

# Оценка эффективности локальной электростимуляции с осевой нагрузкой в коррекции комбинированного плоскостопия и постуральной асимметрии методом электростимуляции

В. В. Кармазин<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-1971-4420, [vkarma@mail.ru](mailto:vkarma@mail.ru)

А. В. Сливин<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0003-2107-6525, [anton-slivin@mail.ru](mailto:anton-slivin@mail.ru)

С. А. Паастаев<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0002-2281-9936, [ParastaevSA@sportfmba.ru](mailto:ParastaevSA@sportfmba.ru)

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства России; 121059, Россия, Москва, ул. Большая Дорогомиловская, 5

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Российской национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1

**Резюме.** В статье представлены результаты применения метода корригирующего воздействия при комбинированном (продольно-поперечном) плоскостопии и постуральной асимметрии электростимуляцией с использованием различных импульсных токов для изменения в лечебных целях функционального состояния мышц и нервов в сочетании с массажером для стоп термотерапевтического персонального миостимулирующего аппарата. Научное исследование организовано Общероссийской общественной организацией «Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов» на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины ФМБА России» врачом по лечебной физкультуре, к.м.н. В. В. Кармазиным. Целью данного исследования являлась оценка воздействия миостимулирующей функции аппарата на постуральный стереотип пациентов с комбинированным плоскостопием и выявленной, по данным бароподометрии, асимметрией распределения осевой нагрузки под стопами. В исследовании приняли участие 10 пациентов с диагностированным плоскостопием различной степени выраженности и выявленной асимметрией опоры более 5% смещения вправо или влево. Всем пациентам, вошедшим в группу испытуемых, проводились процедуры. Оценка эффективности электростимулирующего воздействия была сделана на основании прохождения испытуемыми курса коррекции аппаратом электростимуляции в количестве 7-8 процедур с осуществлением бароподометрии после каждой процедуры. По результатам проведенных процедур у 70% испытуемых, по данным бароподометрии, выявлено уменьшение давления в области продольного свода стопы, в сторону которой наблюдалось изначальное смещение общего центра давления под стопами. Также подтверждено, что аппарат действительно оказывает эффективное электромиостимулирующее воздействие на мышцы стопы. Определена необходимость дальнейшего научного изучения воздействия аппарата (электростимуляция в сочетании с гипертермиеей) и создания научно обоснованных программ методик коррекции не только плоскостопия, но и различной патологии стоп, в том числе сопровождающейся болевым синдромом различной степени выраженности (плантарный фасциит, стресс-переломы костей плюсны, тендиниты, лигаментиты и т. д.).

**Ключевые слова:** комбинированное (продольно-поперечное) плоскостопие, постуральная асимметрия, электростимуляция, мышцы стопы, метод лечения.

**Для цитирования:** Кармазин В. В., Сливин А. В., Паастаев С. А. Оценка эффективности локальной электростимуляции с осевой нагрузкой в коррекции комбинированного плоскостопия и постуральной асимметрии методом электростимуляции // Лечебный Врач. 2023; 5 (26): 36-41. DOI: 10.51793/OS.2023.26.5.006

# Evaluation of the effectiveness of local electrical stimulation with axial load in the correction of combined flat feet and postural asymmetry by electrical stimulation

Valeriy V. Karmazin<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-1971-4420, [vkarma@mail.ru](mailto:vkarma@mail.ru)

Anton V. Slivin<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0003-2107-6525, [anton-slivin@mail.ru](mailto:anton-slivin@mail.ru)

Sergey A. Parastaev<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0002-2281-9936, [ParastaevSA@sportfmiba.ru](mailto:ParastaevSA@sportfmiba.ru)

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency of Russia; 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

<sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education N. I. Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia

**Abstract.** The article presents the results of applying the method of corrective action in case of combined (longitudinal-transverse flat feet and postural asymmetry by electrical stimulation using various pulsed currents to change the functional state of muscles and nerves for therapeutic purposes in combination with a foot massager of the thermotherapeutic personal myostimulating apparatus. The scientific study was organized by the All-Russian public organization "Russian Association for Sports Medicine and Rehabilitation of Patients and Disabled People" on the basis of the Federal State Budgetary Institution Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine of the Federal Medical and Biological Agency of Russia by a doctor in physical therapy, candidate of medical sciences Karmazin V. V. The purpose of this study was to evaluate the effect of the myostimulating function of the device on the postural stereotype of patients with combined flat feet and revealed, according to baropodometry, asymmetry in the distribution of axial load under the feet. The study involved 10 patients with diagnosed flat feet of varying severity and identified support asymmetry of more than 5% displacement to the right or left. All patients included in the group of subjects underwent procedures on the apparatus. Evaluation of the effectiveness of the electrostimulating effect was made on the basis of the subjects undergoing a course of correction with the electromyostimulation apparatus in the amount of 7-8 procedures with the passage of baropodometry after each procedure. According to the results of the procedures, 70% of the subjects, according to baropodometry, revealed a decrease in pressure in the area of the longitudinal arch of the foot, towards which the initial shift of the general center of pressure under the feet was observed. It was also found that the device really has an effective electromyostimulating effect on the muscles of the foot. The need for further scientific study on the impact of the device (electromyostimulation in combination with hyperthermia) and the creation of scientifically based programs for methods of correcting not only flat feet, but various foot pathologies, including those accompanied by pain syndrome of varying severity (plantar fasciitis, stress fractures of bones) metatarsus, tendonitis, ligamentitis, etc.).

**Keywords:** combined (longitudinal-transverse) flat feet, postural asymmetry, electrical stimulation, foot muscles, treatment method.

**For citation:** Karmazin V. V., Slivin A. V., Parastaev S. A. Evaluation of the effectiveness of local electrical stimulation with axial load in the correction of combined flat feet and postural asymmetry by electrical stimulation // Lechaschi Vrach. 2023; 5 (26): 36-41.

**DOI:** 10.51793/OS.2023.26.5.006

**П**лоскостопие представляет собой врожденную или приобретенную ортопедическую патологию, связанную с деформацией стопы, при которой происходит понижение (уплощение) ее свода. При комбинированном (продольно-поперечном) плоскостопии происходит одновременное поражение поперечного и продольного свода стопы — подошва стопы полностью опирается на землю, а передняя часть ступни сильно расширяется.

Данный вид плоскостопия отличается от других тем, что полностью теряются амортизирующие свойства стопы. Комбинированное (продольно-поперечное) плоскостопие чаще всего развивается постепенно и на обеих конечностях [1].

Одним из методов лечения плоскостопия является физиотерапия, включающая в себя электростимуляцию (ЭС) [2]. ЭС — это метод электролечения с использованием различных импульсных токов для изменения в лечебных целях функционального состояния мышц и нервов. Для ЭС применяются импульсные токи прямогоугольной, экспоненциальной и полусинусоидальной формы [3]. Воздействие электрическим током вызывает сокращение мышцы в момент изменения силы тока и зависит, по закону Дюбуа-Реймона, от скорости, с которой это изменение происходит.

Эффект раздражения током наступает в момент замыкания цепи и достигает наибольшей силы под катодом.

Поэтому раздражающее, стимулирующее действие оказывают именно импульсы тока, а активным электродом при электростимуляции является катод. Применяются отдельные импульсы, серии, состоящие из нескольких импульсов, а также ритмические импульсы, чередующиеся с определенной частотой [3]. Характер вызываемой реакции зависит от двух факторов: интенсивности, формы и длительности электрических импульсов и функционального состояния нервно-мышечного аппарата [4]. Биполярная прямогоугольная форма импульсов оказывает краткое и щадящее стимулирующее влияние. Мягкость воздействия определяется полной компенсацией ионного баланса при каждом импульсе

за счет анодной фазы. Катодные спайки вызывают деполяризацию клеток независимо от их электрической активности и собственной различной частоты.

