

## Реабилитация спортсменов после оперативного вмешательства на ахилловом сухожилии

<sup>1</sup>А. М. БЕЛЯКОВА, <sup>2</sup>А. П. СЕРЕДА, <sup>1</sup>А. С. САМОЙЛОВ

<sup>1</sup>ФГБУ Государственный научный центр Российской Федерации

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, Москва, Россия

### Сведения об авторах:

Белякова Анна Михайловна – травматолог-ортопед ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Серета Андрей Петрович – директор ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, д.м.н.

Самойлов Александр Сергеевич – генеральный директор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н.

## Rehabilitation of athletes' after Achilles tendon surgery

<sup>1</sup>A. M. BELYAKOVA, <sup>2</sup>A. P. SEREDA, <sup>1</sup>A. S. SAMOYLOV

<sup>1</sup>Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

### Information about the authors:

Anna Belyakova – M.D., Traumatologist of the Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Andrey Sereda – M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Aleksandr Samoylov – M.D., Ph.D. (Medicine), CEO of the Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Неполноценная реабилитация после хирургического вмешательства на ахилловом сухожилии, частота повреждений которого неуклонно возрастает, приводит к повышенному риску повторных повреждений прооперированного сухожилия, а также снижает вероятность возвращения в полной мере к физической активности. Восстановление функции – главная задача программы реабилитации, в особенности при работе со спортсменами. В данной статье изложены главные принципы восстановительных мероприятий, которые можно использовать при работе с пациентами различного уровня физической активности и модифицировать её в зависимости от задачи и особенностей проведенного оперативного лечения с целью достижения оптимального результата.

**Ключевые слова:** ахиллово сухожилие; спортсмен; повреждение; травма; реабилитация; восстановление функции.

**Для цитирования:** Белякова А.М., Серета А.П., Самойлов А.С. Реабилитация спортсменов после оперативного вмешательства на ахилловом сухожилии // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №1. С. 73-78. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.73.

Frequency of Achilles tendon injury increases. The lack of standardized methods of rehabilitation after surgery on the Achilles tendon leads to increased risk of repeated injury of tendon and reduces the possibility of coming round to physical activity. Recovery of function is the main task of rehabilitation programs, especially in athletes. This article sets out the basic principles of remedial actions. It can be used with patients of different levels of physical activity and it can be modified according to the task performed and features of surgical treatment in order to achieve optimal results.

**Key words:** Achilles tendon; athlete; injury; rehabilitation; function recovery.

**For citation:** Belyakova A.M., Sereda A.P., Samoylov A.S. Rehabilitation of athletes' after Achilles tendon surgery. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017; 7(1): 73-78. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.73.

Частота повреждений ахиллова сухожилия с каждым годом увеличивается в популяции, так как люди в большинстве своем ведут малоподвижный образ жизни, но периодически проявляют интерес к физической активности [1-4]. Большинство травм ахиллова сухожилия происходит во время спортивных игр, где необходимы резкие ускорения/замедления и прыжки [3, 5-7, 8], поэтому профессиональные спортсмены наиболее подвержены риску травматизации ахиллова сухожилия. Хирургическое восстановление разрыва ахиллова сухожилия в сочетании с ранней реабилитацией позволяет пациенту вернуться к первоначальному уровню функциональных возможностей, достичь нормального диапазона движения в голеностопном суставе, а также снизить риск повторного разрыва сухожилия [2, 3, 9].

В настоящий момент отсутствуют утвержденные требования к восстановительному лечению пациентов после оперативного лечения ахиллова сухожилия. Основываясь на клиническом опыте, нами было составлена послеоперационная программа реабилитационного ведения пациентов, состоящая из 4 этапов. Данную программу можно упрощать или усложнять, сроки её проведения можно сокращать или удлинять, в зависимости от индивидуальных особенностей конкретного пациента.

