



Анализ существующих методов лечения артистов балета при травмах голеностопного сустава. Обзор литературы

Михалева К.А., Еремушкин М.А., Михалев В.С., Чесникова Е.И.

Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

В исследовании американских ученых было отмечено, что большинство травм артистов балета приходится на нижние конечности, так как они подвергаются повышенным нагрузкам. Травма голеностопного сустава с повреждением связок является наиболее частым и склонным к осложнениям видом повреждений. При восстановлении после которой уделяется недостаточное внимание профилактике травматизма и восполнению сенсомоторного дефицита. Согласно данным сфокусированного обзора литературы Маккензи М.Х. с соавторами по эпидемиологии острого растяжения связок голеностопного сустава, у 40% пациентов, впервые столкнувшихся с подобной травмой, развивается хроническая нестабильность голеностопного сустава, характеризующаяся повторяющимися растяжениями и ощущениями нестабильности голеностопного сустава.

Цель. Проанализировать процесс реабилитации артистов балета с травмой голеностопного сустава, выявить недостатки программ реабилитации, изучить влияние программ проприоцептивных тренировок в снижении частоты повторного растяжения связок голеностопного сустава у спортсменов и артистов балета с травмами голеностопного сустава в анамнезе.

Заключение. Упражнения на подвесных системах способны обеспечить тренировку не только отдельных мышечных групп, но и тренировку проприорецептивной чувствительности, коррекции постуральных нарушений вследствие травмы, а главное, сенсомоторную тренировку в контролируемых условиях, что влечет снижение риска возможной повторной травматизации.

Ключевые слова: балет, травма, реабилитация, экзерсис, проприоцептивная тренировка, сенсомоторный дефицит, профилактика травматизма, подвесная система, антигравитационная терапия, слинг-система, нервно-мышечный контроль, миофасциальные ленты, функциональная стабильность

Источник финансирования: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при написании статьи.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Mihaleva K.A., Eremushkin M.A., Mihalev V.S., Chesnikova E.I. Analysis of the Existing Treatment Methods for Ballet Dancers with Ankle Joints Injuries. Literature Review. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(2): 53-60. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-53-60>

Для корреспонденции: Михалева Кристина Александровна, e-mail: kri_kristy@mail.ru

Статья получена: 14.10.2022

Поступила после рецензирования: 10.03.2022

Статья принята к печати: 04.04.2022

Analysis of the Existing Treatment Methods for Ballet Dancers with Ankle Joints Injuries. Literature Review

Kristina A. Mikhaleva, Mikhail A. Eremushkin, Victor S. Mikhalev, Ekaterina I. Chesnikova

National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

Abstract

In a study by American scientists, it was noted that most of the injuries of ballet dancers occur on the lower limbs, as they are subjected to increased loads. Ankle joints injury with ligament injuries is the most frequent and complication-prone type of injury. Insufficient attention is paid to the accidents prevention and replenishment of the sensorimotor deficit in the process of recovering from this injury. According to a focused literature review by Mackenzie M.H. et al. on the epidemiology of acute sprain of the ankle ligaments, chronic instability of the ankle joint develops in 40% of patients who have experienced such an injury for the first time, characterized by repeated sprains and sensations of instability of the ankle joint.

Aim. To analyze the process of rehabilitation of ballet dancers with the ankle joint injury, identify the shortcomings of rehabilitation programs, to study the effect of proprioceptive training programs in reducing the incidence of repetitive ankle sprains in athletes and ballet dancers with a history of ankle injuries.

Conclusion. Suspension systems exercises can provide training not only for individual muscle groups, but also for proprioceptive sensitivity training, correction of postural disorders due to trauma, and most importantly, sensorimotor training under controlled conditions, which reduces the risk of possible re-traumatization.

Keywords: ballet, trauma, rehabilitation, exercise, proprioceptive training, sensorimotor deficit, injury prevention, suspension system, anti-gravity therapy, sling system, neuromuscular control, myofascial bands, functional stability

Acknowledgments: The study had no sponsorship.

