

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВИ НА БАЛАНСОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПАЦИЕНТОВ С СОЧЕТАННОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ПОЗВОНОЧНИКА И СУСТАВОВ

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF POSTOPERATIVE FOOTWEAR ON BALANCE STABILITY OF PATIENTS WITH COMBINED PATHOLOGY OF THE SPINE AND JOINTS

Киреев С.И. Kireev S.I.
Иванов Д.В. Ivanov D.V.
Островский Н.В. Ostrovsky N.V.
Бессонов Л.В. Bessonov L.V.
Дудакова А.Н. Dudakova A.N.

ФГБОУ «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,
ГУЗ «Саратовский областной клинический госпиталь для ветеранов войн»,
г. Саратов, Россия

National Research Saratov State University
named after N.G. Chernyshevsky,
Saratov Regional Clinical Hospital
for War Veterans,
Saratov, Russia

Актуальной проблемой современной хирургии стопы является обеспечение благоприятных биомеханических условий для ранней активизации пациентов в послеоперационном периоде. Снижение механических усилий при ходьбе с опорой на оперированные стопы достигается за счет использования специальной послеоперационной обуви. Эффективность применения такой обуви может быть ограничена из-за проблемы устойчивости у пациентов старшей возрастной группы. Наряду с высокой частотой встречаемости деформации переднего отдела стопы для этой группы пациентов характерна сочетанная патология суставов нижних конечностей и позвоночника, оказывающие отрицательное влияние на функцию равновесия и обуславливающие риск падений. Установленное ранее значимое влияние конструктивных особенностей обуви на балансировую устойчивость пациентов старшей возрастной группы также может негативно отразиться на эффективности использования послеоперационной обуви с разгрузкой переднего отдела стопы. В связи с вышеизложенным оценка биомеханических параметров функции равновесия и балансовой устойчивости пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов в условиях разгрузки переднего отдела стопы при помощи специальной обуви представляет собой научный и практический интерес.

Цель исследования — изучение стабилметрических показателей у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов при использовании ортопедической послеоперационной обуви.

Материалы и методы. В период с 10.01.2024 по 01.03.2024 выполнено проспективное рандомизированное исследование, объектом которого стали пациенты с сочетанной патологией позвоночника и суставов. В исследовании принял участие 21 человек. Средний возраст пациентов составил $56 \pm 7,0$ лет. Распределение пациентов по полу: 13 женщин и 8 мужчин.

Количественную объективную оценку функции равновесия и балансовой устойчивости осуществляли при помощи регистрации и анализа стабилметрических показателей. Обследование проводили по стандартной методике с установкой стоп по европейской методике с открытыми и закры-

An urgent problem in modern foot surgery is to provide favorable biomechanical conditions for early activation of patients in the postoperative period. Reducing mechanical forces when walking with support on the operated feet is achieved through the use of special postoperative shoes. The effectiveness of using such shoes may be limited due to stability problems in older patients. Along with the high incidence of forefoot deformity, this group of patients is characterized by combined pathology of the joints of the lower extremities and the spine, which have a negative impact on balance function and the risk of falls. The previously established significant influence of the design features of shoes on the balance stability of patients in the older age group can also negatively affect the effectiveness of using postoperative shoes with unloading of the forefoot. In connection with the above mentioned fact, the assessment of the biomechanical parameters of the balance function and balance stability of patients with combined pathology of the spine and joints in conditions of unloading the forefoot using special shoes is of scientific and practical interest.

Objective — to study stabilometric parameters in patients with combined pathology of the spine and joints using orthopedic postoperative shoes.

Materials and methods. A prospective randomized study was conducted between January 10, 2024 and March 3, 2024, the subjects of which were patients with combined pathology of the spine and joints. The study involved 21 people. The average age of the patients was 56 ± 7.0 years. Distribution of patients by gender: 13 women and 8 men.

A quantitative objective assessment of the equilibrium function and balance stability was carried out using the recording and analysis of stabilometric indicators. The examination was carried out using a standard technique with the installation of feet according to the European

Для цитирования: Киреев С.И., Иванов Д.В., Островский Н.В., Бессонов Л.В., Дудакова А.Н. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВИ НА БАЛАНСОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПАЦИЕНТОВ С СОЧЕТАННОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ПОЗВОНОЧНИКА И СУСТАВОВ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2024. № 3. С. 76-83.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/547>

DOI: 10.24412/1819-1495-2024-3-76-83

тыми глазами без обуви и в послеоперационной обуви с разгрузкой переднего отдела стопы.

