

ВОЗМОЖНОСТИ РАДИОНУКЛИДНОЙ ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ (часть 1)

В.Д. Завадовская – д.м.н., проф.

М. А. Зоркальцев – к.м.н.

О.Ю. Килина – д.м.н.

О.С. Шульга – к.м.н., доцент

*ГОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет
Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» Росздрава*

Цель. Установление информативности трехфазной сцинтиграфии (ТФСГ) в оценке кровотока и выявлении гнойно-воспалительного процесса у больных с нейропатической, ишемической и смешанной формами диабетической стопы (ДС).

Материалы и методы. Были получены результаты трехфазной остеосцинтиграфии 76 пациентов, страдающих сахарным диабетом (СД), с подозрением на остеомиелит, развившийся на фоне ДС. Показатели исследования сопоставлялись с данными морфологических исследований 39 больных.

Результаты. У пациентов с ДС выявлено преобладание угнетения кровотоков артериального и в мягких тканях по сравнению с изменениями внутрикостного кровотока. Установлена низкая специфичность (66,7%) ТФСГ в диагностике остеомиелита у больных СД при чувствительности 94,7% и точности 73,7%.

Выводы. ТФСГ обладает высокой диагностической информативностью в выявлении нарушений артериального и периферического кровообращения стоп у пациентов с ДС. Низкие показатели специфичности этого метода при его высокой чувствительности свидетельствуют об ограниченных возможностях ТФСГ в выявлении гнойно-воспалительного процесса у больных СД. Обнаруженное сохранение кровотока позволяет расширить показания для методов ядерной медицины и использовать сцинтиграфию с мечеными лейкоцитами для индикации очагов гнойной инфекции у пациентов с осложненным течением заболевания.

Ключевые слова: *диабетическая стопа, кровоток, воспаление.*

Введение

Диабетическая остеоартропатия (ДОАП) – следствие сочетания нарушения обменных процессов, облитерирующих изменений в периферических сосудах, расстройств нервной трофики. Это тяжелое осложнение сахарного диабета (СД), приводящее к необратимой инвалидности. Особенность течения ДОАП – инфицирование мягких тка-

ней с последующим развитием остеомиелита как осложнения основной патологии. Его установление на фоне диабетической остеоартропатии относится к наиболее сложным диагностическим ситуациям.

Развитие внутрикостного гнойного воспаления требует адекватных лечебных мероприятий, что зависит от своевремен-

ной диагностики данного осложнения. Общеизвестная методика исследования костной системы при подозрении на остеомиелит, в том числе и при СД, – методы радионуклидной диагностики [1–9]. О диагностической эффективности остеоцинтиграфии в установлении остеомиелита именно у больных СД приводятся разноречивые мнения [5, 7].

Не менее важна при лечении пациентов с ДАОП оценка центрального и периферического кровотоков, поскольку без предварительной коррекции и адекватной терапии нарушенного кровообращения результаты терапии не могут быть удовлетворительными. Оценка состояния кровотока периферических отделов нижних конечностей – также один из критериев деления диабетической стопы (ДС) на нейротрофическую и ишемическую формы [10].

Радионуклидные методы исследования (в частности, трехфазная сцинтиграфия – ТФСГ), исходя из механизмов накопления радиофармпрепарата (РФП), могут быть использованы для раздельной оценки артериального, мягкотканого и костного кровотоков. Однако возможности ТФСГ применительно к оценке состояния кровотока у больных ДАОП окончательно не изучены.

Цель этой работы – установление информативности ТФСГ в оценке характера кровотока и выявлении гнойно-воспалительного процесса у пациентов с нейропатической, ишемической и смешанной формами ДС.

Материалы и методы

ТФСГ с ^{99m}Tc-пирофосфатом («Пирфотех», ООО «Диамед», Россия, 740 МБк) выполнили 76 больным 1-й группы (из них 36 мужчин и 40 женщин, средний возраст – 55,2 ± 6,4 года), имеющим СД 1 и 2 типов, с тяжелым и среднетяжелым течением, с подозрением на остео-

миелит, развившийся на фоне ДС. Исследование включало радионуклидную ангиографию, мягкотканую фазу (blood-pool) и остеоцинтиграфию.

Среди них было 13 пациентов с ишемической формой ДС, 25 больных – с нейропатической и 38 исследуемых – со смешанной (табл. 1).

Для сравнения использовали результаты исследования 84 пациентов с остеомиелитом (из них 53 мужчины и 31 женщина, средний возраст – 49,2 ± 2,3 года) различной локализации, не ассоциированным с СД.

