

УДК 616-01/09

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma75790>



КРИБАНК ПОЛОВОГО МАТЕРИАЛА ВОЕННОСЛУЖАЩИХ: ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ

И.В. Маркин, Е.С. Щелканова, Е.А. Журбин, Д.А. Фролов, О.В. Калюжная, Н.В. Варламова

Военный инновационный технополис «ЭРА», Анапа, Россия

Резюме. Приводятся аргументы в пользу создания криобанка полового материала военнослужащих. Фертильность, или способность к деторождению, может быть нарушена многими повреждающими факторами, связанными с условиями службы или местом ее прохождения. В Российской Федерации на протяжении последних лет естественная убыль населения превышает прирост населения, что создает демографические ямы. Согласно национальной концепции демографической политики Российской Федерации, до 2025 г. численность населения должна достичь 142–143 млн человек за счет повышения общего уровня рождаемости, а также за счет рождения в семьях второго ребенка и последующих детей. Однако социологические и статистические исследования показывают, что принятые пакеты мер пока не влияют на показатели рождаемости, а при одновременно возрастающей смертности, численность населения продолжает уменьшаться. Важную медико-социальную проблему представляет собой бесплодие в браке, в России его частота составляет 15–17% от общего числа семей. Вклад мужского бесплодия в общую структуру семейного бесплодия составляет 40%. Стрессы и внешние негативные факторы могут влиять на мужскую фертильность, что особенно выражено в группах риска. Военная служба, сопряженная с негативными факторами, стрессами и опасными для жизни и здоровья ситуациями, может повлиять на репродуктивную систему и привести к снижению репродуктивного потенциала или развитию бесплодия у военнослужащего. Криоконсервация эякулята дает возможность отсроченного деторождения с помощью вспомогательных репродуктивных технологий и способна дать семье шанс завести ребенка даже при условии полной утраты фертильности мужчиной. Создание криобанка полового материала позволит обезопасить военнослужащих, чья служба связана с рисками для жизни и здоровья. Одна из ключевых задач здравоохранения государства — это защита и охрана здоровья граждан, особенно относящихся к группам риска, а возможность деторождения существенно влияет на прирост и численность населения страны.

Ключевые слова: криоконсервация; криобанк; эякулят; фертильность; военная служба; демография; факторы риска.

Как цитировать:

Маркин И.В., Щелканова Е.С., Журбин Е.А., Фролов Д.А., Калюжная О.В., Варламова Н.В. Криобанк полового материала военнослужащих: обоснование необходимости и перспективы создания // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2022. Т. 24, № 2. С. 363–370. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma75790>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma75790>

JUSTIFICATION OF THE NEED TO CREATE A CRYOBANK OF THE REPRODUCTIVE MATERIAL OF MILITARY PERSONNEL IN THE INTERESTS OF THE ARMED FORCES

I.V. Markin, E.S. Shchelkanova, E.A. Zhurbin, D.A. Frolov, O.V. Kalyzhnaya, N.V. Varlamova

Military Innovative Technopolis "ERA", Anapa, Russia

ABSTRACT: Arguments are given in favor of creating a cryobank to preserve the reproductive material of military personnel. Fertility, or the ability to bear children, can be impaired by many detrimental factors associated with the conditions or place of service. In the Russian Federation, over the past few years, the rate of natural population decline has exceeded that of population growth, which has created a demographic void. According to the national concept of the demographic policy of the Russian Federation, by 2025 the population should reach 142–143 million people, due to an increase in the overall birth rate, as well as the birth of a second child and subsequent children in families. However, sociological and statistical studies show that the adopted packages of measures are not yet affecting the birth rate, and with a simultaneous increase in mortality, the population continues to decrease. An important medical and social problem is infertility in marriage; in Russia its frequency is 15%–17% of the total number of families. The contribution of male infertility to the overall structure of familial infertility is 40%. Stress and negative external factors, which are especially pronounced in high-risk groups, can affect male fertility. Military service associated with negative factors, stress, and life- and health-threatening situations can affect the reproductive system and lead to a decrease in reproductive potential or the development of infertility in a soldier. Cryopreservation of ejaculate allows childbearing to be delayed with the help of assisted reproductive technologies and can give the family a chance to have a child, even if the man has completely lost fertility. The creation of a cryobank of reproductive material will make it possible to protect military personnel whose service is associated with risks to life and health. One of the key responsibilities of the state health care system is the protection of the health of its citizens, especially those at risk, and the possibility of childbearing significantly affects the growth and population of the country.

