

Количественная остеосцинтиграфия с ^{99m}Tc -пирофосфатом для оценки выраженности воспаления в суставах

Е. Г. Прохорова^{*,1}, Е. В. Жиляев²

¹ ФКУЗ «Главный клинический госпиталь Министерства внутренних дел Российской Федерации»

² ЗАО «Европейский медицинский центр»

Quantitative Bone Scan with ^{99m}Tc -pyrophosphate to Assess the Severity of Joint Inflammation

E. G. Prokhorova^{*,1}, E. V. Zhilyaev²

¹ Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs Russian Federation

² European Medical Center

Реферат

Целью настоящей работы является оценка методики количественной остеосцинтиграфии для определения воспаления в суставах при различных ревматологических заболеваниях. В исследование включено 300 человек (из них 164 (53,3 %) пациента с установленными диагнозами ревматоидного и псориатического артритов, анкилозирующего спондилита, периферического спондилоартрита, остеоартроза, хронического подагрического артрита и 136 (46,7 %) пациентов групп контроля, в том числе с псориазом без артрита и с хронической мочевой инфекцией). Проводилась остеосцинтиграфия с пирофосфатом натрия, меченным ^{99m}Tc , через 3 ч после его введения. Для каждого исследуемого сустава рассчитывался коэффициент накопления радиофармпрепарата (РФП). Для большинства суставов обнаружены статистически значимые связи величины коэффициента накопления с клиническими признаками вовлечения суставов, а также динамика значений коэффициентов накопления при изменении клинико-лабораторной активности заболевания. Отмечено, что у пациентов с активной хронической инфекцией мочевых путей и кожным псориазом наблюдается повышение накопления РФП в суставах, сходное с таковым при периферическом спондилоартрите и псориатическом артрите соответственно.

Это позволяет заключить, что однофазная количественная остеосцинтиграфия с пирофосфатом, меченным ^{99m}Tc , является перспективной методикой для количественной оценки активности воспа-

* Прохорова Елена Геннадиевна, кандидат медицинских наук, начальник отделения радиоизотопной диагностики, врач-радиолог ФКУЗ «ГКГ МВД России».

Адрес: 123060, г. Москва, ул. Народного Ополчения, д. 35.

Тел.: +7 (910) 477-31-95. Электронная почта: egprokhorova@yandex.ru

Prokhorova Elena Gennadievna, Ph. D. Med., Head of Radioisotope Diagnostic Department, the Radiologist of Main Clinical Hospital Ministry of Internal Affairs Russian Federation.

Address: 35, ul. Narodnogo Opolchenija, Moscow, 12360, Russia.

Phone number: +7 (910) 477-31-95. E-mail: egprokhorova@yandex.ru

ления и может быть использована для объективной оценки активности заболевания суставов и ее изменения в ходе лечения.

Ключевые слова: количественная остеосцинтиграфия, ^{99m}Tc , пирофосфат натрия, коэффициент накопления, артрит, активность воспаления.

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the methodology for quantitative bone scan to assess the joint inflammation severity in different rheumatic diseases. The study included 300 people (164 patients with a diagnosed rheumatoid and psoriatic arthritis, ankylosing spondylitis, peripheral spondylitis, osteoarthritis, chronic gouty arthritis and 136 control patients, including those with psoriasis without arthritis and chronic urinary infection). Bone scan was performed with sodium pyrophosphate labeled with ^{99m}Tc , three hours after its infusion. For each joint the radiopharmaceutical accumulation ratio (AR) was calculated. For most of the joints are found statistically significant correlations of AR with clinical symptoms of the joint involvement, as well as the dynamics of AR values while changing clinical and laboratory disease activity. It is noted that in patients with active chronic urinary tract infections and skin psoriasis increase of radiotracer accumulation in joints was similar to those in peripheral spondylitis and psoriatic arthritis, respectively.

Obtained data allows to conclude that the single-phase quantitative bone scan with labeled ^{99m}Tc pyrophosphate, is a promising technique for the quantification of inflammatory activity. This method may be used for an objective assessment of disease activity and changes the joint inflammation during treatment.

Key words: Quantitative Bone Scan, ^{99m}Tc , Sodium Pyrophosphate, Accumulation Rate, Arthritis, Inflammatory Activity.

Актуальность

Оценка выраженности суставного воспаления играет большую роль как в диагностическом процессе (установление количества и типов вовлеченных суставов), так и в определении активности заболевания. Последняя имеет критическое значение для принятия решений об изменениях лечебной тактики [7]. В настоящее время выраженность воспалительного процесса в суставе обычно оценивается:

- клинически (по боли, припухлости, пальпаторной болезненности сустава и другим внешним признакам воспаления);
- с помощью ультразвукового исследования (наличие суставного выпота, утолщение синовиальной оболочки, сигналы энергетического доплера, свидетельствующие о гиперваскуляризации);

— посредством магнитно-резонансной томографии (выявление суставного выпота, костно-мозгового отека, отека периартикулярных тканей) [4].

