

Анализ опыта клинического применения двухэнергетической компьютерной томографии у пациентов с недифференцированным артритом

М. С. Елисеев, Я. И. Кузьмина

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В. А. Насоновой», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Двухэнергетическая компьютерная томография (ДЭКТ) – метод лучевой диагностики, который используется в ревматологии для верификации микрокристаллических артритов, однако в России данный метод малоизвестен и опыт его применения достаточно скуден.

Цель исследования. Проанализировать опыт применения ДЭКТ у пациентов с недифференцированным артритом и поражением осевого скелета в клинической практике.

Материалы и методы. В ретроспективное исследование было включено 20 пациентов (14 мужчин и 6 женщин), наблюдавшихся в ФГБНУ НИИР им. В. А. Насоновой, которым с диагностической целью была выполнена ДЭКТ. 13 пациентам с недифференцированным артритом была проведена ДЭКТ периферических суставов с целью диагностики подагры; 7 пациентам с установленным диагнозом подагры (на основании классификационных критериев подагры ACR/EULAR 2015 года) – для уточнения генеза поражения осевых суставов и позвоночника. Исследование было выполнено на компьютерном томографе Siemens SOMATOM Definition Flash.

Результаты. С помощью ДЭКТ у пациентов с недифференцированным артритом у 7 из 13 (54%) выявлены депозиты кристаллов моноурата натрия (КМУН), что позволило верифицировать им диагноз подагры. Во второй выборке у 6 пациентов из 7 (85%) выявлены признаки отложения КМУН по ДЭКТ, что объяснило генез имеющихся жалоб. Среди этих 6 пациентов у 1 человека ДЭКТ выявило наличие КМУН и кристаллов пирофосфата кальция в плечевом суставе, что позволило поставить сразу два диагноза – подагра и болезнь депонирования пирофосфата кальция.

Выводы. ДЭКТ у пациентов с недифференцированным артритом позволяет верифицировать диагноз подагры более чем в половине случаев (54%). У 85% пациентов с подагрой и наличием боли в спине и осевых суставах неясного генеза обнаруживаются депозиты уратов по данным ДЭКТ. Данный метод может быть полезным инструментом для выявления микрокристаллического артрита суставов осевого скелета, однако необходимы дальнейшие исследования для внедрения метода в рутинную практику.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подагра, недифференцированный артрит, двухэнергетическая компьютерная томография, ДЭКТ.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Исследование не имело спонсорской поддержки. Конфликт интересов отсутствует. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Статья подготовлена в рамках государственного задания по теме № АААА-А20-120040190014-8.

Analysis of experience in the clinical use of dual-energy computed tomography in patients with undifferentiated arthritis

M. S. Eliseev, Ya. I. Kuzmina

V. A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia

SUMMARY

Dual-energy computed tomography (DECT) is a radiation diagnostic method that is used in rheumatology to verify microcrystalline arthritis, but in Russia this method is little known and the experience of its use is rather scarce.

Objective of the research. To analyze the experience of using DECT in patients with undifferentiated arthritis and lesions of the axial skeleton in clinical practice.

Material and Methods. The retrospective study included 20 patients (14 men and 6 women) observed at the V. A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, who underwent DECT for diagnostic purposes. 13 patients with undifferentiated arthritis underwent DECT of peripheral joints to diagnose gout; 7 patients with an established diagnosis of gout (based on the 2015 ACR/EULAR classification criteria for gout) – to clarify the genesis of lesions to the axial joints and spine. The study was performed on a Siemens SOMATOM Definition Flash computed tomograph.

Results. Using DECT in patients with undifferentiated arthritis, deposits of monosodium urate crystals (MSUC) were detected in 7 out of 13 (54%), which made it possible to verify the diagnosis of gout. In the second sample, 6 out of 7 patients (85%) showed signs of MSUC deposition on DECT, which explained the genesis of the existing complaints. Among these 6 patients, in 1 person, DECT revealed the presence of MSUC and calcium pyrophosphate crystals in the shoulder joint, which made it possible to make two diagnoses at once – gout and calcium pyrophosphate deposition disease.

Conclusion. DECT in patients with undifferentiated arthritis makes it possible to verify the diagnosis of gout in more than half of the cases (54%). In 85% of patients with gout and pain in the back and axial joints of unknown origin, urate deposits are detected according to DECT. This method may be a useful tool for identifying microcrystalline arthritis of the axial joints, but further research is needed to implement the method in routine practice.

