

44. Two-stage flexor tendon reconstruction in zone 2 of the hand in children / *Derby B. M., Wilbelmi B. J., Zook E. G., Neumeister M. W.* // J. Pediatr. Orthop. — 2005. — Vol. 25 (Iss. 3). — P. 382–386.
45. Two-stage flexor tendon reconstruction in zone 2, using Hunter's technique / *Siguo S., Yong Ding, Baoan Ma, Yong Zhou* // Orthopedics. — 2010 — Vol. 33 (Iss. 12). — P. 880.
46. Two-stage flexor-tendon reconstruction. Ten-year experience / *Webb M. A., Mawr B., Hunter J. M. [et al.]* // J. Bone Jt Surg. — 1986. — Vol. 68-A, № 5. — P. 752–763.
47. Two-stage treatment of flexor tendon ruptures. Silicon rod complications analyzed in 109 digits / *Soucacos P. N., Beris A. E., Malizos K. N. [et al.]* // Act. Orthop. Scand. Suppl. — 1997 — Vol. 275. — P. 48–51.
48. *Verdan C. E.* Half a century of flexor-tendon surgery. Current status and changing philosophies / *C. E. Verdan* // J. Bone Joint Surg. Am. — 1972. — Vol. 54, № 3. — P. 472–491.

УДК 612.816:[611.711.6+616.711.6]

ИЗМЕНЕНИЕ ПОСТУРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ САГИТТАЛЬНОМ ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВОМ ДИСБАЛАНСЕ (обзор литературы)

*В. А. Колесниченко, Ма Конг, К. Н. Литвиненко, Э. В. Чертенкова, К. Н. Беренов
ГУ “Институт патологии позвоночника и суставов”
им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины”, г. Харьков*

POSTURAL CONTROL CHANGES IN SPINAL-PELVIC SAGITTAL IMBALANCE (review of literature)

V. A. Kolesnichenko, Ma Cong, K. N. Litvinenko, E. V. Chertyonkova, K. N. Berenov

Analysis of the current trends in postural alignment motor control.

Methods: Literature review.

Results: Sagittal spinal-pelvic imbalance is accompanied by energy-consuming compensatory mechanisms aimed at vertical posture maintaining. These mechanisms result to an increase of afferent signals from the spine, pelvis and lower limbs peripheral proprioceptors, and a change in postural control, and the developmental nociceptive low back pain with subthreshold sensory activation.

Key words: postural balance, spino-pelvic disbalance, muscles disbalance.

ЗМІНИ ПОСТУРАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПРИ САГИТАЛЬНОМУ ХРЕБТОВО-ТАЗОВОМУ ДИСБАЛАНСІ (огляд літератури)

В. А. Колесниченко, Ма Конг, К. М. Литвиненко, Е. В. Чертьонкова, К. В. Беренов

Проналізовані сучасні уявлення про зміни постурального контролю при сагітальному хребтотно-тазовому дисбалансі.

Методика: аналітичний огляд літератури.

Результати: сагітальний хребтотно-тазовий дисбаланс супроводжують енерговитратні компенсаторні механізми, які спрямовані на утримання вертикальної пози та призводять до збільшення аферентації з периферичних пропріоцепторів у ділянці хребта, таза і нижніх кінцівок, змінам постурального контролю, а також при надпороговій сенсорній активації до розвитку ноцицептивного болю.

Ключові слова: постуральний контроль, хребтотно-тазовий дисбаланс, м'язовий дисбаланс.

Введение

Клинико-рентгенологические проявления поясничного остеохондроза обусловлены формированием функциональных и структурных деформаций позвоночных

сегментов с изменением сагиттального контура позвоночника и развитием позвоночно-тазового дисбаланса. Компенсаторные изменения, направленные на сохранение ортоградной позы, — ротация таза и сгибательные/

разгибательные установки в суставах нижних конечностей — сопровождаются изменением тонуса и характера взаимодействия различных мышечных групп с изменением натяжения связок, капсул суставов, сухожилий, фасций и мышечных волокон, нарушением регуляции их тензо- и механорецепторов [7] и активацией ноцицептивных рецепторов [57]. Изменение афферентации с периартикулярных проприоцепторов и “интерференция боли” [14, 62] приводят в конечном итоге к мышечной ингибиции [46, 51] и нарушению регуляции вертикальной позы.

Оценка системы постурального баланса и контроля является важным этапом в клиническом обследовании больных поясничным остеохондрозом [19, 22, 33, 40]. Она позволяет определить наличие компенсаторных двигательных паттернов [11, 33, 40] и патологических двигательных стереотипов [3] с тем, чтобы при восстановительном лечении улучшить биомеханические параметры и эргономичность вертикальной позы, используя программы селективной корригирующей лечебной гимнастики [3].

Цель информационного сообщения — определить современное состояние исследований в области постурального баланса и контроля у больных поясничным остеохондрозом.

Материал информационного исследования

Статьи в специализированных периодических изданиях и рефераты базы данных Национальной медицинской библиотеки США “Medline” за последние 30 лет. Используются и более ранние публикации, не утратившие значения.

Результаты информационного исследования и их обсуждение

Параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса

В нормальной популяции стандартный сагиттальный баланс не существует [32, 45], так как у взрослых наблюдается значительная вариабельность параметров позвоночно-тазового баланса с большим диапазоном нормальных величин [53]. Наиболее важным для достижения эргономичной позы является оптимальная взаимосвязь формы и функции между позвоночником и тазом с расположением оси гравитации в физиологическом положении [1, 15, 42].

Классические параметры сагиттального баланса [1, 15] характеризуют геометрию позвоночно-тазового комплекса, которая обуславливает величину и направление действия гравитационных и мышечных сил. Эти силы формируют стрессовые нагрузки — компрессионные, сдвиговые, изгибовые, действующие на позвоночные сегменты и определяющие, в конечном итоге, особенности их (позвоночных сегментов) дегенеративных деформаций с развитием спондилоартроза, истмического спондилолистеза, дегенеративного поражения межпозвоночных дисков или дегенеративного кифоза.

