



## Пути совершенствования диагностических подходов при саркоидозе легких (обзор литературы)

Ю.С. ЗИНЧЕНКО<sup>1</sup>, В.О. ПОЛЯКОВА<sup>1</sup>, А.Н. МУРАВЬЕВ<sup>1</sup>, И.Р. ТУБЕЕВА<sup>1</sup>, С.В. СТАРЕВСКАЯ<sup>1,2</sup>,  
П.К. ЯБЛОНСКИЙ<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» МЗ РФ, г. Санкт-Петербург, РФ

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, РФ

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, РФ

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ 50 публикаций по диагностическим подходам к выявлению саркоидоза. Отмечено, что этот процесс в настоящее время не стандартизирован и сопряжен с высокой вероятностью ошибок. Улучшение подходов затрагивает все аспекты диагностики – от выделения высокоспецифичных клинико-рентгенологических проявлений заболевания до выбора метода биопсии легкого. Наиболее перспективным является применение биомаркеров саркоидоза, таких, как ангиотензинпревращающий фермент, хитотриозидаза, сывороточный амилоид А. Изучается возможность их комбинации, связь с клиническими признаками заболевания, проводятся полногеномные исследования для открытия новых биомаркеров.

**Ключевые слова:** саркоидоз легких, диагностика, саркоидная гранулема, биомаркеры.

**Для цитирования:** Зинченко Ю.С., Полякова В.О., Муравьев А.Н., Тубеева И.Р., Старевская С.В., Яблонский П.К. Пути совершенствования диагностических подходов при саркоидозе легких (обзор литературы) // Туберкулёз и болезни лёгких. – 2025. – Т. 103, № 2. – С. 102–110. <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2025-103-2-102-110>

## Ways to Enhance the Diagnosis of Pulmonary Sarcoidosis (Literature Review)

YU.S. ZINCHENKO<sup>1</sup>, V.O. POLYAKOVA<sup>1</sup>, A.N. MURAVIEV<sup>1</sup>, I.R. TUBEEVA<sup>1</sup>, S.V. STAREVSKAYA<sup>1,2</sup>,  
P.K. YABLONSKIY<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Russian Ministry of Health, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> North-Western State Medical University Named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> St. Petersburg University, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The article analyzes 50 publications devoted to diagnostic approaches to detection of sarcoidosis. It highlights that currently diagnosis of this disease is not standardized and thus errors are highly possible to occur. Improved approaches address all aspects of diagnosis, from the distinction of highly specific clinical and radiologic signs of the disease to the choice of lung biopsy method. The use of sarcoidosis biomarkers such as angiotensin-converting enzyme, chitotriosidase, and serum amyloid A is most promising. The possibility of their combination and association with clinical signs of the disease are being studied, and to discover new biomarkers, full-genome studies are being in progress.

**Key words:** pulmonary sarcoidosis, diagnosis, sarcoid granuloma, biomarkers.

For citation: Zinchenko Yu.S., Polyakova V.O., Muraviev A.N., Tubeeva I.R., Starevskaya S.V., Yablonskiy P.K. Ways to enhance the diagnosis of pulmonary sarcoidosis (literature review). *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2025, vol. 103, no. 2, pp. 102–110. (In Russ.) <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2025-103-2-102-110>

Для корреспонденции:  
Зинченко Юлия Сергеевна  
E-mail: [ulia-zinchenko@yandex.ru](mailto:ulia-zinchenko@yandex.ru)

Correspondence:  
Yulia S. Zinchenko  
Email: [ulia-zinchenko@yandex.ru](mailto:ulia-zinchenko@yandex.ru)

### Введение

Саркоидоз – заболевание с неустановленной этиологией, характеризующееся формированием эпителиоидно-клеточных гранул без казеозного некроза у генетически детерминированных лиц. Гранулемы могут формироваться в любых органах

и тканях, чаще всего поражается легочная ткань и внутригрудные лимфатические узлы, что сопровождается разнообразными клиническими проявлениями [24].

Диагностика саркоидоза – путь, требующий тщательной оценки, на котором клиницист исключает альтернативные диагнозы, объединяя вклад

каждого результата исследования в окончательное представление при сопоставлении с клинической картиной. Диагноз саркоидоза не стандартизирован и основывается на следующих диагностических критериях: 1) «совместимая» клинико-рентгенологическая картина; 2) выявление гранулематозного воспаления без казеозного некроза по крайней мере в одном образце ткани; 3) надежное исключение альтернативных причин [17]. Критерии довольно условны — не существует объективных мер, позволяющих понять, что все они выполнены. Исключить альтернативные причины не всегда представляется возможным, при этом саркоидоз остается заболеванием с неустановленным этиологическим агентом, диагнозом исключения, без надежных биомаркеров и высокоспецифичных рентгенологических и даже гистологических признаков. Врач никогда не может быть уверен в диагнозе на всем протяжении наблюдения пациента, речь идет больше о вероятности диагноза. Это объясняет частоту диагностических ошибок и требует поиска более совершенных решений, освещение которых и является целью данного обзора.

#### Диагностика, основанная на клинических проявлениях

Клинические проявления саркоидоза отличаются гетерогенностью и варьируют от бессимптомного течения до тяжелой недостаточности пораженного органа. Наиболее частым органом, поражаемым при саркоидозе (до 90%), являются легкие. Нередко выявляются бессимптомные изменения на рентгенограмме либо несоответствие выраженности рентгенологических проявлений и объема клинических симптомов. Респираторные симптомы на момент обращения обнаруживаются у 30-53% пациентов: кашель у — 27-53%, одышка — у 18-51% и боль в груди — у 9-23% [8, 11, 17].

Подходы к улучшению диагностики на основании данных клинической картины заключаются в разделении пациентов по фенотипическим проявлениям, а также в выделении высоко специфических для саркоидоза симптомов. Выделение фенотипов течения саркоидоза может помочь клиницистам как в выборе терапевтической тактики, так и в диагностике заболевания. Так, экспертами целевой группы Всемирной ассоциации по саркоидозу и другим гранулематозным заболеваниям (WASOG) в 2011 г. были предложены фенотипы саркоидоза в зависимости от наличия острого начала заболевания, самостоятельного разрешения изменений в легких, исхода, выраженности клинических проявлений, генерализации процесса и ответа на противовоспалительную терапию [6, 7, 37, 39, 49]. Согласно Российским клиническим рекомендациям 2024 г., было предложено выделение клинико-патогенетических вариантов (фенотипов) саркоидоза. В зависимости от локализации саркоидоз можно разделить на

классический вариант с внутригрудными поражениями, саркоидоз с преобладанием внелегочных поражений и генерализованный процесс. По течению заболевание может характеризоваться острым началом (синдромы Лефгрена, Хеерфордта-Вальденстрема), изначально хроническим течением, фиброзированием, рецидивами, рефрактерностью к кортикостероидам, также выделяют саркоидоз у детей до 5 лет [2].

Течение саркоидоза органов дыхания обычно следует по трем основным путям. Первый путь представляет собой доброкачественное течение, которое характерно для лиц без симптомов, выявленных при скрининговом обследовании. Одним из типичных проявлений при динамическом наблюдении пациентов с саркоидозом является самостоятельное улучшение и регресс изменений в легких, что также может рассматриваться как диагностический критерий. Второй вариант — течение заболевания от месяцев до всей жизни может сопровождаться умеренным снижением легочной функции, развитием клинических симптомов, отсутствием фиброирования. Третий путь — это прогрессирующий фиброз легких (около 10-20%), он отвечает за большинство случаев летального исхода [28]. При этом результаты исследований свидетельствуют, что клиническое начало заболевания не является надежным прогностическим индикатором, и необходимо тщательно наблюдать всех пациентов с саркоидозом в первые годы заболевания.