Disclosure of interest: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Mihaleva K.A., Eremushkin M.A., Mihalev V.S., Chesnikova E.I. Analysis of the Existing Treatment Methods for Ballet Dancers with Ankle Joints Injuries. Literature Review. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(2): 53-60. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-53-60>

For correspondence: Kristina A. Mihaleva, e-mail: kri_kristy@mail.ru

Received: Oct 14, 2021

Revised: Mar 10, 2022

Accepted: Apr 04, 2022

Введение

В исследовании Yau R.K. и соавторов, проведенном в Школе искусств Университета Северной Каролины (UNCSA) с осени 2009 года по весну 2015 года, было отмечено, что большинство травм артистов балета приходится на нижние конечности, так как они подвергаются повышенным нагрузкам [1]. Балетные травмы имеют многофакторную этиологию, которая, в первую очередь, включает взаимодействие компенсаторной биомеханики в позвоночнике и нижних конечностях, а также факторов окружающей среды и даже обуви танцоров.

Травма голеностопного сустава является наиболее частым и склонным к осложнениям видом повреждений у танцоров балета и составляет до 25%. Анкетирование в школах и балетных группах Рио-де-Жанейро показало, что наиболее частым местом травмы профессиональных танцоров был голеностопный сустав, как у мужчин, так и у женщин – 40,9% и 67,6%, соответственно [2].

В большинстве видов спорта связочный аппарат голеностопного сустава постоянно подвергается пиковым нагрузкам. В основном это связано с большими функциональными требованиями к голеностопному суставу, так как на связочный аппарат распределяется большая опорная нагрузка. Среди повреждений мягкотканых структур голеностопного сустава, приводящих к значительным нарушениям двигательной функции, большего внимания заслуживают повреждения капсульно-связочного аппарата. Из всех травм голеностопного сустава 80% составляет наружно-супинационный механизм травмы, когда происходит подворачивание стопы внутрь, в результате повреждаются связки наружного отдела голеностопного сустава и в основном повреждается только передняя таранно-малоберцовая связка.

При застарелых повреждениях передней таранно-малоберцовой связки используются различные методики, такие как анатомическая реконструкция связок, пересадка из малоберцового сухожилия, статическая стабилизация с помощью сухожильных трансплантатов и другие [3].

На сегодняшний день чаще всего используют методу анатомического восстановления связок наружного отдела, которая известна как «операция Брострума». Данная методика хорошо себя зарекомендовала

и активно используется по всему миру [4]. У большинства пациентов в послеоперационном периоде наблюдается полное восстановление функции голеностопного сустава как при треханкерной методике, так и с одним анкерным винтом. Благодаря оперативному лечению после окончания срока реабилитации пациенты возвращаются к обычному образу жизни, включая занятия спортом [3].

Специализированное обучение танцоров часто начинается с раннего возраста и наравне со спортсменами подразумевает систематические повышенные нагрузки на опорно-двигательный аппарат и уникальные физические маневры, также характерные для акробатики и гимнастики [5, 6].

Профессиональные танцоры подвержены высокому риску травматизации как незначительной (например, ушиб, растяжение и т. д.), так и существенной (переломы, вывихи), после которой необходимо обязательное восстановление. При острых травмах связок области голеностопного сустава выполняется жесткая иммобилизация гипсовой лонгетой или ортезом. Имеются убедительные доказательства применения нестероидных противовоспалительных препаратов [7].

При полных разрывах у спортсменов и лиц, ведущих активный образ жизни, производят оперативное шивание связок. Затем следует иммобилизация на срок до 2–4 недель [8]. Даже двухнедельное отстранение от привычных нагрузок предполагает весьма длительное возвращение артиста к прежней форме [9].

Сложность реабилитации, занимающей в ряде случаев не один месяц, заключается в том, что в балетной деятельности задействуются мышцы, мало участвующие в жизни за пределами балетного зала. К тому же имеет значение характер травмы, наличие осложнений, реабилитационный потенциал, возраст, степень подготовки артиста и природные данные [10].

Как правило, травма голеностопного сустава в анамнезе приводит к нарушению сенсомоторного контроля и проприорецепции, что влечет за собой субъективное чувство неустойчивости в голеностопном суставе и увеличивается риск повторной травматизации с последующим повторным повреждением связок голеностопного сустава. Поэтому некоторые авторы рекомендуют ортез как эффективный вариант профилактики рецидивов [11]. В то время как другая часть исследований подчеркивает необходимость использования специфической

тренировочной программы при проведении профилактики травматизма [12, 13].

