

АЛГОРИТМ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

М. В. Шпехт¹, Л. А. Пирогова²

¹Областной диспансер спортивной медицины, Гродно, Беларусь

²Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь



Введение. Возвращение первоначальных функций передней крестообразной связки после ее реконструкции – важнейшая задача реабилитации. Поэтому разработка современных и эффективных методов по ее восстановлению.

Цель. Разработать алгоритм реабилитационных мероприятий по восстановлению передней крестообразной связки после ее пластики с применением современных и эффективных методов физической терапии.

Материал и методы. Для разработки алгоритма были применены методики интервальной вакуумной терапии на аппарате «Vacusport» и кинезиологические тейпы в сочетании с медикаментозной и немедикаментозной терапией. Методы исследования: гониометрия и двигательные тесты. Для статистической обработки результатов исследования: непараметрический критерий Вилкоксона, критерий Манна-Уитни, описательные статистики, точный тест Фишера.

Результаты. Выявлены статистически значимые зависимости исследуемых показателей и сроков восстановления от алгоритма применения разработанного комплекса реабилитационных мероприятий. Для параметра «угол сгибания» различия в группах значимы при $p < 0,001$ ($W=231$) на восьмой неделе послеоперационного периода; для параметра «силовой тест» различия значимы при $p < 0,002$ (доля в экспериментальной группе 55,17% против 13,79% в контрольной) на 24-й неделе; «боль» – при $p < 0,0001$ (доля 69% против 3,45) на шестой неделе; «отёк» – при $p < 0,0002$ (58,62% против 50%) на шестой неделе.

Выводы. Разработан новый метод применения интервальной вакуумной терапии и кинезиотейпирования в комплексе реабилитационных мероприятий по восстановлению передней крестообразной связки после ее реконструкции, который значительно сокращает сроки ее восстановления.

Ключевые слова: алгоритм медицинской реабилитации, пластика передней крестообразной связки, интервальная вакуумная терапия, кинезиотейпирование.

Для цитирования: Шпехт, М. В. Алгоритм медицинской реабилитации пациентов после пластики передней крестообразной связки / М. В. Шпехт, Л. А. Пирогова // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2021. Т. 19, № 6. С. 629-635. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2021-19-6-629-635>.

Введение

Коленный сустав – самый большой сустав тела человека, его анатомические и функциональные особенности при занятиях спортом обуславливают частые повреждения и нарушения. Большинство людей так или иначе сталкивается в жизни с проблемами в коленном суставе. Из всех повреждений коленного сустава повреждение передней крестообразной связки (ПКС) в виде разрыва возникают наиболее часто [1, 2]. Наибольшую результативность в лечении разрыва ПКС имеет пластика или реконструкция [3]. Впервые реконструкция ПКС в России была выполнена в 1914 г. И. И. Грековым, где в качестве трансплантата была использована широкая фасция бедра [4]. Сегодня существует много методик проведения подобной операции. Однако возвращение пациента на прежний уровень активности во многом зависит от реабилитационных мероприятий, проводимых после пластики ПКС.

Структура реабилитации после пластики ПКС, по разным источникам, может включать 4 периода: ранний послеоперационный, или пассивный (1 неделя); поздний послеоперационный, или предварительный (2-4 недели); функциональный, или активный (5-8 недель); тренировочно-восстановительный, или активный (9-24 недели) [5, 6]. В среднем процесс реабилитации обычно занимает от 6 до 12 месяцев [7, 8].

В течение первых трех месяцев происходит приживление трансплантата, далее осуществляется восстановление его кровоснабжения (2-6 месяцев), укрепление новой связки продолжается от 6 до 12 месяцев [9]. Анализ научных статей по вопросам реабилитации ПКС показал, что сроки реабилитации зависят как от физических особенностей самого пациента, так и от комплекса реабилитационных мероприятий, проводимых врачом-реабилитологом.

Цель – разработать алгоритм реабилитационных мероприятий по восстановлению передней крестообразной связки после ее пластики с применением современных и эффективных методов физической терапии.

Материал и методы

Исследование проведено на базе ГУ «Областной диспансер спортивной медицины» г. Гродно. Для исследования были выделены две группы спортсменов: экспериментальная (23 чел.) и контрольная (23 чел.), которым проведена реконструкция ПКС.