KEYWORDS: gout, undifferentiated arthritis, dual-energy computed tomography, DECT.

CONFLICT OF INTEREST. The study had no sponsorship. There is no conflict of interest. The authors are solely responsible for submitting the final version of the manuscript for publication. All authors took part in developing the concept of the article and writing the manuscript. The final version of the manuscript was approved by all authors. The article was prepared within the framework of a state assignment on topic No. АААА-А20-120040190014-8.

В 1969 году инженером-физиком Г.Н. Хаунсфилдом был создан первый компьютерный рентгеновский томограф, так называемый ЕМ1-сканер, а уже в 1972 году совместно с J. Ambrose ими был представлен новый инструментальный

метод диагностики – компьютерная томография (КТ) и опубликован первый опыт применения на костях черепа и головном мозге [1]. Спустя год после этого Г.Н. Хаунсфилдом впервые был описан метод двухэнергетической

компьютерной томографии (ДЭКТ) [2], который первоначально использовался так же, как и обычная КТ, для выявления объемных образований головного мозга [3–5].

Сканирование ДЭКТ предполагает использование двух разных типов рентгеновского излучения, отличающихся по энергии. Это позволяет получать изображения одновременно на двух разных уровнях энергии, высокого и низкого, обеспечивая два набора данных. Обработка полученных данных происходит с использованием алгоритма трех- или двухмерной декомпозиции. При диагностике подагры разложение производят по двум составляющим – мочевой кислоте и кальцию, что дает возможность дифференцировать между собой депозиты моноурата натрия (выделенной определенным цветом) с кальцием и мягкими тканями (выделяемыми другими цветами) [6].

Для изучения костно-мышечной системы метод начал применяться в конце 70-х – начале 80-х годов [7, 8], но тогда его применение ограничивалось оценкой минеральной плотности костной ткани. Долгие годы ДЭКТ не имела широко распространения в медицине из-за технологических ограничений [9]. Первые исследования проводились в виде двух последовательных сканирований (отдельно выполнялось сканирование с использованием высокого и отдельно низкого напряжения). Поскольку сканирование выполнялись неодновременно, то любые движения пациентов между исследованиями приводили к искажению полученных данных. Поэтому метод мог использоваться для оценки относительно «неподвижных» органов и тканей. С 80-х годов в двухэнергетических томографах для сканирования стали использовать одну рентгеновскую трубку, где уже применялся принцип переключения между высокой и низкой энергией, однако переключение между источниками на тот момент было достаточно низким, что создавало шумовые дефекты при переключении на низкий уровень напряжения. В конце 80-х – начале 90-х гг. стали применять томографы с высоким источником энергии, но с многослойным детектором (так называемые сэндвич-детекторы). Однако в те времена диагностическая ценность метода не превышала таковую при использовании обычной КТ, поскольку давала гораздо больше дефектов. И только в 2006 году впервые была применена единая система КТ с двумя источниками энергии и с двумя детекторами, которая является в настоящее время наиболее распространенной и используемой [10].

Впервые ДЭКТ для диагностики тофусной подагры был применен в 2008 г. [11], а уже в 2010-м стал использоваться как один из методов диагностики ранней подагры [6]. А спустя еще 5 лет, в 2015 г., ДЭКТ был внесен в классификационные критерии подагры ACR/EULAR [12].

Однако рутинное использование данного метода в России до сих пор ограничено в силу его относительно высокой стоимости, большой лучевой нагрузки, а также низкой технической оснащенности клиник и стационаров. Помимо этого, данные о возможностях применения ДЭКТ для диагностики подагры и контроля проводимой терапии в практике весьма скудны, а в РФ подобные исследования отсутствуют.

Целью данного исследования являлся анализ опыта применения ДЭКТ у пациентов с недифференцированным артритом и поражением осевого скелета в реальной клинической практике.

Материалы и методы

В обзорное ретроспективное исследование было включено 20 пациентов (14 мужчин и 6 женщин), наблюдавшихся в ФГБНУ НИИР им. В. А. Насоновой в период с сентября 2022 года по август 2023 года, которым для верификации диагноза была выполнена ДЭКТ с диагностической целью. В 13 случаях исследование проводилось пациентам с неуточненным диагнозом (недифференцированным артритом), остальным 7 диагноз подагры был поставлен ранее, однако генез боли в позвоночнике и (или) осевых суставах нуждался в уточнении.

