою роботу. У разі визнання діяльності спостережної ради незадовільною власник закладу охорони здоров'я (уповноважений ним орган) приймає обґрунтоване рішення про формування нового складу спостережної ради.

Члени спостережної ради, діяльність якої визнано незадовільною, не можуть входити до наступного складу спостережної ради.

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 27 грудня 2017 р. № 1077

ЗМІНИ, що вносяться до Типової форми контракту з керівником державного, комунального закладу охорони здоров’я

Доповнити пункт 5 підпунктами 26 і 27 такого змісту:

«26) розглядати пропозиції спостережної ради закладу, що надаються в межах її компетенції, та вживати заходів для усунення виявлених порушень та підвищення рівня забезпечення безпеки пацієнтів у закладі;

27) з урахуванням вимог законодавства, зокрема щодо інформації з обмеженим доступом, забезпечувати доступ членів спостережної ради закладу до інформації та матеріалів, необхідних для розгляду питань, що належать до її компетенції, протягом п’яти робочих днів з дати надсилання письмового запиту голови спостережної ради закладу на ім’я Керівника закладу.».

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

від 25 квітня 2018 р. № 407

Київ

Про затвердження Порядку реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення за програмою медичних гарантій для первинної медичної допомоги на 2018 рік

Відповідно до пункту 2 розділу IV «Прикінцеві та перехідні положення» Закону України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» Кабінет Міністрів України **п о с т а н о в л я є**:

1. Затвердити Порядок реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення за програмою медичних гарантій для первинної медичної допомоги на 2018 рік, що додається.

2. Установити, що у 2018 році:

1) договори про медичне обслуговування населення за програмою медичних гарантій з комунальними закладами охорони здоров'я укладаються до 5 червня 2018 р. на строк з 1 липня по 31 грудня 2018 р. або до 15 серпня 2018 р. на строк з 1 жовтня по 31 грудня 2018 р.;

2) Національна служба здоров'я укладає договори про медичне обслуговування населення з комунальними закладами охорони здоров'я за умови одночасного укладення таких договорів з усіма комунальними закладами охорони здоров'я, які забезпечують надання первинної медичної допомоги, що фінансується за рахунок медичної субвенції з відповідного місцевого бюджету.

3. Ця постанова набирає чинності з дня її опублікування та діє до 31 грудня 2018 р. включно.

Прем'єр-міністр України В. ГРОЙСМАН

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 25 квітня 2018 р. № 407

ПОРЯДОК
реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення за програмою медичних гарантій для первинної медичної допомоги на 2018 рік

1. Цей Порядок визначає особливості реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення за програмою медичних гарантій для первинної медичної допомоги на 2018 рік, встановлює тарифи та коригувальні коефіцієнти.

2. Дія цього Порядку поширюється на всі заклади охорони здоров'я та фізичних осіб-підприємців, які одержали ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики та уклали договір про медичне обслуговування населення за програмою медичних гарантій (далі — договір) з НСЗУ, що передбачає надання медичних послуг, пов'язаних з первинною медичною допомогою.

3. У цьому Порядку терміни вживаються у такому значенні:

зелений список — перелік пацієнтів, які подали відповідному надавачу медичних послуг декларації про вибір лікаря, який надає первинну медичну допомогу, станом на 1 число відповідного місяця згідно з даними електронної системи охорони здоров'я;

червоний список — неперсоніфікована умовна кількість пацієнтів комунального закладу охорони здоров'я, розрахована відповідно до пункту 9 цього Порядку.

Інші терміни вживаються у значенні, наведеному в Основах законодавства України про охорону здоров'я, Законі України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» та інших законодавчих актах.

4. Перелік медичних послуг, пов'язаних з первинною медичною допомогою, оплату надання яких держава гарантує в межах програми медичних гарантій для первинної медичної допомоги на 2018 рік, визначається Порядком надання первинної медичної допомоги, затвердженим МОЗ.

5. Тарифи на надання медичних послуг, пов'язаних з первинною медичною допомогою, встановлюються як капітаційна ставка за обслуговування одного пацієнта протягом календарного року та становлять:

за одного пацієнта, включеного до зеленого списку, — 370 гривень на рік;

за одного пацієнта, включеного до червоного списку (для комунальних закладів охорони здоров'я), — 240 гривень на рік.

6. До тарифу на медичне обслуговування одного пацієнта, включеного до зеленого списку, застосовуються (шляхом множення) такі коригувальні коефіцієнти залежно від вікової групи пацієнта:

від 0 до 5 років	— 4;
від 6 до 17 років	— 2,2;
від 18 до 39 років	— 1;
від 40 до 64 років	— 1,2;
понад 65 років	— 2.

7. Якщо медичне обслуговування пацієнта, включеного до зеленого списку, здійснюється в населених пунктах, яким надано статус гірських згідно із Законом України «Про статус гірських населених пунктів в Україні», до тарифу додатково до корегувальних коефіцієнтів, зазначених у пункті 6 цього Порядку, застосовується (шляхом множення) коригувальний коефіцієнт 1,25. Місце обслуговування пацієнта визначається відповідно до декларації про вибір лікаря, який надає первинну медичну допомогу.

8. Коригувальні коефіцієнти, зазначені у пунктах 6 і 7 цього Порядку, не застосовуються до тарифів на надання медичних послуг, пов'язаних з первинною медичною допомогою, пацієнтам, включеним до червоного списку.

9. Кількість пацієнтів, включених до червоного списку, для надавачів медичних послуг, які є комунальними закладами охорони здоров'я, розраховується щомісяця за такою формулою:

ЧС = НН × (1 – ЗС/СНН),

де ЧС — кількість пацієнтів, включених до червоного списку;

НН — кількість наявного населення відповідної адміністративно-територіальної одиниці, що обслуговується відповідним комунальним закладом охорони здоров'я, станом на 1 січня 2018 р., визначена у договорі, укладеному з НСЗУ;

ЗС — загальна кількість пацієнтів, що подали декларації про вибір лікаря, який надає первинну медичну допомогу, станом на 1 число відповідного місяця згідно з даними електронної системи охорони здоров'я всім надавачам медичних послуг, які уклали договір з НСЗУ та розташовані в межах однієї адміністративно-територіальної одиниці (міста, району, об'єднаної територіальної громади);

СНН — сумарна кількість наявного населення відповідної адміністративно-територіальної одиниці, що обслуговується усіма комунальними закладами охорони здоров'я, які уклали договори з НСЗУ станом на 1 число відповідного місяця та розташовані у межах однієї адміністративно-територіальної одиниці (міста, району, об'єднаної територіальної громади), що розраховується шляхом додавання кількості наявного населення, що визначена у таких договорах.

Якщо ЧС має значення менше нуля, ЧС становить нуль.

10. Оплата за надані медичні послуги здійснюється в порядку, встановленому договором про медичне обслуговування населення за програмою медичних гарантій, укладеним з НСЗУ.

11. Тарифи, встановлені у пункті 5 цього Порядку, включають ставку на оплату медичної послуги та ставку на оплату діагностичних послуг, у тому числі лабораторних досліджень.

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

від 25 квітня 2018 р. № 411
Київ

Деякі питання електронної системи охорони здоров’я

Відповідно до статті 11 Закону України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» Кабінет Міністрів України **п о с т а н о в л я є:**

1. Затвердити такі, що додаються:

Порядок функціонування електронної системи охорони здоров’я;

Порядок опублікування відомостей з електронної системи охорони здоров’я Національною службою здоров’я.

2. Установити, що передбачені Порядком функціонування електронної системи охорони здоров’я, затвердженим цією постановою, функціональні можливості електронної системи охорони здоров’я впроваджуються відповідно до етапів реалізації державних фінансових гарантій медичного обслуговування населення згідно із Законом України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення». З дня набрання чинності цією постановою функціональні можливості електронної системи охорони здоров’я поступово впроваджуються для реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення на рівні первинної медичної допомоги.

3. Установити, що до моменту запровадження електронної взаємодії центральної бази даних електронної системи охорони здоров’я з державними електронними інформаційними ресурсами розпорядники таких ресурсів подають на запити Міністерства охорони здоров’я та Національної служби здоров’я інформацію в електронній формі, що міститься у відповідних державних інформаційних ресурсах та необхідна для функціонування електронної системи охорони здоров’я, протягом 10 робочих днів з моменту надходження таких запитів з дотриманням вимог Закону України «Про захист персональних даних».

4. Внести до постанов Кабінету Міністрів України зміни, що додаються.

5. Визнати такою, що втратила чинність, постанову Кабінету Міністрів України від 6 червня 2012 р. № 546 «Про затвердження Положення про електронний реєстр пацієнтів» (Офіційний вісник України, 2012 р., № 47, ст. 1832).

6. Міністерству охорони здоров’я:

розробити повну архітектуру та нормативно-правові акти, необхідні для функціонування електронної системи охорони здоров’я в рамках реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення на рівні вторинної (спеціалізованої), третинної (високоспеціалізованої) та інших видів медичної допомоги відповідно до етапів реалізації державних фінансових гарантій медичного обслуговування населення згідно із Законом України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення»;

забезпечити створення, функціонування, фінансування центральної бази даних електронної системи охорони здоров’я та передачу Національній службі здоров’я до 1 січня 2019 р. майнових прав на програмне забезпечення центральної бази даних;

забезпечити включення до центральної бази даних електронної системи охорони здоров’я даних, що містяться в електронній системі обміну медичною інформацією, створеній на підставі Концепції реформи фінансування системи охорони здоров’я, схваленої розпорядժен-

ням Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2016 р. № 1013 (Офіційний вісник України, 2017 р., № 2, ст. 50), та плану заходів з реалізації Концепції реформи фінансування системи охорони здоров'я на період до 2020 року, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 листопада 2017 р. № 821, а також верифікацію відповідних даних;

забезпечити створення комплексної системи захисту інформації з підтвердженою відповідністю центральної бази даних електронної системи охорони здоров'я.

Прем'єр-міністр України **В. ГРОЙСМАН**

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 25 квітня 2018 р. № 411

ПОРЯДОК
функціонування електронної системи охорони здоров’я

Загальна частина

1. Цей Порядок визначає механізм функціонування електронної системи охорони здоров’я та її компонентів, реєстрації користувачів, внесення та обміну інформацією і документами в електронній системі охорони здоров’я відповідно до Закону України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення».