Результаты. Было отмечено увеличение площади стабиллограммы, скорости перемещения центра давления и индекса энергозатрат на поддержание состояния равновесия при усложнении условий контроля за поструральной устойчивостью. Статистически значимое увеличение этих показателей, по сравнению с другими условиями оценки, произошло при использовании обуви с разгрузкой переднего отдела стопы с закрытыми глазами. Менее половины обследованных пациентов (9 человек) продемонстрировали нормальный (или близкий к нему) уровень интегрального показателя оценки функции равновесия, соответствовавший 100 и более относительным единицам. В большинстве случаев (у 14 пациентов) применение обуви с разгрузкой переднего отдела стопы оказало отрицательное влияние на функцию равновесия, что отразилось в уменьшении исследуемого показателя. При этом в 3 случаях произошло многократное снижение интегрального показателя оценки функции равновесия. В 1 случае обувь не оказала никакого влияния на функцию равновесия. У 5 пациентов при использовании обуви с разгрузкой переднего отдела стопы было отмечено увеличение интегрального показателя оценки функции равновесия, значимое изменение которого произошло лишь в 3 случаях.

Заключение. Необходим персонализированный подход к использованию специальной послеоперационной обуви, обеспечивающей разгрузку переднего отдела стопы. Такая обувь применяется в рамках восстановительного лечения пациентов после хирургической коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы.

Исследование показало, что стабиллометрическая оценка биомеханических параметров функции равновесия позволяет реализовать персонализированный подход к послеоперационной реабилитации пациентов с деформацией переднего отдела стопы.

Полученные результаты могут служить основой для достижения максимально возможной эффективности послеоперационного восстановительного лечения на основе персонализированного подхода к хирургической коррекции переднего отдела стопы у пациентов старшей возрастной группы с сочетанной патологией позвоночника и суставов нижних конечностей.

Ключевые слова: биомеханика; равновесие; поструральный баланс; стабиллометрия; послеоперационная обувь; сочетанная патология

Ортопедическая обувь с разгрузкой переднего отдела стопы (ОРПОС) в настоящее время широко применяется в клинической практике. Современный подход к восстановительному лечению в хирургии стопы предполагает ее ношение в раннем послеоперационном периоде [1–4]. Снижение механических усилий при ходьбе способствует сокращению риска осложнений после хирургической коррекции первого луча стопы, связанных с нестабильностью костных фрагментов и металлических фиксаторов [1, 2].

На основании биомеханических исследований были определены наиболее рациональные варианты дизайна ОРПОС. В качестве объектов исследования чаще всего в подобных научных проектах принимали участие здоровые лица или больные с патологией перифе-

рической нервной системы на фоне сахарного диабета [1–4]. Влияние конструктивных особенностей обуви на балансированную устойчивость и риск падений у пациентов старшей возрастной группы было установлено в ряде исследований [5].

В собственной клинической практике неоднократно возникали ситуации, когда пациенты испытывали выраженные трудности с использованием ОРПОС из-за снижения устойчивости при стоянии и ходьбе. У лиц с распространенной в старшей возрастной группе деформацией первого луча стопы наиболее частой сопутствующей патологией является патология позвоночника и суставов [6]. Негативное влияние патологии суставов нижних конечностей и позвоночника на стабиллометрические показатели подтверждено российскими и зарубежными исследователями [7, 8].

technique with open and closed eyes without shoes and in postoperative shoes with unloading of the forefoot.

Results. An increase in the area of the stabilogram, the speed of movement of the center of pressure and the index of energy consumption to maintain a state of balance was noted when the conditions for controlling postural stability became more difficult. A statistically significant increase in these indicators, compared to other assessment conditions, occurred when using shoes with forefoot unloading with the eyes closed. Less than half of the examined patients (9 people) demonstrated a normal (or close to it) level of the integral indicator for assessing the balance function, corresponding to 100 or more relative units. In most cases (in 14 patients), the use of shoes with unloading of the forefoot had a negative effect on balance function, which was reflected in a decrease in the studied indicator. Moreover, in three cases there was a multiple decrease in the integral indicator of the equilibrium function assessment. In one case, shoes had no effect on balance function. In 5 patients, when using shoes with unloading of the forefoot, an increase in the integral indicator of assessing the balance function was noted, a significant change of which occurred only in 3 cases.

Conclusion. A personalized approach to the use of special postoperative footwear is required, providing unloading of the forefoot. Such footwear is used as part of the rehabilitation treatment of patients after surgical correction of hallux valgus.

The study showed that stabilometric assessment of biomechanical parameters of the balance function allows for the implementation of a personalized approach to postoperative rehabilitation of patients with forefoot deformities.

The obtained results can serve as a basis for achieving the highest possible effectiveness of postoperative restorative treatment based on a personalized approach to surgical correction of the forefoot in older patients with combined pathology of the spine and joints of the lower extremities.

Keywords: biomechanics; balance; postural balance; stabilometry; postoperative shoes; combined pathology

Тем не менее ее значимость в нарушении пострурального баланса при использовании ОРПОС ранее не исследовалась.

В связи с вышеизложенным представляет научный и практический интерес исследование биомеханических параметров балансовой устойчивости при использовании ОРПОС у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов.

Целью нашего исследования явилось изучение стабиллометрических показателей у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов при использовании ортопедической послеоперационной обуви.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проспективное рандомизированное исследование было проведено в период с 10.01.2024 по 01.03.2024.