Все чаще в литературе, а также в рекомендациях по ведению саркоидоза поднимается вопрос о возможности диагностики заболевания без инвазивных процедур при условии последующего наблюдения за пациентом при выявлении определенных рентгенологических и клинических особенностей [17, 25]. Некоторые клинические проявления на сегодняшний день рассматриваются как высокоспецифичные для саркоидоза, могут послужить основанием для постановки диагноза — синдром Лефгрена (острое начало с лихорадкой, двусторонней внутригрудной лимфаденопатией, узловатой эритемой и/или артритом голеностопных суставов или выраженным периартикулярным воспалением), синдром Хеерфордта-Вальденстрема (увеличение слюнных и околоушной желез, лихорадка, паралич лицевого нерва и передний увеит), ознобленная волчанка (хронический вариант, характеризующийся формированием участков уплотнения носа, щек и ушей) и бессимптомная двусторонняя лимфаденопатия средостения (ЛАПС) [17]. Наличие перилимфатических мелкоочаговых изменений с ЛАПС (или без нее), с фиброзом (или без него) в сочетании с другими типичными поражениями органов и/или синдромом Лефгрена может быть основанием для постановки диагноза на основании клинико-рентгенологических данных. У пациентов с бессимптомным течением, соответствующими изменениями по данным компьютерной томографии (КТ), отрицательными

результатами исследования на инфекцию, в первую очередь исключение туберкулеза, саркоидоз легких в ряде случаев может быть диагностирован без биопсии при условии активного динамического наблюдения.

### Лучевая диагностика

При подозрении на саркоидоз результаты рентгенологического исследования грудной клетки при типичной картине могут значительно повысить диагностическую достоверность. Но важно понимать, что результаты визуализации неспецифичны или атипичны в 25-30% случаев [15, 42]. Компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК) позволяет улучшить визуализацию изменений, что позволяет лучше дифференцировать саркоидоз от других диффузных заболеваний легких. При саркоидозе легких по данным КТ ОГК в 50-85% случаев наблюдается медиастинальная (обычно двусторонняя внутригрудная) лимфаденопатия, вовлечение паренхимы выявляется в 20-65% случаев [32]. Классическим проявлением поражения легочной паренхимы при саркоидозе являются перилимфатические узелки (вдоль легочных лимфатических сосудов или в непосредственной близости от них) с преобладанием в верхних отделах легких, двусторонние перифиссуральные уплотнения. По мере слияния узелков они могут образовывать более консолидированную центральную часть с окружающими микроузелками – симптом «галактики». Выявление зон «матового стекла» и консолидации (например, альвеолярный саркоидоз) в легких встречаются редко [31, 33]. Более характерна для саркоидоза симметричная внутригрудная и медиастинальная лимфаденопатия (более чем в 75% случаев). Изолированная лимфаденопатия среднего средостения встречается редко, одностороннее увеличение лимфатических узлов наблюдается в 1-3% случаев, атипичные паттерны чаще встречаются у пациентов старше 50 лет [33]. Обычно увеличение лимфатических узлов протекает без воздействия на соседние структуры. Могут встречаться кальцинаты в лимфатических узлах и признак «скопления черного жемчуга» [15, 32], который характеризуется наличием множественных круглых узелков по 1-2 мм, распределенных внутри лимфатического узла с гомогенным увеличением в венозной фазе (КТ с контрастированием). Фиброзные изменения могут возникать при саркоидозе, особенно при третьем пути развития заболевания, проявления включают фиброзно-кистозные изменения, изменения архитектоники, тракционные бронхоэктазы с наибольшим распространением в верхних долях. Совокупная оценка КТ ОГК с другими признаками повышает точность диагностики [41, 48].

Одним из направлений улучшения диагностики саркоидоза является применение ПЭТ-КТ. Есть данные, демонстрирующие роль  $^{18}\text{F}$ -FDG

как индикатора ПЭТ при тяжелом течении саркоидоза. Выявление более специфического для саркоидоза маркера может повысить информативность метода. Так как воспалительные клетки, обнаруженные в гранулемах, включая эпителиоидные клетки и макрофаги, имеют на своей поверхности рецепторы соматостатина (SSTR), такие маркеры, как  $^{68}\text{Ga}$ -DOTA-NaI-октреотид (DOTANOC) или  $^{68}\text{Ga}$ -DOTA-D-Phe-Tyr-октреотид (DOTATOC) могут оказаться надежными альтернативами  $^{18}\text{F}$ -FDG, что было продемонстрировано в случае с саркоидозом сердца [30].

Для более точной интерпретации клинико-рентгенологических проявлений были предприняты попытки создания стандартизированных шкал. Начало было положено в 1999 и 2014 гг., когда были разработаны и дополнены консенсусные критерии, классифицирующие как «высоковероятные», «вероятные» или «возможные» ряд клинических проявлений, относящихся к каждой ткани или органу. В 2018 г. Bickett, et al. модифицировали критерии и разработали версию «диагностической шкалы саркоидоза» (SDS). Отдельно оценивался вклад каждого клинического и диагностического критерия, на основании которого была сформирована SDS для пациентов с клинико-рентгенологическими критериями без биопсии и для пациентов с гистологическими признаками саркоидоза [12]. SDS показала хорошие показатели чувствительности и специфичности, было предложено не верифицировать пациентов при количестве баллов 4 и более. Силу исследованию могло бы придать включение больных туберкулезом легких в группу сравнения, а также добавление показателей сывороточных биомаркеров. Попытки оценить вклад каждого рентгенологического паттерна в диагноз саркоидоза органов дыхания также были предприняты рядом авторов. Так, Oberstein, et al. разработали систему оценки, основанную на сумме типичных паттернов поражения паренхимы в сочетании с увеличением лимфатических узлов и поражением плевры [35]. Применение шкал в совокупности с результатами функциональных исследований и показателями биологических маркеров может способствовать не только диагностике, но и помогать в оценке активности заболевания. Это нашло отражение: в шкале Drent, et al., включающей функцию легких и значения sIL-2R в сыворотке; КТ-оценке активности (CTAS) Benamore, et al. с оценкой выраженности очаговых изменений, участков «матового стекла» и консолидации по междольковым перегородкам [9, 21]. Международный консенсус 2023 г. заложил основу под новую классификацию саркоидоза, учитывающую связь между различными КТ-фенотипами и морфологическими проявлениями. Было достигнуто согласие по семи фенотипам: выделены нефиброзные (микронодулярные, макронодулярные паттерны, консолидация) и, вероятно, фиброзные (бронхоцентрические ретикулярные изменения

с консолидацией или без нее, с полостными или буллезными изменениями, имитирующими прогрессирующий массивный фиброз) [19].

### Гистологическая верификация

Усовершенствование диагностики саркоидоза легких в области гистологической верификации может быть направлено на расширение показаний, позволяющих избежать инвазивной диагностики, применение максимально информативных методик для получения гистологического материала и дополнительная оценка операционного материала для исключения альтернативных, в первую очередь инфекционных причин.

При поражении легкодоступных для биопсии локализаций (кожа, периферические лимфатические узлы) предпочтение должно отдаваться взятию материала из этих областей, при этом диагностическая ценность подобной биопсии может быть низкой, особенно в случае нетипичной клинической картины. В таком случае стоит рассмотреть биопсию внутренних органов [50].

