

## ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОСТЕОСЦИНТИГРАФИИ ПРИ НЕСРАЩЕНИЯХ КОСТЕЙ, ОСЛОЖНЕННЫХ ОСТЕОМИЕЛИТОМ

Г.П. Котельников, Е.А. Столяров, А.Г. Сонис, А.В. Капишников

ГОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет Росздрава»,  
ректор – академик РАМН, д.м.н. профессор Г.П. Котельников  
г. Самара

В статье рассматриваются вопросы диагностики хронического посттравматического остеомиелита в сочетании с несращением костей. Результаты лечения пациентов с данной патологией зависят от правильности выбора лечебной тактики. При выборе тактики хирурги опираются, в том числе, на выявленные тенденции репаративного остеогенеза в зоне несращения. Диагностические возможности остеосцинтиграфии в этом плане недостаточно изучены. В данном исследовании изучены результаты мониторинга репаративной регенерации костной ткани в зоне несращения у 42 пациентов с использованием остеосцинтиграфии. Для обработки и трактовки скинтиграмм применяется авторская методика. Полученные результаты свидетельствуют о диагностической ценности остеосцинтиграфии. Проведенное исследование доказывает, что использование скинтиграфии способствует более раннему и правильному принятию тактического решения.

**Ключевые слова:** посттравматический остеомиелит, нарушения остеогенеза, остеосцинтиграфия.

The authors discuss the questions of chronic posttraumatic osteomyelitis combined with bone nonunion. The treatment results of such patients depend on the correctly chosen therapeutic management. When choosing the therapeutic approach surgeons are also guided by the revealed tendency of reparative osteogenesis in the nonunion zone. Diagnostic opportunities of osteoscintigraphy for such cases are not adequately explored. The monitoring results of bone tissue reparative regeneration in the nonunion zone of 42 patients are compared in this research, with using osteoscintigraphy. Scintigram data handling and interpreting are carried out by author's strategy. The results obtained show great diagnostic value of osteoscintigraphy. This investigation demonstrates that using scintigraphy promotes making a sound tactical decision at an earlier stage.

**Key words:** posttraumatic osteomyelitis, bone nonunion, osteoscintigraphy.

### Введение

Категорию пациентов с несращениями длинных трубчатых костей, осложненных остеомиелитом, относят к наиболее трудной при выборе хирургической тактики и сложной в плане лечения [2, 3, 5, 12, 13, 14].

Современные возможности травматологии и ортопедии позволяют добиваться благоприятных результатов лечения этих больных путем сегментарной резекции кости с последующим остеосинтезом аппаратами внешней фиксации [2, 3, 4, 10, 13, 14]. Применяют и другие высокотехнологичные варианты замещения дефектов костей и мягких тканей, включая использование микрохирургической техники [2, 10, 13, 14].

Ряд авторов считают, что у части пациентов с несращением длинных трубчатых костей, при отсутствии обострения и вялом течении остеомиелита не следует спешить с радикальным оперативным лечением, а целесообразно отложить ликвидацию остеомиелитического процесса до наступления консолидации фрагментов.

Несвоевременно произведенная операция может привести к разрушению сформировавшихся тканевых барьеров и наметившихся ростков репаративного остеогенеза, вызвав, таким образом, обострение и распространение инфекции и еще большее замедление консолидации [5, 13].

При выборе тактики лечения большое значение имеет прогнозирование возможности консолидации перелома [3, 5, 12]. Рентгенологически выявить тенденции репаративной регенерации костной ткани в зоне несращения в относительно короткие сроки от начала лечения практически не представляется возможным. Из-за недостаточной рентгеноконтрастности многих фаз процесса костеобразования, его метаболизма, временной интервал между рентгенологическими исследованиями при мониторинге репаративного остеогенеза, составляет от 1,5 до 3 месяцев [5, 7, 11, 13]. В раннем распознавании проявлений процесса костеобразования в зоне несращения или его отсутствия, определенные диагностические возможности раскрываются при применении

остеосцинтиграфии. Обладая высокой чувствительностью, этот диагностический метод позволяет оценить функциональные изменения в костной ткани еще до появления структурных трансформаций [3, 7, 8, 11, 13, 15]. Стандартные методики оценки сцинтиграмм не всегда позволяют охарактеризовать многообразие изменений остеобластической активности в зоне несращения. Изложенное выше побудило нас разработать новый способ оценки метаболической активности костной ткани, основанный на анализе данных остеосцинтиграфии и направленный на раннее, не только качественное, но и количественное выявление тенденций репаративного остеогенеза в зоне несращения [10].