Контрольная (2-я) группа была представлена 57 больными (из них 24 мужчины и 33 женщины, средний возраст – 52,3 ± 4,1 года), которым проводилось радионуклидное исследование опорно-двигательного аппарата и у которых отсутствовали патологические изменения периферических отделов нижних конечностей, включая отсутствие нарушения кровообращения.

Результаты сцинтиграфического исследования в 39 наблюдениях были верифицированы морфологическими показателями операционного материала.

В клинической картине состояния стоп у пациентов с ДАОП в большинстве наблюдений (n = 70; 92,1%) присутствовали изъязвления, участки влажного некроза, гиперемия, гипертермия, свищевые отверстия. Явления сухого некроза отмечены в значительно меньшем количестве случаев (n = 11; 14,5%). Снижение пульсации периферических артерий установлено у 53 (69,7%) пациентов. Из них в 44 (83,0%) случаях оно сочеталось с местными признаками воспаления.

Результаты

На первом этапе исследования был оценен артериальный кровоток периферических отделов нижних конечностей у больных с различными формами ДС (табл. 2).

Таблица 1.

Распределение пациентов по формам ДС

Формы	Число больных	Удельная доля (%)
Ишемическая	13	17,1
Нейропатическая	25	32,9
Смешанная	38	50,0
Всего	76	100

Среднее время поступления ($T_{\text{пост}}$) РФП в дистальные отделы стоп в 1-ю фазу исследования составило $23,9 \pm 0,9$ сек (при диапазоне от 20 сек до 32 сек) и статистически не отличалось от подобного показателя во 2-й группе ($22,3 \pm 0,8$ сек). При сравнении состояния артериального кровотока в ней с группами с различными формами ДС выявлено статистически значимое увеличение $T_{\text{пост}}$ при ишемической ($26,2 \pm 0,4$ сек) и смешанной ($25,4 \pm 0,7$ сек) формах и незначимое – при нейропатической форме ($22,6 \pm 0,4$ сек).

Наряду с этим имелось достоверное отличие этого показателя в группах больных с ишемической и смешанной формами ДС от результатов, полученных при нейропатической форме ДС. Таким образом, общим для всех пациентов с ишемической и смешанной формами ДС в эту фазу радионуклидного исследования было угнетение артериального кровотока.

У 10 (26,3%) больных со смешанной, у 6 (46,2%) пациентов – с ишемической и у 7 (28%) исследуемых – с нейропатической формами ДС наблюдалась одновременная регистрация радиоактивности в сосудах обеих конечностей. В 19 (50%) наблюдениях смешанной формы ДС и в 18 (72%) случаях нейропатической имело место одностороннее повышение кровотока на стороне поражения в виде ускоренного поступления РФП в сосуды зоны интереса относительно симметричных участков. В 9 (23,7%) наблюдениях смешанной формы ДС поступление радиоактивного индикатора в артериальное русло стопы по сравнению с непораженной конечностью было замедлено. Среди больных с ишемической формой ДС поступление РФП в зону интереса было замедлено у 7 (53,8%) пациентов.

Во 2-ю фазу исследования (blood-pool) оценивалось распределение РФП по интенсивности и по равномерности в мягких тканях исследуемых дистальных отделов нижних конечностей. Были выделены равномерное (достаточное) ($n = 12$; 15,8%), равномерное с наличием локальных участков повышенного накопления ($n = 52$; 68,4%) и пониженное (диффузное или локальное) ($n = 12$; 15,8%).

Равномерный характер накопления препарата как с наличием, так и с отсутствием локальных участков гиперфиксации РФП отражал сохраненную перфузию в мягких тканях и имел место в большинстве наблюдений смешанной ($n = 36$; 94,7%) и нейропатической форм ДС ($n = 21$; 84,0%) и в 7 (53,8%) случаях ишемической формы ДС. Перфузия мягких тканей была сохранена как при симметричном ($n = 21$), так и при ускоренном ($n = 37$) или при замедленном ($n = 6$) поступлении РФП в артерии стопы.

Равномерное распределение РФП в сочетании с локальными участками гиперфиксации препарата наблюдалось в 31 (81,6%) случае смешанной, в 21 (84,0%) наблюдении нейропатической и одном (7,7%) случае ишемической формы ДС. Локальные участки гиперфиксации РФП различной протяженности определялись в пределах фаланг ($n = 30$), плюсневых ($n = 15$) и костей предплюсны ($n = 21$) или пяточной области ($n = 1$) одной или двух стоп.

Обсуждение

Необходимо отметить, что локальные участки повышенного накопления РФП соответствовали по локализации изъязвлениям мягких тканей и деструктивно-литическим процессам в костях и не зависели от характера кровотока

Таблица 2.

