

## ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА КОЛЛАПСА СУСТАВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СУБХОНДРАЛЬНОМ ПЕРЕЛОМЕ НЕДОСТАТОЧНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ КОЛЕННОГО СУСТАВА (SIFK)



Г. А. Кошман

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

*Введение.* Субхондральный перелом недостаточности костной ткани коленного сустава (*subchondral insufficiency fracture of the knee, SIFK*) – частая причина боли в коленном суставе у пациентов старше 50 лет. Диагностика данной патологии на ранней стадии имеет определенные сложности, поскольку требует выполнения магнитно-резонансной томографии (МРТ).

*Цель исследования.* Определить взаимосвязь между размером очага субхондрального перелома недостаточности коленного сустава, индекса массы тела пациента и риском возникновения коллапса суставной поверхности.

*Материал и методы.* У 35 пациенток с субхондральным переломом недостаточности определялся размер поражения во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также его объем (по данным МРТ). Полученные результаты позволили оценить риск коллапса суставной поверхности.

*Результаты.* По результатам исследования выявлена взаимосвязь между размером очага поражения и риском коллапса суставной поверхности при субхондральном переломе недостаточности коленного сустава. Переднезадний размер очага более 14,1 мм, поперечный – более 10,2 мм и краниокаудальный размер более 1,22 мм – фактор риска последующего коллапса суставной поверхности и прогрессии остеоартрита коленного сустава. При проведении анализа зависимости индекса массы тела (ИМТ) и развития коллапса суставной поверхности не выявлено определенного значения ИМТ, при котором происходила бы импрессия суставной поверхности.

*Выводы.* Определен фактор риска коллапса суставной поверхности у пациентов с субхондральным переломом недостаточности костной ткани коленного сустава позволяющий прогнозировать исходы лечения заболевания. Показатель индекса массы тела и развитие коллапса суставной поверхности не коррелируют между собой.

**Ключевые слова:** субхондральный перелом недостаточности костной ткани коленного сустава (SIFK), спонтанный остеонекроз коленного сустава (SONK), стрессовый перелом, остеопороз, остеопения, остеоартрит.

*Для цитирования:* Кошман, Г. А. Прогнозная оценка коллапса суставной поверхности при субхондральном переломе недостаточности костной ткани коленного сустава (SIFK) / Г. А. Кошман // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2024. Т. 22, № 3. С. 224-228. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-3-224-228>.

### Введение

Диагноз «спонтанный остеонекроз коленного сустава» (SONK) был описан Ahlbäck в 1968 г., причиной которого долгое время считалась ишемия костной ткани [1]. В дальнейшем при патоморфологическом исследовании выявлено отсутствие очагов некроза костной ткани и наличие перелома субхондральных костных трабекул с признаками костной регенерации [2, 3, 4, 5, 6]. В настоящее время диагноз «спонтанный остеонекроз коленного сустава» заменен на «субхондральный перелом недостаточности костной ткани коленного сустава» (SIFK) как патогенетически наиболее верный [7, 8, 9].

Субхондральный перелом недостаточности костной ткани коленного сустава наблюдается чаще у лиц женского пола старше 50 лет [10, 11, 12]. Основная причина данной патологии – снижение плотности костной ткани либо перегрузка субхондральной кости вследствие поражения гиалинового суставного хряща (хондромалиция, повреждение или резекция менисков, пластика передней крестообразной связки) [13, 14].

Наиболее частое место поражения – центральная часть внутреннего мыщелка бедренной кости, реже – плато большеберцовой кости [14].

Основные жалобы: боль в коленном суставе, часто усиливающаяся ночью и плохо купирующаяся приемом НПВП [10, 11].

На ранней стадии заболевания рентгенограммы не отличаются от нормы, а позднее выявляются признаки осложнений субхондрального перелома недостаточности коленного сустава – субхондральный коллапс и деформация суставной поверхности [8, 15]. Поэтому «золотым стандартом» диагностики на ранней стадии SIFK признана магнитно-резонансная томография (МРТ), отражающая отек костного мозга, на фоне которого в дальнейшем проявляется линия перелома [13, 15].

До настоящего времени окончательно не разработана прогнозная оценка коллапса суставной поверхности у пациентов с субхондральным переломом недостаточности костной ткани коленного сустава [15].

**Цель исследования** – определить взаимосвязь между размером очага субхондрального перелома недостаточности коленного сустава, индекса массы тела пациента и риском возникновения коллапса суставной поверхности.