За период реабилитации дважды пациентам экспериментальной группы применялся метод реабилитационных мероприятий с использованием интервального вакуумного воздействия (ИВТ) с кинезиологическим тейпированием оперированного коленного сустава. Первый этап осуществлялся на третьей-четвертой неделе

послеоперационного периода, второй – на девятой-десятой неделе.

Параметры воздействия интервальным вакуумом на первом этапе представлены в таблице 1.

Сеансы проводились ежедневно по 30 минут. Курс составлял 10 процедур. Одновременно с ИВТ проводилось кинезиотейпирование оперированного коленного сустава.

Кинезиологическое тейпирование осуществлялось по дренирующей методике, последовательность которой определялась следующим алгоритмом действий. От ленты кинезиотейпа отрезались две полоски длиной от нижней трети бедра до бугристости большеберцовой кости. Оставлялся якорь длиной 5 см. Остальной участок кинезиотейпа разрезался на четыре равные

полоски. Края всех полосок закруглялись. Кожа предварительно обезжиривалась. Коленный сустав сгибался под углом 90 градусов. Якорь наклеивался без натяжения на нижнюю треть бедра. Каждая полоска кинезиотейпа наклеивалась через коленный сустав на противоположную сторону голени с натяжением 25%, образуя на коленном суставе решетку (рис.1, а).

В таблице 2 представлены параметры применения методики интервального вакуума на втором этапе.

Сеансы были ежедневными, по 45 минут. Курс составлял 10 процедур.

Одновременно проводилось кинезиологическое тейпирование оперированного коленного сустава по стимулирующей методике (рис.1, б).

От ленты кинезиотейпа отрезалась полоска, размером от средней трети бедра до бугристости большеберцовой кости. Оставлялся якорь длиной 5 см. Остальной участок кинезиотейпа разрезался на две равные полоски. Края полосок закруглялись. Кожа предварительно обезжиривалась. Коленный сустав сгибался под углом 90 градусов. Якорь наклеивался без натяжения на среднюю треть бедра. Свободные края тейпа, огибая коленный сустав с натяжением до 50%, спускались на голень и фиксировались якорями на бугристости большеберцовой кости. Якоря длиной 5 см наклеивались без натяжения. Вторая полоска кинезиологического тейпа с закругленными краями, длиной 20 см наклеивалась под надколенником. Средняя часть наклеивалась с натяжением 25% и, огибая коленный сустав, лента заканчивалась якорем без натяжения у подколенной ямки. Эффективность проведенных реабилитационных мероприятий оценивалась после каждой недели по функциональным классам.

Для корректного применения новой методики авторами предлагается алгоритм медицинской реабилитации пациентов после реконструкции ПКС, который условно можно разбить на четыре этапа: оценка функционального состояния нижней конечности, оценка реабилитационного потенциала, собственно сам комплекс реабилитационных мероприятий и оценка эффективности медицинской реабилитации (рис. 2).

Каждый этап делится на подэтапы, отвечающие за решение конкретной задачи реабилитации. Так, например, этап «оценка функцио-

Таблица 1. – Параметры воздействия аппаратом «Vacusport» на первом этапе

Table 1. – «Vacusport» exposure parameters at the first stage

Фазы цикла	Длительность отрицательного давления/сек	Длительность нормального атм. давления/сек	Общая длительность фазы цикла/мин	Отрицательное давление/мбар
1	6	1	7	48
2	6	1	8	50
3	6	2	9	56
4	6	1	8	60
5	6	1	7	50

Таблица 2. – Параметры воздействия аппарата «Vacusport» на втором этапе

Table 2. – «Vacusport» exposure parameters at the second stage

Фазы цикла	Длительность отрицательного давления/сек	Длительность нормального атм. давления/сек	Общая длительность фазы цикла/мин	Отрицательное давление/мбар
1	9	7	7	46
2	9	1	8	46
3	9	2	10	56
4	9	1	8	60
5	9	9	5	64



Рисунок 1. – Методики применения кинезиологических тейпов: а) дренирующая, б) стимулирующая

Figure 1. – Methods of using kinesiologic tapes: a) draining, b) stimulating

нального состояния нижней конечности» состоит из шести подэтапов.

