

Влияние экзогенных и эндогенных факторов на мужскую фертильность

Ю.В. Первова, Т.В. Старикова

ЧУОО ВО «Медицинский университет «Реавиз»; Россия, 443001 Самара, ул. Чапаевская, 227

Контакты: Татьяна Владимировна Старикова stv1591@gmail.com

Цель исследования — изучить влияние экзогенных и эндогенных факторов на основные морфофункциональные характеристики сперматозоидов.

Материалы и методы. Под наблюдением находилось 107 мужчин, из которых 77 обратились по поводу бесплодия в браке, а 30 мужчин с доказанной нормальной фертильностью составили контрольную группу. Изучено влияние соматотипа, характера деятельности, профессии, образа жизни, наличия вредных привычек, а также возраста и физиологических показателей на морфофункциональные характеристики сперматозоидов.

Результаты. У мужчин с избыточной массой тела объем эякулята оказался ниже нормы (<1,5 мл). После 35 лет у мужчин значительно ухудшается функциональная активность сперматозоидов. Все рассмотренные показатели у мужчин, занимающихся интеллектуальным трудом, были выше, чем у мужчин, занимающихся физическим трудом.

Заключение. Индекс массы тела, возраст и характер деятельности влияют на мужскую фертильность.

Ключевые слова: сперматогенез, репродуктивная функция, морфофункциональные характеристики сперматозоидов, фертильность

Для цитирования: Первова Ю.В., Старикова Т.В. Влияние экзогенных и эндогенных факторов на мужскую фертильность. Андрология и генитальная хирургия 2020;21(3):61–68.

DOI: 10.17650/2070-9781-2020-21-3-61-68



Effects of exogenic and endogenic factors on male fertility

Yu. V. Pervova, T. V. Starikova

Medical University "Reaviz"; 227 Chapayevskaya St., Samara 443001, Russia

The study objective is to investigate the effects of exogenic and endogenic factors on the main morphological and functional characteristics of the sperm.

Materials and methods. In total, 107 men were under observation, 77 of which sought medical help due to infertility in marriage; 30 men with proven normal fertility constituted the control group. The effect of somatotype, activity type, profession, lifestyle, harmful habits, as well as age and physiological characteristics on morphological and functional characteristics of the sperm were studied.

Results. In men with excessive body weight, the ejaculate volume is lower than the normal value (<1.5 ml). In men older than 35 years, functional activity of the sperm is significantly lower. All of the studied characteristics were higher in men participating in intellectual labor compared to men participating in manual labor.

Conclusion. Body mass index, age and activity type affect male fertility.

Key words: spermatogenesis, reproductive function, morphological and functional characteristics of sperm, fertility

For citation: Pervova Yu. V., Starikova T. V. Effects of exogenic and endogenic factors on male fertility. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya* = *Andrology and Genital Surgery* 2020;21(3):61–68. (In Russ.).

Введение

В последние несколько десятилетий во всем мире отмечается снижение фертильности мужчин [1–3]. Бесплодие — глобальная проблема здравоохранения, затрагивающая 15 % всех пар репродуктивного

возраста. Мужские факторы, включая снижение качества спермы, ответственны за 25–60 % случаев бесплодия в паре [4–7].

Снижение мужской фертильности — не только медицинская, но и социальная проблема. Во многих



развитых странах количественные и качественные показатели спермы медленно, но прогрессивно ухудшаются, что сказывается на демографическом статусе государств. Качество эякулята рассматривается как важный показатель, отражающий здоровье мужчин и качество жизни населения [8, 9]. В последние годы характеристики спермы мужчин и влияющие на нее факторы являются предметом интенсивного изучения [10, 11].

Цель данного исследования — изучить влияние экзогенных и эндогенных факторов на основные морфофункциональные характеристики сперматозоидов.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 107 пациентов, из которых 77 обратились по поводу бесплодия в браке (основная группа), продолжительность которого составила в среднем $3,0 \pm 2,3$ года. В контрольную группу вошли 30 мужчин с доказанной нормальной фертильностью. На момент обследования признаков соматической патологии, в том числе эндокринной, а также заболеваний, передающихся половым путем, не выявлено. Возраст мужчин основной и контрольной групп составил в среднем $29,7 \pm 6,3$ и $27,6 \pm 5,9$ года соответственно. Контингент обследованных был разнородным по профессиональным и социальным характеристикам.