Среднее время поступления ($T_{\text{пост}}$) РФП артерии стоп в 1-й и 2-й группах по данным радионуклидной ангиографии

Формы ДС	Группы		Статистическая значимость (ошибка, p)
	1-я (n = 76)	2-я (n = 57)	
Смешанная	$25,4 \pm 0,7^*$	22,3 ± 0,8	0,004
Ишемическая	$26,2 \pm 0,4^{**}$		0,001
Нейропатическая	$22,6 \pm 0,4$		0,93
Среднее по группам	$23,9 \pm 0,9$		0,76

Примечания: ДС – диабетическая стопа; n – число пациентов; * – $p = 0,61$ по сравнению с ишемической, $p = 0,05$ по сравнению с нейропатической; ** – $p = 0,07$ по сравнению со смешанной, $p = 0,04$ по сравнению с нейропатической.

(ускоренное, замедленное) в 1-ю фазу радионуклидного исследования у пациентов со смешанной или нейропатической формами ДС.

Таким образом, угнетение мягкотканого кровотока в артериальную фазу в 9 (23,7%) наблюдениях среди больных со смешанной формой ДС и в одном (7,7%) случае – с ишемической не препятствовало наличию на этом фоне очагов повышенного поглощения РФП у пациентов с клиническими признаками гангрены.

При пониженном накоплении РФП в мягких тканях в качестве «немых зон» у пациентов со смешанной (n = 2, 5,3%) и нейропатической (n = 4, 16%) формами ДС расценивались как дефекты мягких тканей в области мягкотканых некрозов в случае их выхода на контур. Необходимо отметить, что у таких больных по краю «немых зон» в 3 случаях визуализировались локальные участки гиперфиксации РФП, соответствовавшие внешним признакам воспаления в тканях, прилежащих к зоне демаркации. Диффузное снижение накопления РФП было обнаружено у 6 (85,7%) больных из 7 пациентов с ишемической формой ДС с замедлением кровотока в артериальную фазу исследования. На фоне диффузно-пониженной аккумуляции РФП в 3 наблюдениях дополнительно выявлены «немые зоны» в проекции мумификации мягких тканей.

В костную фазу исследования анализировали степень накопления и характер распределения РФП в костях стоп. Выделены 2 типа распределения активности – с нормальным (достаточным) накоплением и с нормальным же, но при наличии участков повышенной аккумуляции РФП в костной ткани.

Обе разновидности накопления РФП отражали сохраненный костный кровоток, наблюдавшийся у 100% исследуемых.

У всех пациентов с ишемической формой ДС (n = 13), несмотря на обеднение артериального кровотока в 7 наблюдениях и наличие «немых зон» в мягких тканях в 6 наблюдениях, снижения накопления препарата в костях не отмечено и распределение РФП было достаточным и равномерным.

Во всех наблюдениях со смешанной формой ДС (n = 38) степень аккумуляции была достаточной с наличием участков гиперфиксации индикатора. При этом в 31 (81,6%) случае отмечено сочетание гиперфиксации РФП в мягкотканую и костную фазы исследования аналогичной (n = 20, 64,5%) или даже превосходящей (n = 11, 35,5%) площади.

У большинства больных с нейропатической формой ДС (n = 23, 92,0%) распределение РФП в костях также было нормальным с аналогичными участками локальной повышенной аккумуляции. Однако в 2 (8,0%) наблюдениях в зоне интереса ее не было в костях по сравнению с повышенным накоплением радионуклидного маркера на этом уровне в мягких тканях.

Морфологическое исследование операционного материала больных СД подтвердило результаты радионуклидного исследования артериального и мягкотканого кровотока во всех случаях. У 6 пациентов с явлениями гипофиксации РФП установлены изменения сосудов атеросклеротического характера с кальцинацией, гиалинозом и явлениями продуктивного периартериита. Гаверсовы каналы на значительных участках не прослеживались. В 17 случаях у пациентов с нормальным накоплением РФП отмечено сочетание частично запустевших сосудов и участков выраженной васкуляризации, в кости просвет гаверсовых каналов сохранен, стенки сосудов надкостницы с набухшими эндотелиоцитами утолщены (рис. 1).

Результаты исследования указывают на то, что, несмотря на угнетение кровотока в 1-ю фазу, в костях и в меньшей степени в мягких тканях он сохранен за счет развития коллатералей. Таким образом, угнетение мягкотканого кровотока в артериальную фазу не препятствовало наличию на этом фоне очагов повышенного поглощения РФП у больных с клиническими признаками гангрены.