1. Определение амплитуды пассивных движений в коленном суставе. В положении пациента лежа на здоровом боку инструктор руками максимально разгибает оперированную нижнюю конечность в коленном суставе, фиксирует угол разгибания и измеряет его с помощью угломера. Затем максимально сгибает оперированную нижнюю конечность в коленном суставе, фиксирует угол сгибания, измеряет его с помощью угломера.

2. Определение амплитуды активных движений в коленном суставе. В положении лёжа на здоровом боку пациент силой мышц максимально разгибает оперированную нижнюю конечность в коленном суставе, фиксируется угол разгибания и измеряется с помощью угломера. Затем максимально сгибает оперированную нижнюю конечность в коленном суставе, фиксируется угол сгибания и измеряется с помощью угломера.

3. Проводится измерение сегментов длины обеих нижних конечностей с помощью сантиметровой ленты. Измерения осуществляются согласно анатомическим ориентирам.

4. Определяется пропорциональность размеров оперированной нижней конечности, проводится ее сравнение со здоровой нижней конечностью.

5. Проводится измерение периметров оперированной нижней конечности на разных уровнях: верхняя, средняя, нижняя трети бедра и голени.

6. Определяется функциональное состояние мышц. Оценивается размер мышц оперированной нижней конечности в сравнении со здоровой: их гипотрофичность и сила. Сила мышц определяется с помощью динамометра.

Этап «оценка реабилитационного потенциала» осуществлялась по функциональным классам (ФК). Чаще всего пациенты после реконструкции ПКС имели 1-й или 2-й ФК. ФК 1 соответствует потере функции от 1 до 25%, ФК 2 – от 26 до 50% потери функции. Практически все пациенты имеют высокий реабилитационный потенциал.

Третий этап «собственно реабилитация» делится на три подэтапа: медикаментозная реабилитация, психотерапия и физические методы реабилитации. К медикаментозной терапии следует отнести применение следующих препаратов: нестероидные противовоспалительные средства, антиагреганты, местное применение противовоспалительных и противоотечных мазей, пептиды коллагена.

К психотерапии следует отнести выработку у пациента мотивации на реабилитацию, преодоление нервно-психических нарушений, коррекцию личностных особенностей.

Физические методы реабилитации, которые являются платформой для применения нового комплексного подхода с использованием ИВТ и кинезиологического тейпирования, представлены детально на рисунке 3 и содержат все необходимые параметры для реализации.

Результаты исследования вылились в статистическую оценку влияния предлагаемого комплексного метода с применением ИВТ и кинезиотейпирования на сроки восстановления ПКС после ее реконструкции. Было проведено статистическое сравнение контрольной и экспериментальной групп по углу сгибания на выделенных временных срезах с помощью двух критериев: Вилкоксона (для сравнения с нижней границей нормы

125⁰) и теста Манна-Уитни (для выявления достоверности различий между группами) [10]. За норму был принят интервал для угла сгибания коленного сустава от 125 до 140⁰. Сроком восстановления считали тот временной интервал, в котором уровень показателя «угол сгибания» начинает превышать нижнюю границу нормы, и различия в контрольной и экспериментальной группах были статистически значимыми.

Алгоритм медицинской реабилитации пациентов после пластики передней крестообразной связки



Рисунок 2. – Алгоритм медицинской реабилитации пациентов после пластики ПКС

Figure 2. – Algorithm of medical rehabilitation of patients after ACL plastic surgery

Нами проведен статистический анализ метрического показателя «угол сгибания», начиная с первой недели послеоперационного периода по десятую неделю. Расчеты критериев применялись для каждого временного интервала. Дополнительно с помощью критерия Вилкоксона проверялись также гипотезы об отличии уровня признака от условной нижней границы нормы (125°) с целью определить, как быстро идет восстановление показателя в каждой группе.

