

DOI: 10.24835/1607-0763-2018-4-65-76

## Лучевая диагностика патологий пателлофemorального сочленения

Бахвалова В.А.\* , Терновой С.К., Серова Н.С.

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва, Россия

## Radiation diagnostics of the pathology of patellofemoral joint

Bakhvalova V.A.\* , Ternovoy S.K., Serova N.S.

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

В настоящее время проблема диагностики и лечения заболеваний пателлофemorального сочленения (ПФС) сохраняет свою актуальность, так как поражение сустава затрагивает в основном молодых трудоспособных пациентов. В обзоре проанализированы данные зарубежной и отечественной литературы, посвященные методам лучевой диагностики патологических состояний ПФС. Анализ литературы показал, что в настоящее время нет единого алгоритма выявления патологии ПФС методами лучевой диагностики, особенно на ранних стадиях, когда эффективность лечения самая высокая.

**Ключевые слова:** пателлофemorальное сочленение, нестабильность пателлофemorального сустава, компьютерная томография, рентгенография, магнитно-резонансная томография.

**Ссылка для цитирования:** Бахвалова В.А., Терновой С.К., Серова Н.С. Лучевая диагностика патологий пателлофemorального сочленения. *Медицинская визуализация*. 2018; 22 (4): 65–76.

DOI: 10.24835/1607-0763-2018-4-65-76.

\*\*\*

The problem of diagnosis and treatment of diseases of the patellofemoral joint (PFJ) remains relevant currently, since joint damage affects mainly young employable patients. The review analyzes the data of foreign and domestic literature on methods of the visualization of pathological conditions of patellofemoral articulation. Analysis of the literature has shown that now there is no single algorithm for detecting the pathology of PFJ by radiological methods, especially on early stages, when the effectiveness of treatment is the highest.

**Key words:** patellofemoral joint, patellofemoral instability, computed tomography, radiography, magnetic resonance tomography.

**Recommended citation:** Bakhvalova V.A., Ternovoy S.K.,

Serova N.S. Radiation diagnostics of the pathology of patellofemoral joint. *Medical Visualization*. 2018; 22 (4): 65–76. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-4-65-76.

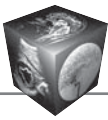
\*\*\*

### Введение

Пателлофemorальное сочленение (ПФС) является частью коленного сустава со сложной биомеханикой движения, испытывающей высокие нагрузки. От 18 до 33% всех обращений к травматологам-ортопедам по поводу патологии коленного сустава связаны именно с пателлофemorальным болевым синдромом, особенно у людей, активно занимающихся спортом [1, 2]. По данным исследования, в котором приняло участие более 1500 студентов Академии ВМС США, частота встречаемости патологии ПФС 22 случая на 1000 человек, при этом у женщин в 2 раза чаще, чем у мужчин [3].

Заболевания ПФС обуславливаются нестабильностью надколенника относительно межмыщелковой ямки бедренной кости. В литературе патологии бедренно-надколенникового сочленения объединены одним термином “нестабильность пателлофemorального сочленения”, именно нестабильность ПФС является патогенетической основой в развитии дегенеративно-дистрофических изменений переднего отдела коленного сустава [1, 4, 5].

В настоящее время предложены способы выявления патологии ПФС, включающие клинический осмотр и применение инструментальной диагностики, ведущую роль в которой играют мето-



ды лучевой диагностики. Данный литературный обзор, посвященный разбору основных методов, начнем с краткого анализа биомеханических и анатомических особенностей ПФС, являющихся предикторами развития патологии сустава.

### Анатомические предпосылки

Субстратом для возникновения нестабильности ПФС являются нарушения конфигурации элементов сустава, а также изменения связочного стабилизирующего аппарата. Данные нарушения могут иметь как врожденный, так и приобретенный (например, посттравматический) характер.

При обзоре анатомических особенностей, предрасполагающих к развитию нестабильного состояния надколенника, следует уделить внимание вариантам строения фасеток надколенника, мышечков бедра, а также стабилизаторам надколенника, которые играют определяющую роль в нормальной биомеханике пателлофemorального сустава и обеспечении стабильности надколенника.

При нарушении равновесия между стабилизаторами велик риск развития подвывиха и вывиха надколенника относительно межмышечковой борозды, что грозит утратой полноценного функционирования коленного сустава.

Нормальная биомеханика ПФС зависит не только от удерживающего аппарата, но и от конфигурации самого надколенника и особенностей строения блокового отдела мышечков бедра. G. Wiberg ввел классификацию форм суставных поверхностей надколенника на основе сравнения морфологии медиальных и латеральных фасеток надколенника [6]. Позже она была дополнена Baumgartl и включает 4 типа конфигурации (рис. 1):

I – равные медиальные и боковые фасетки, которые являются слегка вогнутыми (нормальная анатомия);

II – медиальная фасетка плоская или слегка выпуклая, меньше по размеру, чем латеральная;

III – очень маленькая выпуклая медиальная фасетка;

IV – маленькая медиальная фасетка с гребнем.

При II–IV типах происходит перераспределение нагрузки с перегрузкой латеральной фасетки, что ведет к нарушению стабильности сустава, синдрому гиперпрессии латеральной фасетки и дистрофическим изменениям костно-хрящевых структур.

Ситуация с нарушением стабильности при высоком расположении надколенника – это так называемый синдром *Patella alta* (пателла альта). Повторяющиеся подвывихи и вывихи надколенника часто происходят при высоко расположенном надколеннике [8]. В этом положении надколенник не соприкасается с межмышечковой бороздой на ранних этапах сгибания в коленном суставе, что является фактором риска его вывиха.

Помимо изменений со стороны связочного аппарата и конфигурации надколенника нестабильность ПФС зависит от формы блока бедренной кости и латерализации большеберцовой бугристости. На данный момент известны следующие варианты дисплазии блока:

– неглубокий блок с отсутствием надблокового отростка,

– плоский блок с небольшим надблоковым отростком,

– асимметрия мышечков с вогнутым блоком и отсутствием надблокового выступа, самый тяжелый вариант – асимметричные мышечки с выпуклым блоком и наличием надблокового выступа [9].

Диспластические изменения блока являются анатомическими предпосылками развития нестабильности и рецидивирующих подвывихов надколенника у пациентов детского и юношеского возраста.

### Рентгенография

Клинический осмотр пациентов с подозрением на патологию пателлофemorального сустава не

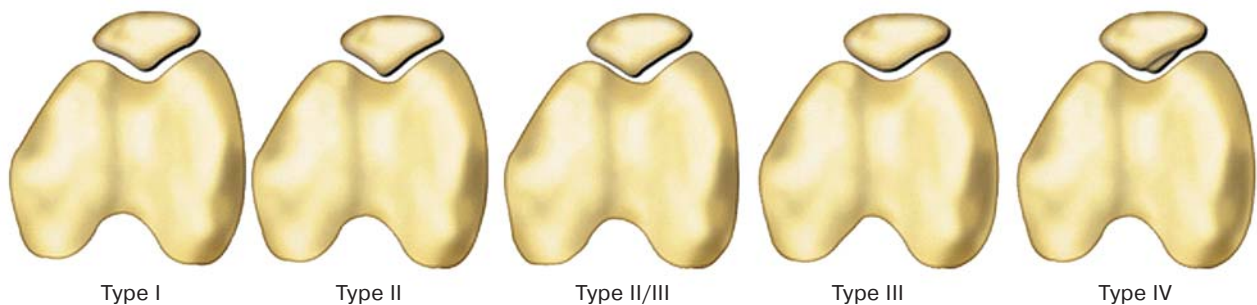
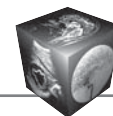


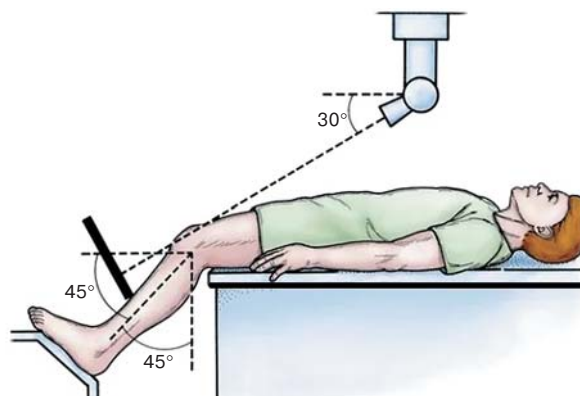
Рис. 1. Анатомические варианты конфигурации надколенника, описанные Wiberg и Baumgartl [7].



