

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2019-23(3)-32

УДК: 616.69-008.8:57.042

## ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЯКІСНІ ТА КІЛЬКІСНІ ПАРАМЕТРИ ЕЯКУЛЯТУ ЧОЛОВІКІВ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

**Хміль С.В., Майорова О.Ю., Дудчук І.В.**

ДВНЗ "Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського" МОЗ України (вул. Замкова, 10, м. Тернопіль, Україна, 46001),

Медичний центр "Клініка професора С. Хміля" (вул. Шептицького, 1Б, м. Тернопіль, Україна, 46008)

Відповідальний за листування:  
e-mail: majorova@i.ua

Статтю отримано 14 червня 2019 р.; прийнято до друку 22 липня 2019 р.

**Анотація.** На сьогодні актуальним є вивчення проблеми чоловічого безпліддя, а також виявлення факторів його виникнення. Мета роботи - оцінка загальної картини зміни якості еякуляту протягом останніх 50-ти років та визначення причин таких змін. Для ґрунтовного аналізу опрацьовано понад 40 літературних джерел, які вийшли друком протягом 1984-2018 рр. (частка нових посилань - 20%). Відмічено зменшення концентрації сперматозоїдів на 1,5% / рік, загальної кількості сперматозоїдів - 1,6% / рік, загальної рухливості сперматозоїдів - 0,4% / рік, зниження частки сперматозоїдів прогресивної якості сперми на 5,5% / рік та з нормальною морфологією на 2,2% / рік. Виявлено, що одними з основних причин погіршення якості сперми є вплив негативних екологічних факторів - хімічного та радіоактивного забруднення, а також електромагнітного випромінювання. Серед найбільш токсичних речовин можна виокремити важкі метали, пестициди, бісфенол А, фталати, поліхлоровані біфеніли, діоксин та його похідні. Таким чином, за останні 50 років спостерігається погіршення якісних та кількісних показників еякуляту чоловіків у всьому світі. Однією з причин є погіршення екологічної ситуації.

**Ключові слова:** еякулят, спермограма, екологічні фактори.

### Вступ

На сьогодні досить гостро постає проблема безпліддя подружньої пари, яка обумовлена чоловічим фактором. Оскільки зниження показників еякуляту спостерігається відносно недавно, можна припустити, що однією з основних причин таких змін є погіршення екологічної ситуації. Протягом останніх 50-ти років швидке розширення хімічної промисловості як в розвинених, так і в країнах, що розвиваються, призвело до викиду в навколишнє середовище безлічі шкідливих речовин. Репродуктивна система чоловіка дуже чутлива до цих факторів навколишнього середовища, які можуть призвести до безпліддя [35, 37].

Чоловіче безпліддя розглядається як зміна концентрації сперми та / або рухливості та / або морфології щонайменше в одному зразку з двох аналізів сперми, які були здані з інтервалом у 4 тижні [24]. Чоловіче безпліддя зазвичай пов'язане з погіршенням якості сперми та зниженням її параметрів нижче нормальних показників ВООЗ [12]. Найбільш значущими з них є низька концентрація сперматозоїдів (олігозооспермія), погана рухливість сперматозоїдів (астенозооспермія) та патологічна морфологія сперматозоїдів (тератозооспермія). Аналіз сперми залишається найбільш корисним та фундаментальним дослідженням з чутливістю 89,6 %, оскільки він здатний виявити 9 з 10 безплідних чоловіків [9]. Цей простий тест дає можливість оцінити утворення та зрілість сперматозоїдів, взаємодію сперматозоїдів з сім'яною рідиною, уявлення про вироблення сперматозоїдів (кількість) та їх якісні характеристики (рухливість, морфологія). Одночасне зниження рухливості сперматозоїдів та зростання частки патологічних форм вказує на якісне порушення сперми, адже експе-

риментально доведено, що рухливість сперматозоїдів, а точніше відсоток прогресивно рухомих, є найкращим показником для потенційної здатності до запліднення природним шляхом.

Тому, метою нашої роботи була оцінка загальної картини зміни якості еякуляту протягом останніх 50-ти років та визначення причин таких змін.

У завдання роботи входило:

- прослідкувати зміни якісних та кількісних характеристик еякуляту протягом 50-ти років;
- вивчити вплив негативних екологічних факторів на якість еякуляту.

Ще в 1980-х рр. багато вчених та клініцистів відмічали факт погіршення якості сперми [27, 29]. Для глибшого з'ясування цієї проблеми з 1938 р. по 1990 р. було проведено аналіз якісних та кількісних показників сперми 14 947 здорових чоловіків. За результатами цього дослідження було зроблено висновок про те, що середнє значення загальної кількості сперматозоїдів чоловіків щороку зменшувалася на 1% [10]. Поряд з цим, виявлено зниження концентрації сперматозоїдів на 50 % - з 113 млн/мл до 66 млн/мл, а також зменшення об'єму еякуляту з 3,40 мл до 2,75 мл [10].