На сегодняшний день эндоскопические методики обладают диагностической ценностью сопоставимой с хирургическими методами. Предпочтение должно отдаваться миниинвазивным методам, таким как эндосонография с биопсией, чрезбронхиальная биопсия легкого (ЧББЛ), криобиопсия легочной ткани [17]. При наличии выраженной лимфаденопатии, в первую очередь, должно быть рекомендовано выполнение эндосонографии (эндобронхиальное УЗИ с трансbronхиальной игольной аспирацией – EBUS-TBNA), которая позволяет получить объем материала, достаточный для гистологического и микробиологического исследований. Эндосонография является нехирургической процедурой для выявления гранул у пациентов с саркоидозом с внутригрудной лимфаденопатией, обладает диагностической эффективностью (до 80%) [45, 46]. Эндосонография может помочь дифференцировать саркоидоз от аденопатии другой природы, такой как туберкулез, на основании сонографических особенностей (т.е. наличия гетерогенной эхотекстуры в В-режиме или некроза внутригрудных лимфатических узлов) у пациента с положительными иммунологическими тестами на туберкулез [20]. Недавние данные показывают, что трансbronхиальная криобиопсия легких может быть полезна в случаях без значительной лимфаденопатии и паренхиматозных нарушений, а также в случаях, когда другие методы отбора проб не дают результатов, что позволяет избежать хирургической биопсии легких. При наличии поражения легочной паренхимы могут быть рассмотрены комбинации методик, так, сочетание EBUS-TBNA и ЧББЛ повышает диагностическую эффективность до 93% [1, 27]. Некоторые отличительные особенности гранулемы могут использоваться

в дифференциальной диагностике. Типичные проявления при саркоидозе включают: наличие хорошо сформированных, концентрически расположенных слоев иммунных клеток, наиболее заметными из которых являются центральные скопления макрофагов и многоядерные гигантские клетки. Внешний слой из рыхло организованных лимфоцитов, в основном Т-клеток, часто наблюдается с несколькими расположенными между ними дендритными клетками. В некоторых случаях гранулемы окружены изолированными скоплениями В-лимфоцитов. Инфекционные гранулемы часто сопровождаются некрозом, тогда как типичные саркоидные гранулемы — нет. При этом, наличие или отсутствие некроза в биопсии имеет относительное значение. В недавнем исследовании было показано, что около 20% биопсий при саркоидозе содержали некроз [17, 23]. Анатомическое распределение, качественные особенности и наличие сопутствующих признаков (перигранулематозный обширный фиброз, инфильтраты мононуклеарных клеток) могут указывать на специфическую этиологию [26]. Важным представляется проведение микробиологического тестирования на микобактерии и грибы в зависимости от картины заболевания и эпидемических особенностей региона [40]. Даже при получении типичных «саркоидных» гранул по результатам гистологического исследования мы не можем полностью быть уверенными в диагнозе, на протяжении всего периода динамического наблюдения он может подвергаться сомнению. Необходимость в биопсии при подозрении на саркоидоз основывается на степени распространенности альтернативных инфекций в регионе, наличии индивидуальных факторов риска злокачественности у пациента, возможности тщательного наблюдения, предпочтениях пациента, наличии безопасного, эффективного и экономичного способа биопсии [40].

### Биомаркеры саркоидоза

Наиболее перспективным направлением для усовершенствования диагностики саркоидоза являются исследования новых биологических маркеров. Доступные в настоящее время сывороточные биомаркеры обычно отражают общее количество гранул в организме и не специфичны для поражения легких. Не существует надежного сывороточного биомаркера, который оказался бы полезным для диагностики, мониторинга воспалительной активности или «количественной оценки» тяжести заболевания. Несколько различных биомаркеров были предложены, но они не обладают достаточной специфичностью и чувствительностью для принятия клинических решений. Основные направления исследований для внедрения маркеров в клиническую практику заключаются в изучении комбинаций маркеров, соотношения их с клинической



картиной (активность, поражение изолированных органов), а также в разработке новых, более специфических биомаркеров [47].

К наиболее часто применяемым сывороточным биомаркерам саркоидоза относится ангиотензинпревращающий фермент (АПФ), уровни растворимого рецептора интерлейкина-2 (sIL-2R), неоптерин, хитотриозидаза, лизоцим, сывороточный амилоид А (SAA) и другие. АПФ вырабатывается активированными макрофагами при гранулематозном ремоделировании легких. Несмотря на его активное применение, АПФ не обладает достаточным уровнем специфичности и чувствительности для дифференциальной диагностики саркоидоза. Возможно его применение при повышении на 50% выше верхнего значения в качестве маркера активности заболевания на фоне лечения или в роли дополнительного критерия [17]. SAA — белок острой фазы, вырабатываемый в печени и регулируемый цитокинами, происходящими из моноцитов и макрофагов. В исследовании Bargagli E., et al. уровни SAA были значительно выше у пациентов с саркоидозом, чем в контрольной группе ( $4.07 \pm 1.32$  нг/мл против  $2.32 \pm 1.63$  нг/мл,  $p = 0.002$ ). Однако, как и АПФ, этот биомаркер имеет низкую специфичность [4].

Цитокины, такие как факторы некроза опухоли (TNF- $\alpha$ , TNF- $\beta$ ), играют важную роль в формировании гранул и высвобождаются в больших количествах из альвеолярных макрофагов, полученных от пациентов с саркоидозом [5]. Сывороточная хитотриозидаза — фермент семейства хитиназ — участвует в созревании и дифференцировке макрофагов, может секретироваться легочными нейтрофилами и макрофагами. Ее чувствительность и специфичность выше, чем у других сывороточных биомаркеров, она может применяться для оценки прогноза заболевания, а также для мониторинга его активности [3]. sIL-2R, который высвобождается активированными мононуклеарными клетками, обладает чувствительностью 88% и специфичностью 85%, однако как диагностический маркер дискуссионен, рекомендована интерпретация с помощью других диагностических исследований. Постоянно повышенный уровень sIL-2R может указывать на внелегочные проявления саркоидоза [11, 38].

Диагностическая достоверность конкретного биомаркера может варьировать в зависимости от клинического фенотипа саркоидоза, показывать лучшие результаты при поражении изолированных органов, например, sIL-2R при саркоидозе легких и сердца [29]. Поскольку многие биомаркеры продемонстрировали взаимную положительную корреляцию, изучаются различные их комбинации для повышения как чувствительности, так и специфичности. Например, сочетание АПФ с хитотриозидазой увеличивает чувствительность до 90,5%, специфичность до 79,3% [10, 22].

Omics — область исследований, включающая геномику, эпигеномику, транскриптомику, протеомику, метаболомику для понимания полигенных и фенотипически гетерогенных заболеваний. Исследования в данной области могут позволить проводить анализ экспрессии генов в периферической крови. Так, уже идентифицированы диагностические и прогностические биомаркеры с использованием технологии однонуклеотидного полиморфизма (SNP), секвенирования РНК и анализа путей: различные полиморфизмы аллеля HLA и IL-1 $\alpha$ , различные SNP, такие как BTNL2, аннексин A11 и NOTCH4. Для лучшего понимания саркоидоза необходим переход к беспристрастным полногеномным аналитическим подходам [13, 18]. Christophi G., et al., используя праймеры для хорошо известных путей саркоидного воспаления, выделили РНК из образцов, залитых в парафин и сравнили экспрессию генов саркоидных гранул с гранулами других заболеваний (микотические гранулемы, гранулемы инородных тел). Экспрессия T-bet мРНК была единственным маркером, значительно более высоким в саркоидных гранулах, экспрессии Cox-2, IFN $\gamma$  и IRF-1 были значительно выше в саркоидных гранулах, чем в гранулах инородных тел. IL-13 был более высоко экспрессирован в микотических гранулах, чем в гранулах инородных тел, но существенно не отличался от саркоидных гранул [14]. В комплексном исследовании, направленном на идентификацию генов, способствующих воспалению и ремоделированию легких у пациентов с легочным саркоидозом, Crouser, et al. выявили гены, связанные с Th1-иммунным ответом (STAT1, CCL5, IL7 и IL15); экспрессия двух генов, регулирующих протеазы, происходящие из макрофагов, матриксной металлопептидазы 12 (MMP12) и ADAM-подобного децизина 1 (ADAMDEC1), была резко повышена в тканях легких при саркоидозе и может служить биомаркерами саркоидоза легких [16]. При оценке гуморального иммунитета при саркоидозе были выявлены повышенные уровни IgG против компонентов различных патогенов, а также против нескольких клеточных компонентов, включая виментин и другие. Для открытия новых биомаркеров респираторных заболеваний, в том числе саркоидоза, активно применяется способ создания библиотек дДНК, полученных с применением метода фагового дисплея T7. Для идентификации антигенов, ассоциированных с саркоидозом, была сконструирована комплексная библиотека саркоидоза (CSL). На основании полученных данных были идентифицированы два эпитопа (Cofilin и цепь A), которые специфически связываются с сывороточными IgG пациентов с саркоидозом, разработан прямой пептидный ИФА для измерения специфичного к эпитопу IgG [36, 44]. Интересные данные для дифференциальной диагностики саркоидоза и туберкулеза были получены при оценке формирования иммунных комплексов при добавлении антигенов

