



УДК 616.69-008.8-036.21
МРНТИ 76.29.43,76.29.50

С.С. КАРИЕВ¹, К.Д. АБДУРАХМАНОВ², О.М. КУРМАНГАЛИЕВ³

СОСТОЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПЕРМОГРАММЫ У МУЖЧИН, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19

¹Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

²Термезский филиал Ташкентской медицинской академии, Ташкент, Узбекистан

³Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан

Кариев С.С. — <https://orcid.org/0000-0001-5566-2595>

Абдурахманов К.Д. — <https://orcid.org/0009-0006-4799-1077>

Курмангалиев О.М. — <https://orcid.org/0000-0002-9098-6592>

Библиографиялық сілтеме:

Кариев СС, Абдурахманов КД, Курмангалиев ОМ. COVID-19 ауруымен ауырған ерлердің спермограммадағы негізгі көрсеткіштерінің жағдайы. *Gylym aliansy*. 2025;2(1):20-26

Citation:

Kariyev SS, Abdurakhmanov KD, Kurmangaliyev OM. The State of Key Spermogram Indicators in Men after COVID-19 Infection. *Gylym aliansy*. 2025;2(1):20-26

Библиографическая ссылка:

Кариев СС, Абдурахманов КД, Курмангалиев ОМ. Состояние основных показателей спермограммы у мужчин, перенесших covid-19. *Gylym aliansy*. 2025;2(1):20-26

COVID-19 ауруымен ауырған ерлердің спермограммадағы негізгі көрсеткіштерінің жағдайы

С.С. Кариев¹, К.Д. Абдурахманов², О.М. Курмангалиев³

¹Ўзбекистон Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі Медицина қызметкерлерінің кәсіби біліктілігін арттыру орталығы, Ўзбекстан

²Ташкент медициналық академиясының Термез филиалының жалпы хирургия, балалар хирургиясы, урология және балалар урологиясы кафедрасы, Ташкент, Ўзбекстан

³Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Зерттеудің мақсаты. COVID-19 инфекциясымен ауырғаннан кейінгі ерлердің шәует сұйықтықтарының негізгі көрсеткіштерін зерттеу.

Зерттеу әдістері. 48 ер адамның шәует сұйықтығына талдау жасалды. Олардың 26-сы анамнезінде COVID-19 жұқтырған және инфекцияның зертханалық растамасы бар ер адамдар. Спермограмманың негізгі көрсеткіштері зерттелді: эякулят көлемі, сперматозоидтардың жалпы саны, сперматозоидтардың концентрациясы, патологиялық формалардың пайызы, шәует сұйықтығының рН және лейкоциттердің концентрациясы.

Зерттеу нәтижелері. COVID-19-бен ауырған пациенттердің спермограмма көрсеткіштері COVID-19 инфекциясымен ауырмаған науқастардың көрсеткіштерінен айтарлықтай ерекшеленді. Оларда эякулят көлемі 2 есе, ал сперматозоидтардың жалпы саны 3,6 есе аз болды. Сәйкесінше, сперматозоидтардың концентрациясы да екі есеге дерлік төмендеген. Шәует сұйықтығының рН жоғарылауы анықталды. Сперматозоидтардың патологиялық формаларының пайызы 2 есе жоғары.

Қорытынды. COVID-19 жұқтырған және қан сарысуындағы IgG SARS-CoV-2 деңгейі жоғары ер адамдарда фертильділіктің елеулі өзгерістерімен сипатталады. Бұл деректер аймақтағы бала туудың нашарлауын және туу көрсеткішінің төмендеуі мүмкін екенін көрсетеді.

Негізгі сөздер: COVID-19, SARS-CoV-2, ерлердегі фертильность, ер адамдардағы репродуктивті жүйесі

The State of Key Spermogram Indicators in Men after COVID-19 Infection

S.S. Kariyev¹, K.D. Abdurakhmanov², O.M. Kurmangaliyev³

¹Center for the Development of Professional Qualification of Medical Workers, Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

²Termez Branch of Tashkent Medical Academy, Termez, Uzbekistan

³Marat Ospanov West Kazakhstan Medical University, Aktobe, Kazakhstan

Scientific evidence suggests that SARS-CoV-2 may negatively affect the male reproductive system.

Purpose. This study aimed to examine the main indicators of semen parameters in men who had recovered from COVID-19.



Курмангалиев
Олег Маратович.
e-mail: om.kurmangal@mail.ru

Келін түсті/
Received/
Поступила:
21.01.2025

Басылымға қабылданды/
Accepted/
Принята к публикации:
19.02.2025

© 2024 The Authors
Published by Marat Ospanov
West Kazakhstan Medical University

Methods. The study included male patients who had recovered from COVID-19. Between February 2020 and September 2021, semen analysis was conducted on 48 men. Among them, 26 had a confirmed history of COVID-19, verified through laboratory testing (IgG antibodies). Key spermogram indicators were assessed, including ejaculate volume, total sperm count, sperm concentration, percentage of abnormal forms, semen pH, and leukocyte concentration.