2. У цьому Порядку терміни вживаються у такому значенні:

1) автентифікація — електронна процедура, яка дає змогу підтвердити електронну ідентифікацію фізичної та юридичної особи, інформаційної або інформаційно-телекомунікаційної системи чи походження та цілісність електронних даних;

2) верифікація — комплекс заходів з порівняння, встановлення відповідності та підтвердження відомостей, що містяться у центральній базі даних, з відомостями, отриманими від органів державної влади, відомостями з державних електронних інформаційних ресурсів, іншими даними;

3) електронна ідентифікація — процедура використання ідентифікаційних даних особи в електронній формі, які однозначно визначають фізичну та юридичну особу або представника юридичної особи;

4) електронна медична інформаційна система — інформаційно-телекомунікаційна система, яка дає змогу автоматизувати роботу суб’єктів господарювання у сфері охорони здоров’я, створювати, переглядати, обмінюватися інформацією в електронній формі, у тому числі з центральною базою даних (у разі підключення);

5) електронний кабінет — персоніфікована веб-сторінка або інтерфейс, за допомогою якого користувач відповідно до його прав доступу має можливість створювати, переглядати, обмінюватися інформацією та документами в електронній системі охорони здоров’я відповідно до цього Порядку;

6) користувачі — фізичні та юридичні особи, які зареєстровані в електронній системі охорони здоров’я і мають права доступу відповідно до цього Порядку;

7) медична інформація — інформація про стан здоров’я пацієнта, його діагноз, відомості, одержані під час медичного обстеження, у тому числі відповідні медичні документи, що стосуються здоров’я пацієнта;

8) місце надання медичних послуг — фактична адреса провадження суб’єктом господарювання у сфері охорони здоров’я господарської діяльності з медичної практики, за якою особам, на яких розповсюджуються державні гарантії медичного обслуговування населення згідно із Законом України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» (далі — пацієнти), надаються медичні послуги;

9) оператор — юридична особа або фізична особа-підприємець, що є власником електронної медичної інформаційної системи або розпорядником електронної медичної інформаційної системи з правом підключення такої системи до центральної бази даних на підставі договору з власником електронної медичної інформаційної системи;

10) центральна база даних — програмно-апаратний комплекс, який містить передбачені цим Порядком реєстри, забезпечує можливість створення, перегляду, обміну інформацією та документами між реєстрами та електронними медичними інформаційними системами, а також модулями НСЗУ.

Інші терміни вживаються у значенні, наведеному в Основах законодавства України про охорону здоров’я, Законах України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення», «Про інформацію», «Про захист персональних даних», «Про захист інформації у інформаційно-телекомунікаційних системах», «Про електронні документи та електронний документообіг», «Про Єдиний державний демографічний реєстр та документи,

що підтверджують громадянство України, посвідчують особу чи її спеціальний статус», інших законодавчих актах.

3. До складу електронної системи охорони здоров'я входять центральна база даних та електронні медичні інформаційні системи, між якими забезпечено автоматизований обмін інформацією, даними та документами через відкритий програмний інтерфейс (API).

4. НСЗУ забезпечує функціонування електронної системи охорони здоров'я та веб-сайту, на якому розміщується інформація про електронну систему охорони здоров'я (далі — веб-сайт системи).

5. Власником центральної бази даних, у тому числі майнових прав на програмне забезпечення центральної бази даних, є держава у особі НСЗУ.

Розпорядником Реєстру медичних спеціалістів та Реєстру суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я та володільцем їх відомостей є МОЗ.

Розпорядником інших реєстрів та володільцем їх відомостей та іншої інформації у центральній базі даних є НСЗУ, якщо інше не визначено законодавством.

6. Адміністратором центральної бази даних є державне підприємство «Електронне здоров'я» (далі — адміністратор).

Завдання та функціональні можливості електронної системи охорони здоров'я

7. Завданням електронної системи охорони здоров'я є забезпечення можливості використання пацієнтами електронних сервісів для реалізації їх прав за програмою державних гарантій медичного обслуговування населення (далі — програма медичних гарантій), автоматизація ведення обліку медичних послуг і управління медичною інформацією, запровадження електронного документообігу у сфері медичного обслуговування населення за програмою медичних гарантій.

8. Функціональні можливості електронної системи охорони здоров'я повинні забезпечувати:

1) можливість реєстрації користувачів у центральній базі даних, у тому числі з використанням засобів електронної ідентифікації;

2) розмежування прав користувачів на внесення, перегляд інформації у центральній базі даних, внесення змін та доповнень до неї (далі — права доступу);

3) можливість створення, внесення, перегляду та обміну деклараціями про вибір лікаря, який надає первину медичну допомогу (далі — декларації), рецептами, направленнями, медичними записами, іншою інформацією та документами через електронні кабінети відповідно до прав доступу користувачів;

4) можливість використання електронної системи охорони здоров'я особами з порушенням зору та слуху;

5) можливість надання пацієнтами (їх законними представниками) згоди у письмовій формі або у формі, що дає змогу зробити висновок про надання згоди, на доступ до даних про себе (про пацієнта для законних представників), що міститься в електронній системі охорони здоров'я, лікарям, третім особам;

6) отримання пацієнтами відомостей про осіб, які подавали запити щодо надання інформації, що міститься в електронній системі охорони здоров'я, про таких пацієнтів;

7) здійснення пошуку та перегляду відомостей у центральній базі даних відповідно до прав доступу користувача з дотриманням вимог Закону України «Про захист персональних даних»;

8) можливість укладення, зміни та припинення договорів про медичне обслуговування населення та договорів про реімбурсацію за програмою медичних гарантій (далі — договори за програмою медичних гарантій), формування та подання електронних звітів, первинних, розрахункових та інших документів за договорами (далі — електронні звіти) через центральну базу даних;

9) збереження, автоматичне резервування і відновлення даних, що передавалися до центральної бази даних, забезпечення безперебійного доступу до центральної бази даних;

10) захист інформації від несанкціонованого доступу, знищення, модифікації;

11) облік операцій (внесення, перегляд, внесення змін та доповнень тощо) з інформацією та документами у центральній базі даних та подій, що відбуваються в електронній системі охорони здоров'я і стосуються її безпеки;

12) можливість використання для внесення та систематизації інформації у центральній базі даних державних класифікаторів, номенклатур та довідників, затверджених в установленому законодавством порядку;

13) використання єдиних стандартів обміну медичною інформацію, затверджених МОЗ;

14) сумісність та електронну взаємодію центральної бази даних в установленому законодавством порядку з іншими інформаційними системами та державними інформаційними ресурсами, зокрема з:

Єдиним державним демографічним реєстром;

Єдиним державним реєстром юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань;

Державним реєстром актів цивільного стану громадян; Єдиною державною електронною базою з питань освіти; Єдиним державним реєстром Міністерства внутрішніх справ;

іншими ресурсами, які зазначені у нормативно-правових актах, що регламентують взаємодію державних електронних інформаційних ресурсів;

15) надання інших електронних сервісів у порядку, встановленому МОЗ.

9. Захист інформації у центральній базі даних здійснюється відповідно до законодавства про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах.

10. Обробка персональних даних у електронній системі охорони здоров'я здійснюється з дотриманням вимог Закону України «Про захист персональних даних».

11. Технічні засоби центральної бази даних повинні перебувати у межах території України.

12. Електронна система охорони здоров'я повинна давати змогу підключення до неї таких модулів НСЗУ:

модуля аналізу даних та формування аналітичних звітів;

модуля формування розрахункових документів, звітів та управління процесами розрахунків (модуля взаємодії з надавачами медичних послуг);

інших модулів, які необхідні НСЗУ для виконання передбачених законодавством функцій.

13. Електронна система охорони здоров'я взаємодіє з базами даних та інформаційними системами у сфері охорони здоров'я, що функціонують на місцевому рівні, у порядку, встановленому МОЗ.

Загальні вимоги до інформації та документів у електронній системі охорони здоров'я

14. Створення, внесення, перегляд інформації та документів у центральній базі даних, внесення змін та доповнень до них здійснюються користувачами відповідно до прав доступу, встановлених цим Порядком.

15. Інформація та документи створюються та вносяться до центральної бази даних українською мовою. У разі коли використання літер української абетки призводить до спотворення інформації, можуть використовуватися латинські літери і спеціальні символи, зокрема для запису адреси в Інтернеті та адреси електронної пошти.

16. Документообіг у електронній системі охорони здоров'я здійснюється відповідно до вимог законодавства про електронні документи та електронний документообіг. На всі електронні документи, що вносяться до центральної бази даних, накладається електронний підпис автора або підпис, прирівняний до власноручного підпису відповідно до закону.

Інформація під час обробки та обміну в електронній системі охорони здоров'я повинна зберігати цілісність, що забезпечується шляхом захисту від несанкціонованих дій, які можуть призвести до її випадкової або умисної модифікації чи знищення, зокрема шляхом накладення електронного підпису автора або підпису, прирівняного до власноручного підпису відповідно до закону.

17. Для внесення інформації та документів до центральної бази даних використовуються державні класифікатори, номенклатури та довідники, затверджені в установленому законодавством порядку, зокрема спеціальні класифікації та переліки, затверджені МОЗ. Адміністратор здійснює технічну підтримку застосування таких класифікацій, номенклатур, довідників та переліків.

18. Про кожен документ та інформацію, що внесені до центральної бази даних, автоматично робиться унікальний запис у відповідному реєстрі.

19. Ідентифікатором фізичної особи є унікальний номер запису в Єдиному державному демографічному реєстрі (у разі наявності).

Реєстри центральної бази даних

20. У центральній базі даних ведуться такі реєстри:

1) Реєстр пацієнтів, що містить інформацію про фізичних осіб, які мають право на гарантії згідно із Законом України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення».

До зазначеного Реєстру включаються такі відомості про пацієнта:

унікальний номер запису в Єдиному державному демографічному реєстрі (у разі наявності);

реєстраційний номер облікової картки платника податків (у разі наявності) або серія та номер паспорта (для фізичних осіб, які через релігійні переконання відмовляються від прийняття реєстраційного номера облікової картки платника податків та повідомили про це відповідному контролюючому органу і мають відмітку у паспорті);

прізвище, ім’я, по батькові;

дата та місце народження;

адреса фактичного місця проживання або перебування;

серія та номер (у разі наявності) документа, що посвідчує особу (паспорт громадянина України, тимчасове посвідчення громадянина України, свідоцтво про народження (для осіб, які не досягли 14-річного віку), посвідка на постійне проживання в Україні, посвідчення біженця, посвідчення особи, яка потребує додаткового захисту), орган, що видав документ, дата видачі, строк дії;

номер телефону, адреса електронної пошти (далі — контактні дані) (у разі надання);

інформація про законного представника особи (прізвище, ім’я, по батькові, документи, що посвідчують його особу та повноваження законного представника відповідно до законодавства) (у разі наявності);

інші відомості, визначені МОЗ.

Відомості з Реєстру пацієнтів є інформацією з обмеженим доступом;

2) Реєстр декларацій про вибір лікаря, який надає первинну медичну допомогу, що містить інформацію про декларації.