У 1977-1980 рр. та 1990-1995 рр. у відділенні ендокринології Університетської лікарні м. Гент (Бельгія) був проведений аналіз сперми 416 кандидатів-донорів віком від 20 до 40 років (90 % - від 20 до 30 років). Результати досліджень підтвердили погіршення якості сперми: концентрація сперматозоїдів зменшилася з 71 млн/мл до 58,6 млн/мл, загальна кількість сперматозоїдів зменшилася з 187 млн до 181 млн, частка прогресивно рухомих сперматозоїдів скоротилася на 20 %, а рухомих -

на 15 %, відсоток морфологічно нормальних сперматозоїдів зменшився з 39,2 % до 26,6 % (табл. 1) [39]. Зменшення частки рухливих та морфологічно нормальних сперматозоїдів підтверджують тенденцію до зниження якості еякуляту, яка виявлена як у донорів фертильної сперми [4], так і у пацієнтів, що консультувалися щодо безпліддя [8].

У 1990-2000-х рр. було проведено ряд досліджень еякуляту у різних куточках світу, які вказували на погіршення його якісних та кількісних характеристик:

- у Фінляндії протягом 1998-2006 рр. виявлено тимчасове зниження якості сперми у загальній популяції [21];

- в районі Сфакс Південного Тунісу (1996-2007 рр.) на вибірці 2940 чоловіків безплідних пар було зроблено висновок про зниження якості сперми протягом 12 років [16];

- у лабораторії андрології та репродуктології в Кордобі (Аргентина) протягом 10 років (1995-2004 рр.) проведено дослідження 9168 випадків (чоловіки у віці від 20 до 77 років), яке показало значне зменшення з віком об'єму еякуляту і кількості сперматозоїдів, зниження їх рухливості, життєздатності, а також частки сперматозоїдів з нормальною морфологією [26];

- в лабораторії репродуктивної біології Університетської лікарні в Марселі (Франція) протягом 1988-2007 рр. проведено дослідження, які включали аналіз сперми 10 932 чоловіків безплідних пар. На основі чого підтверджено тенденцію щодо зменшення концентрації сперматозоїдів (1,5 % / рік), загальної кількості сперматозоїдів (1,6% / рік), загальної рухливості сперматозоїдів (0,4% / рік), зниження частки сперматозоїдів прогресивної рухливості (5,5% / рік) та з нормальною морфологією (2,2% / рік) [18];

- в Індії відмічено збільшення частки чоловіків репродуктивного віку, у яких виявлено якісне та кількісне погіршення сперми, а також зменшення кількості сперматозоїдів, від 30 до 40% [34].

Протягом 2013-2015 рр. було проведено аналіз еякуляту 420 пацієнтів, які звернулися в Інститут репродуктивної медицини (м. Київ) [1]. Порівняння результатів цих досліджень та даних K.Van Waeleghem з співав. (1996 р.) (табл. 1) підтверджує погіршення якісних та кількісних параметрів сперми: зменшення концентрації та загальної кількості сперматозоїдів у два рази, зниження частки рухомих (a+b) на 16 % та збільшення частки нерухомих сперматозоїдів (на 6%).

Основними причинами погіршення сперми чоловіків може бути порушення ендокринної та репродуктивної системи чоловіків: тестикулярна недостатність, непрохідність, крипторхізм, ідіопатичне безпліддя, варикоцеле, еректильна або еякуляторна дисфункція [7], а також фактори способу життя (стрес, паління, алкоголь, вплив хімічних факторів навколишнього середовища, що мають естрогенну активність, урбанізація тощо). Нижче розглянемо основні фактори навколишнього середовища, які негативно позначаються на репродуктивній здатності чоловіків.

Важкі метали (свинець (Pb), кадмій (Cd), ртуть (Hg)), які потрапляють в організм людини з забрудненою водою та їжею або через контакт із забрудненим повітрям і ґрунтом, негативно впливають на чоловічу репродуктивну систему, спричиняючи порушення гіпоталамічної осі з гіпофізом, або, безпосередньо впливають на сперматогенез, погіршуючи якість сперми [19]:

- концентрація свинцю в крові >35 мкг/дл призводить до зниження рухливості (< 50 %) та частки морфологічно нормальних сперматозоїдів (<14 %), а за умови підвищення концентрації свинцю (>40 мкг/дл) спостерігається зменшення кількості сперматозоїдів [15];

- у чоловіків з високою концентрацією кадмію в еякуляті (65 мкг/дл) спостерігається зменшення кількості сперматозоїдів та їх рухливості до 36% [3];