Всем пациентам была выполнена ДЭКТ на компьютерном томографе Siemens SOMATOM Definition Flash – двухтрубчатом томографе с двумя уровнями энергии с последующей оценкой полученных изображений в приложении Syngo DE Gout. Область обследования определялась лечащим врачом. Во всех случаях проведению ДЭКТ предшествовало обследование, необходимое для верификации диагноза подагры, который выставлялся на основании классификационных критериев ACR/EULAR 2015 года [12].

Результаты

За период с сентября 2022 года по август 2023 года 20 пациентам, последовательно обратившимся в ФГБНУ НИИР им. В. А. Насоновой, была выполнена ДЭКТ, у 13 пациентов областью исследования были стопы или коленные суставы, в одном случае исследовались стопы совместно с суставами кистей, в другом – стопы с коленными суставами. 7 пациентам с исходно установленным диагнозом подагры было выполнено ДЭКТ различных отделов позвоночника (3 – поясничный отдел, одному – грудной), тазобедренных и плечевого суставов. Возраст обследованных варьировал от 30 до 80 лет. Клиническая характеристика обследованных пациентов дана в *таблицах 1* (пациенты с недифференцированным артритом) и *2* (пациенты с подагрой и осевым поражением скелета).

Причиной обращения большинства больных были рецидивирующие приступы артрита нижних конечностей – 1, плюснефаланговых (ПлФс) и (или) голеностопных суставов (пациенты № 2, 3, 6, 12), коленных суставов (№ 1, 7, 13), сочетание артрита коленных и голеностопных суставов (№ 7) у других – стойкие артралгии в области мелких суставов стоп (пациенты № 4, 5, 8, 11) и у одного пациента – боль и припухание мелких суставов кистей и стоп (№ 9). У большинства пациентов из выборки клиническая картина воспаления в суставах характеризовалась только быстрым нарастанием боли в суставе в течение первых суток, такие жалобы, как покраснение над суставом и его припухание, а также невозможность терпеть прикосновение, пациенты отрицали. Возникшие симптомы проходили самостоятельно или на фоне применяемой терапии до исхода 14 дней. На основании клинической картины и описания жалоб всем больным первоначально требовалось исключение диагноза подагры. На момент обследования у 8 пациентов

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов с недифференцированным артритом (n=13)

№ п/п	Пол	Возраст	Длительность заболевания, месяцы	МК, мкмоль/л	СРБ, мг/л	УЗИ	ДЭКТ	Область исследования	Окончательный диагноз
1	м	46	16	301	8,1	+	+	Колени	Подагра
2	м	50	4	546	5,2	-	-	Стопы	АГУ
3	м	40	6	404	0,2	-	+	Стопы	Подагра
4	м	61	2	579	1,8	-	-	Стопы	АГУ
5	ж	55	16	629	2,2	-	-	Стопы	АГУ+БДПК
6	м	57	13	330	9,4	+	+	Стопы	Подагра
7	м	30	9	713	3,3	+	+	Колени	Подагра
8	м	42	11	593	1,6	-	-	Стопы	АГУ
9	м	67	21	507	7,0	+	+	Стопы и кисти	Подагра
10	м	45	11	217	19,0	-	+	Колени и стопы	Подагра
11	ж	42	7	337	2,4	-	-	Стопы	ОА
12	ж	69	17	664	7,7	+	+	Стопы	Подагра
13	м	51	20	434	0,8	+	-	Колени	Подагра

Примечание: МК – мочевая кислота; СРБ – с-реактивный белок; ДЭКТ – двухэнергетическая компьютерная томография; АГУ – асимптоматическая гиперурикемия; БДПК – болезнь депонирования пирофосфата кальция; ОА – остеоартрит. «-» – нет признаков подагры; «+» – выявлены признаки подагры.

Таблица 2

Клиническая характеристика пациентов с подагрой и осевым поражением скелета (n=7)

№ п/п.	Пол	Возраст	Длительность заболевания	МК, мкмоль/л	СРБ, мг/л	Область исследования	ДЭКТ	Причина боли
1	м	44	11 лет	318,1	6,3	Поясничный отдел позвоночника	+	Подагра
2	м	37	9 лет	782,2	2,8	Поясничный отдел позвоночника	+	Подагра
3	ж	72	4 года	630,3	2,7	Грудной отдел позвоночника	+	Подагра
4	ж	80	2 года	406,1	17,4	Плечевой сустав	+	Подагра + БДПК
5	ж	60	13 лет	548,4	4,1	Поясничный отдел позвоночника	+	Подагра
6	м	55	5 лет	658,8	2,4	Тазобедренные суставы	-	АС
7	м	58	6 лет	373,1	2,6	Тазобедренные суставы	+	Подагра

Примечание: МК – мочевая кислота; СРБ – с-реактивный белок; ДЭКТ – двухэнергетическая компьютерная томография; АС – анкилозирующий спондилит; БДПК – болезнь депонирования пирофосфата кальция; «+» – выявлены признаки подагры; «-» – нет признаков подагры.