Первые 2 метода весьма субъективны, а 3-й весьма дорогостоящий. Кроме того, при практическом использовании УЗИ и МРТ активность оценивается по нескольким выбранным суставам (чаще суставы кистей). Такой подход может давать необъективную оценку в случаях, когда в большей степени вовлечены неисследуемые суставы. Использование скинтиграфии для количественной оценки активности воспаления в суставах представляется перспективным ввиду простоты выполнения исследования и возможности одновременного исследования всех суставов тела. В случае использования количественных оценок данный метод может стать объективным

и операторонезависимым. Исследования на животных показывают, что при экспериментальном артрите повышение накопления в области сустава ^{99m}Tc -бифосфата наблюдается уже через 2 дня и значительно опережает появление МРТ-признаков [6].

Меченый радиоактивным ^{99m}Tc пирофосфат имеет сходные характеристики тканевого распределения с фосфатами и накапливается преимущественно в незрелом коллагене и кристаллах гидроксиапатитов, а также в местах повышенной клеточно-тканевой активности [1].

Для получения количественной оценки может быть использовано отношение накоплений радиофармпрепарата в области исследуемого сустава и в эквивалентной по размеру области прилежащей кости. Некоторыми исследователями было продемонстрировано преимущество такого подхода как перед визуальным определением поражения сустава, так и перед использованием других контрольных зон (мышцы, позвоночник) [3, 5].

Результаты ранее проведенного пилотного исследования продемонстрировали, что рассчитанные таким образом коэффициенты накопления удовлетворительно коррелируют с клиническими признаками воспаления, но при этом являются более чувствительными в выявлении вовлечения сустава [2].

Цель: оценка полезности метода количественной остеосцинтиграфии для определения воспаления в различных суставах при различных ревматологических заболеваниях.

Материалы и методы

Популяция пациентов

В исследование включались амбулаторные пациенты и больные ревматологи-

ческого стационара с установленными клиническими диагнозами:

- ревматоидного артрита (в соответствии с критериями ACR, 1988 или критериями EULAR/ACR, 2010) ($n = 31$; 10,3 %);
- анкилозирующего спондилита (соответствующие модифицированным нью-йоркским критериям, 1984) ($n = 10$; 3,3 %);
- периферического спондилоартрита, включая реактивные артриты (соответствующие критериям периферического спондилоартрита ASAS, 2011 и критериям В. Amor, 1990) ($n = 60$; 20 %);
- псориатического артрита (в соответствии с критериями CASPAR, 2006) ($n = 17$; 5,7 %);
- остеоартроза крупных суставов (в соответствии с критериями R. D. Althman, 1995) ($n = 39$; 13 %);
- хронического подагрического артрита, диагностированного на основании выявления кристаллов мочекислого натрия в суставе или наличия типичных тофусов ($n = 7$; 2,3 %).

Контрольную группу составляли амбулаторные больные, страдающие злокачественными новообразованиями, проходившие плановую остеосцинтиграфию для исключения рецидива заболевания ($n = 136$; 46,7 %).

Пациенты включались в контрольную группу при следующих условиях:

- срок не менее 5 лет после радикального лечения заболевания;
- отсутствие признаков рецидива заболевания или наличия метастазов;
- без симптомов заболевания суставов и суставного заболевания в анамнезе.

В контрольной группе были выделены лица, имевшие признаки активной инфекции мочевых путей (лейкоцитурия и бактериурия по данным клинического анализа мочи), а также пациенты с псориазом. Эти пациенты анализировались отдельно.

Остеосцинтиграфия

Обследование суставов проводилось по стандартной методике однофазной остеосцинтиграфии с пирфотехом (пирфосфатом натрия) ООО «Диамед», через 3 ч после внутривенного введения пирфотеха, меченного ^{99m}Tc , активностью 500–550 МБк. Исследование выполнялось в положении больного лежа на спине в передней и задней проекциях на гамма-камере PRISM 2000XP (PIKER, США) и гамма-камере Philips BrightView SPECT (Philips, Голландия) по программе «все тело», не более 14–16 мин, в зависимости от веса и роста больного. Обследование лучезапястных суставов и мелких суставов кистей проводилось отдельно, планарно, сразу же после исследования «все тело», в положении больного сидя, с набором не менее 100 тысяч импульсов в кадре. При обработке данных для каждого сустава рассчитывался коэффициент накопления (КН) радиофармпрепарата (РФП) в одинаковых по размеру областях интереса — в зоне сустава по отношению к прилежащей к нему кости. В исследование не включались следующие суставы:

- локтевые и лучезапястные суставы на стороне введения РФП в локтевую вену и вены кисти при любой степени его подкожного попадания;
- тазобедренные суставы при невозможности больному полностью опорожнить мочевой пузырь перед исследованием;

- суставы нижних конечностей (коленные, голеностопные, мелкие суставы стоп) при неточном позиционировании конечности в результате изменения позы больным в ходе исследования;
- лучезапястные суставы и мелкие суставы кистей при невозможности провести исследование кистей сидя или правильно позиционировать конечность из-за болей в суставах.

У ряда пациентов с избыточной массой тела локтевые, а иногда и плечевые суставы не помещались в область под детектором, они, естественно, обсчету не подлежали.