- високі концентрації ртуті в крові (40,6 ммоль/л) призводили до зменшення прогресивно-рухомих (<50%) та

**Таблиця 1.** Кількісні та якісні показники еякуляту у різні періоди дослідження.

Параметри	Рік дослідження	1977-1980 рр. (за [29])	1990-1995 рр. (за [29])	1995-1996 рр. (за [27])	2013-2015 рр. (за [1])	
					усі чоловіки	чоловіки безплідних пар
Вибірка, к-ть чол.		120	91	177	500	420
Об'єм еякуляту, мл		2,9	3,3	3,1	2,6	2,4
Концентрація сперматозоїдів, млн/мл		71,0	58,6	28,6	43,9	31,5
Загальна кількість сперматозоїдів, млн		187,1	181,1	82,8	114	87,7
Рухливість загальна (a+b+c), %		70,6	55,9	-	57,1	49,5
Активно рухливі сперматозоїди (a), %		52,7	31,7	-	12,6	9,6
Рухливі (b), %		11,6	18,8	-	30,1	25,0
a+b, %		64,3	50,5	36,6	42,7	34,7
Малорухливі (c), %		6,3	5,4	-	11,7	10,8
Нерухомі (d), %		29,4	44,1	-	43,0	50,5
Морфологічно нормальні форми, %		39,2	26,6	29,8	52,1	45,5

морфологічно нормальних (< 14 %) сперматозоїдів, а також зниження їх концентрації [11]; у Гонконзі було виявлено, що рівень ртуті у волосі безплідних чоловіків на 40% вищий, ніж у здорових [14].

Бісфенол А, фталати, поліхлоровані біфеніли, дихлордифенілтрихлоретан (ДДТ), діоксин пригнічують дію природних ендогенних гормонів або порушують регуляторну функцію ендокринної системи, чим спричинюють негативний вплив на репродуктивну систему чоловіка [36, 38].

Alejandro Olive зі співробітниками проводили аналіз еякуляту населення аграрного району Літорал Сур в Аргентині, який показав, що у чоловіків, які працюють в сільському господарстві з пестицидами великі об'єми сперми, проте низькі концентрації сперматозоїдів та їх рухливість [28, 31]. Порівняння цих показників з результатами K. Van Waeleghem з співав. (1996) (Бельгія) (табл. 1), дає підставу відмітити зменшення концентрації та загальної кількості сперматозоїдів в 2 рази і зниження рухливих сперматозоїдів на 14% у чоловіків, які піддавалися тривалому впливу пестицидів. Тобто, пестициди негативно впливають на сперматогенез, рухливість, життєздатність, морфологію сперматозоїдів та їх кількість, а також спричинюють порушення ДНК сперматозоїдів [35]. У чоловіків, які контактують з пестицидами підвищується загроза смерті плода від вроджених аномалій, а також знижується здатність сперматозоїдів до запліднення під час використання допоміжних репродуктивних технологій [35].

Метаболіти ДДТ (р, р'-ДДТ і р, р'-ДДЕ) блокують андрогенні рецептори, спричинюють зниження частки рухливих та збільшення патологічних (з дефектом хвоста) сперматозоїдів. У 46,6% чоловіків, в крові яких накопичуються р, р'-ДДЕ, виявлено неповну конденсацію хроматину сперматозоїдів [38].

Фталати використовуються у виробництві автомобілів, медичних матеріалів, пластмаси, контейнерів для напоїв, покритті металевих банок тощо. Перинатальна експозиція різних ефірів фталату навіть у низьких дозах змінює розвиток репродуктивного тракту чоловіків, викликаючи недорозвинення та агенезію епідидиму [32].

Бісфенол А, який застосовують у виробництві пластикових пляшок, присосок, внутрішньому покритті банок для харчових продуктів, може спричинити крипторхізм, гіпоспадію, низьку кількість сперми та рак яєчок [38]. Навіть дуже низька доза бісфенолу А може викликати передчасне статеве дозрівання, низький рівень сперми, гіперплазію простати тощо [17].

На сьогодні вченими доведений факт негативного впливу на репродуктивну систему радіоактивного та електромагнітного випромінювання. Через сім років після аварії на Чорнобильській атомній станції ізраїльськими вченими проводилися дослідження впливу радіоактивного випромінювання на якість сперми чоловіків, які працювали ліквідаторами на місці аварії. Виявлено зниження репродуктивного потенціалу чоловіків, погіршення

рухливості сперматозоїдів, збільшення відсотка патологічних сперматозоїдів (відхилення стосувалися насамперед голови) та посилення вакуолізації [23, 40], а також ультраморфологічні аномалії в ядрах сперматозоїдів [6]. Пошкодження ДНК сперматозоїдів (посилення фрагментації та загального метилювання геномної ДНК [23]) залежить від дози опромінення: опромінення статевих залоз чоловіка дозою 3,5-6 Зв може призвести до постійного безпліддя та збільшення ризику виникнення вроджених аномалій у нащадків; дія менших доз (більше 150 мЗв) призводить до тимчасового безпліддя [25]. Досліди, проведені на гризунах показали, що вплив радіоактивного випромінювання призводить до пошкодження генів на кожному етапі сперматогенезу, однак найбільш радіочутливими у цьому відношенні є гаплоїдні сперматиди [30, 33].