(61,5%) длительность заболевания не превышала 1 год. Артроцентез был выполнен 12 больным из 13, ни у одного пациента пункция пораженного сустава не подтвердила наличие кристаллов моноурата натрия (КМУН) в синовиальной жидкости, у одной пациентки (№ 5 в таблице) были выявлены кристаллы пирофосфата кальция (ПФК), что, однако, не отвергало возможного диагноза подагры. Уровень МК более 360 мкмоль/л был выявлен у 9 (69,2%) пациентов из группы. На УЗИ признаки подагры (симптом «метели» или «двойной контур») присутствовали у 5 (38,5%) больных, большинству было выполнено УЗИ стоп (8 из 13), 3 – УЗИ коленных суставов, в одном случае выполнено комплексное УЗИ стоп и коленных суставов, в другом – УЗИ стоп и кистей.

Признаки отложения КМУН по данным ДЭКТ выявлялись у 7 из 13 пациентов (54%), причем чаще всего в стопах (38%). Таким образом, 8 пациентам из группы был поставлен диагноз подагры, 3 – асимптоматическая гиперурикемия (АГУ), 1 человек наблюдается с остеоартритом (ОА), одной пациентке выставлена болезнь депонирования пирофосфата кальция (БДПК) в сочетании с АГУ. Обращает на себя внимание, что у 3 пациентов из 8 (37,5%) с установленным диагнозом подагры длительность заболевания не превышала 12 месяцев.

Во второй выборке у 7 пациентов с ранее установленным диагнозом подагры и наличием болей в позвоночнике и осевых суставах у 2 пациентов (№ 5 и 6 в таблице 2)

имелся сопутствующий диагноз анкилозирующего спондилита. У остальных пациентов других сопутствующих ревматических заболеваний не имелось.

Из группы у 6 больных из 7 (85,7%) уровень МК превышал целевой уровень (более 360 мкмоль/л), в 2 случаях из 7 было повышение с-реактивного белка больше 5 мг/л (28,6%). У 6 пациентов (85,7%) выявлены признаки отложения КМУН по ДЭКТ (которые выглядят как кластерные скопления кристаллов в области суставов, в связках и мышцах и обозначены в использованной программе зеленым цветом (рис. 1а и 1б)), что объяснило генез имеющихся жалоб. Для исключения диагноза спондилоартрита пациентам № 1, 2, 3 и 7 была выполнена рентгенография костей таза для верификации сакроилиита, а также МРТ крестцово-подвздошных суставов (КПС) и вовлеченного отдела позвоночника для верификации активного спондилита. По результатам обследования данных за заболевание из группы спондилоартрита получено не было. Пациентам № 5 и 6 с ранее установленным диагнозом «анкилозирующий спондилит» (АС) развернутой стадии (по данным рентгенографии костей таза у пациентов имелся двусторонний сакроилиит 2–3-й стадии по Келлгрэну) выполнено МРТ КПС и поясничного отдела позвоночника. У пациента № 5 не было выявлено признаков активного воспаления в рамках АС, в то время как у больного № 6 был обнаружен двусторонний коксит, трохантериты. Таким образом, боль у пациента № 5 была обусловлена подагрой,



Рисунок 1а. ДЭКТ костей таза пациента № 1, 3D-реконструкция. Множественные диффузные субмиллиметровые отложения кристаллов мочевой кислоты (отмечены зеленым цветом) во всех мышцах таза, мышцах бедра, костей таза, в области бедренных костей

