

ИЗМЕНЕНИЯ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ НАЛИЧИИ И ОТСУТСТВИИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

Стрельникова А.В.¹, Самохин А.Г.¹, Михайлов В.П.¹, Крутько А.В.¹, Киселев А.С.²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: AGusev@niito.ru;

²Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева

В настоящей работе был проведен сравнительный анализ стабилметрических параметров у пациентов после хирургического лечения по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника. Было сформировано две группы пациентов по 60 человек в каждой: в первой группе пациентам проводили реабилитационные мероприятия начиная со вторых суток раннего послеоперационного периода (длительность последнего составила 7 ± 2 дня после операции), во второй группе пациентов такого рода мероприятия не проводили. При сравнении между группами пациентов было отмечено статистически значимое уменьшение в раннем послеоперационном периоде величины параметра площади колебаний в 2,38 и 1,89 раза в ходе постановки проб в позе Ромберга с открытыми и закрытыми глазами соответственно ($p=0,0001$) у пациентов, которым проводили реабилитацию, наряду со статистически значимым уменьшением всех прочих контролируемых стабилметрических параметров, что свидетельствует о сенсорной коррекции движений центра давления. Это позволяет говорить о том, что комплексное реабилитационное лечение оказывает существенное влияние на улучшение постурального баланса у пациентов, перенесших декомпрессивно-стабилизирующие операции на поясничном отделе позвоночника.

Ключевые слова: стабилметрия, постуральный баланс, остеохондроз, поясничный, позвоночник, реабилитация.

CHANGES IN THE POSTURAL BALANCE AFTER DECOMPRESSIVE-STABILIZING SURGERY IN PATIENTS WITH THE LUMBAR SPINE DEGENERATIVE-DYSTROPHIC DISORDERS, WHICH WERE ASSIGNED OR WERE NOT TO UNDERWENT REHABILITATION IN EARLY PERIOD AFTER SURGERY

Strelnikova A.V.¹, Samokhin A.G.¹, Mikhailov V.P.¹, Krutko A.V.¹, Kiselev A.S.²

¹Novosibirsk research institute of traumatology and orthopaedics n.a. Ya.L.Tsivyayn, e-mail: AGusev@niito.ru;

²Sankt-Petersburg research institute of psychoneurology n.a. V.M. Bekhterev.

In the present study was comparative analysis stabilometric parameters after surgery in patients with lumbar degenerative-dystrophic diseases. Study population was divided into two groups of patients for 60 people each: the first group of patients underwent rehabilitation activities started on the 2nd day of an early postsurgery period (duration of the last one was 7 ± 2 days after the surgery) and in the second group of patients of such activities were not carried out. Results showed the statistically significant decrease in the early postsurgery period in patients that underwent rehabilitation - values of the sway area in Romberg position with an eyes being opened and closed eyes were 2.38 and 1.89 times lower respectively ($p = 0,0001$) than in the comparison group (without rehabilitation), along with a statistically significant decrease in all other controlled stabilometric parameters, that is evidence of the sensory correction of the centre of pressure. This suggests that a comprehensive rehabilitation treatment has a significant impact on the improvement of postural balance in patients that underwent decompressive-stabilizing surgery of the lumbar spine.

Keywords: stabilometry, postural balance, osteochondrosis, lumbar spine, rehabilitation.

Хирургическое лечение пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника в настоящее время неразрывно связано с процессом

последующей реабилитации таких пациентов. Раннее начало реабилитационных мероприятий предполагает улучшение состояния двигательного стереотипа. Проводимое нами исследование динамики постурального баланса в раннем послеоперационном периоде у оперированных пациентов [1; 2] при помощи стабилметрического метода показало, что в раннем послеоперационном и в отдаленном периоде система обеспечения постурального баланса сохраняет свою нестабильность. Сохранение постуральной нестабильности можно рассматривать как критерий снижения адаптационных возможностей организма и его функциональных систем, что требует включения на этапе реабилитации соответствующих специализированных комплексов лечебной гимнастики. Это особенно важно в связи с тем, что по-прежнему существующая в Российской Федерации (РФ) проблема обеспечения качества медицинской помощи [3] накладывается на отсутствие в данный момент в РФ медико-экономических стандартов для реабилитации таких пациентов после проведенного им хирургического лечения, что может существенно ухудшить результат хирургического вмешательства или даже спровоцировать возврат достигнутого результата к исходным значениям.

