

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ/ORIGINAL ARTICLES

УДК 611.013.12

doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-4-26-32>**ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПЕРМАТОГЕНЕЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОДНОЦЕНТРОВОЕ РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

¹Е. Прикулис*, ²Л. Г. Степанян, ²Я. М. Сагурова, ²Е. М. Комарова, ²Е. А. Лесик, ^{1,2}Л. Х. Джемлиханова, ¹Д. А. Ниаури, ²С. Ю. Боровец, ^{1,2}А. М. Гзгзян, ^{1,2}И. Ю. Коган
¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
²Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д. О. Отта, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ. Показатели спермограммы, такие как концентрация, подвижность и морфология сперматозоидов используются для оценки интенсивности сперматогенеза, а также некоторых стадий эмбриологического этапа программ вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ): оплодотворения, дробления эмбрионов. Однако прогностическая ценность стандартного спермиологического исследования для исходов ВРТ остается спорной.

ЦЕЛЬ. Оценить влияние концентрации, подвижности и морфологии сперматозоидов на наступление клинической беременности, частоту неразвивающейся беременности и живорождения у пациентов, прошедших процедуры ВРТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В одноцентровое ретроспективное исследование были включены 557 супружеских пар, прошедших лечение методами экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) и интрацитоплазматической инъекции сперматозоида (ИКСИ). В зависимости от результатов спермограмм были сформированы 4 группы: пациенты с нормозооспермией ($n = 139$), астенозооспермией ($n = 126$), тератозооспермией ($n = 149$) и олиго-, олигоастенотератозооспермией ($n = 143$). Для оценки исходов использовались методы описательной статистики, критерий хи-квадрат и логистическая регрессия.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Частота клинической беременности в группе с нормозооспермией составила 37,4 %, что значительно выше, чем в группах с астенозооспермией (23,0 %), тератозооспермией (24,2 %) и сочетанной патологией (21,7 %) ($p = 0,010$). Частота живорождения была наивысшей в группе с нормозооспермией – 32,4 % по сравнению с 15,9 % при астенозооспермии и 16,8 % при сочетанной патологии ($p = 0,003$). Логистический регрессионный анализ показал, что увеличение подвижности сперматозоидов повышает вероятность живорождения в 1,010 раза ($p = 0,033$). Однако модель объясняла лишь 1,3 % дисперсии исходов, что свидетельствует о ее низкой предсказательной силе.

ОБСУЖДЕНИЕ. Результаты исследования показывают, что патозооспермия связана с уменьшением вероятности наступления беременности и живорождения в программах ВРТ, что согласуется с данными других работ. Однако связь параметров спермограммы с эффективностью ВРТ подтверждается не во всех исследованиях, что указывает на необходимость учитывать дополнительные факторы, такие как фрагментация ДНК сперматозоидов. Кроме того, различия в результатах могут быть связаны с особенностями оборудования и подходами к проведению процедур ВРТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Простые параметры спермограммы, например, концентрация, подвижность и морфология сперматозоидов, могут предсказать исход ВРТ, включая частоту клинической беременности и живорождения. Тем не менее их прогностическая ценность остается ограниченной, что требует дальнейших исследований для разработки более точных моделей прогнозирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, спермограмма, подвижность сперматозоидов, экстракорпоральное оплодотворение, интрацитоплазматическая инъекция сперматозоида, клиническая беременность, живорождение, вспомогательные репродуктивные технологии

*Для корреспонденции: Екатерина Прикулис, e-mail: je.prikulis@gmail.com

*For correspondence: [Jekaterina Prikulis](mailto:Jekaterina.Prikulis@gmail.com), e-mail: je.prikulis@gmail.com

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

Для цитирования: Прикулис Е., Степанян Л. Г., Сагурова Я. М., Комарова Е. М., Лесик Е. А., Джемликханова Л. Х., Ниаури Д. А., Боровец С. Ю., Гзгзян А. М., Коган И. Ю. Влияние показателей сперматогенеза на эффективность программ вспомогательных репродуктивных технологий: одноцентровое ретроспективное исследование // *Морская медицина*. 2024.