На 2-м этапе исследования была изучена диагностическая эффективность ТФСГ в установлении гнойно-воспалительного процесса у пациентов с ДОАП.

Критерием сцинтиграфической диагностики остеомиелита при использовании ТФСГ служило усиление кровотока на стороне поражения в артериальную фазу исследования и увеличение либо соответствие площади накопления РФП в мягких тканях по сравнению с костной [11].

Подобные закономерности были получены в группе сравнения у больных банальным остеомиелитом, не ассоциированным с СД. У этой категории исследуемых такой критерий обеспечил высокие диагностические показатели. Так, специфичность ТФСГ достигала 80%.

Среди пациентов с ДОАП характерная для внутрикостного воспаления сцинтиграфическая картина установлена у 37 (48,7%) пациентов, и

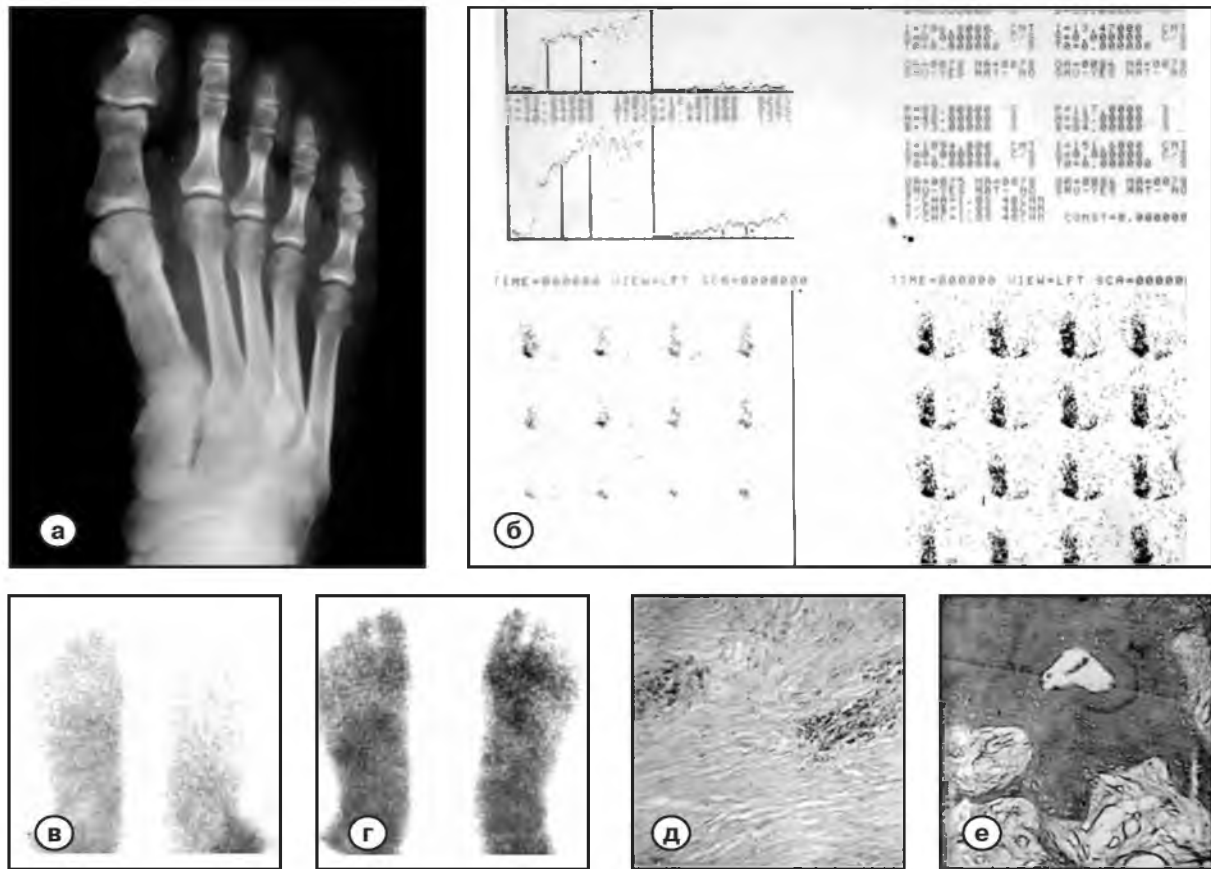


Рис. 1. Больной К., 68 лет. Ишемическая форма ДС

- а – рентгенограмма левой стопы. Остеопороз основной фаланги 1-го пальца, 1-й плюсневой кости, костей предплюсны;*
- б – радионуклидная ангиограмма сосудов стопы. Регистрация активности в сосудах левой стопы отсутствует в течение 1,5 мин;*
- в – сцинтиграмма стопы. Мякотканая фаза. Гипофиксация РФП в средней трети левой стопы, отсутствии поглощения РФП в проекции пальцев стопы;*
- г – сцинтиграмма стопы. Костная фаза. Визуализация стопы сохранена на всем протяжении;*
- д – микрофотограмма. Участок 1-й плюсневой кости. Облитерация сосудов в периостальных мягких тканях;*
- е – микрофотограмма. Участок 1-й плюсневой кости. Выраженные атрофические и дистрофические изменения костной ткани*