Results. The spermogram indicators in patients who recovered from COVID-19 differed significantly from those in men without a history of the infection. The ejaculate volume was reduced by half, and the total sperm count was 3.6 times lower. Sperm concentration decreased by nearly twofold. An increase in semen pH was observed, and the percentage of abnormal sperm forms was twice as high.

Conclusion. Men with a history of COVID-19 and elevated SARS-CoV-2 IgG levels showed significant quantitative and qualitative alterations in semen parameters. These findings suggest that COVID-19 can impair male reproductive function and may contribute to the ongoing global decline in male fertility. This, in turn, could potentially lead to a reduction in birth rates in affected regions.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, male fertility, male reproductive system

Состояние основных показателей спермограммы у мужчин, перенесших covid-19

С.С. Кариев¹, К.Д. Абдурахманов², О.М. Курмангалиев³

¹Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан,

²Термезский филиал Ташкентской медицинской академии, Ташкент, Узбекистан

³Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актобе, Казахстан

Цель исследования: изучение основных показателей спермальной жидкости мужчин после перенесенной инфекции COVID-19.

Методы исследования. В исследование включены пациенты-мужчины, выздоровевшие от COVID-19. В период с февраля 2020 года по сентябрь 2021 года проведен анализ спермальной жидкости 48 мужчин. Из них 26 мужчин, у которых в анамнезе переболели COVID-19 и имели лабораторное подтверждение перенесенной инфекции. Исследованы ключевые показатели спермограммы: объем эякулята, общее количество сперматозоидов, концентрация сперматозоидов, процент патологических форм, pH спермальной жидкости и концентрация лейкоцитов.

Результаты исследования. Показатели спермограммы больных, переболевших COVID-19, существенно отличались от показателей пациентов, которые не перенесли инфекцию COVID-19. У них в 2 раза снижен объем эякулята, общее количество сперматозоидов в эякуляте составило $44,16 \pm 6,14$ млн., в то время как соответствующий показатель не болевших мужчин – $159,1 \pm 12,3$. Соответственно этому, почти на 50% снижена и концентрация сперматозоидов. Обнаружено повышение pH спермальной жидкости. Процент патологических форм сперматозоидов оказался в 2 раза больше.

Выводы. Для мужчин, перенесших COVID-19 и у которых повышен уровень IgG SARS-CoV-2 в сыворотке крови, характерны достоверные количественные и качественные изменения фертильности. Следовательно, коронавирусная инфекция COVID-19 влияет на мужскую репродуктивную функцию и тем, самым может способствовать усугублению уже происходящему в последние десятилетия – снижению мужской фертильности. Эти данные указывают на возможное снижение рождаемости в данном регионе.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, фертильность мужчин, репродуктивная система мужчин

Актуальность

Данные мета-анализа, опубликованного в 2017 году, свидетельствуют о том, что за 4 десятилетия (1973-2011 гг.) наблюдалось снижение ключевых показателей спермограммы на 50-60% [1]. ВОЗ постоянно пересматривает Рекомендации по оценке спермограмм. Следует отметить, что они также изменяются в сторону уменьшения значений этих и других показателей. Следовательно, с каждым годом существует

тенденция к снижению качества спермы [2, 3].

По мнению ряда авторов, эти выводы ошибочны и причиной тому, по их мнению, является отсутствие качественных данных, подтверждающих снижение параметров спермы с течением времени. Споры существуют из-за некачественных данных и интерпретаций, которые использовались на протяжении прошлого столетия. Более надежные современные данные дают более убедительный сигнал о том, что ни пара-

метры спермы, ни мужская фертильность не изменились за последнее столетие [3].

Значимыми причинами наблюдаемых трансформаций служат изменения окружающей среды. Воздействие химических веществ и малоподвижный образ жизни оказывают негативное влияние на сперматогенез [4]. И эта тенденция, вероятно, будет усиливаться среди населения в целом, а будущие проспективные исследования должны выяснить потенциальные причины этого снижения.

В связи с произошедшими за последние 5 лет эксцессами, вполне обоснованно ожидать более глубоких изменений показателей мужской фертильности. В частности, это касается влияния коронавирусной инфекции на мужское здоровье. Согласно последним научным исследованиям, SARS-CoV-2 может оказывать негативное воздействие на репродуктивную систему, приводя к снижению количества и подвижности сперматозоидов, влияя на нарушение эректильной функции, снижение уровня тестостерона в крови [5].

В свете сообщений о снижении качества спермы и коэффициентов рождаемости в некоторых регионах мира, а также других изменений, вопрос о том, меняется ли фертильность мужчин, требует исследования. Всё это указывает на необходимость (востребованность) продолжения исследований по этой проблеме [6].

Цель

Изучение основных показателей спермальной жидкости мужчин после перенесенной инфекции COVID-19.

Материалы и методы

Характеристика пациентов.