Т. 10, № 4. С. 26-32, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-4-26-32> EDN: <https://elibrary.ru/GXEHOJ>

For citation: Prikulis J., Stepanyan L. G., Sagurova Ya. M., Komarova E. M., Lesik E. A., Dzhemlikhanova L. Kh., Niauri D. A., Borovets S. Yu., Gzgzyan A. M., Kogan I. Yu. Impact of spermatogenesis parameters on effectiveness of assisted reproductive technology programs: single-center retrospective study // *Marine Medicine*. 2024. Vol. 10, № 4. P. 26-32
doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-4-26-32> EDN: <https://elibrary.ru/GXEHOJ>

IMPACT OF SPERMATOGENESIS PARAMETERS ON EFFECTIVENESS OF ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY PROGRAMS: SINGLE-CENTER RETROSPECTIVE STUDY

¹Jekaterina Prikulis*, ²Lyudmila G. Stepanyan, ²Yanina M. Sagurova, ²Evgeniya M. Komarova, ²Elena A. Lesik, ^{1,2}Lyailya Kh. Dzhemlikhanova, ¹Dariko A. Niauri, ²Sergey Yu. Borovets, ^{1,2}Aleksandr M. Gzgzyan, ^{1,2}Igor Yu. Kogan

¹Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

²Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology named after D.O. Ott, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION. Spermogram parameters such as sperm concentration, motility and morphology are used to evaluate the intensity of spermatogenesis, as well as some stages of the embryological stage of assisted reproductive technology (ART) programs: fertilization and embryo fragmentation. However, the prognostic value of the standard spermologic study for ART outcomes remains controversial.

OBJECTIVE. To evaluate the effect of sperm concentration, motility and morphology on the onset of clinical pregnancy, incidence of unintended pregnancy and live birth in patients who have undergone ART procedures.

MATERIALS AND METHODS. A single-center retrospective study involved 557 couples treated by in vitro fertilization (IVF) and intracytoplasmic sperm injection (ICSI). Depending on the results of spermograms, 4 groups were formed: patients with normozoospermia ($n = 139$), asthenozoospermia ($n = 126$), teratozoospermia ($n = 149$) and oligo-, oligoasthenoteratozoospermia ($n = 143$). Descriptive statistics, chi-square test and logistic regression were used to assess outcomes.

RESULTS. Clinical pregnancy rate in the group with normozoospermia was 37,4 %, which is significantly higher than in the group with asthenozoospermia (23,0 %), teratozoospermia (24,2 %) and comorbidity (21,7 %) ($p = 0,010$). Live birth rate was highest in the group with normozoospermia – 32,4 %, compared to 15,9 % with asthenozoospermia and 16,8 % with comorbidity ($p = 0,003$). Logistic regression analysis has showed that increasing sperm motility raises probability of live birth 1,010 times ($p = 0,033$). However, the model has explained only 1,3% of variance in outcomes, indicating its low predictive power.

DISCUSSION. The study results show that pathozoospermia is associated with reduced likelihood of pregnancy and live birth in ART programs, which is consistent with other studies. However, the association of spermogram parameters with the effectiveness of ART is not confirmed in all studies, indicating that additional factors, such as sperm DNA fragmentation, need to be taken into account. In addition, differences in outcomes may be related to equipment and approaches to ART procedures.

CONCLUSION. Simple spermogram parameters, such as sperm concentration, motility and morphology, can predict the outcome of ART, including the rate of clinical pregnancy and live birth, However, their prognostic value remains limited, requiring further research to develop more accurate prediction models.

