

ИЗМЕНЕНИЯ СУБХОНДРАЛЬНОЙ КОСТИ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ

В. Мурылев¹, доктор медицинских наук, профессор,
Г. Сорокина²,
Э. Курилина³,

Я. Рукин¹, кандидат медицинских наук

¹Первый МГМУ им. И. М. Сеченова

²ГКБ им. С.П. Боткина, Москва

³ФКЦ высоких медицинских технологий ФМБА России,
Московская область, Химки

E-mail: yar.rukin@gmail.com

Помимо остеоартроза, у большинства больных, подлежащих эндопротезированию коленного сустава, выявлены остеопороз субхондральной кости и остеомаляция. Это позволяет заключить, что эндопротез коленного сустава имплантируется в заведомо ослабленную кость. Поэтому в периоперационном периоде требуется медикаментозная коррекция остеопороза и остеомаляции.

Ключевые слова: ревматология, артроз, эндопротезирование коленного сустава, остеопороз, остеомаляция.

Остеоартроз — самая распространенная форма поражения суставов и одна из основных причин нетрудоспособности [1, 2]. Большинство больных — пожилые люди. При остеоартрозе чаще поражаются суставы кисти, первый плюснефаланговый сустав стопы, суставы позвоночника, тазобедренный и коленный суставы. Однако по тяжести нарушений функции опорно-двигательного аппарата 1-е место занимает поражение тазобедренного, коленного и голеностопного суставов [3]. Остеоартрозом коленного сустава (гонартрозом) страдают 6% взрослых людей [4, 5].

Этиология остеоартроза во многом остается неясной. Предложены 3 теории развития этого заболевания:

- 1) остеоартроз начинается с поражения хряща, что приводит к вторичным изменениям субхондральной кости;
- 2) остеоартроз начинается с изменений субхондральной кости, что обуславливает нарушение питания и вторичные изменения хряща;
- 3) остеоартроз начинается с повторного окостенения зоны кальцинированного хряща, что ведет к его истончению.

Независимо от первичности или вторичности вовлечения субхондральной кости в процесс при остеоартрозе, не вызывает сомнений тот факт, что ее изменения сохраняются и прогрессируют и после операции эндопротезирования коленного сустава, когда функцию резецированного суставного хряща выполняют искусственные компоненты эндопротеза, фиксированные к кости посредством костного цемента либо по технологии press-fit с возможностью остеointеграции.

Несмотря на впечатляющую результативность эндопротезирования коленного сустава, при лечении запущенных стадий гонартроза только 82–89% больных остаются доволь-

ны результатом этой операции [6]. В основном пациенты жалуются на боли, для которых характерны полиморфность и полиэтиологичность. Это могут быть перипротезная инфекция, расшатывание компонентов имплантата, дисбаланс связочного аппарата, проблемы экстензионного механизма коленного сустава; нельзя исключить также состояние костной ткани пораженного сустава и ее изменения после имплантации протеза.

ИЗМЕНЕНИЯ ХРЯЩА И СУБХОНДРАЛЬНОЙ КОСТИ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ

Адаптация кости к механической нагрузке регулируется путем постоянной резорбции и образования кости. В гомеостатическом равновесии сохраняется баланс резорбции и формирования, что обеспечивает постоянство морфологии кости. В литературе приводятся противоречивые данные о влиянии поврежденного хряща на субхондральную кость. D. Vobinak и соавт. [7] отметили увеличение в объеме костной доли и толщины трабекул под тибиальным плато с разрушенным хрящом. C. Lindsey и соавт. обнаружили уплотнение кости под поврежденным хрящом медиальной мыщелка большеберцовой кости и остеопороз в латеральном мыщелке. Напротив, V. Patel и соавт. [9] обнаружили, что в костно-хрящевых препаратах большеберцовой кости при остеоартрозе уменьшаются костный объем и толщина трабекул плато. Проявление признаков остеопороза в субхондральной кости можно объяснить дегенерацией вышележащего хряща, склеротические изменения — результатом изменившихся нагрузок на суставную поверхность. В действительности оба эффекта могут возникать одновременно в суставе, пораженном остеоартрозом.

