

КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Представлены клинико-рентгенологические данные о зонах перестройки костной ткани – переломах напряжения (ПН), возникающих при длительных физических перегрузках чаще у спортсменов и новобранцев. Подобные зоны перестройки иногда трактуются как истинные переломы, кроме того, рентгенологическая картина таких изменений нередко требуют дифференциальной диагностики между процессами воспалительной и опухолевой природы. Освещены так же особенности рентгенологического изображения ПН в различных отделах костного скелета. Ключевые слова: лоозеровские зоны перестройки, стрессовые переломы, переломы напряжения, маршевая стопа, рентгенологическое изображение.

Professor M. Markvarde, MD

RADIOLOGICAL IMAGING OF STRESS FRACTURES

Radiological Department of the Belorussian State Medical University
Clinical and radiological data on bone tissue transformation areas, namely stress fractures caused by prolonged and increasing physical overloads, frequently diagnosed in athletes and young soldiers are presented. These transformation areas are sometimes interpreted as usual fractures. Besides as radiological imaging of such changes often needs differentiating between inflammatory processes and tumor formation. The peculiarities of stress fracture radiological imaging in different parts of skeleton are also shown. Key words: stress fractures, stress injury, radiological imaging.

Состная ткань, особенно в детском и юношеском возрасте, обладает выраженной пластической способностью видоизменяться и приспосабливаться к разнообразным условиям воздействия физической нагрузки, не превышающей физиологические пределы. В подобных условиях в костных структурах иногда может наблюдаться постепенно возникающая пластическая компенсаторная перестройка, которая, как правило, не сопровождается какими-либо клиническими проявлениями.

Вместе с тем, под воздействием внезапных возрастающих или длительных физических перегрузок в различных отделах опорно-двигательного аппарата нередко возникают рентгенологически выявляемые зоны патологической перестройки элементов костной ткани паронихического или гипертрофического характера. При этом изменения в костной ткани нередко сопровождаются болевыми ощущениями. Впервые зоны перестройки, напоминающие перелом, описали E. Looser [10] и L. Milman [12].

В литературе встречаются самые разнообразные наименования подобных изменений костной структуры, Порой они противоречивы и не всегда отражают природу изменений: лоозеровская зона, стрессовый перелом, опухоль или отек стопы, болезнь среднего отдела стопы, болезнь Дойчлендера, маршевая стопа, маршевый перелом, маршевая болезнь, маршевая опухоль, перелом новобранцев, перегруженная стопа, перелом напряжения, усталостный перелом и др. В дальнейшем для краткости будем использовать термин - перелом напряжения (ПН), хотя истинные переломы на фоне зон перестройки наблюдаются относительно редко. Выявление таких изменений не всегда осуществляется своевременно и

иногда при формировании выраженной репаративной реакции (костной мозоли) возникает необходимость дифференциальной диагностики между процессами воспалительной и опухолевой природы.

В практической работе врача-рентгенолога зоны перестройки встречаются достаточно часто. Рентгенологические проявления адаптационных изменений костной ткани нередко наблюдаются у молодых людей, солдат и спортсменов при профессиональных или спортивных перегрузках, чаще односторонне в зависимости от вида спорта [1,3,5,9]. В костях нижних конечностей лоозеровские зоны возникают у бегунов, прыгунов, футболистов, лыжников; в верхних конечностях – у гимнастов, пловцов, волейболистов. У спортсменов-метателей (ядро, копье, диск), как правило, зоны перестройки наблюдаются в костях метаемой руки, у прыгунов (барьерный бег, прыжки в высоту и длину) - в толчковой ноге (табл.1). Даже у женщин иногда наблюдаются остро или хронически развивающиеся лоозеровские зоны в плюсневых костях при перемене фасона обуви, что приводит к перегрузке стопы из-за непривычных статических условий. Значительно реже ПН возникают у лиц различных возрастных групп на фоне уже имеющихся в костном аппарате патологических изменений [27].

По данным литературы [4] существует достаточно много факторов риска возникновения переломов напряжения (табл. 1.)