**Материал и методы**

С сентября 2022 г. по февраль 2024 г. были обследованы и пролечены 35 пациенток с диагнозом субхондральный перелом недостаточности коленного сустава. Средний возраст составил  $63 \pm 15$  (48-78 лет). Средний срок наблюдения составил  $9 \pm 8$  месяцев. Индекс массы тела (ИМТ) –  $37 \pm 4$  кг/м<sup>2</sup>.

Критерии включения в исследование: наличие клинической картины в виде появления внезапных болей, отсутствие травматического анамнеза, наличие признаков субхондрального перелома недостаточности по данным МРТ: отек костного мозга, гиперинтенсивный сигнал в T2 взвешенном сканировании, гипоинтенсивная линия перелома в T2 и PD режимах сканирования.

Критерии исключения: наличие травмы или оперативного вмешательства на коленном суставе в последние 3 месяца, боль в коленном суставе, длящаяся более 1 года, наличие факторов риска и признаки первичного аваскулярного некроза: синдром зависимости от алкоголя, прием глюкокортикостероидов, ревматоидные заболевания, хроническая болезнь почек, признак «двойной линии» и серпигинозных границ очага поражения.

МРТ исследование выполнялось на томографе Philips Ingenia 1.5 Тл (Philips, Германия). Всем пациенткам перед МРТ выполнялась рентгенография коленного сустава в 2 проекциях.

На МРТ сканах оценивался размер поражения во фронтальной, сагиттальной и вертикальной плоскостях при помощи программы RadiAnt DICOM Viewer 2023.1. Определялись переднезадний (a), поперечный (b) и краниокаудальный размер очага (рис. 1).

Лечение пациенток осуществлялось в течение 3 месяцев ортопедического режима, в виде снижения осевой нагрузки на конечность и использования костылей в течение 2 месяцев с последующим переходом на трость на протяжении еще одного месяца. У всех использовалась методика высокоинтенсивной магнитотерапии импульсным магнитным полем. При наличии по-

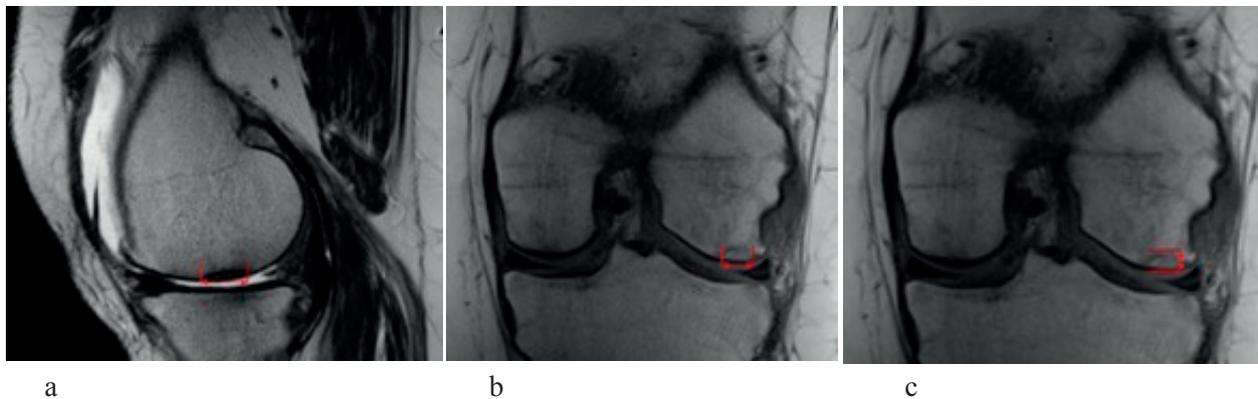
казателей концентрации витамина D и кальция ниже референсных значений применялась супплементарная терапия препаратами витамина D и кальция. Для купирования болевого синдрома всем пациенткам назначались нестероидные противовоспалительные препараты из группы оксикамов и коксибов.

Эффективность проводимой терапии, а также наличие осложнений в виде коллапса суставной поверхности оценивались через 3 и 6 месяцев после начала лечения. Выраженность болевого синдрома оценивалась по визуальной аналоговой шкале (ВАШ). Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы STATISTICA 10.0 и Microsoft Excel 2016. Количественные данные представлены в виде медиан и межквартильного размаха (между 25 и 75 квартилями), качественные данные в виде абсолютных и относительных частот. Для определения корреляции между развитием субхондрального коллапса и индекса массы тела использовался коэффициент корреляции Пирсона (r). Статистически значимыми считали различия при вероятности нулевой гипотезы менее 0,05 ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и обсуждение**

Период между началом симптомов в виде болей в коленном суставе и постановкой диагноза составил в среднем 12 недель. У всех пациенток было поражение медиального мыщелка бедренной кости. Перед началом лечения степень выраженности болевого синдрома составила 8,1 и 1,2 через 6 месяцев после начала лечения по шкале ВАШ. У 11 из 35 пациенток с субхондральным переломом недостаточности произошло осложнение в виде коллапса суставной поверхности мыщелка бедренной кости (рис. 2).