Термин «проприорецепция» введен в 1906 г. Charles Scott Sherrington и подразумевает совокупность рецепторов и проводящих путей нервной системы, определяющих положение частей тела в пространстве и по отношению друг к другу. В проведенных исследованиях доказано, что повреждение связок голеностопного сустава влечет за собой нарушение суставно-мышечного чувства и снижение мышечного ответа [14].

Восстановление проприоцепции является существенной и неотъемлемой частью реабилитации при травмах как коленного, так и голеностопного сустава, необходимо как можно раньше начинать ее тренировку. В исследовании на базе ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России доказано, что регулярные занятия и выполнение определенных проприоцептивных упражнений на балансировочном диске у детей от 4 до 18 лет с травмой капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава, а также применение специального тренажера «Потапки» в домашних условиях по 30–60 мин. дважды в день привели к улучшению мышечного баланса по данным теста «ходьбы на месте» практически в 3 раза, по данным теста «стойки на одной ноге» с открытыми глазами примерно в 5 раз, с закрытыми – в 3 раза. Наряду с этим отсутствовали субъективные ощущения нестабильности голеностопного сустава [15].

Важнейшей характеристикой сенсомоторной тренировки является процесс суставной стабилизации и контроля движений [16].

Существующие подходы в реабилитации данной категории пациентов достаточно хорошо себя зарекомендовали и используются в комплексе мероприятий на всех этапах восстановительного лечения, сменяя друг друга, одним из которых являются физиотерапевтические процедуры. Например, электрофорез анальгетиков, глюкокортикостероидов или нестероидных противовоспалительных средств применяется на ранних этапах реабилитации и благодаря своим свойствам способствует формированию локального депо лекарственного вещества в коже, а также высокой концентрации препарата в патологическом очаге. Для улучшения микроциркуляции в тканях поврежденного сустава и лимфооттока применяют ультразвук. Для ускорения репаративных процессов и снижения воспаления в тканях используется УВЧ-терапия. Магнитотерапия является одним из неотъемлемых мероприятий, улучшающих кровообращение, отток лимфы и снижающих воспаление. С целью ускорения реабилитации артистам балета рекомендуется более глубокое воздействие и чаще всего процедуры физиотерапии используются в сочетании друг с другом [17].

Для лечения и профилактики заболеваний, характерных для артистов балета (отек околосуставных тканей), широко используют бальнеологические процедуры: теплые ножные вихревые, ароматические ванны с использованием хвойного экстракта или настоя ромашки [18]. Температура воды не должна превышать 35 °С. Процедура заканчивается лечением – положением в воде. Пациент подтягивает к себе стопу, скользя по дну, до момента, когда пятка начинает отрываться.

Затем на колено помещается небольшой груз, и нога фиксируется в данном положении на 5–7 минут [8].

Кроме перечисленных методов, важное место в восстановительном лечении занимает массаж, который значительно усиливает кровообращение, трофику тканей и, следовательно, повышает мышечную силу и тонус. Помимо этого, массаж используется для снятия мышечного напряжения и восстановления мышечного баланса [17]. Ручной массаж начинают сразу после снятия гипсовой повязки. Первые процедуры проводят по «отсасывающей» методике. В связи с тем, что частым осложнением травм голеностопного сустава является лимфовенозная недостаточность [8].

Важное место в восстановительном лечении занимает лечебная физическая культура. Основу этих занятий составляют дыхательные и общеразвивающие упражнения для неповрежденных конечностей, целью которых является улучшение крово- и лимфообращения, обеспечение кислородных потребностей тканей организма. Также подбираются специальные физические упражнения, направленные на решение конкретных задач данного реабилитационного этапа.