Целью настоящего исследования было изучить характеристику постурального баланса у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника в раннем послеоперационном периоде после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств (7 ± 2 дня после хирургического лечения) при проведении реабилитационных мероприятий в сравнении с пациентами, у которых такой реабилитации не проводили.

Материалы и методы

Настоящее исследование представляло собой проспективное нерандомизированное продольное контролируемое сравнительное исследование, направленное на изучение стабилметрических параметров, описывающих постуральный баланс в сроки раннего послеоперационного периода (7 ± 2 дня после хирургического лечения) у пациентов в возрасте от 26 до 60 лет, которым были проведены декомпрессивно-стабилизирующие операции в связи с компрессионными и рефлекторно-болевыми синдромами остеохондроза поясничного отдела позвоночника, и у которых была проведена реабилитация в условиях стационара в период нахождения пациентов в раннем послеоперационном периоде в стационарных условиях, в сравнении с пациентами, которым такую реабилитацию не проводили.

Критерии включения в исследование:

- Возраст от 18 до 65 лет.

- Дегенеративно-дистрофическое заболевание поясничного отдела позвоночника с компрессионными и/или рефлекторно-болевыми синдромами, по поводу которого было проведено хирургическое лечение.
- Отсутствие сопутствующей патологии, влияющей на постуральный баланс (неврологические заболевания, патология опорно-двигательной системы).
- Начало реабилитационных мероприятий на вторые сутки после хирургического лечения.

Критерии исключения из исследования:

- Нарастание неврологического дефицита; наличие хирургических осложнений; затруднения при активизации пациентов (болевой синдром, психические нарушения) в раннем послеоперационном периоде (7 ± 2 дня после хирургического лечения).

Общее количество включенных в исследование пациентов составило 120 человек, из которых было сформировано две группы – исследования и сравнения. В группу исследования вошло 60 пациентов, у которых начиная со вторых суток после хирургического лечения была проведена реабилитация в условиях стационара в период нахождения пациентов в раннем послеоперационном периоде. В группу сравнения вошли 60 пациентов, которым реабилитационные мероприятия не проводили.

Исследование постурального баланса проводили на стабилоплатформе Lucerne measuring plate 2 (Happersberger Otopront GmbH, Германия) с биологической обратной связью. Измерение стабилметрических параметров производили в следующих временных точках: до проведения хирургического лечения, на 7 ± 2 сутки после хирургического лечения. Для этого всем пациентам были проведены следующие тесты на стабилоплатформе: проба в позе Ромберга с открытыми и закрытыми глазами. Проба в позе Ромберга с закрытыми глазами была проведена для моделирования депривации зрительного анализатора. В ходе стабилметрических измерений оценивали следующие стабилметрические параметры: смещение центра давления во фронтальной (Delta X) и сагиттальной (Delta Y) плоскостях, суммарный объем смещений центра давления (Way), средняя скорость смещения центра давления (Way/t), площадь колебаний (Sway Area).

Использование стабилметрической платформы предполагало выдачу пациенту двигательных задач трех типов. В процессе поиска двигательной стратегии пациент совершал различные движения для того, чтобы определить сопоставимость выполняемых движений по направлению и по масштабу с изменениями, происходящими на экране компьютера, сопряженного со стабилоплатформой, при этом по мере появления двигательного навыка и его тренировки изменялся масштаб отображаемых процессов.

Для оценки исходной однородности групп пациентов был проведен сравнительный анализ пациентов обеих групп по всем контролируемым стабилметрическим показателям (таблицы 1 и 2), в ходе которого статистически значимых различий не зарегистрировано, что подтверждает однородность групп на момент включения пациентов всех групп в исследование.