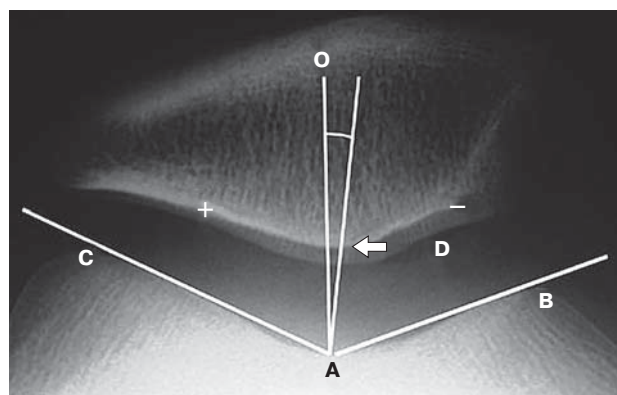
дает объективных данных, позволяющих определить точный диагноз и спланировать лечение. Методы лучевой диагностики позволяют верифицировать изменения в ПФС на этапе после осмотра и опроса травматологом-ортопедом. Среди классических рентгенографических методик наиболее информативна методика Мерчанта [10], согласно которой укладка пациента производится в положении лежа на спине с согнутым до  $45^\circ$  коленным суставом, трубка рентгеновского аппарата устанавливается сверху вниз под углом  $30^\circ$  по отношению к горизонтальной плоскости, кассета располагается за коленным суставом на расстоянии 30 см (рис. 2) [12]. При такой укладке получается аксиальная проекция бедренно-надколенникового сочленения, и наилучшим образом визуализируется верхний отдел блока. По полученным рентгенограммам оценивают угол бедренной борозды, нормальными значениями которого считаются  $138 \pm 6^\circ$ , а угол более  $144^\circ$  свидетельствует о дисплазии блока [13]. Также возможна оценка угла конгруэнтности и латерального угла надколенника. Считается, что патологическим является угол конгруэнтности, равный  $16^\circ$ , однако оба параметра довольно субъективны (рис. 3).

Недостатком стандартной рентгенографической методики является то, что при выполнении рентгенограмм зачастую происходит избыточное сгибание коленного сустава. В этом случае незначительная нестабильность надколенника может остаться незамеченной. R.P. Grelsamer и соавт. полагают, что для наилучшей визуализации рентгенологических признаков подвывиха надколенника необходимо оценить угол латерального наклона надколенника: на аксиальной рентгенограмме провести линию от латерального края надколенника к медиальному и измерить угол между данной линией и линией, параллельной условно проведенной горизонтали, соединяющей задние отделы мыщелков бедренной кости [15].

Латеральные рентгенограммы проводятся для получения сагиттальной проекции коленного сустава и ПФС. При получении такой проекции необходимо идеальное наложение двух задних мыщелков [16, 17]. Рентгеновский снимок выполняется в статической позиции с углом сгибания коленного сустава  $25-30^\circ$  [14]. Некоторые авторы подчеркивают необходимость выполнения боковых рентгенограмм с целью выявления ротационного смещения надколенника [9, 17, 18]. T.F. Murray и соавт. сравнили чувствительность латеральных и аксиальных рентгенограмм при выявлении смещения надколенника. По их мнению, латеральная рентгенография является более чувствительным методом [19].



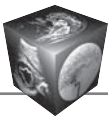
**Рис. 2.** Укладка пациента для выполнения рентгенограмм по Мерчанту [11].



**Рис. 3.** Аксиальная рентгенограмма ПФС при укладке по Мерчанту. Угол конгруэнтности (угол OAD) – угол между биссектрисой (O), проведенной через угол борозды (угол САВ), и линией, проведенной через вершину угла борозды до нижней точки субхондральной суставной поверхности гребня надколенника (D) [14].

По боковым рентгенограммам оценивается важный показатель положения надколенника относительно блоковой борозды. Основные индексы для определения положения надколенника, используемые в литературе, это:

- Индекс Катона–Дешампа [15, 20], который равен отношению расстояния от нижнего края суставной поверхности надколенника до передне-верхнего края бугристости большеберцовой кости к длине суставной поверхности надколенника. Значение отношения, равное или меньше 0,6, свидетельствует о чрезмерно низком расположении надколенника или так называемом синдроме пателла баджа (Patella baja). Соотношение 1,2 и более означает чрезмерно высокое расположение надколенника или наличие синдрома “пателла альта” [21].
- Индекс Инсалла–Сальвати [15, 22]: рассчитывается путем деления длины собственной связ-



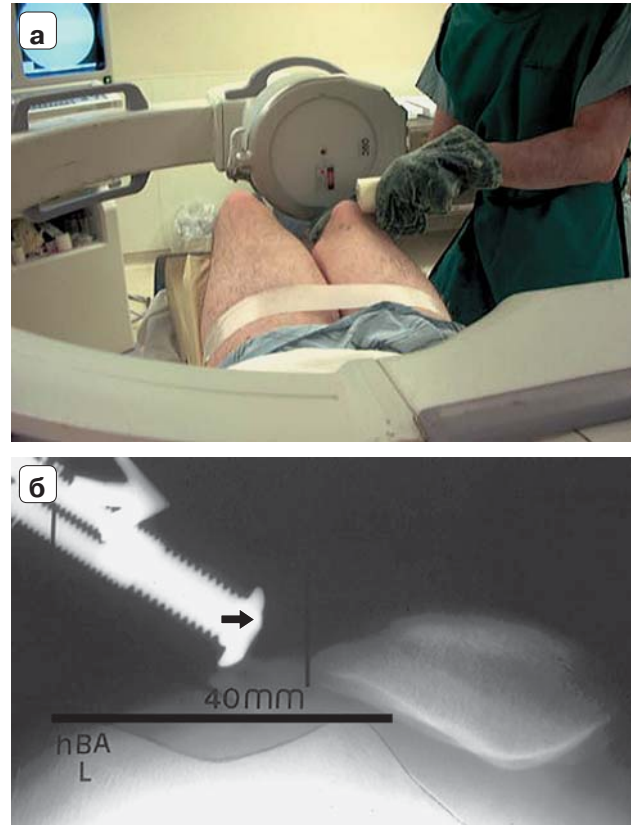
ки надколенника на длину надколенника. В норме значение равно 1. Соотношение, равное или меньше 0,8, указывает на признаки “пателла баджа”. При соотношении более 1,2 можно сделать заключение о наличии “пателла альта”.

В исследовании К.Е. Ешназарова и соавт. [23] указывается на диагностические возможности аксиальной рентгенографии коленного сустава в оценке послеоперационных изменений при тотальной артропластике коленного сустава с эндопротезированием суставной поверхности надколенника или без него при остеоартрозе ПФС IV степени. Удовлетворительные результаты рентгенологического исследования, включающие определение величины угла наклона надколенника, феморотибиального угла и угла конгруэнтности надколенника, позволили сформулировать авторам методические рекомендации по поводу тактики лечения выраженных дегенеративно-дистрофических изменений ПФС.