Клиническая оценка вовлечения суставов

Пациенты, в их числе и лица, составившие контрольную группу, заполняли опросник, содержащий в том числе вопросы о наличии боли в покое и при движениях по следующим локализациям: в кисти, локте, плече, тазобедренном суставе, колене, стопе (правой или левой для каждой локализации), крестце (правой и левой его половине). Ответ на каждый вопрос давался в виде выбора одной из категорий: «нет», «незначительные», «умеренные», «сильные», «нестерпимые». Кроме того, включаемые пациенты осматривались врачом, определявшим болезненность во всех исследуемых суставах по шкале от 0 до 3 баллов: 0 — нет боли; 1 — пациент говорит о том, что пальпация болезненная; 2 — пациент морщится; 3 — произвольное отдергивание конечности или отстранение от исследователя (индекс Ричи).

Статистический анализ

Анализ проводился с помощью пакета статистических программ SPSS 11.5

(SPSS Inc., 2002). Сравнение КН в разных нозологических группах проводилось с учетом типа сустава в рамках многофакторного дисперсионного анализа (обобщенное линейное моделирование) с использованием КН в качестве зависимой переменной.

В качестве факторов включались принадлежность к нозологической группе и тип сустава. Оценка связи клинических показателей вовлечения сустава (боль в покое, боль при движениях, болезненность при пальпации), имевших полуколичественный (порядковый) характер, с величинами КН осуществлялась в рамках однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с оценкой взвешенного линейного тренда по категориям. Оценка выборок на соответствие гипотезе о нор-

мальном распределении производилась с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. Сравнение парных выборок — с использованием рангового метода Вилкоксона.

Результаты и их обсуждение

Общая характеристика данных

В исследование было включено 300 пациентов, демографические характеристики которых представлены в табл. 1.

Анализ характера распределения КН в подгруппах суставов одной локализации и относящихся к одной болезни демонстрировал, за редкими исключениями, соответствие предположению о нормальности (метод Колмогорова — Смирнова).

Несоответствия этой гипотезе в основном наблюдались в суставах боль-

Таблица 1

Характеристика пациентов по нозологической форме заболевания

Нозологическая группа	Число пациентов	Возраст (M ± SD)	Число мужчин (%)	Число исследованных суставов
Контроль	124	57,9 ± 13,0	53 (42,7)	490
Контроль (псориаз без артрита)	2	45,5 ± 19,1	2 (100)	30
Контроль (активная ИМП)	10	41,2 ± 14,9	3 (30)	205
Периферический спондилоартрит	60	39,1 ± 10,7	34 (56,7)	1232
Ревматоидный артрит	31	54,3 ± 13,1	11 (35,4)	747
Остеоартроз	39	57,7 ± 11,6	14 (35,9)	944
Анкилозирующий спондилит	10	37,8 ± 7,60	9 (90)	223
Псориатический артрит	17	49,7 ± 14,3	10 (58,8)	343
Подагра	7	48,6 ± 5,26	6 (82,7)	161
Всего	300	51,3 ± 14,6	142 (47,3)	4375

ных из группы периферического спондилоартрита (ПСПА) и, возможно, были обусловлены неоднородностью больных в этой группе. Указанные результаты дали основания для применения параметрического анализа для оценки различий между группами и связи между признаками.

Сравнение накопления РФП при заболеваниях и в контроле

Ввиду различий между значениями КН в области разных суставов сравнение групп с контрольной проведено в рамках многофакторного анализа с введением поправки на тип сустава. Анализ, включивший данные о 4140 суставах, продемонстрировал значительно более высокое ($p < 0,001$ для всех сравнений) накопление РФП у пациентов с заболеваниями суставов по сравнению с контрольной группой.

Данные о средних значениях КН в различных суставах представлены на рис. 1.

В ходе анализа также выявлены достоверные ($p < 0,001$), независимые от нозологической группы различия в величинах КН между различными типами суставов. Этот же анализ показал высокодостоверное ($p < 0,001$) взаимодействие между типом сустава и нозологической группой. Это может означать, что различия в накоплении РФП между нозологиями будут наблюдаться и в суставах разных типов.

Сравнение накопления РФП у пациентов с обострением хронической инфекции мочевых путей с лицами основной контрольной группы и больными группы ПСПА (многофакторный анализ с поправкой на тип сустава) демонстрирует более высокие значения КН, чем в контрольной группе ($p < 0,001$), но в то же время существенно ниже, чем в группе ПСПА ($p < 0,001$). Анализ графического сравнения средних значений КН в этих 3 группах показывает, что повышение накопления РФП у больных с обострением хронической

