

Національна академія медичних наук України
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора
М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України»

ЛИТВИНЕНКО Костянтин Миколайович

УДК 612.76:[766:766.2]:616.711.6-018.3:611.8

**ПОСТУРАЛЬНИЙ БАЛАНС: ВАРІАНТИ НОРМИ ТА МЕХАНІЗМИ
КОМПЕНСАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ У ХВОРИХ НА
ПОПЕРЕКОВИЙ ОСТЕОХОНДРОЗ**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук

Харків – 2016



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України».

Науковий керівник: доктор медичних наук
КОЛЕСНІЧЕНКО Віра Анатоліївна
Державна установа «Інститут патології
хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка
Національної академії медичних наук України»,
завідуюча відділу науково-медичної інформації
з патентно-ліцензійною групою

Офіційні опоненти: доктор медичних наук професор
ХВИСЮК Олександр Миколайович,
Харківська медична академія післядипломної
освіти МОЗ України, ректор

доктор медичних наук професор
ГОЛОВАХА Максим Леонідович,
Запорізький державний медичний університет
МОЗ України, завідувач кафедри травматології
та ортопедії

Захист відбудеться «29» січня 2016 р. об 11.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.607.01 Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

Автореферат розісланий «28» грудня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
заслужений діяч науки і техніки України
доктор медичних наук професор



В.О.Радченко

Актуальність теми. Оцінка функціональних можливостей опорно-рухової системи є одним з головних критеріїв ефективності хірургічного та консервативного лікування, а також медико-соціальної експертизи пацієнтів з поперековим остеохондрозом.

Функціональні можливості опорно-рухової системи характеризує ергономічність вертикальної пози – гармонійне балансування тулуба над тазом з мінімальними м'язовими зусиллями. Це передбачає кореляцію між хребтовими і тазовими параметрами сагітального хребтово-тазового балансу (Barrey C. et al., 2011; Duval-Beaupere G. et al., 1992), проходження проекції загального центру мас через люмбосакральний міжхребцевий проміжок (Николаев Л.П., 1947; Lafage V. et al., 2008) і нейтральне положення головних суглобів нижніх кінцівок відносно лінії гравітації (Козырев Г.С., 1962).

В асимптомній популяції існує значна варіативність параметрів сагітального хребтово-тазового балансу (Gelb D.E. et al., 1995; Mac-Thiong J.M. et al., 2010). У разі неідеальної величини поперекового лордозу відбувається компенсаторна перебудова ланок кінематичного ланцюга тіла людини з позиційною активністю м'язів тулуба та нижніх кінцівок (Витензон А.С., 1982; Roussouly R. et al., 2011). Надлишкова постуральна м'язова робота може призвести до інсуфіцієнтності паравертебральної мускулатури (Tropiano P. et al., 2002) та появи вертеброгенного болю. Однак варіанти постурального балансу в асимптомних суб'єктів не вивчені. Також не встановлені механізми регуляції вертикальної пози під впливом фізіологічних навантажень.

Больові синдроми поперекового остеохондрозу та пов'язані з ними міотонічні реакції супроводжуються міофіксацією однієї з ланок кінематичного ланцюга тіла людини з формуванням патологічного рухового стереотипу. Це може істотно обмежити здатність пацієнта до самообслуговування й повсякденним побутовим навантаженням, негативно впливаючи на реабілітаційний потенціал і соціальну адаптацію.

Спонтанного відновлення м'язового тону в напружених м'язах не відбувається. У зв'язку з цим виявлення міотонічних реакцій і вивчення їх впливу на функціональні можливості опорно-рухової системи є однією з умов відновлення рухової функції в цієї категорії хворих.

Поперековий остеохондроз відрізняє обмеження рухомості хребта з дегенеративним сплюсненням його сагітального контуру і розвитком хребтово-тазового дисбалансу (Glassman S.D. et al., 2005; Kim M.K. et al., 2011; E. Berthonnaud et al., 2014). Збереження ортоградного положення за цих умов можливо під час формування компенсаторних установок тулуба, таза і нижніх кінцівок. Такі компенсації можуть носити функціонально вигідний характер, супроводжуючись практично повною адаптацією опорно-рухової системи до вертикальних навантажень. У деяких випадках виникають біомеханічно дискордантні пристосувальні зміни, які посилюють стресові навантаження на опорні зчленування, потенціуючи пролонгування больового синдрому та прогресування хвороби. Проте механізми компенсації постурального дисбалансу за умов поперекового остеохондрозу не вивчені.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано згідно з планом науково-дослідних робіт Державного закладу «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» («Дослідити структурно-функціональні зміни у хребтових рухових сегментах після стабілізації ригідними та динамічними імплантатами у разі поперекового остеохондрозу», шифр теми ЦФ.2013.1.НАМНУ, держреєстрація № 0113U002239. Автор виконав інформаційно-патентний пошук з аналізом тенденцій розвитку обраного напрямку ортопедії, проводив клінічні, біомеханічні, рентгенологічні та статистичні дослідження, брав участь у розробленні нового способу оцінювання функціонального стану опорно-рухової системи; «Вивчити структурно-функціональні зміни паравертебральних м'язів при дегенеративних захворюваннях поперекового відділу хребта», шифр теми ЦФ.2013.2.НАМНУ, держреєстрація № 0113U002240. У межах теми автор проаналізував стан проблеми, виконав інформаційно-патентний пошук, визначив методи дослідження хворих у передопераційному періоді, проводив клінічні, біомеханічні, рентгенологічні та електрофізіологічні дослідження, брав участь у розробленні нового способу профілактики й лікування пацієнтів з дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта).

Мета дослідження – встановити функціональні можливості та компенсаторні зміни системи постурального балансу на підставі клініко-рентгенологічного дослідження механізмів регуляції вертикальної пози в нормі та у хворих на поперековий остеохондроз.

Завдання дослідження:

1. Вивчити на підставі інформаційно-аналітичного дослідження механізми постурального балансу в нормі та у хворих на поперековий остеохондроз.

2. Визначити фактори, які впливають на функціональну стабільність поперекового відділу хребта у хворих на поперековий остеохондроз.

3. Вивчити варіанти хребтово-тазового балансу в нормі й оцінити біомеханічну конкордантність компенсаторних змін його позиційних параметрів у хворих на поперековий остеохондроз.

4. Дослідити позиційні установки головних суглобів нижніх кінцівок та їх вплив на ергономічність вертикальної пози в нормі та у хворих на поперековий остеохондроз.

5. Уточнити взаємозв'язок структурно-функціональних змін поперекових рухових сегментів, параметрів хребтово-тазового балансу і біоелектричної активності м'язових груп тулуба та нижніх кінцівок у нормі та у хворих на поперековий остеохондроз.

6. Встановити механізми регуляції постурального балансу в нормі та механізми компенсації функціональних порушень у хворих на поперековий остеохондроз.

Об'єкт дослідження – постуральний баланс в нормі та у хворих на поперековий остеохондроз.

Предмет дослідження – типи стояння людини, параметри хребтово-тазового балансу, структурно-функціональні зміни поперекових хребтових

сегментів, параметри біоелектричної активності різних м'язових груп тулуба та нижніх кінцівок у нормі та у хворих на поперековий остеохондроз.