Keywords: cryopreservation; cryobank; sperm; fertility; military service; demography; risk factors.

To cite this article:

Markin IV, Shchelkanova ES, Zhurbin EA, Frolov DA, Kalyzhnaya OV, Varlamova NV. Justification of the need to create a cryobank of the reproductive material of military personnel in the interests of the armed forces. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2022;24(2):363–370. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma75790>

Received: 07.07.2021

Accepted: 11.05.2022

Published: 25.06.2022

Демографическая ситуация в России многие годы имеет тревожные тенденции. По данным федеральной службы государственной статистики (Росстат) естественная убыль населения превышает прирост, при стабильно высокой смертности, особенно в период пандемии, рождаемость растет недостаточно или снижается в зависимости от года (рис. 1), образуя так называемые демографические ножницы и ямы. Особенно это проявляется на фоне общемирового и внутрироссийского экономического спада последних лет. Показатель коэффициента рождаемости в России (соотношение рожденных на тысячу человек к общему числу населения) снижается с 2017 г. практически во всех регионах Российской Федерации (РФ)¹. Также снижается число вторых и третьих детей в семьях с одним ребенком и увеличивается количество отложенных рождений, то есть число семей, сознательно не имеющих детей на протяжении нескольких лет семейной жизни. Вместе с этим с каждым годом увеличивается доля бесплодных браков [1, 2].

В соответствии с Указом Президента РФ от 9 октября 2007 г. № 1351 «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года», национальная концепция демографической политики РФ направлена на стабилизацию численности населения и достижения к 2025 г. уровня численности 142–143 млн человек, а также создание условий для ее роста до 145 млн человек за счет повышения уровня рождаемости (увеличение суммарного показателя рождаемости в 1,5 раза), и за счет рождения в семьях второго ребенка и последующих детей. Однако социологические и статистические исследования показывают, что принятые пакеты мер пока не влияют на показатели рождаемости, а при

одновременно возрастающей смертности численность населения будет только уменьшаться [3, 4].

Бесплодие в браке составляет важную медико-социальную проблему и напрямую влияет на демографические и экономические показатели страны. Среди населения России частота бесплодия в браке составляет 15–17%. В общей структуре семейного бесплодия на долю женского фактора приходится примерно 40%, на долю мужского — также примерно 40%, и смешанного мужского и женского — около 20% соответственно [5–7]. Вклад мужского фактора по сравнению с женским в общую структуру семейного бесплодия значителен, хотя изучается специалистами относительно недавно. На репродуктивное здоровье мужчины оказывают влияние физическое, соматическое, психоэмоциональное состояние организма, физическая активность, а также условия жизни и работы. Мужская фертильность, или способность к оплодотворению, во многом зависит от нормального хода сперматогенеза и качества спермы [7]. На процесс сперматогенеза оказывают влияние эндогенные факторы — факторы здоровья, и экзогенные — факторы окружающей среды.

По времени возникновения бесплодие подразделяют на врожденное (первичное или генетически детерминированное) и приобретенное в течение жизни [5, 8]. К врожденному бесплодию относят генетические изменения, приводящие к неправильному или аномальному развитию половых органов или первичный гипогонадизм, отсутствию обоих яичек или врожденные изменения в тканях яичек, неспособных производить здоровые сперматозоиды. По этиологии приобретенное мужское бесплодие подразделяют на бесплодие, возникшее вследствие полученных травм, нарушений эндокринной системы, инфекций,