Таблица 1

Стабилметрические показатели при проведении пробы в позе Ромберга с открытыми глазами до проведения хирургического лечения ($M \pm m$) (n=120)

Показатели	Реабилитация проведена (n=60)	Реабилитация не проведена (n=60)	Достигнутый уровень значимости (p)
Смещение центра давления во фронтальной плоскости (DX), см	1,775±0,1008	1,792±0,1562	0,400
Смещение центра давления в сагиттальной плоскости (DY), см	2,247±0,1302	2,032±0,0831	0,519
Суммарный объем смещений центра давления (Way), см	44,910±2,1954	42,037±1,9461	0,629
Средняя скорость смещения центра давления (Way/t), см/с	1,517±0,0834	1,400±0,0653	0,556
Площадь колебаний (Sway Area), см ²	6,644±0,5226	6,534±0,6219	0,733

Таблица 2

Стабилметрические показатели при проведении пробы в позе Ромберга с закрытыми глазами до проведения хирургического лечения ($M \pm m$) (n=120)

Показатели	Реабилитация проведена (n=60)	Реабилитация не проведена (n=60)	Достигнутый уровень значимости (p)
Смещение центра давления во фронтальной плоскости (DX), см	2,093±0,1092	2,639±0,1821	0,013
Смещение центра давления в сагиттальной плоскости (DY), см	3,185±0,1377	3,374±0,1891	0,730
Суммарный объем смещений центра давления (Way), см	61,485±3,3724	60,405±2,9325	0,688
Средняя скорость смещения центра давления (Way/t), см/с	2,545±0,6041	2,271±0,2094	0,207
Площадь колебаний (Sway Area), см ²	12,522±1,0637	14,960±1,3503	0,193

Со всеми пациентами группы исследования проводили индивидуальные занятия лечебной гимнастикой в сочетании с занятиями на стабилметрической платформе вплоть до момента выписки пациентов из хирургического стационара. Лечебную гимнастику начинали на вторые сутки после проведенного хирургического лечения, занятия на стабилплатформе - с третьих суток. Исходное положение для выполнения физических упражнений подбирали

с учетом индивидуальных особенностей пациента. Реабилитационные мероприятия проводили для улучшения проприорецепции от мышц скелетной мускулатуры, чтобы нивелировать процессы гипокинезии. Лечебная гимнастика включала в себя дыхательные упражнения, упражнения для укрепления мышц туловища и конечностей, которые были направлены на улучшение общего тонуса пациента, улучшение крово- и лимфообращения, предотвращение осложнений со стороны органов дыхания.

Обработку полученных результатов исследования проводили при помощи программного обеспечения SPSS v15.0 путем вычисления описательных статистик и сравнения значений переменных, относящихся к дискретной шкале. Описательные статистики представлены в виде средней (M) и её стандартной ошибки (m). Ввиду малого размера популяционной выборки достоверность различий между сравниваемыми средними величинами исследуемых параметров оценивали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Уровень пороговой двунаправленной статистической значимости (p) при этом принимали равным 0,01. Различия сравниваемых величин считали достоверными при значениях, не превышающих порогового уровня ($p < 0,01$).

Учитывая дизайн исследования, тип и характер основной конечной точки (сравнительное исследование в параллельных группах), размер популяционной выборки вычисляли для основной конечной точки (доля пациентов с достигнутым восстановлением постурального баланса тела в пространстве после реабилитационного лечения), определив его исходя из ожидаемой частоты хороших исходов реабилитационного лечения в группах исследования и сравнения, заданных как 80% и 10% соответственно. Таким образом, необходимый размер каждой группы пациентов может быть оценен по следующей формуле:

$$n_1 = n_2 = \frac{(Z_{1-\beta} + Z_{1-\alpha/2})^2 \times (p_1 \times (1 - p_1) + p_2 \times (1 - p_2))}{(p_1 - p_2)^2} = \\ = \frac{(1,96 + 1,28)^2 \times (0,80 \times (1 - 0,80) + 0,10 \times (1 - 0,10))}{(0,85 - 0,10)^2} = 5,36 \approx 6$$

С учетом возможного досрочного выбывания из исследования 50% пациентов потребуется включить в анализ не менее $6/(1-0,5) = 12$ пациентов в каждую группу, итого не менее чем 24 пациента.

