

ПОСТАРТРОСКОПИЧЕСКИЙ СИНДРОМ ПОСЛЕ ЧАСТИЧНОЙ РЕЗЕКЦИИ МЕНИСКА. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Магомедгаджиев Р.М., Торгашин А.Н., Иванов К.С., Родионова С.С., Дзюба А.М.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, e-mail: Arthro@list.ru

Частичная резекция мениска - достаточно распространенная операция в травматологии и ортопедии, однако у некоторых пациентов через 6–8 недель после вмешательства может возникать выраженный болевой синдром в коленном суставе и отек субхондральной кости, что является неожиданностью как для пациентов, так и для врачей. Цель исследования: анализ встречаемости постартроскопического синдрома у пациентов после частичной резекции мениска и выявление факторов, способствующих его развитию и прогрессированию. В период с 2021 по 2024 год авторами проведено исследование, которое включало проспективный и ретроспективный анализ данных пациентов. В проспективную группу входил 61 пациент с повреждениями менисков (средний возраст 61,4±13,8 года), которым была выполнена артроскопическая частичная резекция мениска. Ретроспективная группа (группа 3) состояла из 23 пациентов (средний возраст 70,2±12,8 года) с уже развившимся постартроскопическим остеонекрозом мыщелков коленного сустава. Исследование проводилось с использованием клинических, рентгенологических и статистических методов. На основании данных магнитно-резонансной томографии, полученных через восемь недель после операции, проспективная группа была разделена на две подгруппы: первая (№1): без признаков отека субхондральной кости (55 пациентов, 90,2%), вторая (№2): с отеком субхондральной костной ткани (6 пациентов, 9,8%). Выявлено, что ключевыми факторами риска постартроскопического синдрома являются женский пол, старший возраст и повышенный индекс массы тела. Также обнаружено, что снижение минеральной плотности костной ткани и низкий уровень костного метаболизма способствуют его развитию. При прогрессировании заболевания и возникновении постартроскопического остеонекроза усиливается резорбция костной ткани, что проявляется повышением маркеров резорбции костной ткани. Распространенность постартроскопического синдрома достаточно высока у пациентов после частичной менискэктомии. Осознание факторов риска поможет улучшить отбор пациентов, корректировать костный метаболизм и реабилитационную программу до и после операции.

Ключевые слова: постменискэктомический синдром, остеонекроз, отек костной ткани, постартроскопический синдром, мениск.

POST-ARTHROSCOPIC SYNDROME AFTER PARTIAL MENISCECTOMY. RESULTS OF A CLINICAL STUDY

Magomedgadzhiev R.M., Torgashin A.N., Ivanov K.S., Rodionova S.S., Dzyuba A.M.

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, e-mail: Arthro@list.ru

Partial meniscus resection is a common operation in traumatology and orthopedics, however, in some patients, 6-8 weeks after the intervention, severe pain in the knee joint and swelling of the subchondral bone may occur, which is unexpected for both patients and doctors. Objective of the study: was to analyze the occurrence of postarthroscopic syndrome in patients after partial meniscus resection and identify factors contributing to its development and progression. In the period from 2021 to 2024, the authors conducted a study that included a prospective and retrospective analysis of patient data. The prospective group included 61 patients with meniscal injuries (mean age 61.4±13.8 years) who underwent arthroscopic partial resection of the meniscus. The retrospective group (group No. 3) consisted of 23 patients (average age 70.2±12.8 years) with pre-developed postarthroscopic osteonecrosis of the condyles of the knee joint. The study was conducted using clinical, radiological, and statistical methods. Based on magnetic resonance imaging data obtained eight weeks after surgery, the prospective group was divided into two subgroups: the first (No. 1): without signs of subchondral bone edema (55 patients (90.2%)), the second (No. 2): with subchondral bone edema (6 patients (9.8%)). It was revealed that the key risk factors for postarthroscopic syndrome are female sex, older age and increased body mass index. It has also been found that a decrease in bone mineral density and a low level of bone metabolism contribute to its development. With the progression of the disease and the occurrence of postarthroscopic osteonecrosis, bone resorption increases, which is manifested by an increase in bone resorption markers. The

prevalence of postarthroscopic syndrome is quite high in patients after partial meniscectomy. Awareness of risk factors will help improve patient selection and adjust bone metabolism and rehabilitation programs before and after surgery.

Keywords: post-meniscectomy syndrome, osteonecrosis, bone marrow edema, post-arthroscopic syndrome, meniscus.