«экстракта здоровой легочной ткани» *in vitro* с применением метода динамического светорассеяния. Обнаружены достоверные различия в определении специфических иммунных комплексов у больных саркоидозом и туберкулезом легких со 100% диагно-

стической значимостью для саркоидоза [43]. Усовершенствование диагностики саркоидоза связано с открытием новых, более специфических биомаркеров и является одним из самых перспективных направлений дальнейших исследований.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare there is no conflict of interest.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Г.С., Васильев И.В., Маменко И.С., Табанакова И.А., Новицкая Т.А., Яблонский П.К. Эффективность трансбронхиальной криобиопсии легкого в сравнении с трансбронхиальной щипцовой биопсией в диагностике диссеминированных заболеваний легких // Медицинский альянс. – 2022. – Т. 10, № 2. – С. 40–49. <https://doi.org/10.36422/23076348-2022-10-2-40-49>
2. Клинические рекомендации «Саркоидоз». Москва: Российское Респираторное Общество, Российское научное медицинское общество терапевтов, Педиатрическое респираторное общество, Российское общество фтизиатров, 2024.
3. Bargagli E., Bennett D., Maggiorelli C., Di Sipio P., Margollicci M., Bianchi N., Rottoli P. Human chitotriosidase: a sensitive biomarker of sarcoidosis // *J Clin Immunol.* – 2013. – Vol. 33, № 1. – P. 264–270. <https://doi.org/10.1007/s10875-012-9754-4>
4. Bargagli E., Magi B., Olivieri C., Bianchi N., Landi C., Rottoli P. Analysis of serum amyloid A in sarcoidosis patients // *Respir Med.* – 2011. – Vol. 105, № 5. – P. 775–80. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2010.12.010>
5. Bargagli E., Mazzi A., Rottoli P. Markers of Inflammation in Sarcoidosis: Blood, Urine, BAL, Sputum, and Exhaled Gas // *Clinics in Chest Medicine.* – 2008. – Vol. 29, № 3. – P. 445–458. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2008.03.004>
6. Baughman R., Nagai S., Balter M., Costabel U., Drent M., du Bois R., Grutters J., Judson M., Lambiri I., Lower E., Muller-Quernheim J., Prasse A., Rizzato G., Rottoli P., Spagnolo P., Teirstein A. Defining the clinical outcome status (COS) in sarcoidosis: results of WASOG Task Force // *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis.* – 2011. – Vol. 28, № 1. – P. 56–64. PMID: 21796892
7. Baughman R., Scholand M., Rahaghi F. Clinical phenotyping: role in treatment decisions in sarcoidosis // *Eur Respir Rev.* – 2020. – Vol. 29, № 155. – P. 190145. <https://doi.org/10.1183/16000617.0145-2019>
8. Baughman R., Teirstein A., Judson M., Rossman M., Yeager H., Bresnitz E., DePalo L., Hunninghake G., Iannuzzi M., Johns C., McLennan G., Moller D., Newman L., Rabin D., Rose C., Rybicki B., Weinberger S., Terrin M., Knatterud G., Cherniak R. Case Control Etiologic Study of Sarcoidosis (ACCESS) research group. Clinical characteristics of patients in a case control study of sarcoidosis // *Am J Respir Crit Care Med.* – 2001. – Vol. 164, № 10(1). – P. 1885–1889. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.164.10.2104046>
9. Benamore R., Kendrick Y., Repapi E., Helm E., Cole S., Taylor S., Ho L. CTAS: a CT score to quantify disease activity in pulmonary sarcoidosis // *Thorax.* – 2016. – Vol. 71, № 12. – P. 1161–1163. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208833>
10. Bergantini L., d'Alessandro M., Vietri L., Rana G., Cameli P., Acerra S., Sestini P., Bargagli E. Utility of serological biomarker' panels for diagnostic accuracy of interstitial lung diseases // *Immunol Res.* – 2020. – Vol. 68, № 6. – P. 414–421. <https://doi.org/10.1007/s12026-020-09158-0>
11. Bernardinello N., Petrarulo S., Balestro E., Cocconcelli E., Veltkamp M., Spagnolo P. Pulmonary Sarcoidosis: Diagnosis and Differential Diagnosis // *Diagnostics (Basel).* – 2021. – Vol. 11, № 9. – P. 1558. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11091558>
12. Bickett A., Lower E., Baughman R. Sarcoidosis Diagnostic Score: A Systematic Evaluation to Enhance the Diagnosis of Sarcoidosis // *Chest.* – 2018. – Vol. 154, № 5. – P. 1052–1060. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.05.003>
13. Casanova N., Zhou T., Knox K., Garcia J. Identifying Novel Biomarkers in Sarcoidosis Using Genome-Based Approaches // *Clin Chest Med.* – 2015. – Vol. 36, № 4. – P. 621–630. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2015.08.005>