Результаты

Кратко характеризуя результаты хирургического лечения в изучаемой популяции пациентов, надо отметить, что после хирургического лечения проявления компрессионно-ишемической радикулопатии и неврологической симптоматики у изучаемых нами пациентов регрессировали, у всех пациентов отсутствовал неврологический дефицит. У пациентов, установленных на стабилметрическую платформу в позу Ромберга с открытыми глазами, до

хирургического лечения и в раннем послеоперационном периоде (7 ± 2 дня после хирургического лечения) были получены следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3

Стабилометрические показатели при проведении пробы в позе Ромберга с открытыми глазами ($M\pm m$) ($n=60$)

Показатели	До операции	7 ± 2 дня после операции	Достигнутый уровень значимости различий (p)
Смещение центра давления во фронтальной плоскости (DX), см	$1,775\pm 0,1008$	$1,295\pm 0,0609$	0,0001
Смещение центра давления в сагиттальной плоскости (DY), см	$2,247\pm 0,1302$	$1,770\pm 0,0782$	0,007
Суммарный объем смещений центра давления (Way), см	$44,910\pm 2,1954$	$39,346\pm 1,4201$	0,156
Средняя скорость смещения центра давления (Way/t), см/с	$1,517\pm 0,0834$	$1,305\pm 0,0452$	0,115
Площадь колебаний (Sway Area), cm^2	$6,644\pm 0,5226$	$4,551\pm 0,3428$	0,002

В ходе анализа результатов при сравнении величин, зарегистрированных до хирургического лечения и в раннем послеоперационном периоде (7 ± 2 дня после хирургического лечения) было отмечено статистически значимое уменьшение амплитуды колебаний центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях в 1,37 ($p=0,0001$) и 1,27 ($p=0,007$) раза соответственно, площадь колебаний также уменьшилась в 1,46 раза, с 6,644 до 4,551 cm^2 ($p=0,002$). При этом не выявлено статистически значимого снижения других контролируемых параметров, таких как суммарный объем смещений центра давления и средняя скорость смещений центра давления.

Результаты тестирования пациентов на стабилометрической платформе в позе Ромберга с закрытыми глазами, до хирургического лечения и в раннем послеоперационном периоде (7 ± 2 дня после хирургического лечения) представлены в табл. 4. При проведении теста с закрытыми глазами статистически значимые различия были зарегистрированы лишь для параметра, описывающего площадь колебаний – произошло его уменьшение в 1,43 раза (с 12,522 до 8,780 cm^2 ($p=0,005$)).

Таблица 4

Стабилометрические показатели при проведении пробы в позе Ромберга с закрытыми глазами ($M\pm m$) ($n=60$)

Показатели	До операции	После операции	Достигнутый уровень значимости (p)
Смещение центра давления во	$2,093\pm 0,1092$	$1,887\pm 1097$	0,156

фронтальной плоскости (DX), см			
Смещение центра давления в сагиттальной плоскости (DY), см	3,185±0,1377	3,352±0,6816	0,014
Суммарный объем смещений центра давления (Way), см	61,485±3,3724	51,167±1,8367	0,062
Средняя скорость смещения центра давления (Way/t), см/с	2,545±0,6041	2,175±0,4857	0,149
Площадь колебаний (Sway Area), см ²	12,522±1,0637	8,780±0,7477	0,005

Сравнительный анализ полученных стабилметрических данных пациентов, у которых не проводили реабилитационные мероприятия в раннем послеоперационном периоде, в сравнении с показателями пациентов, которые в раннем послеоперационном периоде занимались по подобранной нами программе, показал, что пациенты, которые проходили реабилитацию в должном объеме, продемонстрировали статистически значимое снижение значений по всем контролируемым в исследовании параметрам, что характеризует амплитуду колебаний центра давления (табл. 5 и 6). При этом величина параметра площади колебаний между группами пациентов различалась в 2,38 и 1,89 раза при пробах в позе Ромберга с открытыми и закрытыми глазами соответственно ($p=0,0001$).