Важным критерием при подборе упражнений будут служить итоги функциональной оценки состояния нервно-мышечного аппарата. Наиболее популярный метод измерения силовых показателей – это мануально-мышечное тестирование [19]. Таким образом, выбор типа движения зависит от набранных баллов. При отсутствии силы или оценке «0 баллов» упражнения выполняются преимущественно в пассивном режиме и стимулируют появление активных движений, они способствуют профилактике контрактур и улучшают трофику тканей. Также при невозможности пациентом самостоятельно выполнять движение, вследствие иммобилизации или острого болевого синдрома, принято применять как вспомогательное средство – аутотренинг, в котором упражнения основаны на механизме идеомоторного акта. С оценкой «1 балл» или выраженной мышечной слабостью начинают применять изометрические упражнения, и пассивные упражнения сменяются упражнениями активно-пассивного характера, которые также преимущественно выполняет инструктор, но после инициации движения пациентом. При недостаточной мышечной силе (2 балла) занимающийся переходит к активным упражнениям, но выполняет их в облегченных условиях. По мере увеличения силы (3 балла) артист выполняет все упражнения самостоятельно. И переходным звеном к упражнениям с отягощением является оценка в «4 балла» [17].

В комплекс лечебной гимнастики принято подключать упражнения из профессиональной деятельности артиста, например, партерный экзерсис ((*фр. exercice* – «упражнение», от лат. *exercitium*) – термин, широко используемый в хореографических кругах, обозначает определенный вид хореографической тренировки – экзерсис)), который является незаменимым тренирующим элементом. К тому же включение элементов танцевальной деятельности артиста в реабилитационный процесс на раннем этапе является хорошим психологическим стимулятором, настраивая пациента на позитивный лад, и способствует его скорейшему возвращению в профессиональную деятельность [20, 21].

Формирование гимнастических упражнений, как системы подготовки артиста прошло долгий путь развития, изменения структуры и содержания упражнений, дополнения и усложнения технических элементов. Сегодня структура ЛФК для артистов балета считается сформированной и имеет канонические формы, изменяясь и варьируясь только в композиционных построениях. Каждое гимнастическое упражнение выполняет свои определенные задачи [20].

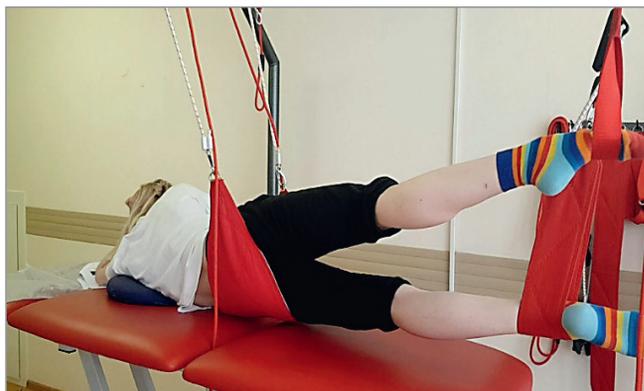
Поскольку на ранних этапах реабилитации после длительной иммобилизации сустава ограничивается вертикальная нагрузка на поврежденный капсульно-связочный аппарат по причине болевого синдрома, тренировка суставно-мышечного чувства несколько откладывается и в дальнейшем может привести к увеличению сроков реабилитационного лечения. Выполнению поставленных задач реабилитации также способствует гидрокинезотерапия. Благодаря дозированному чередованию напряжения и расслабления мышечного аппарата в сочетании с полезными свойствами воды, таким как гидростатическое давление на погруженное тело и присутствующее сопротивление воды, делает совершаемые человеком движения более интенсивным. Тем более, что осевая нагрузка в воде значительно уменьшается [17].

Подвесная система позволяет продуктивно и эффективно работать как с суставом, так и с проприорецепцией уже на раннем этапе восстановительного лечения,

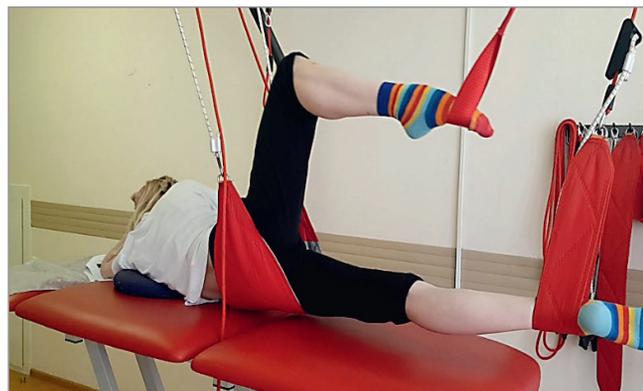
исключая осевую нагрузку на травмированный сустав, без применения гидрокинезотерапии, что также заметно ускоряет процесс возвращения к привычному образу жизни и профессиональной деятельности. Упражнения на слинг-системах способны обеспечить тренировку не только отдельных мышечных групп, но и тренировку проприорецептивной чувствительности, коррекции поструральных нарушений вследствие травмы, а главное, сенсомоторную тренировку в контролируемых условиях, что влечет снижение риска возможной повторной травматизации.