## REFERENCES

1. Belyaev G.S., Vasiliev I.V., Mamenko I.S., Tabanakova I.A., Novitskaya T.A., Yablonskiy P.K. Comparison of the efficacy of transbronchial cryobiopsy with transbronchial forceps biopsy in the diagnosis of diffuse parenchymal lung diseases. *Meditsinskiy Alyans*, 2022, vol. 10, no. 2, pp. 40–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.36422/23076348-2022-10-2-40-49>
2. *Klinicheskiye rekomendatsii Sarkoidoz.* [Clinical guidelines on sarcoidosis], Moscow, Russian Respiratory Society, Russian Scientific Medical Society of Physicians, Pediatric Respiratory Society, Russian Phthisiologists' Society, 2024.
3. Bargagli E., Bennett D., Maggiorelli C., Di Sipio P., Margollicci M., Bianchi N., Rottoli P. Human chitotriosidase: a sensitive biomarker of sarcoidosis. *J. Clin. Immunol.*, 2013, vol. 33, no. 1, pp. 264–270. <https://doi.org/10.1007/s10875-012-9754-4>
4. Bargagli E., Magi B., Olivieri C., Bianchi N., Landi C., Rottoli P. Analysis of serum amyloid A in sarcoidosis patients. *Respir. Med.*, 2011, vol. 105, no. 5, pp. 775–80. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2010.12.010>
5. Bargagli E., Mazzi A., Rottoli P. Markers of inflammation in sarcoidosis: blood, urine, BAL, sputum, and exhaled gas. *Clinics in Chest Medicine*, 2008, vol. 29, no. 3, pp. 445–458. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2008.03.004>
6. Baughman R., Nagai S., Balter M., Costabel U., Drent M., du Bois R., Grutters J., Judson M., Lambiri I., Lower E., Muller-Quernheim J., Prasse A., Rizzato G., Rottoli P., Spagnolo P., Teirstein A. Defining the clinical outcome status (COS) in sarcoidosis: results of WASOG Task Force. *Sarcoidosis Vasc. Diffuse Lung Dis.*, 2011, vol. 28, no. 1, pp. 56–64. PMID: 21796892
7. Baughman R., Scholand M., Rahaghi F. Clinical phenotyping: role in treatment decisions in sarcoidosis. *Eur. Respir. Rev.*, 2020, vol. 29, no. 155, pp. 190145. <https://doi.org/10.1183/16000617.0145-2019>
8. Baughman R., Teirstein A., Judson M., Rossman M., Yeager H., Bresnitz E., DePalo L., Hunninghake G., Iannuzzi M., Johns C., McLennan G., Moller D., Newman L., Rabin D., Rose C., Rybicki B., Weinberger S., Terrin M., Knatterud G., Cherniak R. Case Control Etiologic Study of Sarcoidosis (ACCESS) research group. Clinical characteristics of patients in a case control study of sarcoidosis. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2001, vol. 164, no. 10 (1), pp. 1885–1889. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.164.10.2104046>
9. Benamore R., Kendrick Y., Repapi E., Helm E., Cole S., Taylor S., Ho L. CTAS: a CT score to quantify disease activity in pulmonary sarcoidosis. *Thorax*, 2016, vol. 71, no. 12, pp. 1161–1163. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208833>
10. Bergantini L., d'Alessandro M., Vietri L., Rana G., Cameli P., Acerra S., Sestini P., Bargagli E. Utility of serological biomarker' panels for diagnostic accuracy of interstitial lung diseases. *Immunol. Res.*, 2020, vol. 68, no. 6, pp. 414–421. <https://doi.org/10.1007/s12026-020-09158-0>
11. Bernardinello N., Petrarulo S., Balestro E., Cocconcelli E., Veltkamp M., Spagnolo P. Pulmonary sarcoidosis: diagnosis and differential diagnosis. *Diagnostics (Basel)*, 2021, vol. 11, no. 9, pp. 1558. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11091558>
12. Bickett A., Lower E., Baughman R. Sarcoidosis diagnostic score: a systematic evaluation to enhance the diagnosis of sarcoidosis. *Chest*, 2018, vol. 154, no. 5, pp. 1052–1060. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.05.003>
13. Casanova N., Zhou T., Knox K., Garcia J. Identifying novel biomarkers in sarcoidosis using genome-based approaches. *Clin. Chest Med.*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 621–630. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2015.08.005>