KEYWORDS: marine medicine, spermogram, sperm motility, in vitro fertilization, intracytoplasmic sperm injection, clinical pregnancy, live birth, assisted reproductive technologies

Введение. Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) являются одной из важнейших медицинских инноваций XX века, которые существенно изменили репродуктивную медицину. С момента их внедрения было разработано множество методов и протоколов лечения бесплодия. Тем не менее большинство исследований в этой области по-прежнему сосредоточено на поиске путей повышения эффективности

программ ВРТ. В подавляющем большинстве исследований основное внимание уделяется женскому фактору, тогда как изучение роли мужского фактора остается второстепенным [1, 2]. Хотя в настоящее время на мужской фактор приходится 40–50 % случаев бесплодия. Современные наблюдения свидетельствуют о продолжающемся снижении качества спермы за последние десятилетия. В исследованиях, учи-

тывающих ключевые параметры спермы, такие как концентрация, подвижность и морфология сперматозоидов, полученные при стандартном спермальном анализе, были установлены важные пороговые значения, которые широко применяются в клинической практике¹.

При экстракорпоральном оплодотворении (ЭКО), где эмбрион получают путем совместного культивирования сперматозоидов и ооцита в одной среде, ожидается, что успешность процедуры будет зависеть от подвижности сперматозоидов [3]. Логично предположить, что кинематические параметры сперматозоидов могут влиять на успешность ЭКО, однако данные современной литературы противоречивы. Некоторые исследования сообщают о прямой корреляции между прогрессивной подвижностью сперматозоидов и частотой наступления беременности в отдельных когортах [4, 5], однако в других – таких взаимосвязей не наблюдается [6, 7].

Другим важным параметром, определяющим качество спермы, является морфология сперматозоидов, и вероятность успешного оплодотворения в процедурах ВРТ может зависеть от процента нормальных форм сперматозоидов [8].

В преодолении мужского бесплодия на первое место выходит интрацитоплазматическая инъекция сперматозоида (ИКСИ), что связано с улучшенной способностью последнего обеспечивать оплодотворение даже при низких показателях качества спермы [9]. Несмотря на то, что ИКСИ предполагает прямую микроинъекцию одного сперматозоида в ооцит, использование неподвижных сперматозоидов, вероятно, негативно сказывается на результатах оплодотворения [10]. Однако мета-анализы не обнаружили никакой связи между изолированной тератозооспермией и частотой наступления беременности, независимо от используемой процедуры ВРТ [11].

Цель. Оценить влияние концентрации, подвижности и морфологии сперматозоидов на наступление клинической беременности, частоту неразвивающейся беременности и живорождения у пациентов, прошедших процедуры ВРТ.

Материалы и методы. Проведено одноцентровое ретроспективное исследование на базе Научно-исследовательского института акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д. О. Отта.

В исследование были включены 557 супружеских пар, проходивших лечение бесплодия с использованием методов ВРТ: 139 протоколов ЭКО, (контрольная группа) и 418 протоколов интрацитоплазматической инъекции сперматозоида (ИКСИ). Критериями включения со стороны женщины были: при стимуляции яичников получено 8 и более яйцеклеток, выполнена подсадка эмбрионов. Исключались пары с крипторхизмом, а также использование донорской спермы или ооцитов и криоконсервированных материалов. В исследовании включались только свежие циклы ВРТ.

Мужчинам проводился анализ эякулята, согласно рекомендациям ВОЗ 2010 года¹. В зависимости от результатов спермограммы, у мужчин супружеские пары были разделены на 4 группы. Группу сравнения (Н) составили пациенты с нормозооспермией и методом ЭКО (139 протоколов). Группа 2 (А) была представлена пациентами с астенозооспермией и методом ИКСИ (126 протоколов). Группу 3 (Т) составили пациенты с тератозооспермией и методом ИКСИ (149 протоколов). Группа 4 (СОЧЕТ) состояла из пациентов с олиго- или олигоастенотератозооспермией и методом ИКСИ (143 протокола).

Для каждой группы был проведен анализ основных результатов ВРТ, т. е. показателей клинической беременности, неразвивающейся беременности и живорождения. Количественные показатели оценивали на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Ме) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3).

Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью критерия Краскела–Уоллиса. Процентные доли при анализе многопольных таблиц сопряженности сравнивали с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Был проведен логистический регрессионный анализ, в котором зависимой переменной являлся исход ВРТ, а факторами – концентрация, прогрессивная подвижность и морфология сперматозоидов. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Статистический анализ проводили с использованием программ StatTech v. 4.6.1 (разработчик – ООО «Статтех», Россия) и Jamovi.

Результаты. В исследование включены 139 пар с нормозооспермией, 126 пар с астено-

¹World Health Organization. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen: 5th edition. Geneva, 2010. p. 271. ISBN 9789241547789

зооспермией, 149 пар с тератозооспермией и 143 пары с олиго-, олигоастенотератозооспермией. Описательные данные по спермограммам представлены в табл. 1. Существенных различий по объему эякулята между группами не выявлено ($p = 0,106$), однако концентрация, подвижность и морфология сперматозоидов различались статистически значимо ($p < 0,001$).

В группе контроля частота клинической беременности составила 37,4 %, что значительно выше по сравнению с другими группами (например, против 21,7 % в группе с сочетанной патологией). Различия между группами являются статистически значимыми ($p = 0,010$).

Показатели неразвивающейся беременности достоверно не отличались между группами ($p = 0,702$). Частота живорождения была значительно выше в группе с нормозооспермией (32,4 %) по сравнению с группами с астенозооспермией и сочетанной патологией (15,9 % и 16,8 % соответственно). Эти различия также статистически значимы ($p = 0,003$) (табл. 2).

Была построена бинарная логистическая регрессионная модель для прогнозирования вероятности живорождения на основе прогрессивной подвижности сперматозоидов (А+В). Логистическая регрессия показала, что увеличение подвижности сперматозоидов повышает шансы на живорождение в 1,010 раза ($p = 0,033$). Однако модель объясняет лишь 1,3 % дисперсии исходов (коэффициент детерминации Найджелкерка), что указывает на низкую предсказательную силу этой модели. При от-

боре предикторов для модели прогнозирования клинической беременности и неразвивающейся беременности статистически значимых связей не установлено.

Обсуждение. Результаты исследования показывают, что патозооспермия ассоциируется со снижением наступления беременности и живорождения. Эти данные согласуются с результатами других исследований. В исследовании, в которое было включено более 22 000 протоколов программ ВРТ, также отмечалось статистически значимое снижение частоты оплодотворения при олиго-, астено-, терато- и олигоастенотератозооспермии в сравнении с группой с нормозооспермией. Но при применении логистического регрессионного анализа для прогнозирования результатов ВРТ данные морфологии сперматозоидов значительно предсказывали как наступление клинической беременности, так живорождение в протоколах ИКСИ [12].

Другие авторы отмечают, что низкая концентрация сперматозоидов (<1 М/мл) и подвижность сперматозоидов <5 % оказывают значительное негативное влияние на частоту оплодотворения, но не на течение беременности [5]. В исследовании 2011 года было отмечено, что нормальная подвижность сперматозоидов положительно коррелирует с показателями оплодотворения, частотой имплантации и наступления клинической беременности [4].

Что касается морфологии, то было обнаружено, что аномальная морфология сперматозоидов негативно влияет на частоту оплодот-

Таблица 1

Описательная статистика количественных переменных в зависимости от спермограммы

Table 1

Descriptive statistics of quantitative variables depending on the spermogram

Показатель	Спермограмма				p
	Н (n = 139)	А (n = 126)	Т (n = 149)	СОЧЕТ (n = 143)	
Объем, Ме [IQR]	3,00 [2,25; 4,15]	3,00 [2,00; 4,00]	3,00 [2,50; 4,50]	3,00 [2,00; 4,50]	0,106
Концентрация, Ме [IQR]	82,00 [57,00;122,00]	49,00 [27,75; 92,00]	61,00 [33,50;114,25]	6,00 [3,00; 10,00]	$< 0,001^*$
Подвижность (А+В), Ме [IQR]	53,00 [43,00; 63,50]	16,00 [7,10; 26,00]	50,00 [42,00; 59,00]	15,00 [6,30; 28,00]	$< 0,001^*$
Морфология, Ме [IQR]	7,00 [5,00; 11,00]	10,00 [5,00; 17,00]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]	$< 0,001^*$