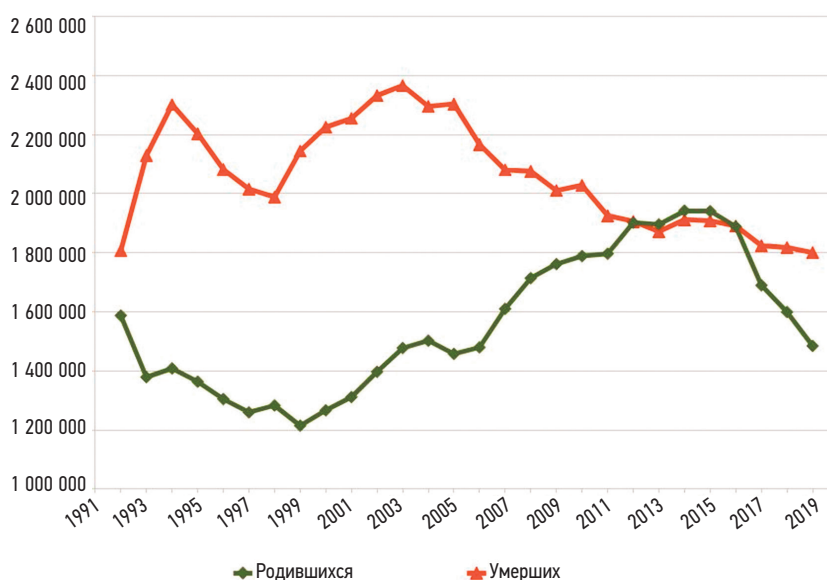


Рис. Рождаемость и смертность в РФ за период с 1990 по 2019 г.

Fig. Birth and death rates in the Russian Federation for the period 1990–2019

¹ Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2021_edn11.htm.

передающихся половым путем, и нарушений, связанных с действием радиоактивных, токсичных или температурных повреждающих факторов. К аномальному развитию половых желез и сперматогенеза может приводить нарушение питания или пищевой фактор, избыточная масса тела. Психические отклонения также могут влиять на нормальный ход сперматогенеза, на количество вырабатываемой спермы и жизнеспособность сперматозоидов [9, 10]. Также к бесплодию могут привести доброкачественные и злокачественные образования мочеполовой системы, прием гормональных лекарственных препаратов, чрезмерное употребление алкоголя или наркотических веществ [11, 12]. Инфекционные возбудители часто приводят к формированию в эякуляте большого числа аномальных сперматозоидов, апоптозу зрелых сперматозоидов и к фрагментации дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Такой неблагоприятный экзогенный фактор, как длительный контакт с тяжелыми металлами, может привести к снижению концентрации сперматозоидов, уменьшению их подвижности и сокращению объема эякулята [13, 14].

Все процессы сперматогенеза требуют высокоточной регуляции и чувствительны к воздействию неблагоприятных эндогенных и экзогенных факторов. Нарушение процесса сперматогенеза может произойти на любой его фазе: размножения, роста, созревания и формирования сперматозоидов. Чаще всего они затрагивают мейоз хромосом, ремоделирование хроматина, метилирование и деметилирование ДНК, а также изменение на стадии капепитации, когда сперматозоиды теряют способность проникать через оболочку яйцеклетки. Повреждения сперматозоидов могут возникнуть в процессе их перемещения по мужским и женским половым путям, а также в процессе оплодотворения яйцеклетки [15, 16].

Военная служба часто сопряжена со стрессами и опасностями для жизни и здоровья, что может негативно сказаться на репродуктивной системе и привести к снижению репродуктивного потенциала или развитию бесплодия у военнослужащего. Анализ гормонального фона и качества эякулята у военнослужащих, проводящих работы по уничтожению химического оружия (фосфорорганические соединения), показал, что по сравнению с контрольной группой у них наблюдается гормональная дисфункция и ухудшение показателей спермограммы, в частности повышение уровня пролактина, на фоне снижения тестостерона и нарушения подвижности сперматозоидов. Клиническая картина ухудшается с увеличением стажа работы с химическим оружием [17]. Среди сотрудников центров радиосвязи, при работе в условиях повышенного радиоманнитного и электромагнитного полей, показано значительное ухудшение мужской репродуктивной функции, снижение активности сперматогенеза и появление аномальных сперматозоидов [18]. Среди обследованных военнослужащих, ветеранов боевых действий, почти у половины были выявлены признаки снижения репродуктивной функции, на фоне гормональных нарушений,

уменьшение количества сперматозоидов в эякуляте, снижение подвижности сперматозоидов, увеличение числа неполноценных форм сперматозоидов [19].

Военнослужащих невозможно полностью обезопасить от воздействия факторов риска для жизни и здоровья, однако сохранение репродуктивного материала с возможностью в дальнейшем при необходимости использовать его в репродуктивных технологиях, увеличивает шанс данной группе риска иметь детей в будущем.