На границе хряща и субхондральной кости имеется своеобразный участок — базофильная или пограничная линия — tidemark (по Гонгадзе Л.Р.). Согласно данным Л.Р. Гонгадзе [10] и В.Н. Павловой и соавт. [11], пограничная линия суставного хряща взрослого человека содержит

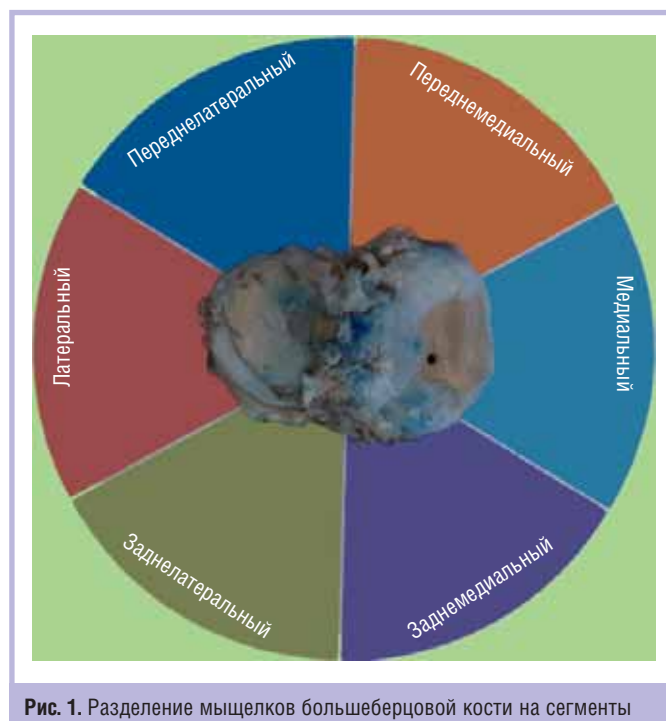


Рис. 1. Разделение мыщелков большеберцовой кости на сегменты

сложный набор таких компонентов, как белки, фосфолипиды, гликозаминогликаны, ферменты в больших, чем соседние участки матрикса, концентрациях. Это не мембранная структура, а морфологически и гистохимически обособленный слой матрикса, который формируется на последних этапах энхондрального окостенения, присутствует у взрослых людей, изменяется, но не исчезает с возрастом; он обеспечивает селективное проникновение веществ из кости в хрящ, имеет непосредственное отношение к транспорту воды, электролитов, продуктов метаболизма и солей кальция. Результаты исследований [10, 12] позволяют утверждать, что базофильная линия предотвращает кальцификацию суставного хряща. Зона первичной кальцификации является промежуточным звеном между суставным хрящом и эпифизом. Кроме того, обызвествленный хрящ скрепляет весь суставной хрящ с субхондральной костью. Линия tidemark является самой прочной зоной проксимального отдела большеберцовой кости, от состояния этой линии зависит резистентность мышечков большеберцовой кости к нагрузкам [10].

ИЗМЕНЕНИЯ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ЭНДОПРОТЕЗА

Следует отметить, что при имплантации тибиаляного компонента эндопротеза коленного сустава осуществляется резекция мышечков большеберцовой кости на глубину в среднем 6–10 мм, что означает резекцию линии tidemark как самой прочной зоны в этом отделе. В 1-е сутки после имплантации эндопротеза по ходу кия тибиаляного компонента в костной ткани образуется канал, стенки которого покрыты тонким слоем свернувшейся крови и мелкими костными осколками. В костном мозге по краю канала располагаются мелкие кровоизлияния. Позднее вокруг имплантата образуется соединительнотканная, а затем костная капсула с соединительнотканной прослойкой между костью и имплантатом. После эндопротезирования и начала пользования конечностью ремоделирование кости осуществляется таким образом, что костные балки формируются с использованием частей имплантата как опорной структуры. Таким образом, стенки канала, образованного килем тибиаляного компонента, приобретают разную толщину: в дистальном отделе, на который приходится наибольшая нагрузка, отмечены наибольшие толщина и количество костных балок, последние по мере приближения к плато становятся тоньше, количество их уменьшается. Полная перестройка губчатой костной ткани происходит медленно, по данным Т.К. Осипенковой-Вичтомовой, даже через 4 года в области повреждения кости можно обнаружить островки грубоволокнистых костных структур, остатки провизорной мозоли [13].

