

**Магнитно-резонансная и рентгеновская компьютерная
томография в диагностике повреждений костных элементов
коленного сустава**

А.П. Степанченко, И.В. Долгова***

** Научно-практический центр медицинской радиологии
Департамента здравоохранения г. Москвы*

*** Кафедра лучевой диагностики Учебно-научного Медицинского центра
Управления делами Президента РФ*

Травмы опорно-двигательного аппарата занимают одно из ведущих мест в структуре заболеваемости и инвалидизации населения и имеют тенденцию к постоянному росту. В настоящее время в большинстве развитых стран мира частота этих травм у взрослого населения составляет 10–11 случаев на 100 человек. Наиболее часто повреждается коленный сустав (КС).

В распознавании травматических повреждений КС широко используется рентгенография (РГ). Однако ее чувствительность при визуализации таких анатомических структур, как связочный аппарат, фиброзный и гиалиновый хрящи, мышечная и жировая ткани, а также синовиальные оболочки, неудовлетворительна [1, 2, 3, 4]. Более того, как показали наши исследования, чувствительность РГ оказалась недостаточной для диагностики таких повреждений, как контузионные изменения губчатого вещества без нарушения кортикальной пластинки, импрессионные, краевые оскольчатые и авульсивные переломы.

В последние годы возможности лучевой диагностики указанных повреждений существенно расширились благодаря внедрению в медицинскую практику компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Открылись ранее недоступные возможности диагностики травматических изменений костных структур КС [4, 5, 6].

Как известно, костные повреждения возникают при резком механическом воздействии, сила которого превышает порог эластической прочности кости, вследствие чего происходит нарушение целостности кортикальной пластинки. Если прилагаемая сила недостаточна для разрушения кортикальной пластинки, то возникает локальное повреждение субкортикального губчатого вещества, проявляюще-

ся в нарушении целостности костных балок и посттравматическом (контузионном) отеке костного мозга.

В структуре минимальных костных повреждений выделяют две основные группы. В первую группу входят все контузионные изменения губчатого вещества кости без нарушения целостности замыкательной кортикальной пластинки. Во вторую включены повреждения костей, сопровождающиеся нарушением целостности кортикальной пластинки.

В зависимости от вида изменений кортикальной пластинки различают импрессионные, оскольчатые и авульсивные переломы, выражающиеся в отрыве костных фрагментов в области фиксации связок и сухожилий.

1. Контузионные изменения костных элементов КС

Как указано выше, контузионные изменения костей заключаются в посттравматическом отеке губчатого вещества кости. Основными причинами контузионных изменений костей являются как прямое внешнее травматическое воздействие, так и соударение самих костей при гиперэкстензии или гиперфлексии сустава. Кроме того, характерные контузионные изменения внутренней фасетки надколенника и наружного мыщелка бедренной кости могут возникать вследствие транзиторного наружного подвывиха надколенника. Во многих случаях, зная локализации участков отека костного мозга, можно определить механизм предшествующей травмы, который в свою очередь позволяет предсказать возможные сочетанные повреждения мягкотканых компонентов сустава.

Рентгенография позволяет выявлять лишь грубые повреждения кости в виде явного перелома, тогда как детализация внутрискелетных

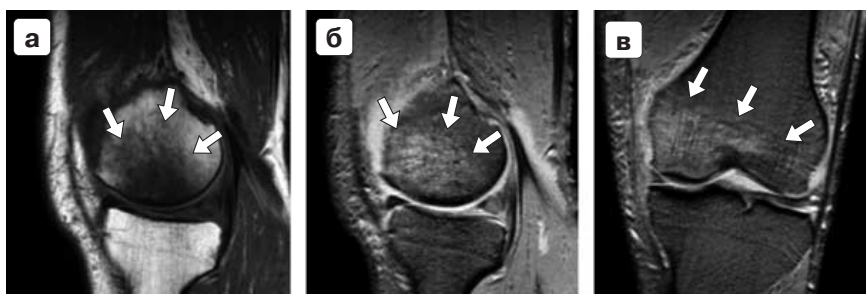


Рис. 1. МР-томограммы больного А.

а – сагиттальная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования Gre T2ВИ (градиентное эхо T2). Параметры сканирования: TE – 13 ms, TR – 540 ms, FA – 30°, FOV – 170 x 170, матрица 256 x 192.

б – сагиттальная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования SET1 ВИ (спин-эхо T1). Параметры сканирования: TE – 14 ms, TR – 500 ms, FOV – 170 x 170, матрица 256 x 192.

в – корональная плоскость, режим сканирования Gre T2ВИ (градиентное эхо T2). Параметры сканирования: TE – 13 ms, TR – 540 ms, FA – 30°, FOV – 170 x 170, матрица 256 x 192.

ных изменений остается за пределами возможности метода.

В 1989 г. Mink J.H. и Deutsch A.L., используя возможности МРТ, идентифицировали четыре типа повреждений суставных отделов костей, образующих КС, которые не определялись на обычных рентгенограммах. Авторы впервые сформулировали понятие ушиба или контузионных изменений губчатого вещества костей. Также было отмечено, что МРТ позволяет визуализировать субхондральные, стрессовые и надмышелковые переломы как бедренной, так и большеберцовой костей [7]. Основным проявлением контузионных изменений служит субкортикальный отек губчатого вещества, выражающийся преимущественно в изменении МР-сигнала диффузного характера, а именно в повышении его интенсивности на T2ВИ и понижении – на T1ВИ.

При КТ, в зависимости от степени выраженности отека, определяется умеренное понижение плотности (градиент плотности 80–150 ед.Н) губчатого вещества кости. Часто столь низкая разница в плотности костной ткани не позволяет заподозрить патологические изменения губчатого вещества. И лишь зная результаты предварительно проведенного МР-исследования, можно обратить внимание на зону интереса и выявить данные изменения.