Мужчины были разделены на подгруппы в зависимости от эндогенных и экзогенных (средовых) факторов: соматотипа, характера деятельности, профессии (не менее 5–7 лет на одной должности), образа жизни (активный, подразумевающий дополнительные физические нагрузки либо пассивный), наличия вредных привычек, а также возраста и физиологических показателей.

Забор материала и анализ спермы проводили в соответствии с руководством Всемирной организации здравоохранения (2010). Объектом исследования были клетки эякулята и семенная жидкость.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием компьютерных программ MS Office 2016, SPSS 21 (IBM SPSS Statistics, США). Количественные данные представлены в виде $M \pm m$, где M — средняя арифметическая, m — стандартная ошибка средней. В случаях существенного отклонения распределения данных от нормального данные представлены в виде медианы и квартилей.

Результаты и обсуждение

Исследование эякулята фертильных и инфертильных мужчин начинали с анализа спермограммы (см. таблицу). Средний объем семенной жидкости был в пределах нормы ($>1,5$ мл). Средняя вязкость эякулята также была в норме (0,1–2 см), однако наблюдались и сильные отклонения индивидуальных значений (7 см). Кислотно-щелочной баланс соответствовал норме ($pH \geq 7,2$).

Средняя концентрация сперматозоидов у мужчин с репродуктивными дисфункциями ($30,61 \pm 3,82$ млн/мл) значительно ниже, чем у здоровых мужчин ($81,43 \pm 8,70$ млн/мл), как и общее количество сперматозоидов в эякуляте ($84,99 \pm 13,98$ и $283,96 \pm 37,14$ млн соответственно). Отметим, что у мужчин с репродуктивными проблемами мы наблюдали полное отсутствие сперматозоидов (азооспермию).

Среднее количество прогрессивно-подвижных сперматозоидов у мужчин с репродуктивными проблемами ($33,08 \pm 2,10$ %) ниже нормы. Как известно, в таких случаях сперматозоиды не способны оплодотворить яйцеклетку в естественных условиях. В контрольной группе среднее значение этого показателя равно $54,35 \pm 2,58$ %, что свидетельствует о высокой оплодотворяющей способности сперматозоидов и, как следствие, о нормальной фертильности мужчин. В группе мужчин с репродуктивными дисфункциями минимальное количество прогрессивно-подвижных сперматозоидов составило 0 %. Известно, что при таких показателях оплодотворение яйцеклетки возможно только с помощью вспомогательных репродуктивных технологий.

Важно, что доля неподвижных сперматозоидов у мужчин с репродуктивными дисфункциями была очень большой — в среднем $48,94 \pm 2,07$ %.

Среднее количество морфологически нормальных сперматозоидов у мужчин с репродуктивными проблемами составило $38,08 \pm 1,96$ %, а у здоровых мужчин — $49,13 \pm 2,59$ %. Доля сперматозоидов с патологической морфологией у пациентов с репродуктивными дисфункциями в среднем равнялась $61,92 \pm 1,96$ %, у здоровых мужчин — $50,87 \pm 2,59$ %. Чаще всего в обеих группах наблюдалась патология головки ($20,58 \pm 0,80$ и $16,52 \pm 1,15$ % соответственно). Отметим также высокую частоту патологии шейки сперматозоида ($18,46 \pm 0,88$ и $15,43 \pm 1,13$ % соответственно). У мужчин с репродуктивными проблемами выше частота патологии хвостика сперматозоида ($11,73 \pm 0,53$ %) и сочетания патологических признаков спермиев ($11,15 \pm 0,94$ %). У здоровых мужчин эти показатели ниже ($9,57 \pm 0,70$ и $9,35 \pm 0,96$ % соответственно).

Одним из важных, но не учитываемых в лабораторной практике аспектов является оценка фенотипических характеристик, а также влияния эндогенных факторов (таких как проживание в экологически неблагоприятных условиях, употребление алкоголя, курение). Их нельзя оставить без внимания, так как они, как предполагается, оказывают непосредственное воздействие на сперматогенез.