Введение

Артроскопия коленного сустава представляет собой одну из наиболее распространенных и эффективных хирургических методик, применяемых для лечения различных внутрисуставных патологий. Разрывы менисков, как причина оперативного вмешательства, составляют до 60%. По данным международной литературы, ежегодно в мире выполняется более 2 миллионов артроскопий по поводу разрыва мениска, что подтверждается данными Европейского регистра [1; 2], при этом частичная резекция мениска рассматривается как «золотой стандарт» хирургического лечения разрывов мениска в течение многих лет [3].

Артроскопия коленного сустава, обладая высокой эффективностью, имеет минимальные риски, поскольку осложнения при артроскопической резекции встречаются редко и не превышают, по данным литературы, 4,7% [4-6].

Одним из наименее ожидаемых осложнений после артроскопической резекции мениска является развитие постартроскопического синдрома, характеризующегося болевым синдромом, отеком мягких тканей, синовитом коленного сустава и отеком субхондральной кости мыщелков бедренной или большеберцовой костей, что может быть обнаружено по данным МРТ в период от нескольких недель до нескольких месяцев после операции [7; 8].

В литературе обсуждаются различные факторы, способствующие развитию постартроскопического синдрома. К числу наиболее значимых относят предшествующие дегенеративные изменения гиалинового хряща, нарушение оси конечности, ятрогенные травмы сустава и чрезмерная резекция мениска, приводящая к увеличению нагрузки на суставную поверхность. Также важную роль уделяют возрасту, массе тела и наличию хронических заболеваний у пациента. Опасность данного состояния заключается в риске прогрессирования с развитием остеонекроза мыщелков бедренной или большеберцовой костей и необходимостью в последующем эндопротезирования коленного сустава [9-11].

Этиология и патогенез постартроскопического синдрома до сих пор до конца не изучены, что создает определенные трудности в прогнозировании его течения и оценке эффективности терапевтических методов лечения. В связи с этим возникла необходимость в исследовании факторов риска, способствующих развитию данного синдрома, а также в разработке мер по его профилактике у пациентов, которые готовятся к оперативному вмешательству по поводу разрыва мениска. Понимание этих аспектов имеет ключевое значение для улучшения исходов лечения и повышения качества жизни пациентов.

Цель исследования: провести анализ встречаемости постартроскопического синдрома у пациентов после частичной резекции мениска и выявить факторы, способствующие его развитию и прогрессированию.

Материалы и методы исследования

В период с 2021 по 2024 год исследование включало проспективный и ретроспективный анализ данных пациентов с повреждением менисков. В проспективную группу включен 61 пациент (средний возраст $61,4 \pm 13,8$ года) с разрывом мениска коленного сустава. 40,9% повреждений были вызваны травмами, 59,1% - дегенеративными процессами. Оперативное вмешательство выполнялось одной опытной хирургической бригадой для исключения ятрогении и влияния опыта хирурга на результат. Через 2 месяца после операции всем пациентам выполнялось контрольное МРТ-исследование, по данным которого 55 пациентов (90,2%) не имели реакции субхондральной кости (группа 1), у 6 пациентов (9,8%) отмечался отек субхондральной кости мыщелков (группа 2), рис. 1.

