

## ФУНКЦИЯ ХОДЬБЫ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ МЕНИСКА

Ахпашев А.А.<sup>2</sup>, Загородний Н.В.<sup>2</sup>, Джоджуа А.В.<sup>3</sup>,  
Карпович Н.И.\*<sup>2</sup>, Кауркин С.Н.<sup>1</sup>, Скворцов Д.В.<sup>1</sup>

DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.78.71.009

<sup>1</sup> Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России, Москва

<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов, Москва

<sup>3</sup> ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

**Резюме.** Обоснование исследования. Повреждения менисков являются одной из наиболее частых травм коленного сустава. Диагностика повреждения мениска в сочетании с остеоартрозом коленного сустава вызывает затруднения из-за большого числа ложноположительных и ложноотрицательных результатов. Биомеханическое исследование походки позволит изучить результаты лечения и реабилитации пациентов после артроскопической резекции.

Цель исследования — изучить изменение параметров ходьбы при разрыве мениска.

Материалы и методы. Обследовано 47 пациентов с травматическими и дегенеративными разрывами менисков коленного сустава (КС). До и после оперативного лечения 10 человек (группа 1), только до лечения 22 человека (группа 2), только после оперативного лечения 15 человек (группа 3). Была исследована биомеханика ходьбы и функция коленных и тазобедренных суставов. В группе 1 время от начала заболевания до хирургического лечения составило 9,7 месяца. Оценка по шкале KOOS составила до лечения — 29,4 балла, после лечения — 80,2 балла. Во 2-й группе оценка составила 34,2 балла. В третьей — 85,6 баллов.

Результаты. Временные характеристики цикла шага не обнаружили отличий от нормы во всех группах. Для первой группы после операции обнаружено достоверное возрастание амплитуды разгибания тазобедренного сустава, как для оперированной, так и для интактной ноги. В группах 2 и 3 данная закономерность не прослеживается. Движения отведения-приведения и ротации в тазобедренном суставе не обнаружили существенных изменений во всех группах. В первой группе до лечения кинематика КС на стороне поражения не отличается интактной. После лечения достоверно снижается значение фазы амплитуды основного сгибания КС на оперированной стороне. Сама амплитуда возрастает, но изменение не достигает достоверности из-за высокого разброса данных. Вторая и третья группы так же имеют достоверное отличие по фазе основного сгибания с таким же значением на интактной стороне. Движения отведения-приведения снижаются на интактной стороне после операции в первой группе.

Заключение. Таким образом, повреждения мениска приводят к незначительным расстройствам биомеханики походки, которые успешно компенсируются при лечении.

**Ключевые слова:** резекция мениска, артроскопическое лечение, травма коленного сустава, параметры походки.

### Введение

Повреждения менисков являются одной из наиболее частых травм коленного сустава (КС), составляющие, согласно исследованию скандинавских авторов, 4,2 случая на 10 тыс. населения среди женщин и 9 случаев — среди мужской популяции [1]. Данное количество повреждений менисков остается стабильным до возраста 50–60 лет,

### WALKING FUNCTION DURING VARIOUS PERIODS OF TREATMENT AND REHABILITATION FOR MENISCUS DAMAGE

Ahpashev A.A.<sup>2</sup>, Zagorodnij N.V.<sup>2</sup>, Dzhodzhuia A.V.<sup>3</sup>, Karpovich N.I.\*<sup>2</sup>,  
Kaurkin S.N.<sup>1</sup>, Skvorcov D.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal scientific and clinical center for specialized types of medical care and medical technologies of the FMBA of Russia, Moscow

<sup>2</sup> RUDN University, Moscow

<sup>3</sup> Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

**Abstract.** Background. Meniscus injuries are one of the most common injuries to the knee joint. Diagnosis of meniscus damage in combination with osteoarthritis of the knee joint is difficult due to the large number of false positive and false negative results. A biomechanical study of gait will allow you to study the results of treatment and rehabilitation of patients after arthroscopic resection.