До зазначеного Реєстру включаються такі відомості:

посилання на запис про пацієнта у Реєстрі пацієнтів;

посилання на запис про медичного працівника, обраного пацієнтом (його законним представником) як лікаря, який надає первинну медичну допомогу, у Реєстрі медичних працівників;

посилання на запис про надавача медичних послуг у Реєстрі суб’єктів господарювання у сфері охорони здоров’я;

посилання на запис про місце надання медичних послуг, обране пацієнтом, у Реєстрі суб’єктів господарювання у сфері охорони здоров’я;

інші відомості, визначені МОЗ;

3) Реєстр суб’єктів господарювання у сфері охорони здоров’я, що містить інформацію про заклади охорони здоров’я, фізичних осіб-підприємців, які мають ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики, та лабораторії, які уклали або мають намір подати заяву про укладення договору за програмою медичних гарантій або залучені надавачами медичних послуг до надання медичних послуг (далі - суб’єкти господарювання у сфері охорони здоров’я).

До зазначеного Реєстру включаються такі відомості:

повне та скорочене (у разі наявності) найменування юридичної особи або прізвище, ім’я, по батькові фізичної особи-підприємця;

код згідно з ЄДРПОУ чи реєстраційний номер облікової картки платника податків (у разі наявності) або серія та номер паспорта (для фізичних осіб, які через релігійні переконання відмовляються від прийняття реєстраційного номера облікової картки платника податків та повідомили про це відповідному контролюючому органу і мають відмітку у паспорті) суб’єкта господарювання у сфері охорони здоров’я;

форма власності (для юридичних осіб);

місцезнаходження;

прізвище, ім’я, по батькові, найменування посади, контактні дані керівника суб’єкта господарювання у сфері охорони здоров’я;

прізвище, ім’я, по батькові, найменування посади осіб, яким суб’єкт господарювання у сфері охорони здоров’я надав права доступу до електронної системи охорони здоров’я,

передбачені пунктом 43 цього Порядку (далі — уповноважені особи суб'єкта господарювання), із зазначенням обсягу таких прав;

відомості про чинні та анульовані ліцензії, акредитацію, інші дозвільні документи суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я;

інформація про місця надання медичних послуг або відокремлені підрозділи аптечних закладів (адреса, контактні дані);

інші відомості, визначені МОЗ;

4) Реєстр медичних спеціалістів, що містить інформацію про осіб, які здобули освіту у сфері охорони здоров'я (далі — медичні спеціалісти).

До зазначеного Реєстру включаються такі відомості:

посилання на запис про медичного спеціаліста у Реєстрі пацієнтів; освітньо-кваліфікаційний рівень медичного спеціаліста; спеціальність медичного спеціаліста;

дата початку роботи за спеціальністю та інформація про періоди, протягом яких медичний спеціаліст не працював за спеціальністю;

інформація про підвищення кваліфікації та перепідготовку медичного спеціаліста;

інші відомості, визначені МОЗ.

Інформація до зазначеного Реєстру вноситься, зокрема, шляхом електронної взаємодії та обміну відомостями з Єдиною державною електронною базою з питань освіти;

5) Реєстр медичних працівників, що містить інформацію про осіб, які перебувають у трудових відносинах із суб'єктами господарювання у сфері охорони здоров'я або є фізичною особою-підприємцем, яка одержала ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики, та надають медичну допомогу (далі — медичні працівники).

До зазначеного Реєстру включаються такі відомості:

посилання на запис у Реєстрі медичних спеціалістів про медичного працівника;

посилання на запис про суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я у Реєстрі суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я;

найменування посади та спеціалізація медичного працівника; контактні дані медичного працівника для запису на прийом до нього; інші відомості, визначені МОЗ;

6) Реєстр договорів про медичне обслуговування населення, що містить інформацію про договори про медичне обслуговування населення за програмою медичних гарантій, укладені з НСЗУ.

До зазначеного Реєстру включаються такі відомості:

дата укладення, строк дії договору;

посилання на запис про надавача медичних послуг у Реєстрі суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я;

посилання на записи про медичних працівників, які будуть залучені до надання медичних послуг за договором, у Реєстрі медичних працівників;

посилання на записи про суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я (заклади охорони здоров'я, фізичних осіб-підприємців, які мають ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики, лабораторії), які залучені надавачем медичних послуг до виконання договору, у Реєстрі суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я;

посилання на записи про місця надання медичних послуг у Реєстрі суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я, в яких будуть надаватися медичні послуги за договором;

контактні дані лікаря для запису на прийом до нього;

медичні послуги, які надавач медичних послуг зобов'язується надати за договором;

інформація про обладнання надавача медичних послуг;

дата припинення договору;

інформація про внесення змін до договору;

інші відомості, визначені МОЗ;

7) Реєстр договорів про реімбурсацію, що містить інформацію про договори про реімбурсацію за програмою медичних гарантій, укладені з НСЗУ.

До зазначеного Реєстру включаються такі відомості:

дата укладення, строк дії договору;

посилання на запис про аптечний заклад у Реєстрі суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я;

посилання на запис про відокремлені підрозділи аптечних закладів, у яких пацієнти можуть отримати лікарські засоби за рецептом, у Реєстрі суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я;

відомості про внесення змін до договору;
дата припинення договору;
інші відомості, визначені МОЗ;
8) інші реєстри, необхідні для виконання Закону України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення». Перелік відомостей, що вноситься до таких реєстрів, затверджується МОЗ.
21. Особливості ведення окремих реєстрів, у тому числі відомості, що вносяться до таких реєстрів, та права доступу користувачів до інформації у таких реєстрах, затверджуються МОЗ.
22. Реєстри ведуться українською мовою, крім випадку, встановленого пунктом 15 цього Порядку.
23. Персональні дані у реєстрах можуть оброблятися у цілях охорони здоров'я, встановлення медичного діагнозу, забезпечення лікування або надання медичних послуг, функціонування електронної системи охорони здоров'я. Персональні дані, що стосуються здоров'я, можуть оброблятися за умови, що вони обробляються медичним працівником або іншою особою закладу охорони здоров'я чи фізичною особою - підприємцем, яка одержала ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики, та її працівниками, на яких покладено обов'язки щодо забезпечення захисту персональних даних та поширюється дія законодавства про лікарську таємницю, працівниками НСЗУ, на яких покладено обов'язки щодо забезпечення захисту персональних даних.
24. Інформація та документи вносяться до реєстрів користувачами відповідно до їх прав доступу, визначених відповідно до цього Порядку. Відомості до реєстрів також можуть вноситися у результаті електронної взаємодії з державними інформаційними ресурсами.
25. Органи державної реєстрації актів цивільного стану протягом 10 робочих днів з дня реєстрації смерті, зміни прізвища під час укладання чи розірвання шлюбу, зміни імені особи подають відповідну інформацію до НСЗУ в електронній формі із зазначенням унікального номера запису в Єдиному державному демографічному реєстрі про відповідних осіб (у разі наявності). На підставі отриманих даних НСЗУ забезпечує внесення змін до записів у Реєстрі пацієнтів, Реєстрі медичних спеціалістів, Реєстрі медичних працівників, Реєстрі декларацій.
26. Зміни та доповнення до інформації, що міститься у центральній базі даних, здійснюється за заявою користувача. Якщо протягом трьох робочих днів з дня отримання такої заяви розпорядник відповідного реєстру не відхилив таку заяву через наявність у ній помилок чи завідомо недостовірної інформації, до інформації у центральній базі даних вносяться відповідні зміни та доповнення. Інформація про користувача, який подав заяву про внесення змін та доповнень, дату та час їх внесення, а також початковий зміст інформації зберігається у центральній базі даних та не підлягає зміні чи видаленню.
27. З метою забезпечення точності та достовірності інформації у центральній базі даних НСЗУ та адміністратором періодично проводиться верифікація з дотримання вимог Закону України «Про захист персональних даних».
28. У разі виявлення у процесі верифікації невідповідності між відомостями у реєстрах та відомостями, що міститься у державних інформаційних ресурсах, відомостях, наданих державними органами, а також іншої недостовірної інформації розпорядник відповідного реєстру має право звернутися до користувача, який вніс таку інформацію, із запитом про надання пояснень щодо причин такої невідповідності. Користувач повинен усунути виявлені невідповідності або надати пояснення розпоряднику такого реєстру протягом 10 робочих днів, якщо інший строк не встановлено у запиті. У разі коли у встановлений строк не усунуто невідповідності або не надано пояснення, НСЗУ забезпечує внесення змін до відповідних записів.
29. У разі виявлення фактів систематичного внесення користувачем недостовірної інформації до реєстрів адміністратор або розпорядник відповідного реєстру може тимчасово зупинити доступ такого користувача до центральної бази даних. Право суб'єкта персональних даних на одержання будь-яких відомостей про себе відповідно до Закону України «Про захист персональних даних» не може бути обмежено.
30. Заява пацієнта (його законного представника) про відкликання заяви про надання згоди на обробку персональних даних або про надання доступу третім особам до інформації, що міститься у центральній базі даних, повинна бути опрацьована протягом трьох робочих днів.

Реєстрація користувачів

31. Для надання або отримання медичних послуг та лікарських засобів за програмою медичних гарантій користувачі зобов'язані зареєструватися у відповідних реєстрах.

32. Реєстрація суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я та уповноважених осіб такого суб'єкта господарювання здійснюється його керівником або фізичною особою-підприємцем, яка одержала ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики.

33. Реєстрація пацієнтів та медичних спеціалістів здійснюється ними самостійно або шляхом звернення до суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я.

34. Законний представник пацієнта може зареєструвати пацієнта шляхом звернення до надавача медичних послуг для забезпечення проведення перевірки документів, що посвідчують повноваження законного представника.

35. Під час реєстрації повинно бути однозначно встановлено (ідентифіковано) особу користувача, а у разі реєстрації суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я — відповідну юридичну особу та її керівника або фізичну особу-підприємця, яка одержала ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики.

36. У разі самостійної реєстрації здійснюється електронна ідентифікація користувача відповідно до законодавства. Пацієнт має право використовувати для електронної ідентифікації Bank ID та інші засоби електронної ідентифікації відповідно до законодавства.

37. Під час реєстрації шляхом звернення до суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я встановлення особи користувача здійснюється шляхом пред'явлення документа, що посвідчує особу відповідно до Закону України «Про Єдиний державний демографічний реєстр та документи, що підтверджують громадянство України, посвідчують особу чи її спеціальний статус».

38. Після реєстрації користувача автоматично формується запис у відповідному реєстрі та створюється електронний кабінет.

39. Після реєстрації вхід до електронного кабінету користувачем здійснюється шляхом автентифікації відповідно до законодавства.