Методи дослідження: клінічні, рентгенологічні, у тому числі рентгенометричні, біомеханічні з використанням електромеханічного комп'ютеризованого гоніометра Spinal Mouse (Idiag, Voletswil, Швейцарія) і платформного статографа, електрофізіологічні, статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше виявлено значуще переважання асиметрії суглобових і поперечних відростків, дисконгруентності суглобових фасеток, ротації остистих відростків у хворих на поперековий остеохондроз з вираженим і прихованим анталгічним сколіозом порівняно з волонтерами та пацієнтами з симетричним гіпертонусом паравертебральних м'язів. Уперше встановлено, що хребтово-тазовий баланс регулюється: у разі розташування лінії гравітації в площі люмбосакрального диска – завдяки ідеальному співвідношенню «балансу хребта» з «балансом таза» з позиційними установками кульшових суглобів; а у разі зміщення лінії гравітації уперед – шляхом ідеальної позиції кульшових суглобів з позиційним нахилом тулуба.

Уперше визначено механізми регуляції постурального балансу: за умов ергономічних варіантів – завдяки фронтальної асиметрії вертикальної пози з позиційним розслабленням м'язів попереково-тазової ділянки та ненавантаженої нижньої кінцівки; у разі біомеханічно дискордантних варіантів – шляхом істотного посилення ланок кінематичного ланцюга «хребет – таз – кульшові суглоби» з вимушеними установками опорних зчленувань. Уперше доведено, що асиметрія елементів заднього опорного комплексу значимо впливає на рівень біоелектричної активності паравертебральних м'язів, тривалість катамнезу, гостроту дебюту і частоту рецидивів у хворих на поперековий остеохондроз. Уточнено варіанти хребтово-тазового балансу в асимптомних суб'єктів, а також варіанти міотонічних реакцій паравертебральних м'язів у хворих на поперековий остеохондроз.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та впроваджено в практику новий спосіб діагностики функціонального стану опорно-рухової системи (патент України на корисну модель № 71927), який дає змогу виявити функціонально вигідні варіанти вертикальної пози, а також некомпенсований постуральний дисбаланс. Розроблено та впроваджено в практику методику оцінювання сагітального хребтово-тазового балансу. Ці результати об'єктивізують ступінь адаптації опорно-рухової системи хворого до виробничих і побутових навантажень під час медико-соціальної експертизи, а також дадуть можливість розробити методику селективної кінезіотерапії на етапах медичної реабілітації.

Розроблено і впроваджено в практику рекомендації з діагностики змін кінематики поперекових сегментів і попереково-тазового ритму, які доповнюють оцінку функціональних можливостей хребтового стовпа у хворих на поперековий остеохондроз. Розроблено і впроваджено в практику рекомендації з діагностики змін параметрів статографії, які уточнюють функціональну оцінку опорно-рухової системи людини.

Результати дослідження впроваджені в клінічну практику ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України», КЗОЗ «Дніпропетровська обласна клінічна лікарня ім. Мечникова», КЗОЗ «Донецька обласна травматологічна лікарня», КУЛПЗ «Центральна міська клінічна лікарня № 4 м. Донецька», КЛПЗ «Центральна міська лікарня № 14 м. Донецька», КЗОЗ «Харківська міська багатопрофільна лікарня № 18». Матеріали розробок включені в лекційний курс і практичні заняття кафедри травматології та ортопедії Харківського національного медичного університету МОЗ України, кафедри загальної хірургії, травматології та ортопедії, оперативної хірургії та судової медицини ДВНЗ «Ужгородський національний університет» МОН України.

Особистий внесок здобувача. Автор вивчив стан проблеми, самостійно виконав патентно-інформаційний пошук, аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури за темою дисертаційної роботи з аналізом сучасних тенденцій розвитку цього напрямку в ортопедії, сформулював мету і завдання роботи, визначив методи дослідження. Усі клінічні, рентгенологічні та рентгенометричні дослідження автор виконав особисто. Біомеханічні дослідження виконані на базі лабораторії біомеханіки Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України» за консультативної допомоги наукових співробітників Карпинського М.Ю. та Суботи І.А. Електрофізіологічні дослідження виконані на базі лабораторії патофізіології Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України» за консультативної допомоги наукового співробітника к.б.н. Дуплій Д.Р. Автор самостійно проаналізував та інтерпретував отримані результати і сформулював висновки дисертації. Участь співавторів відображено в спільних наукових публікаціях.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертаційної роботи представлені та обговорені на XV (Дніпропетровськ, 2010) та XVI (Харків, 2013) з'їздах ортопедів-травматологів України, Всеросійській науково-практичній конференції з міжнародною участю (Цив'янівські читання) «Иновационные аспекты научно-исследовательских разработок в области вертебологии, травматологии и ортопедии, нейрохирургии и нейроонкологии» (Новосибирськ, 2010), Всеукраїнській науково-практичній конференції, присвяченій Дню науки в Україні «Внесок молодих спеціалістів у розвиток науки і практики» (Харків, 2010), науково-практичній конференції «Сучасні дослідження в ортопедії та травматології» (Харків, 2011), I Українському симпозиумі з міжнародною участю з біомеханіки опорно-рухової системи (Дніпропетровськ, 2012), 17 навчальному курсі SICOT (Москва, 2012), міжнародному симпозиумі «Сучасні теоретичні та практичні аспекти остеосинтезу» (Донецьк, 2013), XV (Санкт-Петербург, 2013) та XVI (Люблін, Польща, 2014) міжнародних симпозиумах «Interdisciplinary Approach to Disorders and Defects of Locomotor Apparatus».

Публікації. За темою дисертації опубліковано 16 наукових праць, у тому числі 6 статей в наукових фахових виданнях, 2 патенти України, 8 робіт в матеріалах з'їздів та наукових конференцій.

кісточка; у фронтальній площині праворуч і ліворуч – надплечові кінці ключиць, передні верхні ості клубових кісток, нижній полюс наколінків, суглобові щілини надп'яtkово-гомiлкових суглобiв. Симетричнiсть розташування антропометричних орієнтирів у фронтальній площині оцінювали з використанням коефіцієнтів асиметрії (відношення величин параметрів праворуч і ліворуч). За розташуванням головних суглобiв нижнiх кінцiвок щодо лiнii гравітації в сагітальній площині визначали тип стояння обстежуваного суб'єкта. На описаний спiсiб оцінювання функціонального стану опорно-рухової системи отримано патент України № 71927.

На статограмах визначали: в статичному положенні за умов зручного стояння – положення проєкції ЗЦМ на площу опори в сагітальній (ЗЦМУ) і фронтальній (ЗЦМХ) площинах; у статичному положенні протягом 30 с – амплітуду переміщення проєкції ЗЦМУ (АК_ДО) і коефіцієнт стійкості (КС_ДО) вертикальної пози під час двоножного стояння.

Величину переміщень хребтових сегментів, а також рухомість грудного, поперекового відділів хребта і кульшових суглобiв під час згинання тулуба з нейтрального положення стоячи в зручній позі досліджували з використанням електромеханічного комп'ютеризованого гоніометра.