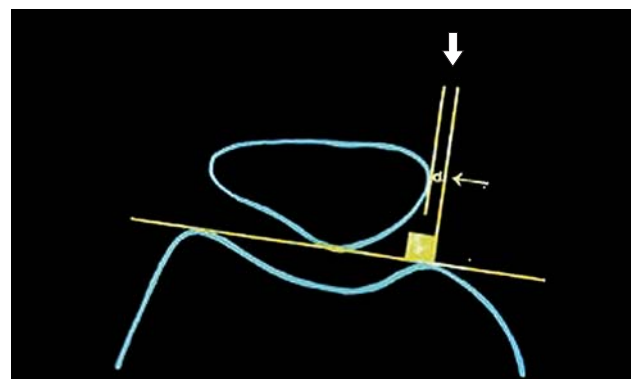
### Стресс-рентгенография

В некоторых источниках зарубежной литературы для диагностики нестабильности надколенника предлагается использовать классическую рентгенографию в аксиальной проекции, но со стресс-пробами или пробами с принудительным смещением надколенника относительно межмыщелковой ямки [24]. Данную методику как дополнительное исследование авторы предлагают использовать при условии адекватного обезболивания пациента, зачастую в условиях операционной с использованием портативного рентгеновского аппарата, применяемого для интраоперационного контроля. Колено пациента сгибается на  $30^\circ$ , такое положение надежно фиксируется, плотно фиксируется бедро, обычно просто руками ассистентов. Производится контрольная рентгенограмма без стресс-проб. Далее при помощи специального инструмента хирург либо рентгенолог принудительно смещает надколенник относительно блока мыщелков сначала в медиальную сторону и выполняет рентгенограмму, затем в латеральную сторону с выполнением соответствующей рентгенограммы (рис. 4).

Для оценки смещения надколенника на полученных рентгенограммах используют метод, описанный С.А. Laurin [24, 25]. Согласно методу, необходимо провести касательную линию по передней поверхности бедренных мыщелков, затем две линии, перпендикулярные этой касательной линии: одну пересекающую вершину мыщелка, вторую пересекающую край надколенника. По расстоянию между двумя перпендикулярными линиями и следует оценивать наличие или отсут-



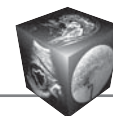
**Рис. 4.** а – укладка пациента при проведении стресс-рентгенографии в условиях операционной с использованием портативного рентгеновского аппарата. Врач оказывает активное давление на ПФС с латеральной стороны; б – аксиальная стресс-рентгенограмма ПФС, демонстрирующая полную медиальную дислокацию (вывих) надколенника при приложении силы с латеральной стороны [24].



**Рис. 5.** Оценка смещения надколенника по С.А. Laurin (белая стрелка, описание в тексте) [25].

ствие патологической подвижности надколенника при стресс-пробах (рис. 5). Данный метод используется редко, так как является очень операторозависимым и сопряженным с трудностями проведения.



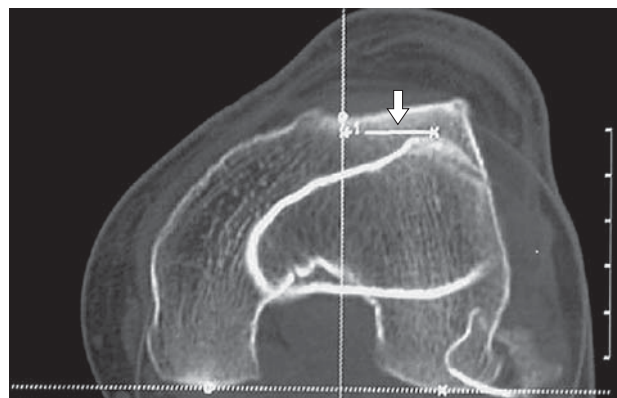


## Компьютерная томография

Многосрезовая спиральная компьютерная томография (МСКТ) имеет большое значение в анализе патологии пателлофemorального сустава. Она отлично демонстрирует морфологию костей коленного сустава и позволяет оценить многие параметры ПФС [26, 27]. МСКТ является более точным методом выявления наличия таких патологий, как подвывих надколенника, компрессия фасеток при нестабильности, артроз ПФС. Для выявления смещения надколенника необходимо выполнить МСКТ коленного сустава при выпрямленной в коленном суставе конечности, а также при сгибании 15°, 30° и 45° [28]. Кроме того, необходимо получить поперечные срезы через середину надколенника [29].

Преимуществом МСКТ является возможность получения поперечных срезов надколенника при любом угле сгибания коленного сустава из стандартных, однако не всегда возможно достижение точного значения угла [28, 29]. R.M. Biedert и C. Gruhl полагают, что МСКТ на стандартных углах лучше выполнять при расслабленной четырехглавой мышце бедра [30]. P. Neuret и соавт. использовали МСКТ для определения угла Q. Они делали поперечные срезы на уровне бедра, надколенника и бугристости большеберцовой кости, а затем рентгенологически выявляли возможное смещение надколенника. Авторы указывают, что данная методика может быть использована, когда другие методы не дают достаточно информации для планирования лечения [31].

Одним из важных параметров нестабильности ПФС, который возможно оценить с помощью МСКТ, является индекс ТТ-TG (от английских терминов tibial tuberosity и trochlear groove), описанный впервые Гуталлиером и Бернау еще в 1978 г. [32]. Индекс ТТ-TG достоверно отражает смещение надколенника относительно борозды блока при нестабильности ПФС, однако при статической МСКТ на стандартных углах сгибания возможно оценить изменения индекса, соответствующие выраженной нестабильности, например при подвывихе надколенника. Для получения индекса необходимо провести МСКТ коленного сустава в 0–15° сгибания, произвести аксиальную МIP-реконструкцию с толстыми срезами таким образом, чтобы в одном поле обзора находилось сразу несколько анатомических ориентиров (рис. 6): задние отделы мыщелков бедра и межмышцелковая задняя вырезка, а также бугристость большеберцовой кости. Расстояние между перпендикуляром, проведенным к задней чрезмыщелковой линии через центральный отдел задней межмышцелковой вырезки, и перпендикуляром, прове-



**Рис. 6.** МСКТ коленного сустава в 15° сгибания. Измерение индекса ТТ-TG в МIP-реконструкции с толстыми срезами (стрелка, описание в тексте) [33].

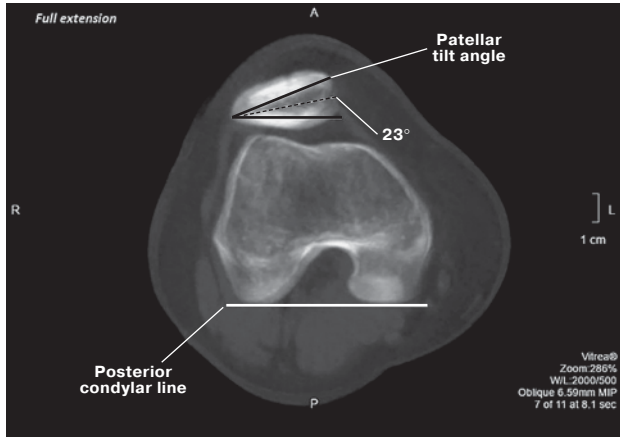
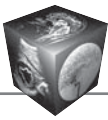
денным к задней чрезмыщелковой линии через бугристость большеберцовой кости, и будет являться значением индекса ТТ-TG [34].

Нормальным значение индекса, согласно литературе, считается равное 10–13 мм, значение индекса более 15–20 мм свидетельствует о выраженной нестабильности ПФС и вероятном подвывихе надколенника [33].

При МСКТ возможна оценка угла конгруэнтности мыщелковой борозды аналогично рентгенографии в аксиальной проекции, а также угла латерального наклона надколенника – угла между линией, проведенной через наибольший поперечный размер надколенника, и линией, параллельной задней чрезмыщелковой линии в аксиальной плоскости [17]. Угол наклона надколенника больше 20° является достоверным признаком латерального подвывиха надколенника при нестабильности ПФС.