Права доступу до інформації та документів у центральній базі даних

40. Доступ користувачів до інформації у центральній базі даних здійснюється через електронні кабінети. Електронні кабінети керівників та уповноважених осіб суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я, медичних працівників функціонують в електронних медичних інформаційних системах з дотриманням вимог Закону України «Про захист персональних даних». Електронні кабінети пацієнтів можуть функціонувати в електронних медичних інформаційних системах або на веб-сайті системи.

41. Пацієнт (його законний представник) має право:

1) реєструвати себе (пацієнта, законним представником якого є така особа) у центральній базі даних, подавати заяви про внесення змін та доповнень до відповідних відомостей у Реєстрі пацієнтів;

2) вносити та переглядати інформацію про себе (пацієнта, законним представником якого є така особа);

3) подавати заяви про відкликання заяви про надання згоди на обробку персональних даних, що міститься у центральній базі даних;

4) подавати декларацію про вибір лікаря, який надає первинну медичну допомогу, через електронну систему охорони здоров'я відповідно до встановленого МОЗ порядку;

5) надавати доступ медичним працівникам та іншим користувачам до інформації про себе (інформації про пацієнта, законним представником якого є така особа), що міститься у центральній базі даних.

42. Керівник суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я та фізична особа-підприємець, яка одержала ліцензію на провадження господарської діяльності з медичної практики мають право:

1) реєструвати у центральній базі даних суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я та уповноважених осіб такого суб'єкта господарювання, вносити зміни до відповідних відомостей у Реєстрі суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я, Реєстрі уповноважених осіб суб'єктів господарювання у сфері охорони здоров'я;

2) вчиняти дії для укладення, зміни та припинення договорів за програмою медичних гарантій;

3) формувати та подавати НСЗУ електронні звіти через електронну систему охорони здоров'я;

4) здійснювати дії для припинення доступу до центральної бази даних уповноважених осіб суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я та медичних працівників.

43. Уповноважені особи суб'єкта господарювання у сфері охорони здоров'я мають право:

1) за зверненням пацієнта (його законного представника) реєструвати пацієнта у Реєстрі пацієнтів, подавати заяви про внесення змін та доповнень до відомостей про нього у Реєстрі пацієнтів;

2) реєструвати медичних спеціалістів та медичних працівників у відповідних реєстрах, подавати заяви про внесення змін та доповнень до відомостей про них у відповідних реєстрах;

3) вносити до центральної бази даних електронний примірник декларації, підписаної пацієнтом (його законним представником) у паперовій формі, відповідно до Порядку вибору лікаря, який надає первинну медичну допомогу, затвердженого МОЗ.

44. Медичні спеціалісти мають право реєструвати себе у центральній базі даних, подавати заяви про внесення змін та доповнень до відомостей про себе у Реєстрі медичних спеціалістів.

45. Медичні працівники мають право:

1) за зверненням пацієнта (його законного представника) реєструвати пацієнта у Реєстрі пацієнтів, подавати заяви про внесення змін та доповнень до відомостей про нього у Реєстрі пацієнтів;

2) вносити до центральної бази даних електронний примірник декларації, підписаної пацієнтом (його законним представником) у паперовій формі, відповідно до Порядку вибору лікаря, який надає первинну медичну допомогу, затвердженого МОЗ;

3) створювати, вносити до центральної бази даних відомості про рецепти, направлення, інші медичні записи, переглядати та подавати заяви про внесення змін та доповнень до документів та інформації, внесених ним до центральної бази даних;

4) подавати запити та отримувати доступ до даних про пацієнта, що міститься у центральній базі даних, у цілях охорони здоров'я, встановлення медичного діагнозу, забезпечення лікування або надання медичних послуг, функціонування електронної системи охорони здоров'я, якщо на такого медичного працівника покладено обов'язки щодо забезпечення захисту персональних даних та поширюється дія законодавства про лікарську таємницю у разі надання пацієнтом (його законним представником) на це згоди або без такої згоди у випадках, передбачених законом.

46. Голова НСЗУ та уповноважені ним посадові особи НСЗУ у межах своїх повноважень мають право:

1) реєструвати у центральній базі даних себе, НСЗУ та уповноважених осіб НСЗУ, вносити зміни до відповідних відомостей;

2) вчиняти дії щодо укладення, зміни та припинення договорів за програмою медичних гарантій;

3) отримувати доступ до відомостей про договори за програмою медичних гарантій у Реєстрі договорів про медичне обслуговування населення та Реєстрі договорів про реімбурсацію;

4) отримувати доступ до інформації про дії, вчинені адміністратором, що стосуються електронної системи охорони здоров'я, запитувати та отримувати від адміністратора пояснення щодо вчинених дій, що стосуються електронної системи охорони здоров'я;

5) отримувати від адміністратора інформацію та документи щодо підключення, відключення, зупинення доступу електронної медичної інформаційної системи до центральної бази даних, інформації про результати тестування електронної медичної інформаційної системи;

6) подавати запити та отримувати доступ до даних про пацієнта, що містяться у центральній базі даних, у цілях охорони здоров'я, встановлення медичного діагнозу, забезпечення лікування або надання медичних послуг, функціонування електронної системи охорони здоров'я, якщо на таку особу покладено обов'язки щодо забезпечення захисту персональних даних у разі надання пацієнтом (його законним представником) на це згоди або без такої згоди у випадках, передбачених законом;

7) створювати, вносити, переглядати інформацію та документи у реєстрах, розпорядником яких є НСЗУ, вносити зміни та доповнення до них з дотриманням вимог Закону України «Про захист персональних даних».

47. Міністр охорони здоров'я та уповноважені ним посадові особи МОЗ у межах своїх повноважень мають право:

1) реєструвати у центральній базі даних себе, МОЗ та уповноважених осіб МОЗ, вносити зміни до відповідних відомостей;

2) створювати, вносити, переглядати інформацію та документи у реєстрах, розпорядником яких є МОЗ, вносити зміни та доповнення до них з дотриманням вимог Закону України «Про захист персональних даних».

48. Користувачі зобов'язані забезпечити внесення актуальних та достовірних даних про себе до центральної бази даних.

49. Доступ до персональних даних можливий у разі наявності згоди суб'єкта персональних даних, крім випадків, передбачених законом.

Адміністратор

50. Адміністратор:

1) здійснює адміністрування та технічну підтримку центральної бази даних, зокрема виконує функції, передбачені пунктом 8 цього Порядку;

2) забезпечує безперебійну роботу центральної бази даних;

3) забезпечує розроблення, оновлення та підтримку програмного забезпечення центральної бази даних;

4) приймає рішення про підключення, відключення та зупинення доступу електронної медичної інформаційної системи до центральної бази даних;

5) укладає та припиняє договори з операторами про підключення електронної медичної інформаційної системи до центральної бази даних;

6) вживає заходів до захисту інформації, що міститься у центральній базі даних, відповідно до вимог законодавства;

7) надає технічну підтримку операторам з питань підключення, відключення, взаємодії електронної медичної інформаційної системи з центральною базою даних;

8) надає інформаційні та консультаційні послуги щодо електронної системи охорони здоров'я.

51. Адміністратор зобов'язаний надавати пояснення та документи на запит НСЗУ протягом 10 робочих днів з дати отримання такого запиту, якщо інший строк не встановлено у запиті.

Технічні вимоги до електронних медичних інформаційних систем. Підключення електронних медичних інформаційних систем до центральної бази даних

52. Для підключення до центральної бази даних електронна медична інформаційна система повинна відповідати технічним вимогам, які визначаються адміністратором та затверджуються НСЗУ.

53. Для підключення електронної медичної інформаційної системи до центральної бази даних оператор подає адміністратору відповідну заявку, до якої додаються:

відомості та документи (у разі наявності), що підтверджують права на електронну медичну інформаційну систему або на підключення такої системи до центральної бази даних;

технічні характеристики електронної медичної інформаційної системи;

відомості про обсяг функціональних можливостей електронної медичної інформаційної системи для роботи в електронній системі охорони здоров'я;

виписка з Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань про такого оператора.

54. Для встановлення відповідності електронної медичної інформаційної системи технічним вимогам адміністратор проводить протягом 30 календарних днів з дня подання заявки оператором тестування електронної медичної інформаційної системи відповідно до тестової програми, що розробляється адміністратором та затверджується НСЗУ.

За результатами тестування адміністратор оформляє висновок та надсилає його оператору протягом трьох робочих днів.

55. У разі встановлення невідповідності електронної медичної інформаційної системи технічним вимогам висновок повинен містити опис таких невідповідностей та пропозиції щодо їх усунення. Оператор має право повторно подати електронну заявку адміністратору після усунення невідповідностей.

56. У разі встановлення відповідності електронної медичної інформаційної системи технічним вимогам адміністратор укладає з оператором договір про підключення до центральної бази даних для визначеного обсягу функціональних можливостей для роботи в електронній системі охорони здоров'я.

57. Адміністратор оприлюднює на веб-сайті системи протягом п'яти робочих днів з дати укладення договору інформацію про підключені до центральної бази даних електронні медичні інформаційні системи та їх функціональні можливості в електронній системі охорони здоров'я, операторів, з якими адміністратор уклав договір.

58. У разі зміни технічних вимог до електронних медичних інформаційних систем або подання оператором заявки про розширення функціональних можливостей для роботи в електронній системі охорони здоров'я така електронна медична інформаційна система підлягає повторному тестуванню відповідно до пункту 54 цього Порядку.

59. Адміністратор має право проводити додаткове тестування електронних медичних інформаційних систем для підтвердження їх відповідності технічним вимогам.

60. У разі передачі прав на електронну медичну інформаційну систему, підключену до центральної бази даних, новий оператор має право протягом 10 робочих днів з моменту передачі таких прав звернутися до адміністратора про укладення нового договору. До заявки додаються такі ж документи, які необхідні для підключення електронної медичної інформаційної системи. Повторне тестування електронної медичної інформаційної системи у такому випадку не проводиться. У разі незвернення нового оператора у встановлений строк електронна медична інформаційна система відключається від центральної бази даних.

61. Інформація про зміну технічних вимог до електронних медичних інформаційних систем оприлюднюється адміністратором на веб-сайті системи. Зміни технічних вимог до електронних медичних інформаційних систем набирають чинності через один місяць після їх опублікування, якщо інше не встановлено у наказі НСЗУ про затвердження таких вимог. Протягом цього строку оператори повинні забезпечити приведення електронних медичних інформаційних систем у відповідність з новими технічними вимогами.

62. Для використання електронної медичної інформаційної системи суб'єкти господарювання у сфері охорони здоров'я укладають договір з оператором або особою, яка має право на підставі договору з таким оператором надавати право користування електронною медичною інформаційною системою.