Біоелектричну активність (БЕА) правих і лiвих *pars lumbalis m. erector spinae*, *m. rectus abdominis*, *m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*, *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius* за умов максимального ізометричного напруження досліджували під час електроміографії (ЕМГ) на триканальному електроміографі DISA ELECTRONIC (Данія) з використанням поверхневих електродів. Аналіз інтерференційної кривої проводили за результатами розрахунку середніх значень середньої амплітуди і частоти проходження біопотенціалів.

Біомеханічні дослідження на платформному статографі, а також електрофізіологічні дослідження у волонтерів виконували двічі на день – о 9:00 та о 15:00, у хворих на поперековий остеохондроз – одноразово. Решту досліджень в обох групах А і В проводили одноразово о 15:00.

Для оцінювання достовірності результатів дослідження застосовували загальноприйнятi методи статистичної обробки (Колде Я.К., 1991) з використанням пакета прикладних статистичних програм Excel і SPSS 11.0.

Результати досліджень функціональної стабільності поперекового відділу хребта. За характером конфігурації хребта у фронтальній площині і ступенем напруження паравертебральних м'язів виявлені симетричні (16,7 %) і несиметричні міотонічні реакції: а) виражений анталгічний сколіоз з несиметричним гіпертонусом поверхневих довгосегментарних м'язів (31,0 %) і б) прихований анталгічний сколіоз (52,3 %), що реалізувався під час згинання тулуба з кута 20°-30° через несиметричний гіпертонус глибоких короткосегментарних м'язів.

Результати тестів «пальці – підлога» і Schober показали істотне обмеження й загальної рухливості хребта, і його поперекового відділу в пацієнтів з несиметричними міотонічними реакціями порівняно з волонтерами ($p < 0,001$ і $p <$

0,01 відповідно) і хворими з симетричним напруженням паравертебральних м'язів ($p < 0,001$ і $p < 0,01$ відповідно).

За результатами електронної гоніометрії хребта встановлено міофіксацію поперекових сегментів за умов остеохондрозу хребта незалежно від ступеня м'язового гіпертонусу: виявлено значуще зменшення рухомості поперекових сегментів ($p < 0,001$) за всіх варіантів міотонічних реакцій, амплітуди згинання поперекового і грудного відділів хребта, показника Кр/КС (для вираженого і прихованого анталгічних сколіозів $p < 0,001$ і $p < 0,01$ відповідно; для симетричних міотонічних реакцій $p < 0,05$).

Встановлено значуще переважання рентгенологічних ознак R1 ($p < 0,001$) і R2 ($p < 0,001$) у хворих на остеохондроз порівняно з волонтерами. На всіх досліджених рівнях достовірно частіше виявляли асиметрію суглобових відростків ($p < 0,001$), дисконгруентність суглобових поверхонь ($p < 0,001$), ротацію остистих відростків ($p < 0,01$) і асиметрію поперечних відростків ($p < 0,05$) у пацієнтів з анталгічними сколіозами.

Результати ЕМГ непрямо підтвердили зниження стабілізуючих властивостей м'язового корсета поперекового відділу хребта з розвитком м'язового дисбалансу і тенденцією до збільшення згинального моменту, що потенціє сплющення поперекової кривизни. Найбільш виражені такі зміни у хворих з вираженим анталгічним сколіозом.

Результати досліджень хребтово-тазового балансу. У волонтерів встановлено переважно варіанти з проходженням лінії гравітації через люмбосакральний диск (нейтральна позиція крижової кістки; 50,0 %) і центр кульшових суглобів (передня позиція крижової кістки; 46,7 %) з нормальними параметрами GLL, SS, PI. Зсув лінії гравітації назад (задня позиція крижової кістки) спостерігали у волонтерів лише в 3,3 % випадків.

У хворих на поперековий остеохондроз сплющення сагітального контуру попереково-крижового відділу хребта призвело до зсуву наперед проекції ЗЦМ, постурального дисбалансу і розвитку компенсаторних змін, спрямованих на утримання вертикальної пози.

За нейтральної позиції крижової кістки (33,3 %) хребтово-тазовий дисбаланс компенсувався збільшенням сагітального нахилу хребта і згинальною установкою кульшових суглобів зі збереженням оптимального співвідношення «балансу хребта» з «балансом таза».

У хворих з передньою позицією крижової кістки (57,2 %) компенсаторні механізми були спрямовані на збереження нейтрального положення кульшових суглобів шляхом ретроверсії таза. Адаптивні механізми в цих групах пацієнтів можна розглядати як функціонально вигідні.

У разі задньої позиції крижової кістки (9,5 %) відзначено біомеханічно несприятливе поєднання параметрів СХТБ. Ортоградна поза в цих хворих відрізнялася зменшеним сагітальним нахилом хребта і найбільш вираженими флексійними установками в кульшових суглобах ($p < 0,001$).

Результати досліджень постурального балансу. Встановлено 4 типи стояння в сагітальній площині з урахуванням положення головних суглобів нижніх кінцівок щодо проекції ЗЦМ.

У волонтерів і перед (9:00), і після фізіологічного навантаження (15:00) домінували ергономічні типи стояння ТС 1 (положення кульшового суглоба наперед, колінного і надп'ятково-гомількового – назад від проекції ЗЦМ) і ТС 2 (головні суглоби нижніх кінцівок розташовані позаду лінії гравітації), які в сумі становили 96,7 і 86,7 % випадків відповідно. ТС 3 (кульшовий і колінний суглоби попереду, надп'ятково-гомільковий – позаду проекції ЗЦМ) відзначений лише після навантажень ($n = 3$; 33,3 %). ТС 4 (кульшовий і надп'ятково-гомільковий суглоби позаду, колінний – попереду проекції ЗЦМ) виявлено в одному спостереженні (3,3 %) протягом дня.

Ергономічні типи стояння у волонтерів до навантаження ($ТС_1 1_{\text{вол}}$ і $ТС_1 2_{\text{вол}}$) характеризувалися розташуванням проекції ЗЦМ у задніх відділах люмбосакрального сегмента і в центрі координат на площі опори, нормальними величинами GLL, SS, PI і PT із зменшенням сагітального нахилу хребта і відношення $S1 / PT$. Після навантаження відмічено біомеханічно ідеальний постуральний баланс у групі $ТС_2 1_{\text{вол}}$ з проходженням проекції ЗЦМ майже в площі люмбосакрального диска і через центр кульшового суглоба з нейтральним положенням колінного і надп'ятково-гомількового суглобів.

У хворих на поперековий остеохондроз істотно зменшилася сумарна частота зустрічальності ергономічних типів стояння ($ТС 1_{\text{пац}} = 19,0$ %; $ТС 2_{\text{пац}} = 45,2$ %) через збільшення частоти зустрічальності біомеханічно дискордантних $ТС 3_{\text{пац}}$ (23, 9 %) і $ТС 4_{\text{пац}}$ (11,9 %). За двох останніх типів стояння частіше відмічали несиметричні міотонічні реакції: у групі з $ТС 3_{\text{пац}}$ – у 90,0 %, $ТС 4_{\text{пац}}$ – у 80,0 % спостережень.