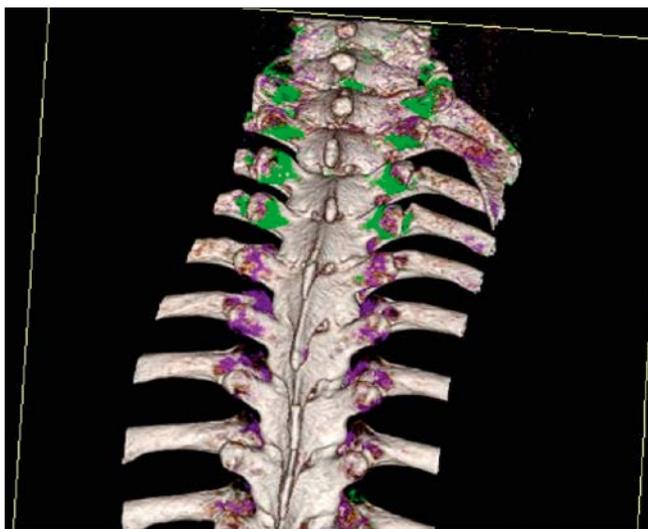


Рисунок 1б. ДЭКТ грудного отдела позвоночника пациентки № 3, 3D-реконструкция, вид со спины. Отмечаются конгломераты кристаллов мочевой кислоты (выделены зеленым цветом) в области реберно-поперечных суставов на уровне Th1-Th5

а у № 6 – в рамках активности АС. Пациентке № 4 ввиду стойкого артрита левого плечевого сустава выполнена диагностическая пункция, где выявлены только кристаллы ПФК. На УЗИ и рентгенографии пораженного сустава не выявлено признаков отложения КМУН и кристаллов ПФК.

Обсуждение

На основании результатов различных исследований чувствительность ДЭКТ при подагре составляет 84–90%, а специфичность – 83–93% [13, 14], при тофусной форме подагры чувствительность, соответственно, 100%, при безтофусной – 64% [15]. Чувствительность метода снижается, если применяется при диагностике впервые возникшего приступа подагры.

Несмотря на это, ДЭКТ пока не нашла широкого применения как в целом, так и для диагностики микрокристаллических артритов (подагры и БДПК) вследствие

отсутствия достаточного опыта применения, низкой информированности о его возможностях. Особенно скудны данные относительно диагностики аксиального поражения при подагре. В отечественной литературе такие случаи представлены единично и характеризуются, как правило, тем, что тофусное поражение позвоночника было выявлено в процессе хирургического вмешательства ввиду развития острой неврологической симптоматики [16] или же длительного и запущенного течения подагры [17, 18].

Данное исследование является первым в РФ, которое оценивает возможности применения ДЭКТ в ревматологии при диагностике микрокристаллических артритов. В нашем исследовании для постановки диагноза у пациентов с недифференцированным артритом применялись стандартные методы диагностики для верификации подагры. Однако проведенного обследования было недостаточно, чтобы точно определить причину болей в суставах. В том числе и диагностическая пункция не давала каких-либо конкретных результатов относительно причины воспаления. У 13 пациентов с периферическим артритом диагноз требовал прежде всего подтверждения или исключения диагноза подагры, поскольку повышенный уровень мочевой кислоты (более 360 мкмоль/л) на момент обследования или наличие такового в анамнезе позволял заподозрить данное ревматологическое заболевание. Учитывая недостаточную информативность стандартных методов инструментальной диагностики (УЗИ и рентгенографии), пациентам была выполнена ДЭКТ, где более чем у половины из группы были выявлены достоверные признаки подагры. Стоит обратить внимание, что у тех пациентов, которые страдали от приступов артрита более 1 года, частота выявления признаков отложения КМУН на ДЭКТ была более высокой, чем у больных с впервые развившимся приступом или длительностью заболевания несколько месяцев. Это подтверждают данные более крупных исследований, свидетельствующих о большей вероятности выявления депозитов КМУН при более длительном анамнезе подагры. Следует также пересмотреть идею ограничивать применение методов лучевой диагностики исключительно суставами стоп. Стоит предположить, что рутинное назначение ДЭКТ исключительно стоп не всегда оправданно. Так, по нашим данным, КМУН с помощью ДЭКТ были выявлены в коленных суставах в 3 из 4 случаев и обнаружены в единственном исследовании суставов кистей.