14. Christophi G., Caza T., Curtiss C., Gumber D., Massa P., Landas S. Gene expression profiles in granuloma tissue reveal novel diagnostic markers in sarcoidosis // *Exp Mol Pathol.* – 2014. – Vol. 96, № 3. – P. 393-399. <https://doi.org/10.1016/j.yexmp.2014.04.006>
15. Criado E., SáNchez M., RamíRez J., Arguis P., de Caralt T., Perea R., Xaubet A. Pulmonary sarcoidosis: typical and atypical manifestations at high-resolution CT with pathologic correlation // *Radiographics.* – 2010. – Vol. 30, № 6. – P. 1567-1586. <https://doi.org/10.1148/r.306105512>
16. Crouser E., Culver D., Knox K., Julian M., Shao G., Abraham S., Liyanarachchi S., Macre J., Wewers M., Gavrillin M., Ross P., Abbas A., Eng C. Gene expression profiling identifies MMP-12 and ADAMDEC1 as potential pathogenic mediators of pulmonary sarcoidosis // *Am J Respir Crit Care Med.* – 2009. – Vol. 179, № 10. P. 929-938. <https://doi.org/10.1164/rccm.200803-490OC>
17. Crouser E., Maier L., Wilson K., Bonham C., Morgenthau A., Patterson K., Abston E., Bernstein R., Blankstein R., Chen E., Culver D., Drake W., Drent M., Gerke A., Ghobrial M., Govender P., Hamzeh N., James W., Judson M., Kellermeyer L., Knight S., Koth L., Poletti V., Raman S., Tukey M., Westney G., Baughman R. Diagnosis and detection of Sarcoidosis. An official American Thoracic Society clinical practice guideline // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2020. – Vol. 201, № 8. – P. e26-e51. <https://doi.org/10.1164/rccm.202002-0251ST>
18. Culver D., Judson M. New advances in the management of pulmonary sarcoidosis // *BMJ.* – 2019. – № 367. – P. 15553. <https://doi.org/10.1136/bmj.15553>
19. Desai S., Sivarasan N., Johannson K., George P., Culver D., Devaraj A., Lynch D., Milne D., Renzoni E., Nunes H., Sverzellati N., Spagnolo P., Baughman R., Yadav R., Piciucchi S., Walsh S., Kouranos V., Wells A., Sarcoid Delphi Group. High-resolution CT phenotypes in pulmonary sarcoidosis: a multinational Delphi consensus study // *Lancet Respir Med.* – 2024. – Vol. 12, № 5. – P. 409-418. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(23\)00267-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(23)00267-9)
20. Dhooira S., Agarwal R., Aggarwal A., Bal A., Gupta N., Gupta D. Differentiating tuberculosis from sarcoidosis by sonographic characteristics of lymph nodes on endobronchial ultrasonography: A study of 165 patients // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2014. – Vol. 148, № 2. – P. 662-667. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.01.028>
21. Drent M., De Vries J., Lelters M., Lamers R., Rothkranz-Kos S., Wouters E., van Dieijen-Visser M., Verschakelen J. Sarcoidosis: assessment of disease severity using HRCT // *Eur Radiol.* – 2003. – Vol. 13, № 11. – P. 2462-2471. <https://doi.org/10.1007/s00330-003-1965-x>
22. Enyedi A., Csongrádi A., Altörjay I., Beke G., Váradi C., Enyedi E., Kiss D., Bánya E., Kalina E., Kappelmayer J., Tóth A., Papp Z., Takács I., Fagyas M. Combined application of angiotensin converting enzyme and chitotriosidase analysis improves the laboratory diagnosis of sarcoidosis // *Clin Chim Acta.* – 2020. – № 500. – P. 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2019.10.010>
23. Eroglu S., Yildiz T., Sonkaya E., Kavas M., Ozbaki F., Sertçelik L., Sen A., Sevim T. Diagnosis distribution in cases with granulomatous inflammation in lung, pleura, and lymph node biopsies: An experience from a tertiary level single center chest diseases and thoracic surgery hospital // *Sarcoidosis Vasc. Diffuse Lung Dis.* – 2022. – Vol. 38, № 4. – P. e2021048. <https://doi.org/10.36141/svdl.v38i4.11914>
24. Grunewald J., Grutters J., Arkema E., Saketkoo L., Moller D., Müller-Quernheim J. Sarcoidosis // *Nat Rev Dis Primers.* – 2019. – Vol. 5, № 1. – P. 45. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0096-x>
25. Grutters J. Establishing a Diagnosis of Pulmonary Sarcoidosis // *J Clin Med.* – 2023. – Vol. 12, № 21. – P. 68-98. <https://doi.org/10.3390/jcm12216898>
26. Hutton Klein J., Tazelaar H., Leslie K., Colby T. One hundred consecutive granulomas in a pulmonary pathology consultation practice // *Am J Surg Pathol.* – 2010. – Vol. 34, № 10. – P. 1456-1464. <https://doi.org/10.1097/PAS.0b013e3181ef9fa0>
27. Jacob M., Bastos H., Mota P., Melo N., Cunha R., Pereira J., Guimarães S., Moura C., Morais A. Diagnostic yield and safety of transbronchial cryobiopsy in Sarcoidosis // *ERJ Open Res.* – 2019. – Vol. 5, № 4. – P. 00203. <https://doi.org/10.1183/23120541.00203-2019>
28. Judson M., Boan A., Lackland D. The clinical course of sarcoidosis: presentation, diagnosis, and treatment in a large white and black cohort in the United States // *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis.* – 2012. – Vol. 29, № 2. – P. 119-127. PMID: 23461074
29. Kalkanis A., Kalkanis D., Drougas D., Vavougiou G., Datseris I., Judson M., Georgiou E. Correlation of spleen metabolism assessed by 18F-FDG PET with serum interleukin-2 receptor levels and other biomarkers in patients with untreated sarcoidosis // *Nucl. Med. Commun.* – 2016. – Vol. 37, № 3. – P. 273-277. <https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000431>
14. Christophi G., Caza T., Curtiss C., Gumber D., Massa P., Landas S. Gene expression profiles in granuloma tissue reveal novel diagnostic markers in sarcoidosis. *Exp. Mol. Pathol.*, 2014, vol. 96, no. 3, pp. 393-399. <https://doi.org/10.1016/j.yexmp.2014.04.006>
15. Criado E., SáNchez M., RamíRez J., Arguis P., de Caralt T., Perea R., Xaubet A. Pulmonary sarcoidosis: typical and atypical manifestations at high-resolution CT with pathologic correlation. *Radiographics*, 2010, vol. 30, no. 6, pp. 1567-1586. <https://doi.org/10.1148/r.306105512>
16. Crouser E., Culver D., Knox K., Julian M., Shao G., Abraham S., Liyanarachchi S., Macre J., Wewers M., Gavrillin M., Ross P., Abbas A., Eng C. Gene expression profiling identifies MMP-12 and ADAMDEC1 as potential pathogenic mediators of pulmonary sarcoidosis. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2009, vol. 179, no. 10, pp. 929-938. <https://doi.org/10.1164/rccm.200803-490OC>
17. Crouser E., Maier L., Wilson K., Bonham C., Morgenthau A., Patterson K., Abston E., Bernstein R., Blankstein R., Chen E., Culver D., Drake W., Drent M., Gerke A., Ghobrial M., Govender P., Hamzeh N., James W., Judson M., Kellermeyer L., Knight S., Koth L., Poletti V., Raman S., Tukey M., Westney G., Baughman R. Diagnosis and detection of Sarcoidosis. An official American Thoracic Society clinical practice guideline. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2020, vol. 201, no. 8, pp. e26-e51. <https://doi.org/10.1164/rccm.202002-0251ST>
18. Culver D., Judson M. New advances in the management of pulmonary sarcoidosis. *BMJ*, 2019, no. 367, pp. 15553. <https://doi.org/10.1136/bmj.15553>
19. Desai S., Sivarasan N., Johannson K., George P., Culver D., Devaraj A., Lynch D., Milne D., Renzoni E., Nunes H., Sverzellati N., Spagnolo P., Baughman R., Yadav R., Piciucchi S., Walsh S., Kouranos V., Wells A., Sarcoid Delphi Group. High-resolution CT phenotypes in pulmonary sarcoidosis: a multinational Delphi consensus study. *Lancet Respir. Med.*, 2024, vol. 12, no. 5, pp. 409-418. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(23\)00267-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(23)00267-9)
20. Dhooira S., Agarwal R., Aggarwal A., Bal A., Gupta N., Gupta D. Differentiating tuberculosis from sarcoidosis by sonographic characteristics of lymph nodes on endobronchial ultrasonography: a study of 165 patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2014, vol. 148, no. 2, pp. 662-667. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.01.028>
21. Drent M., De Vries J., Lelters M., Lamers R., Rothkranz-Kos S., Wouters E., van Dieijen-Visser M., Verschakelen J. Sarcoidosis: assessment of disease severity using HRCT. *Eur. Radiol.*, 2003, vol. 13, no. 11, pp. 2462-2471. <https://doi.org/10.1007/s00330-003-1965-x>
22. Enyedi A., Csongrádi A., Altörjay I., Beke G., Váradi C., Enyedi E., Kiss D., Bánya E., Kalina E., Kappelmayer J., Tóth A., Papp Z., Takács I., Fagyas M. Combined application of angiotensin converting enzyme and chitotriosidase analysis improves the laboratory diagnosis of sarcoidosis. *Clin. Chim. Acta*, 2020, no. 500, pp. 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2019.10.010>
23. Eroglu S., Yildiz T., Sonkaya E., Kavas M., Ozbaki F., Sertçelik L., Sen A., Sevim T. Diagnosis distribution in cases with granulomatous inflammation in lung, pleura, and lymph node biopsies: An experience from a tertiary level single center chest diseases and thoracic surgery hospital. *Sarcoidosis Vasc. Diffuse Lung Dis.*, 2022, vol. 38, no. 4, pp. e2021048. <https://doi.org/10.36141/svdl.v38i4.11914>
24. Grunewald J., Grutters J., Arkema E., Saketkoo L., Moller D., Müller-Quernheim J. Sarcoidosis. *Nat. Rev. Dis. Primers*, 2019, vol. 5, no. 1, pp. 45. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0096-x>
25. Grutters J. Establishing a diagnosis of pulmonary sarcoidosis. *J. Clin. Med.*, 2023, vol. 12, no. 21, pp. 68-98. <https://doi.org/10.3390/jcm12216898>
26. Hutton Klein J., Tazelaar H., Leslie K., Colby T. One hundred consecutive granulomas in a pulmonary pathology consultation practice. *Am. J. Surg. Pathol.*, 2010, vol. 34, no. 10, pp. 1456-1464. <https://doi.org/10.1097/PAS.0b013e3181ef9fa0>
27. Jacob M., Bastos H., Mota P., Melo N., Cunha R., Pereira J., Guimarães S., Moura C., Morais A. Diagnostic yield and safety of transbronchial cryobiopsy in Sarcoidosis. *ERJ Open Res.*, 2019, vol. 5, no. 4, pp. 00203. <https://doi.org/10.1183/23120541.00203-2019>
28. Judson M., Boan A., Lackland D. The clinical course of sarcoidosis: presentation, diagnosis, and treatment in a large white and black cohort in the United States. *Sarcoidosis Vasc. Diffuse Lung Dis.*, 2012, vol. 29, no. 2, pp. 119-127. PMID: 23461074
29. Kalkanis A., Kalkanis D., Drougas D., Vavougiou G., Datseris I., Judson M., Georgiou E. Correlation of spleen metabolism assessed by 18F-FDG PET with serum interleukin-2 receptor levels and other biomarkers in patients with untreated sarcoidosis. *Nucl. Med. Commun.*, 2016, vol. 37, no. 3, pp. 273-277. <https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000431>

30. Keijsers R., Grutters J., Thomeer M., Du Bois R., Van Buul M., Lavalaye J., Van Den Bosch J., Verzijlbergen F. Imaging the inflammatory activity of sarcoidosis: Sensitivity inter observer agreement of 67Ga imaging and (18) F-FDG PET // *Q J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. – 2011. – Vol. 55, № 1. – P. 66-71. PMID: 21242947

31. Kim J., Dabiri B., Hammer M. Micronodular lung disease on high-resolution CT: patterns and differential diagnosis // *Clin Radiol.* – 2021. – Vol. 76, № 6. – P. 399-406. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.12.025>

32. Lynch J. 3rd, Ma Y., Koss M., White E. Pulmonary sarcoidosis // *Semin Respir Crit Care Med.* – 2007. – Vol. 28, № 1. – P. 53-74. <https://doi.org/10.1055/s-2007-970333>

33. Maller V., Weerakkody Y., Knipe H. Sarcoidosis (thoracic manifestations). Reference article, Radiopaedia.org. Available at: <https://radiopaedia.org/articles/sarcoidosis-thoracic-manifestations-2?lang=us> [Accessed on 13 Mar 2024].