Ключевым параметром позвоночно-тазового баланса является отклонение таза от вертикали (PI). PI — морфо-

логический параметр, остающийся неизменным на протяжении жизни конкретного индивидуума [1, 15, 49, 50]. Значения PI, приближающиеся к нижней границе нормы, характеризуют *вертикальный таз* с коротким тазовым кольцом в передне-заднем направлении. *Горизонтальный таз* с большим передне-задним диаметром отличаются, соответственно, показатели PI на верхней границе нормы [49].

Другие параметры позвоночно-тазового баланса — поясничный лордоз LL, наклон крестца SS и наклон таза к горизонтали PT — являются позиционными [1, 15] и могут, изменяя свою величину под влиянием гравитационных и мышечных сил, изменять сагиттальный контур позвоночника. Эти параметры взаимосвязаны, причем наиболее сильная корреляционная связь в нормальной популяции прослеживается между величинами поясничного лордоза LL и наклона крестца SS ($R=0,86$; $p<0,001$) [53].

Последующие исследования сагиттального баланса с компьютерной реконструкцией сагиттального контура позвоночного столба, автоматическим расчетом параметров таза и позвоночника по каждой из боковых рентгенограмм, выполненных в положении стоя 160 здоровым волонтерам, показали, что позвоночник и таз в сагиттальной плоскости могут рассматриваться как линейная цепь, в которой форма и ориентация каждого анатомического сегмента сильно коррелирует и влияет на смежные сегменты для сохранения стабильной позы с минимальными энергетическими затратами [4]. При этом были визуализированы точки изгиба сагиттального контура позвоночника — точки, в которых изменяется ориентация позвоночных кривизн, т.е. лордоз превращается в кифоз. Исходя из этого, поясничный лордоз определяется как сегмент позвоночника между замыкательной пластинкой крестца и точкой изгиба, без какого-либо отношения к анатомическим ориентирам [4], причем Th₁₂ позвонок может быть частью поясничного лордоза [48, 49]. Соответственно, грудной кифоз расценивается как сегмент позвоночника между дистальной и проксимальной точками изгиба. Аналогично, С7 позвонок может входить в состав грудного кифоза. Такие изменения анатомической сегментации сагиттальных изгибов позвоночника ухудшают возможность компенсаторной перестройки позиционных позвоночных параметров в случае сагиттального дисбаланса [50].

В свою очередь, поясничный лордоз может быть представлен в виде двух касательных дуг окружности: дистальной — от S1 к вершине лордоза и проксимальной — от вершины лордоза до точки изгиба [4]. Величина проксимальной дуги поясничного лордоза является постоянной (20°) независимо от формы позвоночника [48]. Учитывая, что дистальная дуга имеет достоверное влияние на поясничный лордоз [48, 52], теоретически допускается, что общий угол поясничного лордоза составляет SS+20°, т.е. сумму величин углов нижней и верхней дуг.

Исходя из существенного диапазона значений PI в асимптомной популяции (средние значения нижней границы нормы — ~35°, верхней границы нормы — ~85°; в целом по группе — 51,9° [9] и, соответственно, значительной вариабельности позиционных параметров поз-

вночно-тазового балансу, в частности, наклона крестца SS, *Ruossouly et al.*, 2003 [48] была предложена классификация морфологических типов поясничного лордоза:

1) короткий гиперлордоз с груднопоясничным кифозом — короткий лордоз представлен практически только проксимальной дугой, $SS < 35^\circ$;

2) плоская спина (flat back) с короткой, но плоской дистальной дугой, $SS < 35^\circ$;

3) физиологические изгибы — обе дуги сбалансированы, $35^\circ < SS < 45^\circ$;

4) гармоничные гиперизгибы со значительно увеличенной дистальной дугой, $SS > 45^\circ$.

Различная конфигурация и протяженность поясничного лордоза может иметь значение при планировании хирургической коррекции дегенеративных деформаций позвоночника [50, 53] и влиять на характер компенсаций сагиттального дисбаланса.

Грудной кифоз также может реконструироваться с использованием тангенциальных дуг окружностей — между точкой изгиба и центром тела C_7 позвонка. Дистальная дуга грудного отдела позвоночника и проксимальная дуга поясничной кривизны имеют одинаковый радиус, что подтверждает прямую взаимосвязь между лордозом и кифозом [4, 49].

Таким образом, идеальный сагиттальный баланс позвоночника определяет не только гармоничное балансирование позвоночника над тазом, но и строгая корреляция позвоночных и тазовых параметров. Величина поясничного лордоза соответствует величине наклона крестца, которая, в свою очередь, зависит от формы таза, определяемой величиной отклонения таза от вертикали (PI). Идеальная величина наклона таза PI не превышает 50% показателя PI, а идеальная величина SS должна превышать 50% PI [54]. Грудной кифоз простирается от точки изгиба до C_7 позвонка; протяженность и величина грудной и поясничной кривизн взаимосвязаны [4, 49, 50].

Механизмы компенсации сагиттального позвоночно-тазового дисбаланса

Изменение формы одного из позиционных параметров позвоночно-тазового балансу вызывает соответствующее изменение другого или других параметров, направленное на сохранение оптимального положения линии гравитации. Следовательно, главная цель всех сагиттальных компенсаторных механизмов — обеспечение акта стояния и удержание выпрямленного положения [55].

Компенсаторные изменения могут происходить в каждом из сегментов — позвоночном столбе, области таза и/или суставах нижних конечностей. Степень выраженности компенсаций зависит, главным образом, от жесткости (гибкости) позвоночника, состояния мускулатуры и тяжести дисбаланса [52].