**Цель** настоящей работы – анализ результатов применения разработанного способа диагностики для мониторинга репаративного остеогенеза в области несращения у пациентов с хроническим посттравматическим остеомиелитом.

### Материал и методы

Проанализированы результаты обследования 42 пациентов с хроническим остеомиелитом длинных трубчатых костей нижних конечностей на фоне несращения, находившихся на стационарном лечении в клинике СамГМУ с 2003 по 2008 г. Сроки, прошедшие после травмы, составили от 6 месяцев до 3,5 лет. Все пациенты поступили в клинику впервые и ранее лечились в других лечебных учреждениях. Всем пациентам после поступления проводилось консервативное лечение в течение 2–3 недель. При необходимости в течение 1–2 суток после поступления выполнялись паллиативные оперативные пособия без травматизации области несращения (вскрытие гнойных затеков, рассечение свищей, удаление свободных секвестров из мягких тканей). Комплексное консервативное лечение предусматривало иммобилизацию, направленную антибактериальную терапию, применение общеукрепляющих препаратов, иммунокоррекцию, гравитационную терапию, физиолечение, ГБО-терапию, ЛФК и т.д.

Распределение пациентов по локализации и виду несращения представлено в таблице 1. При отборе пациентов для исследования учитывали факторы, влияющие на метаболизм, остеобластическую активность в очаге поражения. Отбирались пациенты в возрасте от 21 до 50 лет включительно без выраженной сопутствующей патологии, при условии отсутствия травматизации области несращения в течение не менее 4 месяцев и латентного течения остеомиелита. В исследование вошли только те пациенты, для которых была избрана консервативная тактика лечения на ближайшие 3–4 месяца.

У 27 пациентов в анамнезе были открытые переломы, у остальных – закрытые. На момент госпитализации у 13 пациентов имелись погружные металлофиксаторы.

В дополнение к рентгенологическому обследованию дважды проводили остеосцинтиграфию – при поступлении и после окончания короткого курса консервативного лечения с интервалом в 2–3 недели. При визуальном сравнительном анализе сцинтиграмм нами отмечались выраженные качественные изменения – перераспределение остеотропного индикатора в пределах зоны интереса, охватывающей патологический процесс, – происходившие вне зависимости от динамики общего уровня накопления активности радиофармпрепарата (РФП). Для количественной оценки этих изменений мы разработали и использовали в настоящем исследовании способ диагностики заболеваний костей и суставов, применительно к хроническому посттравматическому остеомиелиту нижних конечностей на фоне несращений костей [9]. Радиоизотопные исследования скелета проводились на гамма-камере МВ-9200 с компьютерной системой обработки сцинтиграмм. Исходную и повторную сцинтиграфии осуществляли через 3–4 часа после внутривенного введения остеотропного индикатора 700 Мбк «Технефор» (Диамед) таким образом, чтобы проекции исследуемой области на плоскость детектора при двух исследованиях совпадали. Запись изображений проводилась на

Таблица 1

Распределение пациентов по локализации и варианту несращения

Локализация	Вариант несращения						Всего	
	Замедленная консолидация		Несросшийся перелом		Ложный сустав			
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Бедренная кость	3	7,1	2	4,7	1	2,4	6	14,3
Большеберцовая кость	15	35,7	12	28,6	9	21,4	36	85,7
Итого	18	42,8	14	33,3	10	23,8	42	100

матрицу 256×256 пикселей. Анализ скинтиграфической картины проводился в три этапа:

1) визуальная оценка распределения индикатора;

2) стандартная оценка уровня накопления индикатора в зонах интереса относительно здоровой конечности (относительный уровень накопления выражался в процентах от зоны сравнения);

3) наличие и направленность сдвигов остеобластической активности в очаге определяли на основе разработанного способа (патент РФ на изобретение № 2334463) [9].