34. Miller B., Rosado-de-christenson M., Mcadams H. Fishback N. Thoracic sarcoidosis: radiologic-pathologic correlation // *RadioGraphics*. – 1995. – Vol. 15, № 2. – P. 421-437. <https://doi.org/10.1148/radiographics.15.2.7761646>

35. Oberstein A., von Zitzewitz H., Schweden F., Müller-Quernheim J. Non invasive evaluation of the inflammatory activity in sarcoidosis with high-resolution computed tomography // *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis.* – 1997. – Vol. 14, № 1. – P. 65-72. PMID: 9186991

36. Peng C., Talreja J., Steinbauer B., Shinki K., Koth L., Samavati L. Discovery of Two Novel Immunoepitopes and Development of Peptide-based Sarcoidosis Immunoassay // *Am J Respir Crit Care Med.* – 2024. – Vol. 210, № 7. – P. 908-918. <https://doi.org/10.1164/rccm.202306-1054OC>

37. Prasse A., Katic C., Germann M., Buchwald A., Zissel G., Müller-Quernheim J. Phenotyping sarcoidosis from a pulmonary perspective // *Am J Respir Crit Care Med.* – 2008. – Vol. 177, № 3. – P. 330-336. <https://doi.org/10.1164/rccm.200705-742OC>

38. Qin D., Fan L., Zhong Y., Shen Y., Cheng D. Diagnostic accuracy of interleukin-2 receptor in sarcoidosis: a systematic review and meta-analysis // *Expert Rev Respir Med.* – 2023. – Vol. 17, № 6. – P. 495-505. <https://doi.org/10.1080/17476348.2023.2225772>

39. Rana G., d'Alessandro M., Rizzi L., Bergantini L., Cameli P., Vozza A., Sestini P., Suppressa P., Bargagli E. Clinical phenotyping in sarcoidosis management // *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis.* – 2021. – Vol. 38, № 2. – P. e2021007. <https://doi.org/10.36141/svdl.v38i2.10423>

40. Rossi G., Farver C. Pathological features and differential diagnosis. In: Bonella F., Culver D.A., Israël-Biet D., editors. *Sarcoidosis (ERS Monograph)* // Sheffield, European Respiratory Society. European Respiratory Society. Sheffield, UK, 2022. – pp. 91-106.

41. Sarangi P., Rock P., Bell D. Cluster of black pearls sign. Reference article, Radiopaedia.org. Available at: <https://radiopaedia.org/articles/cluster-of-black-pears-sign-1> [Accessed on 13 Mar 2024].

42. Spagnolo P., Sverzellati N., Wells A., Hansell D. Imaging aspects of the diagnosis of sarcoidosis // *Eur Radiol.* – 2014. – Vol. 24, № 4. – P. 807-816. <https://doi.org/10.1007/s00330-013-3088-3>

43. Starshinova A., Zinchenko Y., Filatov M., Denisova N., Istomina E., Landa S., Burdakov V., Churilov L., Sapozhnikova N., Pavlova M., Stepanenko T., Mayevskaya V., Yablonskiy P. Specific features of immune complexes in patients with sarcoidosis and pulmonary tuberculosis // *Immunol Res.* – 2018. – Vol. 66, № 6. – P. 737-743. <https://doi.org/10.1007/s12026-018-9052-1>

44. Talwar H. Rosati R., Li J., Kissner D., Ghosh S., Madrid F., Samavati L. Development of a T7 Phage Display Library to Detect Sarcoidosis and Tuberculosis by a Panel of Novel Antigens // *EBioMedicine*. – 2015. – Vol. 2, № 4. – P. 341-350. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2015.03.007>

45. Trisolini R., Lazzari A., Tinelli C., De Silvestri A., Scotti V., Patelli M. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for diagnosis of sarcoidosis in clinically unselected study populations // *Respirology*. – 2015. – Vol. 20, № 2. – P. 226-34. <https://doi.org/10.1111/resp.12449>

46. Trisolini R., Spagnolo P., Baughman R. Principles of diagnosis. In: Bonella F., Culver DA, Israël-Biet D, eds. *Sarcoidosis (ERS Monograph)*. Sheffield: European Respiratory Society, 2022. ISBN (online): 978-1-84984-146-7; ISBN (print): 978-1-84984-145-0.

47. van der Mark S., Bajnath V., Veltkamp M. Biomarkers in Sarcoidosis: Beginning of a New Era? // *Clin Chest Med.* – 2024. – Vol. 45, № 1. – P. 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2023.09.002>

30. Keijsers R., Grutters J., Thomeer M., Du Bois R., Van Buul M., Lavalaye J., Van Den Bosch J., Verzijlbergen F. Imaging the inflammatory activity of sarcoidosis: Sensitivity inter observer agreement of 67Ga imaging and (18) F-FDG PET. *Q J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, 2011, vol. 55, no. 1, pp. 66-71. PMID: 21242947

31. Kim J., Dabiri B., Hammer M. Micronodular lung disease on high-resolution CT: patterns and differential diagnosis. *Clin. Radiol.*, 2021, vol. 76, no. 6, pp. 399-406. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.12.025>

32. Lynch J. 3rd, Ma Y., Koss M., White E. Pulmonary sarcoidosis. *Semin. Respir. Crit. Care Med.*, 2007, vol. 28, no. 1, pp. 53-74. <https://doi.org/10.1055/s-2007-970333>

33. Maller V., Weerakkody Y., Knipe H. Sarcoidosis (thoracic manifestations). Reference article, Radiopaedia.org. Available: <https://radiopaedia.org/articles/sarcoidosis-thoracic-manifestations-2?lang=us> Accessed March 13, 2024

34. Miller B., Rosado-de-christenson M., Mcadams H. Fishback N. Thoracic sarcoidosis: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*, 1995, vol. 15, no. 2, pp. 421-437. <https://doi.org/10.1148/radiographics.15.2.7761646>

35. Oberstein A., von Zitzewitz H., Schweden F., Müller-Quernheim J. Non invasive evaluation of the inflammatory activity in sarcoidosis with high-resolution computed tomography. *Sarcoidosis Vasc. Diffuse Lung Dis.*, 1997, vol. 14, no. 1, pp. 65-72. PMID: 9186991

36. Peng C., Talreja J., Steinbauer B., Shinki K., Koth L., Samavati L. Discovery of two novel immunoepitopes and development of peptide-based sarcoidosis immunoassay. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2024, vol. 210, no. 7, pp. 908-918. <https://doi.org/10.1164/rccm.202306-1054OC>

37. Prasse A., Katic C., Germann M., Buchwald A., Zissel G., Müller-Quernheim J. Phenotyping sarcoidosis from a pulmonary perspective. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2008, vol. 177, no. 3, pp. 330-336. <https://doi.org/10.1164/rccm.200705-742OC>

38. Qin D., Fan L., Zhong Y., Shen Y., Cheng D. Diagnostic accuracy of interleukin-2 receptor in sarcoidosis: a systematic review and meta-analysis. *Expert Rev. Respir. Med.*, 2023, vol. 17, no. 6, pp. 495-505. <https://doi.org/10.1080/17476348.2023.2225772>

39. Rana G., d'Alessandro M., Rizzi L., Bergantini L., Cameli P., Vozza A., Sestini P., Suppressa P., Bargagli E. Clinical phenotyping in sarcoidosis management. *Sarcoidosis Vasc. Diffuse Lung Dis.*, 2021, vol. 38, no. 2, pp. e2021007. <https://doi.org/10.36141/svdl.v38i2.10423>

40. Rossi G., Farver C. Pathological features and differential diagnosis. In: Bonella F., Culver D.A., Israël-Biet D., editors. *Sarcoidosis (ERS Monograph)*. Sheffield, European Respiratory Society. European Respiratory Society. Sheffield, UK, 2022. pp. 91-106.