Таким образом, МРТ благодаря своей способности давать дифференцированное изображение структур костной ткани, является единственным методом визуализации данного повреждения.

При МР-исследовании 62 больных мы выявили посттравматический отек губчатого вещества костей в виде локального неомогенного повышения МР-сигнала на T2ВИ.

В 28 случаях при этом не было нарушения целостности костной кортикальной пластинки, а в 34 – отек сочетался с переломом, как правило, импрессионным, который не отмечался при РГ. Чаще всего контузионные изменения были обнаружены в области задне-наружного угла плато большеберцовой кости, наружного мышелка бедренной кости и внутренней фасетки надколенника.

В качестве примера контузионных изменений губчатого вещества кости приводим следующее клиническое наблюдение (рис. 1).

Больной А., 29 лет. Во время игры в футбол произошло столкновение с игроком в тот момент, когда левая нижняя конечность была опорной и согнутой в КС. Произошел прямой удар в область внутренней поверхности сустава. При РГ по месту первичного обращения изменения костных структур не было обнаружено. Ввиду продолжающихся болей в суставе, спустя 12 дней после травмы больной направлен для дообследования в Диагностический консультативный центр (ДКЦ № 1), где ему была выполнена МРТ КС.

При МРТ в губчатом веществе внутреннего мышелка и проксимального метадиафиза бедренной кости определяется зона неомогенно измененного МР-сигнала (отмечено стрелками). Интенсивность МР-сигнала соответствует отеку губчатого вещества кости (высокоинтенсивный на T2 ВИ и низкоинтенсивный на T1 ВИ). Костная кортикальная пластинка (линейный низкоинтенсивный МР-сигнал) без признаков нарушения ее целостности.

Таким образом, при МРТ определялась зона неомогенно повышенного МР-сигнала на T2ВИ и пониженного на T1ВИ, локализующаяся во внутреннем мышелке бедренной ко-

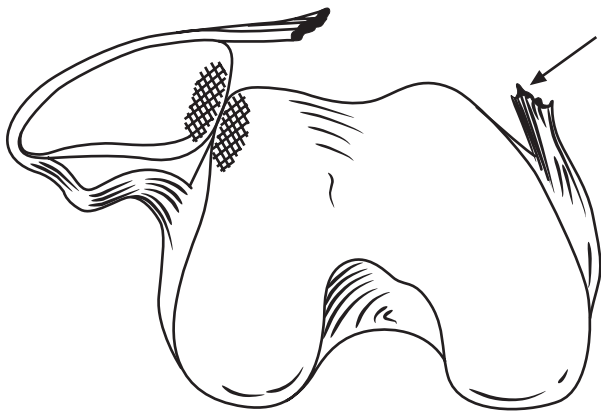


Рис. 2. Типичные области контузионных изменений костей, возникающие при наружном подвывихе надколенника. (Рисунок взят из Sanders T.G., Medynski M.A., Feller J.F., Lawhorn K.W. *Bone Contusion Patterns of the Knee at MR Imaging: Footprint of the Mechanism of Injury*. *RadioGraphics*. 2000; 20: S. 135–S 151.)

сти, характерная для контузионных изменений костного мозга. Ввиду отсутствия нарушения целостности костной кортикальной пластинки КТ не проводилась.

Как указывалось выше, транзиторный наружный подвывих (дислокация) надколенника сопровождается характерной локализацией контузионных изменений костей (рис. 2).

На рисунке заштрихованные участки соответствуют типичным областям контузии костной ткани, охватывающим внутреннюю фасетку надколенника и наружные отделы латерального мышелка бедренной кости. При этом виде травмы часто происходит разрыв (стрелка) или выраженное растяжение внутренней пателло-фemorальной связки, образующей центральную и частично проксимальную порции внутреннего поддерживателя надколенника. Дислокация является обычно транзиторной; надколенник затем спонтанно возвращается к своему нормальному анатомическому положению. Во многих случаях пациент может не помнить или не осознавать случившейся травмы, и единственным признаком истинного характера повреждения служат характерные зоны локализации отека костного мозга, которые могут быть выявлены только при МР-исследовании [9].

В качестве примера приводим следующее клиническое наблюдение.

Больная Л., 26 лет, получила травму КС при выходе из легковой автомашины. В тот момент, когда она переносила вес тела на опор-

ную конечность и выпрямляла ее, возникла резкая боль после ощущения шелчка в суставе. Затем быстро развился отек сустава и из-за боли стало невозможно согнуть ногу. По рентгенограммам не было обнаружено признаков повреждения костей, образующих КС. При обращении больной в ДКЦ № 1 на первом этапе обследования ей была выполнена МРТ КС (рис. 3а).

При МРТ установлено, что в костном губчатом веществе внутренней фасетки надколенника и наружного мышелка бедренной кости определяются зоны неомогенно повышенного МР-сигнала (отмечено стрелками). Костная кортикальная пластинка прослеживается на всем протяжении. В области внутренней фасетки надколенника (рис. 3б) виден дефект суставной поверхности и костно-хрящевой фрагмент, располагающийся в непосредственной близости от него (головка толстой стрелки).

МРТ позволила установить субхондральный оскольчатый перелом внутренней фасетки надколенника, являющийся следствием его транзиторного подвывиха. В целях уточнения состояния кортикальной пластинки исследование было дополнено КТ.

При КТ КС по внутренней поверхности надколенника определялся дефект суставной поверхности (тонкие стрелки) и рядом расположенный костно-хрящевой фрагмент (головка толстой стрелки), образовавшийся в результате соударения внутренней фасетки и наружной поверхности латерального мышелка бедренной кости вследствие его наружного подвывиха (рис. 3в и 3г).