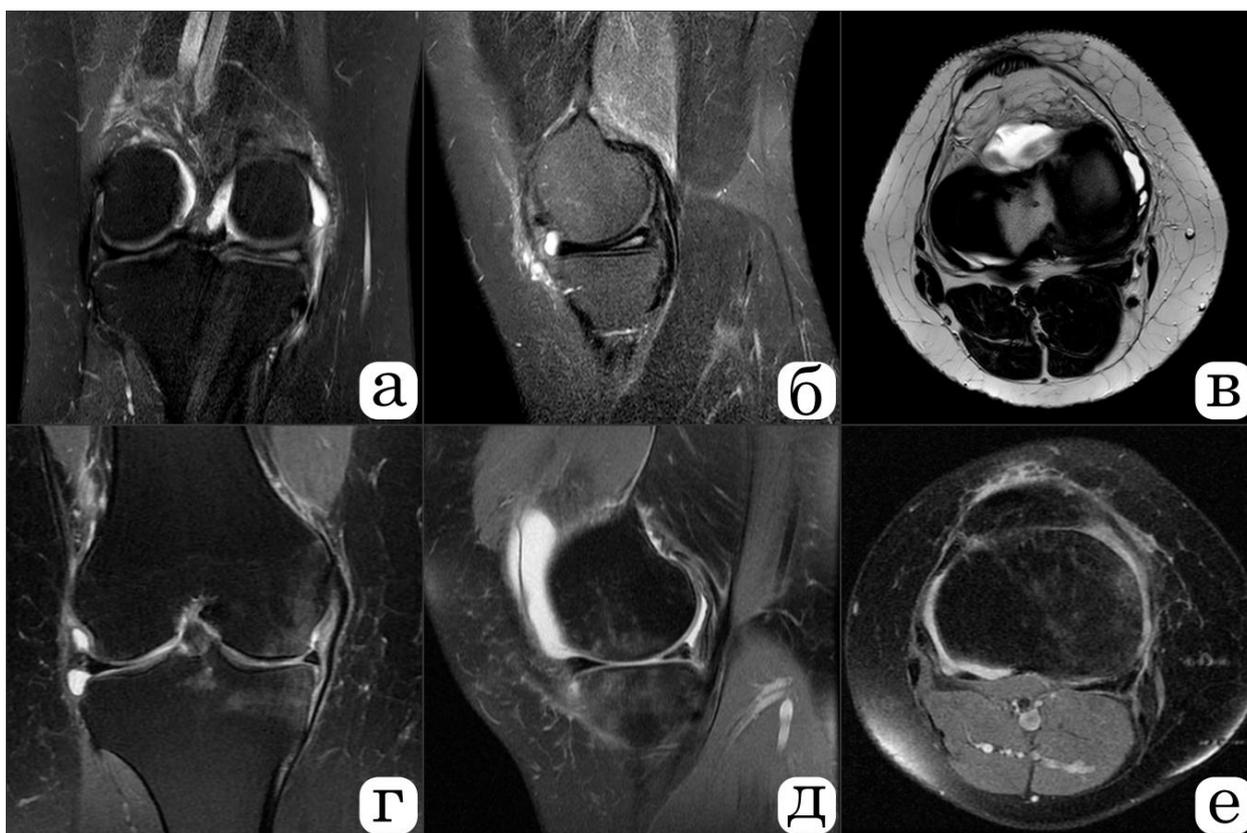


Рис. 1. МР-томограммы правого коленного сустава пациентки В. с разрывом медиального мениска в режиме PD с подавлением сигнала от жировой ткани: а, б, в – корональная, сагиттальная и аксиальная проекции до оперативного вмешательства; г, д, е – корональная, сагиттальная и аксиальная проекции через 2 месяца после выполнения резекции внутреннего мениска, с развитием постартроскопического синдрома и отека субхондральной кости внутреннего мыщелка бедренной и большеберцовой костей

Ретроспективная группа (группа 3) включала 23 пациента (2 мужчин (9%) и 21 женщина (91%)), средний возраст в группе составил $70,2 \pm 12,8$ года) с постартроскопическим остеонекрозом мыщелков бедренной и большеберцовой костей. В этой группе 17,6% разрывов произошли в результате травмы, 82,4% - на фоне дегенеративных изменений. Пациенты проходили лечение в НМИЦ травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова (рис. 2).



Рис. 2. Дизайн исследования. Распределение пациентов по группам

Всем пациентам проспективной группы в предоперационном периоде проводили лабораторное исследование крови и мочи с целью определения уровня основных маркеров костного ремоделирования. Пациентам ретроспективной группы лабораторное исследование крови и мочи выполнялось в послеоперационном периоде после выявления отека костной ткани на магнитно-резонансной томографии коленного сустава.

Анализировали следующие показатели - маркеры резорбции костной ткани: **дезоксипиридинолин в моче (ДПИД)** является перекрестной пиридиновой связью, в зрелом коллагене костной ткани и не подвергающейся дальнейшим метаболическим превращениям. Выход ДПИД в сосудистое русло из кости происходит в результате ее разрушения (резорбции) остеокластами - разрушение коллагена. ДПИД выводится с мочой в свободной форме (около 40%) и в связанном с пептидами виде (60%). ДПИД в настоящее время считается одним из самых надежных маркеров резорбции кости, так как он является специфическим продуктом распада коллагена, что делает его хорошим индикатором процесса резорбции в костной ткани, позволяет отслеживать динамику заболевания и эффективность лечения, а также позволяет оценить ответ на терапию при использовании препаратов, направленных на снижение