Результаты и обсуждение

На основании статистических критериев установлено, что с восьмой недели послеоперационного периода в экспериментальной группе (группа 2), где применялась новая методика, не менее половины пациентов способны согнуть оперированное колено на угол 125° и более ($p < 0,001$, $W = 231$). В контрольной группе, где применяется стандартная программа реабилитации, таких пациентов не было. Для большей

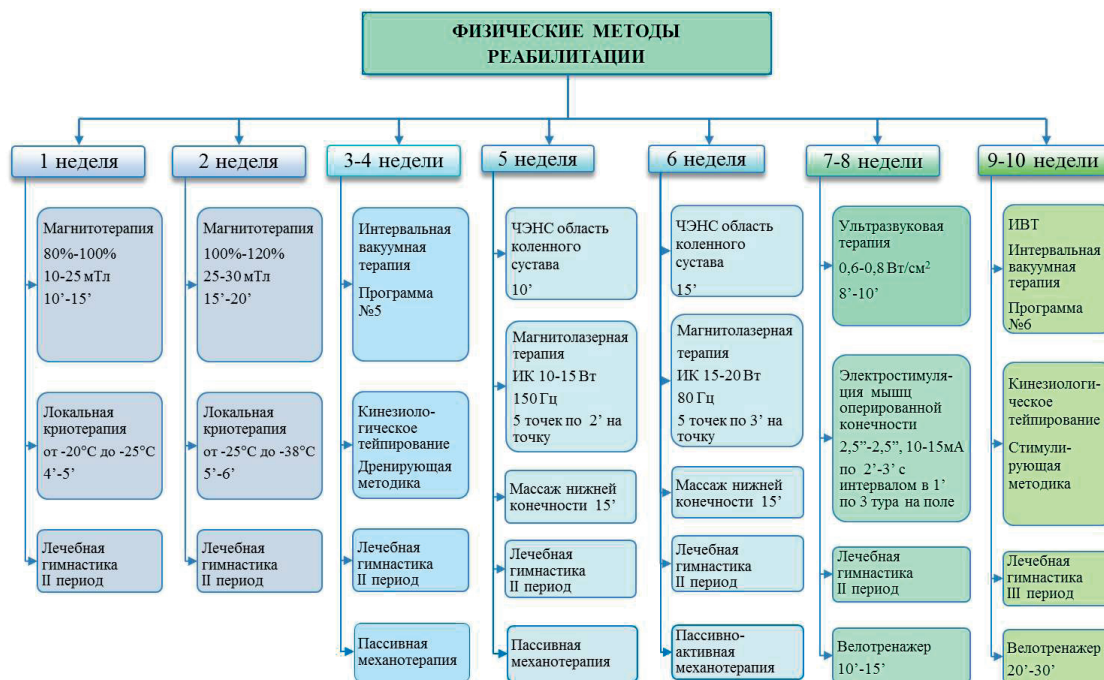


Рисунок 3. – Физические методы реабилитации после пластики ПКС