Обследован 21 пациент с сочетанной патологией позвоночника и суставов, находившийся на стационарном лечении в ГУЗ «Саратовский областной клинический госпиталь для ветеранов войн». Из общего списка пациентов, соответствующих нозологическому критерию, в случайном порядке были выбраны 30 кандидатов для участия в исследовании. После проведения предварительного собеседования и ознакомления с целью, задачами и протоколом исследования 9 человек отказались от участия. Средний возраст пациентов составил $56 \pm 7,0$ лет, длительность заболевания — более пяти лет. Распределение пациентов по полу: 13 женщин и 8 мужчин. Критерии включения в исследование: наличие сочетанной патологии позвоночника и суставов; информированное согласие. Критерии невключения: наличие патологии головного мозга, проявляющейся нарушением равновесия и двигательной функции; необходимость применения ортезов, а также средств вспомогательной опоры и движения. Критерии исключения из исследования: отзыв информированного согласия.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ООО «Клиника головной боли» г. Саратова (протокол № 1/1 от 29.12.2023). В соответствии с одобренным протоколом исследования все пациенты, принявшие в нем участие, подписали информированное согласие.

Оценку балансовой постральной устойчивости производили при помощи стабилметрического исследования с использованием электронного устройства «Стабилотренажер ST 150» («Мера-ТСП», Россия). Стабилметрическое исследование выполняли в соответствии с основными требованиями, которые были собраны и сформулированы в специализированных руководствах, а также рекомендациях Международного общества исследования основной стойки [9, 10]. Исследование осуществляли в специальном помещении (кабинете отделения функциональной диагностики) площадью 15 м^2 с искусственным освещением. Использовали европейскую установку стоп

на стабилметрической платформе (пятки вместе на расстоянии 2 см, носки разведены под углом в 30 градусов). Проводили пробу Ромберга с открытыми и закрытыми глазами в течение 51 с. Обследование каждого пациента включало 2 этапа. На первом этапе пациенты были без обуви, на втором — в специальной послеоперационной обуви с разгрузкой переднего отдела стопы. Проводили регистрацию и анализ стабилметрических показателей, отражающих постральную балансовую устойчивость: S, мм^2 — площадь статокинезиограммы; V, мм/сек — средняя скорость перемещения центра давления; Av, мДж/с — индекс энергозатрат пациента на поддержание состояния равновесия; оценка функции равновесия (ОФР), отн. ед. — относительный интегральный показатель ОФР. Все зарегистрированные показатели были внесены в базу данных, сформированную при помощи пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием непараметрических методов вариационной статистики при помощи программы Statistica 6.0 для Windows. При сравнении полученных статистических характеристик вариационных группировок использовали среднее и стандартное отклонение ($M \pm SD$), медиану Me (IQR) и межквартильный размах Q1–Q3 (25% — 75%). Для удобства визуального восприятия и сравнительной оценки статистические характеристики результатов нашего исследования были представлены в виде диаграмм.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Статистическая характеристика площади стабилограммы, соответствующей различным условиям исследования, представлена на рисунке 1.

Было отмечено увеличение площади стабилограммы при усложнении условий контроля за постральной устойчивостью. Тем не менее статистически значимое увеличение этого показателя, по сравнению с другими условиями оценки, произошло при использовании ОРПОС с закрытыми глазами.

Статистическая характеристика скорости перемещения центра давления V (мм/с), соответствующей различным условиям исследования, представлена на рисунке 2.

Направленность изменений скорости перемещения центра давления соответствовала аналогичной динамике площади стабилограммы, однако значимость этих различий оказалась существенно меньше.

Статистическая характеристика индекса энергозатрат на поддержание состояния равновесия, соответствующего различным условиям исследования, представлена на рисунке 3.

Значения индекса энергозатрат на поддержание состояния равновесия отличались меньшей вариабельностью, но аналогичной направленностью и значимостью изменений по сравнению с двумя предыдущими показателями стабилограммы.

Статистическая характеристика интегрального показателя ОФР, соответствующего различным условиям исследования, представлена на рисунке 4.

Обобщенная статистическая характеристика полученных значений интегрального показателя ОФР выразилась в его уменьшении при использовании ОРПОС. Статистическая значимость обнаруженных изменений не может быть признана высокой из-за существенной широты диапазона полученных совокупностей данных.

С учетом неоднородности по направленности и степени изменений интегрального показателя ОФР у обследованных пациентов для удобства анализа полученных результатов последние были представлены в виде гистограммы (рис. 5) с парным сравнением данных при различных условиях опоры.