По результатам анализа размеров очага поражения (по данным МРТ) у пациенток коллапс суставной поверхности наступал при величине переднезаднего размера очага более 14,16 мм, поперечного размера более 10,22 мм и краниокаудального размера более 1,22 мм (рис. 3).



**Рисунок 1. – Оценка переднезаднего (a), поперечного (b) и краниокаудального (c) размеров очага субхондрального перелома недостаточности**

**Figure 1. – Evaluation of anteroposterior (a), transverse (b) and cranial-caudal (c) dimensions of the subchondral insufficiency focal fracture**



**Рисунок 2.** – Субхондральный коллапс у пациентки О. через 2 месяца после начала терапии и 8 месяцев после начала симптомов

**Figure 2.** – Subchondral collapse in patient O. 2 months after initiation of the therapy and 8 months after onset of symptoms

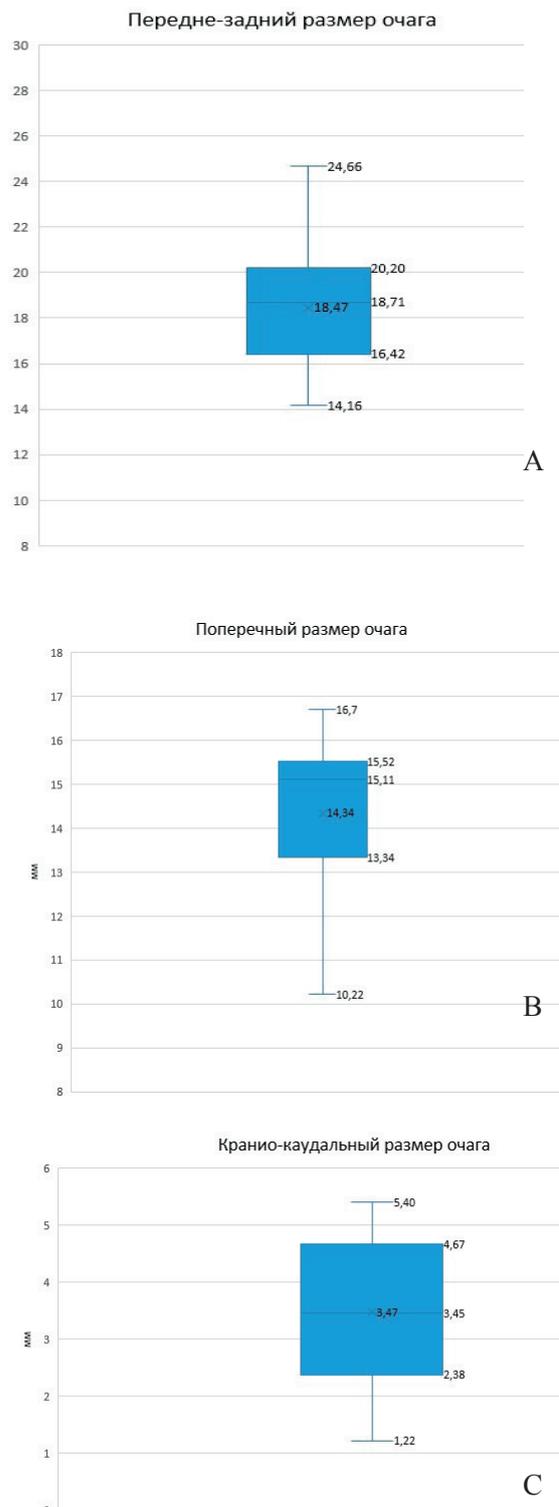
При проведении анализа зависимости ИМТ и развития коллапса суставной поверхности не выявлено определенного значения ИМТ, при котором происходила бы импрессия суставной поверхности. Корреляционный коэффициент Пирсона составил  $r=-1,12$ ,  $r=-0,15$ ,  $r=-0,05$  при поиске корреляции между переднезадним, поперечным и краниокаудальным размером и ИМТ, соответственно. Однако у всех пациенток наблюдалась избыточная масса тела, ИМТ составлял в среднем  $37 \pm 4$  кг/м<sup>2</sup>.

