

# Значение трабекулярного костного индекса у молодых мужчин с анкилозирующим спондилитом

К.И. Колпаков, Е.А. Летагина, В.О. Омельченко, Ю.Б. Убшаева, М.А. Королев

Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН» 630060, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Тимакова, 2

Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences 630060, Russian Federation, Novosibirsk, Timakova str., 2

**Контакты:**  
Убшаева Юлия Борисовна,  
[leobina@mail.ru](mailto:leobina@mail.ru)  
**Contacts:** Yulia Ubshaeva,  
[leobina@mail.ru](mailto:leobina@mail.ru)

Поступила 20.08.2021  
Принята 27.06.2022

**Цель исследования** — изучить взаимосвязь трабекулярного костного индекса (ТКИ) с показателями активности и структурного прогрессирования анкилозирующего спондилита (АС) у мужчин моложе 50 лет без признаков остеопороза.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 26 мужчин с АС. Активность АС определялась по индексам BASDAI и ASDAS-СРБ, а также по уровню С-реактивного белка (СРБ). Структурное прогрессирование АС оценивалось по стадии сакроилиита (СИ). ТКИ определялся с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. Связь клинических параметров с ТКИ оценивалась с помощью коэффициента корреляции Спирмена для количественных переменных и рангового коэффициента корреляции Кендалла ( $\tau$ ) для качественных показателей.

**Результаты.** Корреляция ТКИ с активностью АС отсутствовала. Выявлена отрицательная корреляция между стадией СИ и ТКИ ( $\tau = -0,313$ ;  $p < 0,05$ ).

**Заключение.** ТКИ коррелирует с выраженностью структурных изменений крестцово-подвздошных суставов у молодых мужчин с АС без остеопороза.

**Ключевые слова:** анкилозирующий спондилит, трабекулярный костный индекс, структурное прогрессирование  
**Для цитирования:** Колпаков КИ, Летагина ЕА, Омельченко ВО, Убшаева ЮБ, Королев МА. Значение трабекулярного костного индекса у молодых мужчин с анкилозирующим спондилитом. *Научно-практическая ревматология*. 2022;60(4):460–464.

## TRABECULAR BONE SCORE VALUE IN YOUNG MEN WITH ANKYLOSING SPONDYLITIS

Konstantin I. Kolpakov, Elena A. Letyagina, Vitaly O. Omelchenko, Yulia B. Ubshaeva, Maksim A. Korolev

**Aim** — to investigate relationship of trabecular bone score (TBS) with activity and structural progression of ankylosing spondylitis (AS) in males younger than 50 years old without osteoporosis.

**Materials and methods.** 26 male AS patients took part in the investigation. AS activity was evaluated by BASDAI and ASDAS-CRP indices, and highly sensitive C-reactive protein level. Structural AS progression was evaluated by sacroiliitis (SI). TBS was evaluated using the double-energy X-ray absorptiometry. Correlation between clinical measures and TBS was obtained using the Spearman  $r$ -criterion for quantitative variables and Kendall's  $\tau$  coefficient for qualitative variables.

**Results.** There was obtained no correlation between AS activity and TBS. Among clinical characteristics, SI stage was negatively correlated with TBS ( $\tau = -0,313$ ;  $p < 0,05$ ).

**Conclusion.** TBS is associated with the severity of sacroiliitis in young AS male patients.

**Key words:** ankylosing spondylitis, trabecular bone score, structural progression

**For citation:** Kolpakov KI, Letyagina EA, Omelchenko VO, Ubshaeva YB, Korolev MA. Trabecular bone score value in young men with ankylosing spondylitis. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologia = Rheumatology Science and Practice*. 2022;60(4):460–464 (In Russ.).

doi: 10.47360/1995-4484-2022-460-464

## Введение

Анкилозирующий спондилит (АС) является хроническим воспалительным заболеванием, преимущественно поражающим аксиальный скелет. При АС в патологический процесс обязательно вовлекаются крестцово-подвздошные суставы. Развитие их воспалительных изменений сопровождается формированием рентгенологической картины сакроилиита (СИ). АС чаще поражает людей молодого трудоспособного возраста, пик заболеваемости приходится на возрастной интервал 25–35 лет, распространенность болезни в России составляет 0,2–0,8% [1].