Исследования некоторых авторов продемонстрировали, что существует высокая статистическая корреляция между типом дисплазии мыщелков и углом наклона надколенника: чем грубее дисплазия блока, тем больше угол наклона соответственно [1, 16].

Несомненным преимуществом МСКТ перед другими методами является точность оценки костно-травматических и костно-деструктивных изменений коленного сустава на до- и послеоперационном этапах. МСКТ, выполняемая на современном многосрезовом томографе, позволяет получать тонкие срезы (до 0,5 мм) с последующей мультипланарной, в том числе 3D, реконструкцией, детально оценивать структуру и характер костных изменений [35, 36]. Кроме того, МСКТ после операции позволяет проконтролировать точность выполнения опилов костей и правильность позиционирования компонентов эндопротеза [37].



**Рис. 7.** Функциональная МСКТ коленного сустава, аксиальный срез, MIP-реконструкция. Критическое увеличение угла наклона надколенника, проявляющееся при разгибании коленного сустава из положения согнутого колена на 60° до положения сгибания в 7° у пациента с подозрением на подвывих надколенника (собственное наблюдение).

Некоторые авторы отмечают особую роль МСКТ, заключающуюся в возможности получения количественных данных, касающихся плотности кости в единицах Хаунсфилда, которые указывают на степень дегенеративно-дистрофических изменений коленного сустава, в том числе артроза ПФС, и имеют прямое отношение к выбору метода лечения [38].

Наряду с преимуществами статическая КТ не обладает чувствительностью к выявлению нарушений в суставе, проявляющихся при нестандартных углах сгибания или при напряжении квадрицепса бедра. В исследованиях, проведенных нами на базе российско-японского научно-образовательного центра визуализации сердца Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, были продемонстрированы возможности и перспективы новой методики функциональной МСКТ коленного сустава, которая способна выявить нарушения в ПФС на ранней стадии, которые невозможно было определить с помощью статических методик (рис. 7).

### КТ-артрография

В зарубежной литературе для дополнительного исследования ПФС предлагается КТ ПФС с двойным контрастированием сочленения воздухом и водорастворимым йодсодержащим контрастным препаратом [39]. Эта методика предложена для оценки дефектов изменений хряща, покрывающего блок и фасетки надколенника (рис. 8), возможной при наличии “затек” рентгеноконтрастного препарата в структуре хряща при нарушении его целостности [33].



**Рис. 8.** Аксиальная КТ-артрография, демонстрирующая хондромалацию надколенника с дефектами хрящевого покрытия (стрелка) [33].

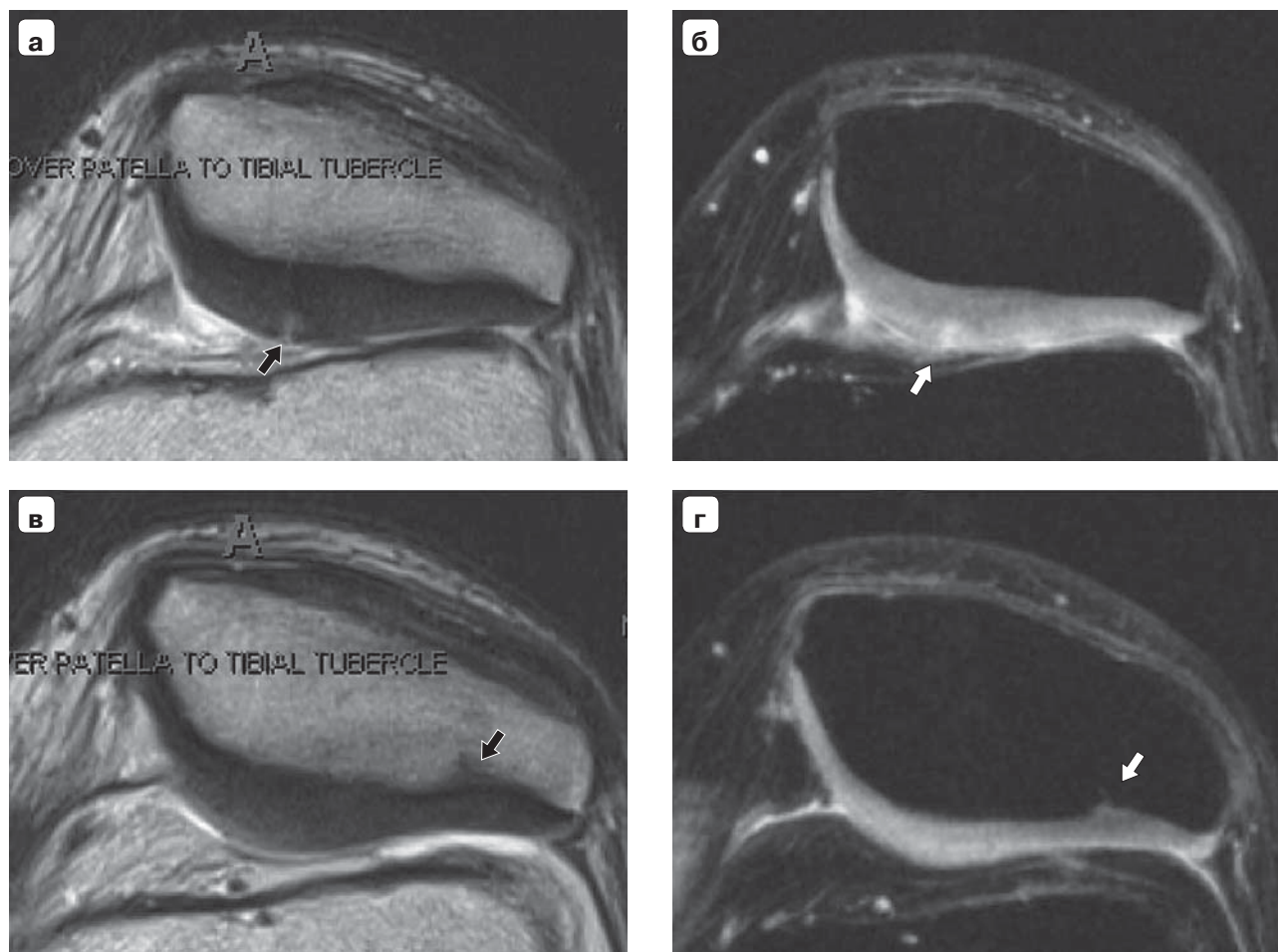
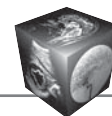
В современной практике эта методика используется редко, так как имеет свои противопоказания, сложности проведения. КТ-артрография применима только при выраженном повреждении хряща и, как правило, может быть заменена более чувствительным методом – магнитно-резонансной томографией (МРТ).

### Магнитно-резонансная томография

Многие авторы считают [40], что традиционные рентгенограммы и КТ не позволяют определить истинную корреляцию изменений суставной поверхности хряща надколенника и подлежащей субхондральной кости [40]. То есть видимый контур костных структур пателлофemorального сустава на рентгенограммах по Merchant и КТ в некоторых случаях могут дать ложное представление о морфологии сустава. Только несколько проекций и МРТ позволяют получить данные о фактической конгруэнтности хрящевых поверхностей надколенника и межмышцелковой борозды.

МРТ-исследование, направленное на выявление патологии ПФС, по мнению многих авторов, должно проводиться на томографе с минимальной индукцией магнитного поля 1–1,5 Тл, с разогнутым коленным суставом и при сгибании при 20° и 40°, с расслабленным и напряженным квадрицепсом с использованием гибкой катушки. Последовательностями, при которых хорошо визуализируются хрящ надколенника и взаимоотношение суставных поверхностей, являются 3D-T2, DP-FatSat и TSE-T2. Измерения обычно выполняются на костном и хрящевом уровнях [41].