Сравнение результатов скинтиграфии проводилось путем компьютерного попиксельного сопоставления матриц, полученных в одинаковых проекциях, определялись совокупности пикселей детектора гамма-камеры E1 и E2, в которых произошло увеличение или уменьшение накопления индикатора. На основании полученных данных вычислялись объективные количественные характеристики – коэффициенты увеличения и снижения активности (КУА и КСА) по формулам:

$$\text{КУА} = \frac{A2(E1) - A1(E1)}{A1(E1)},$$

$$\text{КСА} = \frac{A1(E2) - A2(E2)}{A1(E2)},$$

где A1(E1) – активность, накопленная в совокупности пикселей E1 при исходной скинтиграфии;

A2(E1) – активность, накопленная в совокупности пикселей E1 при повторной скинтиграфии;

A1(E2) – активность, накопленная в совокупности пикселей E2 при исходной скинтиграфии;

A2(E2) – активность, накопленная в совокупности пикселей E2 при повторной скинтиграфии.

Данные параметры позволяют дифференцированно судить о направленности и балансе репаративного остеогенеза в очаге. Для более четкого определения соотношения изменений костного метаболизма в области поражения с анатомическими структурами кости в некоторых случаях выполняли компьютерное совмещение остеосцинтиграмм и рентгенограмм с условием четкого проекционного совпадения – «сплавы» изображений (рис. 1).

Изменение накопления активности РФП в патологическом очаге менее 5% считали незначимым и оценивали как «без динамики». При значениях КУА или КСА более 0,05 диагностировали соответственно увеличение или снижение метаболической остеобластической активности костной ткани и оценивали степень изменений, а по соотношению коэффициентов КУА и КСА судили о характере перераспределения костеобразования в патологическом очаге.

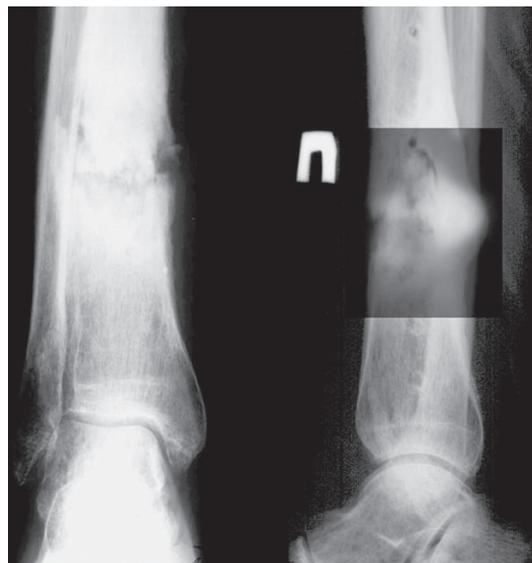


Рис. 1. «Сплав» скинтиграфического и рентгенологического изображений

Динамика репаративного остеогенеза в зоне несращения по результатам скинтиграфического мониторинга оценивалась в виде 3 вариантов заключения: «усиление», «снижение» и «без изменений».

После 2–3 недель интенсивного консервативного лечения в стационаре пациентов направляли на амбулаторное лечение. На фоне дополнительной внешней иммобилизации им разрешалась под контролем врача дозированная нагрузка на поврежденную конечность, продолжались физиолечение, занятия лечебной физкультурой. Через 2–2,5 месяца после выписки пациентам выполняли рентгенографию, ее результаты сравнивались с рентгенограммами, выполненными при поступлении. Оценивали качественные изменения в зоне несращения: периостальный и эндостальный остеогенез, состояние концов костных фрагментов и линии несращения. Рентгенологическая динамика репаративного остеогенеза оценивалась также в виде 3 вариантов заключения: «усиление», «снижение» и «без изменений».

Оценка результатов радионуклидной диагностики основывалась на сопоставлении с результатами рентгенологических исследований. Случаи, когда выявленная с помощью скинтиграфии тенденция к активации или уменьшению репаративного остеогенеза («усиление» или «снижение») подтверждалась через 2–2,5 месяца рентгенологически, считали истинноположительными; если не подтверждалась – ложноположительными. К истинноотрицательным результатам относили случаи, когда выявленное скинтиграфически отсутствие динамики регенераторных потенциалов

костной ткани в зоне несращения («без изменений») совпадало с последующим рентгенологическим заключением, а к ложноотрицательным – когда не совпадало [1, 6].

### Результаты и обсуждение

Полученные при остеосцинтиграфии данные свидетельствуют о том, что вне зависимости от динамики общего накопления РФП в области патологического очага, у 88,1% (37) пациентов происходило перераспределение активности накопления остеотропного индикатора, а у 11,9% (5) пациентов пространственного перераспределения активности не выявлялось (табл. 2).