При сравнении УЗИ и ДЭКТ при исследовании периферических артритов у пациентов с длительным течением подагры чувствительность УЗИ над ДЭКТ немного больше, но при этом ДЭКТ обладает большей специфичностью [19]. Однако в литературе имеются данные относительно диагностики острого артрита, где УЗИ все же уступает ДЭКТ. В исследовании Z. Zou и соавт. проведена сравнительная оценка УЗИ и ДЭКТ при развитии острого подагрического артрита суставов нижних конечностей [20]. По полученным результатам ДЭКТ выявила КМУН в 92% случаев по сравнению с УЗИ (68%), при этом при сравнении уровня обследования имелись

свои различия: так, при поражении 1 ПлФс методы были равноценны, но при исследовании голеностопного сустава и костей плюсны ДЭКТ имела больший процент выявления КМУН (34 % против 12 % соответственно). Таким образом, при развитии острого приступа ДЭКТ рекомендуется как метод диагностики первой линии по сравнению с УЗИ, однако авторы отмечают, что чувствительность методов была равноценна независимо от уровня исследования.

В нашем исследовании из 6 пациентов с наличием признаков депонирования кристаллов уратов на УЗИ у 5 были выявлены признаки на ДЭКТ, и напротив, из 7 пациентов с признаками депозитов моноурата натрия на ДЭКТ ничего не выявлено на УЗИ у 2. И хотя по данным литературы чувствительность и специфичность одного и того же метода достаточно высока и сопоставима, как нами и продемонстрировано, в ряде случаев проведение одного метода может быть недостаточным для постановки диагноза подагры.

В другом исследовании AS Klausner и соавт. провели сравнительную характеристику ДЭКТ и УЗИ на суставах кисти и запястья у пациентов с подозрением на подагру [21]. По результатам исследования ДЭКТ также имела большую чувствительность и специфичность, чем УЗИ при обследовании пациентов с поражением верхних конечностей, особенно большее значение ДЭКТ имела при внесуставных признаках отложения КМУН.

У 7 пациентов с поражением осевого скелета первоначально исключался дебют других ревматических заболеваний. И если у двух пациентов с сочетанием диагнозов АС и подагры первостепенной задачей было исключить обострение в рамках болезни Бехтерева, то у 4 пациентов изначально планировалось проведение диагностического поиска в рамках спондилоартритов. У одной пациентки с артритом плечевого сустава в дифференциальный ряд вошли такие заболевания, как ревматоидный артрит, реактивный и паранеопластический артрит. Конечно, дебют спондилоартрита у пациентов старше 40 лет всегда вызывает большие сомнения. Поэтому в нашем случае у пациентов исключались дегенеративные заболевания и поражение нервной системы, поскольку подагрический генез болей в позвоночнике до проведения ДЭКТ не рассматривался как основной ввиду того, что поражение крупных суставов и позвоночника в рамках подагры является достаточно редким и не выносится на первый план в большинстве случаев курации больных. В нашей выборке в первую очередь обращала на себя длительность подагры в анамнезе всех пациентов. Как правило, поражение позвоночника и осевых суставов наблюдается у пациентов с длительностью не менее нескольких лет и практически не отличается по частоте у пациентов с тофусной и безтофусной формой [22]. В большинстве случаев применение рентгенографии, МРТ или однострубночного КТ бывает достаточно, чтобы верифицировать причину болей в позвоночнике и крупных суставах. Однако в нашем случае выполненные исследования не давали каких-либо объяснений, что могло бы являться источником боли и воспаления. У единственного

пациента, где ДЭКТ показала отсутствие КМУН в проекции тазобедренных суставов, боль была расценена в рамках активности АС. Таким образом, у пациентов с длительным анамнезом подагры при наличии жалоб на боли в позвоночнике и крупных суставах в первую очередь следует использовать ДЭКТ для верификации причины боли и исключения атипичного течения заболевания.

В 2015 году М. Toprover и соавт. проанализировали 131 опубликованный случай поражения позвоночника при подагре [23]. Все эти случаи были проанализированы с точки зрения методов визуализации и их корреляции с симптомами, и по полученным данным ДЭКТ является многообещающим методом в диагностике аксиальной подагры. В 2022 году М. Toprover проведено уже собственное сравнительное исследование ДЭКТ пояснично-крестцового отдела позвоночника у пациентов с подагрой и контрольной группой без подагры [22]. По полученным данным у 34 % больных с достоверным диагнозом подагры были выявлены отложения КМУН в позвоночнике, при этом не было существенной разницы по выявленным изменениям среди пациентов с тофусной и безтофусной подагрой. Обращало внимание, что в этом исследовании у 4 % из группы контроля также выявлены КМУН по данным ДЭКТ.

В отличие от исследования М. Toprover проведение ДЭКТ у нас имело под собой клиническое значение, ибо диагноз подагры у этих пациентов был уже установлен, а генез боли в позвоночнике верифицирован не был. В этом отношении наши данные оказались весьма неожиданными: в 85 % (у 6 из 7 пациентов) с наличием болей в позвоночнике и осевых суставах данные жалобы можно было полностью объяснить основным заболеванием.