До настоящего времени не существует стандартных критериев для определения размера очага субхондрального перелома недостаточности [16]. Ранее некоторыми авторами предпринимались попытки определения зависимости размеров очага и прогноза заболевания. Так, Aligetti с соавт. установил: если площадь поражения более 5 см<sup>2</sup> или максимальный переднезадний размер очага превышает 40% от площади пораженного мыщелка, это приводит к коллапсу суставной поверхности [17]. Lotke и соавт. установили, что при ширине поражения, превышающей 50% поверхности мыщелка, у пациентов развивается субхондральный коллапс [18].

**Выводы**

Прогнозная оценка коллапса суставной поверхности при субхондральном переломе недостаточности коленного сустава (SIFK) до настоящего времени до конца не разработана.

По нашим данным, переднезадний размер очага более 14,1 мм, поперечный размер более 10,2 мм и краниокаудальный размер более 1,22 мм – неблагоприятные прогностические показатели коллапса суставной поверхности при субхондральном переломе недостаточности костной ткани коленного сустава. Показатель ИМТ и развитие коллапса суставной поверхности не коррелируют между собой, однако субхондральный перелом недостаточности наблюдается у всех пациенток с избытком массы тела (ИМТ был более 33 кг/м<sup>2</sup>).



**Рисунок 3.** – Размеры очага субхондрального перелома недостаточности костной ткани коленного сустава, при котором наступил коллапс суставной поверхности (в мм): а – переднезадний размер очага; б – поперечный размер очага; в – краниокаудальный размер

**Figure 3.** – Size of the lesion in subchondral insufficiency fracture of the knee at which collapse of the articular surface occurred (in mm): a - anteroposterior size of the lesion; b - transverse size of the lesion; c - cranio-caudal size of the lesion

## Литература

- Ahlbäck, S. Spontaneous osteonecrosis of the knee / S. Ahlbäck, G. C. Bauer, W. H. Böhne // *Arthritis Rheum.* – 1968. – Vol. 11, № 6. – P. 705-733. – doi: 10.1002/art.1780110602.
- Yamamoto, T. Spontaneous osteonecrosis of the knee: the result of subchondral insufficiency fracture / T. Yamamoto, P. G. Bullough // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2000. – Vol. 82, № 6. – P. 858-866. – doi: 10.2106/00004623-200006000-00013.
- Histopathologic findings of spontaneous osteonecrosis of the knee at an early stage: a case report / H. Hatanaka [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2016. – Vol. 45, № 5. – P. 713-716. – doi: 10.1007/s00256-016-2328-4.
- Histological evaluation of spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle and short-term clinical results of osteochondral autografting: a case series / Y. Tanaka [et al.] // *Knee.* – 2009. – Vol. 16, № 2. – P. 130-135. – doi: 10.1016/j.knee.2008.10.013.
- Spontaneous osteonecrosis of the knee / M. Takeda [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2008. – Vol. 90, № 3. – P. 324-329. – doi: 10.1302/0301-620X.90B3.18629.
- Subchondral fracture following arthroscopic knee surgery a series of eight cases / S. J. MacDessi [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2008. – Vol. 90, № 5. – P. 1007-1012. – doi: 10.2106/JBJS.G.00445.
- The role of meniscal tears in spontaneous osteonecrosis of the knee: a systematic review of suspected etiology and a call to revisit nomenclature / Z. B. Hussain [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2019. – Vol. 47, № 2. – P. 501-507. – doi: 10.1177/0363546517743734.
- Subchondral insufficiency fractures of the knee: review of imaging findings / J. Jose [et al.] // *Acta Radiol.* – 2015. – Vol. 56, № 6. – P. 714-719. – doi: 10.1177/0284185114535132.
- Post-arthroscopic subchondral insufficiency fractures of the knee yield high rate of conversion to arthroplasty / L. A. Barras [et al.] // *Arthroscopy.* – 2021. – Vol. 37, № 8. – P. 2545-2553. – doi: 10.1016/j.arthro.2021.03.029.
- Spontaneous osteonecrosis of the knee (SONK): The role of MR imaging in predicting clinical outcome / R. Husain [et al.] // *J. Orthop.* – 2020. – Vol. 22. – P. 606-611. – doi: 10.1016/j.jor.2020.11.014.
- Prevalence of spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle in elderly patients / D. Pape [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2002. – Vol. 10, № 4. – P. 233-240. – doi: 10.1007/s00167-002-0285-z.
- Femoral condyle insufficiency fractures: associated clinical and morphological findings and impact on outcome / S. K. Plett [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2015. – Vol. 44, № 12. – P. 1785-1794. – doi: 10.1007/s00256-015-2234-1.
- Osteonecrosis of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction: a report of 5 cases / D. A. Lansdown [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 3, № 3. – P. 1-6. – doi: 10.1177/2325967115576120.
- Spontaneous osteonecrosis/subchondral insufficiency fractures of the knee: high rates of conversion to surgical treatment and arthroplasty / A. Pareek [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2020. – Vol. 102, № 9. – P. 821-829. – doi: 10.2106/JBJS.19.00381.
- Subchondral insufficiency fracture of the knee: review of current concepts and radiological differential diagnoses / J. Ochi [et al.] // *Jpn. J. Radiol.* – 2022. – Vol. 40, № 5. – P. 443-57. – doi: 10.1007/s11604-021-01224-3.
- Subchondral insufficiency fracture of the knee: unicompartmental correlation to meniscal pathology and degree of chondrosis by MRI / E. Allam [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2021. – Vol. 50, № 11. – P. 2185-2194. – doi: 10.1007/s00256-021-03777-w.
- Idiopathic osteonecrosis of the knee. Aetiology, prognosis and treatment / P. Aglietti [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1983. – Vol. 65, № 5. – P. 588-97. – doi: 10.1302/0301-620X.65B5.6643563.
- Lotke, P. A. The treatment of osteonecrosis of the medial femoral condyle / P. A. Lotke, J. A. Abend, M. L. Ecker // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1982. – Vol. 171. – P. 109-16.