Таким образом, при проведении комплексного лучевого обследования больной Л., кроме контузионных изменений костей пателло-фemorального сустава (ПФС) вследствие транзиторного наружного подвывиха надколенника, был установлен субхондральный перелом его внутренней фасетки, который не определялся при РГ.

2. Импрессионные переломы

Импрессионные переломы обуславливают характерное нарушение целостности замыкательной кортикальной пластинки суставных поверхностей костей с сопутствующей компрессионной деформацией субкортикальных отделов губчатого вещества. Чаще всего данный вид повреждения возникает при гиперэкстензии или гиперфлексии в суставе. Возникшие изменения локализуются в плато большеберцовой кости, преимущественно в цент-

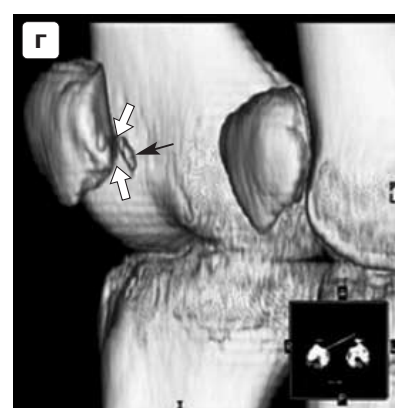
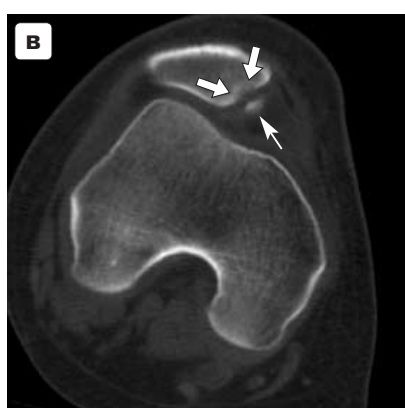
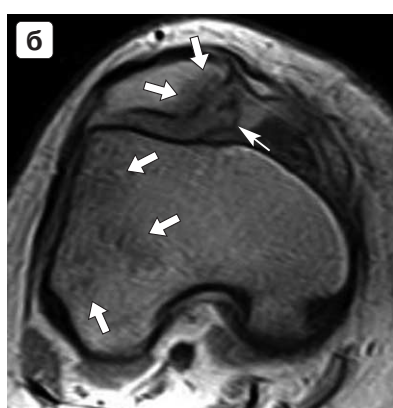
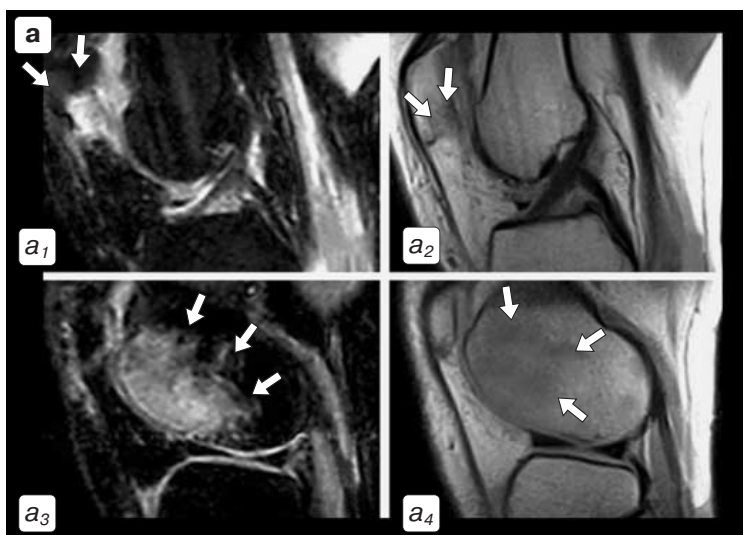


Рис. 3а. МР-томограммы больной Л. Сагиттальная плоскость сканирования, толщина выделяемого слоя 4 мм. Режимы сканирования:

a_1 и a_2 – Gre STIR T2ВИ (градиентное эхо STIR). Параметры сканирования: TE – 16 ms, TR – 1360 ms, FA – 75°, FOV – 190 x 170, матрица 192 x 128.

a_3 и a_4 – SE T1ВИ (спин-эхо T1). Параметры сканирования: TE – 24 ms, TR – 540 ms, FOV – 190 x 190, матрица 256 x 192.

Рис. 3б. МР-томограмма больной Л. Аксиальная плоскость сканирования, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования – TSE T1ВИ (турбо спин-эхо).

Параметры сканирования: TE – 24 ms, TR – 540 ms, FOV – 180 x 180, матрица 256 x 192

Рис. 3в. КТ больной Л. в аксиальной плоскости, с толщиной сканируемого слоя 3 мм.

Параметры сканирования: mAs – 120, kV – 80, FOV – 18 x 18 см, матрица 512 x 512.

Рис. 3г. 3D-реконструкция данных КТ больной Л.

Головкой толстой стрелки показан костно-хрящевой фрагмент в области нижнего полюса внутренней фасетки, образовавшийся в результате транзиторного наружного подвывиха надколенника. Тонкими стрелками показан костно-хрящевой дефект суставной поверхности внутренней фасетки надколенника.

ральных отделах мышечков или же в области задне-наружного угла латерального мышечка.