Figure 3. – Physical methods of rehabilitation after ACL plastic surgery

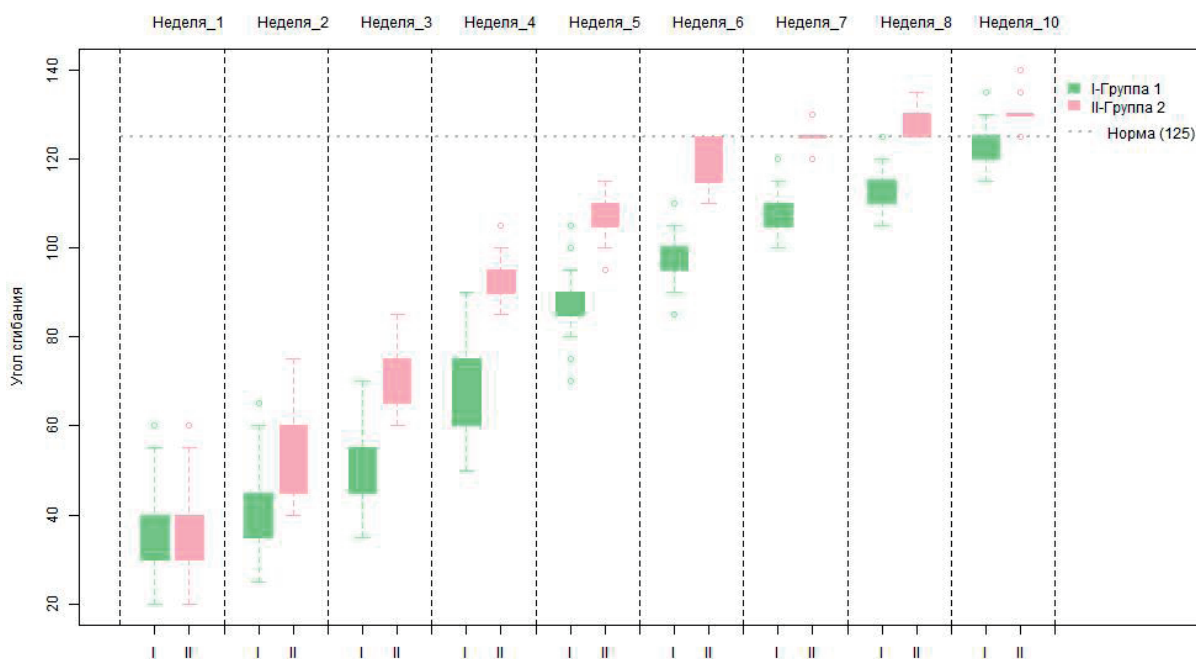


Рисунок 4. – Коробковые диаграммы показателя «угол сгибания» на разных временных срезах

Figure 4. – Box diagrams of the "bending angle" indicator on different time slices

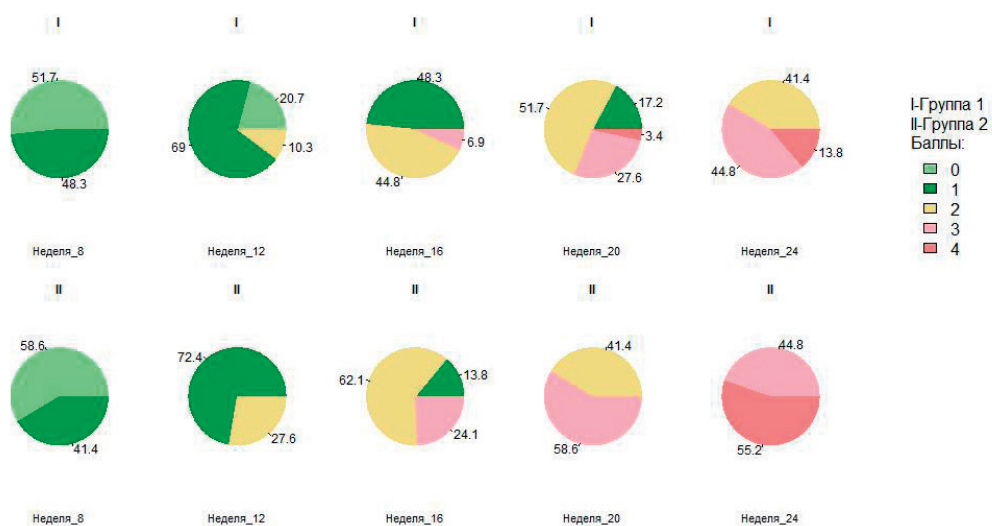


Рисунок 5. – Круговые диаграммы показателя «силовой тест» на разных временных срезах
 Figure 5. – Pie charts of the "power test" indicator on different time slices