Реабилитационная программа начинается с 2 по 6 неделю после оперативного вмешательства на ахилловом сухожилии. Особое внимание специалистом по реабилитации должно быть уделено на обеспечение протекции прооперированной области. Например, крайне важно избегать пассивного растяжения ахиллова сухожилия, по крайней мере, 12 недель после операции. Кроме того, увеличивать осевую нагрузку следует постепенно и согласованно с оперирующим хирургом. Реабилитолог должен учитывать фазы заживления сухожилия (фаза воспаления, пролиферации, образования и организации рубцовой ткани) на протяжении всей послеоперационной программы реабилитации. Ахиллово сухожилие наиболее ослаблено в течение первых 6 недель (фаза воспаления и фазы пролиферации), а затем медленно укрепляется в течение следующих 6 недель до 12 месяцев (образование и организация рубцовой ткани) [5, 10, 11].

#### **Послеоперационный этап I: обеспечение протекции и условий для регенерации (от 1 до 6 недель)**

Восстановление на первом этапе послеоперационной программы реабилитации заключается в контроле отека и болевого синдрома, сводя к минимуму образование рубцовой ткани, а также обеспечение адекватного объема движения. Нагрузку на прооперированную конечность в послеоперационном этапе и выбор ортезирования пациента определяет оперирующий хирург. Выбор осевой нагрузки может варьироваться от ходьбы в ортезе без нагрузки, с частичной нагрузкой на нижнюю конечность или по типу толерантности к боли. Ограничение нагрузки длится от 2 до 8 недель после опе-

рации. В настоящее время при развитии хирургических и реабилитационных методов, послеоперационный подход заключается в фиксации оперированной конечности разгрузочном сапожкем и ходьбе с частичной нагрузкой на конечность при помощи костылей.

Ранняя мобилизация и ограничение осевой нагрузки основные направления в первом этапе после операции. Регенерации сухожилия и возвращению силы мышц способствует частичная осевая нагрузка и активные движения в суставе, в то же время предотвращая негативные последствия иммобилизации (атрофию мышц, тугоподвижность суставов, развитию артроза, образованию спаечного процесса и тромбоза глубоких вен) [12, 13]. Пациента обучают выполнять активный диапазон движения: дорсифлексия, плантарная флексия, инверсия и эверсия несколько раз в день. Объем движения активного разгибания ограничен до 0 градусов (нейтральное положение) при согнутом коленном суставе до угла 90 градусов (рис. 1, А и Б).



Рис. 1. (А) Активная плантарная флексия и (Б) дорсифлексия с согнутым коленным суставом

Fig. 1. (A) Active range of motion with the knee flexed in the direction of plantar flexion and (B) dorsiflexion

Как только пациент переходит от частичной к полной нагрузке на оперированную конечность, к программе реабилитации добавляется работа на велотренажере с минимальным сопротивлением. Пациент должен избегать давления на переднюю часть стопы во время работы на велотренажере, основная нагрузка должна приходиться на пятку. Массаж и мягкая мобилизация ахиллова сухожилия используются для ускорения процесса регенерации и поможет избежать образования спаечно-рубцового процесса и тугоподвижности сустава. Криотерапия и возвышенное положение оперированной конечности используются для контроля отека и болевого синдрома. Пациенту необходимо избегать длительного нахождения в однотипной, фиксированной позе. В течение дня необходимо приводить оперированную конечность в возвышенное положение. Рекомендуется также применять сухие холодные компрессы несколько раз в день в течение 20 минут на оперированную область. На прок-

симальный отдел бедра и область коленного сустава вводятся упражнения на сопротивление.

Замедление процесса рубцевания и инфицирование раны, образование отечности оперированной конечности является наиболее частым осложнением послеоперационного периода. Необходимо объяснить пациенту всю важность соблюдения ограничения осевой нагрузки, приведения в возвышенное положение оперированной конечности (ограничить время нахождения в однотипной позе), выполнение активных упражнений и использование холодных компрессов несколько раз в день.