У групі $ТС 1_{\text{пац}}$ зазначено зміщення лінії гравітації вперед і на рівні люмбосакрального сегмента, і на площі опори з тенденцією до ретроверсії таза і флексії кульшових суглобів і нормальним співвідношенням «балансу хребта» до «балансу таза». Порівняння $ТС 1$ у волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз показало, що, незважаючи на значні відмінності параметрів SVA ($p < 0,01$), ЗЦМУ ($p < 0,001$) і Lf ($p < 0,001$), показники функціональної стабільності вертикальної пози виявилися ідентичними.

У пацієнтів з $ТС 2_{\text{пац}}$ відмічено подальше зміщення проекції ЗЦМ уперед на рівні люмбосакрального сегмента, але більш центральне її розташуванні на площі опори. Це супроводжувалося зменшенням величини параметра $S1 / PT$ і необхідністю додаткової компенсації хребтово-тазового дисбалансу у вигляді позиційних флексійних установок кульшових і колінних суглобів. Однак у хворих з $ТС 2_{\text{пац}}$ зберігалася функціональна стабільність вертикальної пози, що побічно підтверджується ідентичністю показників амплітуди хитання і коефіцієнта стійкості за умов двохопорного стояння в пацієнтів і волонтерів з другим типом стояння.

У групі з $ТС 3_{\text{пац}}$ також визначено зміщення проекції ЗЦМ уперед, але з однаковим віддаленням від люмбосакрального сегмента і центру координат на площі опори; згинальні установки кульшових і колінних суглобів найбільш виражені. Параметри GLL, SS, PI, PT були аналогічними до груп $ТС 1_{\text{пац}}$ і $ТС 2_{\text{пац}}$. Збільшення амплітуди хитання і зменшення коефіцієнта стійкості за умов

двохопорного стояння може свідчити про тенденцію до зменшення функціональної стабільності такої вертикальної пози.

ТС 4_{пац} відрізнявся зміщенням лінії гравітації назад і на рівні люмбосакрального сегмента ($p < 0,001$), і на площі опори (ЗЦМУ ($p < 0,001$)). У разі дегенеративного поперекового кіфозу і вертикалізації крижової кістки це свідчило про початкову біомеханічну дискордантаність параметрів постурального балансу. Співвідношення «балансу хребта» до «балансу таза» було самим несприятливим серед усіх типів стояння ($p < 0,05$); кульшові суглоби - в положенні екстензії, колінні – рекурвації зі зниженням функціональної стійкості цієї вертикальної пози.

Взаємозв'язок структурно-функціональних змін поперекових сегментів, параметрів хребтово-тазового балансу і БЕА м'язових груп тулуба та нижніх кінцівок у нормі та у хворих на поперековий остеохондроз.

У результаті досліджень параметрів вертикальної пози у волонтерів з ергономічними типами стояння (ТС 1 і ТС 2) виявлені різні варіанти фізіологічного асиметричного стояння у фронтальній площині, за яких позиційні установки колінного і надп'яtkово-гомiлкового суглобів компенсуються біомеханічно конкордантним іпсилатеральним нахилом тулуба. Це, а також достатня рухливість ланок кінематичного ланцюга тіла дозволяє утримувати практично незмінним симетричне положення проекції ЗЦМ на площі опори.

Асиметричне розташування сегментів тіла відносно проекції ЗЦМ у фронтальній площині у хворих на поперековий остеохондроз супроводжувалося зміщенням проекції ЗЦМХ внаслідок несиметричних міотонічних реакцій паравертебральних м'язів. Міофіксація ланок кінематичного ланцюга «хребет – таз – нижні кінцівки» спричиняла біомеханічно недоцільний контралатеральний нахил тулуба.

Результати електрофізіологічних досліджень у волонтерів встановили різну БЕА правих і лівих однойменних м'язів тулуба та нижніх кінцівок до та після навантаження. У хворих на поперековий остеохондроз у групах ТС 2_{пац} і ТС 3_{пац} виявлено зниження БЕА паравертебральних м'язів і її збільшення в м'язах передньої черевної стінки і нижніх кінцівок. У групі ТС 4_{пац} визначено значуще зменшення амплітуди біопотенціалів правих ($p < 0,05$) і лівих ($p < 0,05$) паравертебральних м'язів, правих ($p < 0,001$) і лівих ($p < 0,001$) передніх черевних м'язів, лівих передніх великогомілкових м'язів ($p < 0,01$), правих литкових м'язів ($p < 0,05$), частоти проходження біопотенціалів лівих двоголових м'язів стегна ($p < 0,05$), що опосередковано свідчить про потенційну функціональну нестабільність поперекового відділу хребта і зниження функціональної стійкості вертикальної пози.

У волонтерів з першим типом стояння характер кореляційних зв'язків між параметрами GLL і SS, SS і PT змінювався під впливом гравітаційних навантажень. У групі волонтерів з другим типом стояння відзначені сильні кореляції ($p < 0,001$) між тазовими параметрами PI, PT і SS, а також помірний

взаємозв'язок між величинами GLL і SS ($p < 0,01$) незалежно від гравітаційних навантажень.

У хворих з ТС 1_{пац} корелювали між собою параметри PI і PT ($p < 0,001$), GLL і SS ($p < 0,001$). Параметри GLL і SS сильно і обернено пропорційно корелювали із ЗЦМХ ($p < 0,001$) і ЗЦМУ ($p < 0,001$). Взаємозв'язок між ступенем дегенерації поперекових сегментів (R2) і кількістю асиметрій їх заднього опорного комплексу (R1) був значно сильнішим, ніж у волонтерів ($p < 0,001$). Параметри R1 і R2, у свою чергу, сильно і прямо впливали на загальну тривалість захворювання ($p < 0,001$) і БЕА паравертебральних м'язів ($p < 0,001$). Величина ЗЦМУ була пов'язана з характером початку захворювання ($p < 0,001$), частотою рецидивів ($p < 0,01$), БЕА паравертебральних м'язів ($p < 0,05$).

У групі ТС 2_{пац} величина PI визначала глибину поперекового лордозу ($p < 0,001$), ступінь ретроверсії таза PT ($p < 0,001$) і нахил крижової кістки SS ($p < 0,001$). Параметри GLL і SS сильно залежали один від одного ($p < 0,001$) і прямо впливали на ступінь зміщення проекції ЗЦМУ ($p < 0,001$). БЕА паравертебральних м'язів корелювала з позицією таза ($p < 0,001$).

У пацієнтів з ТС 3_{пац} спостерігали сильні кореляційні зв'язки між параметрами СХТБ і рівнем БЕА паравертебральних м'язів ($p < 0,001$). Тривалість катамнезу і частота рецидивів хвороби сильно і обернено пропорційно корелювали з вертикальним нахилом таза PI ($p < 0,001$) і нахилом крижової кістки SS ($p < 0,001$), прямо пропорційно – з параметром SVA ($p < 0,001$). Чим довшим був анамнез захворювання ($p < 0,05$ і $p < 0,001$ відповідно), гострішим його початок ($p < 0,01$ і $p < 0,001$ відповідно) і частішими рецидиви ($p < 0,001$), тим більш вираженим був ступінь асиметрії елементів заднього опорного комплексу і меншою БЕА паравертебральних м'язів. Дегенерація поперекових сегментів помірно збільшувала ймовірність анталгічної деформації хребта ($p < 0,01$) і гіпертонусу паравертебральних м'язів ($p < 0,01$).