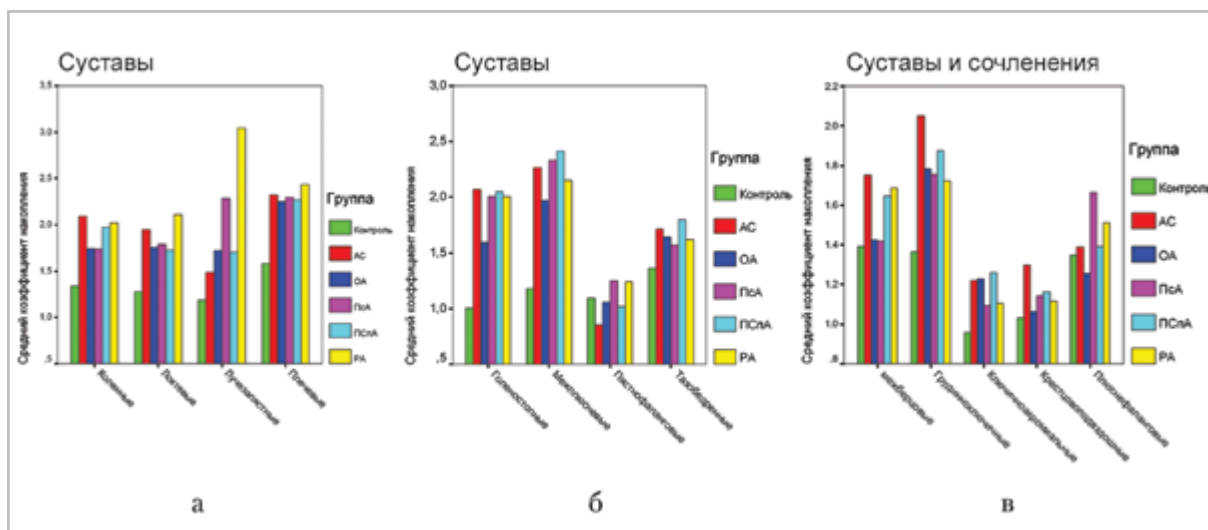


Рис. 1. Средние КН в области различных суставов по нозологическим группам: ПСПА — периферический спондилоартрит, включая реактивные артриты; РА — ревматоидный артрит; ОА — остеоартроз; АС — анкилозирующий спондилит; ПсА — псориатический артрит

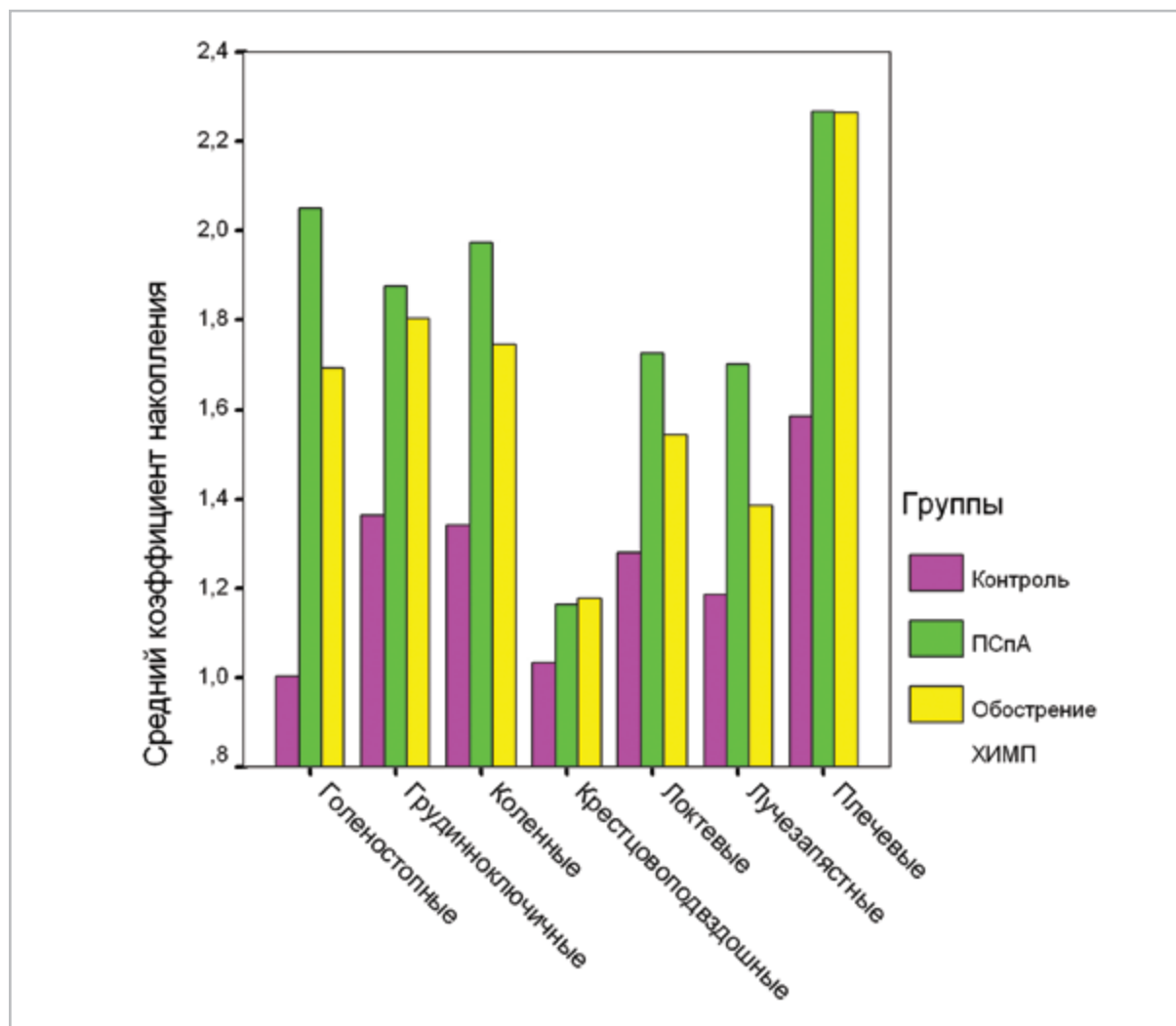


Рис. 2. Средние КН у больных с обострением хронической мочевой инфекции, с периферическим спондилоартритом и у контрольной группы: ПСПА – периферический спондилоартрит; ХИМП – хроническая инфекция мочевых путей

инфекции мочевых путей (ХИМП) наблюдалось в тех же суставах, что и при ПСПА, но было меньшим по выраженности (рис. 2).