Менее половины обследованных пациентов (9 человек) продемонстрировали нормальный (или близкий к нему) уровень интегрального показателя ОФР, соответствовавший 100 и более относительным единицам. В большинстве случаев (у 14 пациентов) применение ОРПОС оказало отрицательное влияние на функцию равновесия, что отразилось в уменьшении исследуемого показателя. При этом в 3 случаях произошло многократное

снижение интегрального показателя ОФР (рис. 5, пациенты с порядковыми номерами 2, 3, 18). В одном случае обувь не оказала никакого влияния на функцию равновесия. У 5 пациентов при использовании ОРПОС было отмечено увеличение интегрального показателя ОФР, значимое изменение которого произошло лишь в 3 случаях.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования эффективности применения послеоперационной ОРПОС в большинстве случаев направлены на изучение степени снижения давления на подошвенную поверхность переднего отдела стопы [1–4]. Именно с этим эффектом авторы связывают уменьшение частоты и вероятности возникно-

вения таких осложнений после хирургической коррекции первого луча стопы, как потеря стабильности, замедленная консолидация и образование ложных суставов в области остеотомии первой плюсневой кости [2, 4]. В то же время собственная клиническая практика побудила нас обратить внимание на невысокую приверженность па-

Рисунок 1

Значения площади стабиллограммы S (мм²) у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов при проведении пробы Ромберга

Figure 1

Values of the stabilogram area S (mm²) in patients with combined pathology of the spine and joints during the Romberg test

Примечание: здесь и далее на рисунках 2 и 3 на диаграмме графически представлены медиана, нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значения, выбросы. При попарном сравнении использовался непараметрический критерий Манна – Уитни (различия статистически значимы при $p < 0,05$).

ГО – с открытыми глазами; ГОоб – с открытыми глазами в ОРПОС; ГЗ – с закрытыми глазами; ГЗоб – с закрытыми глазами в ортопедической обуви с разгрузкой переднего отдела стопы.

Note: here and further in Figures 2 and 3, the diagram graphically presents the median, lower and upper quartiles, minimum and maximum values, and outliers. For pairwise comparisons, the nonparametric Mann–Whitney test was used (differences are statistically significant at $p < 0.05$).

ОЕ – with opened eyes; OEos – with opened eyes and orthopedic shoes; CE – closed eyes; CEos – with closed eyes and orthopedic shoes with unloading of the forefoot.

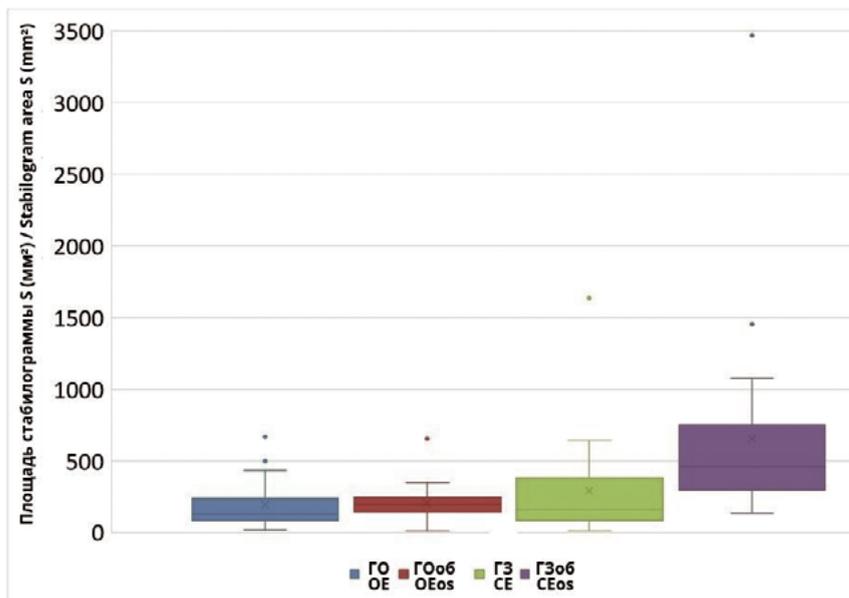


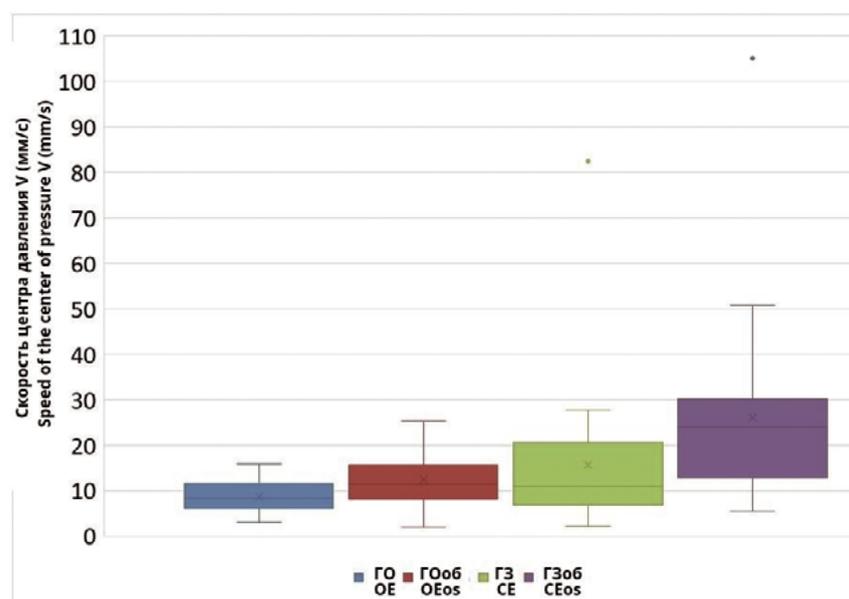
Рисунок 2

Значения скорости перемещения центра давления V (мм/с) у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов при проведении пробы Ромберга