У групі з ТС 4_{пац} відзначені найсильніші кореляційні зв'язки між усіма параметрами СХТБ, з одного боку, і показниками ЗЦМХ і ЗЦМУ, з іншого. Обернено пропорційні кореляції параметру PI з глибиною поперекового лордозу GLL ($p < 0,001$) і нахилом крижової кістки SS ($p < 0,001$) відображають біомеханічну дискордантність хребтово-тазового дисбалансу. Така ситуація супроводжувалася істотним посиленням негативного взаємного впливу рентгенологічних змін поперекових сегментів, БЕА м'язів попереково-тазової ділянки, позиції хребта й таза, а також клінічних ознак з максимальними значеннями коефіцієнтів кореляції ($k = \pm 1,0$; $p < 0,001$).

Механізми регуляції постурального балансу в нормі і механізми компенсації функціональних порушень у хворих на поперековий остеохондроз. У регуляції постурального балансу в сагітальній площині у волонтерів виявлено два основних механізми: 1) біомеханічно ідеальне розташування сегментів тіла щодо лінії гравітації з проходженням проекції ЗЦМ через люмбосакральний сегмент з ідеальним співвідношенням «балансу хребта» і «балансу таза», нейтральним положенням головних суглобів нижніх кінцівок;

2) позиційний передній нахил тулуба з переднім зміщенням проекції ЗЦМ з розташуванням головних суглобів нижніх кінцівок позаду лінії гравітації.

У фронтальній площині ергономічність вертикальної пози забезпечувалася асиметричним стоянням з компенсаторним іпсилатеральним нахилом тулуба і латерофлексією таза, причому чим ближче до центру люмбосакрального диска проходила лінія гравітації, тим більш симетричним був тип стояння.

У пацієнтів з ТС 1_{пац}, незважаючи на значуще зміщення лінії гравітації вперед, вертикальна поза була збалансованою завдяки компенсованому хребтово-тазовому дисбалансу, а також зменшенню фронтального зсуву тулуба у міру збільшення дегенеративного поперекового кіфозу.

При ТС 2_{пац} зміщення лінії гравітації вперед компенсувалося завдяки збільшенню сагітального нахилу хребта і флексійних установок у кульшовому і колінному суглобах, що дало змогу наблизити проекцію ЗЦМУ до центру координат на площі опори і підвищити стійкість вертикальної пози.

У групі ТС 3_{пац} фронтальний зсув тулуба зростав разом із збільшенням нахилу таза ($p < 0,001$); позиційні установки тулуба і суглобів нижніх кінцівок у сагітальній і фронтальній площинах взаємно підсилювались, збільшуючи енерговитрати вертикальної пози.

При ТС 4_{пац} заднє зміщення лінії гравітації в поєднанні з найбільш вираженим дегенеративним сплюсненням хребта свідчило про некомпенсований хребтово-тазовий дисбаланс з функціонально невідповідними компенсаціями – ретроверсією таза з екстензією кульшових і рекурвацією колінних суглобів. Ортоградне положення зберігалось шляхом значного посилення і суттєвого обмеження рухомості ланок кінематичного ланцюга «хребет – таз – кульшові суглоби» із збільшенням взаємозалежності БЕА різних груп м'язів.

ВИСНОВКИ

1. Механізми постурального балансу пов'язані з функціональною стабільністю поперекового відділу хребта та хребтово-тазовим балансом. У разі поперекового остеохондрозу компенсація дегенеративного сплюснення сагітального контуру хребта в умовах інгібування паравертебральних м'язів призводить до формування неергономічної та біомеханічно дискордантної вертикальної пози, потенціюючи хронізацію больового синдрому та прогресування хвороби.

2. Зміну функціональної стабільності поперекового відділу хребта у хворих на остеохондроз потенціюють асиметрії елементів заднього опорного комплексу і дегенеративні зміни рухових сегментів, які спричиняють інсуфіцієнтність м'язів – поперекових стабілізаторів з порушенням кінематики хребта. Найсильніші такі зміни в пацієнтів з вираженим ($p < 0,001$) і прихованим ($p < 0,01$) анталгічним сколіозом.

3. Механізми регуляції хребтово-тазового балансу спрямовані на: 1) збереження ідеального співвідношення «балансу хребта» з «балансом таза» ($SI/PT=(0,96\pm 0,08)$) в разі розташування лінії гравітації в площі

люмбосакрального диска, що досягається незначною флексією кульшових суглобів, а за умов поперекового остеохондрозу – й компенсаторним збільшенням сагітального нахилу хребта; 2) утримання ідеальної позиції кульшових суглобів ($L_f = (-0,45 \pm 0,44)$ см) у разі зміщення лінії гравітації вперед з позиційним випрямленням тулуба, а за умов поперекового остеохондрозу – й компенсаторною ретроверсією таза.

Зміщення лінії гравітації назад у разі поперекового остеохондрозу супроводжувалося вираженими згинальними установками кульшових суглобів ($L_f = (7,48 \pm 1,28)$ см) ($p < 0,001$) внаслідок біомеханічно несприятливого поєднання фізіологічних величин поперекового лордозу і горизонтального нахилу таза з вертикалізацією крижової кістки.

4. Ергономічні типи стояння характеризувалися нейтральним положенням суглобів нижніх кінцівок (ТС 1) та проходженням проекції ЗЦМ через центр кульшових суглобів (ТС 2) з відповідністю параметрів хребтово-тазового балансу, що дозволило і хворим на поперековий остеохондроз за умов значного зміщення лінії гравітації вперед ($p < 0,001$) зберігати функціональну стабільність вертикальної пози переважно завдяки компенсаторній ретроверсії таза. Біомеханічно недоцільний ТС 3 з положенням кульшового та колінного суглобів попереду, надп'яtkово-гомількового позаду проекції ЗЦМ з ретроверсією таза, гіперфлексією кульшових і колінних суглобів супроводжувався зниженням постуральної функціональної стабільності. Біомеханічна дискордантність ТС 4 з положенням кульшового і надп'яtkово-гомількового суглобів позаду, колінного – попереду проекції ЗЦМ, поперековим кіфозом ($p < 0,05$) і вертикалізацією крижової кістки, ретроверсією таза, екстензією кульшових і колінних суглобів призвела до найбільш вираженого зниження функціональної стійкості вертикальної пози.

5. За ергономічних типів стояння в обох групах А і В між собою корелювали параметри хребтово-тазового балансу GLL, PI, PT SS; біоелектрична активність паравертебральних м'язів прямо пропорційно залежала від асиметрії елементів заднього опорного комплексу нижньопоперекового сегментів ($p < 0,05$) і обернено пропорційно – від ступеня їх дегенерації ($p < 0,001$). За умов поперекового остеохондрозу обидві рентгенологічні ознаки прямо пропорційно впливали на загальну тривалість захворювання ($p < 0,001$).