Примечание: * – Различия статистически значимы ($p < 0,05$)

Note: * – Differences are statistically significant ($p < 0,05$)

Таблица 2

Анализ показателей эффективности программ ВРТ в зависимости от показателей сперматогенеза

Table 2

Analysis of the effectiveness of ART programs depending on spermatogenesis indicators

Показатели	Показатели сперматогенеза				χ^2	df	p
	Н (n=139)	А (n=126)	Т (n=149)	СОЧЕТ (n=143)			
Клиническая беременность, абс. (%)	52 (37,4%)	29 (23,0%)	36 (24,2%)	31 (21,7%)	11,384	3	0,010*
Неразвивающаяся беременность, абс. (%)	7 (5,0%)	9 (7,1%)	6 (4,0%)	7 (4,9%)	1,414	3	0,702
Живорождение, абс. (%)	45 (32,4%)	20 (15,9%)	30 (20,1%)	24 (16,8%)	14,211	3	0,003*

Примечание: * - различия статистически значимы ($p < 0,05$)

Note: * - differences are statistically significant ($p < 0,05$)

ворения, имплантации и частоту клинической беременности [4, 13].

Напротив, в ряде других исследований не было выявлено какой-либо связи между концентрацией, подвижностью или морфологией сперматозоидов и исходами программ ВРТ, такими как клиническая беременность и живорождение [6, 7]. В исследовании, проведенном на базе Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии им. В. И. Кулакова, сообщалось, что на частоту живорождения влияет только морфология сперматозоидов, но статистически незначимо [14]. Также не было выявлено значимых различий в показателях клинической беременности, самопроизвольного выкидыша и живорождения у пар, прошедших процедуру ИКСИ по причине полной тератозооспермии [15].

Противоречивые результаты исследований позволяют предположить, что на успех программ ВРТ может влиять множество факторов, а не только параметры спермы. Прогностическая способность простых показателей спермо-

Сведения об авторах:

Прикулис Екатерина – аспирант кафедры акушерства, гинекологии и репродуктологии, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; SPIN: 2524-2801; ORCID: 0009-0007-5859-6010; e-mail: je.prikulis@gmail.com

Степанян Людмила Григорьевна – клинический ординатор, Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3; e-mail: ludmila.stepanyan1410@gmail.com

Сагурова Янина Михайловна – эмбриолог отделения вспомогательных репродуктивных технологий, Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3; SPIN: 8908-7033; ORCID: 0000-0003-4947-8171; e-mail: yanina.sagurova96@mail.ru

Комарова Евгения Михайловна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией раннего эмбриогенеза отдела репродуктологии, Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3; SPIN: 1056-7821; ORCID: 0000-0002-9988-9879; e-mail: evgmkomarova@gmail.com

Лесик Елена Александровна – кандидат биологических наук, старший эмбриолог отделения вспомогательных репродуктивных технологий, Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3; SPIN: 6102-4690; ORCID: 0000-0003-1611-6318; e-mail: lesike@yandex.ru

Джемлиханова Ляйля Харрясовна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры акушерства, гинекологии и репродуктологии, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; врач акушер-гинеколог отделения вспомогательных репродуктивных технологий, Научно-исследовательский институт

граммы остается ограниченной, что согласуется с выводами других авторов [16–18]. Важно учитывать, что стандартный анализ спермограммы не выявляет такие факторы, как повреждение ДНК, которые могут оказывать значительное влияние на результаты программ ВРТ [16, 19].

Кроме того, различия в полученных результатах исследований могут быть обусловлены различиями в оборудовании, на котором проводился спермиологический анализ, и подходах к проведению процедур ВРТ.