Для исследования были набраны пациенты-мужчины, выздоровевшие от COVID-19. В период с февраля 2020 года по сентябрь 2021 года проведен анализ спермальной жидкости 48 мужчин. Из них 26 мужчин, у которых в анамнезе переболели COVID-19 и имели лабораторное подтверждение перенесенной инфекции (группа-1) – повышенный уровень IgG в сыворотке крови. Средний возраст пациентов этой группы составил $26,3 \pm 2,7$ лет. Следующие 22 мужчин, которые не имели субъективных и лабораторных признаков перенесенной инфекции COVID-19 (группа-2). Средний возраст пациентов этой группы составил $29,9 \pm 0,6$ лет. К моменту обследования ни один из мужчин из обеих групп не был вакцинирован по поводу COVID-19.

Лабораторные исследования. Все пациенты сдавали анализы согласно стандартным общепринятым рекомендациям [7]. Исследование спермы выполняли на анализаторе SW-3700 (Производства компании MES, КНР). Анализ осуществляли согласно рекомендациям ВОЗ [8].

Так же, чтобы обеспечить точность сбора данных, внимание пациентов акцентировали на следующих моментах:

- убедиться, что вся сперма попадает в чашку для сбора;
- не использовать презерватив для сбора спермы;

- воздержаться от эякуляции в течение двух-семи дней перед сбором образца;
- собирать второй образец не позднее, чем через две недели после первого.
- избегать использования смазок, поскольку эти продукты могут повлиять на подвижность сперматозоидов.

В качестве ключевых показателей для анализа спермограммы в данном исследовании были выбраны: объём эякулята, общее количество сперматозоидов, концентрация сперматозоидов, процент патологических форм сперматозоидов, pH спермы, концентрация лейкоцитов в спермальной жидкости.

Для исключения наличия бактериальной инфекции в мочеполовом тракте проводили порционное исследование мочи по Meares-Stamey – микроскопическое и бактериологическое (при необходимости) исследование секрета простаты и проб мочи, полученных из различных отделов мочеполового тракта. Контрольвали наличие нитрита, как косвенного признака бактериальной инвазии.

Статистический анализ

Все статистические анализы проводились на персональном компьютере с использованием программного обеспечения “Microsoft Excel 2013”, “Microsoft Access 2013”, а также пакета статистических программ “R for Windows 2.15.0”. Вычисляли среднеарифметическую (M), среднее квадратичное отклонение (σ), относительные величины (частота, %). Статистическая значимость полученных измерений при сравнении средних величин определялось по критерию (t) Стьюдента (при нормальном распределении) и при помощи теста Уилкоксона (при анализе ненормально распределенных и непараметрических данных). Доверительные интервалы (CI), приводимые в работе, строились для доверительной вероятности $p=95\%$ (критический уровень значимости в данном исследовании принимался равным 0,05).

Результаты исследования

Клиническая характеристика пациентов

В данное исследование были включены 48 пациентов мужчин, жителей Сурхандарьинской области, которые обратились на консультацию в амбулаторию на андрологический приём. Из которых 26 пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 в анамнезе (1,5-2 месяца после болезни и не ранее чем на 42-й день после болезни). Остальные 22 пациента проходили обследование по поводу эректильной дисфункции, без каких-либо сопутствующих хронических заболеваний.

Лабораторно подтвержденный COVID-19 определялся как положительный результат теста на уровень антител класса G (IgG) SARS-CoV-2 к RBD-домену S-белка. Методом определения служил хемилюминесцентный иммуноанализ (Sperm Quality Analyzer SQA-iO, КНР). Диапазон количественного измерения: 2,9 - 5680 BAU/мл.

Для рандомизации и чистоты результатов, исключали наличие у обследуемых других заболеваний, ко-

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов

Группа	Возраст, г. Медиана (IQR)	Тяжесть перенесенного COVID-19 заболевания, n (%)			Сопутствующие заболевания, n (%)		IgG $\geq 10,0$ BAU / мл, n (%)	
		Лёгкое течение	Средней тяжести	Тяжёлое течение	Да	Нет	Да	Нет
С подтверждённым COVID-19 (n = 26)	27,0 (21-44)	17 (65,4)	7(26,9)	2(7,7)	12 (46,2)	14 (53,8)	26 (100)	НД
Нет подтверждения COVID-19 (n = 22)	29,0 (19-45)	НД	НД	НД	6(27,3)	16 (72,7)	НД	22 (100)

Сокращения: НД – нет данных/ не применимо.

торые могут быть причиной повышения иммуноглобулинов класса G. Такие аутоиммунные патологии как ревматоидный артрит, системная красная волчанка, синдром Шегрена, а также саркоидоз, хронические заболевания печени, хронические или возвратные инфекции и паразитарные заболевания. Из сопутствующих заболеваний, у пациентов первой группы были выявлены остаточные явления после перенесенной пневмонии, а также лёгкая степень эректильной дисфункции и симптомы абактериального простатита категории IV у пациентов обеих групп (таблица 1).