У разі ТС 3_{пац} параметри GLL, PI, PT SS, крім взаємних кореляцій, були пов'язані обернено пропорційно з параметром SVA ($p < 0,001$); величина поперекового лордозу корелювала з амплітудою біопотенціалів м'язів, які стабілізують надп'яtkово-гомільковий суглоб ($p < 0,001$). Від асиметрії елементів заднього опорного комплексу залежала тривалість катамнезу ($p < 0,05$), гострота дебюту захворювання ($p < 0,01$) і частота його рецидивів ($p < 0,001$). Дегенерація поперекових сегментів збільшувала ймовірність анталгічних деформацій хребта ($p < 0,01$) і гіпертонусу паравертебральних м'язів ($p < 0,01$).

У хворих з ТС 4_{пац} відзначені найсильніші кореляційні зв'язки між параметрами хребтово-тазового балансу і показниками SVA, ЗЦМХ і ЗЦМУ.

Істотно посилюється негативний взаємний вплив асиметрій елементів заднього опорного комплексу і дегенерації нижньопоперекових сегментів на біоелектричну активність м'язів тулуба та нижніх кінцівок, тривалість анамнезу, гостроту початку і частоту рецидивів остеохондрозу, причому коефіцієнти кореляції в основному досягали максимальних значень (± 1 ; $p < 0,001$) або наближалися до них.

б. Ергономічність постурального балансу в разі ТС 1 і ТС 2 у групах А і В досягалася шляхом фронтальної асиметрії вертикальної пози зі зміною біоелектричної активності антигравітаційних м'язів ($p < 0,05$). У разі ТС 3_{пац} фронтальний зсув тулуба, зростаючи зі збільшенням ретроверсії таза і зміщення лінії гравітації вперед ($p < 0,001$ і $p < 0,05$ відповідно), супроводжувався збільшенням амплітуди біопотенціалів м'язів, які стабілізують поперековий відділ хребта ($p < 0,01$), кульшові й колінні суглоби ($p < 0,05$). У групі ТС 4_{пац} збереження постуральної стійкості досягалося завдяки істотному посиленню ланок кінематичного ланцюга «хребет – таз – кульшові суглоби» ($p < 0,001$) і значущого збільшення біоелектричної активності антигравітаційних м'язів ($p < 0,001$).

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Колесниченко В.А. Двигательный контроль вертикальной позы человека (обзор литературы) / В.А. Колесниченко, **К.Н. Литвиненко**, Ма Конг // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2013. – № 2 (77). – С. 57-64.

Особистий внесок автора полягає в проведенні інформаційного пошуку, виявленні релевантної літератури щодо біомеханічних особливостей вертикальної пози людини та її науковому аналізі.

2. Kolesnichenko V.A. Sagittal alignment of spinal-pelvic balance parameters in asymptomatic volunteers and patients with lumbar degenerative disk diseases / V.A. Kolesnichenko, **К.Н. Lytvynenko** // Pohybové ústroji. – 2013. – Vol. 20, №. 3+4. – P. 171-180.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні асимптомних волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

3. Колесниченко В.А. Биомеханические параметры постурального контроля у больных поясничным остеохондрозом и дегенеративным поясничным спондилолистезом на этапах оперативного лечения / В.А. Колесниченко, А.А. Тяжелов, Ма Конг, **К.Н. Литвиненко** // Травма. – 2013. – Т. 14, № 6. – С. 39-48.

Особистий внесок автора полягає в передопераційному обстеженні хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

4. Колесниченко В.А. Изменение постурального контроля при сагиттальном пояснично-тазовом дисбалансе (обзор литературы) / В.А. Колесниченко, Ма Конг, **К.Н. Литвиненко**, Э.В. Чертенкова, К.В. Беренов // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2014. – № 1 (80). – С. 81-87.

Особистий внесок автора полягає в проведенні інформаційного пошуку, виявленні релевантної літератури щодо варіантів постурального балансу в нормі та її науковому аналізі.

5. **Литвиненко К.Н.** Механизмы регуляции постурального баланса у асимптомных волонтеров / **К.Н. Литвиненко**, В.А. Колесниченко // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2014. – № 3 (82). – С. 34-38.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні асимптомних волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

6. Радченко В.А. Кинематика поясничных сегментов, смежных с инструментальным ригидным заднебоковым спондилодезом / В.А. Радченко, В.А. Колесниченко, Ма Конг, А.Г. Скиданов, **К.Н. Литвиненко** // Хирургия позвоночника. – 2014. – № 3. – С. 45-53.

Особистий внесок автора полягає в передопераційному обстеженні хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

7. Пат. 71927 Україна, МПК А61В 5/00, А61В 5/103. Спосіб оцінювання функціонального стану опорно-рухового апарату / Колесниченко В.А., Тяжелов О.А., **Литвиненко К.М.**, Чепурний В.А.; заявник та патентовласник ДУ «ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України». – № u201202136; заявл. 24.02.2012; опубл. 25.07.2012; Бюл. № 14.

Особисто автору належить ідея визначення антропометричних точок тулуба і нижніх кінцівок у фронтальній і сагітальній площинах щодо лінії гравітації, також проведений інформаційно-патентний пошук та клінічна апробація способу визначення типу стояння людини.

8. Пат. 83739 Україна, МПК А61Н 1/02. Спосіб профілактики або лікування дегенеративних захворювань поперекового відділу хребта / Колесниченко В.А., Чепурний В.А., Ма Конг, **Литвиненко К.М.**, Колесниченко В.Г.; заявник та патентовласник ДУ «ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України». – № u201304415; заявл. 08.04.2013, опубл. 25.09.2013; Бюл. № 18.

Особистий внесок автора полягає у визначенні типів сагітального хребтово-тазового дисбалансу та виявленні, в залежності від цього, ушкоджених адаптивно скорочених та подовжених м'язів попереково-тазової ділянки.

9. Колесниченко В.А. Динамический постуральный баланс: варианты нормы и механизмы компенсации гравитационных нагрузок / В.А. Колесниченко, **К.Н. Литвиненко**, В.А. Радченко: збірник наукових праць XV з'їзду ортопедів-травматологів України (Дніпропетровськ, 16-18 вересня, 2010 р.) / Міністерство охорони здоров'я України, Академія медичних наук України, Українська асоціація ортопедів-травматологів. – Дніпропетровськ, 2010. – С. xvii.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

10. Радченко В.А. Биомеханическая адаптация вертикальной позы человека к гравитационным нагрузкам / В.А. Радченко, В.А. Колесниченко, **К.Н. Литвиненко**: материалы Всероссийской научно-практической

конференції с міжнародним участим с елементами науочної школи для молодежи, посвященої 90-летию со дня рождения заслуж. деят. науки РСФСР проф. Я.Л. Цивьяна [«Инновационные аспекты научно-исследовательских разработок в области вертебрологии, травматологии и ортопедии, нейрохирургии, нейроонкологии»], (Новосибирск, 25-26 ноября 2010 г.) / ФГУ «Новосибирск. НИИТО Минздравсоцразвития России», МОО «Ассоциация хирургов-вертебрологов». – Новосибирск, 2010. – С. 64-65.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів та трактуванні отриманих результатів.