Таблица 5

Стабилметрические показатели при проведении пробы в позе Ромберга с открытыми глазами в раннем послеоперационном периоде ($M\pm m$) у пациентов, у которых не проводили реабилитационные мероприятия ($n=60$), в сравнении с пациентами, которые в раннем послеоперационном периоде занимались по подобранной нами программе ($n=60$)

Показатели	Реабилитация проведена ($n=60$)	Реабилитация не проведена ($n=60$)	Достигнутый уровень значимости (p)
Смещение центра давления во фронтальной плоскости (DX), см	1,295±0,0609	2,056±0,1317	0,0001
Смещение центра давления в сагиттальной плоскости (DY), см	1,770±0,0782	2,752±0,2072	0,0001
Суммарный объем смещений центра давления (Way), см	39,346±1,4201	53,771±3,0293	0,0001
Средняя скорость смещения центра давления (Way/t), см/с	1,305±0,0452	1,789±0,1003	0,0001
Площадь колебаний (Sway Area), см ²	4,551±0,3428	10,844±2,0928	0,0001

Таблица 6

Стабилметрические показатели при проведении пробы в позе Ромберга с закрытыми глазами в раннем послеоперационном периоде ($M\pm m$) у пациентов, у которых не проводили реабилитационные мероприятия ($n=60$), в сравнении с пациентами, которые в раннем послеоперационном периоде занимались по подобранной нами программе ($n=60$)

Показатели	Реабилитация проведена (n=60)	Реабилитация не проведена (n=60)	Достигнутый уровень значимости (p)
Смещение центра давления во фронтальной плоскости (DX), см	1,887±1097	2,732±0,2087	0,0001
Смещение центра давления в сагиттальной плоскости (DY), см	3,352±0,6816	3,719±0,1929	0,0001
Суммарный объем смещений центра давления (Way), см	51,167±1,8367	67,947±3,1384	0,0001
Средняя скорость смещения центра давления (Way/t), см/с	2,175±0,4857	2,324±0,1077	0,0001
Площадь колебаний (Sway Area), см ²	8,780±0,7477	16,598±1,5278	0,0001

Обсуждение

Гипотеза настоящего исследования строилась на том, что реабилитационные мероприятия должны были обеспечить быстрый эффект в раннем послеоперационном периоде, улучшая общее физическое состояние, обеспечивая укрепление мышечного корсета, улучшение кровоснабжения, расслабляя рефлексорно укороченные мышцы, уменьшая болевой синдром [1; 4-6], что в перспективе должно было способствовать восстановлению правильного двигательного стереотипа и предотвращению закрепления патологических двигательных стереотипов.

Оценка полученных в настоящем исследовании стабилметрических данных выявила следующие закономерности.

1. У пациентов, которым были проведены реабилитационные мероприятия в раннем послеоперационном периоде, при тестировании с открытыми глазами происходит достоверное уменьшение амплитуды колебаний центра давления в сагиттальной и фронтальной плоскостях, а также уменьшение площади колебаний центра давления. При проведении теста с закрытыми глазами отмечено достоверное уменьшение площади колебаний центра давлений.
2. Статистически значимые уменьшения амплитуды колебаний центра давления по всем тестируемым показателям в раннем послеоперационном периоде выявлены при сравнительном анализе полученных стабилметрических данных пациентов, с которыми проводили реабилитационные мероприятия, в сравнении с показателями пациентов, у которых такого рода мероприятия не проводили.

Уменьшение амплитуды колебания центра давления при тестировании с открытыми глазами в послеоперационном периоде характерно для пациентов, которым проводили хирургическое лечение. В нормальных условиях для поддержания вертикальной позы здоровые взрослые люди используют в основном проприоцептивный анализатор, при этом

так или иначе они вынуждены полагаться на визуальную информацию, поскольку зрительный анализатор оказывает [6-7; 9] сильное стабилизирующее воздействие на поддержание позы при спокойном стоянии. С учетом этого можно предполагать, что в нашем исследовании реабилитационные мероприятия, влияющие на мышцы, обеспечивающие постуральный баланс, позволили обеспечить большую стабильность в вертикальном положении у тех пациентов, которым была проведена реабилитация. Многие авторы полагают, что в случае устранения визуальной информации во время спокойного стояния на стабильной платформе, основная нагрузка приходится на проприоцептивные рецепторы. Закрытие глаз, как правило, вызывает большие колебания [6-9]. На фоне проведения реабилитационных мероприятий в нашем исследовании было отмечено уменьшение площади колебаний центра давления, что свидетельствует о сенсорной коррекции движений центра давления. А поскольку уменьшение колебаний у пациентов, которым проводили реабилитацию, произошло по всем тестируемым показателям, в сравнении с пациентами, которым реабилитацию не проводили, то это свидетельствует о появлении большей стабильности системы обеспечения постурального баланса на фоне реабилитационных мероприятий, что является предпосылкой для формирования оптимального двигательного стереотипа.