Импульсы низкой частоты и большой продолжительности вызывают ответ поврежденных поперечно-полосатых мышечных волокон, медленно реагирующих гладкомышечных клеток и вегетативных нервных волокон, что приводит к усилению микроциркуляции и обменных процессов, стимуляции венозного и лимфатического оттока [5].

В отличие от монополярных низкочастотных импульсных токов, действие переменными токами менее болезненно, так как не сопровождается явлениями поляризации, вызывающими раздражение кожи под электродами. Неприятные ощущения при ЭС могут быть связаны в основном с возникающим мощным титаническим сокращением мышцы [5].

При фиксированной частоте импульсного тока достигается воздействие на те мышечные волокна, собственная резонансная частота которых равна или выше частоты стимулирующего тока. Импульсные электрические токи, вызывая двигательное возбуждение и сокращение мышц, одновременно рефлекторно усиливают кровообращение и лимфоток, а также весь комплекс обменно-трофических процессов, направленных на энергетическое обеспечение работающих мышц, препятствуя развитию атрофии и контрактур [4]. В последние годы ЭС находит все более широкое применение:

1) как дополнительное средство тренировки основных мышечных групп с целью повышения их функциональных возможностей;

2) для тренировки «слабых» звеньев мышечного аппарата или вспомогательных мышечных групп и др.

При ЭС, естественно, если имеется достаточная величина стимулирующего импульса, могут быть вовлечены в работу практически все сократительные элементы, включая те, которые обычно очень трудно активируются волевым усилием [6]. Электростимуляцией можно вызвать большее напряжение мышцы, чем произвольно (когда утом-

ление наступает раньше в нервном центре, чем в мышце), и повторять это много раз.

Следовательно, при данном воздействии прирост мышечной массы может быть более быстрый и больший, чем при обычной тренировке [7]. Кроме того, можно избирательно тренировать наиболее важные мышцы или мышечные группы в режиме максимального сокращения с последующим расслаблением [8].

Учитывая, что функция ЭС является основной в данном аппарате, мы приняли решение оценить воздействие Е5 при комбинированном плоскостопии в сочетании с асимметрией распределения под обеими стопами по результатам бароподометрического исследования.

Основанием для данной оценки являлось распространенное мнение в современной медицинской литературе о высокой эффективности ЭС при различных формах плоскостопия. А так как бароподометрия позволяет довольно точно определить степень давления под обеими стопами и в области поперечного и продольного сводов стоп, то наиболее оптимальным методом оценки эффективности ЭС аппаратом Е5, по нашему мнению, является бароподометрия в статическом и динамическом режимах.

Целью данного исследования являлась оценка воздействия миостимулирующей функции аппарата Е5 на постуральный стереотип пациентов с комбинированным плоскостопием и выявленной по данным бароподомет-

Таблица  
Технические характеристики аппарата Е5 [таблица составлена авторами] /  
Technical characteristics of the device E5 [table compiled by the authors]

| Функции миостимуляции  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
| Время процедуры миостимуляции, мин   | Основной корпус            | Регулируемая от 10 до 30 минут с шагом в 5 минут $\pm 10\%$   |
|  | Накладки                   |   |
|  | Рукоятки                   |   |
| Частота импульсов тока, Гц<br>Отклонение частоты импульсов тока от номинального значения   | Основной корпус            | Режим а1 2-50 $\pm 10\%$<br>Режим а2 2-80 $\pm 10\%$<br>Режим а3 4-10 $\pm 10\%$<br>Режим а4 8 $\pm 10\%$ |
|  | Накладки                   | 2-50 $\pm 10\%$   |
| Форма выходных импульсов   | Прямоугольная              |   |
| Полярность импульсов   | Биполярные                 |   |
| Длительность импульса, мкс<br>Отклонение длительности импульса от номинального значения    | 200 $\pm 10\%$             |   |
| Сила тока, мА  | S15 $\pm 5\%$              |   |
| Тип тока   | Переменный                 |   |
| Амплитуда импульсов тока (изменяется ступенчато)   | Основной корпус            | < 1-14-28-42-62   |
| Отклонение амплитуды импульсов тока от номинального значения                               | Накладки                   | < 1-12-25-38-50   |
| Максимальная пиковая амплитуда тока при использовании (без индукционного резистора 500 Ом) | 62 $\pm 10\%$              |   |
| Функция нагрева  |                            |   |
|  | Время процедуры нагрева, ч | До 8 ч  |
| Температура нагрева, °С  | Режим low                  | 50 (фиксированная температура)  |
| Допустимое отклонение фактической температуры от установленного значения                   | Режим middle               | 60 (фиксированная температура)  |
|  | Режим high                 | 70 (фиксированная температура)  |