Аналогичное сравнение пациентов с кожным псориазом, но без клинических признаков артрита с контрольной группой и больными псориатическим артритом демонстрирует сходные изменения в накоплении РФП в области суставов (рис. 3), а также достоверно более выраженное накопление РФП в сравнении

с контролем ($p < 0,001$), при отсутствии значимых отличий от группы больных псориатическим артритом.

Связь коэффициента накопления с клиническими признаками вовлечения суставов

Ввиду того что наличие боли в области соответствующего сустава определялось с помощью опросника, а способность пациента точно локализовать боль в области мелкого сустава пред-

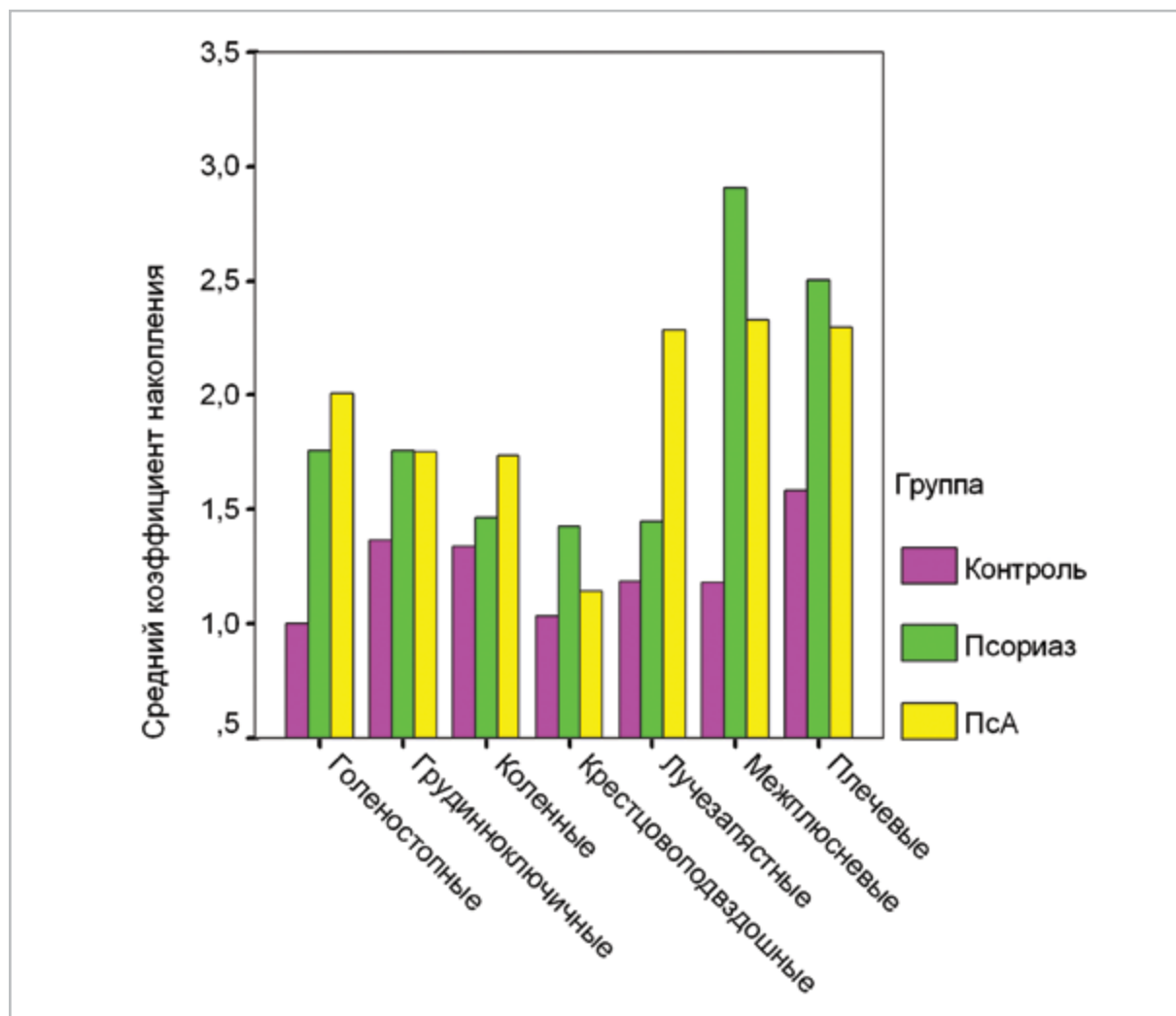


Рис. 3. . Средние КН у больных с псориазом (без артрита), у контрольной группы и больных ПсА

ставлялась сомнительной, не исследовались связи КН с болью в следующих суставах: межберцовых, межплюсневых, плюснефаланговых, грудино-ключичных и ключично-акромиальных. Для большинства исследованных локализаций обнаружены статистически значимые связи выраженности боли в области сустава и пальпаторной болезненности с величиной коэффициента накопления (табл. 2). Не было выявлено значимых связей с клиническими показателями КН в области межберцовых суставов,

крестцово-подвздошных сочленений, грудино-ключичных и ключично-акромиальных суставов.