Figure 2

Values of the speed of movement of the center of pressure V (mm/s) in patients with combined pathology of the spine and joints during the Romberg test

ГО – с открытыми глазами; ГОоб – с открытыми глазами в ОРПОС; ГЗ – с закрытыми глазами; ГЗоб – с закрытыми глазами в ортопедической обуви с разгрузкой переднего отдела стопы.



циентов старшей возрастной группы к использованию ОРПОС из-за негативного влияния на ощущение комфортности ходьбы и устойчивость. Наряду с субъективными оценками при помощи специальных шкал и опросников, в единичных исследованиях было установлено влияние дизайна обуви на балансую устойчивость лиц старшей возрастной группы [5]. Наиболее вероятными причинами нарушения функции равновесия и повышения риска падений у таких пациентов являются биомеханические проявления заболеваний суставов нижних конечностей и позвоночника [7, 8]. Применительно к использованию ОРПОС после хирургической коррекции первого луча стопы представляет научный и практический интерес исследование балансовой устойчивости у пациентов старшей возрастной группы с распространенной сочетанной патологией позвоночника и суставов [6].

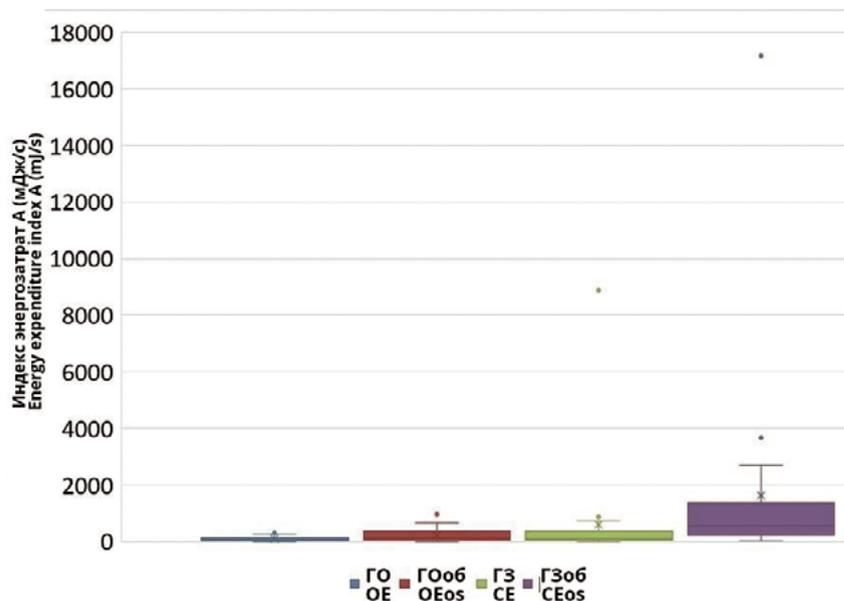
В рамках настоящего исследования была проведена стабилметрическая оценка влияния ОРПОС на балансовую устойчивость у 21 пациента с сочетанной патологией позвоночника и суставов. Возрастная и гендерная характеристика участ-

Рисунок 3

Значения индекса энергозатрат А (мДж/с) на поддержание состояния равновесия у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов при проведении пробы Ромберга

Figure 3

Values of the energy expenditure index A (mJ/s) for maintaining equilibrium in patients with combined pathology of the spine and joints during the Romberg test



ников нашего исследования соответствовала данным пациентов, которым выполняется хирургическая коррекция первого луча стопы. С учетом методологических аспектов интерпретации результатов ста-

билметрического исследования мы провели анализ показателей, наиболее наглядно отражающих изменение устойчивого положения тела пациента в пространстве и физиологических механизмов посту-

Рисунок 4

Значения интегрального показателя оценки функции равновесия (ОФР) (отн. ед.) у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов

Figure 4

Values of the integral indicator of the balance function assessment (BFA) (relative units) in patients with combined pathology of the spine and joints

Примечание: графически представлены медиана, нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значения, выбросы. При попарном сравнении использовался непараметрический критерий Манна – Уитни (различия статистически значимы при $p < 0,05$).

ОРПОС – ортопедическая обувь с разгрузкой переднего отдела стопы.

Note: the median, lower and upper quartiles, minimum and maximum values, and outliers are graphically presented. The nonparametric Mann–Whitney test was used for pairwise comparisons (differences are statistically significant at $p < 0.05$). OSUF – orthopedic shoes with unloading of the forefoot.