рии асимметрии распределения осевой нагрузки под стопами.

## Материалы и методы исследования

В исследовании использовались:

1. E5-комбинированный аппарат импульсной электромиостимуляции и гипертермии с заданными программами воздействия.

2. Бароподометрический диагностический комплекс Medicapteurs Win-Track.

**Массажер для стоп термотерапевтический персональный миостимулирующий E5**

Предназначен для улучшения:

- сократительной способности мышц; крово- и лимфообращения; питания и проведения нервных импульсов, для снятия усталости и расслабления;
- эластичности мышечных тканей в месте воздействия, устранения мышечных спазмов.

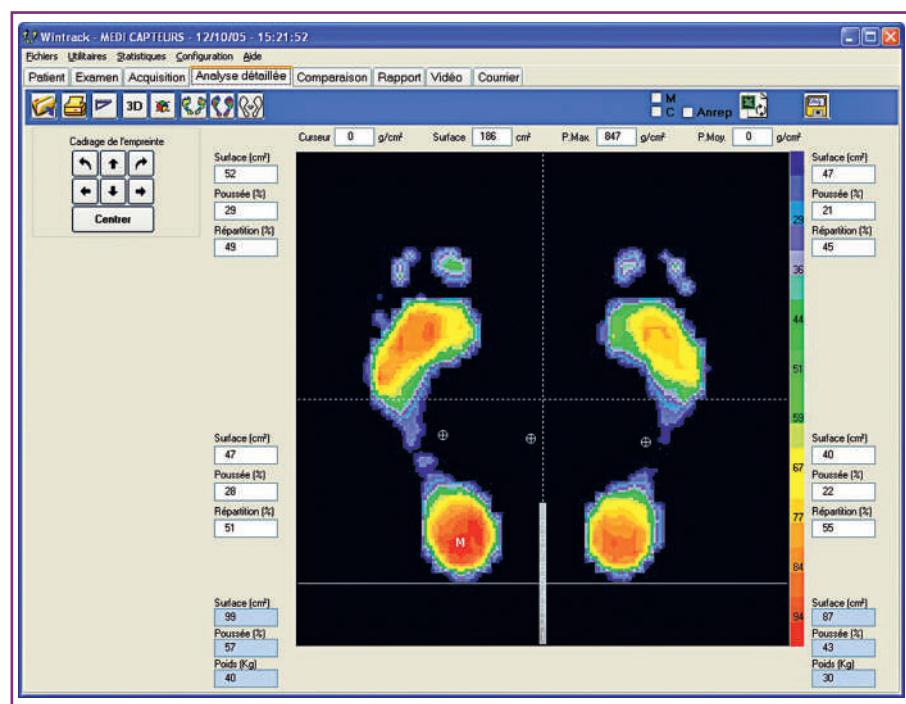
**Показания к применению:**

- варикозная болезнь нижних конечностей;
- потеря чувствительности в ногах;
- миозиты;
- осложнения после перенесенного инсульта (не ранее чем через 6 месяцев);
- артриты и артрозы;
- отечность и лимфостаз;
- плоскостопие продольное и поперечное;
- облитерирующий эндартериит, атеросклероз сосудов нижних конечностей;
- синдром усталых ног и судороги;
- синдром хронической усталости;
- нарушения функций нервной системы (неврозы, депрессия и вегето-сосудистая дистония);
- интенсивные занятия спортом, силовые тренировки;
- работа, связанная с длительным нахождением в положении стоя.