Таблица 1

Факторы риска переломов напряжения

Любая повторяющаяся нагрузка на костный скелет.
Перегрузки во время бега.
Использование для бега неудобной и изношенной обуви.
Несоответствие длины опорной ноги.
Внешняя ротация бедра при ходьбе или беге.
У лиц женского пола.
Инволютивные изменения у пожилых людей.
Статические изменения походки: <ul style="list-style-type: none"> - после травмы, - из-за опухли, - после хирургической операции, - после протезирования.
У лиц с низким содержанием в костях минеральных веществ: <ul style="list-style-type: none"> - возрастной остеопороз, - после лечения стероидами, - недостаточное поступление в организм кальция, - после лечения остеопороза препаратами фтора, - при ревматоидном артрите, - при болезни Педжета, - при несовершенном остеогенезе (osteogenesis imperfecta), - при мраморной болезни (osteopetrosis), - при остеоплазии, - при синдроме гипертириозидизма, - при синдроме Кушинга.

Существует множество причин возникновения ПН, их частоты и локализации в костно-суставном аппарате [1,11,16] (табл.2,3).

Таблица 2

**Локализация переломов напряжения
в зависимости от специфики нагрузки**

Длительный бег	- малая и большая берцовые кости
Длительное хождение пешком	- кости плюсны, кости таза (редко)
Прыжки	- кости таза, бедро
Теннис	- локтевая кость, ластные кости
Бейсбол:	
- подача	- плечо, лопатка
- удары битой	- ребра
- захват (ловля) мяча	- надколенник, м/берцовая кость
Метание копья, молота	- малая берцовая кость
Футбол	- большая берцовая кость
Плавание	- б/берцовая кость, кости плюсны
Катание на коньках	- малая берцовая кость
Кёрлинг (шотландская игра)	- локтевая кость
Аэробика	- малая и большая берцовые кости
Балетные танцы	- большая берцовая кость
Крикет	- плечо
Фехтование	- лобковые кости
Гандбол	- кости плюсны

Таблица 3

Частота переломов напряжения у спортсменов

Локализация	К-во наблюдений	В процентах
Кости плюсны	88	35.2
Пяточная кость	70	28.0
Большая берцовая кость	60	24.0
Ребра	14	5.6
Бедро	8	3.2
Малая берцовая кость	8	3.2
Позвоночник	1	0.4
Ветви лобковых костей	1	0.4

Различают два типа ПН: во-первых, изменения, возникающие в изначально нормальной костной структуре, и, во-вторых, на фоне измененной костной ткани, отличающейся меньшей упругостью и низким содержанием минеральных веществ в результате ранее развившегося воспалительного, дегенеративно-дистрофического или опухолевого патологического процесса. ПН у таких пациентов обычно возникают на более ограниченном пространстве при меньшем физическом напряжении, чем у лиц с нормальной костной структурой, и, кроме того, чаще при однократной физической перегрузке. Следует иметь в виду, что большинство ПН успешно излечиваются без последствий в условиях покоя (разгрузки), т.е. при использовании нехирургических способов лечения [13]. Однако, если нагрузка продолжается, боль чаще усиливается.



Рис.1. Юноша 17 лет. Занимался спортивным бегом. Перелом напряжения в области дистального метадиафиза 2-й плюсневой кости левой стопы в виде муфтообразного утолщения за счет периостальной реакции и наличия поперечной линии просветления. В покое полное восстановление структуры через 2 месяца.

Рентгенологические данные. Нами с помощью рентгенографии прослежена картина ПН у 12 пациентов (9 мужчин и 3 женщины в возрасте 14-25 лет): в области пястных костей стопы (у 7) [рис.1] и одного в пяточной кости (рис.2), в проксимальном метафизе большеберцовой кости (у 3) и у одного - в дистальном метафизе бедра (рис.3). Большинство пациентов предъявляли жалобы на боли в стопе или голени, возникшие после продолжительных физических нагрузок (спортивный бег, гимнастика, однообразная физическая работа на заводе). Боль прекращалась в покое. При осмотре наиболее болезненная точка, как правило, совпадала с локализацией зоны перестройки в костном аппарате. Болевые ощущения у большинства пациентов носили центральный характер и не были похожи на боли при бурсите или тендовагините. Вместе с тем, у некоторых из них (3), не связанных со спортом, анамнестические данные о нагрузках носили неопределенный характер.



Рис.2. Молодой человек 22 лет. Занимается гандболом. Зона перестройки в пяточной кости в виде широкой полосы уплотнения костной ткани.