Хроническое воспаление и патологическое ремоделирование костной ткани при АС приводят к избыточной оссификации суставных структур, формированию синдесмофитов

и анкилозированию. Эти проявления болезни приводят к ограничению подвижности позвоночника и периферических суставов и стойкой инвалидизации пациентов.

Одним из наиболее социально значимых осложнений АС является остеопороз, приводящий к низкоэнергетическим переломам. Среди них наиболее неблагоприятным и снижающим качество жизни является перелом шейки бедра, смертность при котором составляет 29,8% в течение первого года после оперативного лечения перелома и 52,6% — при отсутствии госпитализации [2].

Структурные изменения крестцово-подвздошных суставов при АС обычно оцениваются по классификации Kellgren [3] с помощью обзорной рентгенографии костей таза. Индексы SASSS (Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score), mSASSS (modified SASSS), BASRI

(BathAnkylosing Spondylitis Radiology Index), которые вычисляются на основании специфических изменений углов тел позвонков поясничного и шейного отделов, на данный момент являются наиболее точными показателями прогрессирования АС. При этом в ряде исследований было отмечено, что выраженность структурных изменений в позвоночнике и образование новых синдесмофитов находятся в прямой зависимости от стадии СИ [4].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) позвоночника и крестцово-подвздошных суставов позволяет оценивать выраженность активного локального воспаления, проявляющегося отеком костного мозга, и прогнозировать динамику дальнейших структурных изменений [5]. Однако ввиду сложности вычисления, субъективности и высокой стоимости оборудования данные методы не применимы в рутинной клинической практике.

Трабекулярный костный индекс (ТКИ) является одним из инструментов оценки состояния костной ткани, используемых при двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии поясничного отдела позвоночника. ТКИ коррелирует с параметрами губчатой костной ткани, которые оцениваются при количественной компьютерной томографии, включая количество трабекул, общий объем костной ткани и размеры межтрабекулярных промежутков [6, 7]. При этом ТКИ, в отличие от минеральной плотности кости (МПК), не завышается при характерном для АС формировании синдесмофитов и кальцификации передней продольной связки [8]. Согласно российским клиническим рекомендациям по остеопорозу [2], ТКИ 1,31 и выше соответствует сохранной, от 1,24 до 1,30 – частично деградированной, от 1,23 и ниже – деградированной микроархитектонике, что отражает риск остеопоротических переломов у больных обоего пола [9]. Данные значения были определены в результате метаанализа 14 проспективных исследований, включивших суммарно 17809 пациентов обоего пола из нескольких регионов мира [2, 9]. Было показано, что риск основных остеопоротических переломов и переломов шейки бедра у пациентов обоего пола с частично деградированной микроархитектоникой в 1,67 раза, а у людей с деградированной микроархитектоникой – в 2,12 раза выше, чем у пациентов с сохранной микроархитектоникой [9].

В ряде исследований доказана взаимосвязь ТКИ со структурным прогрессированием, которое оценивалось по стадии СИ и индексу mSASSS [10–14]. В работе J. Jung и соавт. [15] было показано, что ТКИ коррелирует с интенсивностью воспаления в телах позвонков по данным МРТ. К.У. Kang и соавт. [16] при 2-летнем наблюдении показали, что ТКИ при АС может служить предиктором развития синдесмофитов. Таким образом, ТКИ потенциально является относительно дешевым, объективным и доступным инструментом для оценки структурного прогрессирования на момент исследования и одновременно предиктором дальнейшего течения АС.

В то же время трактовка значений ТКИ имеет ряд ограничений. Так, данный индекс невозможно интерпретировать у пациентов после реконструктивных операций на поясничном отделе позвоночника, особенно при наличии металлоконструкций. Также необходимо отметить, что в настоящий момент накоплено недостаточно данных о влиянии на ТКИ заболеваний, поражающих позвоночник (за исключением остеопороза), что затрудняет его оценку у коморбидных пациентов.