Выводы

При сравнении между группами пациентов было отмечено статистически значимое уменьшение в раннем послеоперационном периоде величины параметра площади колебаний в 2,38 и 1,89 раза в ходе постановки проб в позе Ромберга с открытыми и закрытыми глазами соответственно ($p=0,0001$) у пациентов, которым проводили реабилитацию, наряду со статистически значимым уменьшением всех прочих контролируемых стабилметрических параметров, что свидетельствует о сенсорной коррекции движений центра давления. Сравнительный анализ полученных стабилметрических показателей пациентов, с которыми проводили реабилитационные мероприятия, в сравнении с показателями пациентов, у которых такого рода мероприятия не проводили, позволяет говорить о том, что комплексное реабилитационное лечение оказывает существенное влияние на улучшение постурального баланса у пациентов, перенесших декомпрессивно-стабилизирующие операции на поясничном отделе позвоночника.

Список литературы

1. Михайлов В.П. Постуральный дисбаланс в генезе и клинике поясничной боли : дис. докт. мед. наук. - Новосибирск, 1998. – С. 212.

2. Михайлов В.П. Биологическая обратная связь в лечении миофасциальных болевых синдромов спины / В.П. Михайлов, М.И. Ковтун, А.А. Кузьмичев, Е.А. Головки // Хирургия позвоночника. - 2008. - № 4. - С. 37-41.
3. Михайлов В.П. Изменения пострурального баланса после декомпрессивно-стабилизирующих операций у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника / В.П. Михайлов, А.В. Крутько, А.В. Стрельникова, О.В. Шелякина, С.В. Жеребцов, А.В. Евсюков, А.И. Васильев // Хирургия позвоночника. - 2013. - № 2. - С. 38-42.
4. Михайлов В.П. Миофасциальные болевые синдромы и возможности их немедикаментозной коррекции / В.П. Михайлов, А.А. Кузьмичев, М.В. Ковтун, А.Д. Полосухин // Хирургия позвоночника. - 2010. - № 4. - С. 55-60.
5. Стрельникова А.В. Постуральный баланс после декомпрессивно-стабилизирующих операций у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника / А.В. Стрельникова, В.П. Михайлов, О.В. Шелякина, А.Г. Самохин, А.В. Крутько, С.В. Жеребцов // Хирургия позвоночника. - 2015. - Т. 12. - № 4. - С. 63–69.
6. Фомичев Н.Г. Обеспечение качества медицинской помощи на основе международных стандартов ИСО серии 9000 / Н.Г. Фомичев, М.А. Садовой, И.Ю. Бедорева, В.Ю. Самарина // Главврач. - 2005. - № 12. - С. 36-41.
7. Danion F. Control of locomotion in expert gymnasts in the absence of vision / F. Danion, A. Boyadjian, L. Marin // Journal of Sport & Social Issues. – 2000. – Vol. 18. – P. 809-814.
8. Jaworska M. The assessment of balanced posture in patients with lumbosacral spine pain syndrome using stabilometric platform / M. Jaworska, K. Kałużny, A. Plaskiewicz, B. Kochański, M. Hagner-Derengowska, W. Żukow, W. Hagner, Z. Dudkiewicz // Journal of Health Sciences. – 2013. – Vol. 3. – Issue 16. – P. 087-094.
9. Sipko T. Wpływ chwilowej i trwałej utraty kontroli wzrokowej położenia ciała w przestrzeni na proces regulacji równowagi ciała w pozycji stojącej / T. Sipko, T. Skolimowski, B. Ostrowska // Fizjoter. – 1997. – Vol. 2. – P. 11-16.