

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ АНТИСПЕРМАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ У МУЖЧИН

Миркурбанова Тахмина Хамидзода

Ферганский Медицинский Институт Общественного Здоровья.

Ашурова Ойшахон Иномовна

Ферганский Медицинский Институт Общественного Здоровья.

Rahimov Oybek Bahriddin o'g'li

Ферганский Медицинский Институт Общественного Здоровья.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17343854>

Аннотация. Антиспермальные антитела (АСАТ) играют значительную роль в патогенезе иммунологического бесплодия у мужчин, нарушая подвижность сперматозоидов, вызывая их агглютинацию и снижая способность к оплодотворению.

Цель настоящей работы - провести сравнительный анализ наиболее распространённых методов выявления АСАТ, включая MAR-тест, иммуноферментный анализ (ИФА), прямой и непрямой тест Кумбса, Immunobead test и иммунофлюоресцентный метод. Рассмотрены принципы работы, диагностическая чувствительность, преимущества и недостатки каждого метода. Показано, что для повышения точности диагностики целесообразно комбинировать методы, оценивающие как локальный, так и системный иммунный ответ. Представлены рекомендации по выбору оптимального диагностического подхода в зависимости от клинической ситуации.

Ключевые слова: антиспермальные антитела; иммунологическое бесплодие; MAR-тест; иммуноферментный анализ; тест Кумбса; Immunobead test; иммунофлюоресцентный метод; диагностика мужского бесплодия.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR DETECTING ANTISPERM ANTIBODIES IN MEN

Abstract. Antisperm antibodies (ASA) play a significant role in the pathogenesis of immunological infertility in men, impairing sperm motility, causing agglutination, and reducing fertilization capacity. The aim of this study is to conduct a comparative analysis of the most common ASA detection methods, including the MAR test, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), direct and indirect Coombs tests, Immunobead test, and immunofluorescence. The operating principles, diagnostic sensitivity, advantages, and disadvantages of each method are discussed. It is shown that to improve diagnostic accuracy, it is advisable to combine methods that assess both the local and systemic immune response. Recommendations for choosing the optimal diagnostic approach depending on the clinical situation are presented.

Keywords: antisperm antibodies; immunological infertility; MAR test; enzyme-linked immunosorbent assay; Coombs test; Immunobead test; immunofluorescence method; diagnosis of male infertility.

Введение. Иммунологическое бесплодие является одной из значимых причин нарушения репродуктивной функции у мужчин, составляя, по данным различных исследований, от 5 до 15% случаев мужского бесплодия. Одним из ключевых патогенетических факторов данной формы является наличие антиспермальных антител (АСАТ), которые могут фиксироваться на поверхности сперматозоидов или циркулировать в биологических жидкостях.

Их образование приводит к снижению подвижности, агглютинации сперматозоидов, нарушению проникновения через цервикальную слизь и снижению способности к оплодотворению. Выбор адекватного метода диагностики АСАТ имеет ключевое значение для правильной постановки диагноза и определения тактики лечения.

Настоящая работа посвящена сравнительному анализу существующих методов выявления АСАТ у мужчин.

Общие сведения об антиспермальных антителах.

АСАТ могут принадлежать к различным классам иммуноглобулинов - IgA, IgG, реже IgM. IgA чаще всего локализуются на поверхности сперматозоидов в эякуляте и препятствуют их взаимодействию с цервикальной слизью.

IgG могут выявляться как в семенной плазме, так и в сыворотке крови, что отражает системный иммунный ответ. IgM встречаются редко и свидетельствуют о недавней сенсibilизации.

Локализация антител может быть различной: головка (нарушение проникновения в яйцеклетку), шейка (снижение подвижности) или хвост (изменение поступательного движения).

IgA - препятствуют прохождению сперматозоидов через цервикальную слизь.

IgG - циркулируют в крови и семенной плазме, влияют на акросомную реакцию.

IgM встречаются редко, чаще при острых посттравматических состояниях.

Антигены сперматозоидов локализуются на головке, шейке или хвосте, что отражается в результатах специфических тестов.