резорбции костной ткани [12]. **В-cross laps в крови** – это продукт деградации коллагена 1-го типа, который составляет более 90% органического матрикса кости. Является маркером резорбции костной ткани. Маркеры костеобразования: **остеокальцин в крови** - это зависимый неколлагеновый белок костного матрикса, связывающий кальций и гидроксиапатиты, является показателем метаболизма костной ткани и используется для диагностики метаболических нарушений в ней. Он синтезируется остеобластами костной ткани. Основная часть синтезированного белка входит в состав внеклеточного матрикса костной ткани, который затем минерализуется с образованием новой кости, а оставшаяся часть попадает в кровоток. Является одним из основных маркеров костеобразования [13]. **P1NP в крови** - представляет собой один из маркеров, отражающих активность формирования костной ткани (маркер костеобразования). Органический матрикс кости представлен преимущественно коллагеном 1-го типа (90% коллагена 1-го типа содержится в костной ткани), который образуется из проколлагена 1-го типа, синтезируемого фибробластами и остеобластами. N-концевой пропептид проколлагена 1-го типа высвобождается в межклеточное пространство и кровоток в процессе образования коллагена 1-го типа и его встраивания в матрикс кости [14]. **25-ОН витамин D** - основной метаболит витамина D, присутствующий в крови. **Паратиреоидный гормон** - это полипептид, который вырабатывается в паращитовидных железах и обеспечивает поддержание нормальной концентрации ионов кальция в крови. Продукция и секреция паратгормона зависят от концентрации Ca^{2+} в плазме крови, а также от уровня активной формы витамина D – 1,25(OH)₂D₃, фосфора и магния в крови [15].

Результаты исследования и их обсуждение

При анализе распределения пациентов по полу было установлено, что в первой группе мужчин значительно больше, чем женщин. В группах с отеком костной ткани (группы 2 и 3) статистически значимо преобладали женщины ($p < 0,001$). Различий по возрасту между группами не выявлено ($p = 0,29$), все пациенты были старше 50 лет. Значения индекса массы тела (ИМТ) различались между группами ($p = 0,019$); в третьей группе ИМТ был значительно ниже, но все же указывал на избыточный вес. Наиболее частым диагнозом был разрыв медиального мениска, без различий между группами. Причины разрыва не повлияли на формирование отека костной ткани ($p = 0,19$). Наличие синовита и продолжительность операции также не оказали влияния на отек ($p = 0,71$ и $p = 0,31$ соответственно). Таким образом, женский пол, возраст старше 50 лет и повышенный ИМТ стали факторами риска формирования отека субхондральной кости в послеоперационном периоде.

В исследовании не выявлено статистически значимых различий в уровнях паратгормона, витамина D и P1NP между группами ($p > 0,05$). У всех пациентов уровень

витамина D был недостаточным и в значениях от 20 до 30 нг/мл. Однако уровень остеокальцина (маркера костеобразования) во второй группе был ниже, чем в первой и третьей ($p<0,019$), что может свидетельствовать о замедлении ремоделирования костной ткани (табл. 1).

При этом уровень ДПИД утренней мочи повышался в третьей группе, где пациентам был поставлен диагноз «постартроскопический остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей».

Таблица 1

Концентрация маркеров костного ремоделирования

Параметр	1-я группа (n=55)	2-я группа (n=6)	3-я группа (n=23)	p	Референсные значения
Паратгормон, нг/мл (M±m)	27,2±5,7	35,2±6,4	26,9±3,2	0,27 (Н-критерий Краскела-Уоллиса)	15-65 нг/мл
Остеокальцин, нг/мл (M±m)	20,1±7,5	12,3±7,6	25,4±13,4	<0,019* (критерий Тьюки)	Ж 11-43 нг/мл М 14-42 нг/мл
β-CrossLaps, нг/мл (M±m)	0,48±0,2	0,44±0,2	0,75±0,3	<0,05* (критерий Данна)	Ж <0,573 нг/мл М <0,584 нг/мл
ДПИД, нмоль/ммоль креатинина (M±m)	4,7±1,4	4,9±1,8	7,8±1,9	<0,001* (критерий Тьюки)	Ж 3,0-7,4 нмоль/ммоль креатинина М 2,3-5,4 нмоль/ммоль креатинина
D 25-ОН витамин D, нг/мл (M±m)	29,1 ±15,6	24,1 ±8,7	25,5±14,6	0,32 (Н-критерий Краскела-Уоллиса)	30-100 нг/мл адекватный уровень
P1NP, нг/мл (M±m)	53,1±9,8	48,9±7,9	32,9±8,4	0,13 (Н-критерий Краскела-Уоллиса)	Ж 7,8-79,8 нг/мл М 22,4-118,9 нг/мл