Результаты лабораторных исследований эякулята отражены в таблице 2.

Как видно из таблицы, показатели спермограммы больных, переболевших COVID-19, существенно отличались от показателей пациентов, которые не перенесли инфекции COVID-19 (таблица 2). У пациентов первой группы объём эякулята вдвое ниже по сравнению с аналогичными результатами пациентов второй группы, общее количество сперматозоидов в эякуляте составило $44,16 \pm 6,14$ млн., в то время как соответствующий показатель не болевших мужчин – $159,1 \pm 12,3$. Соответственно этому, почти в 2 раза снижена и концентрация сперматозоидов. Особо интересным оказался факт повышения pH эякулята. Так у переболевших COVID-19 мужчин (группа 1), pH был достоверно ($<0,05$) выше, чем у мужчин группы 2. Процент патологических форм сперматозоидов оказался на 50% больше, так же у пациентов в первой группе. Показатель концентрации лейкоцитов в эякуляте оказался значимо выше у болевших мужчин:

$2,78 \pm 0,29$ против $0,72 \pm 0,11$.

Обсуждение результатов

В ряде публикаций последних лет можно найти информацию, что несмотря на то, что не смогли обнаружить SARS-CoV-2 в сперме, коронавирусная инфекция COVID-19 в целом влияет на мужскую репродуктивную функцию и тем, самым достоверно способствует усугублению уже имеющегося в последние десятилетия снижения мужской фертильности. Однако у мужчин, как болеющих, так и выздоровевших от COVID-19 эти исследования при анализе качественных показателей спермы имеют разноречивые данные [2, 3, 17]. При повторных изучениях проб через 2-2,5 месяца эти показатели изменялись, но не до оптимального уровня. Как для семейных пар, так и клиник вспомогательных репродуктивных технологий и банков спермы следует особо рассматривать возможности оценки спермы мужчин, инфицированных COVID-19. Следовательно для мужчин с положительным анамнезом SARS-CoV-2 определённых данных как по срокам, так и по нормализации качества их спермы чётко определённых данных нет.

Подтверждено, что мультиорганные эффекты COVID-19 значимо изменяют функциональное состояние многих систем организма, включая сердце, легкие, почки, кожу, мозг, а также мужскую репродуктивную функцию [18, 19]. Хорошо известно, что несколько вирусных инфекций, включая эпидемический паротит, связаны со снижением качества спермы и мужским бесплодием [20]. Кроме того, уже подтверж-

Таблица 2. Результаты лабораторных исследований эякулята

Критерий	Переболевшие ковид (n=26), M $\pm$ m	Без ковид (n=22), M $\pm$ m	p
Объём эякулята, мл	$1,94 \pm 0,08$	$3,86 \pm 0,21$	$<0,05$
Общее количество сперматозоидов, млн	$44,16 \pm 6,14$	$159,1 \pm 12,3$	$<0,05$
Количество сперматозоидов, млн/мл	$22,37 \pm 2,90$	$42,72 \pm 2,89$	$<0,05$
pH спермальной жидкости	$8,41 \pm 0,12$	$7,61 \pm 0,02$	$<0,05$
Патологические формы, %	$27,72 \pm 1,29$	$12,73 \pm 0,88$	$<0,05$
Концентрация лейкоцитов, млн/мл	$2,78 \pm 0,29$	$0,72 \pm 0,11$	$<0,05$

дено, что все лихорадочные состояния отрицательно сказываются, внося существенные изменения на показатели концентрации, морфологии и подвижности сперматозоидов [21].

Недавнее структурное и функциональное исследование показало, что рецептор ангиотензин превращающего фермента 2 – это мишень для инфекции SARS-CoV-2. Наличие экспрессии фермента в зародышевых клетках, клетках Лейдига и клетках Сертоли, позволяет предположить, что яички являются потенциальной мишенью для инфекции SARS-CoV-2 [22]. Как подтверждение этого, результаты исследования Yang и соавторов, которые сообщили о значительном повреждении семенных канальцев и уменьшении количества клеток Лейдига, а также наличие легкого лимфоцитарного воспаления в яичках пациентов с COVID-19 [23].

Некоторые публикации предполагают, что неблагоприятное воздействие COVID-19 на репродуктивную функцию мужчин, может быть, в первую очередь обусловлено системной воспалительной реакцией и индукцией оксидативного стресса [24]. Выявленные в процессе исследования изменения подтвердили предположение ожидаемого ухудшения фертильности у мужчин после COVID-19. Это ещё одно подтверждение предполагаемого снижения показателей рождаемости в ближайшей перспективе и соответственно следует предполагать рост обращаемости населения к профильным узким специалистам [4].