По нашим данным, импрессионные переломы являются рентгенонегативными. При МР-исследовании кортикальный слой костей всегда дает гипосигнал, независимо от применяемой взвешенности и последовательности,

и визуализируется как однородная структура линейной формы, отграничивающая кость по периферии. Вдавление кортикальной пластинки с признаками нарушения ее целостности и перифокальным субкортикальным отеком губчатого вещества, выражающимся в изменении МР-сигнала, интенсивность которого за-

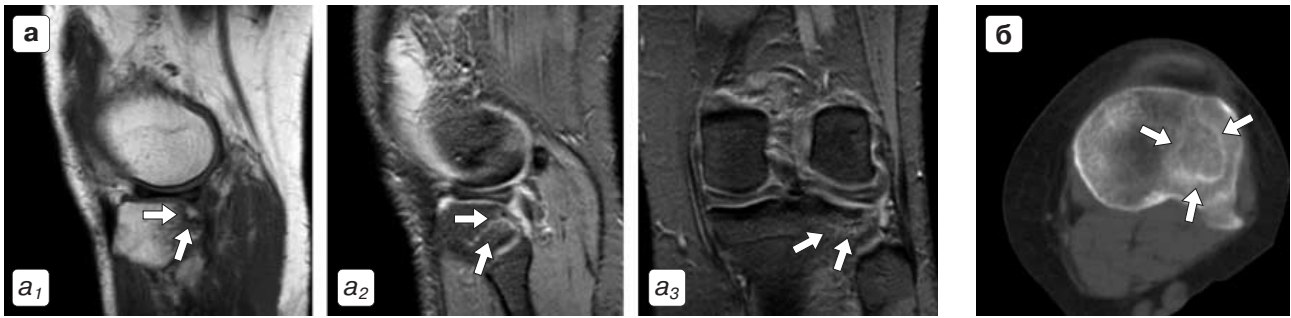


Рис. 4а. МР-томограммы больной Н.

a₁ – сагиттальная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования Gre STIR T2ВИ (градиентное эхо STIR). Параметры сканирования: TE – 16 ms, TR – 1360 ms, FA – 75°, FOV – 190 x 170, матрица 192 x 128. *a₂* – сагиттальная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования SE T1ВИ (спин-эхо T1). Параметры сканирования: TE – 24 ms, TR – 540 ms, FOV – 190x190, матрица 256 x 192. *a₃* – корональная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования Gre STIR T2ВИ (градиентное эхо STIR). Параметры сканирования: TE – 16 ms, TR – 1360 ms, FA – 75°, FOV – 190 x 170, матрица 192 x 128.

Рис. 4б. КТ больной Н. Режим спирального сканирования в аксиальной плоскости с толщиной слоя 3 мм. Параметры сканирования: mAs – 120, kV – 80, FOV – 18 x 18 см, матрица 512 x 512.

висит от типа применяемой взвешенности (T1 или T2) и последовательности, являются основными МР-признаками импрессионных переломов.

В случаях выявления при МРТ характерного субкортикального отека губчатого вещества кости с признаками импрессионной деформации кортикальной пластинки следующим этапом диагностического поиска была КТ с толщиной сканируемого слоя 3 или 5 мм. Затем в случае необходимости выполняли стандартную и 2D-реконструкцию данных аксиального сканирования с выделением слоя любой толщины (обычно 1–2 мм). Вышеуказанные опциональные методики используемой аппаратуры позволяли выявить минимальные изменения кортикальной пластинки.

В качестве примера приводим следующее клиническое наблюдение (рис. 4).

Больная Н., 29 лет. Травма произошла при катании на горных лыжах. Рентгенография, выполненная по месту первичного обращения, не выявила костно-деструктивных изменений. С заключением “ушиб мягких тканей” больная была отправлена домой с рекомендацией бинтовать КС эластичным бинтом и не нагружать конечность в течение двух недель. Спустя две недели после травмы, ввиду продолжающихся болей, больная была доставлена в ДКЦ № 1, где на первом этапе ей была выполнена МРТ КС (рис. 4а).

В губчатом веществе задне-наружного угла плато большеберцовой кости определяется зона негомогенно измененного МР-сигнала (отмечено стрелками). Интенсивность МР-сигнала соответствует отеку губчатого вещества кости (высокоинтенсивный на T2ВИ и низкоинтенсивный на T1ВИ). Костная кортикальная пластинка (линейный низкоинтенсивный МР-сигнал) с признаками импрессионной деформации, более выраженной в центральных отделах мышелка. Таким образом, после проведения МРТ КС возникло подозрение на импрессионный перелом задне-наружного угла плато большеберцовой кости.

Исследование было дополнено КТ. На серии аксиальных срезов в центральных отделах латерального мышелка определяется импрессионная деформация губчатого вещества кости округлой формы, с продолжением линии перелома на кортикальную пластинку передней поверхности большеберцовой кости (рис. 4б).

Таким образом, благодаря комплексному использованию КТ и МРТ у больной Н. удалось обнаружить повреждение костной ткани по типу импрессионного перелома, ранее не найденного при РГ.

Повторим, что в наших наблюдениях из 62 случаев, выявленных при комплексном лучевом исследовании костных повреждений различного характера, в 26 были переломы импрессионного типа. Но даже при ретроспек-

тивном изучении рентгенограмм нам не удалось на них обнаружить нарушение целостности кортикальной пластинки, хотя была известна точная локализация повреждения, установленная при комплексном лучевом исследовании.

3. Оскольчатые переломы

Оскольчатый перелом является результатом физического воздействия, превышающего механическую прочность кости. Обычно в точке приложения силы компактный слой с подлежащим губчатым веществом фрагментируется на один или более осколков. Чаще всего при травме КС такого типа переломы встречаются в надколеннике.

Сложность интерпретации рентгеновской картины оскольчатых переломов, особенно надколенника и задних отделов плато большеберцовой кости, объясняется эффектом “суммации”, то есть наслоением на рентгенограмме изображений различных отделов костей. Особые трудности возникают при выявлении оскольчатых переломов надколенника, если линия перелома имеет вертикальное направление. В этих случаях приходится проводить дифференциальную диагностику между *patellae bi-* и *tripartita* (врожденной патологией, заключающейся в неслиянии точек окостенения), которая встречается достаточно часто (по литературным данным, до 1%), и истинным переломом надколенника, особенно если в анамнезе имеется травма. Чаще всего остаются отделенными от остальной кости верхний и наружный углы надколенника. Отличить “свежий” перелом надколенника от указанной аномалии легко, так как *patella bipartita* бессимптомна [9].