первоначально она расценивалась как остеомиелит. Сцинтиграфические критерии воспаления у этих больных сочетались с данными клинико-рентгенологического исследования. У таких пациентов имели место клинические проявления воспаления и рентгенографически были выявлены деструктивно-литические изменения в костях стопы.

При этом сцинтиграфические признаки воспаления чаще обнаруживали у больных со смешанной ($n = 22, 57,9\%$) и нейропатической ($n = 15, 60,0\%$) формами. Однако результаты оперативного вмешательства с последующим

морфологическим исследованием послеоперационного материала и наблюдения в анамнезе подтвердили наличие внутрикостного воспаления только у 18 (23,7%) пациентов как истинно положительные (ИП) результаты (табл. 3).

О морфологическом подтверждении наличия воспаления свидетельствовали воспалительные инфильтраты, представленные гранулоцитарными и лимфоцитарными элементами (рис. 2).

Остальные наблюдения с локальной гиперфиксацией РФП после данных морфологиче-

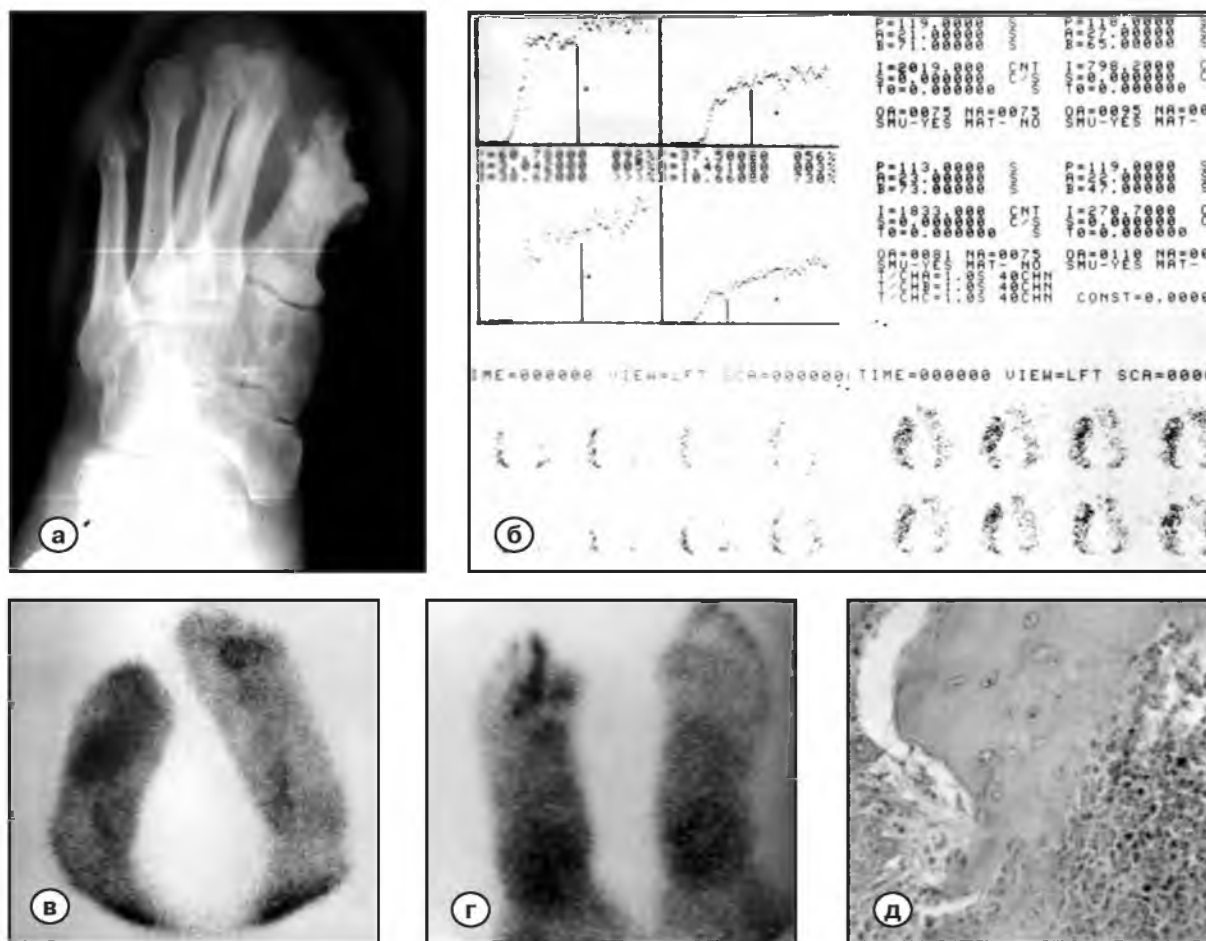


Рис. 2. Больной 3., 54 года. Смешанная форма ДС
 а – рентгенограмма правой стопы. Мягкие ткани резко отечны, структура неоднородная. Визуализируются фрагменты суставных поверхностей оснований проксимальных фаланг 4-го и 5-го пальцев. Грубая деформация за счет краевой деструкции и склероз 1-й и 2-й плюсневых костей;
 б – радионуклидная ангиограмма. Одностороннее повышение и ускорение артериального кровотока правой стопы;
 в–г – сцинтиграммы обеих стоп во 2-й (в) и 3-й (г) фазах исследования. Обширная зона гиперфиксации РФП в центральных и периферических отделах правой стопы, преобладающие по площади в мягких тканях (2-я фаза) по сравнению с костной (3-я фаза);
 д – микропрепарат. Участок 1-й плюсневой кости. Обильная инфильтрация сегментоядерного характера грануляционной ткани, расположенной между костными структурами

Результаты ТФСГ в диагностике остеомиелита у больных ДС

Таблица 3.

Форма	Число пациентов	Количество результатов			
		ИП	ИО	ЛП	ЛО
Смешанная	38	11	17	10	0
Нейропатическая	25	7	10	8	0
Ишемическая	13	0	11	1	1
Итого	76	18	38	19	1

Примечания: ИП – истинно положительные; ИО – истинно отрицательные; ЛП – ложно положительные; ЛО – ложно отрицательные.