Безусловно, важен анализ причинно-следственной связи между обнаруженными изменениями в спермограммах. Известно, что если pH спермальной жидкости выше нормы – 8,0 и располагается в щелочном диапазоне, то следует предполагать наличие воспалительного процесса или инфекции. Научными исследованиями подтверждено, что инфекции способны снижать фертильность мужчин посредством различных механизмов. Это могут быть как нарушение местной иммунной регуляции, которая вызывает таким образом развитие аутоантител к сперматозоидам, или же нарушение функции мужских добавочных желез. Вследствие этого, снижается качество или количество семенной жидкости. Кроме того, патогены могут повредить сперматозоиды напрямую или через вызванное ими воспаление [9, 10, 11].

В наших наблюдениях, ещё одним подтверждением наличия воспаления является повышение концентрации лейкоцитов в спермальной жидкости. И хотя ни один из пациентов не указал о перенесенном в остром периоде COVID-19 эпидидимите или орхите, концентрация лейкоцитов у них была в 4 раза выше, чем в группе 2. Это соответствует результатам наблюдений и литературного обзора публикации Еникеева Д. и соавт. [5]. Отрицательный нитрит тест и отсутствие роста микрофлоры в образцах мочи и семенной жидкости, указывают на асептический характер воспаления у наших пациентов.

Роль асептического воспаления общепризнана в патогенезе бесплодия, ассоциированного с оксидатив-

ным стрессом, нитрозативным стрессом и гипоксией [12]. В физиологических условиях сперма производит небольшое количество активных форм кислорода (СР), которые необходимы для оплодотворения, акросомной реакции и капацитации. При патологических состояниях, основным источником свободных радикалов (СР) в эякуляте являются сперматозоиды с нарушенной морфологией, а также лейкоциты. Последние продуцируют СР до 1000 раз больше, чем сперматозоиды. С одной стороны, такой высокий уровень продукции СР необходим для реализации противомикробной и противовоспалительной функций. С другой стороны, огромное количество СР, в свою очередь, ассоциировано с оксидативным стрессом, что обуславливает гибель или патологию сперматозоидов [13, 14]. Следовательно, если повышенное производство СР не связано с усилением систем очистки, происходит перекисное повреждение плазматической мембраны сперматозоидов и потеря целостности ДНК, что приводит к гибели клеток и соответственно к снижению фертильности.

COVID-19 способен вызывать широко распространенную дисфункцию эндотелия в системах органов за пределами легких и почек. Вирус может проникать в эндотелиальные клетки и влиять на многие органы, включая органы репродуктивной системы мужчин [15]. Данное состояние сосудистой системы ещё один значимый фактор развития оксидативного стресса. Повышенное производство СР лейкоцитами, по-видимому, является прямым следствием воспалительных процессов или сосудистых заболеваний, приводящих к гипоксии или ишемии.

Во всех указанных выше случаях в лечении пациентов с подобными заболеваниями мужской репродуктивной системы, осложненными экскреторно-токсической нормой бесплодия эффективны антиоксиданты [12, 13, 25]. Тем не менее доказано, что прием антиоксидантных добавок не лечит основное заболевание, вызывающее снижение фертильности. Для специалистов следует считать важным выявление и лечение причины повышенной продукции активных форм кислорода. В нашем случае естественно главной первопричиной мы считаем коронавирусную инфекцию COVID-19. Но настораживают результаты исследований по восстановлению нормального сперматогенеза после коронавирусной инфекции. Предполагаемое время восстановления составляет 3 месяца, но продолжающиеся в настоящее время дальнейшие исследования, обнаруживают что у ряда мужчин произошли необратимые повреждения. Частота их различна – от 9 до 28% мужчин, переболевших COVID-19. Поэтому, в любом случае первым шагом для всех этих мужчин, переболевших COVID-19, с целью сохранения фертильности и особенно для исходно страдающих бесплодием; может стать назначение антиоксидантных добавок. Они могут помочь сохранить баланс между производством и клиренсом СР и, таким образом, улучшить качество спермы. Ряд исследований до COVID-19 обнаружили более низкую частоту ане-

уплоидии сперматозоидов у мужчин с более высоким потреблением антиоксидантов в рационе, чем у тех, у кого потребление ниже [27]. В качестве компонентов комплекса антиоксидантных добавок наиболее известны и популярны – Vitamin E, Vitamin C, N-acetyl-L-cysteine, ZnSO₄, Glutathione, Pentoxifylline, Carnitine, Catalase, Selenium, nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, reactive oxygen species, Coenzyme Q10, superoxide dismutase. Прием подобных комбинированных антиоксидантных добавок в рамках как терапии в период лечения COVID-19, так и в последующем при реабилитации, возможно представится адекватной стратегией для оптимизации фертильности у пациентов с вирусной инфекцией SARS-CoV-2.