Криоконсервация — это метод хранения биологического материала в условиях заморозки в жидком азоте, при температуре -196°C . В таких условиях в живых клетках не происходят биологические процессы, и их хранение не ограничено по времени. Данный метод хранения репродуктивного материала можно использовать при наличии прогноза воздействия негативных факторов в результате прохождения военной службы. Если в дальнейшем у такого военнослужащего будет обнаружено существенное снижение качества эякулята, у него сохранится возможность деторождения с помощью вспомогательных репродуктивных технологий. Также при получении травм или ранений существует вероятность как частичной, так и полной потери мужской репродуктивной функции. Метод криоконсервации подходит для военнослужащих, которые еще не успели обзавестись семьей, и дает возможность отложенного деторождения.

Для обеспечения возможности криоконсервации эякулята необходимо оборудовать криохранилища — пункты забора, исследования и длительного хранения биологического материала. Необходимость такой процедуры определяют специалисты, с учетом особенности службы военнослужащего и рисков для здоровья и жизни, после прохождения медицинского обследования, включающего всестороннее исследование эякулята — спермограмму.

Практика сохранения эякулята военнослужащих методом криоконсервации уже существует в нескольких странах мира, например, в Израиле, Соединенных Штатах Америки и Великобритании существует ряд программ частных и государственных компаний по сохранению генетического материала для профессиональных военных [20]. Помимо хранения материала в течение определенного времени, военнослужащие получают возможность оформить так называемые «биологические завещания», то есть возможность использования репродуктивного генетического материала, по завещанию, после смерти военнослужащего (например, в зоне боевых действий). Правопреемники такого завещания, жены военнослужащих, могут использовать генетический материал, чтобы родить ребенка в случае гибели супруга [21].

Возможность криоконсервации генетического материала существует в крупных городах в РФ, в крупных медицинских центрах и центрах, оказывающих услуги экстракорпорального оплодотворения, все эти услуги оказывают за счет личных средств пациента [22]. Также существуют правовые препятствия для оказания услуги

криоконсервации и хранения биоматериала. Предоставлять данную услугу имеют право медицинские организации, оказывающие специализированную высокотехнологичную медицинскую помощь населению и имеющие соответствующую лицензию.

В связи с невозможностью привлечения инвестиций для развития проектов в таком госсекторе, как Министерство обороны, Правительство РФ ежегодно расширяет и дополняет перечень государственных услуг, выполняемых медицинскими учреждениями и финансируемых за счет средств бюджета. Потенциально возможно получить дополнительное финансирование на развитие проекта двумя способами: получение целевого финансирования в рамках программ развития; получение дополнительных средств федерального бюджета в форме субсидии [23].

Процесс криоконсервации эякулята включает:

- направление и консультацию у специалиста — уролога-андролога;
- обязательные предварительные медицинские исследования: на вирус иммунодефицита человека, гепатиты В и С, на наличие половых инфекции вирусного и бактериального происхождения, спермограмму (наиболее важными являются такие изменения в показателях спермограммы, как снижение объема эякулята, уменьшение концентрации сперматозоидов либо их отсутствие, изменения морфологии и подвижности сперматозоидов, а также наличие мертвых сперматозоидов более 50%) [24];
- предварительное 2–7-дневное воздержание;
- исключение из рациона алкоголя и лекарственных средств [25];
- непосредственная сдача биоматериала в центре криоконсервации;
- подготовка материала и непосредственно сама заморозка в жидком азоте.

Также рекомендуют проводить предварительный криотест эякулята — оценку жизнеспособности сперматозоидов после поэтапной заморозки и разморозки части эякулята. Тест проводят перед сдачей эякулята на длительное хранение или непосредственно перед использованием образца при вспомогательной репродуктивной технологии (ВРТ) [23, 26].