Заключение. Обычные параметры спермограммы, а именно концентрация, подвижность и морфология сперматозоидов, могут влиять на эффективность программ ВРТ, например, на частоту наступления клинической беременности и живорождения. Однако прогностическая ценность спермограммы остается ограниченной. Необходимы дальнейшие исследования для разработки более точных моделей прогнозирования успеха вспомогательных репродуктивных технологий.

акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3; SPIN: 1691-6559; ORCID: 0000-0001-6842-4430; e-mail: dzemlikhanova_l@mail.ru

Ниаури Дарико Александровна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой акушерства, гинекологии и репродуктологии, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная 7/9; SPIN: 4384-9785; ORCID: 0000-0003-1556-248X; e-mail: d.niauri@mail.ru

Боровец Сергей Юрьевич – доктор медицинских наук, профессор, врач уролог отделения вспомогательных репродуктивных технологий, Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия 3; SPIN: 2482-0230; ORCID: 0000-0003-2162-6291; e-mail: sborovets@mail.ru

Гзгзян Александр Мкртичевич – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры акушерства, гинекологии и репродуктологии, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная 7–9; заведующий отделением вспомогательных репродуктивных технологий, Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия 3; SPIN: 6412-4801; ORCID: 0000-0003-3917-9493; e-mail: agzgzyan@gmail.com

Коган Игорь Юрьевич – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры акушерства, гинекологии и репродуктологии, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная 7–9; директор, Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия 3; SPIN: 6572-6450; ORCID: 0000-0002-7351-6900; e-mail: ikogan@mail.ru

Information about the authors:

Jekaterina Prikulis – postgraduate student, Department of Obstetrics, Gynecology and Reproductology, St. Petersburg State University; 199034, St. Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7–9; SPIN: 2524-2801; ORCID: 0009-0007-5859-6010; e-mail: je.prikulis@gmail.com

Lyudmila G. Stepanyan – clinical resident, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya line, 3; e-mail: liudmila.stepanyan1410@gmail.com

Yanina M. Sagurova – Embryologist, Department of Assisted Reproductive Technologies, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya Line, 3; SPIN: 8908-7033; ORCID: 0000-0003-4947-8171; e-mail: yanina.sagurova96@mail.ru

Evgeniya M. Komarova – Cand. of Sci. (Biol.), Head of Early Embryogenesis Laboratory of Reproductology Department, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya line, 3; SPIN: 1056-7821; ORCID: 0000-0002-9988-9879; e-mail: evgmkomarova@gmail.com

Elena A. Lesik – Cand. of Sci. (Biol.), Senior Embryologist, Department of Assisted Reproductive Technologies, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya line, 3; SPIN: 6102-4690; ORCID: 0000-0003-1611-6318; e-mail: lesike@yandex.ru

Lyailya Kh. Dzhemlikhanova – Cand. of Sci. (Med.), associate professor; Department of Obstetrics, Gynecology and Reproductology, St. Petersburg State University; 199034, St. Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7–9; Obstetrician-gynecologist at the Department of Assisted Reproductive Technologies, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya line, 3; SPIN: 1691-6559; ORCID: 0000-0001-6842-4430; e-mail: dzemlikhanova_l@mail.ru

Dariko A. Niauri – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Obstetrics, Gynecology and Reproductology, St. Petersburg State University; 199034, St. Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7–9; SPIN: 4384-9785; ORCID: 0000-0003-1556-248X; e-mail: d.niauri@mail.ru

Sergey Yu. Borovets – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Doctor of Urology, Department of Assisted Reproductive Technologies, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya line, 3; SPIN: 2482-0230; ORCID: 0000-0003-2162-6291; e-mail: sborovets@mail.ru

Aleksandr M. Gzgzyan – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Obstetrics, Gynecology and Reproductology, St. Petersburg State University; 199034, St. Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7–9; Head of the Department of Assisted Reproductive Technologies, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya Line, 3; SPIN: 6412-4801; ORCID: 0000-0003-3917-9493; e-mail: agzgzyan@gmail.com