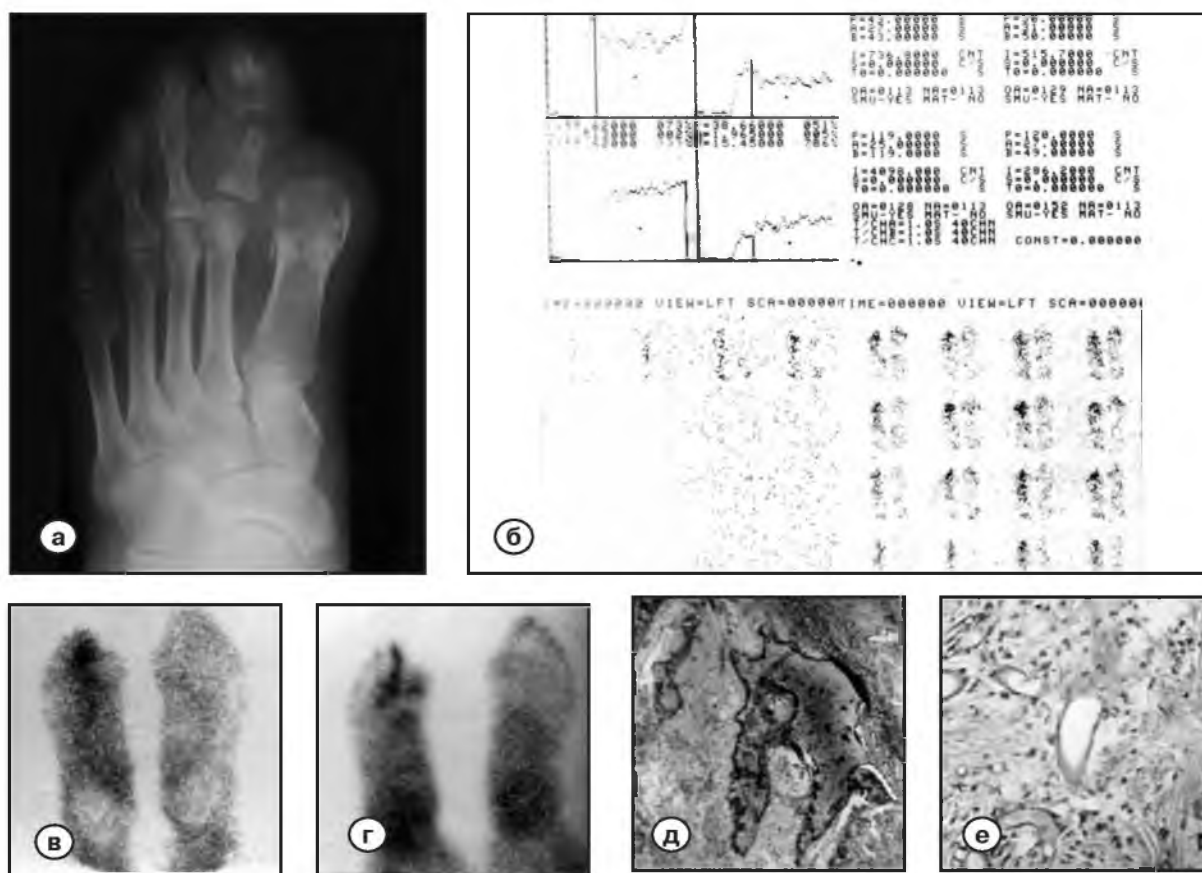


Рис. 3. Больной К., 55 лет. Смешанная форма ДС

а – рентгенограмма правой стопы. На фоне отека ее мягких тканей определяются деструктивно-литические изменения костной ткани средней и основных фаланг 2-го пальца, признаки артрита и подвывих в проксимальном межфаланговом суставе. Контуры суставной поверхности головки 2-й плюсневой кости четкие;

б – радионуклидная ангиограмма стоп. Увеличение кровотока в правой стопе;

в-г – сцинтиграммы обеих стоп во 2-й (*в*) и 3-й (*г*) фазах исследования. Разлитой участок гиперфиксации РФП в проекции 2-го пальца в мягких тканях и более локализованный – в костную фазу;

д-е – микропрепарат. Участок основной фаланги 2-го пальца правой стопы. Очаги некроза костной ткани (*д*). В мягких тканях – общий отек периостальных мягких тканей с отдельными лимфоцитами (*е*)

ского исследования представляли ложно положительные (ЛП) результаты. При морфологическом исследовании операционного материала у этих пациентов в кости воспаление отсутствовало, а в мягких тканях по ходу сосудов обнаруживались единичные плазмциты.

Удельный вес ЛП результатов – 25,0% (n = 19). При этом среди пациентов со смешанной формой они составили 26,3% (n = 10), среди больных с нейропатической формой – 32,0% (n = 8). Особенностью ишемической формы ДС было отсутствие ИП данных, а только наличие ЛП – 7,7% (n = 1), ложно отрицательных – 7,7% (n = 1) и истинно отрицательных – 84,6%