При диагностике движений и силы мышц в травмированном сегменте выявляется, к примеру, «0–1 балл», а сила и амплитуда в соседних суставах зачастую выше и также требует тренировки на ранних этапах, которую обеспечить современные подходы не могут. В свою очередь, упражнения на подвесных системах превосходно комбинируются с экзерсисом и позволяют дозированно и дифференцированно нагружать травмированный сустав и всю конечность одновременно в разной степени, в зависимости от результатов диагностики:

- Упражнения экзерсиса в облегченных условиях, направленные на восстановление амплитуды движения (0–2 балла);
- Упражнения экзерсиса с использованием эластичных лент для создания сопротивления, применяемые для совершенствования силовых качеств (2–4 балла) (рис. 1);



Исходное положение / Initial position



Открытая кинематическая цепь. Боковые миофасциальные ленты. Нервно-мышечный контроль и функциональная стабильность бедер и мышц голени / Open kinematic chain. Lateral myofascial tapes. Neuromuscular control and functional stability of the thighs and calf muscles

Рис. 1. Пример выполнения упражнения партерного экзерсиса на подвесной системе
Fig. 1. Example of performing a parterre exercise on a suspension system

• Упражнения в закрытых кинематических цепях для восстановления проприорецептивной чувствительности (рис. 2). Сенсомоторный дефицит лежит в основе снижения стабильности голеностопного сустава и является важным внутренним фактором риска. Для улучшения пострурального контроля рекомендуется

выполнение упражнений на нестабильной поверхности (качающиеся доски, мягкие маты, баланс подушки и т. д.) с дополнительными задачами (например, бросать и ловить мяч) или условиями (например, небольшие толчки). Такое применение вспомогательных материалов способно уменьшить большое количество травм.



Исходное положение / Initial position

Закрытая кинематическая цепь. Задняя миофасциальная лента. Нервно-мышечный контроль и функциональная стабильность поясничного отдела позвоночника, таза, бедер, голени / Closed kinematic chain. Posterior myofascial tape. Neuromuscular control and functional stability of the lumbar spine, pelvis, hips, lower leg

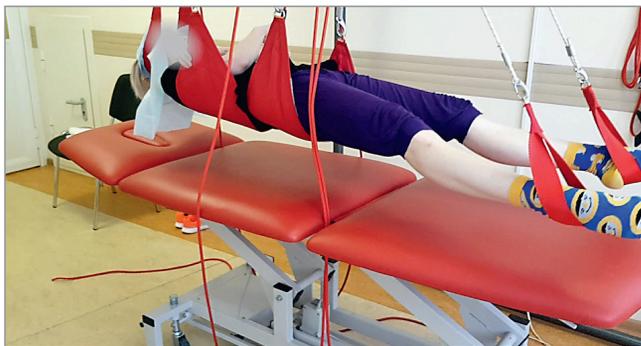


Рис. 2. Пример выполнения упражнения партерного экзерсиса на подвесной системе
Fig. 2. Example of performing a parterre exercise on a suspension system

Также возможно выполнение упражнений с осевой нагрузкой как с разгрузкой массы тела (рис. 3), так и с дополнительным сопротивлением, что актуально для восстановления специальных навыков артиста. Так как комплексная программа должна содержать комбинацию из упражнений на баланс, ловкость, растяжку,

а также плиометрические упражнения, укрепляющие, для предотвращения травм голеностопного сустава. Ведь для сохранения баланса и устойчивости на подвесе тело пациента задействует аутохтонные мышцы, почти не используемые в повседневной жизни, что значительно укрепляет собственный мышечный корсет.