### Послеоперационный этап II: ранняя мобилизация (от 6 до 12 недель)

Второй послеоперационный этап заключается в увеличении осевой нагрузки, увеличении движений оперированной конечности и постепенном укреплении мышц. Сначала пациент увеличивает осевую нагрузку с фиксированной стопой в ортезе, ходит при помощи костылей, а затем начинает ходить самостоятельно без дополнительной опоры. Использование подпяточника обеспечивает более легкий переход от ортеза (который часто имеет подошвенное сгибание от 20 до 30 градусов) к повседневной обуви. Размер подпяточника должен постепенно уменьшаться по мере увеличения объема движения, при этом подпяточник не должен использоваться, когда пациент достигает нормальной биомеханики ходьбы. Обучение правильной ходьбе может производиться на подводной беговой дорожке для разгрузки оперированной конечности. Ходьба, при которой уровень воды приходится на линию верхней трети груди обеспечивает уменьшение осевой нагрузки от 60% до 75%, в то время как уровень воды на области талии обеспечивает уменьшение осевой нагрузки от 40% до 50% [14]. Активные движения голеностопным суставом во всех плоскостях продолжается без ограничений, в отличие от пассивных движений, которые не рекомендуются. Именно ходьба будет способствовать развитию объема движения, а не стретч-упражнения. На данном этапе реабилитации ожидается увеличить объем движения достаточный для возвращения к повседневной активности.

Во время этого этапа с осторожностью выполняют инверсию и эверсию стопы в изометрическом режиме, в дальнейшем добавляя упражнения на сопротивление с помощью эластичной ленты. Укрепление мышц голени продолжается рисуя стопой в воздухе буквы алфавита. После увеличения объема движения, выполняется укрепление мышц задней поверхности голени. На 6-й неделе вводятся упражнения на сопротивление плантарной флексии при согнутом колене под углом 90 градусов (рис. 2, А). На 8-й неделе сопротивление плантарной флексии выполняется с разогнутым коленным суставом до 0 градусов (рис. 2, Б).



Рис. 2. (А) Упражнения на сопротивление с использованием эластичных лент для усиления плантарной флексии с согнутым и (Б) разогнутым коленным суставом

Рис. 2. (A) Progressive resistive exercise using an elastic band to strengthen the planter flexors with the knee flexed and (Б) with the knee straight

Продолжают тренировку на велотренажере с увеличением осевой нагрузки на передний отдел стопы. Ходьба задом наперед вводится в программу реабилитации на беговой дорожке (рис. 3) для облегчения выполнения подошвенного сгибания. Пациенты обычно находят ходьбу задом наперед весьма комфортной, так как такая ходьба избавляет от необходимости отталкиваться [15]. Угол наклона беговой дорожки постепенно увеличивается (10, 15 и 20 см) по мере адаптации. Раннее нейро-мышечное обучение и увеличение объема движения рекомендуется выполнять с помощью нестабильных платформ в положении сидя с дальнейшим выполнением упражнений в положении стоя. Кроме того, выполнение упражнений двумя ногами на нестабильной платформе способствует развитию глубокой проприоцепции, нервно-мышечной тренировки и развитию координации. Упражнения начинают выполнять на двух ногах и при увеличении силы мышц переходят на упражнения на одной ноге (рис. 4). Местный массаж, мобилизация мягких тканей продолжают по мере необходимости.



Рис. 3. Ходьба задом наперед на беговой дорожке

Рис. 3. Retro treadmill



Рис. 4. Упражнения на одной ноге и нейро-мышечная тренировка с использованием нестабильной платформы

Pic. 4. Unilateral range of motion and neuromuscular training, using a biomechanical ankle platform system

Тендинит ахиллова сухожилия и / или боль в области ахиллова сухожилия является наиболее частым осложнением II этапа реабилитации. Увеличение уровня физической активности, как только пациент перестает передвигаться с помощью костылей или носить разгрузочный сапожок, слишком быстрое увеличение объема движений и укрепляющих упражнений во время программы реабилитации может приводить к появлению боли и образованию воспалительного процесса. Субъективные жалобы пациента и объективные показатели его состояния анализируются специалистом по реабилитации во время увеличения объема программы реабилитации. Следует обратить внимание пациента на необходимость выполнения программы упражнений в домашних условиях.