Зупинення доступу до центральної бази даних та відключення електронних медичних інформаційних систем від центральної бази даних

63. Рішення про зупинення доступу електронної медичної інформаційної системи до центральної бази даних або відключення такої системи від центральної бази даних приймає адміністратор у разі наявності хоча б однієї з таких підстав:

1) добровільного подання оператором заяви про відключення електронної медичної інформаційної системи від центральної бази даних;

2) порушення оператором вимог щодо забезпечення захисту інформації, у тому числі щодо забезпечення цілісності, доступності, конфіденційності та розмежування доступу до даних, внесених до електронної системи охорони здоров'я;

3) встановлення Держспецзв'язку порушення оператором вимог законодавства щодо криптографічного та технічного захисту інформації;

4) встановлення за результатами тестування невідповідності електронної медичної інформаційної системи технічним вимогам;

5) відсутності в оператора прав власності на електронну медичну інформаційну систему або на підключення електронної медичної інформаційної системи до центральної бази даних;

6) відсутності більше ніж 24 години у користувачів електронної медичної інформаційної системи доступу до центральної бази даних внаслідок технічних проблем такої системи;

7) порушення оператором умов договору, укладеного з адміністратором;

8) незвернення нового оператора до адміністратора про укладення договору протягом строку, встановленого пунктом 60 цього Порядку.

Перелік підстав для відключення електронної медичної інформаційної системи від центральної бази даних є вичерпним.

64. У разі зупинення доступу електронної медичної інформаційної системи до центральної бази даних такий доступ відновлюється адміністраторам після усунення виявлених порушень.

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 25 квітня 2018 р. № 411

ПОРЯДОК
опублікування відомостей з електронної системи охорони здоров’я Національною службою здоров’я

1. Цей Порядок встановлює механізм та визначає обсяг опублікування інформації з електронної системи охорони здоров’я НСЗУ.

2. У цьому Порядку терміни вживаються у значенні, наведеному в Основах законодавства України про охорону здоров’я, Законі України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення», інших законодавчих актах.

3. НСЗУ зобов’язана публікувати:

1) договір про медичне обслуговування населення за програмою медичних гарантій та договір про реімбурсацію за програмою медичних гарантій разом з усіма додатками, які не містять персональних даних, — протягом п’яти робочих днів з дати їх укладення;

2) знеособлену інформацію про перелік та обсяг наданих пацієнтам медичних послуг та лікарських засобів за програмою медичних гарантій — щокварталу.

4. Інформація, зазначена у пункті 3 цього Порядку, підлягає опублікуванню на офіційному веб-сайті НСЗУ.

5. НСЗУ та адміністратор центральної бази даних електронної системи охорони здоров’я за погодженням з НСЗУ можуть надавати знеособлені відомості та дані, що містяться в центральній базі даних, як загальну довідкову або статистичну інформацію на договірних засадах. Порядок надання відомостей з реєстрів центральної бази даних затверджує МОЗ.

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 25 квітня 2018 р. № 411

ЗМІНИ,
що вносяться до постанов Кабінету Міністрів України

1. Порядок ведення Державного реєстру актів цивільного стану громадян, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 22 серпня 2007 р. № 1064 (Офіційний вісник України, 2007 р., № 65, ст. 2516; 2008 р., № 21, ст. 600; 2011 р., № 84, ст. 3078; 2012 р., № 71, ст. 2870, № 90, ст. 3651; 2015 р., № 50, ст. 1601, № 69, ст. 2276, № 102, ст. 3525; 2016 р., № 28, ст. 1113, № 91, ст. 2973), доповнити пунктом 9^2 такого змісту:

«9^2. Мін'юст надає НСЗУ відомості з Реєстру про державну реєстрацію народження, смерті, реєстрацію шлюбу або розірвання шлюбу (під час якого змінено прізвище), зміну імені шляхом обміну повідомленнями в електронній формі не пізніше трьох робочих днів з дня надходження відповідного запиту в електронній формі від НСЗУ.».

2. У постанові Кабінету Міністрів України від 8 вересня 2016 р. № 593 «Деякі питання надання відомостей з Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань» (Офіційний вісник України, 2016 р., № 71, ст. 2393; 2017 р., № 43, ст. 1344):

1) пункт 1 доповнити підпунктом 4 такого змісту:

«4) в електронному вигляді з метою інтеграції відомостей з Єдиного державного реєстру до електронної системи охорони здоров'я.»;

2) абзац четвертий пункту 2 викласти в такій редакції:

«Відомості відповідно до підпунктів 3 і 4 пункту 1 цієї постанови надаються безоплатно.».

3. Додаток до постанови Кабінету Міністрів України від 8 вересня 2016 р. № 606 (Офіційний вісник України, 2016 р., № 73, ст. 2455; 2017 р., № 15, ст. 438) доповнити такою позицією:

«Електронна система охорони здоров'я».

ГО «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» (УАКМ)

UKRAINIAN ASSOCIATION FOR COMPUTER MEDICINE (UACM)

Громадська Організація «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» (УАКМ) — незалежна неурядова некомерційна організація, заснована відповідно до законодавства України, в 1992 році під час роботи IV Конгресу Світової Федерації Українських Лікарських Товариств (СФУЛТ) за підтримки Міністерства охорони здоров'я України.

УАКМ об'єднує юридичних членів — установи і компанії: науково-дослідні інститути МОЗ, НАМН, НАН України, університети, наукові товариства, лікувальні установи, виробники медичного обладнання та програмного забезпечення, провайдери Інтернет, страхові компанії. Індивідуальними членами Асоціації є медики, математики, програмісти, електронники, бізнесмени.

У 1993 р «Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» була прийнята в Міжнародну Асоціацію Медичної Інформатики (IMIA) в якості Національного члена на Генеральній Асамблеї в Токіо-Кіото, Японія. (www.imia-medinfo.org).

У травні 1994 р На IV Європейському Конгресі з медичної інформатики MIE2004 (Лісабон, Португалія) УАКМ стала Національним членом Європейської Федерації медичної інформатики (EFMI). (www.efmi.org).

У 2007 р УАКМ була прийнята Національним членом Європейської Асоціації менеджерів IT технологій в охороні здоров'я (The European Association of Healthcare IT Managers (HITM). (www.healthmanagement.org). УАКМ отримує журнал HealthManagement.

Робочими мовами УАКМ є українська, російська, англійська.

Цілі

- впровадження нових медичних інформаційних технологій для створення електронної охорони здоров'я та реформування системи охорони здоров'я в Україні;
- розробка нових медичних програмних продуктів і біотехнічних систем;
- участь в державних і міжнародних програмах з інформатизації охорони здоров'я в Україні;
- видання науково-методичної літератури;
- проведення з'їздів, конференцій, симпозіумів, форумів, виставок та конкурсів;
- захист авторських прав;
- здійснення незалежного експертного контролю та підготовка матеріалів для отримання сертифікатів;
- підготовка та перепідготовка фахівців з метою підвищення їх кваліфікації;
- встановлення контактів з членами IMIA, EFMI, HITM, IEEE FENS, зарубіжними науковими товариствами, університетами та іншими міжнародними неурядовими організаціями. У структурі УАКМ функціонує Правління і Вчена Рада.

У складі Вченої Ради вчені — експерти в галузі медичної інформатики, медицини, комп'ютерної техніки, математики, радіоелектроніки з України, країн СНД, Європи, США, Ізраїлю, Туреччини, Канади.

У сферу діяльності Вченої Ради входить:

- участь в розробці комплексних державних програм інформатизації сфери охорони здоров'я України;
- законів України (розділів по інформатизації охорони здоров'я);
- аналіз і обмін досвідом використання інформаційних технологій з урахуванням умов в Україні;
- розгляд спільних проектів;
- здійснення експертних оцінок при сертифікації медичних інформаційних технологій та програмної частини апаратно-програмних комплексів;
- участь в розробці навчальних програм з медичної інформатики та телемедицини для підготовки і перепідготовки лікарів та середнього медичного персоналу.

Фахівці УАКМ під егідою МОЗ України розробили першу Концепцію державної політики інформатизації охорони здоров'я України, яка була прийнята МОЗ України, узгоджена з НАМН і Головним кібернетичним Центром НАН України (Укр. Радіол. Журнал. 1996., №2., сс. 115–118; Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2004. вип. 1. сс.8–12)., Концепцію Національної програми інформатизації охорони здоров'я України (2005). Державну програму інформатизації охорони здоров'я на 2007–2010 рр., В якій отримали розвиток положення Концепції (Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2006. вип. 4. сс. 3–9). Проект Регламенту телемедичної мережі України (Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2009. вип. 6. сс. 93–98), Концепцію інформатизації сфери охорони здоров'я України на 2013–2018 рр. (Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2013. вип. 10., сс. 99–106), Галузеву програму і Проект інформатизації охорони здоров'я України на 2014–2016 рр., Типову програму кандидатського іспиту за спеціальністю 14.03.11-«медична і біологічна інформатика і кібернетика» (Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2009. вип.6. сс. 99–106), брали участь у створенні Закону «Про засади державної політики охорони здоров'я» (розділ стосовно інформатизації) (2015–2016).

У різні роки були запропоновані Концепція створення державної медичної Національної мережі прямого доступу «УкрМедНет», проект створення Системи обміну медичною інформацією в рамках СНД, проект створення інформаційно-аналітичної системи (її медичної частини) з надзвичайних ситуацій при Кабінеті Міністрів України.

УАКМ є ініціатором створення проекту «Інформаційні госпітальні системи України».

Положення про сертифікацію інформаційних технологій в охороні здоров'я було розроблено Вченою Радою УАКМ і затверджено Міністерством охорони здоров'я і Міністерством Юстиції України. При Міністерстві охорони здоров'я була утворена галузева комісія з сертифікації. (Наказ МОЗ N 28 від 21.02.94 «Про введення відомчої сертифікації програмних продуктів та програмних компонентів апаратно-програмних комплексів медичного призначення (Із змінами, внесеними згідно з Наказами МОЗ N 257 (v0257282-98) від 19.08.98 та N 322 (z0444-01) від 06.12.2000. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 30 травня 1994 р. за N116/325).

У 2006 році з ініціативи УАКМ створена Координаційна Рада з інформатизації охорони здоров'я МОЗ України, яка відновила свою роботу в 2011 р. В складі Координаційної Ради провідні фахівці з медичної інформатики, організації охорони здоров'я та захисту інформації.

З 1996 р. функціонує Веб-портал УАКМ на 3-х мовах-українській, російській та англійській (www.uacm.kharkov.ua).

У 2017 р. створено окремий сайт науково-методичного журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина» – офіційного журналу УАКМ (www.kit-journal.com.ua).