У пациентов с поясничным остеохондрозом и хроническим болевым синдромом развивается передний сагиттальный дисбаланс с уменьшением поясничного лордоза [28, 52, 58], причем уплощение поясничного изгиба может быть связано как со структурными дегенеративными деформациями позвоночных сегментов, так и с их анталгическими установками [52, 53]. В этих случаях рецентрирование позиционных параметров позвоночно-тазового

баланса обеспечивает компенсацию переднего смещения оси гравитации за счет растягивания смежных сегментов кифозированного позвоночника [52].

Первый феномен локального ухудшения баланса позвоночника — снижение высоты межпозвонкового диска вследствие инволютивных [1, 63] или посттравматических [55] изменений, а фактор, инициирующий развитие общего сагиттального дисбаланса, — уплощение поясничного лордоза с передним смещением проекции линии гравитации [59].

Наиболее общий механизм компенсации поясничного кифоза, сочетающегося с уменьшением дистального лордоза и вертикализацией крестца, — гиперэкстензия верхнепоясничного отдела позвоночника за счет увеличения проксимального поясничного лордоза [10, 28]. Гиперэкстензия может быть глобальной (полисегментарной) или локальной (моно- и бисегментарной). Локальная гиперэкстензия сопровождается более дорсальным расположением верхнепоясничного отдела позвоночника, что увеличивает стрессовые нагрузки на элементы заднего опорного комплекса с высоким риском развития ретролистеза поясничных позвонков, спондилоартроза, межостистой гиперпрессии (болезни Бааструпа) и, в ряде случаев, — истмического спондилолиза [52].

Ретролистез поясничных позвонков также рассценивается как один из компенсаторных механизмов (локальная гиперэкстензия); обычно ограничен 2–3 мм скользящего смещения с наиболее частой локализацией на уровне L_5-S_1 . Ретролистез может потенцировать фораминальный и, более редко, центральный стеноз поясничного отдела позвоночного канала. Визуализация ретролистеза на спондилограммах не вызывает затруднений. На сканах, выполненных при магнитно-резонансной томографии в положении лежа, косвенным признаком ретролистеза является незначительное сближение суставных фасеток со скоплением жидкости и частыми синовиальными кистами [52].

Компенсаторное уплощение грудного кифоза наблюдается лишь у молодых пациентов (до 45 лет) с гибким позвоночником [53, 63].

Вертикализация крестца, связанная с ретроверсией таза, компенсирует дегенеративное кифозирование поясничной кривизны, вызывающее значительное переднее смещение центра тяжести с увеличением флекссионного момента вращения позвоночника [10, 28, 34, 53, 58].

Ретроверсия таза, исключительно компенсаторный механизм в области таза, — увеличение горизонтального наклона таза с соответствующей задней ротацией таза вокруг головок бедер, как при экстензии тазобедренных суставов. Это движение сохраняет для кифозированного позвоночника устойчивость над тазом и приводит к заднему смещению крестца относительно головок бедер и увеличению крестцово-бедренного расстояния [50]. Именно эти механизмы компенсируют переднее смещение оси гравитации. Принимая во внимание, что $PI = SS + PT$ и что наклон крестца SS не может быть отрицательным числом в положении стоя, возможность ретроверсии таза тем больше чем выше значения морфологического параметра таза PI. Другими словами, у пациентов с горизонтальным тазом возможность

ретроверсии таза больше чем у больных с вертикальным тазом [50, 52, 63].

Величина ретроверсии таза зависит также и от возможности резервного разгибания тазобедренного сустава, которое представляет собой разницу между физиологической экстензией тазобедренных суставов в положении стоя и величиной максимального разгибания в этом суставе, достигая в норме 5–6° [16].

Примечательно, что у пациентов с дегенеративным спондилолистезом сагиттальный дисбаланс обычно умеренный и компенсированный [58] за счет существенного потенциала к ретроверсии таза, так как значения PI, превышающие верхнюю границу нормы, сочетаются с показателями наклона крестца SS и поясничного лордоза LL меньше нормы.

При дальнейшем прогрессировании дегенеративной кифотической деформации позвоночника постуральные компенсаторные изменения достигают коленного [1, 66] и голеностопного [59] суставов, приводя, соответственно, к их флекссионной и экстензионной установкам с избыточной активностью подвздошно-поясничной мышцы и четырехглавой мышцы бедра. Неэргономичность и биомеханическая нецелесообразность такой позы зачастую вынуждает пациентов пользоваться дополнительной опорой [52].

Механизмы постурального контроля

Двигательный контроль вертикальной позы обеспечивается адекватным взаимодействием механизмов центральной и периферической нейро-мышечной регуляции. Один из компонентов центрального двигательного контроля — планирование (программирование) локомоторных изменений как предсказуемых, так и внезапных [22]. Так, свободные движения верхних [21] или нижних [20] конечностей инициируют подсознательную эфферентную активацию глубоких мышц туловища (в частности, поперечной мышцы живота) без афферентных сигналов о соответствующем движении туловища [33]. Возбуждение глубоких мышц туловища предвещает сокращение более поверхностных мышц, непосредственно выполняющих движение конечности. Это отражает активацию контрольной системы центральных движений, которая сохраняет постуральную стабильность и подготавливает туловище переносить потенциально увеличивающиеся нагрузки [5, 24].

Периферический контроль координированной мышечной активности путем механизмов реципрокной иннервации и коактивации мышц — агонистов и антагонистов [57] с оптимальным диапазоном движения и необходимой стабилизацией суставов обеспечивают тензорецепторы — нервно-мышечные и нервно-сухожильные веретена, а также механорецепторы связок и суставов. Нейро-мышечный баланс в поясничных позвоночных сегментах регулируется также связочно-мышечным рефлексом: стимуляция межпозвонковых дисков и суставных фасеток [27], а также связок позвоночника [36, 64] сопровождается активизацией многораздельных мышц.

Афферентные сигналы от периферических сенсорных рецепторов, действуя на почти подсознательном уровне [18], передают информацию о положении,

нагружении, движении позвоночника на каждом позвоночном уровне [43] в спинной мозг, мозжечок и кору головного мозга для интерпретации и центрального контроля мышечных сокращений.