В проведенных ранее исследованиях, посвященных взаимосвязи ТКИ со структурным прогрессированием АС, отсутствовал возрастной порог на включение в исследование. Как известно, возраст пациента оказывает влияние на ТКИ [17]. Структурные изменения позвоночника при АС могут развиваться в течение длительного времени по мере увеличения возраста пациента, что может являться самостоятельной причиной снижения ТКИ. Также в вышеприведенных исследованиях критериях исключения отсутствует информация о состоянии МПК у пациента. По этой причине нельзя разграничить влияние АС, остеопороза и возраста на изменение ТКИ в данных выборках. Возникает вопрос: существует ли взаимосвязь между процессами структурного прогрессирования и значениями ТКИ при АС заведомо в отсутствие остеопороза и возрастных изменений?

**Целью** настоящего исследования являлось изучение взаимосвязи значений трабекулярного костного индекса с показателями клинической активности и структурного прогрессирования анкилозирующего спондилита у мужчин моложе 50 лет без системного остеопороза.

### Методы исследования

В исследование было включено 26 добровольцев с верифицированным диагнозом АС. Критериями включения являлись: мужской пол; возраст моложе 50 лет; соответствие диагноза АС модифицированным Нью-Йоркским критериям 1984 г. Критериями исключения являлись: наличие низкоэнергетических переломов в анамнезе; низкая для данного возраста МПК в любом из оцениваемых отделов скелета; Z-критерий 2,0 стандартных отклонений и ниже [2, 18]; прием любых антиостеопоротических препаратов (за исключением профилактических доз кальция и витамина D) в связи с их влиянием на ТКИ [19]; наличие операций на поясничном отделе позвоночника в анамнезе в связи с невозможностью оценки ТКИ. Все пациенты получали нестероидные противовоспалительные препараты, 4 больных – базисные противовоспалительные препараты без генно-инженерных биологических препаратов (ГИБП), 13 – ингибиторы фактора некроза опухоли  $\alpha$  (иФНО- $\alpha$ ), 9 – ингибиторы интерлейкина 17.

Всем пациентам было проведено базовое клиническое обследование с определением индексов активности BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index) и ASDAS-CPB (Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score с определением С-реактивного белка). ASDAS-CPB  $\geq 3,5$  соответствовал очень высокой активности АС;  $2,1 \leq \text{ASDAS-CPB} < 3,5$  – высокой активности АС;  $1,3 \leq \text{ASDAS-CPB} < 2,1$  – умеренной активности АС; ASDAS-CPB  $< 1,3$  – низкой активности АС [20]. Лабораторное обследование включало клинический анализ крови с определением скорости оседания эритроцитов (СОЭ) по Вестергрену, биохимический анализ крови с определением С-реактивного белка (СРБ) высокочувствительным методом. Для инструментальной визуализации использовалась обзорная рентгенография таза в переднезадней проекции с определением стадии СИ по Kellgren, рентгенография позвоночника с оценкой наличия синдесмофитов и двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, которая проводилась на денситометре GE Lunar Prodigy (General Electric, США).

Измерялась МПК в поясничном отделе позвоночника, проксимальном отделе бедра и шейке бедра с обеих сторон [2]. У каждого пациента определялся ТКИ в поясничном отделе позвоночника с помощью пакета программ iNsign 2.1 (Med-Imaps, Франция). В связи с отсутствием крупномасштабных исследований ТКИ у пациентов моложе 40 лет для интерпретации ТКИ были выбраны пороговые значения, определенные на выборке из 17809 людей обоего пола старше 40 лет [9]. ТКИ  $\geq 1,31$  считался показателем сохранной микроархитектоники;  $1,24 \leq \text{ТКИ} \leq 1,30$  — частично деградированной; ТКИ  $\leq 1,23$  — деградированной.

Данные представлены в виде Ме [Q1; Q3]. Связь клинических показателей с ТКИ оценивалась с помощью критерия корреляции Спирмена для количественных переменных и рангового коэффициента корреляции Кендалла ( $\tau$ ) для качественных параметров. Различия между двумя подгруппами с разными стадиями АС (с наличием и отсутствием синдесмофитов) оценивались по критерию Манна — Уитни. Различия между тремя подгруппами, выделенными в зависимости от стадии СИ или степени сохранности микроархитектоники кости, оценивались по критерию Краскела — Уоллиса. Корреляция и различия между подгруппами считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью программы Statistica, версия 12.5.192.7 (StatSoft Inc., США).