З 1996 по 2010 р. за Наказом МОЗ та НАМН України функціонувала об'єднана проблемна Комісія МОЗ і НАМН України «Телемедицина», до якої увійшли багато членів Вченої Ради УАКМ. Комісія співпрацювала з міжнародним Телекомунікаційним Союзом ООН (ITU) і Європейською Комісією з телемедицини (DGXIII).

УАКМ уклала угоду про створення сателітного («дзеркального») Веб-сайту Європейської Обсерваторії з телемедицини (EHTO). Функціонував Український сервер EHTO (www.ehto-ukr.kharkov.ua), а представник України був членом Стратегічного Правління поріднених серверів EHTO на національних мовах.

Були проведені 1-й і 2-й Всесвітні віртуальні Конгреси по варіабельності серцевого ритму за допомогою спеціально створеного тематичного Веб-сайту (www.hrvcongress.org).

Фахівці УАКМ брали участь в роботі 1-го і 2-го Всесвітніх Симпозіумів з телемедицини для країн, що розвиваються, які проводилися під егідою міжнародного Телекомунікаційного Союзу ООН (ITU) і ВООЗ (EHTO, Лісабон; Буенос-Айрес). Делегації Проблемної Комісії «Телемедицина» брали участь в міжнародних конференціях з телемедицини в Вісбю (Швеція).

З ініціативи та за участю членів Вченої Ради УАКМ реалізований українсько-американський проект з моніторингу вроджених вад. Результати програми успішно впроваджені в 8 областях України (подробиці див. на Веб-сайті: www.ibis.org).

Конференції, симпозіуми

Починаючи з 1993 року, УАКМ проводить науково-практичні конференції «Комп'ютерна Медицина» с міжнародною участю і виставки медичних програмних продуктів за участю провідних вітчизняних та зарубіжних виробників. На цих конференціях учасники представляють велику кількість наукових доповідей, презентацій і демонстрацій новітніх медичних технологій. Крім цього, протягом року проводяться Спеціальні тематичні Конференції та Симпозіуми. Серед них потрібно відзначити найбільш значущі:

- Симпозіум з міжнародною участю «Радіологія, медична інформатика і телемедицина» (Прес-реліз в Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2009. вип. 6. сс. 99–106).
- І-й Національний З'їзд «Медична та біологічна інформатика і кібернетика». (Прес-реліз в Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2010. Т. 6. вип. 7. сс. 3–5).
- Конференція «Медична та біологічна інформатика і кібернетика: Віхи розвитку» з міжнародною участю, присвячена кільком Ювілейним подіям, пов'язаним з медичної інформатикою: 50-річчю розвитку медичної інформатики в Україні; 25-річчю кафедри медичної інформатики НМАПО ім. П. Л. Шупика; 15-річчю кафедри клінічної інформатики та інформаційних технологій в управлінні охороною здоров'я ХМАПО (Прес-реліз в Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2011. Т.7. Вип.8. сс. 5–6) .
- Міжнародна конференція «Інформатизація охорони здоров'я в Україні: Перспективи розвитку». (Прес-реліз в Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2012. Т.8. Вип. 9. сс. 5–7).
- Міжнародна конференція «Інформаційні технології в кардіології», (Прес-реліз представлений в Ж. Клин. Информ. І Телемед. 2013. Т.9. Вип.10. сс. 5–7);
- Міжнародна конференція «Інформаційні технології в неврології, психіатрії, епілептології та медичній статистиці». (Прес-реліз в Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2014. Т.10. Вип.11. сс. 5–7).
- ІІ-й З'їзд з медичної та біологічної інформатики і кібернетики з міжнародною участю (2015).
- Міжнародна конференція ISM–2018 «Інформаційні системи та технології в медицині». (Прес-реліз в Ж. Клін. інформ. і Телемед. 2018. Т.13. Вип. 14. сс. 5–7);
- Симпозіум «Застосування інформаційних технологій у моніторингу вроджених вад розвитку»;
- Симпозіум «Телемедицина: медична освіта, наука, охорона здоров'я».
- Міжнародна конференція «Варіабельність серцевого ритму».

Всеукраїнські науково-методичні відеоконференції з міжнародною участю «Актуальні питання дистанційної освіти та телемедицини 2016, 2017» і ряд ін.

Починаючи з 1995 р, фахівці України беруть участь у Всесвітніх Конгресах IMIA — MEDINFO (Ванкувер, 1995; Сеул, 1998; Лондон, 2001; Сан-Франциско, 2004; Брісбен, Австралія, 2007; Кейптаун, 2010; Копенгаген, 2013; Сан-Пауло, 2015; Ґуанчжоу 2017; Ліон, 2019).

УАКМ бере участь в підготовці (рецензування доповідей) Європейських Конгресів з медичної інформатики (MIE) (Копенгаген, 1996; Салоніки, 1997; Любляна, 1999; Ганновер, 2000; Будапешт, 2002; Сент-Мало, 2003; Женева, 2005; Маастрихт, 2006; Ґетеборг, 2008; Сараєво, 2009; Осло, 2011 року; Піза, 2012; Стамбул, 2014 року; Мадрид, 2015; Мюнхен, 2016; Гетеборґ, 2018).

Міжнародна співпраця

Фахівці УАКМ встановили наукові та ділові контакти з Медичним відділенням Британського комп'ютерного товариства (МВБКТ). Відбувся обмін делегаціями. Делегації УАКМ брали участь в 3-х найбільших Європейських Конференціях та виставках МВБКТ «Комп'ютеризація охорони здоров'я» (Харрогейт, Великобританія). Протягом багатьох років фахівці-члени Вченої Ради УАКМ регулярно отримували британський журнал «The British Journal of Healthcare Computing».

На запрошення Департаменту комерції Адміністрації міжнародної торгівлі США делегація УАКМ прийняла участь в Круглому столі «Бізнес в області медичної промисловості в Україні» (Чикаго, США) з метою встановлення взаємовигідних партнерських відносин з фахівцями США в області інформаційних технологій. Делегація УАКМ брала також участь у виставці медичного обладнання в США (Нью-Йорк). Під егідою Національного агентства з інформатизації при Президентові України експозиція інформаційних технологій членів УАКМ була представлена на найбільшій європейській виставці в складі експозиції України (Дюсельдорф, Німеччина).

Встановлено двосторонні зв'язки з Ізраїльським Товариством медичної інформатики.

На запрошення турецького наукового Товариства з Нейрокардіології та Медичного Факультету Ерзерумського університету ім. Ататюрка і Чорноморського університету (Трабзон, Туреччина) фахівці УАКМ провели семінари «Брейн-меппінг і нейрокардіологія» для фахівців невропатологів, психіатрів та клінічних нейрофізіологів. У семінарах взяли участь співробітники більш ніж 20 університетів і госпіталів з усіх кінців Туреччини.

У Цюріхському університеті і Швейцарському Федеральному інституті технологій Цюріха проведені Семінари з нових інформаційних технологій дослідження нелінійних динамічних систем мозку по ЕЕГ (дослідження детермінованого хаосу).

Представники УАКМ брали участь у Форумі іноземних експертів (Китай, 2018).

Робочі групи

Фахівці УАКМ працюють у робочих групах, які аналогічні робочим групам IMIA і EFMI.

Видавнича діяльність

«Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина» спільно з Інститутом медичної інформатики і Телемедицини з 2003 р. почали видання спеціалізованого міждисциплінарного науково-практичного журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина» (ISSN1812-7231) для лікарів усіх спеціальностей та розробників медичних інформаційних технологій. У 2017 році до складу засновників журналу увійшла Харківська медична Академія післядипломної освіти (ХМАПО). У Редколегію журналу увійшли провідні фахівці України, країн СНД, Європи, США, Туреччини (детальна інформація на www.kit-journal.com.ua). Журнал зареєстрований в 2010 р. ВАК України, як спеціалізований фаховий журнал з чотирьох напрямів — медичні і фармацевтичні науки, біологічні науки, інформатика та приладобудування. Затверджено постановами президії ВАК України № 1-05/1 (медичні), № 1-05/3 (фармацевтичні), № 1-05/4 (біологічні, технічні).

Журнал перереєстрований ДАК України 15.06.2016 р., як спеціалізований фаховий журнал за двома напрямками — медичні та фармацевтичні науки. Журнал цитується і індексується в наукометричній базі даних Index Copernicus, є офіційним партнером The European Journal of Biomedical Informatics (EJBI), ISSN 1801-5603. Видано матеріали всіх проведених УАКМ конференцій і Симпозіумів. У 2018 р. журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина» присвоєно міжнародний цифровий ідентифікатор DOI: 10.31-071/kit. Створено окремий сайт журналу на трьох мовах www.kit-journal.com.ua, який відповідає на вимоги міжнародного Агенства CrosRef.

Медична освіта

УАКМ бере участь в атестації фахівців вищої кваліфікації і присвоєння вчених ступенів в біологічних і медичних науках. Для Вищої атестаційної Комісії (ВАК, ДАК) України був розроблений паспорт спеціальності «Біологічна і медична кібернетика та інформатика» (14.00.24 та 14.00.25), який використовувався до 1998 р. У 2006 р. відновлена ця наукова спеціальність (шифр: 14.03.11).

З ініціативи УАКМ в 1995 р. в Харківській медичній Академії післядипломної освіти була створена кафедра «Комп'ютерні технології у функціональній діагностиці та управлінні охороною здоров'я», яка в 1999 році була перейменована і нині має назву — кафедра «Клінічної інформатики та інформаційних технологій в управлінні охороною здоров'я».

Президія Вченої Ради Міністерства охорони здоров'я України ще в 1999 р. підтримала пропозицію УАКМ про введення в номенклатуру медичних спеціальностей нової медичної спеціальності: «Медична інформатика», однак, до тепер цю пропозицію не реалізовано.

Результати діяльності УАКМ впроваджуються в науково-дослідних інститутах, обласних, районних і міських лікарнях, в регіональних і приватних діагностичних центрах і клініках.

УАКМ надають підтримку МОЗ України, Міністерство освіти і науки України, Національна Академія Медичних наук і Національна Академія наук України.

професор О. Ю. Майоров
Перший віце-президент, голова Вченої Ради УАКМ

International Medical Informatics Association

Welcome to IMIA!

General

The International Medical Informatics Association is an independent organization established under Swiss law in 1989. IMIA was originally established in 1967 as Technical Committee 4 of the International Federation for Information Processing (IFIP – www.ifip.org). In 1979, it evolved from a Special Interest Group of IFIP to its current status as a fully independent organization. IMIA continues to maintain its relationship with IFIP as an affiliate organization. IMIA also has close ties with the World Health Organization (WHO – www.who.int) as a NGO (Non Government Organization), and with the International Federation of Health Information Management (IFHIMA). IMIA is also a Liaison A category organisation in cooperation with ISO (ISO liaison).

The working language of IMIA is English.