Центральная нервная система (ЦНС) оценивает сигналы и генерирует нормальные паттерны мышечного ответа с отбором индивидуальных мышц и активацией каждой мышцы в корректное время и с корректной амплитудой [41]. Координированная мышечная активность обеспечивает стабильность позвоночника с минимальными стрессовыми нагрузками на различные элементы позвоночных сегментов, постуральный контроль и баланс [41] с соответствующим иерархическим контролем позвоночника: контроль межпозвонковых дислокаций; контроль позы/ориентации позвоночника, контроль тела относительно окружающей обстановки [21, 24].

Активация мышц происходит после латентного периода, который варьирует от ~10 мс в мышцах позвоночника до ~50 мс в дистальных мышцах нижних конечностей и зависит от расстояния между соответствующей мышцей и двигательным нейроном спинномозгового нерва. Латентный период состоит из времени проведения сенсорных импульсов по чувствительным нейронам, времени синаптической передачи и времени проведения мотонейронами двигательных импульсов. Помимо этого, имеется значительное время запаздывания перехода электрической активации мышечных клеток в механические силы, продуцируемые мышцами [47].

Изменение постурального контроля при сагиттальном позвоночно-тазовом дисбалансе

Развитие сагиттального дисбаланса сопровождается функциональным, а впоследствии — органическим относительным изменением длины связок и мышц пояснично-тазовой области за счет изменения расстояния между точками их начала и прикрепления. Изменение длины мышцы вызывает изменение ее тонуса: при удлинении отмечается заторможенность, расслабление и вялость, при укорочении — гиперактивность, спазм и гипертонус [29]. Изменяются также углы, под которыми сухожилия мышц прикрепляются к позвонкам, тазовому кольцу, бедренной кости. Такая ситуация приводит к изменению положения мгновенных центров вращения с изменением плечей сил, моментов сил и, соответственно, силы тяги этих мышц в сравнении с нормой. В этой связи изменяется характер взаимодействия между различными мышечными группами при замыкании опорных сочленений, что может приводить к нарушению двигательного контроля вертикальной позы.

Изменение натяжения связок в пояснично-тазовой области, сопровождаясь их утомлением [6] и кумулятивными микротравмами [35], модулирует взаимосвязанную активацию мышечных проприоцепторов [41], что может приводить к дисфункции нейромышечного баланса в поясничных сегментах [27, 30] и крестцово-подвздошных сочленениях [13]. В свою очередь, мышечные рецепторы играют главную роль в ощущении позиции сустава [2], и утомление поясничных многораздельных мышц сопровождается репозиционными ошибками (ошибки направления) движений позвоночника [65].

Механорецепторы связок позвоночника, находящихся в состоянии утомления, генерируют скомпрометированные афферентные сигналы. Интерпретация последних в ЦНС затруднена в связи с пространственным и временным несоответствием между получением ожидаемых нормальных и скомпрометированных сигналов, что искажает паттерны эфферентных мышечных ответов [41]. Дискоординация мышечного взаимодействия, нарушая точность и плавность движений [3], а также оптимальную жесткость суставов [57], продуцирует стрессовые нагрузки в элементах позвоночных сегментов, приводя в конечном итоге к субсталоустным повреждениям связок, мышц позвоночника и их проприоцепторов и перегрузке фасеток дугоотростчатых суставов с механической активацией ноцицептивных сенсоров [40] и, в последующем, развитием поясничной боли [41]. Сопутствующее удлинение латентного периода мышечной активации повышает риск мышечно-скелетных повреждений [60].

Со временем стрессовые нагрузки могут инициировать повреждение нервной ткани [37] и ускорить дегенерацию межпозвоночных дисков [39] и фасеток суставов [12]. Так развивается порочный круг, приводящий к хронической дисфункции системы позвоночника с хронической поясничной болью [40, 41].

Искаженные паттерны мышечного ответа зачастую формируют патологические двигательные стереотипы, в которых используются более примитивные постральные стратегии [17]. В основе последних лежит изменение времени возбуждения глубоких и поверхностных мышц туловища с задержкой латентного периода активации и снижением степени возбуждения локальных поясничных стабилизаторов и, в частности, поперечной мышцы живота [21, 26, 56]. При этом движения конечностей [20] выполняются с первичной активацией поверхностных мышц туловища, что ухудшает постральный контроль и стабильность позвоночника и создает “дергающий” вращающий момент в различных тканях позвоночного столба, особенно в его шейном и поясничном отделах [26], создавая здесь стрессовые нагрузки. Изменение последовательности рекрутирования мышц туловища расценивается как нарушение центральной регуляции пострального контроля вследствие изменения в планировании двигательного ответа [23], либо как отсроченное прохождение нисходящих двигательных команд в нервной системе [23, 33].

Вследствие заторможенности глубоких мышц туловища пациенты пытаются контролировать пространственное положение позвоночника и таза посредством стратегий, фиксирующих грудопоясничную фасцию, с использованием поверхностных мышц туловища. Это в последующем приводит к утрате эластичности и подвижности и в грудном отделе позвоночника [3] с развитием очагов вторичной болевой ирритации и прогрессированием заболевания.

Однако, изменение двигательных стратегий может быть и благоприятным компенсаторным механизмом, повышающим стабильность позвоночника, если активность паравертебральных мышц возрастает, когда они действуют как антагонисты (облегчают сгибание), и уменьшается при их функционировании в качестве

агонистов (ужесточают разгибание) [11]. Таким же адаптивным механизмом является ингибция многораздельных мышц при стенозе позвоночного канала, сопровождающаяся функциональным поясничным кифозом, который разгружает сенситизированные ткани позвоночных сегментов [40].

Некорректная последовательность рекрутирования мышц может приводить к искажению других элементов двигательного контроля вертикальной позы. Так, изменяется контроль пострального баланса при стоянии на одной [38] или обеих ногах [8], при сидении [44], и это отражает дисфункцию периферической проприоцептивной системы или центральную интеграцию проприоцептивной информации [43]. Кроме того, нарушение параметров пострального контроля в положении стоя увеличивает риск возникновения поясничной боли [61].