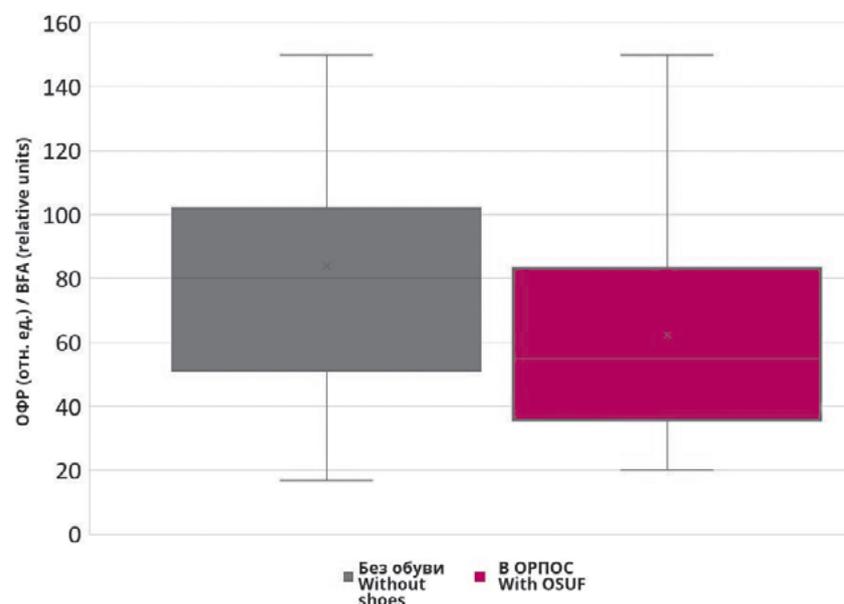


Рисунок 5

Значения интегрального показателя оценки функции равновесия (ОФР) (отн. ед.) у пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов

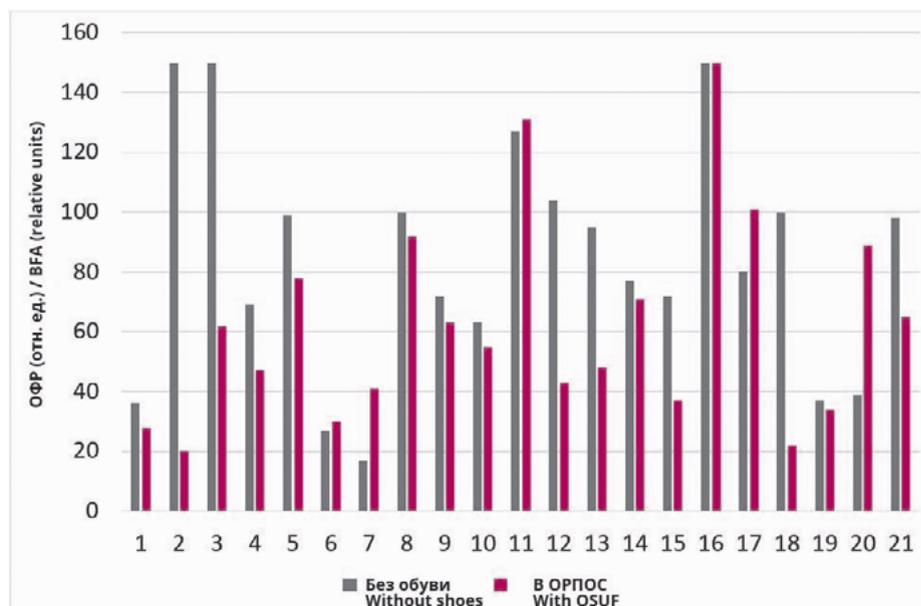
Figure 5

Values of the integral indicator of the balance function assessment (BFA) (relative units) in patients with combined pathology of the spine and joints

Примечание: по оси абсцисс представлены порядковые номера пациентов от 1 до 21. ОРПОС — ортопедическая обувь с разгрузкой переднего отдела стопы.

Note: the abscissa axis shows the patient numbers from 1 to 21.

OSUF — orthopedic shoes with unloading of the forefoot.



рального баланса [9, 10]. Возможность осуществления сравнительного анализа полученных нами данных имеет существенные ограничения из-за отсутствия публикаций, содержащих результаты исследований с аналогичным дизайном. По нашему мнению, с учетом приведенных аргументов в пользу актуальности данное обстоятельство подтверждает новизну собственной научной работы.

Было установлено умеренное статистически не значимое влияние ОРПОС на увеличение площади стабилотрамы при выполнении пробы Ромберга с открытыми глазами. В то же время отсутствие зрительного контроля при выполнении исследования с закрытыми глазами сопровождалось статистически значимым увеличением площади стабилотрамы при использовании ОРПОС. Таким образом, было установлено негативное влияние ОРПОС на устойчивость положения тела пациента в пространстве, которое в значительной степени компенсировалось механизмами зрительного контроля. Следовательно, имеющаяся у пациентов патология зрения может негативно сказываться на устойчивости в ОРПОС, в том числе быть связана с риском падения.