В костной ткани постоянно происходит физиологический процесс созидания и резорбции за счет остеобластов и остеокластов. В условиях нормы этот процесс непрерывен и взаимно уравновешен, что обеспечивает на рентгеновском снимке оптимальную по плотности изображения структурную архитектуру губчатой и

компактной костной ткани. Ослабление или отсутствие физических нагрузок приводит к превышению резорбции костной ткани, выведению минеральных веществ и возникновению остеопороза. Вместе с тем, костная ткань способна противостоять значительному механическому воздействию окружающей среды. Однако при чрезмерных физических перегрузках однотипного характера в местах длительного механического напряжения в костной ткани могут возникать локальные микроповреждения. В зонах перегрузки начинает преобладать процесс рассасывания костной ткани и нарушается постоянно протекающее моделирование структуры, в связи с чем в результате превышения резорбции могут возникать, так называемые, зоны перестройки, часто трактуемые как ПН. В указанных зонах костная структура замещается соединительной тканью, поэтому зоны перестройки на рентгенограммах чаще бывают представлены в виде полосок просветления шириной до 10 мм. Такая полоска может занимать весь поперечник кости или только его часть. В ряде случаев на снимке в зоне перестройки наблюдается полоса уплотнения костной структуры, что, по нашему мнению, подобно картине импрессионного перелома на фоне асептического некроза при остеохондропатии. Покой и тепло обычно в течение 3-4 мес приводят к выздоровлению и полному восстановлению на снимке нормальной костной структуры.



Рис.3. Молодой спортсмен (19 лет). Прыжки в длину. Выраженная гиперпластическая реакция костной ткани (перелом напряжения) в области дистального метадиафиза бедра.

С морфологической точки зрения рентгенологическую картину трактуют по-разному: как ложный или скрытый перелом, усталостный перелом, перелом от напряжения. Считается, что в гистологической основе зоны перестройки лежит лакунарное рассасывание с заменой старой костной ткани на новую. Но при этом, как правило, отсутствуют признаки воспаления или опухолевого процесса [1].

Рассматривая различные способы диагностики следует отметить, что наиболее часто ПН выявляются с помощью обычной рентгенографии. Так, маршевая стопа [6] нередко наблюдается у молодых солдат в период интенсивных перегрузок (марш-бросок, бег по пересеченной местности и др.). При этом возникают зоны перестройки в костях стопы, чаще в диафизе II или III плюсневых костей, в виде веретенообразного периостального уплотнения, на уровне которого прослеживается линия просветления (лоозеровская зона).

Иногда при первичном исследовании на рентгеновских снимках изменений в костной структуре обнаружить не удастся. Их можно обнаружить при повторном исследовании через некоторое время, например через 1,5-2 недели. Иногда изменения возникают значительно позже - через несколько месяцев. Прекращение физических перегрузок и покой обычно предотвращают возникновение рентгенологически выявляемых изменений. ПН могут локализоваться как в губчатой костной структуре, так и в кортикальном веществе. Обычно на наружной части кортикального слоя появляется тонкий слой уплотненной надкостницы. На этом же уровне может возникнуть линия просветления за счет истинного перелома. В этом случае через месяц определяется веретенообразной формы, слабой интенсивности, поперечно расположенное уплотнение – мозоль. Иногда костная мозоль становится настолько плотной, что возникает необходимость выбора между последствиями процесса воспалительной природы и опухолью. В подобных ситуациях придается значение клиническим данным и осведомленности о наиболее типичной локализации ПН в определенных костях скелета. В трубчатых костях изменения могут распространяться на диафизарные отделы. В губчатых костях (например, в пяточной кости, проксимальном метафизе большеберцовой, шейке бедра), могут наблюдаться ПН, обусловленные компрессионными явлениями, в виде поперечной полосы уплотнения, перпендикулярной продольным костным трабекулам.

Из перечня других методик исследования компьютерная томография (КТ) не обладает решающим значением в диагностике обычных ПН. Однако, в выявлении продольных ПН, по сравнению с общепринятой рентгенографией, КТ отличается большим разрешением. Кроме того, КТ считается ведущим методом в определении различий между опухолевой массой и избыточной костной мозолью. Наибольшие трудности могут возникать при большой толщине томографических срезов, в связи с чем рекомендуется производить срезы толщиной в 1-2 мм на аппаратах высокого разрешения [2].

Радионуклидное исследование костного аппарата – сцинтиграфия, обычно производится для выявления у онкологических больных возможных одиночных или множественных метастазов. По сравнению с рентгенографией и КТ, сцинтиграфия обладает более высокой чувствительностью в выявлении ПН (до 100%), что позволяет значительно раньше получить информацию, чем можно обнаружить на рентгенограммах или томограммах типичную картину данного процесса [19].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) в настоящее время представляется наиболее перспективной, так как указанный способ, как и метод радионуклидного исследования, позволяет определять более ранние признаки ПН [15,25,26]:

- локальная отечность и сформировавшаяся в области ПН мозоль на T-1 – взвешенных томограммах обычно бывает представлена плотными тенями, а на T-2 – взвешенных – светлыми;
- использование диагностической среды (gadolinium-DPTA) позволяет уверенно дифференцировать ПН от патологических переломов, в связи с тем, что на T-1 – взвешенных томограммах область отека становится яркой, а зона перестройки костной ткани (предполагаемая линия перелома) – темной.