#### Послеоперационный этап III: раннее укрепление мышц (от 12 до 20 недель)

При выполнении рекомендуемых требований предыдущего этапа, пациент переходит на III этап реабилитации, предназначенный для полного восстановления активных движений, нормализации силы мышц подошвенных сгибателей, а также улучшения координации и нейро-мышечного контроля. Степень восстановления силы мышц подошвенных сгибателей определяется способностью пациента выполнять подъем пяток стоя на двух ногах и в дальнейшем на стоя одной ноге [16]. Работа на развитие силы, выносливости, координации начинается при условии выполнения пациентом движений плавно и технично. К концу этого этапа ожидается полное восстановление симметрии конечностей.

Пациенту необходимо поддерживать достигнутый уровень функциональной активности увеличивая дефицит объема движения и/или мышечной силы. Наиболее частым осложнением этого этапа является наличие жа-

лоб на мышечные боли или возникновение тендинита во время выполнения более технически сложных упражнений. Пациенты могут пытаться увеличить их уровень активности (например, ходьба по лестнице) без достижения достаточной силы мышц нижней конечности, поэтому специалист по реабилитации должен обучить пациента контролировать свою двигательную активность.

#### Послеоперационный этап IV: закрепление (от 20 до 28 недель)

Как только сила мышц голени и объем движений сустава увеличивается, пациент переходит на следующий этап реабилитации, разработанный специально для того, чтобы вернуться к более высокому уровню динамической активности. Программа этого этапа реабилитации разработана для подготовки пациента/спортсмена к безопасному возвращению к активной спортивной деятельности. На 20-й недели после операции проводится изокинетическое тестирование голеностопного сустава плантарной флексии, дорсифлексии, инверсии и эверсии. Изокинетическое тестирование позволяет более точно оценить силу мышц в динамике, чем изометрическое ручное тестирование. Изокинетическое тестирование дает клиницисту объективные показатели, что позволяет наглядно оценивать и смотреть в динамике объективное состояние пациента. Полученные данные тестирования демонстрируют, восстановилась ли сила и выносливость икроножных мышц. Если результаты тестирования находятся в пределах 75% по сравнению с противоположной конечностью и пациент выполняет 10 подъемов пятки на одной ноге, можно добавить в программу реабилитации беговую дорожку. Бег вперед на беговой дорожке проводится с акцентом на короткие расстояния, от низкой до средней скорости, учитывая субъективные безболезненные ощущения пациента при движении. Изокинетическое укрепление мышц продолжается для повышения силы и выносливости при дорсифлексии, подошвенном сгибании, инверсии и эверсии. Упражнения на сопротивление и гибкость по-прежнему увеличиваются по принципу толерантности и добавляются упражнения на развитие ловкости, в зависимости от вида спорта пациента. Бег и обучение спорт-специфическим навыкам должны начинаться с простых движений, а затем переходить к более сложным, с изменением траектории и скорости. Эти действия можно дополнительно усложнить, добавив сопротивление эластичной лентой. Наибольший акцент ставится на выполнении упражнений на координацию. Тем не менее, выполнение упражнений выполняется в сочетании с тренировкой координации, с целью развития контроля и силы мышц голеностопного сустава. Упражнения на сопротивление пациент может выполнять стоя на различных нестабильных поверхностях. На этом этапе вводится легкие плиометрические упражнения. За счет динамического растяжения-сокращения мышц происходит повышение выносливости [17, 18].

Крайне важно, чтобы пациент обладал полным объемом движений, гибкостью и достаточной мышечной силой, чтобы выполнить упражнения безболезненно и плавно. Программа упражнений выполняемых пациентом в домашних условиях постоянно обновляется на основании результатов оценки функционального состояния.