Заключение

Таким образом, для мужчин, перенесших COVID-19 и у которых повышен уровень IgG SARS-CoV-2 в сыворотке крови, характерны достоверные изменения фертильности. По сравнению с аналогичными показателями лиц, которые не имели субъективных и лабораторных признаков перенесенной инфекции COVID-19 (с нормальным уровнем IgG SARS-CoV-2 в сыворотке крови) у наших пациентов обнаружены – снижение объема эякулята и общего количества сперматозоидов,

повышение процента патологических форм и pH спермальной жидкости. На фоне всемирной тенденции снижения ключевых показателей спермограммы, эти данные указывают на усугубление нарушений фертильности и предполагаемого снижения рождаемости в выбранном регионе. В связи с этим, на наш взгляд, комплекс медикаментозного лечения COVID-19, как в острый период лечения, так и в последующем при реабилитации, целесообразно дополнить средствами для протекции и улучшения сперматогенеза. Углубленные рандомизированные исследования по определению предполагаемых причин и механизмов наблюдаемых изменений репродуктивной системы мужчин с коронавирусной инфекцией, определению сроков нормализации качественных и количественных параметров спермы всё же следует считать востребованными. А для оценки эффективности проведенного лечения и реабилитации основным результатом любого исследования должны быть не только изменения показателей спермограммы, но и конечно же, частота наступления беременности.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки.

Список литературы:

1. Hagai Levine, Niels Jørgensen, Anderson Martino-Andrade, Jaime Mendiola, Dan Weksler-Derri, Irina Mindlis, et.al. Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis. *Human Reproduction Update*. 2017;23(6):646–659. doi:10.1093/humupd/dmx022.
2. EAU Guidelines. Sexual and Reproductive Health: MALE INFERTILITY: Edn. presented at the EAU Annual Congress. Paris, 2024. <https://uroweb.org/guidelines/sexual-and-reproductive-health/chapter/male-infertility>
3. Niels Jørgensen, Dolores J Lamb, Hagai Levine, Alexander W Pastuszak, John T Sigalos, Shanna H Swan, et.al. Are worldwide sperm counts declining? *Fertil Steril*. 2021;116(6):1457–1463. doi: 10.1016/j.fertnstert.2021.10.020.
4. Chang S, et al. "Eleven year longitudinal study of U.S. sperm donors demonstrates declining sperm count and motility." *Fertility and Sterility*. 2018;110(4):e54–e55. doi:10.1016/j.fertnstert.2018.07.170.
5. Enikeev D, Taratkin M, Morozov A, et al. Prospective two-arm study of testicular function in patients with COVID-19. *Andrology*. 2022;10:1047–1056. doi.org/10.1111/andr.13159.
6. Smarr MM, Sapra KJ, Gemmill A, Kahn LG, Wise LA, Lynch CD, et al. Is human fecundity changing? A discussion of research and data gaps precluding us from having an answer. *Hum Reprod*. 2017;32:499–504. doi: 10.1093/humrep/dew361.
7. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen: Fifth Edition 5th ed. *World Health Organization*. 2010. <https://iris.who.int/handle/10665/44261>
8. Gottardo F, Kliesch S, World Health Organization. [Semen analysis: spermogram according to WHO 2010 criteria]: Practice Guideline. *Urologe*. 2011;50(1):101–8. doi: 10.1007/s00120-010-2466-6. PMID: 21161160.
9. Wigby S, Suarez SS, Lazzaro BP, Pizzari T, Wolfner MF. Sperm success and immunity. *Curr Top Dev Biol*. 2019;135:287–313. doi:10.1016/bs.ctdb.2019.04.002.
10. Moshe Wald MD (Assistant Professor). Urogenital infection as a risk factor for male infertility. *Deutsches Aertzteblatt International*. 2017;114(19):339–346. doi:10.1016/j.sram.2005.09.006.
11. Wald M. Male infertility: Causes and cures. *Sexuality, Reproduction and Menopause*. 2005;3(2):83–87.

Spisak literatury:

1. Hagai Levine, Niels Jørgensen, Anderson Martino-Andrade, Jaime Mendiola, Dan Weksler-Derri, Irina Mindlis, et.al. Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis. *Human Reproduction Update*. 2017;23(6):646–659. doi:10.1093/humupd/dmx022.
2. EAU Guidelines. Sexual and Reproductive Health: MALE INFERTILITY: Edn. presented at the EAU Annual Congress. Paris, 2024. <https://uroweb.org/guidelines/sexual-and-reproductive-health/chapter/male-infertility>
3. Niels Jørgensen, Dolores J Lamb, Hagai Levine, Alexander W Pastuszak, John T Sigalos, Shanna H Swan, et.al. Are worldwide sperm counts declining? *Fertil Steril*. 2021;116(6):1457–1463. doi: 10.1016/j.fertnstert.2021.10.020.
4. Chang S, et al. "Eleven year longitudinal study of U.S. sperm donors demonstrates declining sperm count and motility." *Fertility and Sterility*. 2018;110(4):e54–e55. doi:10.1016/j.fertnstert.2018.07.170.
5. Enikeev D, Taratkin M, Morozov A, et al. Prospective two-arm study of testicular function in patients with COVID-19. *Andrology*. 2022;10:1047–1056. doi.org/10.1111/andr.13159.
6. Smarr MM, Sapra KJ, Gemmill A, Kahn LG, Wise LA, Lynch CD, et al. Is human fecundity changing? A discussion of research and data gaps precluding us from having an answer. *Hum Reprod*. 2017;32:499–504.
7. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen: Fifth Edition 5th ed. *World Health Organization*. 2010. <https://iris.who.int/handle/10665/44261>
8. Gottardo F, Kliesch S, World Health Organization. [Semen analysis: spermogram according to WHO 2010 criteria]: Practice Guideline. *Urologe*. 2011;50(1):101–8. doi: 10.1007/s00120-010-2466-6. PMID: 21161160.
9. Wigby S, Suarez SS, Lazzaro BP, Pizzari T, Wolfner MF. Sperm success and immunity. *Curr Top Dev Biol*. 2019;135:287–313. doi:10.1016/bs.ctdb.2019.04.002.
10. Moshe Wald MD (Assistant Professor). Urogenital infection as a risk factor for male infertility. *Deutsches Aertzteblatt International*. 2017;114(19):339–346. doi:10.1016/j.sram.2005.09.006.
11. Wald M. Male infertility: Causes and cures. *Sexuality, Reproduction and Menopause*. 2005;3(2):83–87.