(n = 11) результатов. ЛП показатели исследования были обусловлены повышенным кровотоком и метаболизмом, связанными с нарушением нервной и сосудистой трофики (рис. 3).

В итоге сопоставление данных сцинтиграфии, операционного материала (n = 39) и наблюдения в катмнезе (n = 37) установило низкую специфичность (66,7%) ТФСГ в диагностике остеомиелита у больных СД при 94,7%-ной чувствительности и 73,7%-ной точности.

Заключение

Анализ результатов оценки регистрации арте-

риального и периферического кровотоков обнаружил соответствие скинтиграфических и морфологических данных, что свидетельствует о высокой диагностической информативности метода в выявлении нарушений артериального и периферического кровообращения стоп у больных с ДС.

Применительно к использованию трехфазной остеосцинтиграфии в выявлении остеомиелита на фоне ДС было установлено, что локальная гиперфиксация РФП в зоне интереса не всегда сопровождается наличием воспалительной клеточной инфильтрации и далеко не всегда исчерпывающим образом разрешает

проблему диагностики остеомиелита, осложняющего течение ДС.

Следовательно, полученные низкие показатели специфичности ТФСГ свидетельствуют об ограниченных возможностях метода в выявлении гнойно-воспалительного процесса у данной категории больных.

В то же время зарегистрированное по показателям ТФСГ наличие сохраненного кровотока дает возможность расширить показания для методов ядерной медицины и применять скинтиграфию с мечеными лейкоцитами для индикации очагов гнойной инфекции у пациентов с осложненным течением ДС. ■