Пациенту необходимо продолжать поддерживать достигнутый уровень активности увеличивая дефицит объема движения и/или мышечной силы. Специалист по реабилитации должен быть особенно внимателен при введении в программу реабилитации нагрузки на беговой дорожке и степени увеличения активности. Во многих случаях, пациент/спортсмен чувствует себя уверенно при возвращении к активным движениям и может попытаться продолжать физическую нагрузку, несмотря на наличие дискомфорта. Врач должен внимательно следить за появлением признаков слабости и усталости у пациента и регулировать программу реабилитации соответственно его состоянию. Основное внимание должно быть направлено на бег короткими дистанциями с медленной скоростью, с постепенным увеличением этих параметров. Кроме того, необходимо следить за выполнением упражнений на сопротивление, которые способствуют адекватному восстановлению функции конечности, это позволит уменьшить риск возникновения состояния перетренированности. Беговая программа должна быть сведена к минимуму, дополнительно используя кросс-тренировки (плавание, езда на велосипеде), чтобы избежать повторной травмы или возникновения тендинита сухожилия.

#### **Послеоперационный этап V: Возвращение к спортивной деятельности (28 неделя 1 год)**

Заключительный этап реабилитации может занять от 28 недель до целого года, в зависимости от желаемого уровня активности и физического состояния пациента. Во время этой фазы, следует обратить внимание на восполнение оставшегося дефицита мышечной силы и гибкости. Спорт-специфические, плиометрические упражнения и упражнения на ловкость должны вводиться в программу, что бы соответствовать функциональным требованиям конкретного вида спорта. Продолжается выполнение изокинетических упражнений для восстановления выносливости до уровня, необходимого для занятий спортом. Во время этого этапа необходимо усложнять плиометрическую нагрузку, выполняя упражнения на одной ноге, например, прыжки одной ногой из стороны в сторону. Функциональное тестирование, например, вертикальный джамп-тест, можно использовать для определения готов ли пациент вернуться к спортивной деятельности. Джамп-тест демонстрирует восстановление мышечной силы и наличие функциональных ограничений нижней конечности [19, 20]. Желательно, чтобы пациент демонстрировал 85% симметрии конечностей. Для полноценного возвращения к спортивной деятельности необходимо разрешение оперирующего хирурга.

Пациент должен демонстрировать безупречное выполнение упражнений предыдущего этапа перед тем, как перейти к следующему этапу реабилитации и к более сложно координационным видам деятельности. Выбранные функциональные тесты должны соответствовать специфическим требованиям вида спорта пациента, чтобы обеспечить безопасное возвращение к полноценной спортивной нагрузке.

Использование данной программы реабилитации можно адаптировать для каждого пациента, в зависимости от его целей и потребностей. Преемственность между хирургом и специалистом по реабилитации имеет фундаментальное значение в составлении индивидуальной программы ведения пациента начиная с послеоперационного периода в плоть до полного восстановления. Доступное разъяснение необходимости самостоятельной работы пациента в домашних условиях, соблюдения требований двигательной активности в сочетании с размеренным увеличением нагрузки в рамках реабилитационного лечения также играет немаловажную роль. Использование данной программы в качестве основы при условии индивидуального подхода обеспечит достижение желаемого результата для каждого пациента.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Funding:** the study had no sponsorship

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest

#### **Список литературы**

1. **Серeda А.П.** Хирургическое лечение разрывов ахиллова сухожилия: д исс. док. мед наук. Москва, 2015.
2. **Самойлов А.С., Серeda А.П., Ключников М.С., Разумец Е.И., Кочанова Д.А.** Опыт применения методов восстановительной медицины в условиях проведения учебно-тренировочных сборов сборных команд России // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. №4(54). С. 98-106.
3. **Самойлов А.С.** Спортивная медицина на службе спорта высших достижений // Кто есть кто в медицине. 2013. №5. С. 38-41.
4. **Назаров В.Б., Серeda А.П., Ключников М.С., Самойлов А.С.** Инновации в системе медико-биологического обеспечения спортсменов сборных команд Российской Федерации // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. №4(54). С. 33-37.
5. **Mandelbaum B., Gruber J., Zachazewski J.** Rehabilitation of the Postsurgical Orthopedic Patient: Achilles Tendon Repair and Rehabilitation. Mosby, St. Louis, 2001.
6. **Maffulli N.** Current Concepts Review: Rupture of the Achilles Tendon // J Bone Joint Surg. 1999. №81. P. 1019-1036.
7. **Серeda А.П., Кавалерский Г.М.** Синдром Хаглунда: историческая справка и систематический обзор // Травматология и ортопедия России. 2014. Т.71, №1. С. 122-132
8. **Soldatis J.J., Goodfellow D.B., Wilber J.H.** End-to-end Operative Repair of Achilles Tendon Ruptures // Am J Sports Med. 1997. №24(1). P. 90-95.