Массажер осуществляет термотерапевтический массаж посредством теплового воздействия и низкочастотной импульсной электротерапии.

Массажер сочетает в себе такие способы воздействия, как рефлексотерапия, а также тепловой массаж и низкочастотную электротерапию (электромиостимуляцию).

Технические характеристики аппарата E5 представлены в таблице.



**Curseur:** курсор — давление, измеренное в точке, где находится курсор ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ).  
**Surface:** площадь зоны, охватываемой обеими ногами (общая площадь давления) в  $\text{cm}^2$ .  
**P.max.:** точки максимума давления.  
**P.Moy.:** среднее давление вычисляется по обеим стопам.

Рис. 1. Параметры давления [предоставлено авторами] / Pressure parameters [provided by the authors]

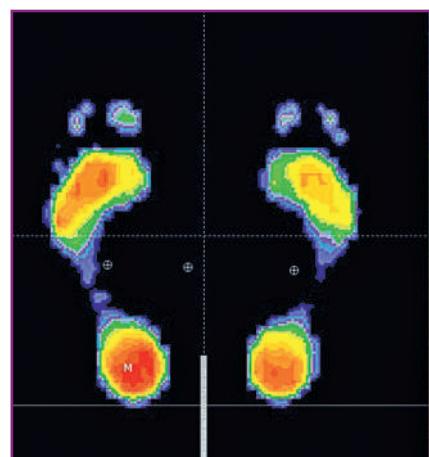


Рис. 2. Диаграмма распределения бароподометрического давления под стопами [предоставлено авторами] / Baropodometric pressure distribution diagram under the feet [provided by the authors]

## Бароподометрический комплекс

Проводилась подометрия с использованием барометрической платформы Winpod (фирмы Medicapteurs, Франция) длиной 1,5 метра.

Это тест, направленный на анализ движений стопы во время ходьбы. Он помогает обнаружить точный толчок стопы при ходьбе, деформации стоп и диагностировать нарушения опорно-двигательного аппарата.

Прибор дает возможность трансформировать давление, производимое стопой, в цветное изображение, где каждый цвет соответствует определенным показаниям давления, а картину распределения нагрузок (давления) под стопой прибор просчитывает как в статике, так и в динамике.

На основании этого производится расчет и делается анализ наличия плоскостопия и его степени.

После проведения исследования формируется файл AVI, позволяющий посекундно определить барометрическую нагрузку на тот или иной отдел стопы в различные фазы движения.

**Особенности проведения бароподометрического обследования:**

- измерения всегда связаны с конкретным исследованием;

• возможность выбора трех видов исследования:

1. Статический – измерение давления под стопами в неподвижном вертикальном положении в течение 1 секунды.

2. Динамический – исследование давления стопы в движении с использованием рабочей площади платформы (до 200 изображений в секунду) позволяет наиболее точно проанализировать функцию стопы (рис. 1, 2).

3. Постуральный – переменное нагружение стопы за счет максимального переноса массы тела пациента на каждую из стоп, при этом не отрывая их от платформы; используется для оценки постуральной нестабильности или анализа подошвенной нагрузки во время движения для конкретных видов деятельности (спорт, реабилитация и т. д.). Продолжительность записи постурального анализа составляет 30 секунд по умолчанию (рис. 1, 2).

### Методика оценки эффективности воздействия электромиостимулирующей функции Е5

Для оптимального анализа параметров бароподометрии необходима дифференцированная оценка распределения нагрузки на разные отделы стоп.

Проводились статическое и динамическое исследования в постуральном режиме, включая:

а) статический компонент – выявляются постуральные особенности смещения давления на различные отделы стоп;

б) динамический сагittalный компонент – выявляются особенности распределения нагрузки на различные отделы стоп при наклонах всего тела вперед и назад в пределах 5-10 градусов;

в) динамический фронтальный компонент – выявляются особенности распределения нагрузки на различные отделы стоп при наклонах всего тела вправо и влево в пределах 5-10 градусов в виде смещения вектора давления под каждой стопой при движении.