Осевая нагрузка в облегченных условиях.
Нервно-мышечный контроль и функциональная стабильность голеностопного сустава / Axle load in relief conditions. Neuromuscular control and functional stability of the ankle

Рис. 3. Пример выполнения упражнения балетного экзерсиса на подвесной системе
Fig. 3. Example of performing a parterre exercise on a suspension system

Заключение

В настоящее время в процессе реабилитации артистов балета с травмой голеностопного сустава имеется определенная модель лечения, включающая в себя традиционные методы физиотерапии, бальнеологии, массажа и лечебной физкультуры, с применением упражнений балетного экзерсиса. Однако она имеет некоторые недостатки, а именно недостаточное внимание профилактики травматизма, вследствие позднего начала тренировки суставно-мышечного чувства и постурального контроля. На ранних этапах восстановительного лечения тренировка проприоцепции откладывается практически до момента возвращения пациента

к профессиональной деятельности, по причине болевого синдрома при осевой нагрузке. Из-за этого значительно повышается риск повторной травматизации. Соответственно, для восполнения этого пробела достаточно перспективно использовать сочетание партерного экзерсиса в подвесной системе и начать внедрять такое сочетание на ранних этапах реабилитации.

В настоящий момент ведется работа по разработке методики и комплекса упражнений для подвесных систем, включающего упражнения балетного экзерсиса, направленные на ускоренное восстановление пациентов после балетной травмы голеностопного сустава.

Список литературы

1. Yau R.K., Golightly Y.M., Richardson D.B., Runfola C.D., Waller A.E., Marshall S.W. Potential Predictors of Injury Among Pre-Professional Ballet and Contemporary Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2017; 21(2): 53–63. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.21.2.53>
2. Michelle S.S. Costa, Arthur S. Ferreira, Marco Orsini, Elirez B. Silva, Lilian R. Felicio, Characteristics and prevalence of musculoskeletal injury in professional and non-professional ballet dancers. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2016; 20(2): 166–175. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0142>
3. Очкуренко А.А., Ширмазанян А.Г., Мацакян А.М. Модифицированная артроскопическая стабилизация голеностопного сустава при хронической нестабильности. *Вестник восстановительной медицины*. 2017; (80): 53–57.
4. Yoo J., Yang E. J. Clinical results of an arthroscopic modified Brostrom operation with and without an internal brace. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2016; 17(4): 353–360. <https://doi.org/10.1007/s10195-016-0406-y>
5. Smith T.O., Davies L., de Medici A., Hakim A., Haddad F., Macgregor A. Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet dancers: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. 2016; (19): 50–6. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.12.007>
6. Vosseller J.T., Dennis E.R., Bronner S. Ankle Injuries in Dancers. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2019; 27(16): 582–589. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00596>
7. Doherty C., Bleakley C., Delahunty E., Holden S. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2017; (51): 113–125. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096178>
8. Миронов С.П., Цыкунов М.Б., Буйлова Т.В. Реабилитация при повреждении капсульно-связочных структур голеностопного сустава. Федеральные клинические рекомендации. *Вестник восстановительной медицины*. 2017; (80): 66–71.
9. Ивлева Л.Д. Анатомия и биомеханика в хореографии. Учеб. пособие для студентов. Челябинск. 2017: 83 с.
10. Котельникова Е.Г. Биомеханика хореографических упражнений. Учеб. пособие. Санкт-Петербург. 1980: 95 с.
11. Vuurberg G., Hoorntje A., Wink L.M., Doelen B.F. et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *British Journal of Sports Medicine*. 2018; 52(15): 956 p. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098106>
12. Hertel J., Corbett R. An updated model of chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2019; 54(6): 572–588. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>
13. Herzog M.M., Kerr Z.Y., Marshall SW., Wikstrom E. A. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*. 2019; 54(6): 603–610. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>
14. Friden T., Roberts D., Ageberg E., Walden M., Zatterstrom R. Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2001; 31(10): 567–76. <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.10.567>
15. Еремушкин М.А., Стужина В.Т., Савиных Т.О., Кусова Ф.У., Муравьева Н.В. Проприоцептивные тренировки при повреждениях капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава у детей и подростков. *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2014; 121(1): 16–20.
16. Rivera M.J, Winkelmann Z.K., Powden C.J., Games K.E. Proprioceptive Training for the Prevention of Ankle Sprains: An Evidence-Based Review. *Journal of Athletic Training*. 2017; 52(11): 1065–1067. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.11.16>
17. Миронов С.П., Цыкунов М.Б. Основы реабилитации спортсменов и артистов балета при повреждениях и заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Москва. 1998: 99 с.
18. Шевченко Е.П. Анатомия, физиология, биомеханика и основы медицины в хореографии. Методические рекомендации. Москва. 2016: 20 с.
19. Лукьянова Е.А. Дыхание в хореографии. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 2017: 183 с.
20. Клименко Н.А. Подготовительные упражнения в балетном экзерсисе: понятийно-классификационный аспект. Пенза. 2019: 144 с.
21. Миронов С.П., Цыкунов М.Б., Бурмакова Г.М., Андреев С.В. Пояснично-крестцовые боли у спортсменов и артистов балета: спондилолиз и спондилолистез. Консервативное лечение. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020; (27): 11–18.