Влияние ОРПОС на функциональные механизмы сохранения равновесия было подтверждено статистически значимым ростом показателя скорости перемещения центра давления при выполнении пробы Ромберга с закрытыми глазами. Менее значимое увеличение этого параметра при использовании ОРПОС с открытыми глазами подтвердило существенное компенсаторное влияние зрительного анализатора на балансировочную устойчивость пациентов с сочетанной патологией позвоночника и суставов. Статистические параметры показателя скорости перемещения центра давления в нашем исследовании характеризовались значительной степенью вариабельности. В то же время вариабельность этого показателя у здоровых лиц является наименьшей в сравнении с другими стабилотметрическими данными [10]. Следует предположить, что у лиц с сочетанной патологией позвоночника и суставов функциональные нарушения постурального баланса отличаются значительным разнообразием индивидуальных отклонений от нормы. Следовательно, необходим персонализированный подход к планированию восстановительного лечения пациентов после хирургической коррекции первого луча

стопы, включающий в себя оценку возможности применения ОРПОС с учетом выраженности патологии позвоночника и суставов.

Функционально-физиологические эффекты применения ОРПОС нашли отражение также в увеличении индекса энергозатрат на поддержание состояния равновесия, наиболее статистически значимого при отсутствии зрительного контроля.

В специализированной литературе представлены подходы к оценке стабилотметрического исследования, направленные на поиск интегральных показателей, отражающих состояние балансовой устойчивости и функции равновесия [9, 10]. Одним из таких параметров, рассчитываемых в программном обеспечении «Стабилотренажера ST 150», является ОФР (отн. ед.). В общей совокупности обследованных нами пациентов было отмечено уменьшение этого параметра при использовании ОРПОС относительно исходного значения, сниженного по сравнению с нижней границей нормы на 5–35 относительных единиц. Оценка значимости выявленных отличий была затруднена из-за существенной вариабельности результатов. Попарное сравнение динамики этого показателя у каждого из пациентов позволило определить,

что в трех случаях (см. порядковые номера пациентов 2, 3, 18 на рис. 5) возникло кратное уменьшение ОФР. Повторный анализ клинических данных указанных пациентов позволил предположить, что такие выраженные изменения были связаны с вертеброгенным и артрогенным болевым и мышечно-тоническим синдромами. Следовательно, дополнительными критериями планирования операции на стопах целесообразно признать болевой и мышечно-тонический синдромы, обусловленные обострением хронической сочетанной патологии позвоночника и суставов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлено обоснование необходимости персонализированного подхода к использованию специальной послеоперационной обуви, обеспечивающей разгрузку переднего отдела стопы. Такая обувь применяется в рамках восстановительного лечения пациентов после хирургической коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы. Приведены результаты сравнительного биомеханического исследования функции равновесия при помощи метода стабилометрии. На основе данных

обследования 21 пациента с сочетанной патологией позвоночника и суставов были выявлены особенности параметров устойчивости вертикального положения, которые значительно изменяются при использовании обуви с разгрузкой переднего отдела стопы.

Постурологические эффекты специальной послеоперационной обуви у пациентов с сочетанной патологией опорно-двигательной системы характеризуются увеличением площади стабิโลграммы, скорости перемещения центра давления, индекса энергозатрат на поддержание состояния равновесия, с одновременным уменьшением интегрального показателя ОФР. Выявлено, что зрительный анализатор оказывает значимое влияние на балансовую устойчивость пациентов при использовании обуви с разгрузкой переднего отдела стопы. Установлено также существенное негативное влияние болевого синдрома, обусловленного патологией суставов и позвоночника, на выраженность ухудшения стабิโลметрических показателей в послеоперационной обуви.

С учетом полученных в рамках настоящего исследования данных в качестве клинических критериев

планирования послеоперационной реабилитации пациентов с деформацией переднего отдела стопы целесообразно использовать выраженность артрогенного и вертеброгенного болевого синдрома и патологии зрения, которые могут отрицательно повлиять на возможность использования специальной обуви. Таким пациентам показано проведение стабิโลметрического обследования на этапе предоперационного планирования.