Сразу после получения эякулята к нему добавляют криопротекторы — вещества, предотвращающие разрушение клеток в процессе заморозки. Заморозку проводят двумя способами: медленным, с постепенным охлаждением материала или быстрым — методом витрификации. Также при необходимости увеличения количества сперматозоидов на единицу объема эякулята или увеличения количества жизнеспособных клеток после разморозки проводят предварительную концентрацию путем центрифугирования. Заморозку биоматериала выполняют в специальных криопробирках или криоконтейнерах, изготовленных из полимеров, устойчивых к разрушению в экстремально

низких температурах. Пробирки маркируют и в специальных контейнерах помещают в сосуд Дюара с жидким азотом. Для увеличения шанса успешного применения образца спермы в дальнейшем при ВРТ рекомендуют сдать 2–3 образца эякулята с разницей не менее 48 ч [26].

Для размораживания образцов наиболее подходящая температура — 37 °С, после разморозки образец промывают питательной культуральной средой для удаления криопротектора и центрифугируют для концентрации клеток. На сегодняшний день выход жизнеспособных сперматозоидов при условии правильной криоконсервации составляет 70–90%.

Для снижения стоимости криоконсервации возможно сокращение этапов процедуры, в этом случае эякулят не проходит процедуру концентрирования и очистки, что снижает качество замороженного эякулята. Несмотря на снижение качества, заморозка нативного биоматериала также возможна, когда у пациента на момент сдачи пробы не наблюдается выраженных патологий, и при необходимости сокращения стоимости процедуры. Выживаемость сперматозоидов после разморозки при этом может достигать 70%, что является вполне приемлемым результатом и позволяет осуществлять дальнейшую работу без существенных трудностей со стороны мужского полового материала.