Мы установили корреляцию между возрастом мужчин с репродуктивными проблемами и показателями спермограммы. После 35 лет у мужчин значительно ухудшается качество эякулята. Объем семенной жидкости уменьшается с 3 до 2 мл. Становится ниже

Морфофункциональные характеристики эякулята, $M \pm m$

Morphological and functional characteristics of the ejaculate, $M \pm m$

Показатель Characteristic	Мужчины с бесплодием в браке ($n = 77$) Males with infertility in marriage ($n = 77$)	Контрольная группа ($n = 30$) Control group ($n = 30$)
Объем, мл Volume, ml	2,65 ± 0,20	3,56 ± 0,28
Вязкость, см Viscosity, cm	1,47 ± 0,29	1,20 ± 0,38
Концентрация сперматозоидов, млн/мл Sperm concentration, million/ml	30,61 ± 3,82	81,43 ± 8,70
Общее количество сперматозоидов, млн Total sperm count, millions	84,99 ± 13,98	283,96 ± 37,14
Доля сперматозоидов с нормальной морфологией, % Percentage of normal sperm, %	38,08 ± 1,96	49,13 ± 2,59
Доля сперматозоидов с патологической морфологией, % Percentage of sperm with pathological morphology, %	61,92 ± 1,96	50,87 ± 2,59
Доля сперматозоидов с патологией головки, % Percentage of sperm with pathology of the head, %	20,58 ± 0,80	16,52 ± 1,15
Доля сперматозоидов с патологией шейки, % Percentage of sperm with pathology of the neck, %	18,46 ± 0,88	15,43 ± 1,13
Доля сперматозоидов с патологией хвостика, % Percentage of sperm with pathology of the tail, %	11,73 ± 0,53	9,57 ± 0,70
Доля сперматозоидов с сочетанием патологических признаков, % Percentage of sperm with a combination of pathological characteristics, %	11,15 ± 0,94	9,35 ± 0,96
Доля сперматозоидов с прямолинейным движением, % Progressive motile sperm, %	33,08 ± 2,10	54,35 ± 2,58
Доля сперматозоидов с непрямолинейным движением, % Non-progressive motile sperm, %	17,98 ± 1,44	17,83 ± 1,77
Доля неподвижных сперматозоидов, % Percentage of immotile sperm, %	48,94 ± 2,07	27,83 ± 2,35
Количество лейкоцитов, млн/мл Leukocyte count, million/ml	1,26 ± 0,24	1,39 ± 0,28
Количество незрелых половых клеток, % Percentage of immature germ cells, %	3,09 ± 0,29	3,17 ± 0,32

и концентрация сперматозоидов — с 58 до 47 млн/мл (рис. 1).

По мере увеличения возраста мужчины уменьшается количество подвижных сперматозоидов: если до 30 лет оно равно 50 %, то с 30 до 35 лет и после 35 составляет менее 40 % (рис. 2).

Для процесса сперматогенеза большое значение имеет индекс массы тела (ИМТ). Наименьший объем эякулята был выявлен у мужчин с ИМТ от 30 до 35 (избыточный вес). Минимальных значений (2 мл) объем достигает у пациентов с ожирением (ИМТ 35 кг/м²). У пациентов с нормальным ИМТ средняя концентра-

ция сперматозоидов равна 50 млн/мл. Немного ниже (45 млн/мл) показатели мужчин с недостаточной массой тела (рис. 3).

У пациентов с ИМТ <35 кг/м² количество прогрессивно-подвижных сперматозоидов наибольшее — 45 %. Минимальные значения этого показателя (20 %) зарегистрированы у мужчин с ИМТ <20 кг/м². Наибольшее количество неподвижных сперматозоидов (55 %) мы наблюдали у пациентов с недостаточной массой тела (рис. 4).

Мы рассматривали влияние на фертильность профессии пациента. Все пациенты были разделены