В практической работе нередко возникает необходимость дифференциации рентгенологической картины между ПН и другими патологическими процессами:

- остеидостеомой,
- хроническим остеомиелитом с явлениями остеосклероза,
- остеогенной саркомой,
- костными метастазами,
- опухолью Юинга.

Необходима весьма взвешенная оценка рентгенологической картины, особенно у лиц не связанных со спортивными нагрузками, так как, например, поспешный диагноз остеомиелита или опухоли, может привести к неоправданной биопсии. Например, в ряде случаев в области ПН при отсутствии иммобилизации, как ответная пролиферативная реакция, может возникнуть плотная костная мозоль. Последняя ошибочно может быть принята за саркому. Картина на снимке зрелой костной структуры, наличие хряща и энхондрального уплотнения указывает на неопухолевую природу костной мозоли.

Вероятность ПН на фоне ранее развившегося патологического процесса такая же, как и в других случаях патологических переломов. Костную мозоль при ПН, как и в случае обычных переломов, следует расценивать как процесс ремоделирования и восстановления зрелой костной структуры. Данные клинического обследования, подкрепленные рентгенологической картиной, позволяют избежать преждевременной биопсии.

У молодых солдат ПН возникают чаще в плюсневых и пяточной костях. Обычно изменения наблюдаются в структуре дистального метафиза (шейке) 1-2-й плюсневых костей, а иногда периостальная реакция может распространяться на большую часть диафиза (рис.1). Изменение головки 2-й плюсневой кости с её уплощением при физической перегрузке (ранее трактовалось как остеохондропатия - болезнь Келлер-2) рассматривается некоторыми авторами, как ПН, возникший в результате аваскулярного асептического некроза [25]. Так же, как проявление ПН, рассматривается изменение сесамовидных костей в области первого плюснев-фалангового сустава.

В пяточной и ладьевидной костях, подверженных вертикальным физическим перегрузкам, нередко возникают ПН (рис.2), как результат аваскулярного некроза [25]. При этом клинические данные неспецифичны и на рентгенограмме изменения в ладьевидной кости не всегда выявляются, что приводит к несвоевременной постановке диагноза ПН.

ПН в большеберцовой кости обычно связаны с физическими перегрузками у спортсменов и молодых солдат. Рентгенологически определяется довольно

широкая поперечная полоса уплотнения (рис.3) в области проксимального метафиза. ПН подобного характера могут наблюдаться так же у пожилых людей, однако возникающий у таких пациентов болевой синдром, нередко ошибочно связывают только с нарушением статики.

Изредка в большеберцовой кости могут наблюдаться продольные ПН (рис.4). На рентгенограмме продольная линия перестройки располагается на одной из стенок кортикальной трубки. По данным КТ в костномозговом канале и в окружающих кость мягких тканях отмечается отечность, что может ошибочно трактоваться как результат воспалительного процесса или опухоли [8,14,23]. ПН иногда наблюдаются в структуре надколенника и бугристости большеберцовой кости.



Рис.4. Молодой человек (студент) 20 лет. Бег на средние дистанции. Продольная линия (зона перестройки) в дистальном метадиафизе большеберцовой кости.

В области шейки бедра возникают поперечные ПН, иногда приводящие к истинному перелому с расхождением отломков. В подобных случаях для предотвращения полного перелома производят даже профилактический остеосинтез шейки бедра. Продольные ПН в бедренной кости обычно на рентгенограммах остаются без внимания, выявление зоны перестройки и мозоли возможно лишь с помощью КТ [22,24].

В костях таза ПН встречаются в области ветвей лобковых и седалищных костей, однако природу их не всегда удается определить, поэтому изменения в лобковых костях ошибочно принимают за воспалительный процесс. ПН в виде горизонтальной полосы перестройки иногда наблюдаются в области крыши вертлужной впадины.