Таким образом, на фоне непростого демографического положения в РФ: снижения рождаемости, увеличения смертности и увеличения доли бесплодных семей в популяции в целом — необходимо обратить пристальное внимание на отдельные группы людей, относящихся к группе повышенного риска по проблеме бесплодия. Такую группу могут составлять военнослужащие, проходящие службу в местах повышенной вредности, что может повлиять на мужскую репродуктивную систему и способность к деторождению. Сохранение эякулята методом криоконсервации является надежным и долгосрочным способом сохранения генетического материала в нативном и жизнеспособном состоянии и позволяет использовать его в дальнейшем, в случае приобретенного бесплодия или даже после смерти военнослужащего. Также тщательное предварительное исследование эякулята (спермограмма) позволит выявить наличие патологии или отклонений от нормы на более ранних этапах и провести своевременное лечение. Организация постоянного криохранилища биоматериала для отдельных групп военнослужащих позволит сохранить жизнеспособный генетический материал в случае снижения репродуктивной функции или бесплодия. Для таких пациентов и их семей, заранее сохраненный эякулят может стать единственной возможностью деторождения в будущем. Хранение эякулята военнослужащих методом криоконсервации в нескольких странах уже успешно внедрено в практику и поддерживается государственными программами и страховой медициной. В РФ такой практики на сегодняшний день не существует.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайдуллоев Л., Рахмонов Т.Б. Мужское бесплодие: эпидемиология, этиология, диагностика и лечение // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. 2021. № 2. С. 82–92.
2. Асланова С.З. Современный взгляд на бесплодный брак // Студенческий вестник. 2019. № 27-1. С. 70–71.
3. Синдяшкина Е.Н. Отражение демографической политики в показателях рождаемости в России // Социально-трудовые исследования. 2021. № 1. С. 75–85. DOI: 10.34022/2658-3712-2021-42-1-75-85
4. Сапунов А.В., Сапунова Т.А. Исследование демографических тенденций в России и определение их социально-экономических последствий // Вестник Академии знаний. 2021. № 2. С. 194–198. DOI: 10.24412/2309-6139-2021-11066
5. Шидакова А.А., Ищенко О.Ю. Динамика мужского бесплодия за период 2015–2019 гг. // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2021. № 53. С. 63–65. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-53-2-63-65
6. Борисов В.В. Российская демография, пути улучшения мужского и женского здоровья в аспекте фертильности. Мнение уролога и репродуктолога // Consilium Medicum. 2019. № 7. С. 10–18. DOI: 10.26442/20751753.2019.7.190425
7. Хайрутдинов К.Н., Ситдыкова М.Э., Зубков А.Ю. Мужское бесплодие — проблема XXI века // Практическая медицина. 2018. № 6. С. 185–189. DOI: 10.32000/2072-1757-2018-16-6-185-189
8. Андреева М.В., Хаят С.Ш., Шилейко Л.В., и др. Количественный кариологический анализ незрелых половых клеток из эякулята как часть протокола обследования мужчин с бесплодием в браке // Андрология и генитальная хирургия. 2017. Т. 18, № 1. С. 62–69. DOI: 10.17650/2070-9781-2017-18-1-62-69
9. Gore A.C., Chappell V.A., Fenton S.E., et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals // Endocr Rev. 2015. Vol. 36, No. 6. P. 1411–150. DOI: 10.1210/er.2015-1010
10. Segal T.R., Giudice L.C. Before the beginning: environmental exposures and reproductive and obstetrical outcomes // Fertility and Sterility. 2019. Vol. 112, No. 4. P. 613–621. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2019.08.001
11. Naz M., Kamal M. Classification, causes, diagnosis and treatment of male infertility: a review // Orient Pharm Exp Med. 2017. Vol. 17. P. 89–109. DOI: 10.1007/s13596-017-0269-7
12. Аполихин О.И., Красняк С.С. Влияние алкоголя на мужскую репродуктивную систему // Общественное здоровье. 2021. Т. 1, № 2. С. 62–69. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-2-62-69
13. Литвинова Н.А., Лесникова А.И., Толочко Т.А., Шмелева А.А. Эндогенные и экзогенные факторы, влияющие на мужскую фертильность // Фундаментальная и клиническая медицина. 2021. Т. 6, № 2. С. 124–135. DOI: 10.23946/2500-0764-2021-6-2-124-135
14. Мардоми Ф.Д. Некоторые аспекты генетических факторов мужского бесплодия // Вестник науки и образования. 2020. № 19-1. С. 32–36. DOI: 10.24411/2312-8089-2020-11901
15. Сатаева Т.П., Ковальчук А.В., Кутя С.А. Жизненный цикл сперматозоида. Норма и нарушения // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2018. Т. 8, № 1. С. 113–122.
16. Брагина Е.Е., Витязева И.И., Лелекова М.А., и др. Мейоз, сперматогенез и ультраструктура базальной мембраны семенных канальцев у пациентов с азооспермией // Андрология и генитальная хирургия. 2019. Т. 20, № 1. С. 43–54. DOI: 10.17650/2070-9781-2019-20-1-43-54
17. Халимов Ю.Ш., Зайцев В.А., Матвеев С.Ю. Состояние гипофизарно-гонадной системы и сперматогенеза у военнослужащих, принимающих участие в работах по уничтожению химического оружия // Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение. 2016. № 2. С. 74–79.
18. Короткова Т.Н., Попов А.В. Вопросы электромагнитной безопасности при работе со средствами радиосвязи // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. № 10. С. 167–169.
19. Зуйкова А.А., Потемина Т.Е., Курочицкая Л.Э., и др. Стрессогенные расстройства репродуктивной сферы у участников боевых действий // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2019. № 3. С. 141–144.
20. Martini A.E., Doyle J.O. Fertility Preservation Before Deployment: Oocyte and Sperm Freezing in Members of the Active Duty Military // Semin Reprod Med. 2019. Vol. 37, No. 5/6. P. 232–238. DOI: 10.1055/s-0040-1701633
21. Косенко Е.В., Демкина Е.А. Права на репродуктивный материал: зарубежный опыт. Гражданское и семейное право // Вестник саратовской государственной юридической академии. 2017. № 4. С. 92–96.
22. Боннер А.Т. Избранные труды. В 7 томах. Проблемы административной юстиции, особого производства, гражданского и медицинского права. Т. 6. Москва: Проспект, 2020. 448 с.
23. World Health Organization. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen Sixth Edition. Geneva: World Health Organization, 2021. 292 p.
24. Елисеева Г.И., Ефимова Н.Ф., Лопаткин Д.С., Шушунова Т.Н. Развитие организационных и финансовых мер поддержки государством инновационных медицинских технологий // Инновации и инвестиции. 2020. № 9. С. 13–18.
25. Винник Ю.Ю., Борисов В.В. Диагностика мужского бесплодия: современное состояние проблемы. Клиническая лекция // Consilium Medicum. 2017. Т. 19, № 7. С. 65–69. DOI: 10.26442/2075-1753_19.7.65-69
26. Gupta S., Sharma R., Agarwa A. The process of sperm cryopreservation, thawing and washing techniques, the complete guide to male fertility preservation. In: Majzoub A., Agarwal A., editors. The Complete Guide to Male Fertility Preservation. Springer, 2018. P. 183–204. DOI: 10.1007/978-3-319-42396-8_14