Purpose, Goals, Objectives

IMIA plays a major global role in the application of information science and technology in the fields of healthcare and research in medical, health and bio-informatics. The basic goals and objectives of the association are to:

- promote informatics in health care and research in health, bio and medical informatics.
- advance and nurture international cooperation.
- to stimulate research, development and routine application.
- move informatics from theory into practice in a full range of health delivery settings, from physician's office to acute and long term care.
- further the dissemination and exchange of knowledge, information and technology.
- promote education and responsible behaviour.
- represent the medical and health informatics field with the World Health Organization and other international professional and governmental organizations.

In its function as a bridge organization, IMIA's goals are:

- moving theory into practice by linking academic and research informaticians with care givers, consultants, vendors, and vendor-based researchers.
- leading the international medical and health informatics communities throughout the 21st century.
- promoting the cross-fertilization of health informatics information and knowledge across professional and geographical boundaries.
- serving as the catalyst for ubiquitous worldwide health information infrastructures for patient care and health research.

Membership

As an 'association of associations' bridging the world of health and biomedical informatics, IMIA membership consists primarily of Member Societies, Institutional (Academic and Corporate) and Affiliate Members, and Honorary Fellows.

Member Societies: In each country, one society or a group of societies or an appropriate body which is representative of activities within the field of medical informatics may become a Member Society. Only one Member Society may be admitted from each country, except as defined in IMIA Policies by the General Assembly of IMIA from time to time. Multiple Member Societies may be admitted from one country if, and only if, a] agreement on a single Member Society has not proved possible, and b] the arrangement is approved by a two-thirds majority of IMIA's Member Societies. Each Member Society shall appoint one representative to IMIA.

In an country where no representative societies exist, IMIA accommodates involvement through «Corresponding» members, especially within developing countries.

IMIA Member Societies may organize into regional groups. IMIA now has regions that cover the whole of the globe: Latin America and the Caribbean (IMIA-LAC), Europe (EFMI), Asia/Pacific (APAMI), Africa (HELINA), North America. and Middle East Association (MEAHI)

Institutional Members: there are two categories, corporate and academic members. Corporate members include vendor, consulting, and technology firms as well as national professional organizations. Academic members include universities, medical centres, research centres and like institutions.

Affiliate Members: international organizations that share an interest in the broad field of health and biomedical informatics.

Honorary Fellows: these are individuals who have demonstrated exceptional merit in furthering the aims and interests of IMIA; Fellowship is conferred for life.

Governance

IMIA is governed by its General Assembly, which comprises one representative from each IMIA Member, Honorary Fellows, Chairs of IMIA's Working and Special Interest Groups and a representative from IFIP, the World Health Organization, and each of IMIA's Regions. Only IMIA Member Societies have full voting rights. The General Assembly meets annually; it meets at Medinfo in the years that a Medinfo event is held, and general at other major events in non-Medinfo years.

The Board of IMIA, elected by the General Assembly, conducts the association's affairs. The day-to-day operations are supported by the association's CEO and office, who are also responsible for IMIA's electronic services.

The officers of the Board and IMIA's vice presidents vigorously pursue IMIA's mission to:

- Monitor the range of special interest areas and focus support on new developments.
- Capitalize on the synergies and collective resources of IMIA's constituents.
- Minimize fragmentation between scientific and professional medical informaticians.
- Ensure successful adaptation to changes in the medical informatics marketplace and discipline.
- Raise the profile and awareness of IMIA within and outside of the IMIA organization.
- Encourage cooperation between the scientific and commercial health informatics communities.
- Equitably balance support to emerging and existing IMIA members.
- Establish and maintain cooperation and harmony with organizations that emerge to address medical informatics issues.
- Continue to position IMIA as the gatekeeper for medical informatics issues in the international community

Activities

MedInfo

IMIA organises the internationally acclaimed triennial «World Congress on Medical and Health Informatics» — commonly know as MedInfo. The event provides both a high quality scientific exchange of current research and thinking in health and biomedical informatics and an opportunity for formal meetings and informal networking of IMIA's members. The event is jointly hosted by IMIA and one of its Member Societies. The selection of the host society is determined through a vote of the IMIA General Assembly.

The next MedInfo, MedInfo 2019 will be held in Lyon, France, August 25–30, 2019, hosted by the French Medical Informatics Association (AIM), providing the local organisation of the event and the MedInfo2019 Scientific Programme Committee being responsible for the scientific content. (www.medinfo-lyon.org/en/)

Working and Special Interest Groups

The IMIA family includes a growing number of Working and Special Interest Groups, which consist of individuals who share common interests in a particular focal field. The groups provide opportunities for collaboration among individuals who share common interests in a particular focal field. The Nursing Informatics Special Interest Group (IMIA-NI) hold a triennial congress (the next will be NI2018 in Cape Town, South Africa), and other groups hold working conferences on leading edge and timely health, medical and bio-medical informatics issues. Current and future activities of the Working and Special Interest Groups are posted on the IMIA website and a summary is included in the IMIA Yearbook.

«That IMIA provides a model example for successful, tolerant and peaceful collaboration of individuals, beyond any nations and cultures, for the sake of health and quality of life of the people in our world», Prof. Dr. Reinhold Haux, Past President of IMIA.

© 2018, IMIA — The International Medical Informatics Association

Mission and Objectives

Objectives

The European Federation for Medical Informatics Association (EFMI) is the leading organisation in medical informatics in Europe and represents 32 countries. EFMI is organized as a nonprofit organisation concerned with the theory and practice of Information Science and Technology within Health and Health Science in a European context.

The objectives when founded in 1976 were:
- To advance international co-operation and dissemination of information in Medical Informatics on a European basis;
- To promote high standards in the application of medical informatics;
- To promote research and development in medical informatics;
- To encourage high standards in education in medical informatics;
- To function as the autonomous European Regional Council of IMIA.

Activities and Governance

All European countries are entitled to be represented in EFMI by a suitable Medical Informatics Society. The term medical informatics is used to include the whole spectrum of Health-/Socialcare Informatics and all disciplines concerned with Health-/Socialcare and Informatics.

The organisation operates with a minimum of bureaucratic overhead. Each national society supports the federation by sending and paying for a representative to participate in the decisions of the Federation's Council, the membership assembly. Apart from the Council, an elected board consisting of nine members governs EFMI.English has been adopted as the official language, although simultaneous translation is often provided for congresses in non-English speaking countries.

Membership and Organization

Currently 32 countries have joined the Federation, including Armenia, Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Moldova, The Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, Ukraine and United Kingdom. All representative societies in countries within the European Region of the WHO are entitled to apply for membership.

EFMI is also open for institutional membership. Typical institutions, which become EFMI members, include universities, research organisations, federations, industries and organisations. Currently, 16 organisations have become institutional members of EFMI: 3 universities, 9 industrial companies and 5 not for profit organizations.

EFMI has a long tradition in working groups (WG) which are organising and supporting events and projects on a European basis but also worldwide in close co-operation with national and international WGs and institutions. The EFMI council has extended the model of WGs during MIE2011 in Oslo by Project Groups (PG). PGs are established for 3 years. When the concept of the project group proofs to be successful there is an option to become a working group of EFMI. EFMI does not offer personal membership except for the working groups.

Congresses and Publications

EFMI organizes two main series of conferences: the Special Topic Conferences (EFMI-STC) and Medical Informatics Europe (EFMI-MIE). In conjunction or independent of the main congress series, working groups in addition organize topic specific workshops, tutorials and seminars.

Medical Informatics Europe Conferences (MIE)

So far 24 MIE congresses (Medical Informatics Europe) have been organised by the national members and EFMI with up to more than 1000 participants. The concept includes per-reviewed presentations according to the type of paper as oral or poster presentation. Workshops and tutorials prepared or supported by EFMI working groups are an essential part of EFMI MIE conferences.

Special Topic Conferences (STC)

STCs are conferences, specialized in current topics. Special Topic Conferences follow a successful concept including the following components:
- Organisation by a member society in combination with its annual meeting.
- Topic defined to the needs of the member society.
- Relevant EFMI Working groups are engaged for the content.
- Contributions mostly on invitation.
- Small 2-day conference with 100+ participants.

Publication

Publication of the conference proceedings of the EFMI conference series was done in close co-operation with IOS Press in its Medline indexed series «Health Technology and Informatics» in the last years. Selected papers from the EFMI conferences were also published in Methods of Information in Medicine.

© 2018, EFMI — European Federation for Medical informatics

European Association of Healthcare IT Managers (HITM)

The European Association of Healthcare IT Managers (HITM) is a non-profit pan-European umbrella association of all relevant national healthcare IT associations in Europe.

Believing in the fundamental importance of unifying healthcare IT professionals at European and global levels, HITM is committed to increasing the professional authority and responsibility of healthcare IT managers and representing their interests to international institutions and associations.

HITM is strategically based in Brussels, for easy access to the European institutions and associations

The Representative Authority

Since 2006 the E**uropean Association of Healthcare IT Managers** (HITM) is established as the pan-European umbrella organisation of relevant national health managers and healh-IT associations. HITM is committed to increase the professional authority and responsibility of CIOs and healthcare IT managers and to represent them to international institutions and associations.

It is commonly agreed that It is of fundamental importance to unify the basic strengths of healthcare IT professionals at European and international levels. Therefore some of HITM's goals are:

- To establish common healthcare IT management standards, policies and strategies at EU and international levels;
- To increase the visibility of the importance and role of IT management in healthcare facilities;
- To educate key policy makers, industry players and the general public of the benefits of IT healthcare management and
- To promote cross-collaboration within healthcare management sectors.

Such an important attempt can only be successful with the wide cooperation of all different stakeholder communities. Therefore HITM is open to all different kinds of members organisations, as long as they agree to support HITMs goals.

© 2018, HITM — The European Association of Healthcare IT Managers

The 17th World Congress of Medical and Health Informatics

Дорогі друзі!

Конгрес **MedInfo**, заснован Міжнародною асоціацією медичної інформатики (IMIA), є ключовою подією у світі в галузі цифрового здоров'я, яка об'єднує вчених, лікарів, викладачів, студентів, компаній, установ та осіб, які приймають рішення. Після проведення попередніх Конгресів у Бразилії та Китаї, у 2019 році, **MedInfo** повертається до Європи. Вперше захід відбудеться у Франції, в Ліоні, який також називається «французьким мегаполісом техніки». Місто розташоване в самому серці регіону Овернь-Рона-Альпи, який також є головним гравцем у технологіях охорони здоров'я.