Данные тесты в отличие от изолированного статического исследования позволили выявить динамические закономерности нагрузки на различ-

ные виды стоп в режиме реального времени.

В исследовании участвовали 10 пациентов с диагностированным плоскостопием различной степени выраженности и выявленной асимметрией опоры более 5% смещения вправо или влево.

Всем пациентам, которые вошли в группу испытуемых, проводилась экспозиция стоп на аппарате Е5 в следующей последовательности:

- а) на термоплатформах в положении стоя (5 минут);
- б) на стимулирующих площадках в положении стоя (режимы А1 и А2) – 10 минут.

Курс лечения аппаратом ЭС составлял 7-8 процедур. Бароподометрия проводилась после каждой процедуры.

Необходимо отметить, что наибольший лечебный эффект при ЭС может быть достигнут при выполнении процедур с использованием основного блока аппарата Е5 в положении стоя за счет включения большей группы мышц нижних конечностей.

### Результаты исследования

По данным бароподометрии после проведенных процедур у 70% испытуемых уменьшилось давление в области продольного свода стопы, в сторону которой наблюдалось изначальное смещение общего центра давления под стопами. При этом давление в области продольного свода контролateralной стопы увеличилось, а степень смещения давления не изменилась. У 30% пациентов появились дискомфорт и незначительные болевые ощущения в различных областях нижних конечностей. То есть можно утверждать, что режимы А1 и А2 оказывают стимулирующий эффект на мышцы, поддерживающие своды стоп, однако не корректируют постуральную асимметрию.

Учитывая полученные результаты, мы провели тестовые процедуры двум пациентам в режиме А4 (воздействие с фиксированной частотой 8 Гц) и отметили положительную тенденцию как в улучшении показателей баланса в положении стоя в статическом и в динамическом тестах, так и в уменьшении давления в области продольного свода обеих стоп.

### Выводы

Аппарат Е5 оказывает эффективное электромиостимулирующее воздействие на мышцы стопы, однако мы считаем крайне целесообразным применение определенных алгоритмов использования различных режимов аппарата Е5, так как необоснованное, без учета особенностей клинических проявлений, использование режимов аппарата Е5 может не привести к желаемому результату. Учитывая вышесказанное, необходимо отметить важность воздействия ЭС на проприоцептивную сферу, что предполагает верифицированное использование режимов с частотой до 12 Гц (это режимы А3 и А4). В данном случае может быть осуществлено воздействие на интрапрецепторы (интрафузальные) и сухожильные рецепторы, которые являются важнейшими звенями проприоцептивной сферы.

Таким образом, начинать курс электростимуляции целесообразно с варьирования режимами А1/А2 и А3/А4 в зависимости от наличия или отсутствия дискомфортных ощущений в области стоп после первых процедур. При этом указанные явления могут возникнуть при первоначальном использовании режимов А1/А2 не только в области стоп, но и в области коленного и тазобедренных суставов. Предшествующие процедурам боли свидетельствуют об изначальном перегрузочном и/или воспалительном процессе и требуют более осторожного подхода в плане увеличения частоты тока – в этом случае воздействие необходимо начинать с режима с «плавающим» низкочастотным током 4-10 Гц (режим А3), а при уменьшении болей плавно переходить к фиксированному низкочастотному режиму 8 Гц (режим А4).

Отсюда следует заключение о целесообразности дальнейшего изучения воздействия аппаратом Е5 (ЭС в сочетании с гипертермиией) и создания научно обоснованных программ методик коррекции не только плоскостопия, но и различной патологии стоп, в том числе сопровождающейся болевым синдромом любой степени выраженности (плантарный фасциит, стресс-переломы костей плюсны, тендиниты, лигаментиты и т. д.).

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**CONFLICT OF INTERESTS.** Not declared.