В предоперационном периоде у пациентов первой и второй групп не было значительных различий по шкале Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC) (61,9±15,3 и 72,3±23,5; $p=0,21$). Все показатели, кроме тугоподвижности, статистически значимо улучшились после операции ($p<0,05$), при этом тугоподвижность осталась высокой ($p=0,3$). В послеоперационном периоде в третьей группе общая оценка по шкале WOMAC была значительно ниже (41,25±9,2) по сравнению с первой (23,4±8,7; $p<0,01$) и второй (33,8±9,1; $p<0,01$) группами. Оценка первой группы соответствовала хорошему результату, второй – удовлетворительному, а третьей – неудовлетворительному. В послеоперационном периоде не было различий в болевом синдроме и тугоподвижности между группами ($p=0,25$ и $p=0,17$), но функция сустава в первой группе была значительно выше (19,6±5,8) по сравнению со второй (24,5±7,3) и третьей (29,4±13,2; $p<0,05$). Таким образом, пациенты без отека субхондральной кости (группа 1) имели лучшие функциональные

результаты по шкале WOMAC в сравнении с пациентами с отеком кости (группа 2) или развившимся остеонекрозом костей (группа 3), таблица 2.

Таблица 2

Показатели по шкале WOMAC после оперативного лечения

Параметр	1-я группа (n=55)	2-я группа (n=6)	3-я группа (n=23)	p
Общая оценка, баллы (M±m)	23,4±8,7	33,8±9,1	41,25±9,2	<0,01* (критерий Данна)
Болевой синдром, баллы (M±m)	10,1±6,5	13,8±7,6	16,1±5,7	p=0,25 (критерий Тьюки)
Тугоподвижность сустава, баллы (M±m)	2,8±0,4	3,7±1,3	3,8±2,8	p=0,07 (критерий Данна)
Функция сустава, баллы (M±m)	19,6±5,8	24,5±7,3	29,4±13,2	<0,05* (критерий Данна)

В предоперационном периоде у пациентов первой и второй групп не было значительных различий по шкале Knee Society Score (KSS) (76,3±19,3 и 75,0±15,1; p=0,35), обе группы показали удовлетворительные результаты. После операции показатели KSS значительно улучшились (p<0,05). В парных сравнениях третья группа (68,9±10,7) показала значительно худшие результаты по сравнению с первой (86,2±9,1) и второй группами (82,1±11,3; p<0,01). Функциональная оценка также была выше в первой группе (83,8±15,4) по сравнению со второй (72,1±9,7) и третьей (71,3±12,8; p<0,05). Таким образом, пациенты с отеком костной ткани после артроскопического вмешательства демонстрируют худшие функциональные результаты, что подтверждается данными по шкале KSS, таблица 3.

Таблица 3

Показатели по шкале KSS в послеоперационном периоде

Параметр	1-я группа (n=55)	2-я группа (n=6)	3-я группа (n=23)	p
KSS клиническая оценка, баллы (M±m)	86,2±9,1	82,1±11,3	68,9±10,7	<0,01* (критерий Данна)
KSS функциональная оценка, баллы (M±m)	83,8±15,4	72,1±9,7	71,3±12,8	<0,05* (критерий Данна)

Анализ результатов по шкале IKDC 2000 (International Knee Documentation Committee) в послеоперационном периоде не показал значимых различий между группами (p=0,27): средние значения составили 69,1±15,5 (первая группа), 61,6±19,9 (вторая) и 61,3±11,1 (третья), все результаты были удовлетворительными.

Заключение

Авторами в ходе исследования выявлены статистически значимые корреляции между рядом демографических и лабораторных параметров пациентов и развитием постартроскопического синдрома. Женский пол, возраст старше 50 лет и показатель ИМТ, превышающий нормальные значения, являются факторами риска формирования отека субхондральной кости в послеоперационном периоде. Наличие у пациентов (мужчин моложе 50 лет и женщин до менопаузы) остеопении или остеопороза также является фактором риска развития постартроскопического синдрома после частичной резекции мениска. Пониженный уровень остеокальцина, выявленный у пациентов в группе с отеком костной ткани, мог свидетельствовать о замедлении процессов ремоделирования костной ткани (костных трабекул) и ее адаптации к повышенным нагрузкам, после частичной резекции мениска, что могло способствовать возникновению микропереломов субхондральной кости и отеку костной ткани. Увеличенные концентрации ДПД и β -CrossLaps у пациентов ретроспективной группы с уже установленным диагнозом «постартроскопический остеонекроз» могут отражать усугубление патологических изменений в зоне отека костной ткани и формирование или прогрессирование остеонекроза.