References

1. Yau R.K., Golightly Y.M., Richardson D.B., Runfola C.D., Waller A.E., Marshall S.W. Potential Predictors of Injury Among Pre-Professional Ballet and Contemporary Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2017; 21(2): 53–63. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.21.2.53>
2. Michelle S.S. Costa, Arthur S. Ferreira, Marco Orsini, Elirez B. Silva, Lilian R. Felicio, Characteristics and prevalence of musculoskeletal injury in professional and non-professional ballet dancers. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2016; 20(2): 166–175. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0142>
3. Ochkurenko A.A., Shirmazanyan A.G., Matsakyan A.M. Modificirovannaya artroskopicheskaya stabilizaciya golenostopnogo sustava pri hronicheskoi nestabilnosti [Modified arthroscopic stabilization of the ankle joint in chronic instability]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; (80): 53–57 (In Russ.).
4. Yoo J., Yang E. J. Clinical results of an arthroscopic modified Brostrom operation with and without an internal brace. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2016; 17(4): 353–360. <https://doi.org/10.1007/s10195-016-0406-y>
5. Smith T.O., Davies L., de Medici A., Hakim A., Haddad F., Macgregor A. Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet dancers: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. 2016; (19): 50–6. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.12.007>
6. Vosseller J.T., Dennis E.R., Bronner S. Ankle Injuries in Dancers. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2019; 27(16): 582–589. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00596>