В крестце ПН нередко принимаются за метастазы опухоли, хотя рентгено-радиологическая картина достаточно характерна:

- на прямой рентгенограмме определяется вертикально направленная полоса уплотнения в области боковой массы крестца с одной или одновременно с обеих сторон;
- ПН достаточно успешно выявляется при использовании КТ;
- горизонтально направленная полоса уплотнения в области тел 2-3 крестцовых позвонков чаще выявляется с помощью сцинтиграфии;
- наблюдается Н-образное накопление изотопа при радионуклидном исследовании костного аппарата.

МРТ позволяет дифференцировать ПН от метастатического поражения [15, 20]. При ревматоидном артрите имеется риск возникновения ПН в результате распространенного остеопороза [27]

В позвоночнике остеолизис средней части тел 4 или 5-го поясничных позвонков трактуется как ПН в результате особо направленного перенапряжения. Отдельные исследователи рассматривают компрессионное сжатие тела позвонка у больных, страдающих остеопорозом, так же как ПН.

ПН иногда наблюдаются в ребрах [21] или грудине. Локализация ПН в первом ребре иногда ошибочно принимается за врожденную аномалию. Достаточно часто ПН локализуются в верхних конечностях. В ключице и лопатке ПН встречаются нечасто. Постановка диагноза обычно облегчается в том случае, если четко установлена связь перенесенного мышечного перенапряжения, болевого синдрома с обнаруженными на рентгенограмме костными изменениями [2,7]. Имеются отдельные сообщения о ПН в области нижней челюсти, возникающие при длительном жевании.

ПН могут возникать у пациентов в послеоперационном периоде с проявлениями выраженной слабости, а так же у лиц страдающих болезнью Педжета или после перенесенного ранее местного травматического повреждения. Имеются данные о возникновении ПН у лиц, перенесших хирургические операции на нижних конечностях:

- в ветви лонной кости после объемных восстановительных операций на бедре [4];
- в шейке бедра после пластики коленного сустава [18];
- в плюсневых костях после операций на других костях стопы.

ПН на фоне болезни Педжета в длинной трубчатой кости обычно определяется линия просветления, перпендикулярная выпуклости кортикального слоя. Кроме того, зона перестройки может так же наблюдаться в области бугристости большеберцовой кости, подвздошной кости, позвоночнике, надколеннике, пяточной кости, что, по-видимому, в большей степени соответствует асептическому некрозу (болезнь Озгут-Шлягтера). Иногда ПН возникают в костной структуре после ранее перенесенного относительно слабого повреждения, очевидно, нарушающего процессы костеобразования.

Считается, что условия покоя и физическая разгрузка обычно способствуют излечению ПН с восстановлением нормальной костной структуры. Продолжительность излечения различна и зависит от локализации ПН: до 4 недель - в плюсневых костях, до 3 месяцев и более – в наиболее нагруженных длинных трубчатых костях (бедренная и большеберцовая кости). Хирургические вмешательства при ПН относительно редки и используются в основном для

удаления отдельных костных фрагментов или при наличии смещений. Иногда может возникнуть истинный (полный) перелом при продолжающейся нагрузке в области зоны перестройки, например, в области шейки бедра или надколенника. Поэтому в ряде случаев в целях предотвращения полного перелома рекомендуют операционное вмешательство с введением костного или металлического стержня [17].

Заключение

В формировании ПН следует отметить определенные тенденции локализации и ряд определенных причинных факторов:

- подавляющее большинство ПН (до 87,2%) наблюдается в костях стопы (плюсневые и пяточная) и большеберцовой кости;
- возникают они, как правило, при прямом повторяющемся воздействии на костный аппарат физической нагрузки или тяжести;
- могут возникать при повторяющемся сокращении мышечных антагонистов;
- при локальной травматизации отдельных костных образований.

В практической работе в целях своевременной диагностики ПН важную роль играют тщательный персональный учет и анализ:

- клинических данных (наличие болевого синдрома и др.);
- детальных механизмов физического воздействия на ту или иную область скелета;
- особенностей картины рентгенологического изображения.

Любой факт непривычной деятельности или физического воздействия, имевшийся перед возникновением болевого синдрома, может оказаться полезным для диагностики при совпадении зоны костной перестройки на рентгеновском снимке с локализацией болевых ощущений. Рентгенологическая картина ПН чаще бывает ясна, особенно в тех случаях, когда очевидна связь фактора физической перегрузки и болевого синдрома. Весомым доказательством правильности заключения является заживление ПН в покое и исчезновение болевых ощущений. Как правило, оперативное лечение при ПН не показано.