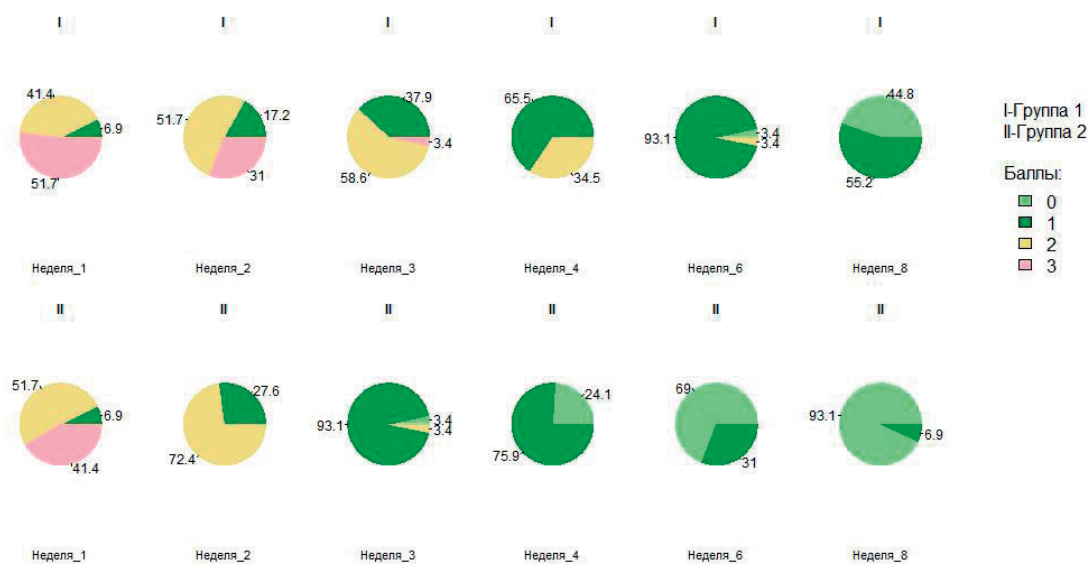


Рисунок 6. – Круговые диаграммы показателя «боль» на разных временных срезах
 Figure 6. – Pie charts of the "pain" indicator on different time slices

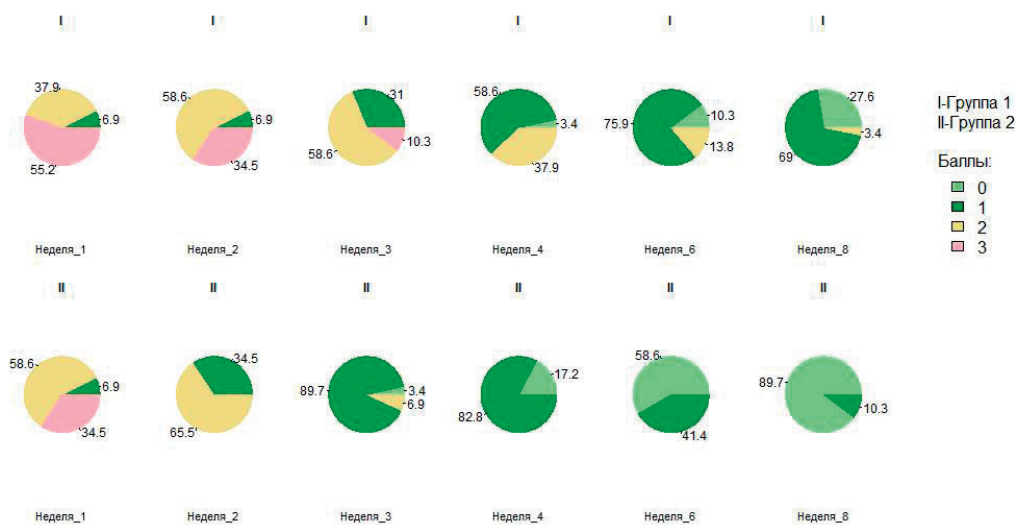


Рисунок 7. – Круговые диаграммы показателя «отёк» на разных временных срезах
 Figure 7. – Pie charts of the "edema" indicator on different time slices

наглядности представим коробковые диаграммы показателя «угол сгибания» на временных интервалах с 1 по 10 недели (рис. 4).

Для статистического анализа показателя «силовой тест» в контрольной и экспериментальной группах применялся точный критерий Фишера на временных интервалах с восьмой по 24-ю неделю. Максимальный балл при выполнении силового теста – 4. Установлено, что на 24-й неделе в экспериментальной группе 55,17% пациентов способны выполнить силовой тест на максимальный балл, в то время как в контрольной группе таких пациентов всего 13,79%. Это различие статистически значимо на уровне значимости $p < 0,002$. Для наглядности приведены круговые диаграммы показателя «силовой тест» в контрольной и экспериментальной группах на разных временных интервалах (рис. 5).

Аналогичным образом проанализированы показатели «боль» и «отёк». Для показателя «боль» максимальным баллом был выбран 0, т. е. отсутствие боли. На шестой неделе 21 человек из 29 (примерно 69%) в экспериментальной группе не испытывает боль (рис. 6). В контроле на этом срезе доля таких пациентов значимо ниже – 3,45% ($p < 0,0001$).