### **Литература/References**

1. **Мелихов Я. П.** Актуальные вопросы развития плоскостопия и методы его коррекции. Universum: психология и образование. 2017. С. 18-24. [Melikhov Ya. P. Topical issues of flatfoot development and methods of its correction. Universum: psikhologiya i obrazovaniye. 2017. P. 18-24.]
2. **Карташова Т. Ю.** Эффективность использования биомеханической и электростимуляции для профилактики и коррекции плоскостопия у детей 5-7 лет в условиях дошкольного учреждения: диссертация кандидата биологических наук: 14.00.51. М., 2005. 130 с. [Kartashova T. Yu. The effectiveness of the use of biomechanical and electrical stimulation for the prevention and correction of flat feet in children aged 5-7 years in a preschool institution: dissertatsiya kandidata biologicheskikh nauk: 14.00.51. M., 2005. P. 130.]
3. **Клячкин Л. М., Виноградова М. Н.** Физиотерапия. М.: Медицина, 1988. 269, [3] с.: ил. [Klyachkin L. M., Vinogradova M. N. Physiotherapy. M.: Medicina, 1988. 269, [3] s.: il.]
4. **Колесников Г. Ф.** Электростимуляция нервно-мышечного аппарата. Изд-во Здоровья, 1977. С. 41-45. [Kolesnikov G. F. Electrical stimulation of the neuromuscular apparatus. Izd-vo Zdorov'ya, 1977. P. 41-45.]
5. **Лукомский И. В., Федоренко Г. В.** Методические указания к практическим занятиям по физиотерапии. 1998. С. 25-32. [Lukomskiy I. V., Fedorenko G. V. Methodical instructions for practical exercises in physiotherapy. 1998. S. 25-32.]
6. **Коц Я. М.** Спортивная физиология. 1988. С. 54-62. [Kots Ya. M. Sports physiology. 1988. P. 54-62.]
7. **Адрианова Г. Г.** Эффективность использования биомеханической и электростимуляции для профилактики и коррекции плоскостопия у детей 5-7 лет в условиях дошкольного учреждения: Диссертация канд. биол. наук: 14.00.51. М., 2005. 130 с. РГБ ОД, 61:06-3/150, 1971. 41-46. [Adrianova G. G. The effectiveness of the use of biomechanical and electrical stimulation for the prevention and correction of flat feet in children aged 5-7 years in a preschool institution: Dissertation kand. biol. nauk: 14.00.51. M., 2005. p 130. RGB OD, 61:06-3/150, 1971. 41-46.]
8. **Костикова Л. В.** Методика ведения научно-исследовательской работы по баскетболу: Метод. разраб. для студентов, специализирующихся по баскетболу. М.: Б. и., 1980. 24 с. [Kostikova L. V. Basketball research methodology: Method. dev. for students majoring in basketball. M.: B. i., 1980. P. 24.]

**Сведения об авторах:**

**Кармазин Валерий Вячеславович, к.м.н.,** врач лечебной физкультуры отделения реабилитационно-восстановительного лечения Федерального государственного бюджетного учреждения Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства России; 121059, Россия, Москва, ул. Большая Дорогомиловская, 5; vkarma@mail.ru

**Сливин Антон Вячеславович, аспирант кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Российской национальный исследовательский медицинский** университет имени Н. И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1; anton-slivin@mail.ru

**Парастаев Сергей Андреевич, д.м.н.,** профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Российской национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1; ParastaevSA@sportfmba.ru

**Information about the authors:**

**Valeriy V. Karmazin, MD, doctor of physical therapy of the Department of rehabilitation and rehabilitation treatment at the Federal State Budgetary Institution Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency of Russia; 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia; vkarma@mail.ru**

**Anton V. Slivin, PhD student of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Culture at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education N. I. Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia; anton-slivin@mail.ru**

**Sergey A. Parastaev, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Culture at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education N. I. Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia; ParastaevSA@sportfmba.ru**

**Поступила/Received 15.02.2023**  
**Принята в печать/Accepted 24.03.2023**