В ряде случаев возникает так называемое асептическое расшатывание эндопротеза коленного сустава, в развитии которого основополагающую роль играет состояние субхондральной кости.

Целью нашей работы было изучение особенностей изменений мышечков большеберцовой кости при остеоартрозе и определение возможного влияния этих изменений на развитие нестабильности эндопротеза коленного сустава.

С декабря 2014 г. по февраль 2016 г. обследованы 56 пациентов, которым было выполнено эндопротезирование коленного сустава. Средний возраст пациентов составил 63 года (от 55 до 78 лет). Женщин было 52 (93 %), мужчин — 4 (7 %).

Мышечки большеберцовой кости, резецированные во время операции и включающие хрящ и субхондральную кость, были направлены на гистологическое исследование. Размер полученных препаратов составлял от 40×55 до 55×70 мм, а наибольшая толщина — от 6 до 12 мм. С целью удобства обработки и исследования полученный спил условно разделялся на сегменты: латеральный, медиальный, переднелатеральный, переднемедиальный, заднелатеральный и заднемедиальный (рис. 1).

В ходе приготовления гистологических препаратов принцип посегментного исследования сохранялся, что позволило детально исследовать на сагиттальных срезах структуры хряща и субхондральной зоны от периферии к центру и снаружи внутрь. Целые костные препараты подвергались декальцинации и сегментировались. Каждый сегмент в зависимости от степени деструктивных изменений делили еще на 3–4 костные пластины и приготавливали гистологические срезы с них. Материал окрашивали гематоксилином, эозином и исследовали под микроскопом Carl Zeiss Axio при 10-, 20- и 50-кратном увеличении. Препараты описывали и производили фотофиксацию.

В ходе макроскопического исследования обращала на себя внимание хорошо видимая глазом атрофия гиалинового хряща с проявлениями деструктивного характера в различных зонах. Во всех случаях поверхность хряща была тусклой, желтовато-серой, шероховатой, зернистой. Толщина суставного хряща колебалась от 0,1 до 0,4 см. В 38 случаях на отдельных участках он был сильно истончен, но сохранен на протяжении, в 18 случаях визуализировались зоны, где хрящ был слущен, узурирован вплоть до оголения костного шлифа (рис. 2).

Проведенный анализ показал, что наибольшей дегенерации (47 случаев) подвергались внутренние мышечки, в основном медиальный и переднемедиальный сегменты, причем истончение хряща и его десквамация распространялись вплоть до наружного края кортикальной зоны. В 9 случаях дегенеративные изменения были наиболее выражены в области наружных мышечков, в заднелатеральных и латеральных сегментах, где также наблюдались явления истончения и дефектов хрящевых поверхностей, однако полной деструкции хрящевой массы с оголением подлежащей кости не установлено.

В соответствии с системой оценки гистопатологических изменений суставного гиалинового хряща, предложенной OARSI (Международное общество по изучению остеоартроза), описанные изменения соответствовали III–IV стадии, а



Рис. 2. Макропрепараты мышечков большеберцовой кости. Отмечаются истончение и в некоторых зонах — отсутствие суставного хряща

в отдельных случаях — V стадии патологических изменений. Микроскопически обнаруживались изменения, характерные для проявления остеоартроза (рис. 3).

Поверхностный слой хряща практически на всем протяжении лишен бесклеточной пластины, целостность суставной поверхности нарушена, отмечается наличие горизонтальных разволокнений и трещин, основное вещество обеднено хрящевыми клетками, линия tidemark — крупнозубчатого вида. В 10 случаях отмечалось отслоение минерализованного хряща от субхондральной кости, что, видимо, обусловлено возрастной дегенерацией; возраст больных в этой группе превышал 70 лет.

В 7 (12,5 %) случаях отмечались истончение и прерывистость линии tidemark вплоть до полного отсутствия. В такой ситуации на поверхности субхондральной кости отмечалось разрастание грануляционной ткани. Данные изменения

являются следствием значительного износа хряща и постепенного замещения его фиброзной тканью (рис. 4).

В губчатом веществе кости обнаружена картина, более характерная для остеопороза; по краю спилов отмечены очаги асептических некрозов. Межбалочное пространство заполнено жировой тканью, встречаются отдельные мелкие сосуды, большей частью запустевшие, с измененной стенкой (рис. 5).