Нарушение пострального баланса и контроля наблюдается и у пациентов с хронической поясничной болью и может быть связано непосредственно с болью как местной [8], так и отраженной [33], со страхом ожидания боли [67], с дисабилитацией [31]. Однако все еще неясно, является ли изменение двигательного контроля следствием боли [25] или ингибции нейромышечного взаимодействия [46, 51], или же постральные нарушения — первичный фактор, потенцирующий развитие мышечно-скелетной дисфункции [22].

Заключение

Сохранение ортоградного положения при сагиттальном позвоночно-тазовом дисбалансе достигается компенсаторными механизмами, направленными на удержание линии гравитации в площади опоры. С другой стороны, компенсаторные изменения взаимного расположения сегментов тела изменяют нагружение последних с увеличением компрессионных и сдвиговых нагрузок, избыточным напряжением антигравитационной мускулатуры, что является существенным фактором риска прогрессирования дегенеративных изменений и развития болевого синдрома. Другими словами, сагиттальный позвоночно-тазовый дисбаланс сопровождается энергозатратными компенсаторными механизмами, направленными на удержание вертикальной позы, которые приводят к увеличению афферентации с периферических проприоцепторов в области позвоночника, таза и нижних конечностей, изменению пострального контроля и, при сверхпороговой сенсорной активации, к развитию ноцицептивной поясничной боли.

Литература

1. A longitudinal study of congruent sagittal spinal alignment in an adult cohort / Kobayashi T., Atsuta Y., Matsuno T. [et al.] // *Spine*. — 2004. — Vol. 29. — P. 671–676.
2. Alterations in information transmission in ensembles of primary muscle spindle afferents after muscle fatigue in heteronymous muscle / Pedersen J., Ljubisavljevic M., Bergenheim M. [et al.] // *Neuroscience*. — 1998. — Vol. 84. — P. 953–959.
3. A model of movement dysfunction provides a classification system guiding diagnosis and therapeutic care in spinal pain and

- related musculoskeletal syndromes : A paradigm shift. — Part 2 / Key J., Clift A., Condie F. [et al.] // J. Bodywork and Mov. Ther. — 2008. — Vol. 12. — P. 105–120.
4. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters / Berthounaud E., Dimnet J., Roussouly P., Labelle H. // J. Spinal Disord Tech. — 2005. — Vol. 18, № 1. — P. 40–47.
 5. Aruin A. Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements / A. Aruin, M. Lataş // Exper. Brain Res. — 1995. — Vol. 103. — P. 323–332.
 6. Biomechanics of increased exposure to lumbar injury caused by cyclic loading : Part 1. Loss of reflexive muscular stabilization / M. Solomonow, B. Zhou, R. Baratta [et al.] // Spine. — 1999. — Vol. 24. — P. 2426–2434.
 7. Bistevins R. Structure and Ultra-structure of Mechanoreceptors at the Human Musculotendinous Junction / R. Bistevins // Arch. Phys. Med. Rehab. — 1981. — Vol. 62. — P. 74–83.
 8. Byl N. Variations in balance and body sway in middle-aged adults : subjects with healthy backs compared with subjects with low back dysfunction / N. Byl, P. Simmott // Spine. — 1991. — Vol. 16. — P. 325–330.
 9. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position / Roussouly P., Gollogly S., Berthounaud E. [et al.] // Spine. — 2005. — Vol. 30. — P. 346–353.
 10. Correlative analysis of lateral vertebral radiographic variables and medical outcomes study short-form health survey : a comparative study in asymptomatic volunteers versus patients with low back pain / Korovessis P., Dimas A., Iliopoulos P. [et al.] // J. Spinal Disord. Tech. — 2002. — Vol. 15. — P. 384–390.
 11. Van Dieen J.H. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine / Van Dieen J.H., Cholewicki J., Radebold A. // Spine. — 2003. — Vol. 28. — P. 834–841.
 12. Discs degenerate before facets / Butler D., Trafimow J., Andersson G. [et al.] // Spine. — 1990. — Vol. 15. — P. 111–113.
 13. DonTigny R.L. Sacroiliac 201 : dysfunction and management. A biomechanical solution / R.L. DonTigny // J. Prolotherapy. — 2011. — Vol. 3, № 2. — P. 644–652.
 14. Early somatosensory processing during tonic muscle pain in humans : relation to loss of proprioception and motor “defensive” strategies / S. Rossi, della R. Volpe, F. Ginanneschi [et al.] // Clin. Neurophysiol. — 2003. — Vol. 114. — P. 1351–1356.
 15. Equilibre sagittal du rachis. Relations entre bassin et courbures rachidiennes sagittales en position debout / Legaye J., Hecquet J., Marty C. [et al.] // Rachis. — 1993. — Vol. 5. — P. 215–226.
 16. Extension reserve of the hip in relation to the spine : comparative study of two radiographic methods / I. Hovorka, P. Rousseau, N. Bronsard [et al.] // Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. — 2008. — Vol. 94, № 8. — P. 771–776.
 17. Gracovetsky S. The Spinal Engine / S. Gracovetsky. — New York : Springer-Verlag Wein, 1988. — 271 p.
 18. Haas B. Motor control / B. Haas // In : Human Moment. — Ch. 4. — P. 47–60.
 19. Health locus of control beliefs and postural control in chronic low back pain patients / Sengul Y.S., Algun C., Arda M.N. [et al.] // J. Neurolog. Scien. — 2011. — Vol. 28, № 2. — P. 222–235.
 20. Hodges P. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement / Hodges P., Cresswell A., Thorstensson A. // Experimental Brain Research. — 1999. — Vol. 124. — P. 69–79.
 21. Hodges P.W. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb / P.W. Hodges, C.A. Richardson // J. Spinal Disorders. — 1998. — Vol. 11. — P. 46–56.
 22. Hodges P.W. Inefficient muscular stabilisation of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis / P.W. Hodges, C.A. Richardson // Spine. — 1996. — Vol. 21. — P. 2640–2650.
 23. Hodges P.W. Pain and motor control of the lumbopelvic region : effect and possible mechanisms / P.W. Hodges, G.L. Moseley // J. Electromyography and Kinesiology. — 2003. — Vol. 13. — P. 361–370.
 24. Hodges P.W. Perturbed upper limb movements cause short-latency postural responses in trunk muscles / Hodges P.W., Cresswell A.G., Thorstensson A. // Experimental Brain Research. — 2001. — Vol. 138. — P. 243–250.
 25. Hrysmallix C. A review of resistance exercise and posture realignment / C. Hrysmallix, C. Goodman // Journal of Strength and Conditioning Research. — 2001. — Vol. 15, № 3. — P. 385–390.
 26. Hungerford B. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain / Hungerford B., Gilleard W., Hodges P. // Spine. — 2003. — Vol. 28, № 14. — P. 1593–1600.
 27. Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles / Indabl A., Kaigle A.M., Reikeras O. [et al.] // Spine. — 1997. — Vol. 22. — P. 2834–2840.
 28. Jackson R.P. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex and size / R.P. Jackson, A.C. MacManus // Spine. — 1994. — Vol. 19. — P. 1611–1618.
 29. Janda V. The concept of postural muscles and posture in man / V. Janda, K. Lewit // Austr. J. Physiotherapy. — 1983. — Vol. 29. — P. 83–84.
 30. Kaigle A.M. Muscular and kinematic behavior of the lumbar spine during flexion-extension / Kaigle A.M., Wessberg P., Hansson T.H. // J. Spinal Disorders. — 1998. — Vol. 11. — P. 163–174.
 31. Karimi A. Review of Relationship between Fear Avoidance Beliefs and Postural Stability in Non Specific Chronic Low Back Pain / A. Karimi, M. Saeidi // Spine. — 2013. — Vol. 2, № 4. — P. 130–139.
 32. Korovessis P.G. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in a asymptomatic greek population / Korovessis P.G., Stamatakis M.V., Baikousis A.G. // Spine. — 1998. — Vol. 23. — P. 700–704.
 33. Leinonen V. Neuromuscular control in lumbar disorders / V. Leinonen // J. Sports Sci. Med. — 2004. — Suppl. 4. — P. 1–31.
 34. Lumbopelvic lordosis and pelvic balance on repeated standing lateral radiographs of adult volunteers and untreated patients with constant low back pain / Jackson R.P., Kanemura T., Kawakami N. [et al.] // Spine. — 2000. — Vol. 25. — P. 575–586.
 35. Multifidus spasms elicited by prolonged lumbar flexion / Williams M., Solomonow M., Zhou B.H. [et al.] // Spine. — 2000. — Vol. 25. — P. 2916–2924.
 36. Neuromuscular disorders associated with static lumbar flexion : a feline model / Solomonow M., Zhou B., Baratta R.V. [et al.] // J. Electromyogr Kinesiol. — 2002. — Vol. 12. — P. 81–90.
 37. Nucleus pulposus-induced nerve root injury : effects of diclofenac and ketoprofen / M. Cornefjord, K. Olmarker, K. Otani [et al.] // Eur Spine J. — 2002. — Vol. 11. — P. 57–61.
 38. O’Sullivan P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders : maladaptive moment and motor control impairments as underlying mechanism / P. O’Sullivan // Manual Therapy. — 2005. — Vol. 10. — P. 242–255.