При анализе показателя «отёк» установлено, что доля пациентов с полным отсутствием отёка в экспериментальной группе – более 50% на временном срезе шестая неделя – 58,62%, а в

контрольной на этом срезе – только 10,34%, что значимо меньше ($p = 0,0002$). На восьмой послеоперационной неделе отёк проходит уже у около 90% пациентов экспериментальной группы и составляет чуть больше 40% в контрольной группе ($p < 0,0001$). Для показателя «отёк» максимальным баллом выбран 0, т. е. отсутствие отёка. Приведем для наглядности круговые диаграммы показателя «отёк» на разных временных срезах в группах (рис. 7).

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что авторами впервые предложен новый метод комплексного применения ИВТ и кинезиотейпирования для реабилитации пациентов после реконструкции ПКС с описанием параметров ИВТ и способов наклеивания кинезиотейпов. Разработан алгоритм медицинской реабилитации с подробным описанием этапов реабилитации. С помощью статистических критериев доказано достоверное влияние метода на сроки реабилитации по ряду выделенных параметров, таких как угол сгибания коленного сустава, силовой тест, боль и отёк. Достоверно установлено, что комплексное применение ИВТ и кинезиотейпирования позволяет уменьшить сроки восстановления реабилитации после реконструкции ПКС. Побочные эффекты применения предлагаемого метода не выявлены.

Литература

1. Карасева, Т. Ю. Артроскопические технологии лечения больных с нестабильностью коленного сустава / Т. Ю. Карасева, Е. А. Карасев // *Гений Ортопедии*. – 2013. – № 4. – С. 38-42.
2. Рикун, О. В. Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки (обзор литературы) / О. В. Рикун, В. В. Хоминец, А. О. Федотов // *Травматология и ортопедия России*. – 2017. – Т. 23, № 4. – С. 134-145. – doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-134-145.
3. Исходы восстановления передней крестообразной связки / М. Э. Ирисметов [и др.] // *Гений ортопедии*. – 2019. – Т. 25, № 3. – С. 285-289. – doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-285-289.
4. Историческое развитие реконструкции передней крестообразной связки / А. С. Сапрыкин [и др.] // *Современные проблемы науки и образования*. – 2020. – № 6. – С. 205. – doi: 10.17513/spno.30440.
5. Fu, F. H. A long journey to be anatomic / F. H. Fu, J. Karlsson // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2010. – Vol. 18, № 9. – P. 1151-1153. – doi: 10.1007/s00167-010-1222-1.
6. Кочергин, В. В. Особенности реабилитации при травмах коленного сустава у спортсменов / В. В. Кочергин // *Инновационная наука*. – 2015. – № 10. – С. 125-126.
7. Применение оригинального кинезиотейпирования при травмах и заболеваниях / В. Г. Крючок [и др.]. – Минск, 2016. – 26 с.
8. Цыкунов, М. Б. Программа реабилитации при повреждениях хрящевых и капсульно-связочных структур коленного сустава. Методические рекомендации / М. Б. Цыкунов // *Вестник восстановительной*
9. Федулова, Д. В. Реабилитация после сочетанной травмы: разрыва передней крестообразной связки и мениска / Д. В. Федулова, Г. А. Ямалетдинова, Д. А. Давыдов // *Безопасность здоровья человека*. – 2017. – № 2. – С. 38-49.
10. Hollander, M. Nonparametric statistical methods / M. Hollander, D. A. Wolfe. – New York : John Wiley & Sons, 1973. – 503 p.

References

1. Karaseva TJu, Karasev EA. Artroskopicheskie tehnologii lechenija bolnyh s nestabilnostju kolennogo sustava [Arthroscopy technologies in treatment of patients with the knee instability]. *Genij Ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2013;4:38-42. (Russian).
2. Rikun OV, Hominec VV, Fedotov AO. Sovremennye tendencii v hirurgicheskom lechenii pacientov s razryvami perednej krestoobraznoj svjazki (obzor literatury) [Modern trends in surgical treatment of patients with acl ruptures (literature review)]. *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2017;23(4):134-145. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-134-145. (Russian).
3. Irismetov MJe, Usmonov FM, Shamshimetov DF, Kholikov AM, Razhabov KN, Tadzhinazarov MB. Ishody vosstanovlenija perednej krestoobraznoj svjazki [Outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction]. *Genij ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2019;25(3):285-289. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-285-289. (Russian).
4. Saprykin AS, Gvozdev MA, Rjabinin MV, Orlov JuN. Istoricheskoe razvitie rekonstrukcii perednej krestoobraznoj svjazki [Historical development of anterior cruciate ligament reconstruction]. *Sovremennye problemy nauki*