В ходе специальных методов исследования недекальцированной кости у 15 женщин в отдельных полях зрения на поверхности минерализованных костных балок отмечалось наложение гомогенной неминерализованной массы, расцененной нами как остеоид (главный маркер остеомаляции; рис. 6). Кроме того, у этих больных перед операцией был проведен анализ биохимических показателей крови (см. таблицу).

Таким образом, у большинства больных отмечалась гиперфосфатемия и при относительно нормальных показателях креатинина, щелочной фосфатазы и кальция наблюдалось резкое снижение соотношения кальций/креатинин, вероятно, за счет нарушения клубочковой фильтрации.

При сопоставлении лабораторных показателей с данными гистологического исследования спилов подтверждена правомочность определения наличия остеомаляции у пациентов с помощью рутинных анализов крови. В связи с наличием изменений субхондральной кости, на которую в дальнейшем падает увеличенная нагрузка, требующая остеоинтеграции имплантата, необходимо назначение остеотропной терапии, включая витамин D, всем больным после тотального эндопротезирования коленного сустава.

Гистологическое исследование мышечков большеберцовой кости у 56 больных, кроме картины выраженного остеоартроза, по поводу которого выполнялось эндопротезирование коленного сустава, показало и другие изменения хряща и субхондральной кости. Так, в губчатом веществе кости у большинства пациентов отмечен остеопороз, который проявлялся истончением и уменьшением количества костных балок. У 15 женщин установлена явная гистологическая картина остеомаляции.

Следует отметить, что после эндопротезирования колен-

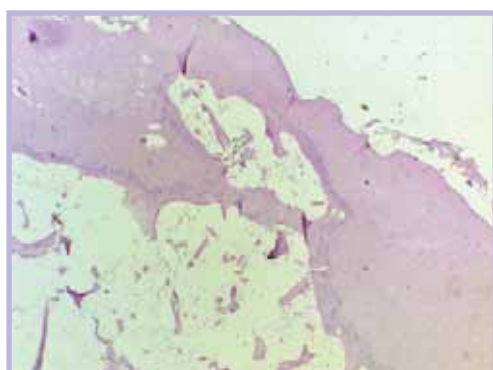


Рис. 3. Микропрепарат мышелка большеберцовой кости

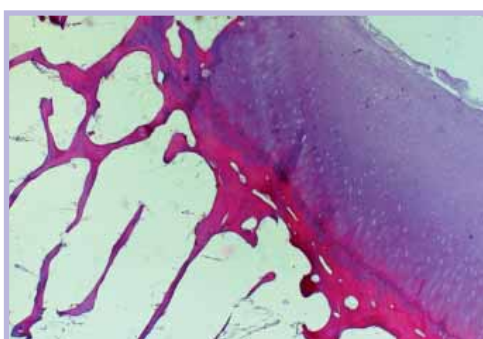


Рис. 5. Гистологическая картина остеопороза. Нарушение микроархитектоники кости. Жировая ткань в межбалочном пространстве