REFERENCES

1. Saidulloev L, Rakhmonov TB. Men's infertility: epidemiology, etiology, diagnostics and treatment. *Vestnik poslediplomnogo obrazovaniya v sfere zdavookhraneniya*. 2021;(2):82–92. (In Russ.).
2. Aslanova SZ. Sovremenniy vzglyad na besplodnyi brak. *Studencheskii vestnik*. 2019;(27-1):70–71. (In Russ.).
3. Sindiyashkina EN. Reflection of demographic policy in fertility rates in Russia. *Social and Labour Research*. 2021;(1):75–85. (In Russ.). DOI: 10.34022/2658-3712-2021-42-1-75-85
4. Sapunov AV, Sapunova TA. Study of demographic trends in Russia and determination of their socio-economic consequences. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2021;(2):194–198. (In Russ.). DOI: 10.24412/2309-6139-2021-11066
5. Shidakova A, Ishchenko O. Dynamics of male infertility for the period 2015–2019. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021;(53):63–65. (In Russ.). DOI: 10.24412/3453-9875-2021-53-2-63-65
6. Borisov VV. Russian demography, ways of male and female health improvement in aspects of fertility. Urologist and fertility specialist opinion. *Consilium Medicum*. 2019;(7):10–18. (In Russ.). DOI: 10.26442/20751753.2019.7.190425
7. Khayrutdinov KN, Sitdykova ME, Zubkov AYU. Male infertility is the problem of the XXI century. *Practical Medicine*. 2018;(6):185–189. (In Russ.). DOI: 10.32000/2072-1757-2018-16-6-185-189
8. Andreeva MV, Khayat SS, Schileiko LV, et al. Quantitative karyological analysis of immature germ cells from ejaculate as part of examination of patients with infertility in marriage. *Andrology and Genital Surgery*. 2017;18(1):62–69. (In Russ.). DOI: 10.17650/2070-9781-2017-18-1-62-69
9. Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocr Rev*. 2015;36(6):1411–150. DOI: 10.1210/er.2015-1010
10. Segal TR, Giudice LC. Before the beginning: environmental exposures and reproductive and obstetrical outcomes. *Fertility and Sterility*. 2019;112(4):613–621. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2019.08.001
11. Naz M, Kamal M. Classification, causes, diagnosis and treatment of male infertility: a review. *Orient Pharm Exp Med*. 2017;17:89–109. DOI: 10.1007/s13596-017-0269-7
12. Apolikhin OI, Krasnyak SS. The impact of alcohol on the male reproductive system. *Public Health*. 2021;1(2):62–69. (In Russ.). DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-2-62-69
13. Litvinova NA, Lesnikov AI, Tolochko TA, Shmelev AA. Factors affecting male fertility: a review. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2021;6(2):124–135. (In Russ.). DOI: 10.23946/2500-0764-2021-6-2-124-135
14. Mardomi FD. Some aspects of genetic factors of male infertility. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2020;(19-1):32–36. (In Russ.). DOI: 10.24411/2312-8089-2020-11901
15. Sataieva TP, Kovalchuk AV, Kutia SA. The sperm life cycle. Physiology and pathology. *Krymskii zhurnal ehksperimental'noi i klinicheskoi meditsiny*. 2018;8(1):113–122. (In Russ.).
16. Bragina EE, Vityazeva II, Lelekova MA, et al. Meiosis, spermatogenesis and ultrastructure of the basement membrane of seminiferous tubules in patients with azoospermia. *Andrology and Genital Surgery*. 2019;20(1):43–54. (In Russ.). DOI: 10.17650/2070-9781-2019-20-1-43-54
17. Khalimov YuSh, Zaytsev VA, Matveev SYu. Status of the pituitary-gonadal sistem and spermatogenesis in troops, participated in the destruction of chemical weapons. *Endocrinology: News, Opinions, Training*. 2016;(2):74–79. (In Russ.).
18. Korotkova TN, Popov AV. Electromagnetic safety questions when working with radio communication devices. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy*. 2019;(10):167–169. (In Russ.).
19. Zuykova AA, Potemina TE, Kurochitskaya LE. Stress-associated disorder of the reproductive system in combat veterans. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ" (Rehabilitation, Doctor and Health)*. 2019;(3):141–144. (In Russ.).
20. Martini AE, Doyle JO. Fertility Preservation Before Deployment: Oocyte and Sperm Freezing in Members of the Active Duty Military. *Semin Reprod Med*. 2019;37(5/6):232–238. DOI: 10.1055/s-0040-1701633
21. Kosenko EV, Demkina EA. The right to reproductive material: foreign experience. *Vestnik Saratovskoi gosudarstvennoi yuridicheskoi akademii*. 2017;(4):92–96. (In Russ.).
22. Bonner AT. *Izbrannye trudy. V 7 tomakh. Problemy administrativnoi yustitsii, osobogo proizvodstva, grazhdanskogo i meditsinskogo prava*. Vol. 6. Moscow: Prospekt, 2020. 448 p. (In Russ.).
23. World Health Organization. *WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen Sixth edition*. Geneva: World Health Organization; 2021. 292 p.
24. Eliseeva GI, Efimova NF, Lopatkin DS, Shushunova TN. Development of organizational and financial measures for state support of innovative medical technologies. *Innovatsii i investitsii*. 2020;(9):13–18. (In Russ.).
25. Vinnik YuYu, Borisov VV. Diagnostics of men's infertility: current state of the problem. Clinical lecture. *Consilium Medicum*. 2017;19(7):65–69. (In Russ.). DOI: 10.26442/2075-1753_19.7.65-69
26. Gupta S, Sharma R, Agarwa A. The process of sperm cryopreservation, thawing and washing techniques, the complete guide to male fertility preservation. In: Majzoub A, Agarwal A, editors. *The Complete Guide to Male Fertility Preservation*. Springer; 2018. P. 183–204. DOI: 10.1007/978-3-319-42396-8_14