При МРТ возможна оценка основных показателей нарушений в ПФС: степени дисплазии мышц бедра, индекса ТТ-TG, наличия “пателла баджа” или “пателла альта” [42–44].



**Рис. 9.** Аксиальные МР-томограммы пациента с пателлярным болевым синдромом и отсутствием сужения щели ПФС по данным рентгенографии. а – T2-взвешенное изображение отражает частичный краевой дефект хряща надколенника (стрелка); б – этот же дефект на изображении FatSat – последовательности с жироподавлением; в, г – изображения, демонстрирующие субхондральные изменения латеральной фасетки надколенника (стрелки) без явных изменений хряща, что свидетельствует об избыточной нагрузке на фасетку. Изображение с жироподавлением (г) демонстрирует наличие участка отека в субхондральном отделе перегруженной фасетки [45].

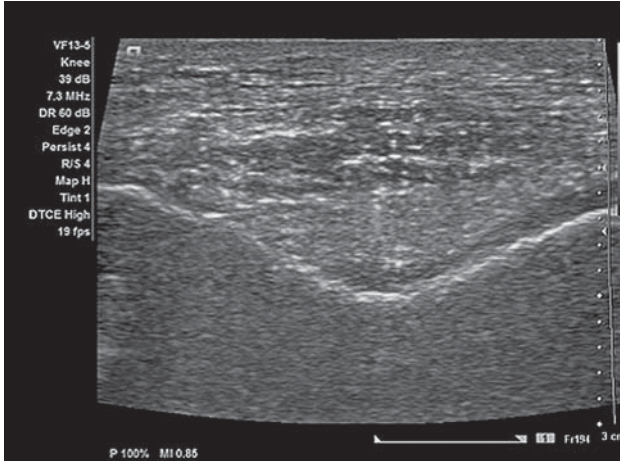
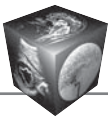
Главным преимуществом МРТ при анализе ПФС является возможность оценки наличия повреждения хряща – хондромалации [45], которая является гарантийным предиктором развития дегенеративно-дистрофических изменений сустава (рис. 9).

При МРТ возможен анализ состояния стабилизаторов надколенника и собственной связки надколенника, а также субхондральных изменений фасеток, таких как отек костного мозга [46].

Одно из последних и интересных исследований, посвященных разработке нового алгоритма МРТ-оценки нестабильности ПФС, было проведено в 2013 г. в университете Акрона (США) [47]. Целью исследования было разработать вычислительные реконструкции взаимоотношения структур пателлофemorального сустава у пациентов

с хронической нестабильностью надколенника, не поддающейся консервативному лечению. При укладке пациентов использовалась сконструированная специализированная механическая рама из немагнитных материалов, создающая имитацию нагрузки на квадрицепс бедра и углы сгибания в коленном суставе 0°, 10°, 20°, 30°, 40° и 50°. Таким образом, был предложен протокол сканирования в шести положениях коленного сустава при имитации нагрузки, приблизительно соответствующей каждому из углов сгибания. Далее полученные серии томограмм анализировались с помощью математических вычислений и создавалась 3D-модель взаимоотношений надколенника и блока бедренной кости на каждом из шести этапов “движения” коленного сустава. Результаты данного исследования предоставили много важ-





**Рис. 10.** УЗИ ПФС. Латеропозиция надколенника: смещение собственной связки надколенника (вверху) относительно центра пателлярного блока [49].

ной информации травматологам-ортопедам для подбора тактики лечения пациентов с рецидивирующим вывихом, однако такой протокол МРТ не выполним без специального оборудования.

Также МРТ обладает высокой чувствительностью при выявлении специфических хронических заболеваний костно-суставной системы, таких как ревматоидный артрит и ювенильный идиопатический артрит, которые могут приводить к выраженным изменениям коленных суставов, в том числе и ПФС [48].

### **Ультразвуковая диагностика (УЗИ)**

Некоторые авторы предлагают ультразвуковую диагностику коленного сустава как более доступный, мобильный и безопасный метод выявления изменений в ПФС у пациентов с артрозом коленного сустава. Так, в исследовании Д.В. Беляева и П.А. Чижова ультразвуковая диагностика суставов была проведена 185 пациентам с возрастной медианой 58 лет с гонартрозом II и III рентгенологической стадии [49]. В ходе УЗИ оценивались индекс дегенеративного истончения хряща ПФС (отношение минимальной толщины хряща по передней поверхности латерального мыщелка бедренной кости в области пателлярного блока к максимальной толщине хряща на задней поверхности латерального мыщелка), смещение надколенника относительно межмышцелковой ямки, изменение связочного аппарата (рис. 10).

Авторы сформулировали положение, что наличие характерных ультразвуковых симптомокомплексов пателлофemorального синдрома, таких как истончение гиалинового хряща, изменения сухожилия квадрицепса, смещение надколенника

и собственной связки, помогает своевременно определить развитие дегенеративно-дистрофических изменений сустава и спланировать тактику лечения. УЗИ коленного сустава также предложено авторами исследования как метод для динамического наблюдения пациентов с пателлофemorальным синдромом, однако стоит отметить, что УЗИ является операторозависимой методикой и часто не дает достаточной информации о состоянии ПФС.

### **Радионуклидная диагностика**

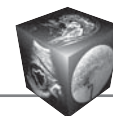
Впервые применение радионуклидной диагностики в качестве дополнительной методики в оценке патологии ПФС в своих исследованиях предложили S.F. Dye и соавт. [50–52].

Как было отмечено авторами, скинтиграфия является чувствительным методом для выявления метаболических изменений в костных структурах ПФС. Позже был проведен ряд исследований, в которых оценивалась диагностическая эффективность однофотонной эмиссионной томографии, а также количественной КТ-денситометрии в выявлении патологии ПФС [53, 54]. Авторами было сформировано утверждение, что радионуклидная диагностика и количественная КТ-денситометрия являются полезными методами, особенно в случаях минимальных изменений ПФС, при которых основные методики могут не выявить патологию. Кроме того, авторы предложили использовать их как методы оценки эффективности консервативного лечения (например, ЛФК, терапия хондропротекторами). Однако следует отметить, что наряду с перечисленными преимуществами радионуклидной диагностики, она имеет достаточно много ограничений и является дополнительным, неспецифичным методом диагностики для выявления патологии ПФС.

### **Заключение**

Основной и первичной методикой для оценки патологии ПФС является в настоящее время рентгенодиагностика. МРТ показана пациентам с подозрением на повреждение связочных и хрящевых структур ПФС. Все остальные методы являются дополнительными. Несмотря на разнообразие возможностей лучевой диагностики, эффективный и стандартизованный алгоритм выявления патологии ПФС, особенно у пациентов со слабо выраженными изменениями, не сформулирован. Объективные ограничения статических основных методик, УЗИ, радионуклидной диагностики и артрографии диктуют необходимость разработки новых методов исследования при подозрении на патологию пателлофemorального сустава.





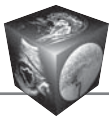
## Дополнительная информация

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело финансовой поддержки.