Таким образом, на основании нашего проведенного исследования ДЭКТ у пациентов с недифференцированным артритом позволяет верифицировать диагноз подагры более чем в половине случаев (54 %); у 85 % пациентов с подагрой и наличием боли в осевых суставах скелета неясного генеза обнаруживаются депозиты уратов по данным ДЭКТ. На основании полученных результатов ценность данного метода в диагностике недифференцированных артритов высокоподозрительных в отношении наличия подагры, а также неясного генеза болей в позвоночнике у пациентов с установленным диагнозом представляется крайне важным и предполагает необходимость более широкого внедрения ДЭКТ в клиническую практику и проведение клинических исследований с использованием данного метода.

Список литературы / References

1. Ambrose J., Hounsfield G. Computerized transverse axial tomography. *Br J Radiol.* 1973; 46(542):148-149.
2. Hounsfield G.N. Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol.* 1973; 46(552):1016-1022. DOI: 10.1259/0007-1285-46-552-1016
3. Chiro G.D., Brooks R.A., Kessler R.M. et al. Tissue signatures with dual-energy computed tomography. *Radiology.* 1979; 131(2):521-523. DOI: 10.1148/131.2.521
4. Russell L.B., Fike J.R., Cann C.E., Süskind C. Dual energy CT scanning for analysis of brain damage due to X-irradiation. *Ann Biomed Eng.* 1984; 12(1):15-28. DOI: 10.1007/BF02410288
5. Vogl G., Kiwi A., Voigt K. Wertigkeit der Zweispektren (dual energy) Methode bei quantitativen CT-Untersuchungen des Gehirns [Value of the dual-energy method in quantitative CT studies of the brain]. *Radiologe.* 1988; 28(11):503-506.
6. Nicolaou S., Yong-Hing C.J., Galea-Soler S. et al. Dual-energy CT as a potential new diagnostic tool in the management of gout in the acute setting. *AJR Am J Roentgenol.* 2010; 194(4):1072-1078. DOI: 10.2214/AJR.09.2428
7. Genant H.K., Boyd D. Quantitative bone mineral analysis using dual energy computed tomography. *Invest Radiol.* 1977; 12(6):545-551. DOI: 10.1097/00004424-197711000-00015