Деформация и нарушение целостности кортикальной пластинки с перифокальным субкортикальным отеком губчатого вещества, приведшем к изменению МР-сигнала, интенсивность которого зависит от типа применяемой взвешенности и последовательности, а также визуализация костного фрагмента, по форме соответствующего выявленному дефекту основной кости, являются основными МР-признаками оскольчатых переломов костных элементов КС.

В подобных случаях следующим этапом диагностического поиска служит использование КТ в режиме спирального сканирования, с толщиной слоя 3 или 5 мм. Затем, как и в случаях выявления импрессионных переломов, выполняют стандартную, а также 2D- и 3D- реконструкции данных аксиального ска-

нирования, что позволяет обнаружить минимальные нарушения целостности кортикальной пластинки.

В качестве примера приводим клиническое наблюдение (рис. 5).

Больной Д., 25 лет. Травма произошла при автокатастрофе. При РГ не были выявлены признаки повреждения костей, образующих КС, ввиду невозможности по объективным причинам (сильные боли, невозможность правильно удержать положение конечности при съемке) произвести снимки в строго прямой и боковой проекциях. Таким образом, РГ оказалась малоинформативной. Спустя 12 дней после травмы больной был доставлен на дообследование в ДКЦ № 1, где на первом этапе ему была выполнена МРТ КС (рис. 5а).

В губчатом веществе проксимального эпифиза большеберцовой кости (тонкие стрелки), преимущественно его задних отделов с переходом на область заднего межмышечного возвышения большеберцовой кости (зона прикрепления ЗКС), определяется неомогенно измененный МР-сигнал. Интенсивность МР-сигнала соответствует отеку губчатого вещества кости (высокоинтенсивный на T2ВИ и низкоинтенсивный на T1ВИ). Костный кортикальный слой четко не прослеживается, прерывист. Костный фрагмент (толстые стрелки) дистопирован дорсально и каудально. После проведения МРТ возникло подозрение на оскольчатый перелом задних отделов плато большеберцовой кости. Для детализации состояния костной кортикальной пластинки исследование было дополнено КТ. На серии аксиальных 3 мм срезов было выявлено нарушение целостности кортикальной пластинки с образованием отграниченного костного фрагмента задне-внутренних отделов плато большеберцовой кости (рис. 5б).

Следующим этапом анализа данных аксиального сканирования было выполнение 2D-реконструкции в сагиттальной плоскости (рис. 5 в).

На заключительном этапе обследования была произведена 3D-реконструкция данных КТ-исследования (рис. 5г).

Таким образом, при проведении комплексного лучевого обследования больного Д. выявлен оскольчатый перелом задних отделов плато большеберцовой кости, который не определялся при РГ.

4. Авульсивные переломы

К авульсивным переломам относят травматические отрывы фрагмента костной ткани

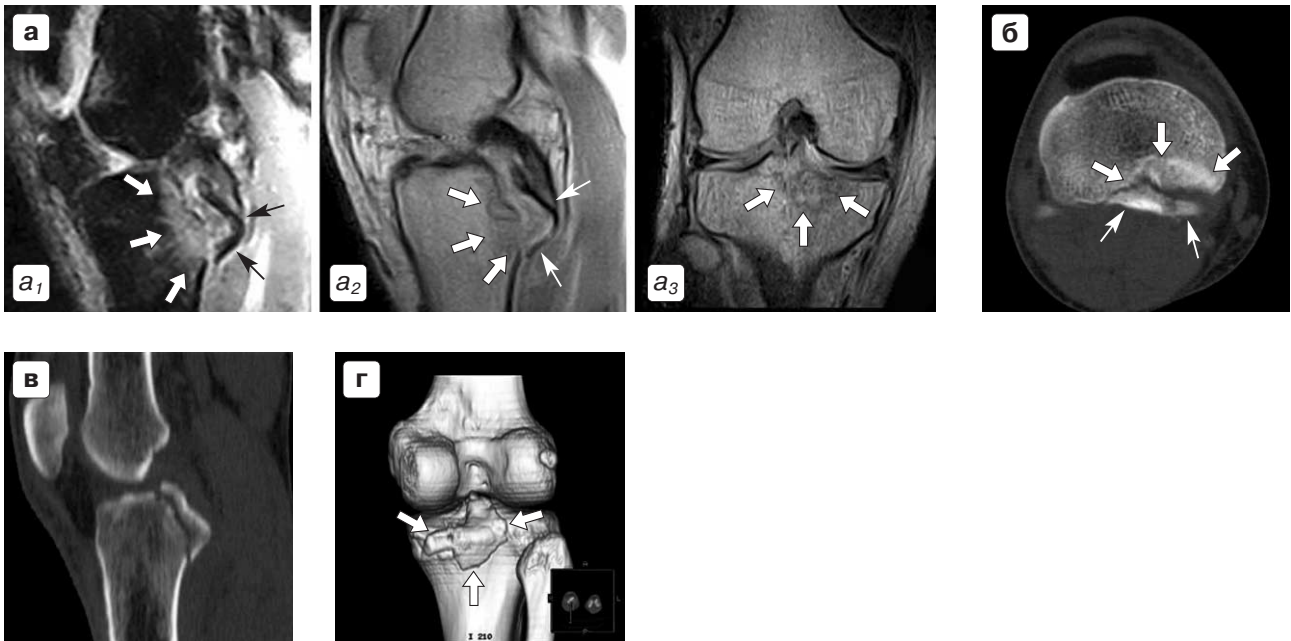


Рис. 5а. МР-томограммы большого Д.