## Список литературы

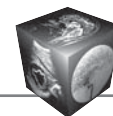
1. Taunton J.E., Ryan M.B., Clement D.B., McKenzie D.C., Lloyd-Smith D.R., Zumbo B.D. A retrospective case-control analysis of 2,002 running injuries. *Br. J. Sports Med.* 2002; 36 (2): 95–101. DOI: 10.1136/bjism.36.2.95.
2. Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E.A. Patello femoral Pain, Instability, and Arthritis. Berlin: Springer-Verlag, 2010: 17, 331. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2.
3. Boling M., Padua D., Marshall S., Guskiewicz K., Pyne S., Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2010; 20 (5): 725–730. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x.
4. Fulkerson J.P. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am. J. Sports Med.* 2002; 30 (3): 447–456. DOI: 10.1177/03635465020300032501.
5. Whitlock K., Mosier B., Matzkin E. Anterior Knee Pain: Diagnosis and Treatment. In: Katz J., Blauwet C., Schoenfeld A. (eds). Principles of Orthopedic Practice for Primary Care Providers. Springer, Cham, 2018: 313–327. DOI: 10.1007/978-3-319-68661-5\_19.
6. Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoro-patellar joint. *Acta Orthop. Scand.* 1941; 12: 319–410.
7. <https://clinicalgate.com/arthroscopic-evaluation-and-diagnosis-of-the-patellofemoral-joint/>
8. Robie B.H., Rosenthal D.E. Prosthetic Design and Patellofemoral Function. In: Sculco T.P., Martucci E.A. (eds) Knee Arthroplasty. Vienna: Springer, 2001: 27–36. DOI: 10.1007/978-3-7091-6185-2\_2.
9. Dejour H., Walch G., Neyret P. Dysplasia of the femoral trochlea. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 1990; 76 (1): 45–54.
10. Merchant A.C. Patellofemoral imaging. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2001; 389: 15–21. DOI: 10.1097/00003086-200108000-00004.
11. <http://pixshark.com/merchant-method-x-ray.htm>
12. Moro-oka T., Matsuda S., Miura H., Nagamine R., Urabe K., Kawano T., Higaki H., Iwamoto Y. Patellar tracking and patellofemoral geometry in deep knee flexion. *Clin. Orthop.* 2002; 394: 161–168. DOI: 10.1097/00003086-200201000-00019.
13. Blackburne J.S., Peel T.E. A new method of measuring patellar height. *J. Bone Jt Surg. Br.* 1977; 59: 241. DOI: 10.1302/0301-620X.59B2.873986.
14. Dejour D., Saggin P.R., Meyer X., Tavernier T. Standard X-Ray Examination: Patellofemoral Disorders. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds) Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 51–60. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_6.
15. Grelsamer R.P., Bazos A.N., Proctor C.S. Radiographic analysis of patellar tilt. *J. Bone Jt Surg.* 1993; 75B: 822–824. DOI: 10.1302/0301-620X.75B5.8376449.
16. Dejour D., Le Coultre B. Osteotomies in patellofemoral instabilities. *Sports Med. Arthrosc.* 2007; 15: 39–46. DOI: 10.1097/JSA.0000000000000183.
17. Dejour H., Walch G., Nove-Josserand L., Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 1994; 2: 19–26. DOI: 10.1007/BF01552649.
18. Malghem J., Maldague B. Le profil du genou. Anatomie radiologique differentielle des surfaces articulaires. *J. Radiol.* 1986; 67: 725–735.
19. Murray T.F., Dupont J.Y., Fulkerson J.P. Axial and lateral radiographs in evaluating patellofemoralmalalignment. *Am. J. Sports Med.* 1999; 27: 580–584. DOI: 10.1177/03635465990270050601.
20. Caton J., Deschamps G., Chambat P., Lerat J.L., Dejour H. Patella Infera. Apropos of 128 cases. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 1982; 68: 317–325.
21. Bruderer J., Servien E., Neyret P. Patellar Height: Which Index? In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 61–68. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_7.
22. Insall J.S. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971; 101: 101–104. DOI: 10.1148/101.1.101.
23. Eshnazarov K.E., Seon J., Song E. Рентгенологическая оценка послеоперационных изменений у пациентов с остеоартрозом пателлофеморального сустава IV степени, перенесших тотальную артропластику коленного сустава с эндопротезированием суставной поверхности надколенника или без него. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2016; 97 (1): 28–32. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-28-32.
24. Teitge R. Stress Radiographs in the Diagnosis of Patellofemoral Instability. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010: 69–72. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_8.
25. Laurin C.A., Dussault R., Levesque H.P. The tangential-x-ray investigation of the patellofemoral joint: x-ray technique, diagnostic criteria and their interpretation. *Clin. Orthop.* 1979; 144: 16–26.
26. Tavernier T., Dejour D. Knee imaging: what is the best modality. *J. Radiol.* 2001; 82 (3 Pt 2): 387–405, 407–408.
27. Alemparte J., Ekdahl M., Burnier L., Hernández R., Cardemil A., Cielo R., Danilla S. Patellofemoral evaluation with radiographs and computed tomography scans in 60 knees of asymptomatic subjects. *Arthroscopy.* 2007; 23 (2): 170–177. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.08.022.
28. Schutzer S.F., Ramsby G.R., Fulkerson J.P. Computed tomographic classification of patellofemoral pain patients. *Orthop. Clin. N. Am.* 1986; 17: 235–248.
29. Schutzer S.F., Ramsby G.R., Fulkerson J.P. The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography: A preliminary study. *Clin. Orthop.* 1986; 204: 286–293.
30. Biedert R.M., Gruhl C. Axial computed tomography of the patellofemoral joint with and without quadriceps contraction. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1997; 116: 77–82. DOI: 10.1007/BF00434106.
31. Grelsamer R.P. Current concepts review: Patellar malalignment. *J. Bone Jt Surg. Am.* 2000; 82: 1639–1650.
32. Caplan N., Lees D., Newby M., Ewen A., Jackson R., St Clair Gibson A., Kader D. Is tibial tuberosity-trochlear groove distance an appropriate measure for the identification of knees with patellar instability? *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2014; 22: 2377. DOI: 10.1007/s00167-014-2954-0.
33. Saggin P.R., Dejour D., Meyer X., Tavernier T. Computed Tomography and Arthro-CT Scan in Patellofemoral Disorders. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis. Berlin;