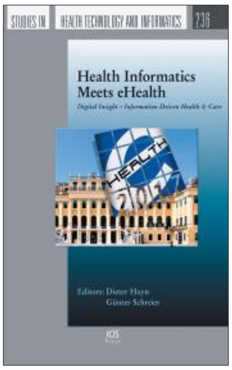
AIM (Французька асоціація медичної інформатики) організовує **MedInfo 2019** і рада вітати Вас у Ліоні 25–30 серпня 2019 року. На кожній конференції MedInfo учасники мають можливість обмінюватися знаннями в міжнародному контексті з метою покращення здоров'я і благополуччя взаємопов'язаних громадян у всьому світі! Отже, приходьте, щоб відкрити, обговорити та поділитися своєю думкою та досвідом щодо теми цього року: «Здоров'я та благополуччя: електронні мережі для всіх».

Приймати **MedInfo 2019** є честю для Франції, регіону Овернь-Рона-Альпи (Auvergne-Rhône-Alpes) та міста Ліон. Ви відкриєте для себе численні символічні проекти в галузі електронного здоров'я, які реалізуються в регіоні Овернь-Рона-Альпи. Це французька «Силіконова долина» з однією з найбільших екосистем цифрового підприємництва Європи. Ліон, Гренобль, Сент-Етьєн та Клермон-Ферран займають десятки тисяч робочих місць у сфері охорони здоров'я та біотехнологій з більш ніж 100 громадськими лабораторіями та понад 10 000 дослідників у цьому секторі. Крім того, Ліон охоплює багато привабливих аспектів. Відомий як місто вогнів, територія для багатьох нововведень, а також підстава для кінотеатру, він також є першим містом, що з'єднується, найбільшим IT-центром у Франції, і не в останню чергу, місто відоме в усьому світі вишуканою кухнею.

Ми будемо раді вітати Вас, щоб зробити MedInfo 2019 видатною подією та успіхом, що відповідає очікуванням та обіцянкам цифрового здоров'я, ключовим акторам та пацієнтам.

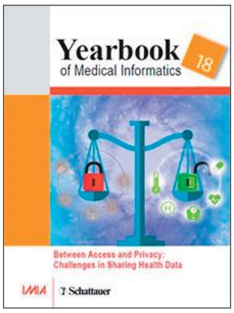
Ми сподіваємося побачити вас у Ліоні 25–30 серпня 2019 року!

Philippe CINQUIN
Президент Французької асоціації медичної інформатики (AIM)
Заступник Виконавчого Президента ЛОК MedInfo2019
Франція



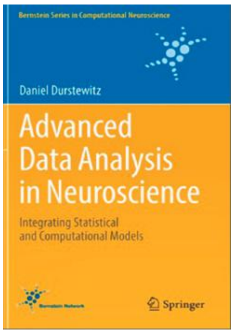
Health Informatics Meets eHealthDigital Insight — Information-Driven Health and Care — Proceedings of the 11th eHealth2017 Conference. Series Studies in Health Technology and Informatics

Ed. Dieter Hayn, Günter Schreier
IOS Press, Vol. 236, 2017.



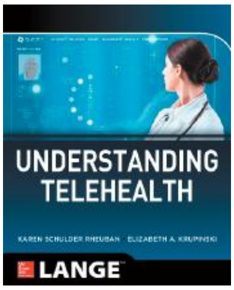
The IMIA Yearbook of Medical Informatics 2018, with the theme «Between Access and Privacy: Challenges in Sharing Health Data»

Schattauer, 2018, Iss. 01, Vol. 27, 307 p.



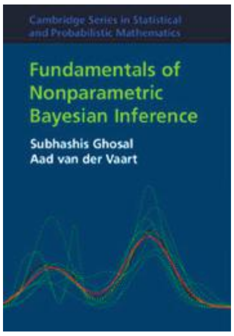
Advanced Data Analysis in Neuroscience Integrating Statistical and Computational Models

D. Durstewitz
Springer, 2017, 292 p.



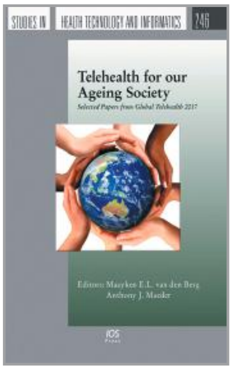
Understanding Telehealth

Karen Schulder Rheuban, Elizabeth A. Krupinski
McGraw-Hill Edu./Medical 2017, 336 p.



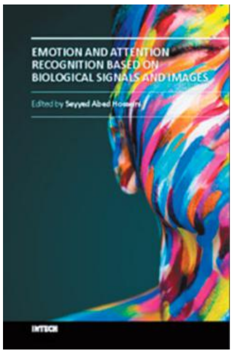
Fundamentals of Nonparametric Bayesian Inference

Subhashis Ghosal
Aad van der Vaart
Cambridge University Press, 2017.



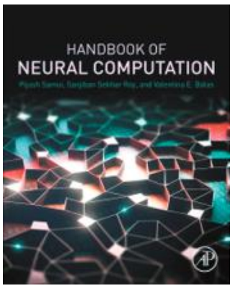
Telehealth for our Ageing Society Selected Papers from Global Telehealth 2017 Series «Studies in Health Technology and Informatics»

IOS Press, Vol. 246, 2017.



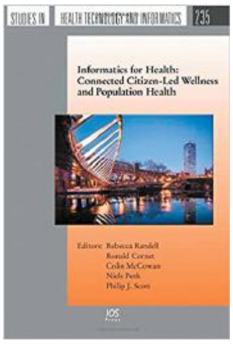
Emotion and Attention Recognition Based on Biological Signals and Images

Ed by S. A.Hosseini.
InTech Publ., 2017, 94 p.



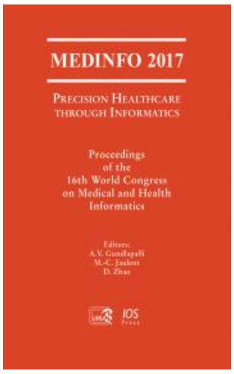
Handbook of Neural Computation 1st Edition

Ed: Pijush Samui Sanjiban Sekhar Roy
Valentina E. Balas
Academic Press, 2017, 600 p.



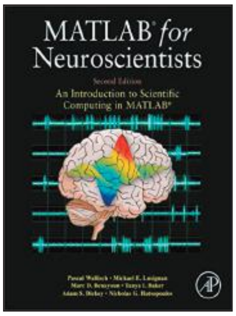
Informatics for Health: ConnectedCitizen-Led Wellness and Population Health Series: Studies in Health Technology and Informatics

Eds Rebecca Randell, Ronald Cornet, Colin McCowan, Niels Peek, Philip J. Scott
IOS Press, Vol. 235, 2017.



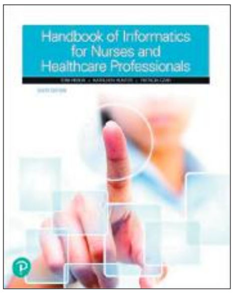
MEDINFO 2017: Precision Healthcare through Informatics Proceedings of the 16th World Congress on Medical and Health Informatics. Series Studies in Health Technology and Informatics

IOS Pres, Vol. 245, 2017.



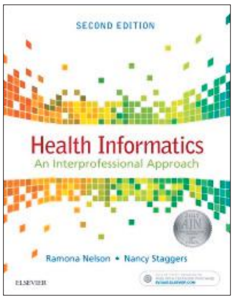
MATLAB for Neuroscientists An Introduction to Scientific Computing in MATLAB

P. Wallisch. M. E. Lusignan M. D. Benayoun, T. I. Baker A. S. Dickey, N. G. Hatsopoulos
Academic Press, 2013, 576 p.



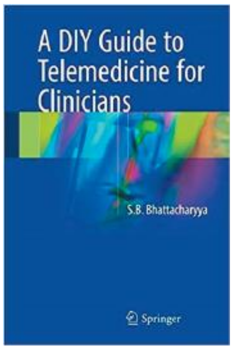
Handbook of Informatics for Nurses & Healthcare Professionals

Toni L. Hebda, Kathleen Hunter, Patricia Czar
Pearson; 6 ed., 2018, 496 p.



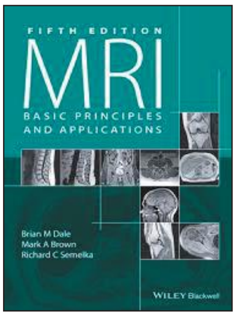
Health Informatics 2nd Edition An Interprofessional Approach

Authors: Ramona Nelson Nancy Staggers
Elsevier, 2017, 678 p.



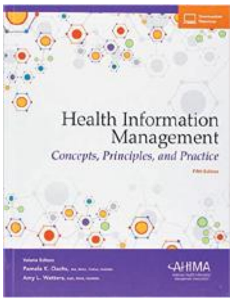
A DIY Guide to Telemedicine for Clinicians

by S. B. Bhattacharyya (Author)
Springer; 1st ed. 2017, 124 p.



MRI: Basic Principles and Applications

B. M. Dale, M. A. Brown R. C. Semelka
5th Edition, Wiley-Blackwell, 2015 248 p.



Health Information Management: Concepts, Principles, and Practice

Eds by Pamela K. Oachs, Amy Watters
American Health Inform Manag. Assoc.; 2016, 1052 p.

Інститут Медичної інформатики і Телемедицини
Інститут МІТ

Пропонуємо для впровадження розробки інституту:

- Госпітальна інформаційна система **«Інститут-МіТ@Клініка®»**

  Управління лікувально-діагностичним процесом закладу охорони здоров'я (ЗОЗ) будь-якої форми власності в умовах ринкової економіки, медичної Реформи, сімейної та страхової медицини. Повний аналіз діяльності ЗОЗ за будь-який період, використання унікальної постреляціоної бази даних, облік індивідуальних витрат на пацієнта, алгоритмізація роботи і професійне наповнення робочих місць різних фахівців медичної інформацією. Надійний захист персональних даних. Електронний цифровий підпис (ЕЦП). Впровадження, супровід, навчання

- Системи комп'ютерної ЕЕГ **«NeuroResearcher® Innovation Suite»** і Варіабельності серцевого ритму (ВСР) — **«Cardio-Tension-Test® Innovation Suite»**

  Унікальний інноваційний набір інструментів. Поглиблений аналіз ЕЕГ і ВСР: Класичні кореляційні-спектрально-когерентні методи і новітні технології — багаторозмірний лінійний та нелінійний аналіз (детермінований хаос)

- **Інтелектуальні медичні системи**
  для диференціальної діагностики і програми
  для створення власної діагностичної системи

- **Телемедичні технології**
  для нейро-
  і нейро-кардіодіагностики

Інститут Медичної Інформатики
і Телемедицини, ТОВ
а. с. 7313, Харків, 61002, Україна
тел. +380 (57) 700 6881
institute-medinform@ukr.net

Клінічна інформатика і Телемедицина, 2018. Т.13. Вип.14. сс.1–162

www.uacm.kharkov.ua