41. Sarangi P., Rock P., Bell D. Cluster of black pearls sign. Reference article, Radiopaedia.org. Available: <https://radiopaedia.org/articles/cluster-of-black-pears-sign-1> Accessed March 13, 2024

42. Spagnolo P., Sverzellati N., Wells A., Hansell D. Imaging aspects of the diagnosis of sarcoidosis. *Eur. Radiol.*, 2014, vol. 24, no. 4, pp. 807-816. <https://doi.org/10.1007/s00330-013-3088-3>

43. Starshinova A., Zinchenko Y., Filatov M., Denisova N., Istomina E., Landa S., Burdakov V., Churilov L., Sapozhnikova N., Pavlova M., Stepanenko T., Mayevskaya V., Yablonskiy P. Specific features of immune complexes in patients with sarcoidosis and pulmonary tuberculosis. *Immunol. Res.*, 2018, vol. 66, no. 6, pp. 737-743. <https://doi.org/10.1007/s12026-018-9052-1>

44. Talwar H. Rosati R., Li J., Kissner D., Ghosh S., Madrid F., Samavati L. Development of a T7 phage display library to detect sarcoidosis and tuberculosis by a panel of novel antigens. *EBioMedicine*, 2015, vol. 2, no. 4, pp. 341-350. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2015.03.007>

45. Trisolini R., Lazzari A., Tinelli C., De Silvestri A., Scotti V., Patelli M. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for diagnosis of sarcoidosis in clinically unselected study populations. *Respirology*, 2015, vol. 20, no. 2, pp. 226-34. <https://doi.org/10.1111/resp.12449>

46. Trisolini R., Spagnolo P., Baughman R. Principles of diagnosis. In: Bonella F., Culver DA, Israël-Biet D, eds. *Sarcoidosis (ERS Monograph)*. Sheffield: European Respiratory Society, 2022. ISBN (online): 978-1-84984-146-7; ISBN (print): 978-1-84984-145-0.

47. van der Mark S., Bajnath V., Veltkamp M. Biomarkers in sarcoidosis: beginning of a new era? *Clin. Chest Med.*, 2024, vol. 45, no. 1, pp. 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2023.09.002>



48. Venkataramanan R., Pudhiavan A., Venkataramanan A. The "cluster of black pearls" sign of sarcoid lymphadenopathy: a new sign on thin-section contrast-enhanced multidetector CT. // Clin Radiol. – 2017. – Vol. 72, № 9. – P. 729-736. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2017.03.031>
49. Wasfi Y., Rose C., Murphy J., Silveira L., Grutters J., Inoue Y., Judson M., Maier L. A new tool to assess sarcoidosis severity // Chest. – 2006. – Vol. 129, № 5. – P. 1234-1245. <https://doi.org/10.1378/chest.129.5.1234>
50. Wessendorf T., Bonella F., Costabel U. Diagnosis of sarcoidosis // Clin Rev Allerg Immunol. – 2015. – Vol. 49, № 1. – P. 54-62. <https://doi.org/10.1007/s12016-015-8475-x>
48. Venkataramanan R., Pudhiavan A., Venkataramanan A. The "cluster of black pearls" sign of sarcoid lymphadenopathy: a new sign on thin-section contrast-enhanced multidetector CT. Clin. Radiol., 2017, vol. 72, no. 9, pp. 729-736. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2017.03.031>
49. Wasfi Y., Rose C., Murphy J., Silveira L., Grutters J., Inoue Y., Judson M., Maier L. A new tool to assess sarcoidosis severity. Chest, 2006, vol. 129, no. 5, pp. 1234-1245. <https://doi.org/10.1378/chest.129.5.1234>
50. Wessendorf T., Bonella F., Costabel U. Diagnosis of sarcoidosis. Clin Rev. Allerg. Immunol., 2015, vol. 49, no. 1, pp. 54-62. <https://doi.org/10.1007/s12016-015-8475-x>

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» МЗ РФ  
191036, Россия, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4  
Тел.: +7 (812) 775-75-50

##### **Зинченко Юлия Сергеевна**

К. м. н., старший научный сотрудник, руководитель НИЛ изучения неспецифических заболеваний легких  
E-mail: [ulia-zinchenko@yandex.ru](mailto:ulia-zinchenko@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-6273-4304>

##### **Полякова Виктория Олеговна**

Д. б. н., профессор, заместитель директора  
E-mail: [vo.polyakova@spbniif.ru](mailto:vo.polyakova@spbniif.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-8682-9909>

##### **Муравьев Александр Николаевич**

К. м. н., ведущий научный сотрудник, руководитель НИЛ клеточной биологии и регенеративной медицины, ученый секретарь  
E-mail: [urolog5@gmail.com](mailto:urolog5@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-6974-5305>

##### **Тубеева Илона Робертовна**

Клинический ординатор  
E-mail: [ilona\\_tubeeva@mail.ru](mailto:ilona_tubeeva@mail.ru)

##### **Старевская Светлана Валерьевна**

Д. м. н., ведущий научный сотрудник, руководитель направления детской пульмонологии, доцент кафедры педиатрии и детской кардиологии ФГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» МЗ РФ  
E-mail: [svetlanastarevskaya@yandex.ru](mailto:svetlanastarevskaya@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-5778-2213>

##### **Яблонский Петр Казимирович**

Д. м. н., профессор, директор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии медицинского факультета Санкт-Петербургского государственного университета  
E-mail: [piotr\\_yablonskii@mail.ru](mailto:piotr_yablonskii@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-4385-9643>

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS:

St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Russian Ministry of Health  
2-4 Ligovsky Ave., St. Petersburg, 191036  
Phone: +7 (812) 775-75-50

##### **Yulia S. Zinchenko**

Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Head of Research Laboratory of Non-Specific Lung Diseases  
Email: [ulia-zinchenko@yandex.ru](mailto:ulia-zinchenko@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-6273-4304>

##### **Viktoria O. Polyakova**

Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director  
Email: [vo.polyakova@spbniif.ru](mailto:vo.polyakova@spbniif.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-8682-9909>

##### **Aleksandr N. Muraviev**

Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Head of Research Laboratory of Cellular Biology and Regenerative Medicine, Academic Secretary  
Email: [urolog5@gmail.com](mailto:urolog5@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-6974-5305>

##### **Ilona R. Tubeeva**

Resident Physician  
Email: [ilona\\_tubeeva@mail.ru](mailto:ilona_tubeeva@mail.ru)

##### **Svetlana V. Starevskaya**

Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher, Head of Pediatric Pulmonology Unit, Associate Professor of Pediatrics and Pediatric Cardiology Department, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Russian Ministry of Health  
Email: [svetlanastarevskaya@yandex.ru](mailto:svetlanastarevskaya@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-5778-2213>

##### **Petr K. Yablonskiy**

Doctor of Medical Sciences, Professor, Director, Head of Hospital Surgery Department of Medical Faculty of St. Petersburg University  
Email: [piotr\\_yablonskii@mail.ru](mailto:piotr_yablonskii@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-4385-9643>