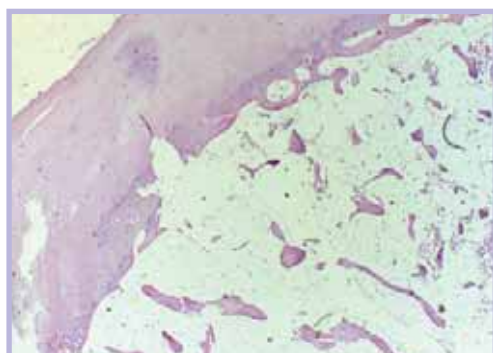


Рис. 4. Прерывистость линии tidemark. Разрастание грануляционной ткани

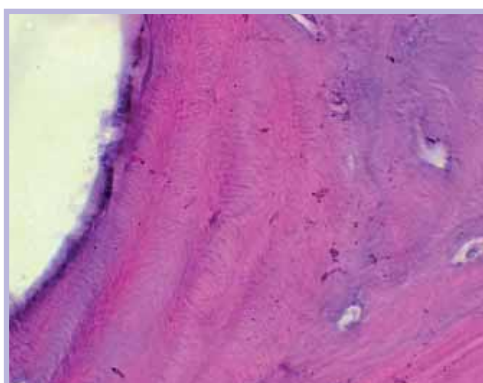


Рис. 6. Гистологическая картина остеомаляции

Биохимические показатели крови пациентов

Показатель	Значение			
	минимальное	максимальное	среднее	норма
Креатинин, ммоль/л	68	114	85,44	44–110
Кальций, ммоль/л	2,04	3,08	2,47	2,15–2,50
Фосфор, ммоль/л	1,27	1,39	1,33	0,64–1,29
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	48	139	86,3	30–120
Кальций/креатинин	0,019	0,034	0,0287	>0,05

ного сустава именно такая измененная кость является опорой под тибиальным компонентом эндопротеза. Костный цемент в данной ситуации может армировать порозную кость, однако он может вызвать прогрессирующий лизис кости. Кроме того, сама технология эндопротезирования коленного сустава подразумевает резекцию наиболее прочной зоны проксимального отдела большеберцовой кости – так называемой линии tidemark. Все это можно рассматривать как один из механизмов отрицательного влияния на выживаемость эндопротеза коленного сустава.

Литература

1. Peyron J. Osteoarthritis. The epidemiologic view point // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1986; 213: 13–9.
2. Felson D. Epidemiology of knee and hip osteoarthritis // Epidemiol. Rev. – 1988; 10: 1–28.
3. Берглезов М.А., Угнивенко В.И., Надгериев В.М. Комплексное лечение больных с тяжелыми нарушениями функции нижних конечностей в амбулаторных условиях. Пособие для врачей / М.: ЦИТО, 1999; 28 с.
4. Felson D., Couropmitree N., Chaisson C. et al. Evidence for a Mendelian gene in a segregation analysis of generalized radio-graphic osteoarthritis. The Framingham Study // Arthr Rheum. – 1998; 41: 1064–71.
5. Andrianakos A., Kontelis L., Karamitsos D. et al. Prevalence of symptomatic knee, hand and hip osteoarthritis in Greece. The ESORDIG study // J. Rheumatol. – 2006; 33: 2507–13.
6. Bourne R., Chesworth B., Davis A. et al. Patient Satisfaction after Total Knee Arthroplasty: Who is Satisfied and Who is Not? // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2010; 468 (1): 57–63.
7. Bobinak D., Spanjol J., Zoricic S. et al. Changes in articular cartilage and subchondral bone histomorphometry on osteoarthritic knee joints in humans // Bone. – 2003; 32: 284–90.
8. Lindsey C., Narasimhan A., Adolfo J. et al. Magnetic resonance evaluation of the interrelationship between articular cartilage and trabecular bone of the osteoarthritic knee // Osteoarthritis Cartilage. – 2004; 12 (2): 86–96.
9. Patel V., Issever A., Burghardt A. et al. MicroCT evaluation of normal and osteoarthritic bone structure in human knee specimens // J. Orthop. Res. – 2003; 21 (1): 6–13.
10. Гонгадзе Л.П. Базофильная линия суставного хряща в норме и при некоторых патологических состояниях // Арх. анат. – 1987; 4: 52–7.
11. Павлова В.Н. и др. Хрящ / М.: Медицина, 1988; 320 с.
12. Слесаренко Н.А. Метаболические свойства суставного хряща // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1994; 4: 90.
13. Осипенкова-Вичтомова Т.К. Гистоморфологическая экспертиза костей / М.: Медицина, 2009.

SUBCHONDRAL BONE CHANGES IN GONARTHROSIS

Professor **V. Murylev**¹, MD; **G. Sorokina**²; **E. Kurilina**³; **Ya. Rukin**¹, Candidate of Medical Sciences

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

²S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow

³Federal Clinical Center of High Medical Technologies, Federal Biomedical Agency, Khimki, Moscow Region

In addition to osteoarthritis, there is subchondral bone osteoporosis and osteomalacia in most patients to undergo knee arthroplasty. This leads to the conclusion that a knee joint endoprosthesis is implanted in the obviously weakened bone. Medical treatment of osteoporosis and osteomalacia is therefore required in the perioperative period.

Key words: arthrosis, knee arthroplasty, osteoporosis, osteomalacia.