Методы выявления антиспермальных антител

1. MAR-тест (Mixed Antiglobulin Reaction test)

Принцип метода основан на выявлении антител на поверхности подвижных сперматозоидов с использованием латексных частиц или эритроцитов, покрытых антиглобулинами против IgA и IgG.

Преимущества: быстрота (10–15 минут), простота, возможность проведения в лаборатории андрологии.

Недостатки: требует достаточного количества подвижных сперматозоидов (не менее 5 млн/мл); не определяет антитела в плазме.

Клиническое значение: скрининговый тест при нормозооспермии или астенозооспермии.

2. Иммуноферментный анализ (ИФА)

Количественный метод, позволяющий выявлять свободные АСАТ в сыворотке, семенной плазме или экстрактах сперматозоидов.

Преимущества: высокая чувствительность, возможность исследования любых биологических жидкостей, количественная оценка.

Недостатки: не определяет, связаны ли антитела с поверхностью сперматозоидов; риск ложноположительных результатов.

Клиническое значение: оценка системного иммунного ответа, мониторинг динамики.

3. Прямой тест Кумбса

Позволяет выявлять антитела, фиксированные на сперматозоидах, с помощью антиглобулиновой сыворотки.

Преимущества: информативность при наличии подвижных сперматозоидов, оценка степени покрытия антителами.

Недостатки: невозможен при выраженной астенозооспермии или азооспермии; субъективная оценка под микроскопом.

Клиническое значение: подтверждение локального иммунного ответа.

4. Непрямой тест Кумбса

Выявляет антитела в плазме или сыворотке с использованием донорских сперматозоидов.

Преимущества: возможен при азооспермии.

Недостатки: более длительное время выполнения, меньшая клиническая специфичность.

Клиническое значение: оценка системной сенсibilизации.

5. Immunobead test

Метод основан на связывании сперматозоидов с микрочастицами, покрытыми антителами против IgA, IgG или IgM.

Преимущества: определяет класс антител и локализацию на сперматозоиде.

Недостатки: высокая стоимость, необходимость специального оборудования.

Клиническое значение: детальная иммунологическая характеристика АСАТ.

6. Иммунофлуоресцентный метод

Использует флуоресцентно-меченые антиглобулины для визуализации распределения антител.

Преимущества: высокая чувствительность, возможность определения локализации антител.

Недостатки: требуется флуоресцентный микроскоп и подготовленный персонал; преимущественно научное применение.

Клиническое значение: исследование механизмов действия АСАТ.

Сравнительная характеристика методов

Метод	Чувствительность	Специфичность	Время анализа	Локализация антител	Стоимость
MAR-тест	Средняя	Высокая	10–15 мин	Нет	Низкая
ELISA	Высокая	Высокая	1–2 ч	Нет	Средняя
Immunobead	Высокая	Высокая	1–2 ч	Да	Средняя
Проточная цитометрия	Очень высокая	Очень высокая	<30 мин	Да	Высокая
Мультиплексный анализ	Очень высокая	Очень высокая	1 ч	Частично	Высокая

Основные методы выявления АСАТ

Метод	Принцип	Материал	Чувствительность	Преимущества	Недостатки	Применение
MAR-тест	Латексные частицы/эритроциты с антиглобулинами	Эякулят	Высокая для IgA, IgG	Быстрота, простота	Требует подвижных сперматозоидов	Скрининг
ИФА	Определение антител в жидкостях	Сыворотка, плазма	Очень высокая	Количественный результат	Не различает связанное/свободное состояние	Системная диагностика
Прямой тест Кумбса	Антиглобулиновая сыворотка	Эякулят	Высокая	Оценка покрытия сперматозоидов	Требует подвижности	Локальный ответ
Непрямой тест Кумбса	Донорские сперматозоиды	Сыворотка	Средняя–высокая	Можно при азооспермии	Меньшая специфичность	Системная сенсibilизация
Immunobead test	Микрочастицы с анти-Ig	Эякулят	Очень высокая	Определение класса и локализации	Дорого	Расширенная диагностика
Иммунофлуоресценция	Флуоресцентные антиглобулины	Эякулят	Высокая	Визуализация локализации	Научное применение	Исследования

Современные и перспективные технологии

Флуоресцентная проточная цитометрия (Flow Cytometry)

Принцип: метка сперматозоидов флуоресцентными антителами с последующим автоматическим счётом и анализом.