Igor Yu. Kogan – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Obstetrics, Gynecology and Reproductology, St. Petersburg State University; 199034, St. Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7–9; Director, D. O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 199034, St. Petersburg, Mendeleevskaya Line, 3; SPIN: 6572-6450; ORCID: 0000-0002-7351-6900; e-mail: ikogan@mail.ru

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: подготовка рукописи, сбор данных — *Е. Прикулис, Л. Г. Степанян, Л. Х. Джемликханова, Я. М. Сагурова*; сбор данных, математический анализ данных — *Е. М. Комарова, Е. А. Лесик*, концепция и план исследования *Д. А. Ниаури, С. Ю. Боровец, А. М. Гзгзян, И. Ю. Коган*.

Authors' contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: JeP, LGS, LKhD, YaMS contribution to the preparation of manuscript, data collection. EMK, EAL contribution to data collection and data analysis. DAN, SYuB, AMG, IYuK contribution to the concept and plan of the study.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Финансирование: исследование проведено без дополнительного финансирования.

Funding: the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 05.10.2023

Принята к печати/Accepted: 15.12.2024

Опубликована/Published: 30.12.2024

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Лебедев Г. С. и др. Мужское бесплодие в Российской Федерации: статистические данные за 2000–2018 годы // *Экспериментальная и клиническая урология*. 2019. № 4. С. 4–13 [Lebedev G. S., et al. Male infertility in the Russian Federation: statistical data for 2000–2018. *Experimental and Clinical Urology*, 2019, No. 4, pp. 4–13 (In Russ.)]. doi: 10.29188/2222-8543-2019-11-4-4-12.
2. Рокунов Е. Д., Абаленихина Ю. В., Коваленко М. С., Кошулько П. А. Уровень активности матриксной металлопротеиназы-9 у пациенток с абортным течением беременности. *Инновационные технологии в медицине*. Рязань, 2022. С. 50–51. [Rokunov E. D., Abalenikhina Yu. V., Kovalenko M. S., Koshulko P. A. The level of matrix metalloproteinase-9 activity in patients with abortive pregnancy. *Innovative technologies in medicine*. Ryazan, 2022, pp. 50–51 (In Russ.)].
3. Zaninovic N., Rosenwaks Z. Artificial intelligence in human in vitro fertilization and embryology. *Fertility and Sterility*, 2020, Vol. 114, No. 5, pp. 914–920. doi: 10.1016/j.fertnstert.2020.09.157.
4. De Almeida Ferreira Braga D. P., Setti A. S., Figueira R. C. S., et al. Sperm organelle morphologic abnormalities: contributing factors and effects on intracytoplasmic sperm injection cycles outcomes. *Urology*, 2011, Vol. 78, pp. 786–791. doi: 10.1016/j.urol.2011.06.018.
5. Bartolacci A., Pagliardini L., Makieva S., et al. Abnormal sperm concentration and motility as well as advanced paternal age compromise early embryonic development but not pregnancy outcomes: a retrospective study of 1266 ICSI cycles. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 2018, Vol. 35, pp. 1897–1903. doi: 10.1007/s10815-018-1256-8.
6. Mazzilli R., Cimadomo D., Vaiarelli A., et al. Effect of the male factor on the clinical outcome of intracytoplasmic sperm injection combined with preimplantation aneuploidy testing: observational longitudinal cohort study of 1,219 consecutive cycles. *Fertility and Sterility*, 2017, Vol. 108, No. 6, pp. 961–972. doi: 10.1016/j.fertnstert.2017.08.033.
7. Mariappen U., Keane K. N., Hinchliffe P. M., et al. Neither male age nor semen parameters influence clinical pregnancy or live birth outcomes from IVF. *Reproductive Biology*, 2018, Vol. 18, No. 4, pp. 324–329. doi: 10.1016/j.repbio.2018.11.003.