8. Kan W. C., Wiley A. L. Jr., Wirtanen G. W. et al. High Z elements in human sarcomata: assessment by multienergy CT and neutron activation analysis. *AJR Am J Roentgenol.* 1980;135(1):123–129. DOI:10.2214/ajr.135.1.123
9. McCollough C.H., Leng S., Yu L., Fletcher J.G. Dual- and Multi-Energy CT: Principles, Technical Approaches, and Clinical Applications. *Radiology.* 2015 Sep;276(3):637–53. DOI: 10.1148/radiol.2015142631
10. Flohr T.G., McCollough C.H., Bruder H. et al. First performance evaluation of a dual-source CT (DSC) system [published correction appears in *Eur Radiol.* 2006 Jun;16(6):1405]. *Eur Radiol.* 2006;16(2):256–268. DOI:10.1007/s00330-005-2919-2
11. Choi H.K., Al-Artaj A.M., Effekhari A. et al. Dual energy computed tomography in tophaceous gout. *Ann Rheum Dis.* 2009;68(10):1609–1612. DOI:10.1136/ard.2008.099713
12. Neogi T., Jansen T.L., Dalbeth N. et al. 2015 Gout Classification Criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative [published correction appears in *Arthritis Rheumatol.* 2016 Feb;68(2):515. Vaquez-Mellado, Janitza [corrected to Vaquez-Mellado, Janitza]]. *Arthritis Rheumatol.* 2015;67(10):2557–2568. DOI:10.1002/art.39254
13. Ogdie A., Taylor W.J., Weatherall M. et al. Imaging modalities for the classification of gout: Systematic literature review and meta-analysis. *Ann Rheum Dis.* 2015 Oct;74(10):1868–74. DOI: 10.1136/annrheumdis-2014-205431
14. Bongartz T., Glazebrook K.N., Kavros S. J. et al. Dual-energy CT for the diagnosis of gout: An accuracy and diagnostic yield study. *Ann Rheum Dis.* 2015 Jun;74(6):1072–7. DOI: 10.1136/annrheumdis-2013-205095
15. Baer A.N., Kurano T., Thakur U. J. et al. Dual-energy computed tomography has limited sensitivity for non-tophaceous gout: A comparison study with tophaceous gout. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016 Feb;17(1):1–9. DOI: 10.1186/s12891-016-0943-9
16. Сорокшая В.Н., Елисеев М.С. Подагра с тофусом, имитирующим опухоль грудного отдела позвоночника. *Научно-практическая ревматология.* 2018; 56 (1): 113–116 Sorotskaya VN, Eliseev MS. Gout with tophus mimicking a tumor of the thoracic spine. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya.* 2018;56(1):113–116. (In Russ.) doi.org/10.14412/1995-4484-2018-113-116
17. Елисеев М.С., Мукагова М.В., Смирнов А.В. и др. Атипичная подагра: тофусное поражение позвоночника. *Научно-практическая ревматология.* 2013;(5):586–589 Eliseev M.S., Mukagova M.V., Smirnov A.V. et al. Atypical gout: spinal tophaceous injury. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya.* 2013;(5):586–589. (In Russ.) doi.org/10.14412/1995-4484-2013-1553
18. Кузьмина Я.И., Елисеев М.С. Поражение позвоночника при подагре, симулирующее спондилоартрит (клинический случай). *Современная ревматология.* 2024; 18 (1): 90–94. Kuzmina Ya.I., Eliseev M.S. Spinal involvement in gout simulating spondyloarthritis (clinical case). *Sovremennaya Revmatologiya.* 2024;18(1):90–94 (In Russ.). doi.org/10.14412/1996-7012-2024-1-90-94
19. Huppertz A., Hermann K.G., Diekhoff T. et al. Systemic staging for urate crystal deposits with dual-energy CT and ultrasound in patients with suspected gout. *Rheumatol Int.* 2014;34(6):763–771. DOI: 10.1007/s00296-014-2979-1
20. Zou Z., Yang M., Wang Y., Zhang B. Gout of ankle and foot: DECT versus US for crystal detection. *Clin Rheumatol.* 2021;40(4):1533–1537. DOI:10.1007/s10067-020-05378-9
21. Klausner A.S., Halpern E.J., Strobl S. et al. Gout of hand and wrist: the value of US as compared with DECT. *Eur Radiol.* 2018;28(10):4174–4181. DOI: 10.1007/s00330-018-5363-9
22. Toprover M., Mechlin M., Fields T. et al. Monosodium urate deposition in the lumbosacral spine of patients with gout compared with non-gout controls: A dual-energy CT study. *Semin Arthritis Rheum.* 2022; 56: 152064. DOI:10.1016/j.semarthrit.2022.152064
23. Toprover M., Krasnokutsky S., Pillinger M.H. Gout in the Spine: Imaging, Diagnosis, and Outcomes. *Curr Rheumatol Rep.* 2015;17(12):70. DOI: 10.1007/s11926-015-0547-7

Статья поступила / Received 07.04.24
 Получена после рецензирования / Revised 08.04.24
 Принята к публикации / Accepted 11.04.24

Сведения об авторах

Елисеев Максим Сергеевич, к.м.н, заведующий лабораторией микрористаллических артритов. ORCID: 0000-0003-1191-5831
Кузьмина Янина Игоревна, младший научный сотрудник лаборатории микрористаллических артритов. ORCID: 0009-0006-6138-9736

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», Москва, Россия

Автор для переписки: Елисеев Максим Сергеевич. E-mail: elicmax@yandex.ru

About authors

Eliseev Maxim S., PhD Med, head of the Laboratory of Microcrystalline Arthritis. ORCID: 0000-0003-1191-5831
Kuzmina Yanina I., junior researcher at the Laboratory of Microcrystalline Arthritis. ORCID: 0009-0006-6138-9736

V. A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia

Corresponding author: Eliseev Maksim S. E-mail: elicmax@yandex.ru

Для цитирования: Елисеев М.С., Кузьмина Я.И. Анализ опыта клинического применения двухэнергетической компьютерной томографии у пациентов с недифференцированным артритом. *Медицинский алфавит.* 2024; (10): 19–24. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-10-19-24>

For citation: Eliseev M.S., Kuzmina Ya.I. Analysis of experience in the clinical use of dual-energy computed tomography in patients with undifferentiated arthritis. *Medical alphabet.* 2024; (10): 19–24. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-10-19-24>