Materials and Methods. Examined 47 patients with traumatic and degenerative tears of the menisci of the knee joint. Before and after surgical treatment of 10 people (group 1), only before treatment 22 (group 2), only after surgical treatment, 15 patients (group 3). We studied the biomechanics of walking and the function of the knee and hip joints. In group 1 the time from the onset of the disease until surgical treatment was 9.7 months. Rating of KOOS scale before treatment was 29.4 score, after treatment of 80.2. In the 2-nd group score was 34.2 points and the third group with 85.6 points.

Results. The timing of walking cycle found no differences from the norm in all groups. For the first group after the operation discovered a reliable increase in the amplitude of extension of the hip joint, for both the operated and intact legs. In groups 2 and 3, this regularity is not statistically significant. Movement abduction-adduction, and rotation in the hip joint have not found significant changes in all three groups. In the first group before the treatment, the kinematics of the knee joint at sagittal plane on the side of the lesion does not differ from intact. After treatment decreased of the phase of the maximum amplitude on the operated side. Itself amplitude of flexion increases, but the change does not reach the statistically significance because of the high scatter of the data. The second and third groups have a same significant difference in the phase of flexion on the intact side. Range of motion at frontal plane on the intact side after the surgery in the first group decreased statistically significant.

Conclusion. Thus, damage to the meniscus lead to less degree of motion disorders during level gait, which successfully compensated.

**Keywords:** arthroscopic treatment, injury in the knee, meniscus resection, meniscus lesion, gait parameters.

затем наблюдается небольшое снижение частоты повреждений.

В тех случаях, когда у пациента нет выраженного остеоартроза коленного сустава, диагностика поврежденных менисков, как правило, не составляет значительной трудности. Одним из характерных механизмов травмирования КС является глубокое приседание на корточках,

\* e-mail: galen7@yandex.ru

зачастую с форсированным вставанием из этого положения на ноги и/или разворачиванием тела с ротацией в КС в положении приседания.

Несколько иначе обстоит ситуация с разрывом мениска в сочетании с остеоартрозом. Сложность диагностики заключается в значительном количестве ложноположительных и ложноотрицательных результатов даже при применении таких современных методов диагностики, как цифровая рентгенография, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) [2; 3].

По данным разных авторов [4; 5] дегенеративные разрывы менисков происходят у людей старшей возрастной группы (55–70 лет). Особенность дегенеративных разрывов мениска заключается в отсутствии травмы как таковой. Как правило, при разрыве мениска происходит отрыв практически целого мениска от места его фиксации к плато большеберцовой кости, что было впервые описано в 1988 году Strobel M. [6]. В течение последнего десятилетия было показано, что связь подобного повреждения и разрыва ПКК КС является скорее закономерностью, чем исключением [7; 8].

Длительное время методом лечения при повреждении менисков являлась артротомия КС с удалением всего мениска или большей его части. Подобная операция влекла за собой в подавляющем большинстве случаев развитие остеоартроза КС и во многих случаях давала неоднозначные результаты [9–11]. Вероятно, по этой причине распространено мнение о том, что внутрисуставных манипуляций следует избегать, насколько это возможно. В настоящее время наиболее распространена артроскопическая частичная резекция мениска. При продольном разрыве мениска и отрыве заднего рога мениска от места его фиксации методом выбора лечения может стать шов мениска, что по данным различных авторов имеет хорошие и отличные результаты [12; 13].

**Цель исследования** — изучить изменение параметров ходьбы при разрыве мениска КС.

## Материалы и методы

В клиниках травматологии и ортопедии РУДН и Федерального научно-клинического центра ФМБА (г. Москва) обследовано 47 пациентов с травматическими и дегенеративными разрывами менисков. Из них — до и после оперативного лечения 10 пациентов (группа 1), обследованы только до оперативного лечения — 22 больных (группа 2), обследованы исключительно после операции — 15 пациентов (группа 3).

Критериями включения в исследование было: 1) разрыв мениска травматического или дегенеративного характера, подтвержденный данными МР-томографии и у оперированных пациентов — данными артроскопии; 2) пациенты, оперированные по поводу разрыва мениска путем артроскопической резекции мениска в пределах поврежденных тканей; 3) остеоартроз КС 0–2 ст. по Kellegren-Lawrens.