8. Van Den Hoven L., Hendriks J.C.M., et al. Status of sperm morphology assessment: an evaluation of methodology and clinical value. *Fertility and Sterility*, 2015, Vol. 103, No. 1, pp. 53–58. doi: 10.1016/j.fertnstert.2014.09.036.
9. Dang V. Q., Vuong L. N., Ho T. M., et al. The effectiveness of ICSI versus conventional IVF in couples with non-male factor infertility: study protocol for a randomised controlled trial. *Human Reproduction Open*, 2019, No. 2, pp. 1–6. doi: 10.1093/hropen/hoz006.
10. Dcunha R., Hussein R.S., Ananda H., et al. Current insights and latest updates in sperm motility and associated applications in assisted reproduction. *Reproductive Sciences*, 2022, Vol. 29, No. 1, pp. 7–25. doi: 10.1007/s43032-020-00408-y.
11. Hotaling J. M., Smith J. F., Rosen M., et al. The relationship between isolated teratozoospermia and clinical pregnancy after in vitro fertilization with or without intracytoplasmic sperm injection: a systematic review and meta-analysis. *Fertility and Sterility*, 2011, Vol. 95, No. 3, pp. 1141–1145. doi: 10.1016/j.fertnstert.2010.09.029.
12. Villani M. T., Morini D., Spaggiari G., et al. Are sperm parameters able to predict the success of assisted reproductive technology? A retrospective analysis of over 22,000 assisted reproductive technology cycles. *Andrology*, 2022, Vol. 10, No. 2, pp. 310–321. doi: 10.1111/andr.13123.
13. Moubasher A. El Din-A. A., Taha E. A., et al. Semen parameters on the intracytoplasmic sperm injection day: predictive values and cutoff thresholds of success. *Clinical and Experimental Reproductive Medicine*, 2021, Vol. 48, No. 1, pp. 61–68. doi: 10.5653/cerm.2020.03965.
14. Гамидов С. И., Овчинников Р. И., Попова А. Ю. и др. Эффективность программ вспомогательных репродуктивных технологий в зависимости от характера изменений спермограммы // *Андрология и генитальная хирургия*. 2018. Т. 19, № 2. С. 82–87 [Gamidov S. I., Ovchinnikov R. I., Popova A. Yu., et al. Effectiveness of assisted reproductive treatment programs depending on the characteristics of spermogram changes. *Andrology and Genital Surgery*, 2018, Vol. 19, No. 2, pp. 82–87 (In Russ.)]. doi: 10.17650/2070-9781-2018-19-2-82-87.
15. Pereira N., Neri Q. V., Lekovich J. P., et al. Outcomes of intracytoplasmic sperm injection cycles for complete teratozoospermia: a case-control study using paired sibling oocytes. *BioMed Research International*, 2015, Vol. 2015, pp. 1–6. doi: 10.1155/2015/470819.
16. Dar S., Grover S. A., Moskovtsev S. I., et al. In vitro fertilization–intracytoplasmic sperm injection outcome in patients with a markedly high DNA fragmentation index (>50%). *Fertility and Sterility*, 2013, Vol. 100, No. 1, pp. 75–80. doi: 10.1016/j.fertnstert.2013.03.011.
17. Oleszczuk K., Giwercman A., Bungum M. Sperm chromatin structure assay in prediction of in vitro fertilization outcome. *Andrology*, 2016, Vol. 4, No. 2, pp. 290–296. doi: 10.1111/andr.12153.
18. Sun T-C., Zhang Y., Li H-T., et al. Sperm DNA fragmentation index, as measured by sperm chromatin dispersion, might not predict assisted reproductive outcome. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2018, Vol. 57, No. 4, pp. 493–498. doi: 10.1016/j.tjog.2018.06.003.
19. Bungum M., Bungum L., Lynch K-F., et al. Spermatozoa DNA damage measured by sperm chromatin structure assay (SCSA) and birth characteristics in children conceived by IVF and ICSI. *International Journal of Andrology*, 2012, Vol. 35, No. 4, pp. 485–490. doi: 10.1111/j.1365-2605.2011.01222.x.