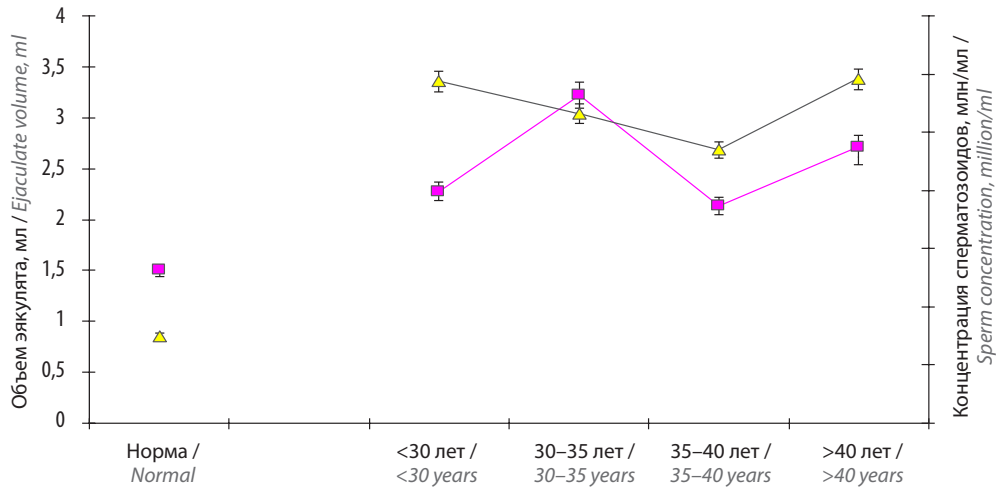


Рис. 1. Оценка влияния возраста мужчины на качество эякулята

Fig. 1. Evaluation of the effect of age on ejaculate quality

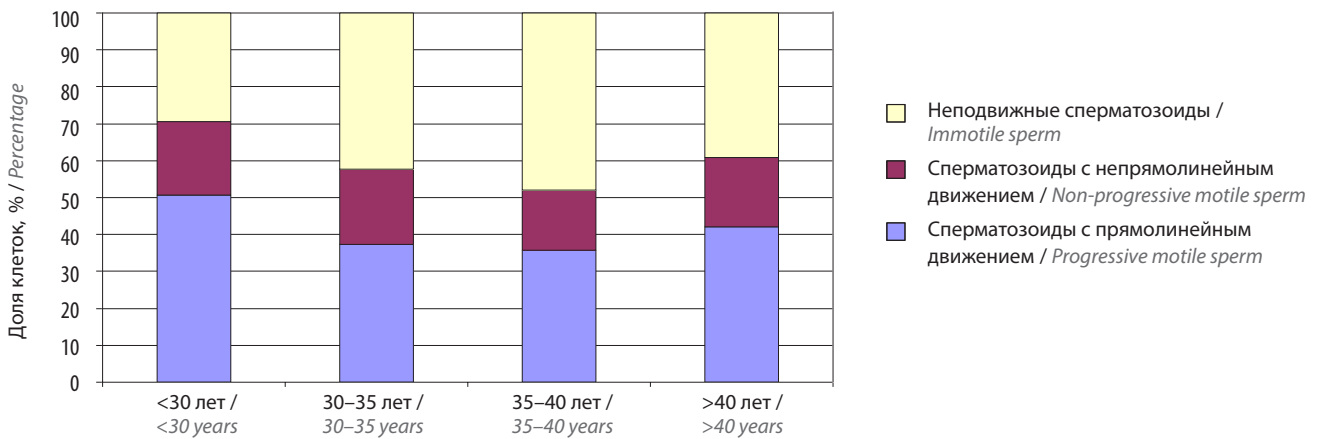


Рис. 2. Доля сперматозоидов различных категорий у мужчин разного возраста

Fig. 2. Percentage of sperm of different categories in men of different ages

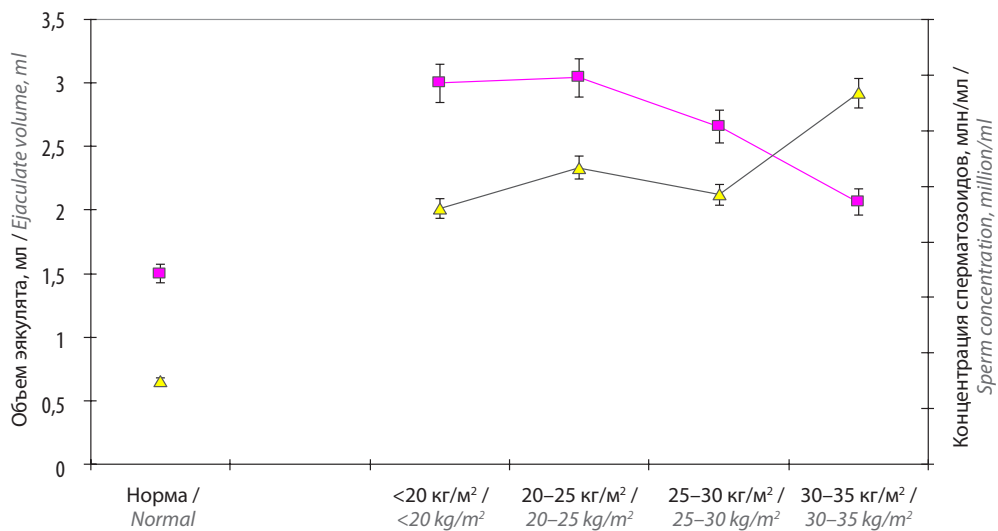


Рис. 3. Оценка влияния индекса массы тела на качество эякулята

Fig. 3. Evaluation of the effect of body mass index on ejaculate quality

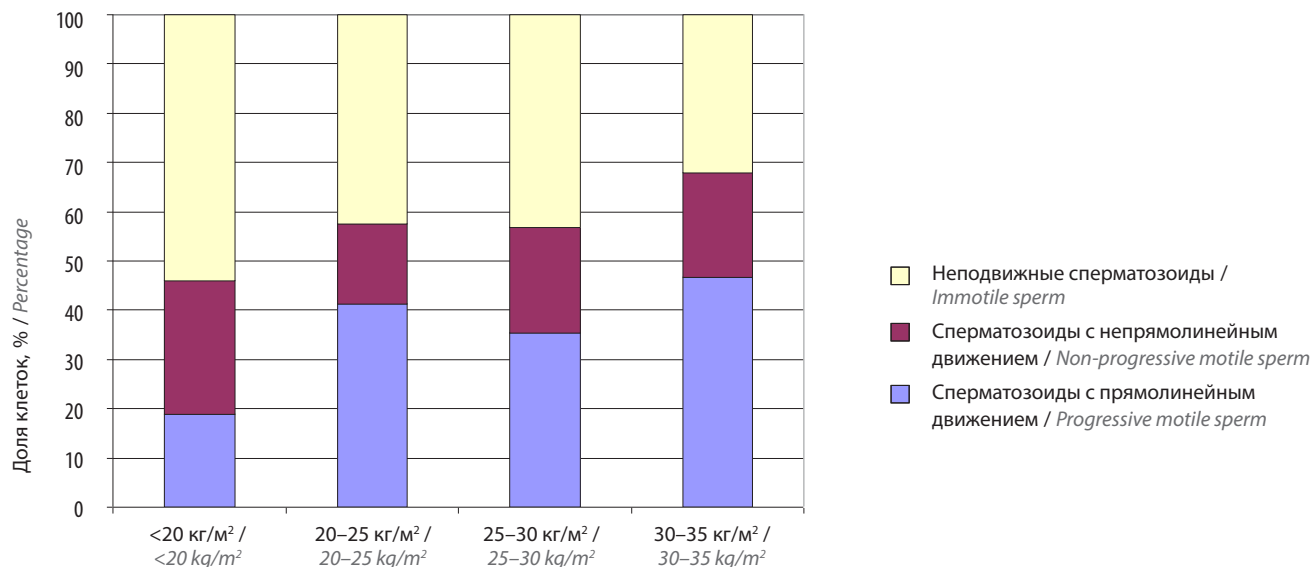


Рис. 4. Доля сперматозоидов различных категорий у мужчин разного возраста

Fig. 4. Percentage of sperm of different categories in men of different ages

на группы в соответствии с их профессиональным статусом:

- 1) безработный;
- 2) руководитель;
- 3) механик, инженер, прораб;
- 4) менеджер, банковский работник, юрист, офисный работник, преподаватель, студент;
- 5) водитель;
- 6) грузчик.

У мужчин 1–3-й групп преобладает умственная деятельность; можно ожидать высокого уровня стресса; физическая активность ограничена. В 4-й и 5-й группах преобладают физические нагрузки; 4-я группа также испытывает повышенный стресс и отличается сниженной двигательной активностью (сидячая работа).

Мужчины, занимающие руководящие должности, имеют наименьший объем эякулята (2 мл). Наибольший объем зарегистрирован у водителей и строителей (3 мл). И примерно одинаковые показатели наблюдались у офисных работников, юристов, менеджеров, преподавателей, студентов и грузчиков (2,7 мл). Концентрация сперматозоидов была наибольшей у мужчин, занимающих руководящие должности (64 млн/мл). Немного ниже (61 млн/мл) были значения у механиков, инженеров и прорабов. У строителей и водителей концентрация равна 48 млн/мл, у офисных работников, студентов и преподавателей, менеджеров и банковских работников — 46 млн/мл. Наименьшими были значения у грузчиков и безработных — 23 и 15 млн/мл соответственно (рис. 5).

Доля морфологически нормальных сперматозоидов также варьирует в зависимости от характера деятельности. У мужчин, занимающих руководящие должности, она была наибольшей (48 %). Наименьшее значение у грузчиков — 30 %. Небольшие различия

(от 36 до 48 %) зарегистрированы у офисных работников, студентов и преподавателей, что объясняется неоднородным характером группы (рис. 6).