Список литературы

1. Capriotti G. et al. Nuclear medicine imaging of diabetic foot infection: results of meta-analysis. *Nucl. Med. Commun.* 2006; 27 (10): 757–764.
2. Kaim A. et al. Chronic complicated osteomyelitis of the appendicular skeleton. Diagnosis with ^{99m}Tc labeled monoclonal anti-granulocyte antibody-immunoscintigraphy. *Eur. J. Nucl. Med.* 1997; 24 (7): 732–738.
3. Unal S.N. et al. Comparison of ^{99m}Tc methylene diphosphonate, ^{99m}Tc human immune globulin, and ^{99m}Tc labeled white blood cell scintigraphy in the diabetic foot. *Clin. Nucl. Med.* 2001; 26 (12): 101–1021.
4. Devillers A. et al. Contribution of ^{99m}Tc hexamethylpropylene amine oximelabelled leucocyte scintigraphy to the diagnosis of diabetic foot infection. *Eur. J. Nucl. Med.* 1998; 25 (2): 132–138.
5. El-Maghraby T.A. Nuclear medicine methods for evaluation of skeletal infection among other diagnostic modalities. *J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2006; 50 (3): 167–192.
6. Soluri A. et al. High resolution mini-gammacamera and ^{99m}Tc [HMPAO] leukocytes for diagnosis of infection and radioguided surgery in diabetic foot. *G. Chir.* 2005; 26 (6–7): 246–250.
7. Prandini N. et al. Nuclear medicine imaging of bone infections. *Nucl. Med. Commun.* 2006; 27 (8): 633–644.
8. Christopher J.P. et al. Osteomyelitis: Diagnosis with ^{99m}Tc labeled Antigranulocyte Antibodies Compared with Diagnosis with ^{111}In labeled Leukocytes – Initial Experience. *Radiology.* 2002; 223: 758–764.
9. Palestro C.J. et al. Rapid diagnosis of pedal osteomyelitis in diabetics with a technetium- ^{99m}Tc labeled monoclonal antigranulocyte antibody. *J. Foot. Ankle. Surg.* 2003; 42 (1): 2–8.
10. Stephen L.H. et al. The Effects of Peripheral Vascular Disease with Osteomyelitis in the Diabetic Foot. *Am. J. of Surg.* 1999; 177: 282–286.
11. Завадовская В.Д. Лучевая диагностика остеомиелита Дис. д-ра мед. наук. Томск. 1995; 290.

RADIONUCLIDE DIAGNOSTICS OF DIABETIC FOOT SYNDROME (part 1)

V.D. Zavadovskaya, M.A. Zorkaltsev, O.Yu. Kilina O.S. Shoulga

Purpose. Was to establish the informative value of 3-phase scintigraphy in assessment of blood flow and identify pyo-inflammatory process in patients with neuropathic, ischemic, and mixed forms of diabetic foot.

Materials and methods. This study includes the results of three-phase scintigraphy of 76 patients with diabetes mellitus and with suspicion of osteomyelitis in diabetic foot. Results were verified with morphological study in 39 patients.

Results. In patients with diabetic foot the depression of the main vessels blood flow and blood flow prevalence the changes intraosseous blood flow.

Three-phase scintigraphy revealed a lower specificity (66,7%) in the diagnosis of osteomyelitis in patients with diabetes mellitus at the sensitivity (94,7%) and accuracy (73,7%).

Conclusions. Three-phase scintigraphy is high-performance method in revealing the arterial and peripheral blood flow disorder in patients with diabetes mellitus.

The low specificity of the three-phase scintigraphy with high sensitivity indicates the limited possibilities of the method in the identification of pyo-inflammatory process in patients with diabetes mellitus.

The observed preservation of blood flow makes it possible to expand indications of methods of nuclear medicines and applies scintigraphy with labeled leukocytes for indication purulent infection in patients with complicated course.

Key words: diabetic foot, blood flow, inflammation.

Адрес для корреспонденции:

Завадовская Вера Дмитриевна
634050 Томск, Московский пр-т, 2,
ГОУ ВПО СибГМУ Росздрава,
кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии
Тел./факс: (3822) 53-20-31
E-mail: radiology@ssmu.ru



КОНТРАСТНЫЕ СРЕДСТВА

Сергеев П. В., Поляев Ю. А., Юдин А. Л., Шимановский Н. Л.
Москва. 2007, 498 стр., ил.
ФГУП Издательство «Известия» УД П РФ, 2007
ISBN 5-206-00710-2

Книга предназначена для интервенционных радиологов, лучевых диагностов, фармакологов, работающих в области создания и клинического применения контрастно-диагностических средств, молодых практикующих врачей и научных работников.

Издание посвящено описанию фармакологических свойств основных классов современных контрастных средств, широко применяемых при использовании рентгеновских, магнитно-резонансных и других методов лучевой диагностики. Описан собственный опыт авторов по применению современных контрастных средств для ангиографии и компьютерной томографии. Рассмотрены механизмы побочных эффектов йодсодержащих органических рентгеноконтрастных средств и меры повышения безопасности их использования.