Динамика коэффициентов накопления на фоне течения ревматических заболеваний

Для оценки чувствительности КН к изменению активности заболевания в ходе лечения отобрано 13 пациентов (из группы РА — 7, из группы ПСПА — 4, из группы ПсА — 2), у которых были доступны, по крайней мере, 2 исследования, соответствующие периодам различной ак-

Связь между коэффициентом накопления и клиническими проявлениями поражения для различных суставов

Сустав	Число исследованных суставов	Связь с клиническими показателями: доля определяемой вариации (значимость связи)		
		Боль в покое	Боль при движении	Болезненность при пальпации
Плечевые	280	0,014 (0,042)	0,031 (0,003)	0,031 (0,004)
Коленные	274	0,028 (0,004)	0,072 (0,000)	0,032 (0,005)
Тазобедренные	240	0,000 (0,507)	0,000 (0,913)	0,018 (0,038)
Лучезапястные	249	0,068 (0,000)	0,127 (0,000)	0,194 (0,000)
Голеностопные	216	–	–	0,075 (0,000)
Межплюсневые	216	–	–	0,077 (0,000)
Пястно-фаланговые	213	–	–	0,058 (0,000)
Плюснефаланговые	216	–	–	0,032 (0,010)
Локтевые	179	0,001 (0,260)	0,049 (0,003)	0,031 (0,029)
Крестцово-подвздошные	280	0,002 (0,750)	0,003 (0,359)	0,000 (0,910)
Грудино-ключичные	280	–	–	0,060 (0,242)
Ключично-акромиальные	280	–	–	0,013 (0,087)
Межберцовые	274	–	–	0,004 (0,417)

тивности (не менее чем на 1 градацию на основании клинической оценки). Исследование, соответствующее периоду более высокой активности, обозначено как № 1, более низкой активности — № 2. Для попарного сравнения было доступно 217 суставов. Анализ проведен с помощью рангового метода Вилкоксона ввиду того, что распределение разниц значений КН в парах суставов не соответствовало нормальному. В результате анализа было выявлено достоверное ($p = 0,002$) снижение КН с 1,63 [1,21; 2,14] до 1,52 [1,20; 1,90] с визита 1 к визиту 2. Графический анализ динамики накопления РФП показывает, что снижение

наблюдалось в большинстве исследованных суставов (рис. 4).

Использование однофазной количественной остеосцинтиграфии с пирофосфатом (ОКОСП), меченым ^{99m}Tc , следует рассматривать как перспективный метод оценки активности воспаления в суставах.

Оценка активности имеет 2 основных направления использования: диагностика / дифференциальная диагностика заболеваний суставов и контроль течения заболевания / эффективности лечения. Эти 2 потенциальных применения предъявляют различные требования к методу. Для эффективной диагностики