Наибольшее количество подвижных сперматозоидов наблюдалось у мужчин, занимающих руководящие должности, а также у юристов, преподавателей, банковских и офисных работников. Наименьшим количеством прогрессивно подвижных сперматозоидов было у грузчиков (3,5 %). Доля неподвижных сперматозоидов также была наибольшей у грузчиков (60 %), а наименьшей — у мужчин, занимающих руководящие должности, а также юристов, преподавателей, банковских и офисных работников, что свидетельствует о высокой фертильности.

Мы рассмотрели основные показатели фертильности мужчин (объем эякулята, концентрацию сперматозоидов и количество морфологически нормальных сперматозоидов, а также прогрессивно-подвижных, непрогрессивно-подвижных и неподвижных и влияние на данные показатели вредных привычек. Для этого мужчин разделили на 3 группы: без вредных привычек (некурящие и не употребляющие алкоголь); с 1 вредной привычкой (курящие или употребляющие алкоголь); с 2 вредными привычками (курящие и употребляющие алкоголь). Данные группы различались качеством и количеством эякулята.

Наибольший объем эякулята зарегистрирован у мужчин без вредных привычек (3 мл) (рис. 7). Доля морфологически нормальных сперматозоидов у мужчин без вредных привычек была самой высокой, у пациентов с 1 вредной привычкой она была чуть ниже, у мужчин с 2 вредными привычками — наименьшей (различия с группой без вредных привычек статистически значимы).

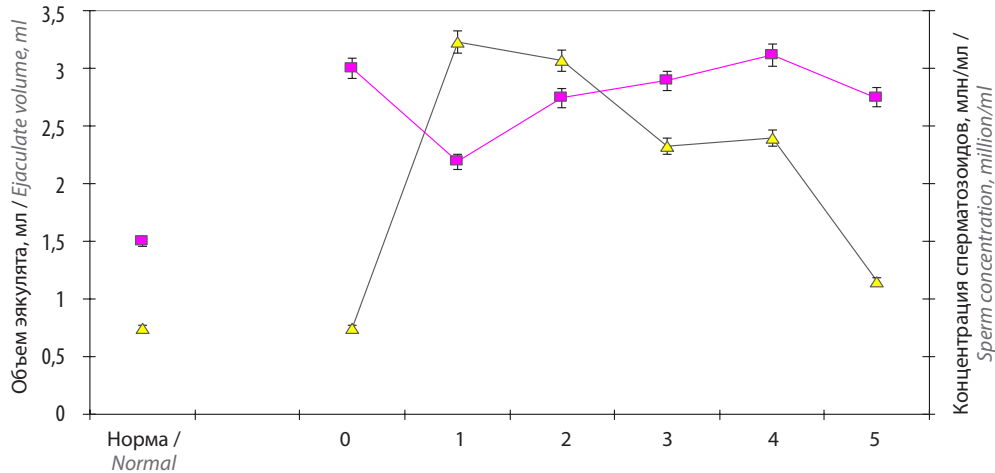


Рис. 5. Оценка влияния рода деятельности на качество эякулята. 0 — безработный; 1 — руководитель; 2 — механик, инженер, прораб; 3 — менеджер, банковский работник, юрист, офисный работник, преподаватель, студент; 4 — водитель; 5 — грузчик

Fig. 5. Evaluation of the effect of activity type on ejaculate quality. 0 — unemployed; 1 — high-level manager; 2 — mechanic, engineer, foreman; 3 — manager, bank manager, lawyer, office worker, teacher, student; 4 — driver; 5 — loader