Таким образом, стандартная оценка сцинтиграмм по уровню общего накопления индикатора не позволяет количественно оценить направленность и баланс изменений остеобластической активности костной ткани в области несращения.

У 28 (66,7%) пациентов было возможно четко сопоставить проекцию участка максимального перераспределения активности с зоной несращения и дать заключение о динамике и тенденциях репаративного остеогенеза. В 14 (33,3%) случаях сдвигов остеобластической активности в очаге не происходило или область перераспределения РФП абсолютно не совпадала с зоной несращения.

При проведении рентгенологических обследований через 2–2,5 месяца после выписки пациен-

тов и сравнении их результатов с рентгенограммами, выполненными при поступлении в клинику, получены следующие данные. Положительные тенденции репаративной регенерации костной ткани в зоне несращения («усиление»), обнаруженные сцинтиграфически, подтверждены в 19 случаях из 20, отрицательные («снижение») – у 7 пациентов из 8. Отсутствие динамики репаративного остеогенеза («без изменений»), выявленное при остеосцинтиграфическом мониторинге в 14 случаях, подтверждено и при рентгенологическом обследовании. У 2 больных сдвиги остеобластической активности – «усиление» (1) и «снижение» (1), определенные при анализе сцинтиграмм, не подтверждены впоследствии рентгенологически (табл. 3).

На основании представленных данных нами была рассчитана информативность (чувствительность, специфичность) разработанного способа диагностики. В таблице 4 отображены результаты и информативность осуществленного сцинтиграфического мониторинга репаративной регенерации костной ткани в зоне несращения.

Таким образом, предложенный способ диагностики позволяет в короткие сроки обнаружить наличие динамики репаративного остеогенеза в зоне несращения и ее направленность. Диагностически значимым при этом является не интегральный сдвиг активности в очаге, а именно гетерогенное перераспределение остеобластической актив-

Таблица 2

Результаты оценки остеосцинтиграмм по интегральному накоплению активности (стандарт) и по перераспределению активности накопления

Динамика общего накопления активности в очаге		Увеличение	Снижение	Без динамики	Всего
Динамика перераспределения активности	Увеличение КУА	2	1	3	6
	Увеличение КСА	3	1	1	5
	Увеличение КУА и КСА	10	9	7	26
	Отсутствие динамики КУА и КСА	2	2	1	5
Итого		17	13	12	42

Таблица 3

Распределение пациентов по вариантам заключения о тенденциях репаративного остеогенеза

Методы исследования	Усиление	Снижение	Без изменений
Данные сцинтиграфического мониторинга разработанным способом в зоне несращения (n=42). Интервал 14–20 дней	20	8	14
Рентгенологическая динамика репаративного остеогенеза в зоне несращения (n=42). Интервал 70–90 дней	19	7	16

Таблица 4

## Результаты и информативность скинтиграфической оценки репаративного остеогенеза предложенным способом

ИПС	ИОС	ЛПС	ЛОС	Ч ИПС/ ИПС+ЛОС	С ИОС/ ИОС+ЛПС	ПЦПР ИПС/ ИПС+ЛПС	ПЦОР ИОС/ ИОС+ЛОС
26	14	2	0	1,0	0,88	0,93	1,0

Примечание: ИПС – истинноположительные случаи, ИОС – истинноотрицательные случаи, ЛОС – ложноотрицательные случаи, ЛПС – ложноположительные случаи, Ч – чувствительность, С – специфичность, ПЦПР – прогностическая ценность положительного результата, ПЦОР – прогностическая ценность отрицательного результата.

ности. Информативность диагностического метода оказалась достаточно высокой: чувствительность – 1,0, специфичность – 0,88. Прогностическая ценность положительного результата оказалась равной 0,93. Следовательно, с большой вероятностью можно прогнозировать активизацию сращения фрагментов костей или, наоборот, регресс консолидации и прогрессирование несращения. Еще более высокой оказалась прогностическая ценность отрицательного результата – 1,0. Это означает, что если при скинтиграфическом мониторинге не выявлено динамики репаративного остеогенеза в зоне несращения на ранних этапах, то ее не будет обнаружено и в рентгенологически выявляемой фазе костеобразования.