### Результаты исследования

В исследуемой группе преобладали молодые мужчины со средней продолжительностью заболевания 13 лет и умеренной активностью АС. Наименьшие значения лабораторных показателей активности воспаления наблюдались в подгруппе пациентов, получающих и ФНО- $\alpha$ : медиана СОЭ составила 9 [7; 15] мм/ч, СРБ — 3,17 [1,73; 11,7] мг/л. Наибольшая активность отмечалась у лиц, не получающих ГИБП: медиана СОЭ — 37,5 [24; 47] мм/ч, СРБ — 23,68 [11,15; 62,29] мг/л. Характеристика пациентов представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Общая характеристика пациентов

Показатель	Ме [Q1; Q3]
Возраст, лет	35 [31; 42]
Длительность заболевания, лет	13 [9; 19]
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	26,1 [22,8; 30,6]
СОЭ, мм/ч	12,5 [7,0; 25,0]
СРБ, мг/л	6,00 [2,14; 18,48]
BASDAI	2,2 [1,4; 3,2]
ASDAS-СРБ	2,0 [1,3; 2,7]

**Примечание:** СОЭ — скорость оседания эритроцитов; СРБ — С-реактивный белок; BASDAI — Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index; ASDAS-СРБ — Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score с определением С-реактивного белка

У 13 больных наблюдалась развернутая стадия АС (синдесмофиты на рентгенограммах не обнаружены), у 13 — поздняя стадия (имелся хотя бы один синдесмофит в любом отделе позвоночника). У 5 пациентов выявлен двусторонний СИ II стадии по Kellgren (медиана возраста — 32 [30; 34] года, длительности заболевания — 12 [9; 14] лет),

у 9 — СИ III стадии (медиана возраста — 41 [33; 42] год, длительности заболевания — 9 [6; 13] лет), у 12 — СИ IV стадии (медиана возраста — 36 [32; 44,5] лет, длительности заболевания — 14 [12,5; 19] лет). Возраст и длительность заболевания между подгруппами с разными стадиями СИ не различались.

Результаты денситометрии представлены в таблице 2. При сравнении подгрупп с разными стадиями СИ статистически значимых различий МПК в стандартных областях по данным денситометрии выявлено не было ( $p > 0,05$ ). При этом, в отличие от МПК, при оценке ТКИ наблюдалась тенденция к его снижению по мере увеличения стадии СИ. Так, частично и полностью деградированная микроархитектоника не встречалась у пациентов со II стадией СИ, но обнаружена у 8 из 21 пациента с III и IV стадиями СИ (38%). Причина отсутствия статистически значимых различий, вероятно, заключается в малом размере выборки пациентов.

**Таблица 2.** Данные денситометрии в исследуемой группе

Показатели	Стадия саркоии-лита	Ме [Q1; Q3]	$p$
поясничный отдел позвоночника	II	1,168 [1,139; 1,243]	$p > 0,05$
	III	1,184 [1,122; 1,245]	
	IV	1,194 [1,098; 1,327]	
проксимальные отделы левого бедра	II	1,032 [0,975; 1,062]	$p > 0,05$
	III	0,981 [0,967; 1,062]	
	IV	0,996 [0,876; 1,071]	
Минеральная плотность кости, г/см <sup>2</sup>	II	0,953 [0,904; 1,063]	$p > 0,05$
	III	0,962 [0,937; 1,072]	
	IV	0,953 [0,882; 0,992]	
проксимальные отделы правого бедра	II	0,993 [0,972; 1,021]	$p > 0,05$
	III	1,003 [0,969; 1,071]	
	IV	1,019 [0,808; 1,068]	
шейка правой бедренной кости	II	0,931 [0,910; 1,044]	$p > 0,05$
	III	1,010 [0,964; 1,044]	
	IV	0,949 [0,821; 0,997]	
Трабекулярный костный индекс	II	1,398 [1,367; 1,469]	$p > 0,05$
	III	1,408 [1,296; 1,437]	
	IV	1,330 [1,210; 1,407]	