a₁ – сагиттальная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования Gre STIR T2ВИ (градиентное эхо STIR). Параметры сканирования: TE – 16 ms, TR – 1360 ms, FA – 75°, FOV – 190 x 170, матрица 192 x 132. *a₂* – сагиттальная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования SE T1 ВИ (спин-эхо T1). Параметры сканирования: TE – 24 ms, TR – 540 ms, FOV – 190 x 190, матрица 256 x 192. *a₃* – корональная плоскость, толщина выделяемого слоя 4 мм, режим сканирования SE T1 ВИ (спин-эхо). Параметры сканирования: TE – 24 ms, TR – 540 ms, FOV – 190 x 190, матрица 256 x 168.

Рис. 5б. КТ большого Д.

Аксиальная плоскость сканирования, толщина среза 3 мм. Параметры сканирования: mAs – 120, kV – 80, FOV – 18 x 18 см, матрица 512 x 512.

Целостность кортикальной пластинки задне-внутренних отделов плато большеберцовой кости нарушена с образованием свободного костного фрагмента (толстые стрелки). По периферии повреждения отмечается деформация и уплотнение губчатого вещества кости (тонкие стрелки).

Рис. 5в. 2D реконструкция в сагиттальной плоскости данных КТ большого Д.

Тонкими стрелками обозначена ЗКС, которая визуализируется как дугообразная линейная структура, имеющая несколько большую плотность, чем окружающая синовиально-жировая ткань и внутрисуставной выпот. Костный фрагмент задних отделов плато и заднего межмышцелкового возвышения большеберцовой кости с незначительным дорзо-каудальным смещением (толстая стрелка).

Рис. 5г. 3D реконструкция данных КТ большого Д.

3D реконструкция позволила точно оценить размеры и топографическое расположение костного фрагмента центрально-задних отделов плато большеберцовой кости, а также проследить распространенность повреждения (толстые стрелки).

в области прикрепления сухожилий и связок. При этом сами сухожилия и связки обычно остаются неповрежденными. Чаще всего данный вид повреждения наблюдается в области фиксации передней крестообразной связки к большеберцовой кости. Механизм этого авульсивного перелома заключается в фиксированно-вращательной вальгус-девиации, зависящей от степени сгибания в суставе (колени и голень в вальгус-девиации, бедро с внутренним вращением). Совпадение направления

возникающего вектора травматического воздействия с осью максимальной механической прочности связки (совпадающего с ее физиологической траекторией) приводит к тому, что прилагаемая сила превосходит прочностные свойства кости в области ее прикрепления. Происходит повреждение кортикального слоя кости и в зависимости от выраженности прилагаемой силы смещение костного фрагмента.

Для определения характера смещения костного фрагмента при таких повреждениях ис-

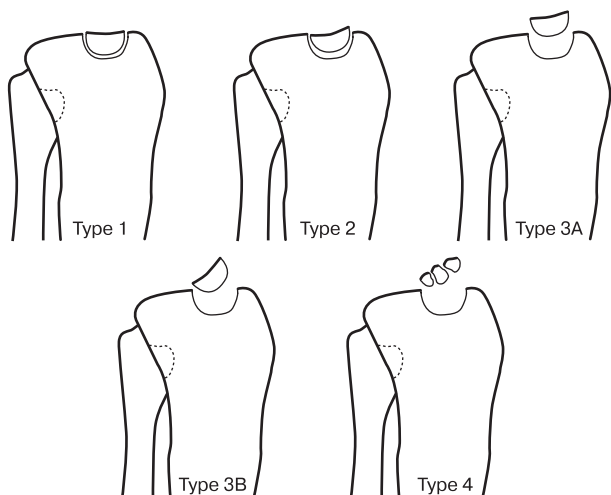


Рис. 6. Типы авульсивных переломов переднего межмышечкового возвышения плато большеберцовой кости. (Взято из: Bytowski J.R., Ferro R.T. Tibial Eminence Fracture in an Adult. A Possibility With Rotational Injuries. THE PHYSICIAN AND SPORTSMEDICINE, 2004, V. 32, NO. 1.)

пользуют классификацию Meyers и McKeever [10] в модификации Jobst и Stanitski [11], согласно которой выделяют четыре типа авульсивных переломов переднего межмышечкового возвышения плато большеберцовой кости (рис. 6):

тип 1 – фрагмент с минимальным смещением (≤ 3 мм);

тип 2 – фрагмент смещен от трети до половины величины переднего межмышечкового возвышения при интактном заднем;

тип 3 а – полное смещение фрагмента;

тип 3 б – полное смещение фрагмента с его вращением;

тип 4 – полное смещение фрагмента с его вращением и разделением на субфрагменты.

При РГ особые трудности возникают при выявлении данного типа переломов переднего межмышечкового возвышения большеберцовой кости, особенно если не происходит отделение костного фрагмента от материнской кости.

Основными МР-признаками авульсивных переломов являются деформация и нарушение целостности кортикальной пластинки с перифокальным субкортикальным отеком губчатого вещества, а также визуализация костного фрагмента, по форме соответствующего дефекту основной кости.

В случаях выявления при МРТ указанных признаков мы применяем КТ в режиме спирального сканирования с толщиной сканируемого слоя 5 мм. Затем, как и в случаях выявле-

ния импрессионных и оскольчатых переломов, выполняем стандартную, а также 2D- и 3D- реконструкции данных аксиального сканирования, что позволяет обнаруживать минимальные нарушения целостности кортикальной пластинки, а также определять характер и степень смещения костного отломка.