- Heidelberg: Springer, 2010: 73–78.  
DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_9.
34. Koeter S., Horstmann W.G., Wagenaar F.C., Huysse W., Wymenga A.B., Anderson P.G. A new CT scan method for measuring the tibial tubercle trochlear groove distance in patellar instability. *Knee*. 2007; 14 (2): 128–132.  
DOI: 10.1016/j.knee.2006.11.003.
  35. Каримов М.Ю., Янгуразова Д.Р., Каримбердиев М.К. Оценка клинической и лучевой диагностики внутри-суставных переломов коленного сустава. *Укр. мед. часопис*. 2009; 5: 73–75.
  36. Бельшева Е.С., Серова Н.С., Лычагин А.В., Белов С.А., Путило Д.В., Бабкова А.А. Комплексная лучевая диагностика при травматическом повреждении коленного сустава на до- и послеоперационном этапах. *REJR*. 2016; 6 (2): 120–130.  
DOI: 10.21569/2222-7415-2016-6-2-120-130.
  37. Кавалерский Г.М., Серова Н.С., Сметанин С.М., Лычагин А.В., Рукин Я.А. Роль многосрезовой компьютерной томографии при первичном эндопротезировании коленного сустава. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018; 99 (1): 43–46.  
DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-1-43-46.
  38. Дьячкова Г.В., Сафонова Н.В., Ларионова Т.А., Дьячков К.А. Рентгеноморфологические изменения мышечков бедренной и большеберцовой костей у больных деформирующим артрозом коленного сустава. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; 4: 12–17. DOI: 10.20862/0042-4676-2015-0-4-12-17.
  39. Ihara H. Double-contrast CT arthrography of the cartilage of the patellofemoral joint. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1985; 198: 50–55.
  40. Tecklenburg K., Dejour D., Hoser C. Fink C. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2006; 14: 235.  
DOI: 10.1007/s00167-005-0683-0.
  41. Berruto M., Marinoni E., Chirico G., Vanzulli A., Usellini E., Marelli B. MRI Analysis of Patella Instability Factors. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 79–90. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_10.
  42. Lippacher S., Dejour D., Elsharkawi M., Dornacher D., Ring C., Dreyhaupt J., Reichel H., Nelitz M. Observer agreement on the Dejour trochlear dysplasia classification: a comparison of true lateral radiographs and axial magnetic resonance images. *Am. J. Sports Med.* 2012; 40: 837–843. DOI: 10.1177/0363546511433028.
  43. Schoettle P.B., Zanetti M., Seifert B., Pfirrmann C.W., Fucentese S.F., Romero J. The tibial tuberosity-trochlear groove distance; a comparative study between CT and MRI scanning. *Knee*. 2006; 13: 26–31.  
DOI: 10.1016/j.knee.2005.06.003.
  44. Miller T.T., Staron R.B., Feldman F. Patellar height on sagittal MR imaging of the knee. *Am. J. Roentgenol.* 1996; 167: 339–41. DOI: 10.2214/ajr.167.2.8686598.
  45. Chu C.R., Williams A., Schreiber V.M. MRI of the Patellofemoral Articular Cartilage. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 91–98. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_11.
  46. Nicolaas L., Tigchelaar S., Koeter S. Patellofemoral evaluation with magnetic resonance imaging in 51 knees of asymptomatic subjects. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2011; 19: 1735–1739.  
DOI: 10.1007/s00167-011-1508-y.
  47. Feng H. The Computational Reconstruction and Evaluation of the Patellofemoral Instability. Master of Science Thesis. The University of Akron. 2013. [http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc\\_num=akron1366982588](http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1366982588).
  48. Траудт А.К., Завадовская В.Д., Килина О.Ю., Часовских Ю.П., Кайлина А.Н. Балльная система в оценке активности ювенильного идиопатического артрита по данным магнитно-резонансной томографии коленных суставов. *REJR*. 2016; 6 (2): 34–43.  
DOI: 10.21569/2222-7415-2016-6-2-34-43.
  49. Беляев Д.В., Чижов П.А. Пателлофеморальный артроз при нестабильности надколенника у лиц старшего возраста: ультразвуковое исследование. *Клиническая геронтология*. 2012; 18 (3/4): 39–44.
  50. Dye S.F., Boll D.H., Dunigan P.E. An analysis of objective measurements including radionuclide imaging in young patients with patellofemoral pain. *Am. J. Sports Med.* 1985; 13: 432.
  51. Dye S.F., Boll D.A. Radionuclide imaging of the patellofemoral joint in young adults with anterior knee pain. *Orthop. Clin. North Am.* 1986; 17: 249–262.
  52. Dye S.F., Chew M.H. The use of scintigraphy to detect increased osseous metabolic activity about the knee. *J. Bone Jt Surg.* 1993; 75A: 1388–1406.
  53. Weigert J.M. QCT, the most accurate method of measuring bone mineral density? *J. Bone Miner. Res.* 1997; 12: 1954–1955. DOI: 10.1359/jbmr.1997.12.11.1954.
  54. Aydin A.T., Özcanlı H., Yıldız A., Özkaynak C. Patellofemoral Pain Syndrome: The Value of Pinhole and SPECT Scintigraphic Imaging and Quantitative Measurements of Bone Mineral Equivalent Density with Quantitative Computed Tomography. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 99–104.  
DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_12.

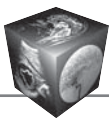
## References

1. Taunton J.E., Ryan M.B., Clement D.B., McKenzie D.C., Lloyd-Smith D.R., Zumbo B.D. A retrospective case-control analysis of 2,002 running injuries. *Br. J. Sports Med.* 2002; 36 (2): 95–101. DOI: 10.1136/bjism.36.2.95.
2. Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E.A. *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin: Springer-Verlag, 2010: 17, 331. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2.
3. Boling M., Padua D., Marshall S., Guskiewicz K., Pyne S., Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 2010; 20 (5): 725–730.  
DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x.
4. Fulkerson J.P. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am. J. Sports Med.* 2002; 30 (3): 447–456. DOI: 10.1177/03635465020300032501.
5. Whitlock K., Mosier B., Matzkin E. Anterior Knee Pain: Diagnosis and Treatment. In: Katz J., Blauwet C., Schoenfeld A. (eds). *Principles of Orthopedic Practice for Primary Care Providers*. Springer, Cham, 2018: 313–327. DOI: 10.1007/978-3-319-68661-5\_19.
6. Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoro-patellar joint. *Acta Orthop. Scand.* 1941; 12: 319–410.
7. <https://clinicalgate.com/arthroscopic-evaluation-and-diagnosis-of-the-patellofemoral-joint/>
8. Robie B.H., Rosenthal D.E. Prosthetic Design and Patellofemoral Function. In: Sculco T.P., Martucci E.A. (eds)



- Knee Arthroplasty. Vienna: Springer, 2001: 27–36. DOI: 10.1007/978-3-7091-6185-2\_2.
9. Dejour H., Walch G., Neyret P. Dysplasia of the femoral trochlea. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 1990; 76 (1): 45–54.
  10. Merchant A.C. Patellofemoral imaging. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2001; 389: 15–21. DOI: 10.1097/00003086-200108000-00004.
  11. <http://pixshark.com/merchant-method-x-ray.htm>
  12. Moro-oka T., Matsuda S., Miura H., Nagamine R., Urabe K., Kawano T., Higaki H., Iwamoto Y. Patellar tracking and patellofemoral geometry in deep knee flexion. *Clin. Orthop.* 2002; 394: 161–168. DOI: 10.1097/00003086-200201000-00019.
  13. Blackburne J.S., Peel T.E. A new method of measuring patellar height. *J. Bone Jt Surg. Br.* 1977; 59: 241. DOI: 10.1302/0301-620X.59B2.873986.
  14. Dejour D., Saggin P.R., Meyer X., Tavernier T. Standard X-Ray Examination: Patellofemoral Disorders. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds) *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 51–60. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_6.
  15. Grelsamer R.P., Bazos A.N., Proctor C.S. Radiographic analysis of patellar tilt. *J. Bone Jt Surg.* 1993; 75B: 822–824. DOI: 10.1302/0301-620X.75B5.8376449.
  16. Dejour D., Le Coultre B. Osteotomies in patellofemoral instabilities. *Sports Med. Arthrosc.* 2007; 15: 39–46. DOI: 10.1097/JSA.0000000000000183.
  17. Dejour H., Walch G., Nove-Josserand L., Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 1994; 2: 19–26. DOI: 10.1007/BF01552649.
  18. Malghem J., Maldague B. Le profil du genou. Anatomie radiologique différentielle des surfaces articulaires. *J. Radiol.* 1986; 67: 725–735.
  19. Murray T.F., Dupont J.Y., Fulkerson J.P. Axial and lateral radiographs in evaluating patellofemoral malalignment. *Am. J. Sports Med.* 1999; 27: 580–584. DOI: 10.1177/03635465990270050601.
  20. Caton J., Deschamps G., Chambat P., Lerat J.L., Dejour H. Patella Intra. Apropos of 128 cases. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 1982; 68: 317–325.
  21. Bruderer J., Servien E., Neyret P. Patellar Height: Which Index? In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 61–68. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_7.
  22. Insall J.S. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971; 101: 101–104. DOI: 10.1148/101.1.101.
  23. Eshnazarov K.E., Seon J., Song E. Comparison of radiological assessments patellar resurfacing with retention for grade iv osteoarthritis in patellofemoral joint accomplished total knee arthroplasty. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2016; 97 (1): 28–32. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-28-32. (In Russian)
  24. Teitge R. Stress Radiographs in the Diagnosis of Patellofemoral Instability. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010: 69–72. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_8.
  25. Laurin C.A., Dussault R., Levesque H.P. The tangential-x-ray investigation of the patellofemoral joint: x-ray technique, diagnostic criteria and their interpretation. *Clin. Orthop.* 1979; 144: 16–26.
  26. Tavernier T., Dejour D. Knee imaging: what is the best modality. *J. Radiol.* 2001; 82 (3 Pt 2): 387–405, 407–408.
  27. Alemparte J., Ekdahl M., Burnier L., Hernández R., Cardemil A., Cielo R., Danilla S. Patellofemoral evaluation with radiographs and computed tomography scans in 60 knees of asymptomatic subjects. *Arthroscopy.* 2007; 23 (2): 170–177. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.08.022.
  28. Schutzer S.F., Ramsby G.R., Fulkerson J.P. Computed tomographic classification of patellofemoral pain patients. *Orthop. Clin. N. Am.* 1986; 17: 235–248.
  29. Schutzer S.F., Ramsby G.R., Fulkerson J.P. The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography: A preliminary study. *Clin. Orthop.* 1986; 204: 286–293.
  30. Biedert R.M., Gruhl C. Axial computed tomography of the patellofemoral joint with and without quadriceps contraction. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1997; 116: 77–82. DOI: 10.1007/BF00434106.
  31. Grelsamer R.P. Current concepts review: Patellar malalignment. *J. Bone Jt Surg. Am.* 2000; 82: 1639–1650.
  32. Caplan N., Lees D., Newby, M., Ewen A., Jackson R., St Clair Gibson A., Kader D. Is tibial tuberosity-trochlear groove distance an appropriate measure for the identification of knees with patellar instability? *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2014; 22: 2377. DOI: 10.1007/s00167-014-2954-0.
  33. Saggin P.R., Dejour D., Meyer X., Tavernier T. Computed Tomography and Arthro-CT Scan in Patellofemoral Disorders. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 73–78. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_9.
  34. Koeter S., Horstmann W.G., Wagenaar F.C., Huisse W., Wymenga A.B., Anderson P.G. A new CT scan method for measuring the tibial tubercle trochlear groove distance in patellar instability. *Knee.* 2007; 14 (2): 128–132. DOI: 10.1016/j.knee.2006.11.003.
  35. Karimov M.Yu., Yangurazova D.R., Karimberdiev M.K. Assessment of clinical and radiation diagnosis of intra-articular fractures of the knee joint. *Ukr. Med. Chasopis.* 2009; 5: 73–75. (In Ukrainian)
  36. Serova N.S., Belysheva E.S., Babkova A.A., Al'bekova Zh.Je., Chibarov A.A., Prostomolotov A.V. Pre- and postoperative complex radiological diagnostics of knee traumatic injuries. *REJR.* 2016; 6 (2): 120–130. DOI: 10.21569/2222-7415-2016-6-2-120-130. (In Russian)
  37. Kavalerskiy G.M., Serova N.S., Smetanin S.M., Lychagin A.V., Rukin Y.A. The role of multislice computed tomography in primary knee replacement. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2018; 99 (1): 43–46. DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-1-43-46. (In Russian)
  38. D'yachkova G.V., Sazonova N.V., Larionova T.A., D'yachkov K.A. Radiomorphological changes in the femoral and tibial condyles in patients with arthrosis-deformans of the knee. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2015; (4): 12–17. DOI: 10.20862/0042-4676-2015-0-4-12-17. (In Russian)
  39. Ihara H. Double-contrast CT arthrography of the cartilage of the patellofemoral joint. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1985; 198: 50–55.
  40. Tecklenburg K., Dejour D., Hoser C., Fink C. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2006; 14: 235. DOI: 10.1007/s00167-005-0683-0.
  41. Berruto M., Marinoni E., Chirico G., Vanzulli A., Usellini E., Marelli B. MRI Analysis of Patella Instability Factors. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 79–90. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_10.