- doi:10.1016/J.SRAM.2005.09.006.
12. Шатылко ТВ, Гамидов СИ, Попова АЮ, Бицоев ТБ. Роль антиоксидантов в лечении бесплодных мужчин с варикоцеле. *Медицинский совет*. 2021;(13):23–33. doi:10.21518/2079-701X-2021-13-23-33.
 13. Выборнов СВ, Асфандияров ФР, Сеидов КС, Круглов ВА. Антиоксиданты в лечении пациентов с воспалительными заболеваниями мужской репродуктивной системы, осложненными экскреторно-токсической формой бесплодия. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2018;3:74–81. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36335967>.
 14. Baird AN, Bhagooli R, Ralf PJ, Takachashi S. Goral bleaching: the role of the host. *Trends Ecol Evol*. 2009;24(1):16–20. doi: 10.1016/j.tree.2008.09.005.
 15. Carmeli E, Coleman R, Reznick AZ. The biochemistry of aging muscle. *Exp Gerontol*. 2002;37(4):477–89. doi: 10.1016/s0531-5565(01)00220-0.
 16. Kresch E, Achua J, Saltzman R, Khodamoradi K, Arora H, Ibra-him E, et al. COVID-19 Endothelial Dysfunction Can Cause Erectile Dysfunction: Histopathological, Immunohistochemical, and Ultrastructural Study of the Human Penis. *World J Mens Health*. 2021;39(3):466–469. doi: 10.5534/wjmh.210055.
 17. Taketomo Maruki, Shinichiro Morioka, Yusuke Miyazato, Shinya Tsuzuki, Kentaro Takezawa, et.al. Association between post-COVID-19 conditions and male semen quality in Japan: A descriptive investigation. *Journal of Infection and Chemotherapy*. 2024;30:1194–1196. doi:10.1016/j.jiac.2024.06.021.
 18. Gacci M, Coppi M, Baldi E, Sebastianelli A, Zaccaro C, Morselli S, et al. Semen impairment and occurrence of SARS-CoV-2 virus in semen after recovery from COVID-19. *Hum Reprod*. 2021;36:1520–1529. doi:10.1093/humrep/deab026.
 19. Maleki BH, Tartibian B. COVID-19 and male reproductive function: a prospective, longitudinal cohort study. *Reproduction*. 2021;161:319–331. doi:10.1530/REP-20-0382.
 20. Liu W, Han R, Wu H, Daishu Han Viral threat to male fertility. *Andrologia*. 2018;50:e13140. doi:10.1111/and.13140.
 21. Carlsen E, Andersson AM, Petersen JH, Skakkebaek NE. History of febrile illness and variation in semen quality. *Hum Reprod*. 2003;18:2089–2092. doi:10.1093/humrep/deg412.
 22. Zhao Y, Zhao Z, Wang Y, Zhou Y, Ma Y, Zuo W. Single-cell RNA expression profiling of ACE2, the receptor of SARS-CoV-2. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;202:756–759. doi: 10.1164/rccm.202001-0179LE.
 23. Yang M, Chen S, Huang B, Zhong JM, Su H, Chen YJ, et al. Pathological findings in the testes of COVID-19 patients: clinical implications. *Eur Urol Focus*. 2020;6:1124–1129. doi:10.1016/j.euf.2020.05.009.
 24. SenGupta P, Dutta S, Roychoudhury S, D'Souza UJA, Govindasamy K, Kolesarova A. COVID-19, oxidative stress and male reproduction: possible role of antioxidants. *Antioxidants*. 2022;11:548. doi: 10.3390/antiox11030548.
 25. Lombardo F, Sansone A, Romanelli F, Paoli D, Gandini L, Lenzi A. The role of antioxidant therapy in the treatment of male infertility: an overview. *Asian J Androl*. 2011;13(5):690–7. doi: 10.1038/aja.2010.183.
 26. Lewis SE, Sterling ES, Young IS, Thompson W. Comparison of individual antioxidants of sperm and seminal plasma in fertile and infertile men. *Fertil Steril*. 1997;67:142–7. doi: 10.1016/s0015-0282(97)81871-7.
 27. Tremellen K. Hum. Oxidative stress and male infertility—a clinical prospective. *Reprod Update*. 2008;14:243–58. doi: 10.1093/humupd/dmn004.