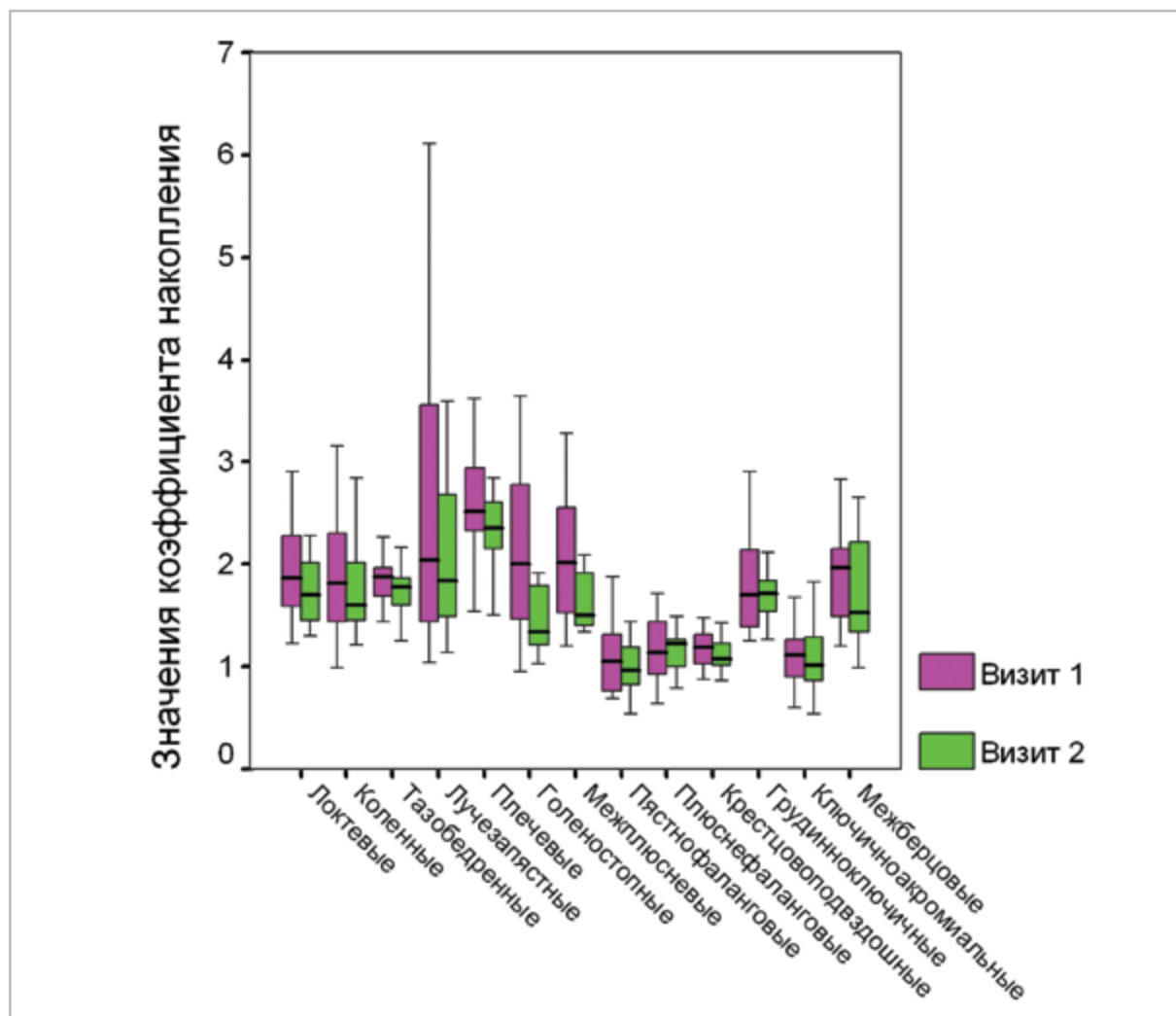


Рис. 4. Динамика КН в различных суставах на фоне снижения клинической активности заболевания

важно, чтобы оцениваемый метод хорошо различал воспаленные и невоспаленные суставы.

Повышенное накопление закономерно выявляется в суставах пациентов без клинически очевидного заболевания суставов при наличии активной инфекции (по крайней мере, это уверенно может быть отнесено к инфекции мочевыводящих путей) или кожного псориаза. Таким образом, с одной стороны, отсутствие повышения КН в суставах позволяет отвергнуть активный артрит.

С другой стороны, повышение накопления позволяет говорить о заболевании суставов лишь после исключения других причин. Расчет стандартных показателей диагностической точности метода возможен лишь после определения границ нормы и не входит в задачи данного исследования.

Для контроля активности заболевания важно использовать метод, хорошо различающий изменения в степени воспаления. К сожалению, в настоящее время отсутствуют неинвазивные способы

количественной оценки воспаления в суставе. Имеющиеся в распоряжении врача клинические признаки воспаления (боль, болезненность) во многом субъективны. Кроме того, они, вероятно, имеют различную чувствительность к разным аспектам суставного воспаления: можно ожидать, что боль при движении и болезненность при пальпации будут сильнее при воспалении околосуставных энтезов.

В результате изучения соответствующих возможностей остеосцинтиграфии должно проводиться в отсутствие «золотого стандарта», путем сопоставления с относительно неточными оценками. Тем не менее большинство исследованных суставов демонстрирует высокодостоверные корреляции КН с клиническими признаками. Причины отсутствия аналогичных связей для других суставов (преимущественно мелких) могут быть разными: технические сложности определения накопления в суставе, неточность локализации пальпаторной болезненности, объективные сложности пальпации суставов. В результате использование КН этих суставов (межберцовые, межплюсневые, плюснефаланговые, грудино-ключичные и ключично-акромиальные) для оценки активности заболевания требует дальнейшего подтверждения.

Важным результатом настоящего исследования является выявленная достоверная связь коэффициентов накопления с клинически определяемой активностью заболевания.

Можно предположить, что для оценки активности разных заболеваний целесообразно использовать различные комбинации суставов. Однако имеющихся в нашем распоряжении данных пока недостаточно ни для подтвержде-

ния этого предположения, ни для определения перечней тестируемых суставов для каждого из заболеваний.

Говоря об ограничениях ОКОСП, следует отметить технические проблемы, связанные с определением коэффициента накопления. Так, из потенциальных 7800 суставов, которые могли бы быть исследованы у 300 включенных пациентов, в действительности могли быть надежно оценены только 4375 (56 %). Однако эти трудности представляются в значительной мере преодолемыми в результате совершенствования и стандартизации протокола исследования, использования специальных укладок. Кроме того, представляется важным адаптировать протокол исследования к возможности оценки не всех суставов.

Заключение

Однофазная количественная остеосцинтиграфия с пирофосфатом, меченым радиоактивным технецием (^{99m}Tc) является перспективной методикой для выявления поражения суставов, а также методом, пригодным для количественной оценки активности воспаления. Данный подход может также быть использован для объективной оценки активности заболевания суставов.