Следует отметить, что применяемая трактовка результатов остеосцинтиграфических и рентгенологических обследований возможна лишь при соблюдении ряда условий. Должны быть исключены факторы, влияющие на остеобластическую активность костной ткани в зоне несращения. Это, во-первых, оперативные вмешательства и другие значимые травматизации зоны перелома в течение 4 месяцев до обследования и всего периода мониторинга. Вторым важнейшим условием является латентное течение остеомиелита без обострений.

В качестве подтверждения информативности предложенного способа диагностики приведем следующее клиническое наблюдение:

Пациентка К., 49 лет, поступила в клинику СамГМУ 06.11.04 с диагнозом: хронический посттравматический остеомиелит, свищевая форма. Ложный сустав средней трети правой большеберцовой кости. Полтора года назад произошел открытый многооскольчатый перелом. Развился остеомиелит, вследствие чего компрессирующая пластина была вынужденно удалена. На рентгенограммах, выполненных при поступлении – признаки ложного сустава и остеомиелита (рис. 2). 7.11.04 при остеосцинтиграфии выявлен очаг гиперфиксации РФП в средней трети

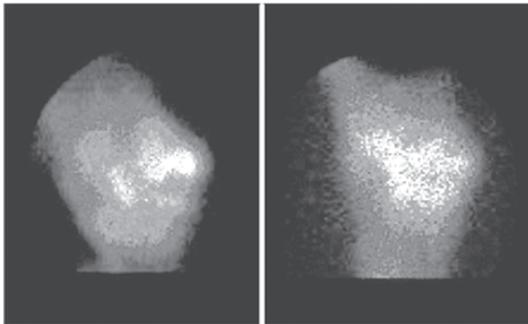
правой голени. Через 18 дней, после курса консервативного лечения, включающего направленную антибактериальную терапию, применение общеукрепляющих и иммунокорректирующих препаратов, физиопроцедур и гравитационную терапию, внешнюю иммобилизацию с дозированной осевой нагрузкой, выполнена повторная остеосцинтиграфия. При сравнительном анализе скинтиграмм (рис. 3) выявлено, что относительное накопление активности в зоне интереса, охватывающей весь патологический очаг, до и после лечения составило соответственно 270% и 274%. Казалось бы, что существенных количественных изменений не произошло. Однако при использовании нашей методики анализа скинтиграфических данных были объективизированы качественные изменения, свидетельствующие об активации костного метаболизма и остеобластической активности в зоне несращения. Отчетливо выражено перераспределение накопления РФП непосредственно в область щели ложного сустава без значимого увеличения общего уровня активности. Определены значения КУА – 2,07 и КСА – 0,21 (оба коэффициента превышают пороговый уровень 0,05). Соотношение коэффициентов свидетельствует о значительном преобладании репаративных процессов в костной ткани и подтверждает положительный эффект лечения. Амбулаторно продолжено консервативное лечение. Через 2,5 месяца после выписки на рентгенограммах выявлено усиление периостального и эндостального остеогенеза, уменьшение склероза концов костных фрагментов, появились размытость границ и нечеткость контуров замыкательных пластин, размытость и значительное сужение линии несращения (рис. 4). Еще через 3 месяца клинически и рентгенологически определяется консолидация с восстановлением опороспособности. Свищи функционировали, определялась остеомиелитическая полость с секвестрами. Выполнена некрсеквестрэктомия, пластика полости внутренней частью трехглавой мышцы на проксимальной питающей ножке (рис. 5). Констатировано выздоровление. Наблюдается в течение 3,5 лет, рецидива нет. Вернулась к прежней работе.



**Рис. 2.** Рентгенограммы пациентки К. при поступлении в клинику: признаки ложного сустава, остеомиелита



**Рис. 4.** Рентгенограммы пациентки К. через 2,5 месяца после выписки: усиление периостального и эндостального остеогенеза, размытость и сужение линии несращения



**Рис. 3.** Сцинтиграммы пациентки К. при поступлении (слева) и через 18 дней (справа): перераспределение накопления РФП непосредственно в область щели ложного сустава, без значимого увеличения общего уровня активности



**Рис. 5.** Рентгенограммы пациентки К. после некрсеквестрэктомии

## Выводы

Стандартный анализ скинтиграмм часто не позволяет количественно оценить направленность и баланс изменений остеобластической активности костной ткани в области несращения.