9. Серeda А.П., Анисимов Е.А. Инфекционные осложнения после хирургического лечения спортивной травмы ахиллова сухожилия // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. №4(54). С. 90-97.

10. Серeda А.П. Травмы и заболевания ахиллова сухожилия: автореф. дисс. док. мед наук. Москва, 2014. С. 9-40.

11. Ефименко Н.А., Грицюк А.А., Серeda А.П. Диагностика разрывов ахиллова сухожилия // Клиническая медицина. 2011. №3. С. 64-70.

12. Maffuli N., Tallon C., Wong J., Lim K.P., Bleakney R. Early Weightbearing and Ankle Mobilization after Open Repair of Acute Midsubstance Tears of the Achilles Tendon // Am J Sports Med. 2003. №31(5). P. 692-700.

13. Mandelbaum B.R., Myerson M.S., Forester R. Achilles Tendon Ruptures. A New Method of Repair, Early Range of Motion, and Functional Rehabilitation // Am J Sports Med. 1995. №23. P. 392-395.

14. Bates A., Hanson N. The Principles and Properties of Water. In Aquatic Exercise Therapy. WB Saunders, Philadelphia, 1996. P. 1-320.

15. Threlkeld J., Horn T.S., Wojtowicz G.M., Rooney J.G., Shapiro R.S. Kinematics, Ground Reaction Force, and Muscle Balance Produced by Backward Running. J Orthop Sports Phys Ther, American Physical Therapy Association, 1989.

16. Norkin C.C., Levangie P.K. Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. FA Davis, Philadelphia, 1992.

17. Kendall F., McCreaiy E. Muscles Testing and Function, 4th ed., chap 7. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.

18. Davies G. Open Kinetic Chain Assessment and Rehabilitation, Athletic Training // Sports Health Care Perspect. 1995. №1(4). P. 347-370.

19. Thomas M., Fiatarone M., Fielding R. Leg Power in Young Women: Relationship to Body Composition, Strength, and Function // Med Sci Sports Exerc. 1996. №28(10). P. 1321-1326.

20. Petschnig R., Baron R., Albrecht M. The Relationship Between Isokinetic Quadriceps Strength Tests and Hop Tests for Distance and One-Legged Vertical Jump Test Following ACL Reconstruction // J Orthop Sports Phys Ther. 1998. №28(1). P. 23-31.

### References

1. Sereda AP. Khirurgicheskoe lechenie razryvov akhillova sukhozhiya. Dis. dok. med nauk. Moscow, 2015.

2. Samoylov AS, Sereda AP, Klyuchnikov MS, Razumets EI, Kochanova DA. Opyt primeneniya metodov vosstanovitelnoy meditsiny v usloviyakh provedeniya uchebno-trenirovochnykh sborov sbornykh komand Rossii. Meditsina ekstremalnykh situatsiy. 2015;№4(54):98-106. (in Russian).

3. Samoylov AS. Sportivnaya meditsina na sluzhbe sporta vysshikh dostizheniy. Kto est kto v meditsine. 2013;(5):38-41. (in Russian).

4. Nazarov VB, Sereda AP, Klyuchnikov MS, Samoylov AS. Innovatsii v sisteme mediko-biologicheskogo obespecheniya sportsmenov sbornykh komand Rossiyskoy Federatsii. Meditsina ekstremalnykh situatsiy. 2015;4(54):33-37. (in Russian).