В качестве примера приводим клиническое наблюдение (рис. 7).

Больная С., 26 лет, неудачно приземлилась после прыжка с трамплина на горных лыжах. После приземления, почувствовав сильную боль в КС, не смогла продолжить спуск. При осмотре было высказано предположение о повреждении костных элементов КС. Однако при РГ не было отмечено признаков повреждения костей сустава. По месту обращения больной была наложена гипсовая лангета. С заключением “ушиб и растяжение связок КС” она была отправлена домой с рекомендацией придерживаться постельного режима в течение двух недель после травмы.

Спустя 5 дней, ввиду продолжающихся сильных болей в травмированном суставе больная доставлена для обследования в ДКЦ № 1, где ей на первом этапе была выполнена МРТ (рис. 7).

При проведении МР-исследования установлено, что в базальных отделах переднего межмышечкового возвышения, на фоне практически диффузного неравномерного отека губчатого вещества кости, определяется линейной формы (тонкие стрелки) МР-сигнал, интенсивность которого зависит от типа применяемой последовательности, с нарушением целостности костной замыкательной пластинки. Структура проксимальных отделов ПКС неоднородна за счет межволоконных линейной формы МР-сигналов повышенной интенсивности. Траектория связки волнообразно деформирована (головки толстых стрелок). Само же межмышечковое возвышение неоднородной структуры, на фоне которого прослеживается вертикального направления МР-сигнал, который делит его еще на два субфрагмента. Кортикальная костная пластинка в этой последовательности сканирования выглядит как линейной формы структура, находящаяся в гипосигнале (рис. 7а).

Таким образом, при МРТ-исследовании был установлен авульсивный разрыв ПКС с переломом переднего межмышечкового возвышения плато большеберцовой кости без выраженного смещения костного отломка, а также контузионные изменения губчатого веще-

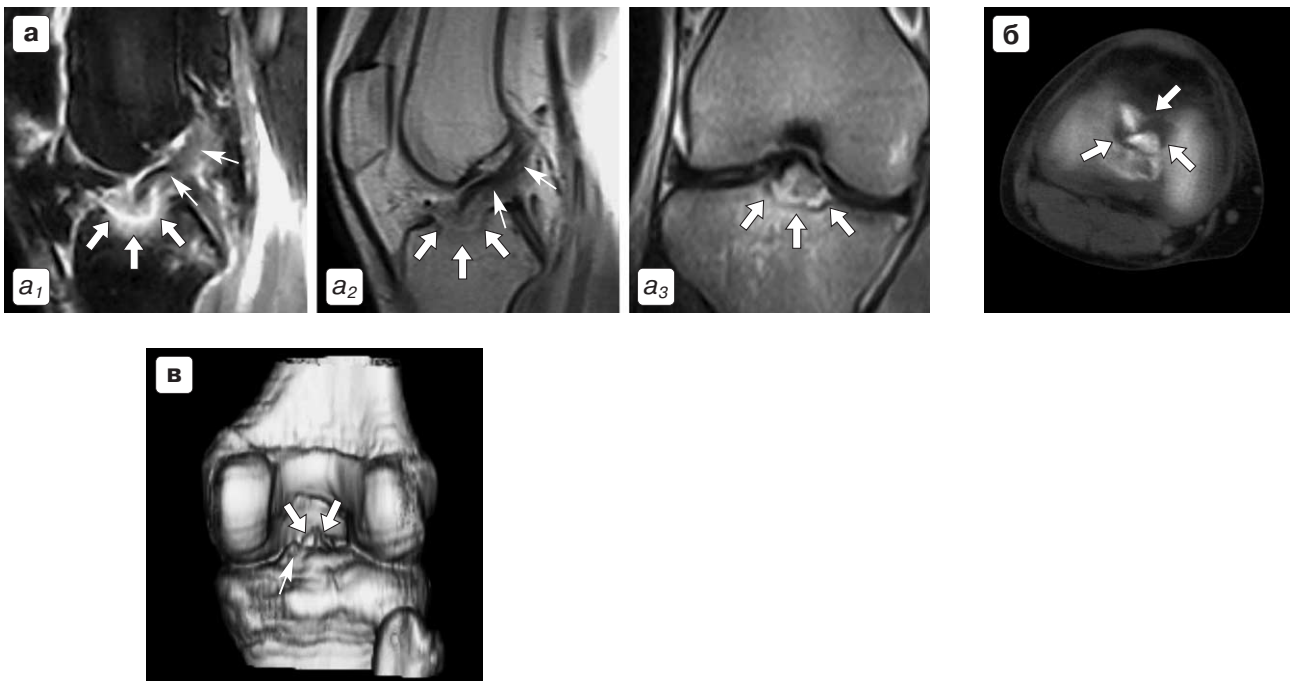


Рис. 7а. МР-томограммы больной С.

a₁ - сагиттальная плоскость, режим сканирования Gre STIR T2 ВИ (градиентное-эхо STIR), толщина выделяемого слоя 4 мм. Параметры сканирования: TE – 18 ms, TR – 540 ms, FA – 75°, FOV – 190 x 170, матрица 192 x 160. *a₂* - сагиттальная плоскость, режим сканирования SE T1 ВИ (спин-эхо), толщина выделяемого слоя 4 мм. Параметры сканирования: TE – 24 ms, TR – 540 ms, FOV – 180 x 180, матрица 256 x 192. *a₃* - корональная плоскость, режим сканирования TSE T1WI (турбо спин-эхо), толщина выделяемого слоя 4 мм. Параметры сканирования: TE – 26 ms, TR – 800 ms, FOV – 190 x 190, матрица 256 x 144.

Рис. 7б. КТ больной С.,

Аксиальная плоскость, толщина сканируемого слоя 3 мм. Параметры сканирования: mAs – 120, kV – 80, FOV – 18 x 18 см, матрица 512 x 512.