Таким образом, при наличии факторов риска у пациентов, следует сохранять настороженность в отношении развития постартроскопического синдрома для избавления пациента от необходимости в последующем тотального эндопротезирования коленного сустава.

Список литературы

1. Ang C.-L. Successful Knee Arthroscopy Techniques// Recent Advances in Arthroscopic Surgery. 2018. P.4. DOI:10.5772/intechopen.79268.
2. Kim S., Bosque J., Meehan J.P., Jamali A., Marder R. Increase in outpatient knee arthroscopy in the United States: a comparison of National Surveys of Ambulatory Surgery, 1996 and 2006 // J Bone Joint Surg Am. 2011. Vol. 93(11). P. 994-1000. DOI: 10.2106/JBJS.I.01618.
3. Spalding T., Damasena I., Lawton R. Meniscal Repair Techniques // Clin Sports Med. 2020. Vol. 39(1). P. 37-56. DOI:10.1016/j.csm.2019.08.012.
4. Mayr H.O., Stoehr A. Komplikationen arthroskopischer Eingriffe am Kniegelenk [Complications of knee arthroscopy] // Orthopade. 2016. Vol. 45(1). P. 4-12. DOI:10.1007/s00132-015-3182-0.
5. Lai W.C., Mange T.R., Karasavvidis T., Lee Y.P., Wang D. Low early complication rates after arthroscopic meniscus repair and meniscectomy //Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2023. Vol. 31(10). P. 4117-4123. DOI:10.1007/s00167-023-07507-8.

6. Friberger Pajalic K., Turkiewicz A., Englund M. Update on the risks of complications after knee arthroscopy // *BMC Musculoskelet Disord*. 2018. Vol. 19(1). P. 179. DOI:10.1186/s12891-018-2102-y.
7. Gulbrandsen T.R., Freeman K., Sherman S.L. Post-menisectomy Syndrome // *Joint Preservation of the Knee*. 2019. P. 143-161 DOI:10.1007/978-3-030-01491-9_10.
8. Za P., Tecame A., Papalia G.F., Rizzello G., Adravanti P., Papalia R. Time to reconsider post arthroscopic osteonecrosis of the knee: a systematic review // *Musculoskelet Surg*. 2023. Vol. 107(3). P. 269-277. DOI:10.1007/s12306-023-00783-0.
9. Türker M., Çetik Ö., Çırpar M., Durusoy S., Cömert B. Postarthroscopy osteonecrosis of the knee// *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013. Vol. 23(1). P. 246–250. DOI:10.1007/s00167-013-2450-y.
10. Zhuang Z., Chhantyal K., Shi Y., Zhuang Q., Zhang F., Shi D., Wang K. Post-arthroscopic osteonecrosis of the knee: A case report and literature review// *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2020. Vol. 20(4). P. 3009-3016. DOI:10.3892/etm.2020.9056.
11. Торгашин А.Н, Родионова С.С. Постартроскопический остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018. № 3-4. С. 113-117. DOI: 10.17116/vto201803-041113.
12. Шумский А.А. Диагностика и фармакологическая терапия ранних стадий асептического некроза головки бедренной кости: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2015. 24 с.
13. Иванова И.И. Роль дисплазии соединительной ткани в формировании и течении патологии пищеварительного тракта и мочевыделительной системы у детей и подростков: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тверь, 2022. 32 с.
14. Бардымова Т.П., Мистяков М.В., Сеурко О.В. Маркеры костного метаболизма у женщин в постменопаузальном периоде с сахарным диабетом 2-го типа // *Acta Biomedica Scientifica*. 2017. 2(1). С.16-18. DOI:10.12737/article_5955e6b426dd01.77009002.
15. Chen T., Wang Y., Hao Z., Hu Y., Li J. Parathyroid hormone and its related peptides in bone metabolism // *Biochem Pharmacol*. 2021. Vol. 192. P. 114669. DOI:10.1016/j.bcp.2021.114669.