Медиана ТКИ в исследуемой группе составила 1,373 [1,266; 1,428]. Корреляция ТКИ с клиническими показателями активности и лабораторными маркерами воспаления отсутствовала. При этом отмечалась обратная корреляция ТКИ со стадией СИ (табл. 3). Активное воспаление тел позвонков при АС не всегда сопровождается повышением уровня системных маркеров, а индексы BASDAI и ASDAS-СРБ, основанные в том числе на субъективных ощущениях пациента, не всегда отражают интенсивность воспаления, лежащую в основе патологического костного ремоделирования. В то же время стадия СИ объективно отражает степень прогрессирования АС и, согласно полученным данным, отрицательно коррелирует с ТКИ. Следует отметить, что при сравнении подгрупп с наличием и отсутствием синдесмофитов статистически значимых различий по ТКИ не выявлено.



**Таблица 3.** Корреляция ТКИ с клиническими параметрами пациентов

Показатели	Козффициент корреляции	
Возраст	$r=-0,004$ ; $p>0,05$	
Длительность заболевания	$r=0,015$ ; $p>0,05$	
Индекс массы тела	$r=0,031$ ; $p>0,05$	
Скорость оседания эритроцитов	$r=0,145$ ; $p>0,05$	
С-реактивный белок	$r=0,160$ ; $p>0,05$	
BASDAI	$r=-0,023$ ; $p>0,05$	
ASDAS-CPБ	$r=-0,203$ ; $p>0,05$	
Стадия саркоиита по Kellgren*	$r=-0,313$ ; $p<0,05$	
Минеральная плотность кости, г/см <sup>2</sup>	поясничный отдел позвоночника	$r=0,187$ ; $p>0,05$
	проксимальные отделы левого бедра	$r=0,033$ ; $p>0,05$
	шейка левой бедренной кости	$r=0,217$ ; $p>0,05$
	проксимальные отделы правого бедра	$r=0,113$ ; $p>0,05$
	шейка правой бедренной кости	$r=0,281$ ; $p>0,05$

**Примечание:** BASDAI – Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index; ASDAS-CPB – Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score с определением С-реактивного белка

### Обсуждение

Дальнейшее совершенствование лечения и профилактики осложнений АС неотъемлемо связано с поиском объективных и доступных методов оценки структурного прогрессирования заболевания. Одним из возможных инструментов объективизации процессов патологического ремоделирования костной ткани при АС может быть ТКИ.

Имеющиеся в настоящий момент данные исследований, посвященных изучению роли ТКИ в оценке прогрессирования структурных изменений при АС, не позволяют четко разграничить влияние на ТКИ таких факторов, как выраженность системного и низкоуровневого воспаления, возраст, остеопороз, ГИБП и антиостеопоротическая терапия [17].

Именно поэтому в настоящем исследовании изучалась взаимосвязь ТКИ и структурного прогрессирования АС при минимизации влияния пола и возраста у пациентов, не имеющих системного остеопороза. Мы обнаружили отрицательную корреляцию ТКИ со стадией СИ, одним из показателей, тесно связанных со структурными изменениями позвоночника при АС [4], несмотря на молодой возраст пациентов и отсутствие низкоэнергетических переломов в анамнезе. Наши данные согласуются с результатами ряда научных работ, опубликованных в последние годы [10–14, 16].

В то же время уровень маркеров системного воспаления у наших пациентов не коррелировал с ТКИ. При изучении взаимосвязи этих показателей были получены неоднозначные результаты. Одни авторы наблюдали корреляцию маркеров воспаления и ТКИ при АС [11], другие не смогли подтвердить эти результаты [10, 14].

Лабораторные маркеры воспаления – это очень лабильные параметры, уровень которых может меняться в течение короткого периода времени. Также необходимо помнить, что их значение может меняться под влиянием коморбидных заболеваний, включая инфекции, патологию печени и др. В случае обострения АС очаг может локализоваться как в телах позвонков, так и внеаксиально, в периферических суставах или энтезисах. Отсутствие взаимосвязи ТКИ с интегральными индексами активности АС (BASDAI и ASDAS-CPB) может быть обусловлено, с одной стороны, эффективностью проводимой терапии в текущий момент времени, с другой – влиянием субъективных факторов и сопутствующих заболеваний на величину суммарных индексов. В отличие от лабораторных маркеров воспаления и суммарных индексов активности АС, состояние трабекулярной костной ткани является намного более стабильным параметром.