Литература

1. Рейнберг С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов // М, 1964, т.2, с.103-127
2. Ahluwalia R, Datz FL, Morton KA, Anderson CM, Whiting JH Jr. Bilateral fatigue fractures of the radial shaft in a gymnast. // Clin Nucl Med.-1994. №19. p.665-667
3. Anderson MW, Greenspan A. Stress fractures // Radiology.-1996. v.199. p.1-12
4. Chevrot A, Lacombe P, Zenny JC, Auberge T, Vallee C, Gires F, Palardy G Fracture de fatigue du cadre obturateur apres arthroplastie de handle // Rev Rhum.-1986. №53. p.129-132
5. Daffneh RH. Stress fractures. Current concepts // Skeletal Radiol.-1978. №32.p.221-229
6. Deutschlander C. Ueber entzündliche Mittelfussgeschwülste // Arch. Klin. Chir.,1921, Bd.118, p.530-549
7. Horwitz BR, Di Stefano V Stress fracture of the humerus in a weight lifter // Orthopedics-1995. v.18. p.185-187
8. Keating JF, Beggs I, Thorpe GW // 3 cases of longitudinal stress fracture of the tibia. Acta Orthop Scandю –1995. v.66. p.41-42
9. Keats TE Radiology of musculoskeletal stress injury // Year Book.-1990. Chicago

10. Looser E. Uber pathologische von Infraktionen und Callusbildungen bei Rachits und Osteomalcie und Knochenerkrankungen // Zbl. Chir.,1920,№ 47,p.1470-1474
11. McBryde AM Stress fractures in athletes // J Sports Med.-1975.№3. p.212
12. Milkman L.A. Multiple spontaneous idiopathic symmetrical fractures // Av.J.Roentgenol., 1934, v.32, p.6, 622-634
13. Monteleone GP Jr Stress fractures in the athlete // Orthop Clin North Am.-1995. v.26. p.423-432
14. Mulligan ME The «gray cortex»: an early sign of stress fracture // Skeletal Radiol.-1995.v.24. p.201-203
15. Nakahara N, Uetani M, Hayashi K Magnetic resonance imaging of sacral insufficiency fractures: characteristic features and differentiation from sacral metastasis // Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi.-1995.v.55. p.281-288
16. Orava S, Puranem J, Alaketola L Stress fractures caused by physical exercise // Acta Orthop Scand.-1978. v.49. p.19
17. Orava S, Karpakka J, Taimela S, Hulkko A, Permi J, Kujala // U Stress fracture of the medial malleolus. J.Bone Joint Surg [Am].-1995. v.77. p.362-365
18. Palance Martin D, Albareda J, Serai F // Subcapital stress fracture of the femoral neck after total knee arthroplasty. Int Orthop/-1994. v.18. p.308-309
19. Patel NH, Jacobson AF, Williams J // Scintigraphic detection of sequential symmetrical metatarsal stress fractures. J Am Podiatr Med Assoc.-1995. v.85. p.162-165
20. Peh WC, Khong PL, Ho WY, Yeung HW, Luk KD // Sacral insufficiency fractures. Spectrum of radiological features. Clin Imaging.-1995. v.19. p.92-101
21. Read MT // Case report - stress fracture of the rib in a golfer. Br J Sports Med.-1994. v.28. p.206-207
22. Schubert F, Carter S // Longitudinal stress fracture in the femoral diaphysis. Australas Radiol/-1994. v.38. p.336-338
23. Soubrier M, Dubost JJ, Oualid T, Sauvezie B, Ristori JM, Bussiere JL // Fractures de contrainte longitudinales du tibia. A propos de trois observations. Ann Med Intern (Paris).-1994. v.145 (№7). P.474-477
24. Soubrier M, Dubost JJ, Raml S, Ristori JM, Bussiere JL // Longitudinal insufficiency fractures of the femoral shaft. Rev Rhum Engl Ed.-1995. v.62. p.48-52
25. Steinbronn DJ, Bennett GL, Kay DB // The use of magnetic resonance imaging in the diagnosis of stress fractures of the foot and ankle. Foot Ankle Int.-1994. v.15. p.80-83
26. Wagenitz A, Hoffmann R, Vogl T, Sudkamp NP Verbesserte // Diagnostik von Stress-Frakturen durch Kontrast-MRT. Sportverletz Sportschaden.-1994. v.8. p.143-145
27. West SG, Troutner JL, Baker MR, Place HM // Sacral insufficiency fractures in rheumatoid arthritis. Spine.-1994. v.15,19. p.2117-2121