39. One-footed and externally disturbed two-footed postural control in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. A controlled study with follow-up / *Luoto S., Aalto H., Taimela S. [et al.]* // *Spine*. — 1998. — Vol. 23, № 19. — P. 2081–2089.
40. *Osti O.L.* 1990 Volvo Award in experimental studies. Anulus tears and intervertebral disc degeneration. An experimental study using an animal model / *Osti O.L., Bernon-Roberts V., Fraser R.D.* // *Spine*. — 1990. — Vol. 15. — P. 762–767.
41. *Panjabi M.M.* A hypothesis of chronic back pain : Ligament sub-failure injuries lead to muscle control dysfunction / *M.M. Panjabi* // *Fysioterapeuten*. — 2007. — Vol. 10. — P. 20–25.
42. Pelvic incidence : a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves / *Legaye J., Duval-Beaupère G., Hecquet J. [et al.]* // *Eur Spine J.* — 1998. — Vol. 7. — P. 99–103.
43. Psychological influences on repetition-induced summation of activity-related pain in patients with chronic low back pain / *Sullivan M.J., Thibault P., Andrikonyte J. [et al.]* // *Pain*. — 2009. — Vol. 141. — P. 70–78.
44. *Radebold A.* Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain / *Radebold A., Cbolewicki J., Polzhofer G.K.* // *Spine*. — 2001. — Vol. 26, № 7. — P. 724–730.
45. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane : approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis / *Stagnara P., De Mauroy J.C., Dran G. [et al.]* // *Spine*. — 1982. — Vol. 7. — P. 335–342.
46. *Rossi A.* Presynaptic excitability changes of group Ia fibres to muscle nociceptive stimulation in humans / *Rossi A., Decchi B., Ginanneschi F.* // *Brain Res.* — 1999. — Vol. 818. — P. 12–17.
47. *Rothwell J.C.* Proprioceptors in muscles, joints and skin / *J.C. Rothwell* // In : *Control of Human voluntary movement*. — London : Chapman & Hall, 1994. — P. 86–126.
48. *Roussouly P.* Geometrical and mechanical analysis of lumbar lordosis in an asymptomatic population : proposed classification / *Roussouly P., Bertbonnaud E., Dimnet J.* // *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar Mot.* — 2003. — Vol. 89, № 7. — P. 632–639.
49. *Roussouly P.* Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach / *Roussouly P., Pinheiro-Franco J.L.* // *Eur. Spine J.* — 2011. — Vol. 20 (Suppl. 5). — P. S578–S585.
50. *Roussouly R.* Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology / *R. Roussouly, J.L. Pinheiro-Franco* // *Eur. Spine J.* — 2011. — Vol. 20 (Suppl. 5). — P. S609–S618.
51. *Rube A.* Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain? / *Rube A., Fejer R., Walker B.* // *BMC Musculoskelet. Disord.* — 2011. — Vol. 12. — P. 162–169.
52. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms? / *Barrey C., Roussouly P., Perrin G., Le Huec J.-C.* // *Eur. Spine J.* — 2011. — Vol. 20 (Suppl. 5). — P. S626–S633.
53. Sagittal balance of the pelvic-spine complex and lumbar degenerative disease. A comparison study about 85 cases / *Barrey C., Jund J., Nosedo O. [et al.]* // *Eur. Spine J.* — 2007. — Vol. 16. — P. 1459–1467.
54. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences : algorithm of decision for appropriate treatment / *Le Huec J. C., Charosky S., Barrey C., Rigal J., Aunoble S.* // *Eur. Spine J.* — 2011. — Vol. 20 (Suppl. 5). — P. S699–S703.
55. Sagittal parameters of global spinal balance : normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults / *Mac-Thiong J.M., Roussouly P., Bertbonnaud E. [et al.]* // *Spine*. — 2010. — Vol. 35, № 22. — P. E1193–E1198.
56. *Sibvonen T.* Movement disturbances of the lumbar spine and abnormal back muscle electromyographic findings in recurrent low back pain / *Sibvonen T., Lindgren K.A., Airaksinen O.* // *Spine*. — 1997. — Vol. 22, № 3. — P. 289–295.
57. *Solomonov M.* Neural reflex arcs and muscle control of knee stability and motion / *M. Solomonov* // In : *Ligament and Extensor Mechanism Injuries of the Knee* / Ed. *W. N. Scott*. — St. Louis : Mosby-Year Book, 1991. — P. 389–400.
58. Spinopelvic alignment of patients with degenerative spondylolisthesis / *Barrey C., Jund J., Perrin G. [et al.]* // *Neurosurg.* — 2007. — Vol. 61. — P. 981–986.
59. Standing balance and sagittal plane spinal deformity : analysis of spinopelvic and gravity line parameters / *Lafage V., Schwab F., Skalli W. [et al.]* // *Spine*. — 2008. — Vol. 33. — P. 1572–1578.
60. *Taimela S.* Reaction times with reference to musculoskeletal complaints in adolescence / *S. Taimela, U.M. Kujala* // *Perceptual and Motor Skills*. — 1992. — Vol. 75. — P. 1075–1082.
61. *Takala E.* Do functional tests predict low back pain? / *E. Takala, E. Viikari-Juntura* // *Spine*. — 2000. — Vol. 25, № 16. — P. 2126–2132.
62. The disruptive nature of pain : an experimental investigation / *Crombez G., Eccleston C., Baeyens F. [et al.]* // *Behav. Res. Ther.* — 1996. — Vol. 34. — P. 911–918.
63. The importance of spinopelvic parameters in patients with lumbar disc lesions / *Rajnic P., Templier A., Skalli W. [et al.]* // *Int. Orthop.* — 2002. — Vol. 26. — P. 104–108.
64. The ligamento-muscular stabilizing system of the spine / *M. Solomonov, B.H. Zhou, M. Harris [et al.]* // *Spine*. — 1998. — Vol. 23. — P. 2552–2562.
65. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain / *Brumagne S., Cordo P., Lysens R. [et al.]* // *Spine*. — 2000. — Vol. 25. — P. 989–999.
66. *Vital J.M.* Equilibre sagittal et applications cliniques / *Vital J.M., Gille O., Gangnet N.* // *Rev. Rhum.* — 2004. — Vol. 71. — P. 120–128.
67. *Vlaeyen J.W.* Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain : a state of the art / *J.W. Vlaeyen, S.J. Linton* // *Pain*. — 2000. — Vol. 85, № 3. — P. 317–332.