Список литературы

1. Бергалев А. Н., Фадеев Н. П., Поздеев А. П. Роль полипозиционной остеосцинтиграфии в оценке состояния перфузионно-метаболических процессов при заболеваниях опорно-двигательного аппарата у детей // Гений ортопедии. 2011. № 2. С. 140–147.
2. Прохорова Е. Г., Жилев Е. В., Васильев А. Ю. Количественная остеосцинтиграфия как метод измерения выраженности воспаления в суставах // Матер.

- XII науч.-практ. конф. врачей Москвы и Московской обл. с междунар. участием «Проблемы современной ревматологии». М., 2015. С. 84–86.
3. *Buchbender C., Ostendorf B., Mattes-Gyrgy K. et al.* Synovitis and bone inflammation in early rheumatoid arthritis: high-resolution multi-pinhole SPECT versus MRI // *Diagn. Interv. Radiol.* 2013. V. 19. P. 20–24.
 4. *Colebatch A. N., Edwards C. J., Ostergaard M. et al.* EULAR recommendations for the use of imaging of the joints + in the clinical management of rheumatoid arthritis // *An. Rheum. Dis.* 2013. V. 72. P. 804–814.
 5. *Lee J. W., Lee S. M., Kim S. J. et al.* Clinical utility of fluoride-18 positron emission tomography/CT in temporomandibular disorder with osteoarthritis: comparisons with ^{99m}Tc -MDP bone scan // *Dentomaxillofac. Radiol.* 2013. V. 42. P. 2929–2350. DOI: 10.1259/dmfr/29292350.
 6. *Piscaer T. M., Sandker M., van der Jagt O. P. et al.* Real-time assessment of bone metabolism in small animal models for osteoarthritis using multi pinhole-SPECT/CT // *Osteoarthritis Cartilage.* 2013. V. 21. P. 882–828.
 7. *Smolen J. S., Landewe R., Breedveld F. C. et al.* EULAR recommendations for the management of rheumatoid arthritis with synthetic and biological disease-modifying antirheumatic drugs: 2013 update // *An. Rheum. Dis.* 2014. V. 73. P. 529–535.
- Orthopaedics. 2011. No. 2. P. 140–147 (in Russian).
2. *Prokhorova E.G., Zhilyayev E.V., Vasilyev A. Yu.* Kolichestvennaya osteostsintigrafiya kak metod izmereniya vyrazhennosti vospaleniya v sustavakh. Mater. XII nauchno-praktich. konfer. vrachej Moskvy i Moskovskoj obl. s mezhdunar. Uchastiem «Problemy sovremennoj revmatologii». М., 2015. P. 84–86 (in Russian).
 3. *Buchbender C., Ostendorf B., Mattes-Gyrgy K. et al.* Synovitis and bone inflammation in early rheumatoid arthritis: high-resolution multi-pinhole SPECT versus MRI. *Diagn. Interv. Radiol.* 2013. V. 19. P. 20–24.
 4. *Colebatch A. N., Edwards C. J., Ostergaard M. et al.* EULAR recommendations for the use of imaging of the joints in the clinical management of rheumatoid arthritis. *An. Rheum. Dis.* 2013. V. 72. P. 804–814.
 5. *Lee J. W., Lee S. M., Kim S. J. et al.* Clinical utility of fluoride-18 positron emission tomography/CT in temporomandibular disorder with osteoarthritis: comparisons with ^{99m}Tc -MDP bone scan. *Dentomaxillofac. Radiol.* 2013. V. 42. P. 2929–2350. DOI: 10.1259/dmfr/29292350.
 6. *Piscaer T. M., Sandker M., van der Jagt O. P. et al.* Real-time assessment of bone metabolism in small animal models for osteoarthritis using multi pinhole-SPECT/CT. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013. V. 21. P. 882–828.
 7. *Smolen J. S., Landewe R., Breedveld F. C. et al.* EULAR recommendations for the management of rheumatoid arthritis with synthetic and biological disease-modifying antirheumatic drugs: 2013 update. *An. Rheum. Dis.* 2014. V. 73. P. 529–535.

References

Сведения об авторах

Прохорова Елена Геннадиевна, кандидат медицинских наук, начальник отделения радиоизотопной диагностики, врач-радиолог ФКУЗ «ГКГ МВД России».

Адрес: 123060, г. Москва, ул. Народного Ополчения, д. 35.

Тел.: +7 (910) 477-31-95. Электронная почта: egprokhorova@yandex.ru

Prohorova Elena Gennadievna, Ph. D. Med., Head of Radioisotope Diagnostic Department, the Radiologist of Main Clinical Hospital Ministry of Internal Affairs Russian Federation.

Address: 35, ul. Narodnogo Opolchenija, Moscow, 12360, Russia.

Phone number: +7 (910) 477-31-95. E-mail: egprokhorova@yandex.ru

Жиляев Евгений Валерьевич, доктор медицинских наук, профессор, главный врач ЗАО «ЕМС».

Адрес: 129090, г. Москва, ул. Щепкина, д. 35.

Тел.: +7 (916) 620-14-93. Электронная почта: zhilyayevev@mail.ru

Zhilyaev Evgeniy Valerievich, M. D. Med., Professor, Chief Physician EMC.

Address: 35, ul. Schepkina, Moscow, 129090, Russia.

Phone number: +7 (916) 620-14-93. E-mail: zhilyayevev@mail.ru

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.