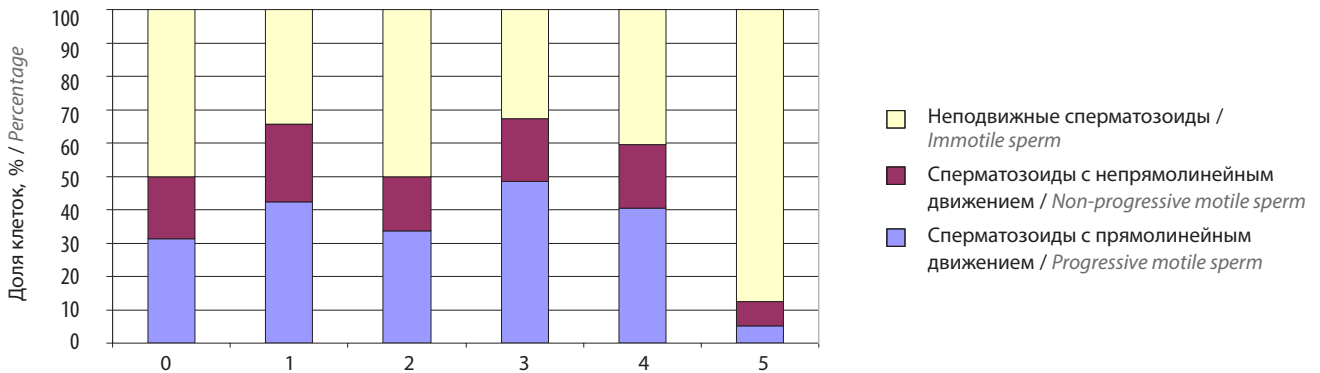


Рис. 6. Доля сперматозоидов различных категорий у мужчин различных профессий. 0 — безработный; 1 — руководитель; 2 — механик, инженер, прораб; 3 — менеджер, банковский работник, юрист, офисный работник, преподаватель, студент; 4 — водитель; 5 — грузчик

Fig. 6. Sperm counts in men with different professions. 0 — unemployed; 1 — high-level manager; 2 — mechanic, engineer, foreman; 3 — manager, bank manager, lawyer, office worker, teacher, student; 4 — driver; 5 — loader

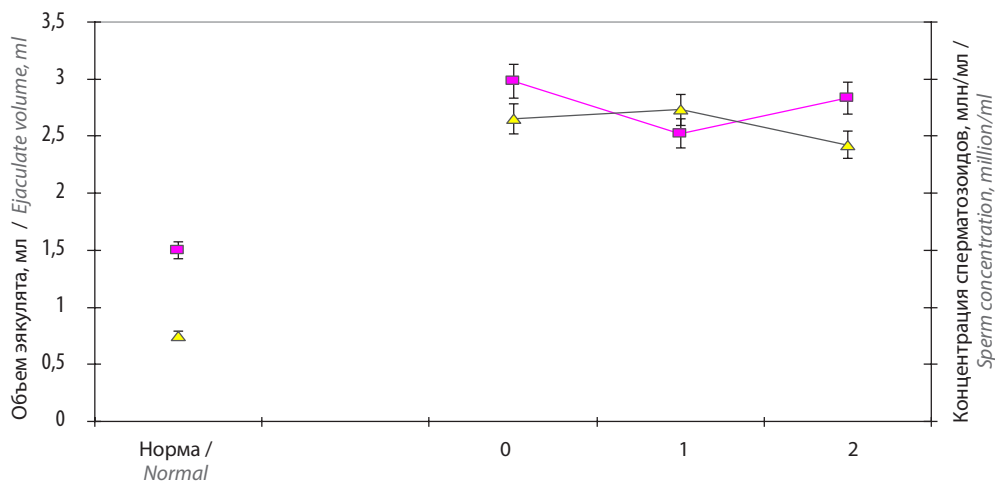


Рис. 7. Оценка влияния вредных привычек на качество эякулята. 0 — без вредных привычек (некурящие и не употребляющие алкоголь); 1 — с 1 вредной привычкой (курящие или употребляющие алкоголь); 2 — с 2 вредными привычками (курящие и употребляющие алкоголь)

Fig. 7. Evaluation of the effect of harmful habits on ejaculate quality. 0 — without bad habits (non-smokers and non-drinkers); 1 — with 1 bad habit (smokers or drinkers); 2 — with 2 bad habits (smokers and drinkers)

Заключение

Проведенный анализ позволил выявить определенные различия между пациентами в показателях спермы, связанные с физиологическим статусом, возрастом, ИМТ, характером трудовой деятельности и общей активностью, наличием вредных привычек.

Индекс массы тела и возраст влияют на качество эякулята. У мужчин с избыточной массой тела объем эякулята меньше нормы. Средние значения этого показателя наблюдаются у мужчин, страдающих ожирением, намного реже, чем у мужчин с нормальным ИМТ. После 35 лет у мужчин значительно ухудшается качество эякулята. Объем эякулята уменьшается с 3 до 2 мл, концентрация сперматозоидов — с 58 до 47 млн/мл.

В зависимости от характера деятельности (уровня стресса и физической нагрузки) изменяются пока-

затели спермы. По всем рассмотренным критериям у мужчин с высокой умственной нагрузкой (руководителей, менеджеров и банковских работников) зарегистрированы более высокие значения, чем у мужчин, занимающихся физическим трудом.