**Табл. 1.** Основные характеристики обследованных больных

Группа №	Кол-во	Мужчин	Женщин	Ср. Возраст
1	10	1	9	50,7
2	22	9	13	44,8
3	15	5	10	37,8
Всего	47	17	35	46,1

В исследование не вошли пациенты: 1) с повреждением связочного аппарата КС; 2) с остеоартрозом КС 3–4 ст. по Kellegren-Lawrens; 3) пациенты после артроскопического шва мениска; 4) с травматическими повреждениями или заболеваниями хрящевого покрова сустава.

Основные характеристики обследованных больных представлены в таблице 1.

Из всех обследованных пациентов эпизод травмы отметили 31 пациент или 59,6% пациентов, у остальных 40,4% в анамнезе эпизода травмы КС не было или пациенты этого не отмечали. Среди пациентов, кто отметил эпизод травмы, только у шести (19,4% от травмированных или 11,6% от всего количества исследованных пациентов) травма носила прямой характер, в остальных случаях травма была описана как непрямая.

Среди исследованных пациентов поражение правого коленного сустава было у 22 пациентов (42,3%), левого — у 26 пациентов (50,0%), и обоих суставов — у 4 пациентов (7,7%). Все пациенты предъявляли жалобы на боль при физических нагрузках, на ночную боль жаловались 6 пациентов (11,5%). Повреждение медиального мениска было диагностировано у 44 пациентов (84,6%), повреждение латерального мениска — у 6 пациентов (11,5%) и повреждение обоих менисков — у 2 пациентов (3,8%).

Также изучили стадию остеоартроза у исследованных пациентов. Так, ОА 0 ст. наблюдали у 23 пациентов (44,2%), ОА 1 ст. — у 19 пациентов (36,5%) и ОА 2 ст. — у 10 пациентов (19,2%). При этом разрыв мениска именно дегенеративного характера нами был расценен у 7 пациентов (13,5%).

После хирургического лечения всем пациентам рекомендовали стандартный протокол реабилитационной терапии. Противовоспалительную терапию назначали на 5–7 суток, анальгетики — по необходимости. Клинический контроль осуществляли через 6 недель, 3 месяца и далее по необходимости. Среднее время, прошедшее после хирургического вмешательства до исследования, составило 3,25 месяца, минимальное — 6 недель или 1,5 мес, максимальное — 1 год и 4 месяца.

В сроки не менее 6 мес. после операции проводили опрос по шкале KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) [14].

Исследование биомеханики походки проводили с помощью бесплатформенных инерционных сенсоров (рег. уд. № ФСР 2010/08881). Регистрировали время цикла шага, движения в тазобедренных и коленных суставах в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, ударные

нагрузки при ходьбе. Сенсоры комплекса (5 штук) фиксировали с помощью специальных манжет на крестце, нижней трети бедра и нижней трети голени левой и правой ноги. После этого регистрировали движения и временные характеристики во время ходьбы обследуемых в произвольном темпе на дистанцию 10 метров и ходьбе в быстром темпе на ту же дистанцию.

Определяли длительность цикла шага (ЦШ) в секундах. Движения в суставах анализировали следующим образом: для тазобедренного и коленного суставов по движению сгибание-разгибание — отмечались амплитуды максимального сгибания в начале ПО «А1» в градусах и фазу данной амплитуды «X1 %» в % от ЦШ, амплитуду максимального разгибания «А2» в градусах и ее фазу «X2 %» в % от ЦШ, так же отмечались максимальная разность, как по амплитуде (A21), так и разность значений фаз (X21).

Для движений отведения-приведения и ротации обоих суставов регистрировались максимальная «А1» и минимальная «А2» амплитуды и их фазы «X1 %», «X2 %», соответственно. Ударные нагрузки определялись в начале периода опоры «А1, г» и в периоде переноса «А2, г» (два экстремума), а так же их фазы «X1 %», «X2 %», соответственно.

Полученные результаты обработаны стандартными методами вариационной статистики с помощью программы Statistica. Вычисляли средние значения и среднеквадратическое отклонение (СКО).