Современные методы визуализации, такие как МРТ и сцинтиграфия, позволяют максимально объективно оценить интенсивность локального воспаления в позвоночнике и периферических суставах, однако данные методы достаточно дороги и недоступны для большинства пациентов [5, 15].

Необходимо отметить, что в современных условиях развития высокотехнологичных методов лечения воспалительных ревматических заболеваний все большее число пациентов, страдающих АС, получают ГИБП, которые эффективно контролируют уровень как системного, так и локального воспаления. В данных условиях достоверная оценка корреляции воспалительной активности с иными параметрами патологического процесса крайне затруднительна.

Таким образом, результаты проведенного авторами исследования позволяют заключить, что существуют статистически значимые различия значений ТКИ у пациентов с разными стадиями СИ, и эта зависимость может быть использована для объективизации структурного прогрессирования заболевания.

### Заключение

Трабекулярный костный индекс коррелирует с выраженностью структурных изменений крестцово-подвздошных суставов при анкилозирующем спондилите у молодых мужчин без признаков остеопороза.

### Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

### Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проектов базового бюджетного финансирования РФ № 0324-2019-0046-С-02 (НИИКЭЛ – филиал ФИЦ ИЦИГ СО РАН).

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Галушко ЕА, Насонов ЕЛ. Распространенность ревматических заболеваний в России. *Альманах клинической медицины*. 2018;46(1):32-39. [Galushko EA, Nasonov EL. Prevalence of rheumatic diseases in Russia. *Almanac of Clinical Medicine*. 2018; 46(1):32-39 (In Russ.)]. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39
2. Белая ЖЕ, Белова КЮ, Бирюкова ЕВ, Дедов ИИ, Дзеранова ЛК, Драпкина ОМ, и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. *Остеопороз и остеопатии*. 2021;24(2):4-47. [Belaya ZE, Belova KYu, Biryukova EV, Dedov II, Dzernanova LK, Drapkina OM, et al. Federal clinical guidelines for diagnosis, treatment and prevention of osteoporosis. *Osteoporosis and Bone Diseases*. 2021;24(2):4-47 (In Russ.)]. doi: 10.14341/osteol2930
3. Poddubnyy D, Gaydukova I, Hermann KG, Song IH, Haibel H, Braun J, et al. Magnetic resonance imaging compared to conventional radiographs for detection of chronic structural changes in sacroiliac joints in axial spondyloarthritis. *J Rheumatol*. 2013;40(9):1557-1565. doi: 10.3899/jrheum.130141
4. Hebeisen M, Micheroli R, Scherer A, Baraliakos X, de Hooge M, van der Heijde D, et al. Spinal radiographic progression in axial spondyloarthritis and the impact of classification as nonradiographic versus radiographic disease: Data from the Swiss Clinical Quality Management cohort. *PLoS One*. 2020;15(3):e0230268. doi: 10.1371/journal.pone.0230268
5. Эрдеc Ш, Смирнов АВ. Технология диагностики воспалительных изменений скелета при анкилозирующем спондилите по данным магнитно-резонансной томографии. *Научно-практическая ревматология*. 2019;57(6):678-684. [Erdes S, Smirnov AV. Diagnostic technology for inflammatory changes in the skeleton with ankylosing spondylitis according to magnetic resonance imaging. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologia = Rheumatology Science and Practice*. 2019;57(6):678-684 (In Russ.)]. doi: 10.14412/1995-4484-2019-678-684
6. Muschitz C, Kocjan R, Haschka J, Pahr D, Kaider A, Pietschmann P, et al. TBS reflects trabecular microarchitecture in premenopausal women and men with idiopathic osteoporosis and low-traumatic fractures. *Bone*. 2015;79:259-266. doi: 10.1016/j.bone.2015.06.007