7. Doherty C., Bleakley C., Delahunt E., Holden S. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2017; (51): 113–125. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096178>
8. Mironov S.P., Tsykunov M.B., Builova T.V. Reabilitaciya pri povrezdenii kapsulno-svyazozhnykh struktur golenostopnogo sustava. Federalnie klinicheskie rekomendacii [Rehabilitation in case of damage to the capsular-ligamentous structures of the ankle joint. Federal clinical guidelines]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; (80): 66–71 (In Russ.).
9. Ivleva L.D. Anatomiya i biomehanika v horeografii [Anatomy and biomechanics in choreography]. Chelyabinsk. 2017: 83 p. (In Russ.).
10. Kotelnikova E.G. Biomehanika horeograficheskikh yprazhnenii [Biomechanics of choreographic exercises]. Saint-Petersburg. 1980: 95 p. (In Russ.).
11. Vuurberg G., Hoorntje A., Wink L.M., Doelen B.F. et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *British Journal of Sports Medicine*. 2018; 52(15): 956 p. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098106>
12. Hertel J., Corbett R. An updated model of chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2019; 54(6): 572–588. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>
13. Herzog M.M., Kerr Z.Y., Marshall S.W., Wikstrom E. A. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*. 2019; 54(6): 603–610. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>
14. Friden T., Roberts D., Ageberg E., Walden M., Zatterstrom R. Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2001; 31(10): 567–76. <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.10.567>
15. Eremushkin M.A., Stuzhina V.T., Savinykh T.O., Kusova F.U., Murav'yeva N.V. Proprioceptivnaya trenirovka pri povrezdeniyah kapsulno-svyazozhnoho apparata golenostopnogo sustava u detei i podrostkov. [Proprioceptive training for injuries of the capsular-ligamentous apparatus of the ankle joint in children and adolescents]. *Exercise Therapy and Sports Medicine*. 2014; (121): 16–20 (In Russ.).
16. Rivera M.J., Winkelmann Z.K., Powden C.J., Games K.E. Proprioceptive Training for the Prevention of Ankle Sprains: An Evidence-Based Review. *Journal of Athletic Training*. 2017; 52(11): 1065–1067. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.11.16>
17. Mironov S.P., Tsykunov M.B. Osnovi reabilitacii sportsmenov i artistov baleta pri povrezdeniyah i zabolevaniyah oporno-dvigatel'nogo apparata [Fundamentals of rehabilitation of athletes and ballet dancers for injuries and diseases of the musculoskeletal system]. Moscow. 1998: 99 p. (In Russ.).
18. Shevchenko E.P. Anatomiya, fiziologiya, biomehanika i osnovi medicine v horeografii [Anatomy, physiology, biomechanics and the basics of medicine in choreography]. Moscow. 2016: 20 p. (In Russ.).
19. Lukyanova E.A. Dihanie v horeografii [Breathing in choreography]. Saint-Petersburg. 2017: 183 p. (In Russ.).
20. Klimenko N.A. Podgotovitelnie yprazhneniya v baletnom ekzersise: ponyatiino-klassificacionnii aspekt [Preparatory exercises in ballet exercise: conceptual and classification aspect]. Penza. 2019: 144 p. (In Russ.).
21. Mironov S.P., Tsykunov M.B., Burmakova G.M., Andreev S.V. Poyasnicno-krescovie boli u sportsmenov i artistov baleta: spondiloliz i spondilolistez. Konservativnoe lechenie [Lumbosacral pain in athletes and ballet dancers: spondylolysis and spondylolisthesis. Conservative treatment]. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020; (27): 11–18 (In Russ.).

Информация об авторах:

Михалева Кристина Александровна, инструктор-методист ЛФК отделения медицинской реабилитации, младший научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии.

E-mail: kri_kristy@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6594-617X>

Еремушкин Михаил Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, главный врач Лечебно-реабилитационного клинического центра «Юдино» – филиала Национального медицинского исследовательского центра реабилитации и курортологии, заведующий отделом ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, главный научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

E-mail: medmassage@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3452-8706>

Михалев Виктор Сергеевич, врач – мануальный терапевт отделения лечебной физкультуры и клинической биомеханики, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии.

E-mail: vitya1903@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0392-4343>

Чесникова Екатерина Ивановна, врач ЛФК отделения лечебной физкультуры и клинической биомеханики, научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии.

E-mail: ChesnikovaEI@nmicrk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2603-6170>

Вклад авторов:

Михалева К.А. – обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна исследования, отбор и обследование пациентов, обработка, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи; Еремушкин М.А. – проверка критически важного содержания, научная редакция текста рукописи, утверждение рукописи для публикации; Михалев В.С. – обработка, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи; Чесникова Е.И. – проверка критически важного содержания, научная редакция текста рукописи.

Information about the authors:

Kristina A. Mikhaleva, Junior Researcher, Exercise Physiologist, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: kri_kristy@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6594-617X>

Mikhail A. Eremushkin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Medical Officer of Rehabilitation Clinical Center «Yudino» – a Branch of National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Head of Orthopedics, Biomechanics, Kinesiotherapy and Manual Therapy Department, Chief Researcher, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: medmassage@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3452-8706>

Victor S. Mikhalev, Chiropractor, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: vitya1903@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0392-4343>

Ekaterina I. Chesnikova, Exercise Therapy Doctor, Researcher, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: ChesnikovaEl@nmicrk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2603-6170>

Contribution:

Mikhaleva K.A. – review of publications on the topic of the article, development of research design, selection and examination of patients, processing, analysis and interpretation of data, text writing;

Eremushkin M.A. – review of critical content, scientific revision of the text of the manuscript, approval of the article for publication; Mikhalev V.S. – processing, analysis and interpretation of data, text writing; Chesnikova E.I. – review of critical content, scientific revision of the article text.