Полученные результаты могут служить основой для достижения максимально возможной эффективности послеоперационного восстановительного лечения на основе персонализированного подхода к хирургической коррекции переднего отдела стопы у пациентов старшей возрастной группы с сочетанной патологией позвоночника и суставов нижних конечностей.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование выполнено в рамках Государственного задания FSRR-2023-0009.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтных интересов, связанных с публикацией данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Fuchs MCHW, Hermans MMN, Kars HJJ, Hendriks JGE, van der Steen MC. Plantar pressure distribution and wearing characteristics of three forefoot offloading shoes in healthy adult subjects. *Foot (Edinb)*. 2020;45:101744. doi: 10.1016/j.foot.2020.101744.
2. Stawińska M, Kołodziejcki P, Wyszomirska I, Baran M, Wit A. Do commonly used postoperative orthopaedic shoes help off-load the forefoot? *Acta Bioeng Biomech*. 2021;23(2):115-122.
3. Eidmann A, Vinke W, Jakuscheit A, Rudert M, Stratos I. The influence of partial weight bearing on plantar peak forces using three different types of postoperative shoes. *Foot Ankle Surg*. 2022 Dec;28(8):1384-1388. doi: 10.1016/j.fas.2022.07.007.
4. Sezer HB, Hardy A, Lopes R. Baropodometric comparison of orthopedic footwear to assess the effectiveness of pairs of orthopedic shoes for reducing the forefoot pressure. *Jt Dis Relat Surg*. 2022;33(2):323-329. doi: 10.52312/jdrs.2022.702.
5. Maden T, Bayramlar K, Maden C, Yakut Y. Investigating the effects of appropriate fitting footwear on functional performance level, balance and fear of falling in older adults: a comparative-observational study. *Geriatr Nurs*. 2021;42(2):331-335. doi: 10.1016/j.gerinurse.2021.01.001.
6. Norkin IA, Kireev SI, Golyadkina AA, Polienko AV, Kireev VS, Kurmanov AG. The decision support in forefoot surgery. Saratov : Limited Liability Company "Amirit", 2021. 100 p. Russian (Норкин И. А., Киреев С. И., Голядкина А. А., Полиенко А. В., Киреев В. С., Курманов А. Г. Поддержка принятия решений в хирургии переднего отдела стопы. Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2021. 100 с.)
7. Goryannaya NA, Ishekova NI, Ishekov AN. Dynamics of stabilometric indicators at the second stage of rehabilitation after hip replacement. *Journal of Medical and Biological Research*. 2020; 8 (3): 277–284. DOI: 10.37482/2687-1491-Z019 Russian (Горянная Н. А., Ишекова Н. И., Ишеков А. Н. Динамика показателей стабิโลметрии на втором этапе реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава // Журнал медико-биологических исследований. 2020. Т.8, № 3. С. 277–284. DOI: 10.37482/2687-1491-Z019)
8. Silva CFO, Obara K, Paixão L, Santos EH, Santos AIZ, Cardoso JR. Use of posturography in patients with ankylosing spondylitis: a systematic review. *S Afr J Physiother*. 2024;80(1):1953. doi: 10.4102/sajp.v80i1.1953.
9. Chen B, Liu P, Xiao F, Liu Z, Wang Y. Review of the upright balance assessment based on the force plate. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(5):2696. doi: 10.3390/ijerph18052696.
10. Montenegro A, Sosa G, Figueroa N, Vargas V, Franco H. Evaluation of stabilometry descriptors for human balance function classification using diagnostic and statokinesigram data. *Biomedical Signal Processing and Control*. 2023 July;84(7):104861. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.104861>.

Сведения об авторах:

Киреев С.И., д.м.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории цифровых медицинских технологий факультета фундаментальной медицины и медицинских технологий СГУ, г. Саратов, Россия.

Иванов Д.В., д.ф.м.н., профессор кафедры математической теории упругости и биомеханики СГУ, г. Саратов, Россия.

Островский Н.В., д.м.н., профессор, профессор кафедры основ медицины и медицинских технологий СГУ, г. Саратов, Россия.

Бессонов Л.В., к.ф.м.н., доцент кафедры математической теории упругости и биомеханики СГУ, г. Саратов, Россия.

Дудакова А. Н., врач-невролог отделения медицинской реабилитации № 2 ГУЗ «СОКГВВ», г. Саратов, Россия.

Адрес для переписки:

Киреев Сергей Иванович, ул. Астраханская, д. 83, г. Саратов, Россия, 410012

Тел: +7 (917) 211-29-78

E-mail: kireevsi@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 04.07.2024

Рецензирование пройдено 15.08.2024

Подписано в печать 30.08.2024

Information about authors:

Kireev S.I., MD, PhD, leading researcher of laboratory of digital medical technologies of fundamental medicine and medical technologies of faculty of National Research Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov Russia.

Ivanov P.A., PhD in physics and mathematics, professor of chair of mathematical theory of elasticity and biomechanics of National Research Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov Russia.

Ostrovsky N.V., MD, PhD, professor of chair of department of fundamentals of medicine and medical technologies of National Research Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov Russia.

Bessonov L.V., candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of chair of mathematical theory of elasticity and biomechanics of National Research Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov Russia.

Dudakova A.N., neurologist of department of medical rehabilitation No. 2 of Saratov Regional Clinical Hospital for War Veterans, Saratov Russia.

Address for correspondence:

Kireev Serguey Ivanovich, Astrakhanskaya str., 83, Saratov, Russia, 410012

Tel: +7 (917) 211-29-78

E-mail: kireevsi@rambler.ru

Received 04.07.2024

Review completed 15.08.2024

Passed for printing 30.08.2024