## Результаты исследования

В первой группе пациентов основной жалобой до лечения была боль, при этом ночную боль отмечали 4 пациента. Количество женщин в этой группе было подавляющим — 12 пациентов (80%). Эпизод травмы отмечали 8 пациентов (53,3%), при этом только 3 пациента отмечали прямой механизм травмы. У 5 пациентов мы оценили разрыв мениска как дегенеративный на фоне остеоартроза 2 ст. Среднее значение временного интервала от начала заболевания до хирургического лечения составило 9,7 мес. При этом у пациентов с ОА 0 ст — 6,3 мес., с ОА 1 ст — 6,0 мес., с ОА 2 ст — 12,9 мес. Минимальные значения данного интервала 2 и 36 мес. отметили у пациентов с ОА 2 ст. Оценка по шкале KOOS составила до лечения — 29,4 балла, после лечения — 80,2 балла.

Во второй группе ведущей жалобой была боль при физической нагрузке. Эпизод травмы отметили 13 пациентов (59,1%), из них у 11 пациентов (50,0%) механизм травмы не прямой, у 2 пациентов — прямой механизм травмы, и у 9 пациентов (40,9%) эпизода травмы не было. ОА 0 ст отметили у 12 исследованных (54,6%), ОА 1 ст — у 8 пациентов (36,3%) и ОА 2 ст был у 2 пациентов (9,1%). Пациентов женского пола было 13 (59,1%), мужского пола — 9 (40,9%). Средний возраст пациентов составил 44,8 лет. Средний возраст женщин — 51,4 года, при этом минимальный возраст — 29 лет, максимальный возраст — 66 лет. Средний возраст мужчин из группы составил

35,2 года, минимальный возраст — 19 лет, максимальный возраст — 65 лет. Оценка по шкале KOOS составила 34,2 балла.

В третьей группе средний возраст составил 37,8 года, минимальный возраст — 22 года, максимальный — 61 год. Мужчин было 5, женщин — 10. ОА КС 0 ст. отметили у 9 пациентов (60%), ОА 1 ст — у 6 пациентов (40%). По результатам артроскопии выявили, что медиальный мениск был поврежден у 11 пациентов (73,4%), латеральный мениск — у 3 пациентов (20%), оба мениска у одного пациента (6,6%). Среднее время от оперативного лечения до биомеханического исследования составило 8,7 месяцев, минимальный период — 6 недель, максимальный — 6 лет. Оценка по шкале KOOS среднее значение составило 85,6 баллов.

Длительность цикла шага для всех случаев была в пределах 1,2–1,3 с. — это нормативное значение для ходьбы в произвольном темпе. Статистически значимых отличий до или после лечения не обнаружено.

Движения сгибания-разгибания в тазобедренном суставе обнаружили достоверное возрастание ( $p < 0,05$ ) амплитуды разгибания (А2) сустава (в конце периода опоры), как для оперированной, так и для интактной ноги в первой группе (Рис. 1)

Движения сгибания-разгибания в КС оперированной и интактной конечности обнаружили следующие закономерности (Таблица 2).

Первая группа — до лечения параметры КС на стороне поражения от таковой на интактной не отличаются (функциональная симметрия). После оперативного лечения достоверно уменьшается значение фазы амплитуды основного сгибания КС (X2). Уменьшение незначительное по абсолютному значению. При этом по основной, маховой амплитуде (А2) отличия в 10 градусов в сторону её увеличения после оперативного лечения, но последние не достигают уровня достоверности ( $p > 0,05$ ) в силу того, что до оперативного лечения имелся очень высокий разброс результатов по данной амплитуде от 23 до 69 градусов (СКО = 12,88). После лечения разброс величины

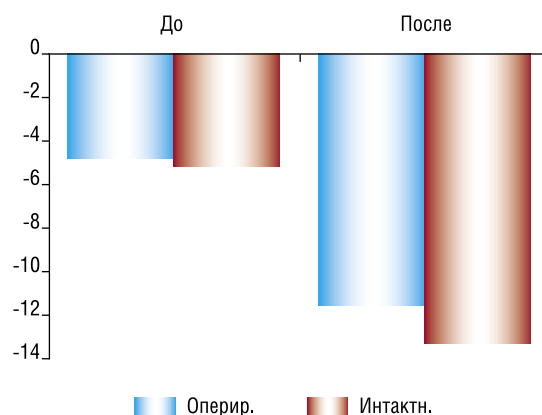


Рис. 1. Значения амплитуды разгибания ТБС оперированной и интактной конечности до и после оперативного лечения.