Стрелками отмечена зона разрежения костной ткани, наиболее выраженная по периферии переднего межмыщелкового возвышения. В свою очередь, переднее межмыщелковое возвышение разделилось на два практически самостоятельных субфрагмента.

Рис. 7в. 3D реконструкция данных, полученных при СКТ больной С.

Тонкими стрелками показан костный фрагмент, соответствующий дистопированному переднему межмыщелковому возвышению, которое в свою очередь делится на два субфрагмента. Толстой стрелкой обозначено интактное заднее межмыщелковое возвышение.

ства наружного мыщелка бедренной кости и плато большеберцовой кости, с преимущественной локализацией изменений в центральных и задних его отделах.

Для уточнения состояния костных структур была выполнена КТ (рис. 7б).

На заключительном этапе обследования была произведена 3D-реконструкция данных КТ-исследования (рис. 7в).

В приведенном случае, после обнаружения на МРТ авульсивного разрыва ПКС, КТ с использованием заложенной опциональной возможностью объемной реконструкции подтвердила тип, характер и степень костных из-

менений, соответствующих III–IV степени по классификации Iobst и Stanitski.

Таким образом, при подозрении в процессе МР-исследования на наличие повреждения костных элементов КС, последующее применение КТ оказалось весьма информативным. Незначительные переломы, особенно те, линия которых ориентирована вдоль направления оси кости (включая импрессионные), лучше всего визуализировались при использовании опциональных функций плоскостных и объемных реконструкций (2D и 3D). Использование этих технических приемов позволило

нам в большинстве случаев уточнить тактику дальнейшего лечения.

В заключение следует указать, что во всех случаях выявления при МР-исследовании контузионных изменений костного мозга, а тем более различных типов переломов костных структур, одновременно были определены повреждения СКА и менисков КС различной степени выраженности. Это указывает на приоритетную роль МРТ при травмах КС.

В целом, по результатам исследований, мы подтвердили мнение многочисленных исследователей о том, что сочетанное применение таких методов лучевой диагностики, как МРТ и КТ, особенно в ее спиральной модификации, является наиболее оптимальным в диагностике повреждений костных элементов КС [11, 12, 13, 14].

Список литературы

1. Миронов С.И., Орлецкий А.К., Цыкунов М.Б. Повреждения связок коленного сустава. Клиника, диагностика, лечение. М., 1999.
2. Tandeter H.B., Shvartzman P., Stevens M.A. Acute Knee Injuries: Use of Decision Rules for Selective Radiograph Ordering. Am. Fam. Physician, 1999, V. 60, P. 2599–2608
3. Миронова З.С., Фалех Ф.Ю. Артроскопия и артрография коленного сустава. М. Медицина, 1982
4. Novelline R.A., Rhea J.T., Rao P.M., Stuk J.L. Helical CT in Emergency Radiology. Radiology, 1999, V. 213, P. 321–339
5. Warren L.E., Marshall J.L. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. J. Bone Joint Surg. Am., 1979, V.61-A, P. 56–62
6. Levy D. Soft-tissue knee injuries. eMedicine Journal, July 2001, V. 2, № 7. www.emedicine.com/emerg/top-icc288.htm
7. Mink J.H., Deutsch A.L. Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification, and assessment with MR imaging. Radiology, 1989, V. 170, P. 823–829.
8. Sanders T.G., Medynski M.A., Feller J.F., Lawhorn K.W. Bone Contusion Patterns of the Knee at VR Imaging: Footprint of the Mechanism of Injury. RadioGraphics, 2000, V. 20, P. 135–151
9. Маркс В.О. Исследования коленного сустава. В кн. “Ортопедическая диагностика”. Минск. “Наука и техника”, 1978, С. 421–468.
10. Meyers M.H., McKeever F.M. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. J. Bone Joint Surg. Am., 1970, V. 52(8), P. 677–468.
11. Iobst C.A., Stanitski C.L. Acute knee injuries. Clin. Sports Med., 2000, V. 19, № 4, P. 621–635.
12. Pretorius E.S., Fisham E.K. Volume-rendered three-dimensional spiral CT: Musculoskeletal Applications. RadioGraphics, 1999, V. 19, P. 1143–1160.
13. Sorenson M., Gentili A., Masih S. Tibial Plateau Fractures, eMedicine Journal, October 22 2001, V. 2, Nu 10, <http://www.emedicine.com/radio/topic698.htm#section~mri/>
14. Berg B.C., Lecouvet F.E., Poilvache P., Maldague B., Malghem J. Spiral CT arthrography of the knee: technique and value in the assessment of internal derangement of the knee. Eur. Radiol., 2002, V. 122, № 7, P. 1800–1810.

Объявляется подписка на книгу Издательского дома Видар-М

Спиральная компьютерная томография: болюсное контрастное усиление Кармазановский Г.Г.

В монографии освещены вопросы выбора контрастного вещества для болюсного контрастного усиления, подробно представлены сведения о физико-химических свойствах рентгеноконтрастных веществ и их фармакокинетике, влиянии на функцию почек и других органов. Приведены данные о протоколах исследований различных органов, описаны меры профилактики при экстравазации контрастного вещества и при возникновении ранних и отсроченных побочных реакций на контрастные вещества, а также схемы их лечения. Представлены данные об использовании контрастных исследований в детской рентгенологии. Монография рассчитана на лучевых диагностов, в первую очередь, на специалистов по компьютерной томографии, детских рентгенологов, студентов старших курсов высших медицинских учебных заведений, а также широкий круг врачей, заинтересованных в получении современной дифференциально-диагностической информации.

Выход в свет – 4-й квартал 2005 г.

Цена подписки – 242 руб.