11. Радченко В.А. Постуральный баланс: варианты нормы и механизмы биомеханической адаптации у больных поясничным осеохондрозом / В.А. Радченко, В.А. Колесниченко, А.А. Тяжелов, **К.Н. Литвиненко**: тези доповідей науково-практичної конференції [«Сучасні дослідження в ортопедії та травматології»] (перші наукові читання, присвячені пам'яті академіка О.О. Коржа) (Харків, 6-7 жовтня 2011 р.) / Національна академія медичних наук України, Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України», ВГУ «Українська асоціація ортопедів-травматологів». – Харків, 2011. – С. 46-47.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

12. Колесниченко В.А. Особенности регуляции биомеханических параметров вертикальной позы в норме и у больных поясничным остеохондрозом / В.А. Колесниченко, **К.М. Литвиненко**: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю [«І Український симпозиум з біомеханіки опорно-рухової системи»], (Дніпропетровськ, 13-14 вересня 2012 р.) / МОЗ України, НАМН України, Українська асоціація ортопедів-травматологів. – Д.: «Ліра», 2012. – С. 76.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

13. Колесниченко В.А. Варианты постурального баланса в норме и у больных поясничным остеохондрозом / В.А. Колесниченко, **К.Н. Литвиненко**: збірник матеріалів всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю [«Сучасні теоретичні та практичні аспекти травматології та ортопедії»], (Донецьк-Урзуф, 23-24 травня 2013 р.) / Міністерство охорони здоров'я України, Управління охорони здоров'я Донецької облдержадміністрації, Українська асоціація ортопедів-травматологів, Донецький національний медичний університет ім. М.Горького. – Донецьк-Урзуф, 2013. – С. 84-85.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

14. Радченко В.А. Особенности сагиттального позвоночно-тазового баланса в норме и у пациентов с поясничным осеохондрозом / В.А. Радченко, В.А. Колесниченко, **К.Н. Литвиненко**: збірник наукових праць XVI з'їзду ортопедів-травматологів України (Харків, 3-5 жовтня 2013 р.) / Міністерство

охорони здоров'я України, Національна академія медичних наук України, ВГО «Українська асоціація ортопедів-травматологів». – Харків, 2013. – С. 142-143.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

15. Радченко В.А. Механизмы компенсации позвоночно-тазового дисбаланса у больных поясничным осеохондрозом / В.А. Радченко, В.А.Колесниченко, **К.Н. Литвиненко**: збірник наукових праць всеукраїнської науково-практичної конференції [«Сучасні дослідження в ортопедії та травматології»] (другі наукові читання, присвячені пам'яті академіка О.О. Коржа) (Харків, 30-31 жовтня 2014 р.) / МОЗ України, НАМН України, ДУ «ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка НАМН», ВГО «Українська асоціація ортопедів-травматологів». – Харків, 2014. – С. 178-180.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих результатів.

16. Kolesnichenko V. Comparison of postural control in unilateral stance between healthy control and patients with lumbar disc herniation and degenerative lumbar spondylolisthesis before and after lumbar posterior fusion / V. Kolesnichenko, **К. Litvinenko**, Ma Cong: materials The 16th Prague-Lublin-Sydney-St Petersburg Symposium [“Disorders of Growth and Defects of Growth Epiphysis”], (Lublin, Poland, 21-25 september 2014) / Pohybové ústroji. – 2013. – Vol. 21, № 3-4 (Suppl.) – P. 53-54.

Особистий внесок автора полягає в обстеженні волонтерів і хворих на поперековий остеохондроз та трактуванні отриманих даних.

АНОТАЦІЯ

Литвиненко К.М. Постуральний баланс: варіанти норми і механізми компенсації функціональних порушень у хворих на поперековий остеохондроз. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – травматологія та ортопедія. – Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», Харків, 2016.

Дисертацію присвячено дослідженню механізмів регуляції вертикальної пози в нормі та у хворих на поперековий остеохондроз з визначенням на основі клініко-рентгенологічних даних функціональних можливостей і компенсаторних змін системи постурального балансу.

Встановлено ергономічні та біомеханічно дискордантні варіанти вертикальної пози. Показано, що механізми регуляції постурального балансу спрямовані на: 1) збереження ідеального співвідношення «балансу хребта» з «балансом таза» за умов розташування лінії гравітації в площі люмбосакрального диска, що досягається незначною флексією кульшових суглобів, а в разі поперекового остеохондрозу – і компенсаторним збільшенням сагітального нахилу хребта; 2) утримання ідеальної позиції кульшових суглобів у разі зміщення лінії гравітації вперед з позиційним випрямленням тулуба, а в разі поперекового остеохондрозу – і компенсаторною ретроверсією таза. Встановлено, що у фронтальній площині ергономічність вертикальної пози забезпечувалася асиметричним стоянням з компенсаторним іпсилатеральним нахилом тулуба і латерофлексією таза. Механізми компенсації постурального дисбалансу з функціонально невідповідними установками сегментів тіла полягають у значному посиленні ланок кінематичного ланцюга «хребет – таз – кульшові суглоби» з істотним обмеженням їх рухливості, збільшенням взаємозалежності біоелектричної активності м'язових груп тулуба та нижніх кінцівок і зміни параметрів функціональної стабільності вертикальної пози.

Ключові слова: міотонічні реакції, хребтово-тазовий баланс, типи стояння, гравітаційні навантаження, постуральний баланс.

АННОТАЦИЯ

Литвиненко К.Н. Постуральный баланс: варианты нормы и механизмы компенсации функциональных нарушений у больных поясничным остеохондрозом. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.01.21 – травматология и ортопедия. – Государственное учреждение «Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М.И. Ситенко Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, 2016.

Диссертация посвящена исследованию механизмов регуляции вертикальной позы в норме и у больных поясничным остеохондрозом с установлением на основе клинико-рентгенологических данных функциональных возможностей и компенсаторных изменений системы постурального баланса.

Уточнена классификация миотонических реакций паравертебральных мышц у больных поясничным остеохондрозом. Наличие миофиксации поясничных сегментов при остеохондрозе позвоночника независимо от степени мышечного гипертонуса подтверждено существенным ограничением общей подвижности позвоночника и сгибания поясничного отдела у пациентов с различными вариантами миотонических реакций по сравнению с волонтерами по данным функциональных тестов «пальцы – пол» и Schober ($p < 0,001$), а также электронной гониометрии позвоночника ($p < 0,001$). Установлено значимое преобладание всех рентгенанатомических признаков асимметрии элементов заднего опорного комплекса ($p < 0,001$) трех нижнепоясничных сегментов при выраженном и скрытом анталгическом сколиозе по сравнению с пациентами с симметричным гипертонусом паравертебральных мышц и волонтерами и дегенерации этих же сегментов у больных по сравнению с волонтерами.

Полученные результаты отражают изменение функциональной стабильности поясничного отдела позвоночника при поясничном остеохондрозе вследствие изменения кинематики двигательных сегментов с кумуляцией повреждающих нагрузок в межпозвонковом диске и снижением функциональных возможностей разгибательной мускулатуры.