**Табл. 2.** Движения сгибания-разгибания в КС (дано среднее значение) оперированной и интактной стороны для группы 1 – до (До) и после (Пос.) оперативного лечения

Параметр	Оперированная			Интактная				
	Группа 1		Группа 2	Группа 1		Группа 2	Группа 3	
	До	Пос.		До	Пос.			
X1	18,00	18,65	17,29	16,63	15,45	17,12	16,39	16,95
A1	9,22	12,58	11,66	10,34	7,48	13,03	12,69	12,97
X2	75,68*	74,46	73,72 <sup>§</sup>	74,77	76,28	74,75	75,12	74,88
A2	48,64	59,04	50,79	58,11	50,83	61,27	55,36*	61,85
X21	57,67	55,83	56,43	58,11	60,82	57,62	58,74	57,91
A21	39,39	46,46	39,14*	47,09	43,40	48,23	42,66*	48,87

Примечание: \* –  $p < 0,05$  с таким же значением после лечения;

<sup>§</sup> –  $p < 0,05$  с таким же значением на здоровой стороне.

амплитуды составил от 39 до 69 градусов (СКО = 10,16). На интактной стороне отличий в параметрах до и после не отмечено.

Вторая и третья группы так же имеют достоверное отличие по фазе основного сгибания, но не между данным параметром до и после лечения, между таким же значением на интактной стороне. Для собственно интактной стороны достоверные отличия в значении основной амплитуды (A2) и разности амплитуд (A21), которая выше в третьей группе, т.е. после оперативного лечения.

Движения отведения-приведения и ротации в КС обнаружили изменения только по параметру разности амплитуд (A21), см. таблица 3.

Отмечается уменьшение амплитуды отведения-приведения на интактной стороне после оперативного лечения. В группах 2 и 3 по отведению на оперированной стороне, как со значением в 3-й группе, так и с интактной стороной. По амплитуде ротации только с интактной стороной. На интактной стороне только по отведению в сравнении с данными группы 3.

По ударным нагрузкам в первой группе достоверных отличий обнаружено не было, как для больной, так и для здоровой стороны. Это ожидаемый результат, поскольку длительность цикла шага достоверно так же не изменилась, т.е. темп ходьбы и после операции остался прежним. В группах 2 и 3 отличия имеются при сходных значениях параметров, очевидно, в силу разных выборов.

**Табл. 3.** Движения отведения-приведения (Отв.) и ротации (Ротац.) в КС (дано среднее значение) оперированной и интактной стороны для группы 1 - до (До) и после (Пос.) оперативного лечения

	Группа 1				Группа 2 и 3			
	Оперированная		Интактная		Оперированная		Интактная	
	До	Пос.	До	Пос.	Гр 2	Гр 3	Гр 2	Гр 3
Отв.	12,36	14,31	17,81*	11,06	11,42* <sup>§</sup>	15,72	16,23*	12,33
Ротац.	15,82	16,70	17,55	22,30	12,34 <sup>§</sup>	14,97	17,96	15,91

Примечание: \* –  $p < 0,05$  с таким же значением после лечения;

<sup>§</sup> –  $p < 0,05$  с таким же значением на здоровой стороне.

## Обсуждение

Результаты артроскопической резекции мениска, в целом, можно оценить, как хорошие и отличные, но по данным этого исследования требуется не менее 6 месяцев после операции для получения стабильных результатов лечения.