42. Lippacher S., Dejour D., Elsharkawi M., Dornacher D., Ring C., Dreyhaupt J., Reichel H., Nelitz M. Observer agreement on the Dejour trochlear dysplasia classification: a comparison of true lateral radiographs and axial magnetic resonance images. *Am. J. Sports Med.* 2012; 40: 837–843. DOI: 10.1177/0363546511433028.
43. Schoettle P.B., Zanetti M., Seifert B., Pfirrmann C.W., Fucentese S.F., Romero J. The tibial tuberosity-trochlear groove distance; a comparative study between CT and MRI scanning. *Knee.* 2006; 13: 26–31. DOI: 10.1016/j.knee.2005.06.003.
44. Miller T.T., Staron R.B., Feldman F. Patellar height on sagittal MR imaging of the knee. *Am. J. Roentgenol.* 1996; 167: 339–41. DOI: 10.2214/ajr.167.2.8686598.
45. Chu C.R., Williams A., Schreiber V.M. MRI of the Patellofemoral Articular Cartilage. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis.* Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 91–98. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_11.
46. Nicolaas L., Tigchelaar S., Koeter S. Patellofemoral evaluation with magnetic resonance imaging in 51 knees of asymptomatic subjects. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2011; 19: 1735–1739. | DOI: 10.1007/s00167-011-1508-y.
47. Feng H. The Computational Reconstruction and Evaluation of the Patellofemoral Instability. Master of Science Thesis. The University of Akron. 2013. [http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc\\_num=akron1366982588](http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1366982588).
48. Traudt A.K., Zavadovskaya V.D., Kilina O.Yu., Chasovskikh Yu.P., Kaylina A.N. Scoring system in assessing the activity of juvenile idiopathic arthritis according to the magnetic resonance imaging of the knee joints. *REJR.* 2016; 6 (2):34–43. DOI: 10.21569/2222-7415-2016-6-2-34-43. (In Russian)
49. Belyaev D.V., Chizhov P.A. Patellofemoral arthrosis with patella instability in the elderly: ultrasound. *Clinical Gerontology.* 2012; 18 (3/4): 39–44. (In Russian)
50. Dye S.F., Boll D.H., Dunigan P.E. An analysis of objective measurements including radionuclide imaging in young patients with patellofemoral pain. *Am. J. Sports Med.* 1985; 13: 432.
51. Dye S.F., Boll D.A. Radionuclide imaging of the patellofemoral joint in young adults with anterior knee pain. *Orthop. Clin. North Am.* 1986; 17: 249–262.
52. Dye S.F., Chew M.H. The use of scintigraphy to detect increased osseous metabolic activity about the knee. *J. Bone J. Surg.* 1993; 75A: 1388–1406.
53. Weigert J.M. QCT, the most accurate method of measuring bone mineral density? *J. Bone Miner. Res.* 1997; 12: 1954–1955. DOI: 10.1359/jbmr.1997.12.11.1954.
54. Aydin A.T., Özcanlı H., Yıldız A., Özkaynak C. Patellofemoral Pain Syndrome: The Value of Pinhole and SPECT Scintigraphic Imaging and Quantitative Measurements of Bone Mineral Equivalent Density with Quantitative Computed Tomography. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds). *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis.* Berlin; Heidelberg: Springer, 2010: 99–104. DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2\_12.

**Для корреспонденции\*:** Бахвалова Вера Александровна – 119991, ул. Малая Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, Россия.  
E-mail: v.bakhvalova@mail.ru

**Бахвалова Вера Александровна** – аспирантка кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва.

**Терновой Сергей Константинович** – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела томографии ФГБУ “НИИЦ кардиологии” Минздрава России; заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва.

**Серова Наталья Сергеевна** – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия.

**Contact\*:** Vera A. Bakhvalova – 119991, Malaya Trubetskaya str., 8-2, Moscow, Russia. E-mail: v.bakhvalova@mail.ru

**Vera A. Bakhvalova** – postgraduate student at Department of Imaging and Radiation Therapy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow.

**Sergey K. Ternovoy** – academician of the RAS, doct. of med. sci., Professor, principal researcher of the tomography department of the National Medical Research Center of Cardiology; Head of the Department of Imaging and Radiation Therapy of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow.

**Natalya S. Serova** – corresponding member of RAS, doct. of med. sci., Professor, Professor Department of Imaging and Radiation Therapy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow.

Поступила в редакцию 05.06.2018.  
Принята к печати 20.09.2018.

Received on 05.06.2018.  
Accepted for publication on 20.09.2018.