Установлено, что у волонтеров встречаются преимущественно варианты позвоночно-тазового баланса с прохождением линии гравитации через люмбосакральный диск (нейтральная позиция крестца; 50,0%) и через центр тазобедренных суставов (передняя позиция крестца; 46,7%) с нормальными параметрами СПТБ.

У больных поясничным остеохондрозом при нейтральной позиции крестца (33,3%) позвоночно-тазовый дисбаланс компенсировался увеличением сагиттального наклона позвоночника и сгибательной установкой тазобедренных суставов с сохранением оптимального соотношения «баланса позвоночника» с «балансом таза». При передней позиции крестца (57,2%) нейтральное положения тазобедренных суставов удерживалось путем ретроверсии таза РТ с тенденцией к уменьшению наклона туловища кпереди.

Адаптивные механизмы в этих группах пациентов можно рассматривать как функционально выгодные.

У пациентов с задней позицией крестца (9,5%) отмечено биомеханически неблагоприятное сочетание параметров СПТБ с наиболее выраженными флексионными установками в тазобедренных суставах ($p < 0,001$).

Установлено 4 типа стояния в сагиттальной плоскости, с учетом положения главных суставов нижних конечностей относительно проекции ОЦМ.

Эргономичные типы стояния ТС 1 (положение тазобедренного сустава впереди, коленного и голеностопного – сзади от проекции ОЦМ) и ТС 2 (главные суставы нижних конечностей расположены позади линии гравитации) доминировали у волонтеров (33,3% и 53,4% соответственно) и реже встречались у больных поясничным остеохондрозом (19,0% и 45,2% соответственно). Биомеханически нецелесообразные ТС 3 (тазобедренный и коленный суставы впереди, голеностопный – позади проекции ОЦМ) и ТС 4 (тазобедренный и голеностопный сустав позади, коленный – впереди проекции ОЦМ) наблюдались в 10,0% и 3,3% случаев соответственно у волонтеров и в 23,9% и 11,9% наблюдений соответственно у больных поясничным остеохондрозом.

Эргономичные типы стояния отличало нейтральное положение суставов нижних конечностей (ТС 1) и прохождением проекции ОЦМ через центр тазобедренных суставов (ТС 2) с соответствием параметров позвоночно-тазового баланса, что позволило и больным поясничным остеохондрозом при значимом смещении линии гравитации впереди ($p < 0,001$) сохранять функциональную стабильность вертикальной позы преимущественно за счет компенсаторной ретроверсии таза. Биомеханически дискордантные ТС 3 с компенсаторной ретроверсией таза, гиперфлексией тазобедренных и коленных суставов и ТС 4 с наиболее выраженным поясничным кифозом ($p < 0,05$), компенсаторной ретроверсией таза, экстензией тазобедренных и коленных суставов сопровождалась снижением постуральной функциональной стабильности.

Эргономичность постурального баланса при ТС 1 и ТС 2 достигалась путем фронтальной асимметрии вертикальной позы с изменением биоэлектрической активности антигравитационных мышц ($p < 0,05$). У больных поясничным остеохондрозом с ТС 3 фронтальный сдвиг туловища сопровождался увеличением амплитуды биопотенциалов мышц, стабилизирующих поясничный отдел позвоночника ($p < 0,01$), тазобедренные и коленные суставы ($p < 0,05$). У пациентов с ТС 4 сохранение постуральной устойчивости достигалось за счет существенного ужесточения звеньев кинематической цепи позвоночник – таз – тазобедренные суставы ($p < 0,001$) и значимого увеличения биоэлектрической активности антигравитационных мышц ($p < 0,001$).

Ключевые слова: миотонические реакции, позвоночно-тазовый баланс, типы стояния, гравитационные нагрузки, постуральный баланс.

SUMMARY

Lytvynenko K.M. Postural balance: variants of norms and mechanisms for compensation of functional disorders in patients with lumbar osteochondrosis. – Manuscript.

Scientific thesis for the degree of candidate of medical sciences in speciality 14.01.21 – Traumatology and Orthopedics. – SI «Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, 2016.

Dissertation is devoted to investigation of mechanisms of regulation of vertical posture in normal and in patients with lumbar osteochondrosis with determination on the basis of clinical and radiological data features and changes to the system of compensatory postural balance.

Ergonomically and biomechanically determined discordant versions vertical posture. It is shown that the postural balance regulation mechanisms are aimed at: 1) the preservation of the ideal ratio of “balance of spine” to “balance the pelvis” at the location of the line of gravity in the area of lumbosacral disc that achieved little hip flexion, and in lumbar osteochondrosis – and a compensatory increase in sagittal tilt spine; 2) keeping the ideal position of the hip joints during anterior displacement of the line of gravity with the position straightening the trunk, while the lumbar osteochondrosis – and compensatory pelvic retroversion. It was established that the frontal plane of vertical posture ergonomics ensured asymmetrical standing with compensatory ipsilateral bend of the trunk and pelvis lateroflexion. Compensation mechanisms postural imbalance with functionally disable units body segments consist in a significant tightening of links of the kinematic chain of the spine – pelvis – hip joints with significant restrictions on their mobility, increasing the interdependence of bioelectrical activity of the muscle groups of the trunk and lower limbs, and changing the parameters of functional stability of the vertical posture.

Key words: myotonic reaction spinal-pelvic balance, types of standing, gravity loads, postural balance.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АК_ДО	–	амплітуда переміщення проекції ЗЦМУ під час двохопороного стояння
БЕА	–	біоелектрична активність
ГК	–	грудний кіфоз
ЕМГ	–	електроміографія
ЗЦМ	–	загальний центр мас
ЗЦМУ	–	проекція загального центра мас на площу опори в сагітальній площині
ЗЦМХ	–	проекція загального центра мас на площу опори у фронтальній площині
Кр/КС	–	відношення кута нахилу крижової кістки до величини екскурсії кульшового суглоба
КС_ДО	–	коефіцієнт стійкості вертикальної пози під час двохопороного стояння
ПЛ	–	поперековий лордоз
СХТБ	–	сагітальний хребтово-тазовий баланс
ТС	–	тип стояння
ТС ₁	–	тип стояння волонтерів при обстеженні в 9.00
$1_{\text{вол}}$		
ТС ₂	–	тип стояння волонтерів при обстеженні в 15.00
$1_{\text{вол}}$		
ТС 1 _{пац}	–	тип стояння пацієнтів
GLL	–	кут поперекового лордозу
Lf	–	відстань від центру голівок стегон до свинцевого виска
PI	–	відхилення таза від вертикалі
PT	–	нахил таза до горизонталі
R1	–	сума рентгенанатомічних ознак асиметрії елементів заднього опорного комплексу
R2	–	сума рентгенанатомічних ознак дегенерації поперекових сегментів
S1	–	сагітальний нахил хребта
S1 / PT	–	відношення «балансу тулуба» до «балансу таза»
SVA	–	відстань від задньо-верхнього кута S ₁ до свинцевого виска
SS	–	кут нахилу крижової кістки