Применение при диагностике несращений костей, осложненных остеомиелитом, разработанного способа оценки скинтиграмм позволяет у большинства пациентов (66,7%) выявить динамику и тенденции репаративного остеогенеза в зоне перелома в течение 14–20 дней, то есть гораздо быстрее, чем рентгенологическое исследование. Информативность предложенного метода оказалась достаточно высокой: чувствительность – 1,0, специфичность – 0,88.

Разработанный способ скинтиграфической диагностики обладает широкими возможностями для прогнозирования консолидации переломов, позволяет на ранних этапах выявлять тенденции репаративного остеогенеза, что особенно важно при выборе тактики лечения у пациентов с сочетанием хронического посттравматического остеомиелита и несращения костей.

## Литература

1. Власов, В.В. Как читать медицинские статьи. Ч. 2. Исследования, посвященные методам диагностики / В.В. Власов // Международный журнал медицинской практики. – 1997. – № 1. – С. 11–16.
2. Выбор хирургической тактики при лечении больных остеомиелитом длинных костей в зависимости от характера поражения / Ю.А. Амирасланов, А.М. Светухин, И.В. Борисов, А.А. Ушаков // Хирургия. – 2008. – № 9. – С. 46–50.
3. Горюнов, С.В. Гнойная хирургия : атлас / С.В. Горюнов, Д.В. Ромашов, И. А. Бутивщенко ; под. ред. И.С. Абрамова. – М., 2004. – С. 173–219.
4. Зайцев, А.Б. Хирургическая тактика при лечении ложных суставов большеберцовой кости, осложненных хроническим остеомиелитом / А.Б. Зайцев // Травматология и ортопедия России. – 2007. – № 3. – С. 22–26.
5. Каплан, А.В. Гнойная травматология костей и суставов / А.В. Каплан, Н.Е. Махсон, В.М. Мельникова. – М. : Медицина, 1985. – 384 с.
6. Котельников, Г.П. Доказательная медицина / Г.П. Котельников, А.С. Шпигель. – Самара, 2000. – 90 с.
7. Лишманов, Ю.Б. Радионуклидная диагностика для практических врачей / Ю.Б. Лишманов, В.И. Чернов. – Томск, 2004. – С. 279–294.
8. Миронов, С.П. Радионуклидные исследования костной системы / С.П. Миронов, И.И. Пурижанский, А.И. Соколов. – М. : ЦИУВ, 1992. – 34 с.
9. Пат. РФ 2334463. Способ диагностики заболеваний костей и суставов / Сонис А.Г., Капишников А.В., Котельников Г.П., Столяров Е.А. ; заявитель и правообладатель Самарский гос. мед. ун-т. – №2006139459 ; заявл. 7.11.2006 ; опублик. 27.09.2008, Бюл. № 27.
10. Результаты одноэтапного комплексного лечения нерасросшихся переломов, ложных суставов, дефектов длинных костей, осложненных остеомиелитом. / З.П. Уразильдеев [и др.] // Отдаленные результаты лечения больных с хирургической инфекцией : материалы конф. – М., 2006. – С. 91–94.
11. Рентгено-радионуклидные исследования у больных хроническим остеомиелитом / В.И. Шевцов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2007. – № 4. – С. 34–37.
12. Федоров, В.Д. Современные методы лечения хронического остеомиелита / В.Д. Федоров, Ю.А. Амирасланов // Инфекции в хирургии – проблема современной медицины. – М., 2003. – С. 6–9.
13. Хирургическое лечение хронического остеомиелита / Г.Д. Никитин [и др.]. – СПб., 2000. – 288 с.
14. Cierni, G. Treatment of chronic infection / G. Cierni, D. DiPasquale // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2006. – Vol. 14, N 10. – P. 105–110.
15. Saigal, G. Imaging of osteomyelitis with special referens to children / G. Saigal, E.M. Azouz, G. Abdenour // Semin. Musculoskelet. Radiol. – 2004. – Vol. 8, N 3. – P. 255–265.

### Контактная информация:

Сонис Александр Григорьевич, к. м. н. доцент кафедры общей хирургии  
e-mail: sonis18@gmail.com

## INFLUENCE OF THE OSTEOSCINTIGRAPHYC DATA ON A CHOISE OF MEDICAL TACTICS AT PATIENTS WITH CHRONIC POSTTRAUMATIC OSTEOMYELITIS

G.P. Kotelnikov, E.A. Stolyarov, A.G. Sonis, A.V. Kapishnikov