По сравнению с данными литературы [15], среднее значение по шкале KOOS до лечения было ниже, а после лечения — выше данных этих же авторов, что указывает на улучшение функции КС после резекции мениска даже при остеоартрозе 2 ст. обследованных в течение года после хирургического лечения.

Среди обследованных больных до оперативного лечения выявлялось снижение в два раза амплитуды основного, махового сгибания коленного сустава. При этом длительность цикла шага и ударные нагрузки при ходьбе существенно не страдали.

Для тазобедренного сустава после оперативного лечения оказалось характерным восстановление до нормальных амплитуд разгибания в периоде опоры, в том числе и для здоровой стороны. Это итог увеличения движений в оперированном суставе и, соответственно, увеличение длины шага при той же его частоте. Это соответствует возрастанию скорости ходьбы, причем принципиальной оказывается именно амплитуда разгибания тазобедренного сустава.

В КС на стороне поражения максимум махового сгибания стал происходить, пусть и незначительной мере, но в более ранние сроки после лечения. Поздний максимум сгибания — симптом функциональной разгрузки поражённого сустава.

Движения отведения-приведения в КС достоверно уменьшаются в результате оперативного лечения на здоровой стороне. Данный результат объясняется тем, что движения в поражённом суставе снижались за счёт болевого синдрома и компенсаторно возрастали на здоровой стороне. После нормализации в послеоперационном периоде амплитуда их снизилась.

Общие характеристики цикла шага и ударных нагрузок не изменяются. Это одно из свойств относительно сохранного сустава, функция которого компенсирована.

Динамика изменений параметров до и после оперативного в целом укладывается в концепцию компенсаторных изменений кинематической цепи [16]. В результате оперативного лечения мы получили двустороннее увеличение амплитуды разгибания в тазобедренных суставах. Это, собственно, итог более активной ходьбы, когда при той же частоте шага его длина становится больше. Большая амплитуда разгибания способствует большему моменту сил в данную фазу в тазобедренном суставе.

Ограничения движений характерны только для сагиттальной плоскости, как в тазобедренном, так и в КС, что объясняет отсутствие изменений в ротационных движениях и движениях отведения-приведения.

Получен несколько неожиданный результат достоверного отличия уменьшения фазы маховой амплитуды в КС пораженной стороны после лечения. Изменения незначительны, но до лечения максимум сгибания наступает позже, что характерно для суставной патологии. В данном случае лёгкая модификация фазы максимума может отражать сохранный функцию оперированного КС.

Мы не получили в нашем исследовании достоверного уменьшения амплитуды сгибания КС в начале периода опоры (амплитуда А1), хотя среднее значение меньше такового после лечения, как это было в работе [17]. В то же время в данной работе не вычислялась основная, маховая амплитуда и её фаза.

Движения отведения-приведения на здоровой стороне имеют меньшую амплитуду после проведённого лечения. Это возможный результат уменьшения боковых нагрузок в результате лучшего функционального состояния контрлатерального КС. Остается открытым вопрос о том, что является основой такого улучшения: механическое состояние сустава и окружающих мягких тканей или иной (защитный) характер функции мышц. И та и другая причина могут иметь место [18].

## Выводы

1. Артроскопическая резекция мениска является эффективным методом лечения травматических повреждений мениска как при отсутствии дегенеративных изменений сустава, так и при остеоартрозе КС.
2. До оперативного лечения имеет место уменьшение амплитуды разгибания в тазобедренных суставах и, как следствие, уменьшения длины шага и снижение скорости ходьбы. Уменьшение амплитуды разгибания в тазобедренных суставах является результатом уменьшения сгибания КС поражённой стороны в конце периода опоры. Активность ходьбы восстанавливается после оперативного лечения.
3. Движения отведения-приведения и ротационные в тазобедренных суставах не изменяются. В коленном суставе здоровой стороны после лечения происходит уменьшение движений отведения-приведения как результат нормализации нагрузки во фронтальной плоскости.
4. Максимум амплитуды махового сгибания в периоде переноса со стороны КС незначительно запаздывает. Это один из симптомов снижения функциональной активности сустава при повреждении менисков.

## Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Hede A, Jensen DB, Blyme P, Sonne-Holm S. Epidemiology of meniscal lesions in the knee. 1,215 open operations in Copenhagen 1982-84. *Acta Orthop Scand*. 1990;61(5):435-437. Doi: 10.3109/17453679008993557.
2. Bolog NV, Andreisek G. Reporting knee meniscal tears: technical aspects, typical pitfalls and how to avoid them. *Insights Imaging*. 2016;7(3):385-398. Doi: 10.1007/s13244-016-0472-y.
3. De Smet AA, Nathan DH, Graf BK, et al. Clinical and MRI findings associated with false-positive knee MR diagnoses of medial meniscal tears. *AJR Am J Roentgenol*. 2008;191(1):93-99. Doi: 10.2214/AJR.07.3034.
4. Noble J, Hamblen DL. The pathology of the degenerate meniscus lesion. *J Bone Joint Surg Br*. 1975;57B(2):180-186. Doi: 10.1302/0301-620x.57b2.180.
5. Berthiaume MJ, Raynauld JP, Martel-Pelletier J, et al. Meniscal tear and extrusion are strongly associated with progression of symptomatic knee osteoarthritis as assessed by quantitative magnetic resonance imaging. *Ann Rheum Dis*. 2005;64(4):556-563. Doi: 10.1136/ard.2004.023796.
6. Strobel MJ. *Menisci*. In: Fett HM, Flechtner P, editors. *Manual of arthroscopic surgery*. New York: Springer; 1988. pp. 171-178.
7. Bollen SR. Posteromedial meniscocapsular injury associated with rupture of the anterior cruciate ligament: a previously unrecognized association. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92B(2):222-223. Doi: 10.1302/0301-620x.92b2.22974.
8. Sonnery-Cottet B, Contedua J, Thauinat M, et al. Hidden lesions of the posterior horn of the medial meniscus: a systematic arthroscopic exploration of the concealed portion of the knee. *Am J Sports Med*. 2014;42(4):921-926. Doi: 10.1177/0363546514522394.
9. Jorgensen U, Sonne-Holm S, Lauridsen F, Rosenklint A. Long-term follow-up of meniscectomy in athletes. A prospective longitudinal study. *J Bone Joint Surg*. 1987;69(1):80-83. Doi: 10.1007/978-3-642-72782-5\_77.
10. Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg*. 1948;30B(4):664-670. Doi: 10.1302/0301-620x.30b4.664.
11. Englund M. Meniscal tear: a feature of osteoarthritis. *Acta Orthopaed Scand Suppl*. 2004;75(312):1-45. Doi: 10.1080/746571764.
12. Eberbach H, Zwingmann J, Hohloch L, et al. Sport-specific outcomes after isolated meniscal repair: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(3):762-771. Doi: 10.1007/s00167-017-4463-4.
13. Noyes FR, Chen RC, Barber-Westin SD, Potter HG. Greater than 10-year results of red-white longitudinal meniscal repairs in patients 20 years of age or younger. *Am J Sports Med*. 2011;39(5):1008-1017. Doi: 10.1177/0363546510392014.
14. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, et al. Knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS)- development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;28(2):88-96. Doi: 10.2519/jospt.1998.28.2.88.
15. van de Graaf VA, Wolterbeek N, Scholtes VA, et al. Reliability and validity of the IKDC, KOOS, and WOMAC for patients with meniscal injuries. *Am J Sports Med*. 2014;42(6):1408-1416. Doi: 10.1177/0363546514524698.
16. Magyar OM, Illyés A, Knoll Z, Kiss RM. Effect of medial meniscectomy on gait parameters. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16(4):427-433. Doi: 10.1007/s00167-007-0430-9.
17. Sturme DL, Besier TF, Mills PM, et al. Knee joint biomechanics following arthroscopic partial meniscectomy. *J Orthop Res*. 2008;26(8):1075-1080. Doi: 10.1002/jor.20610.
18. Zhang LQ, Wang G. Dynamic and static control of the human knee joint in abduction-adduction. *J Biomech*. 2001;34(9):1107-1115. Doi: 10.1016/S0021-9290(01)00080-x.