 12. Shatylko TV, Gamidov SI, Popova AYU, Bitsoyev TB. Rol' antioksidantov v lechenii besplodnykh muzhchin s varikotsele. *Meditsinskiy sovet*. 2021;(13):23–33. [in Russian] doi:10.21518/2079-701X-2021-13-23-33.
 13. Vybornov SV, Asfandiyarov FR, Seidov KS, Kruglov VA. Antioksidanty v lechenii patsiyentov s vospalitel'nymi zabolevaniyami muzhskoy reproduktivnoy sistemy, oslozhnennymi ekskretorno-toksicheskoy formoy besplodiya. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya*. 2018;3:74–81. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36335967>. [in Russian]
 14. Baird AN, Bhagooli R, Ralf PJ, Takachashi S. Goral bleaching: the role of the host. *Trends Ecol Evol*. 2009;24(1):16–20. doi: 10.1016/j.tree.2008.09.005.
 15. Carmeli E, Coleman R, Reznick AZ. The biochemistry of aging muscle. *Exp Gerontol*. 2002;37(4):477–89. doi: 10.1016/s0531-5565(01)00220-0.
 16. Kresch E, Achua J, Saltzman R, Khodamoradi K, Arora H, Ibra-him E, et al. COVID-19 Endothelial Dysfunction Can Cause Erectile Dysfunction: Histopathological, Immunohistochemical, and Ultrastructural Study of the Human Penis. *World J Mens Health*. 2021;39(3):466–469. doi:10.5534/wjmh.210055.
 17. Taketomo Maruki, Shinichiro Morioka, Yusuke Miyazato, Shinya Tsuzuki, Kentaro Takezawa, et.al. Association between post-COVID-19 conditions and male semen quality in Japan: A descriptive investigation. *Journal of Infection and Chemotherapy*. 2024;30:1194–1196. doi:10.1016/j.jiac.2024.06.021.
 18. Gacci M, Coppi M, Baldi E, Sebastianelli A, Zaccaro C, Morselli S, et al. Semen impairment and occurrence of SARS-CoV-2 virus in semen after recovery from COVID-19. *Hum Reprod*. 2021;36:1520–1529. doi:10.1093/humrep/deab026.
 19. Maleki BH, Tartibian B. COVID-19 and male reproductive function: a prospective, longitudinal cohort study. *Reproduction*. 2021;161:319–331. doi:10.1530/REP-20-0382.
 20. Liu W, Han R, Wu H, Daishu Han Viral threat to male fertility. *Andrologia*. 2018;50:e13140. doi:10.1111/and.13140.
 21. Carlsen E, Andersson AM, Petersen JH, Skakkebaek NE. History of febrile illness and variation in semen quality. *Hum Reprod*. 2003;18:2089–2092. doi:10.1093/humrep/deg412.
 22. Zhao Y, Zhao Z, Wang Y, Zhou Y, Ma Y, Zuo W. Single-cell RNA expression profiling of ACE2, the receptor of SARS-CoV-2. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;202:756–759. doi: 10.1164/rccm.202001-0179LE.
 23. Yang M, Chen S, Huang B, Zhong JM, Su H, Chen YJ, et al. Pathological findings in the testes of COVID-19 patients: clinical implications. *Eur Urol Focus*. 2020;6:1124–1129. doi:10.1016/j.euf.2020.05.009.
 24. SenGupta P, Dutta S, Roychoudhury S, D'Souza UJA, Govindasamy K, Kolesarova A. COVID-19, oxidative stress and male reproduction: possible role of antioxidants. *Antioxidants*. 2022;11:548. doi:10.3390/antiox11030548.
 25. Lombardo F, Sansone A, Romanelli F, Paoli D, Gandini L, Lenzi A. The role of antioxidant therapy in the treatment of male infertility: an overview. *Asian J Androl*. 2011;13(5):690–7. doi: 10.1038/aja.2010.183.
 26. Lewis SE, Sterling ES, Young IS, Thompson W. Comparison of individual antioxidants of sperm and seminal plasma in fertile and infertile men. *Fertil Steril*. 1997;67:142–7. doi: 10.1016/s0015-0282(97)81871-7.
 27. Tremellen K. Hum. Oxidative stress and male infertility—a clinical prospective. *Reprod Update*. 2008;14:243–58. doi: 10.1093/humupd/dmn004.