## References

- Ahlbäck S, Bauer GC, Böhne WH. Spontaneous osteonecrosis of the knee. *Arthritis Rheum.* 1968;(11):705-733. doi: 10.1002/art.1780110602.
- Yamamoto T, Bullough PG. Spontaneous osteonecrosis of the knee: the result of subchondral insufficiency fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;(82):858-866. doi: 10.2106/00004623-200006000-00013.
- Hatanaka H, Yamamoto T, Motomura G, Sonoda K, Iwamoto Y. Histopathologic findings of spontaneous osteonecrosis of the knee at an early stage: a case report. *Skeletal Radiol.* 2016;45:713-716. doi: 10.1007/s00256-016-2328-4.
- Tanaka Y, Mima H, Yonetani Y, Shiozaki Y, Nakamura N, Horibe S. Histological evaluation of spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle and short-term clinical results of osteochondral autografting: A case series. *Knee.* 2009;16:130-135. doi: 10.1016/j.knee.2008.10.013.
- Takeda M, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi Y, Terauchi M, Takagishi K. Spontaneous osteonecrosis of the knee: histopathological differences between early and progressive cases. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:324-329. doi: 10.1302/0301-620X.90B3.18629.
- MacDessi SJ, Brophy RH, Bullough PG, Windsor RE, Sculco TP. Subchondral fracture following arthroscopic knee surgery. A series of eight cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1007-1012. doi: 10.2106/JBJS.G.00445.
- Hussain ZB, Chahla J, Mandelbaum BR, Gomoll AH, LaPrade RF. The role of meniscal tears in spontaneous osteonecrosis of the knee: A systematic review of suspected etiology and a call to revisit nomenclature. *Am J Sports Med.* 2019;47:501-507. doi: 10.1177/0363546517743734.
- Jose J, Pasquotti G, Smith MK, Gupta A, Lesniak BP, Kaplan LD. Subchondral insufficiency fractures of the knee: review of imaging findings. *Acta Radiol.* 2015;56(6):714-719. doi: 10.1177/0284185114535132.
- Barras LA, Pareek A, Parkes CW, Song BM, Camp CL, Saris DBF, Stuart MJ, Krych AJ. Post-arthroscopic subchondral insufficiency fractures of the knee yield high rate of conversion to arthroplasty. *Arthroscopy.* 2021;37(8):2545-53. doi: 10.1016/j.arthro.2021.03.029.
- Husain R, Nesbitt J, Tank D, Verastegui MO, Gould ES, Huang M. Spontaneous osteonecrosis of the knee (SONK): the role of MR imaging in predicting clinical outcome. *J Orthop.* 2020;22:606-611. doi: 10.1016/j.jor.2020.11.014.
- Pape D, Seil R, Fritsch E, Rupp S, Kohn D. Prevalence of spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle in elderly patients. *Knee Surg Sports Traumatol. Arthrosc.* 2002;10:233-240. doi: 10.1007/s00167-002-0285-z.
- Plett SK, Hackney LA, Heilmeyer U, Nardo L, Yu A, Zhang CA, Link TM. Femoral condyle insufficiency fractures: associated clinical and morphological findings and impact on outcome. *Skeletal Radiol.* 2015;44:1785-1794. doi: 10.1007/s00256-015-2234-1.
- Lansdown DA, Shaw J, Allen CR, Ma CB. Osteonecrosis of the knee after anterior cruciate li-