ОБ АВТОРАХ

***Илья Владимирович Маркин**, кандидат технических наук;
e-mail: ilya.markin.92@bk.ru; ORCID: 0000-0002-9334-910X;
eLibrary SPIN: 6021-7645

AUTORS INFO

***Ilya V. Markin**, candidate of technical sciences;
e-mail: ilya.markin.92@bk.ru; ORCID: 0000-0002-9334-910X;
eLibrary SPIN: 6021-7645

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Елена Сергеевна Щелканова, кандидат биологических наук;
e-mail: shchelkanova_el@mail.ru; ORCID: 0000-0003-0672-8820;
eLibrary SPIN: 8396-0602

Евгений Александрович Журбин, кандидат медицинских наук;
e-mail: zhurbin-90@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0867-3838;
eLibrary SPIN: 8426-1354

Дмитрий Алексеевич Фролов, e-mail: ddae666@mail.ru;
ORCID: 0000-0002-9749-8196

Ольга Викторовна Калужная, кандидат биологических наук;
e-mail: kaluzhnayao@ya.ru; ORCID: 0000-0002-3845-6375;
eLibrary SPIN: 1755-1405

Наталья Валерьевна Варламова, доктор технических наук;
e-mail: varlamova@tpu.ru; ORCID: 0000-0002-6100-2427;
eLibrary SPIN: 9139-6019

Elensa S. Shchelkanova, candidate of biological sciences;
e-mail: shchelkanova_el@mail.ru; ORCID: 0000-0003-0672-8820;
eLibrary SPIN: 8396-0602

Evgeniy A. Zhurbin, candidate of medical sciences;
e-mail: zhurbin-90@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0867-3838;
eLibrary SPIN: 8426-1354

Dmitriy A. Frolov, e-mail: ddae666@mail.ru;
ORCID: 0000-0002-9749-8196

Olga V. Kalyzhnaya, candidate of biological sciences;
e-mail: kaluzhnayao@ya.ru; ORCID: 0000-0002-3845-6375;
eLibrary SPIN: 1755-1405

Natalia V. Varlamova, doctor of technical sciences;
e-mail: varlamova@tpu.ru; ORCID: 0000-0002-6100-2427;
eLibrary SPIN: 9139-6019