УМОВИ ПУБЛІКАЦІЇ В ЖУРНАЛІ “ВІСНИК ОРТОПЕДІЇ, ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ПРОТЕЗУВАННЯ”

1. Статті публікуються українською, російською та англійською мовами.

2. Авторський оригінал подається у двох примірниках:

• текст (стаття — до 9 с.; огляд, проблемна стаття — до 12 с.; коротка інформація — до 3 с.);

(**Увага!** Питання про публікацію в журналі великої за обсягом інформації вирішується індивідуально, якщо, на думку редакції, вона становить особливий інтерес для читачів);

• таблиці, рисунки, графіки, фотографії з додаванням електронних копій (див. нижче);

• список цитованої літератури (не більше 15 джерел), при цьому 50% джерел повинні бути менш ніж 5-річної давності;

• резюме, яке повинно містити ініціали та прізвища авторів, назву статті та текст обсягом, що не перевищує 0,5 с. Мови резюме повинні доповнювати мову тексту статті (наприклад, якщо стаття написана українською мовою, то резюме мають бути російською та англійською мовами); на роботи, що надіслані з-за кордону, — реферат англійською та російською мовами.

3. Стандартна стаття складається з таких частин: вступ; матеріали і методи; результати та їх обговорення; висновки.

4. Крім наукових статей, журнал публікує матеріали з історії медицини, біографічні нариси і ювілеї, некрологи, дискусійні статті з різних проблем спеціальності, статті про з'їзди, конференції, статті по обміну досвідом, рекламні матеріали, рецензії та ін.

5. На першій сторінці тексту зазначають: 1) шифр УДК; 2) назву статті; 3) ініціали та прізвища авторів; 4) установу, де працюють автори, місто, країну; 5) ключові слова — від 5 до 10 слів чи словосполучень, що розкривають зміст статті.