- gement reconstruction: a report of 5 cases. *Orthop J Sports Med.* 2015;3(3):2325967115576120. doi: 10.1177/2325967115576120.
14. Pareek A, Parkes CW, Bernard C, Camp CL, Saris DBF, Stuart MJ, Krych AJ. Spontaneous Osteonecrosis/Subchondral Insufficiency Fractures of the Knee: High Rates of Conversion to Surgical Treatment and Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102:821-829. doi: 10.2106/JBJS.19.00381.
  15. Ochi J, Nozaki T, Nimura A, Yamaguchi T, Kitamura N. Subchondral insufficiency fracture of the knee: Review of current concepts and radiological differential diagnoses. *Jpn. J. Radiol.* 2022;40:443-457. doi: 10.1007/s11604-021-01224-3.
  16. Allam E, Boychev G, Aiyedipe S, Morrison W, Roedel JB, Singer AD, Gonzalez FM. Subchondral insufficiency fracture of the knee: unicompartmental correlation to meniscal pathology and degree of chondrosis by MRI. *Skeletal Radiol.* 2021;50:2185-94. doi: 10.1007/s00256-021-03777-w.
  17. Aglietti P, Insall JN, Buzzi R, Deschamps G. Idiopathic osteonecrosis of the knee. Aetiology, prognosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1983;65:588-97. doi: 10.1302/0301-620X.65B5.6643563.
  18. Lotke PA, Abend JA, Ecker ML. The treatment of osteonecrosis of the medial femoral condyle. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;171:109-16.

## PROGNOSTIC ASSESSMENT OF ARTICULAR SURFACE COLLAPSE IN SUBCHONDRAL BONE INSUFFICIENCY FRACTURE OF THE KNEE (SIFK)

G. A. Koshman

*Grodno State Medical University, Grodno, Belarus*

*Background.* Subchondral insufficiency fracture of the knee (SIFK) is a frequent cause of knee joint pain in patients over 55 years of age. Diagnosis of this pathology at an early stage has certain difficulties, as it requires magnetic resonance imaging (MRI).

*Aim of the study.* To determine the relationship between the size of the lesion in subchondral insufficiency fracture of the knee joint, the patient's body mass index and the risk of articular surface collapse.

*Material and Methods.* In 35 female patients with subchondral insufficiency fracture the size of the lesion in frontal and sagittal planes, as well as its volume according to MRI were determined. The obtained results made it possible to assess the risk of articular surface collapse.

*Results.* The study revealed a relationship between the size of the lesion and the risk of articular surface collapse in subchondral insufficiency fracture of the knee. An anteroposterior size of the lesion of more than 14.1 mm, a transverse size of more than 10.2 mm, and a craniocaudal size of more than 1.22 mm are risk factors for subsequent articular surface collapse and progression of osteoarthritis of the knee joint. The analysis of the correlation between body mass index (BMI) and the development of articular surface collapse found no specific BMI value associated with articular surface collapse.

*Conclusions.* A risk factor for articular surface collapse in patients with subchondral bone insufficiency fracture of the knee joint was determined, which allows predicting the outcomes of the disease treatment. Body mass index and the development of articular surface collapse do not correlate with each other.

**Keywords:** subchondral insufficiency fracture of the knee (SIFK), spontaneous osteonecrosis of the knee (SONK), stress fracture, osteoporosis, osteopenia, osteoarthritis.

**For citation:** Koshman GA. Prognostic assessment of articular surface collapse in subchondral bone insufficiency fracture of the knee (SIFK). *Journal of the Grodno State Medical University.* 2024;22(3):224-228. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-3-224-228>.

**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 авторе** / About the author

Кошман Геннадий Алексеевич / Koshman Gennadiy, e-mail: genkoshman@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7451-1282

Поступила / Received: 11.03.2024

Принята к публикации / Accepted for publication: 24.05.2024