У мужчин без вредных привычек показатели спермограммы были в пределах нормы. В отличие от них, у курящих и употребляющих алкоголь пациентов выявлены качественные и количественные отклонения, способные отрицательно сказываться на их репродуктивной функции.

Таким образом, проведенное нами исследование подтверждает важность ведения здорового образа жизни, соблюдения здорового режима питания, необходимости умеренной физической нагрузки и адаптации к стрессам.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Гуторова Н.В., Клешев М.А., Типисова Е.В., Осадчук Л.В. Влияние избыточной массы тела и ожирения на показатели спермограммы и уровень репродуктивных гормонов у мужского населения европейского севера России. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины 2014;157(1):108–11. [Gutorova N.V., Kleshchov M.A., Osadchuk L.V., Tipisova E.V. Effects of overweight and obesity on the spermogram values and levels of reproductive hormones in the male population of the European north of Russia. *Bulleten eksperimentalnoy biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 2014;157(1):108–11. (In Russ.)].
2. Руководство ВОЗ по исследованию и обработке эякулята человека. 5-е изд. Пер. с англ. Н.П. Макарова, научн. ред. Л.Ф. Курило. М.: Капитал Принт, 2012. 291 с. [WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen. 5th edn. Transl. from English by N.P. Makarov, ed. by L.F. Kurilo. Moscow: Kapital Print, 2012. 291 p. (In Russ.)].
3. Michael I., Ojovan M.I., Loshchinin M.B. Heuristic paradoxes of S.P. Kapitza theoretical demography. *European Researcher* 2015;92(3):237–48.
4. Marin S., Ramos A.J., Cano-Sancho G., Sanchis V. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food Chem Toxicol* 2013;60:218–37. DOI: 10.1016/j.fct.2013.07.047.
5. Reame V., Pytlowanciv E.Z., Ribeiro D.L. et al. Obesogenic environment by excess of dietary fats in different phases of development reduces spermatid efficiency of Wistar rats at adulthood: correlations with metabolic status. *Biol Reprod* 2014;91(6):111–3. DOI: 10.1095/biolreprod.114.121962.
6. Priya P.H., Girish B.P., Reddy P.S. Restraint stress exacerbates alcohol-induced reproductive toxicity in male rats. *Alcohol* 2014;48(8):781–6. DOI: 10.1016/j.alcohol.2014.07.014.
7. Skakkebaek N.E. A brief review of the link between environment and male reproductive health: lessons from studies of testicular germ cell cancer. *Horm Res Paediatr* 2016;86(4):240–6. DOI: 10.1159/000443400.
8. La Vignera S., Condorelli R.A., Balercia G. et al. Does alcohol have any effect on male reproductive function? A review of literature. *Asian J Androl* 2013;15(2):221–5. DOI: 10.1038/aja.2012.118.
9. Hansen M.L., Thulstrup A.M., Bonde J.P. et al. Does last week's alcohol intake affect semen quality or reproductive hormones? A cross-sectional study among healthy young Danish men. *Reprod Toxicol* 2012;34(6):457–62. DOI: 10.1016/j.reprotox.2012.06.004.
10. Колесникова Л.И., Колесников С.И., Курашова Н.А., Баирова Т.А. Причины и факторы риска мужской инфертильности. *Вестник Российской академии медицинских наук* 2015;70(5):579–84. [Kolesnikova L.I., Kolesnikov S.I., Kurashova N.A., Bairova T.A. Causes and factors of male infertility. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences* 2015;70(5):579–84. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.15690/vramn.v70.i5.1445>.
11. Pärn T., Ruiz R.G., Kallak T.K. et al. Physical activity, fatness, educational level and snuff consumption as determinants of semen quality: findings of the ActiART study. *Reprod Biomed Online* 2015;31(9):108–19. DOI: 10.1016/j.rbmo.2015.03.004.

Вклад авторов

Ю.В. Первова: обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста статьи;
Т.В. Старикова: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи.
Authors' contributions

Yu.V. Pervova: reviewing of publications of the article's theme, analysis of the obtained data, article writing;
T.V. Starikova: developing the research design, obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, article writing.

ORCID автора / ORCID of author

Т.В. Старикова / T.V. Starikova: <https://orcid.org/0000-0002-3811-3807>



Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике Медицинского университета «Реавиз». Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.
Compliance with patient rights and principles of bioethics. The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of Medical University “Reaviz”. All patients gave written informed consent to participate in the study.