На останній сторінці тексту: 1) власноручні підписи всіх авторів; 2) печатка та підпис відповідальної особи установи, від якої подається матеріал; 3) експертний висновок; 4) прізвище, ім'я та по батькові, поштова адреса, номери телефонів, e-mail, факс (службовий та домашній) автора, з яким редакція має спілкуватися.

6. Текст друкується шрифтом висотою не менше 2 мм, на білому папері, через 1,5 інтервали на одному боці аркуша формату А4 (210 × 297 мм), поля з усіх боків — по 20 мм.

7. У зв'язку з комп'ютерною технологією підготовки журналу матеріали приймаються тільки на електронних носіях (флеш-накопичувачі, компакт-диски), набрані в редакторі *Word for Windows* гарнітурою “Times New Roman”, 12 пунктів, без табуляторів. У тексті та заголовках не повинно бути слів, набраних великими літерами.

Таблиці мають бути виконані гарнітурою “Times New Roman”, 10 пунктів, без службових символів усередині. Публікації, що містять таблиці, виконані за допомогою табулятора, розглядатися не будуть. Таблиці повинні бути наочними, мати назву, їх заголовки повинні точно відповідати змісту граф. У тексті необхідно вказати місце таблиці та її порядковий номер.

8. Електронні копії рисунків, фотографій та схем приймаються у форматі *TIFF* (не менше ніж 300 dpi) або *EPS*, окремо від тексту. Підрисункові підписи (в електронному варіанті) робляться на окремому аркуші, де вказується номер рисунка, а в тексті — посилання на нього. У підписах наводяться пояснення всіх кривих, букв, цифр та інших умовних позначок. У підписах до мікрофотографій вказується збільшення (окуляри,

об'єктив) і метод фарбування або імпрегнації матеріалу. В описанні експериментальних досліджень на тваринах указувати відомості, що відповідають гуманному ставленню до тварин.

9. Усі величини слід наводити в одиницях СІ, терміни — з урахуванням міжнародної анатомічної і міжнародної гістологічної номенклатур, назви хвороб — міжнародної класифікації хвороб. Спеціальні символи слід наводити в оригінальній транскрипції, у тому числі назви фірм і апаратури, хімічні та математичні формули, дози (візуються автором на полях).

10. Список літератури оформляється на окремих сторінках. Джерела подаються в алфавітному порядку, спочатку з кириличною основою (українська, російська), потім — на мовах з латинською основою. Посилання в тексті зазначаються цифрами в квадратних дужках, наприклад: [7].

Приклади написання літератури:

1. *Гайко Г.В.* Пористе титанове та титан-гідроксиапатитні покриття для безцементного ендопротеза кульшового суглоба / *Гайко Г.В., Підгаєцький В.М.* // Ортопед., травматол. і протезир. — 2008. — № 4. — С. 47–53.

2. Клінічна біохімія: [навч. посіб.] / За ред. *О.П. Тимошенко*; Нац. фармац. ун-т. — К.: Золоті сторінки, 2004. — 239 с.

3. Компьютерное моделирование напряжений в керамической головке эндопротеза тазобедренного сустава / *Михайлов О.В., Ткаченко Л.Н., Штерн М.Б.* [и др.] // Вісн. ортопед., травматол. та протезув. — 2006. — № 1. — С. 43–47.

4. *Лашнева В.В.* Биокерамика на основе оксида алюминия / *Лашнева В.В., Крючков Ю.Н., Сохань С.В.* // Стекло и керамика. — 1998. — № 11. — С. 26–28.

5. *Дедух Н.В.* Морфологические аспекты воздействия гормонов на суставной хрящ в онтогенезе: автореф. дис. на соискание учен. степени доктора биол. наук: спец. 16.00.02 “Патология, онкология и морфология животных” / *Н.В. Дедух.* — М., 1988. — 32 с.

6. *Valakb M.Ya.* Raman and EPR study of hydroxyapatite coatings obtained by gun-detonation technology / *Valakb M.Ya., Klyui N.I., Dubok V.A.* [et al.] // *Functional Materials.* — 2009. — Vol. 16, № 3. — P. 306–312.

11. Усі статті обов'язково рецензуються. Стаття може бути повернена автору на доробку або для скорочення.

12. Статті, що раніше були опубліковані або направлені в інші журнали чи збірники, не приймаються.

13. Автори несуть відповідальність за наукове та літературне редагування поданого матеріалу, цитат та посилань, але редакція залишає за собою право на власне редагування статті (наукового і літературного характеру, а також на скорочення статті, що не впливає на її зміст) чи відмову авторів у публікації, якщо поданий матеріал не відповідає за формою або змістом вищезгаданим вимогам. Матеріали, що не відповідають наведеним стандартам публікацій у журналі “Вісник ортопедії, травматології та протезування”, не розглядаються і не повертаються. Електронні носії, рукописи, рисунки, фотографії та інші матеріали, надіслані в редакцію, не повертаються.

14. Гонорари авторам не виплачуються.

15. Статті, автори яких є передплатниками журналу, публікуються позачергово (при наданні копії квитанції про передплату).

Адреса редакції: 01054, м. Київ, вул. Воровського, 27. Тел.: (044) 486-42-49, 486-35-55, тел./факс (044) 486-66-28, e-mail: atou@ukr.net
Засновники та їх адреса: ВГО “Українська Асоціація ортопедів-травматологів”, ВГО “Українська Асоціація спортивної травматології, хірургії колінного суглоба та артроскопії”, ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, 01054, м. Київ, вул. Воровського, 27.

Видається 4 рази на рік. Мова видання: українська, російська, англійська.
Сфера розповсюдження — загальнодержавна.

Зав. редакцією — *Захарченко В.Ф.* Технічний секретар — *Полякова М.Б.* Переклад англійською — *Кварцяний О.О.*

Підписано до друку 30.04.2014 р. Наклад 1000 прим. Ціна договірна.

Верстка та друк: СПД СО Підсуха Олександр Сергійович, тел. (044) 353-56-65