7. Expert Panel on Musculoskeletal Imaging; Ward RJ, Roberts CC, Bencardino JT, Arnold E, Baccei SJ, Cassidy RC, et al. ACR Appropriateness Criteria Osteoporosis and Bone Mineral Density. *J Am Coll Radiol*. 2017;14(5S):S189-S202. doi: 10.1016/j.jacr.2017.02.018
8. Kolta S, Briot K, Fechtenbaum J, Paternotte S, Armbrrecht G, Felsenberg D, et al. TBS result is not affected by lumbar spine osteoarthritis. *Osteoporos Int*. 2014;25(6):1759-1764. doi: 10.1007/s00198-014-2685-6
9. McCloskey EV, Odén A, Harvey NC, Leslie WD, Hans D, Johansson H, et al. A meta-analysis of trabecular bone score in fracture risk prediction and its relationship to FRAX. *J Bone Miner Res*. 2016;31(5):940-948. doi: 10.1002/jbmr.2734
10. Kang KY, Goo HY, Park SH, Hong YS. Trabecular bone score as an assessment tool to identify the risk of osteoporosis in axial spondyloarthritis: A case-control study. *Rheumatology (Oxford)*. 2018;57(3):462-469. doi: 10.1093/rheumatology/kex377
11. Kang KY, Chung MK, Kim HN, Hong YS, Ju JH, Park SH. Severity of sacroiliitis and erythrocyte sedimentation rate are associated with a low trabecular bone score in young male patients with ankylosing spondylitis. *J Rheumatol*. 2018;45(3):349-356. doi: 10.3899/jrheum.170079
12. Kim JW, Chung MK, Lee J, Kwok SK, Kim WU, Park SH, et al. Low bone mineral density of vertebral lateral projections can predict spinal radiographic damage in patients with ankylosing spondylitis. *Clin Rheumatol*. 2019;38(12):3567-3574. doi: 10.1007/s10067-019-04743-7
13. Wildberger L, Boyadzhieva V, Hans D, Stoilov N, Rashkov R, Aubry-Rozier B. Impact of lumbar syndesmophyte on bone health as assessed by bone density (BMD) and bone texture (TBS) in men with axial spondyloarthritis. *Joint Bone Spine*. 2017;84(4):463-466. doi: 10.1016/j.jbspin.2016.05.015
14. Kang KY, Ju JH, Park SH, Hong YS. Longitudinal association between trabecular bone loss and disease activity in axial spondyloarthritis: A 4-year prospective study. *J Rheumatol*. 2020;47(9):1330-1337. doi: 10.3899/jrheum.190749
15. Jung JY, Han SH, Hong YS, Park SH, Ju JH, Kang KY. Inflammation on spinal magnetic resonance imaging is associated with poor bone quality in patients with ankylosing spondylitis. *Mod Rheumatol*. 2019;29(5):829-835. doi: 10.1080/14397595.2018.1510877
16. Kang KY, Jung JY, Lee SK, Min HK, Hong YS, Park SH, et al. Trabecular bone score value is associated with new bone formation independently of fat metaplasia on spinal magnetic resonance imaging in patients with ankylosing spondylitis. *Scand J Rheumatol*. 2020;49(4):292-300. doi: 10.1080/03009742.2019.1704053
17. Martineau P, Leslie WD. Trabecular bone score (TBS): Method and applications. *Bone*. 2017;104:66-72. doi: 10.1016/j.bone.2017.01.035
18. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, et al.; National Osteoporosis Foundation. Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2014;25(10):2359-2381. doi: 10.1007/s00198-014-2794-2
19. Krohn K, Schwartz EN, Chung YS, Lewiecki EM. Dual-energy X-ray absorptiometry monitoring with trabecular bone score: 2019 ISCD official position. *J Clin Densitom*. 2019;22(4):501-505. doi: 10.1016/j.jocd.2019.07.006
20. van der Heijde D, Ramiro S, Landewé R, Baraliakos X, Van den Bosch F, Sepriano A, et al. 2016 update of the ASAS-EULAR management recommendations for axial spondyloarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2017;76(6):978-991. doi: 10.1136/annrheum-dis-2016-210770

Колпаков К.И. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6834-2651>.

Летягина Е.А. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6275-2924>.

Омельченко В.О. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6606-7185>

Убшаева Ю.Б. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6330-1044>

Королев М.А. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4890-0847>