5. Mandelbaum B, Gruber J, Zachazewski J. Rehabilitation of the Postsurgical Orthopedic Patient: Achilles Tendon Repair and Rehabilitation. Mosby, St. Louis, 2001.

6. Maffulli N. Current Concepts Review: Rupture of the Achilles Tendon. J Bone Joint Surg. 1999;(81):1019-1036.

7. Sereda AP, Kavalerskiy GM. Sindrom Khaglunda: istoricheskaya spravka i sistemacheskii obzor. Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2014;71(1):122-132. (in Russian).

8. Soldatis JJ, Goodfellow DB, Wilber JH. End-to-end Operative Repair of Achilles Tendon Ruptures. Am J Sports Med. 1997;24(1):90-95.

9. Sereda AP, Anisimov EA. Infektsionnye oslozhneniya posle khirurgicheskogo lecheniya sportivnoy travmy akhillova sukhozhiya. Meditsina ekstremalnykh situatsiy. 2015;№4(54):90-97. (in Russian).

10. Sereda AP. Travmy i zabolevaniya akhillova sukhozhiya. Avtoref. dis. dok. med nauk. Moscow, 2014. P. 9-40. (in Russian).

11. Efimenko NA, Gritsyuk AA, Sereda AP. Diagnostika razryvov akhillova sukhozhiya. Klinicheskaya meditsina. 2011;(3):64-70. (in Russian).

12. Maffuli N, Tallon C, Wong J, Lim KR, Bleakney R. Early Weightbearing and Ankle Mobilization after Open Repair of Acute Midsubstance Tears of the Achilles Tendon. Am J Sports Med. 2003;31(5):692-700.

13. Mandelbaum BR, Myerson MS, Forester R. Achilles Tendon Ruptures. A New Method of Repair, Early Range of Motion, and Functional Rehabilitation. Am J Sports Med. 1995;(23):392-395.

14. Bates A, Hanson N. The Principles and Properties of Water. In Aquatic Exercise Therapy. WB Saunders, Philadelphia, 1996. P. 1-320.

15. Threlkeld J, Horn TS, Wojtowicz GM, Rooney JG, Shapiro RS. Kinematics, Ground Reaction Force, and Muscle Balance Produced by Backward Running. J Orthop Sports Phys Ther, American Physical Therapy Association, 1989.

16. Norkin CC, Levangie PK. Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. FA Davis, Philadelphia, 1992.

17. Kendall F, McCreaiy E. Muscles Testing and Function, 4th ed., chap 7. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.

18. Davies G. Open Kinetic Chain Assessment and Rehabilitation, Athletic Training. Sports Health Care Perspect. 1995;1(4):347-370.

19. Thomas M, Fiatarone M, Fielding R. Leg Power in Young Women: Relationship to Body Composition, Strength, and Function. Med Sci Sports Exerc. 1996;28(10):1321-1326.

20. Petschnig R, Baron R, Albrecht M. The Relationship Between Isokinetic Quadriceps Strength Tests and Hop Tests for Distance and One-Legged Vertical Jump Test Following ACL Reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;28(1):23-31.

### Ответственный за переписку:

**Белякова Анна Михайловна** – травматолог-ортопед ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России  
Адрес: 123182, Россия, г. Москва, ул. Живописная, д. 46/8  
Тел. (раб): +7 (499) 190-94-96  
Тел. (моб): +7 (925) 083-77-77  
E-mail: belyakova@hotmail.fr

### Responsible for correspondence:

**Anna Belyakova** – M.D., Traumatologist of the Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia  
Address: 46/8, Zhivopisnaya St., Moscow, Russia  
Phone: +7 (499) 190-94-96  
Mobile: +7 (925) 083-77-77  
E-mail: belyakova@hotmail.fr

Дата направления статьи в редакцию: 15.09.2016  
Received: 15 September 2016

Статья принята к печати: 17.01.2017  
Accepted: 17 January 2017