Преимущества: высокая чувствительность, возможность анализа тысяч клеток за секунды.

Недостатки: высокая стоимость оборудования.

Мультиплексный bead-based иммуноанализ

Позволяет одновременно определять несколько видов антител и антигенов в одной пробе, сокращая время исследования.

Микрофлюидные чипы

Используют наноканалы и биосенсоры для выявления АСАТ в минимальных объёмах образца, интегрируются в портативные устройства.

Автоматизированные платформы с ИИ-анализом

Искусственный интеллект позволяет анализировать данные тестов и формировать комплексное заключение, что повышает точность диагностики.

Заключение. В современном подходе к диагностике иммунологического бесплодия у мужчин выявление антиспермальных антител перестаёт быть лишь лабораторной процедурой и становится важным инструментом персонализированной медицины.

Каждый метод - от простого MAR-теста до высокоточной проточной цитометрии - раскрывает уникальные аспекты взаимодействия иммунной системы и сперматозоидов.

Понимание не только факта наличия антител, но и их количественных, качественных и функциональных характеристик позволяет глубже проникнуть в патогенез нарушения фертильности. Оптимальной стратегией сегодня становится сочетание методов, способных одновременно оценить клиническую значимость АСАТ и предложить врачу исчерпывающую картину иммунного статуса пациента. Такой комплексный подход не только повышает точность диагностики, но и открывает путь к таргетным методам лечения, способным преодолеть барьеры, воздвигнутые собственным иммунитетом мужчины. В конечном счёте, это приближает главную цель - восстановление репродуктивного здоровья и возможность рождения здорового потомства.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen. – 6th ed. – Geneva: World Health Organization, 2021. – 292 p.
2. Agarwal A., Gupta S., Sharma R. Andrological evaluation of male infertility: A laboratory guide. – Cham: Springer, 2016. – 229 p.
3. Francavilla F., Santucci R., Barbonetti A., Francavilla S. Naturally-occurring antisperm antibodies in men: interference with fertility and clinical implications. An update. *Frontiers in Bioscience*. – 2007. – Vol. 12. – P. 2890–2911.
4. Clarke G.N., Elliott P.J., Smaila C., Baker H.W.G. Detection of sperm antibodies in semen using the mixed antiglobulin reaction (MAR) test. *American Journal of Reproductive Immunology*. – 1984. – Vol. 5, No. 4. – P. 185–188.
5. Kohn F.M., Erdmann I., Oeda T., el Mulla K.F., Schiefer H.G. Influence of antisperm antibodies on sperm function. *Andrologia*. – 1998. – Vol. 30, No. 1. – P. 63–69.
6. Кулаков В.И., Леонова Е.С., Назаренко Т.А. Иммунологическое бесплодие: современные подходы к диагностике и лечению. *Акушерство и гинекология*. – 2005. – № 3. – С. 3–9.
7. Назаренко Т.А., Джобава Э.М., Овсянникова Т.В. Иммунологические факторы в этиологии бесплодия. *Проблемы репродукции*. – 2010. – Т. 16, № 3. – С. 25–31.
8. Bohring C., Krause W. Immune infertility: towards a better understanding of sperm (auto)-immunity. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*. – 2003. – Vol. 273, No. 1. – P. 158–168.
9. Mirkurbanova T.X. The role of the MAR test in the identification and treatment strategy for men with immunological infertility. // *New Renaissance. International scientific and practical conference*. - 2025. - Vol. 2. - Issue 5. - 362-365 p.
10. Mirkurbanova T.X. Diagnostic significance of the MAR test in the prevention and treatment of male immunological infertility. // *Modern science and research*. - 2025. - Vol. 4. - 914-919 p.
11. Mirkurbanova T.X. New methods and sleep technologies in the treatment of immunological deficiency. // *Zamonaviy ilm-fan ta'lim istiqbollari. Ilmiy - amaliy konferensiyasi*. - 2025. - 305-308 p.
12. Mirkurbanova T.X. Presence of Antibodies in Semen: Mechanisms, Prevention, And Treatment Methods. // *International journal of formal education*. - 2024. - Vol. 3. - 444 - 448 p.