- i obrazovanija*. 2020;6:205. doi: 10.17513/spno.30440. (Russian).
5. Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2010;18(9):1151-1153. doi: 10.1007/s00167-010-1222-1.
 6. Kochergin VV. Osobennosti reabilitacii pri travmah kolennogo sustava u sportsmenov. *Innovacionnaja nauka*. 2015;10:125-126. (Russian).
 7. Krjuchok VG, Sivakov AP, Vasilevskij SS, Mozhejko LF, Zabarovskij VK, Zagorodnyj VM, Malkevich LA, Trembickij OV, Platonov AV, Lasockaja OA, Levchenko AE. Primenenie originalnogo kineziotejpirovaniya pri travmah i zabelevaniyah. Minsk; 2016. 26 p. (Russian).
 8. Cykunov MB. Programma reabilitacii pri povrezhdenijah hrjashhevyyh i kapsulno-svjazochnyh struktur kolennogo sustava. Metodicheskie rekomendacii [Rehabilitation programs of the damaged cartilage and capsular-ligamentous structures of the knee. Guidelines]. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny* [Bulletin of rehabilitation medicine]. 2014;3(61):110-114. (Russian).
 9. Fedulova DV, Jamaletdinova GA, Davydov DA. Reabilitacija posle sochetannoj travmy: razryva perednej krestooobraznoj svjazki i meniska. *Bezopasnost' zdorov'ja cheloveka*. 2017;2:38-49. (Russian).
 10. Hollander M, Wolfe DA. Nonparametric statistical methods. New York: John Wiley & Sons; 1973. 503 p.

THE ALGORITHM OF MEDICAL REHABILITATION OF PATIENTS AFTER THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT PLASTIC SURGERY

M. V. Shpekht¹, L. A. Pirogova²

¹Regional Sports Medicine Dispensary, Grodno, Belarus

²Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Background. The return of the original functions of the anterior cruciate ligament after its reconstruction is the most important task of rehabilitation. Therefore, the development of modern and effective methods for its restoration is an urgent and important task.

Objective. To develop an algorithm of rehabilitation measures for the restoration of the anterior cruciate ligament after its plastic surgery using modern and effective methods of physical therapy.

Material and methods. To develop the algorithm, methods of interval vacuum therapy with the "Vacusport" device and kinesiological tapes in combination with drug and non-drug therapies were used. The research methods included goniometry and motor tests. Statistical processing of the research results was performed using Wilcoxon test, Mann-Whitney test, Fisher's exact test, descriptive statistics.

Results. Statistically significant dependences of the studied indicators and recovery periods on the algorithm of application of the developed complex of rehabilitation measures were revealed. For the "flexion angle" parameter the differences in the groups were significant at $p < 0.001$ ($W=231$) at the 8th week of the postoperative period; for the "strength test" parameter at $p < 0.002$ (the proportion in the experimental group was 55.17% vs. 13.79% in the control one) at the 24th week; for the "pain" parameter at $p < 0.0001$ (the proportion of 69% vs. 3.45%) at the 6th week; for the "edema" parameter at $p < 0.0002$ (58.62% vs. 50% respectively) at the 6th week.

Conclusions. A new method of using interval vacuum therapy and kinesiotope in the complex of rehabilitation measures for the restoration of the anterior cruciate ligament after its reconstruction has been developed. The method significantly reduces the time of recovery.

Keywords: algorithm of medical rehabilitation, plastic surgery of the anterior cruciate ligament, interval vacuum therapy, kinesiotope.

For citation: Shpekht MV, Pirogova LA. The algorithm of medical rehabilitation of patients after the anterior cruciate ligament plastic surgery. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2021;19(6):629-635. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2021-19-6-629-635>.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.
Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

*Шпехт Марина Владимировна / Shpekht Marina, e-mail: marina_shpekht@rambler.ru

Пирогова Лариса Александровна / Pirogova Larisa, e-mail: pirogovalar@rambler.ru

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 08.09.2021

Принята к публикации / Accepted for publication: 24.11.2021