Довготривалий вплив електромагнітного випромінювання (стільникові телефони, ноутбуки, мікрохвильові печі, Wi-Fi) викликає гемодинамічні розлади та порушення цитоархітектоники сперматогенних клітин, пошкодження ДНК через посилений оксидативний стрес, канцерогенез яєчок [13, 22], виникнення глибоких морфологічних змін сперматозоїдів, зміну кількісних та якісних показників еякуляту (кількість сперматозоїдів, їхня рухливість і осмотична резистентність) [2, 22]. При цьому, сперматозоїди зазнають різних стадій набряку головок аж до утворення булавоподібних фігур.

Залежність якості сперми чоловіків від стану навколишнього середовища підтверджують проведені в Данії та Швеції дослідження [5, 20]. Так, у 1996-2010 рр. в Данії проаналізовано еякулят 4867 чоловіків із загальної популяції та відмічено зростання середньої концентрації сперматозоїдів з 43 до 48 млн/мл та загальної кількості сперматозоїдів - з 132 до 151 млн. При цьому, середній відсоток рухливих та аномальних сперматозоїдів становив 68% та 93% і не змінювався протягом періоду дослідження [20].

## Висновки та перспективи подальших розробок

1. Згідно аналізу літературних джерел протягом останніх 50-ти років спостерігається погіршення якісних та кількісних показників еякуляту чоловіків у всьому світі. В загальному відмічено зменшення концентрації сперматозоїдів на 1,5% / рік, загальної кількості сперматозоїдів - 1,6% / рік, загальної рухливості сперматозоїдів - 0,4% / рік, зниження частки сперматозоїдів прогресивної рухливості на 5,5% / рік та з нормальною морфологією на 2,2% / рік.

Одними з основних причин погіршення якості сперми є вплив негативних екологічних факторів - хімічного та радіоактивного забруднення, а також електромагнітного випромінювання. Серед найбільш токсичних речовин можна виокремити важкі метали, пестициди, бісфенол А, фталати, поліхлоровані біфеніли, діоксин та його похідні.

## Список посилань - References

1. Гурженко, Ю. М., & Куценко, А. О. (2016). Особливості порушень сперматогенезу чоловіків із безпліддям залежно від застосованих методик допоміжних репродуктивних технологій. *Сімейна медицина*, 5 (67), 132-137. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/simmed\\_2016\\_5\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/simmed_2016_5_29). Hurzhenko, Yu. M., & Kutsenko, A. O. (2016). Osoblyvosti porushen spermatogenezu cholovikiv iz bezpliddiam zalezno vid zastosovanykh metodyk dopomizhnykh reproduktyvnykh tekhnolohii [Features of disorders of spermatogenesis of men with infertility, depending on the applied methods of assisted reproductive technologies]. *Simeina medytsyna - Family Medicine*, 5 (67), 132-137.
2. Agarwal, A., Deepinder, F., Sharma, R. K., Ranga, G., & Li, J. (2008). Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertility and Sterility*, 89, 124-128. doi: 10.1016/j.fertnstert.2007.01.166.
3. Akinloye, O., Arowojolu, A. O., Shittu, O. B. & Anetor, J. I. (2006). Cadmium toxicity: A possible cause of male infertility in Nigeria. *Reproductive Biology*, 6, 17-30. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/230824698\\_Cadmium\\_toxicity\\_a\\_possible\\_cause\\_of\\_male\\_infertility](https://www.researchgate.net/publication/230824698_Cadmium_toxicity_a_possible_cause_of_male_infertility)
4. Auger, J., Kunstmann, J. M., Czyglik, F., & Jouannet, P. (1995). Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years. *The New England Journal of Medicine*, 332, 281-282.
5. Axelsson, J., Rylander, L., Rignell-Hydbom, A., & Giwercman, A. (2011). No secular trend over the last decade in sperm counts among Swedish men from the general population. *Human Reproduction*, 26 (5), 1012-1016. doi:10.1093/humrep/der045.
6. Bartoov, B., Zabludovsky, N., Eltes, F., Smirnov, V. V., Grischenko, V. I., & Fischbein, A. (1997). Semen Quality of Workers Exposed to Ionizing Radiation in Decontamination Work after the Chernobyl Nuclear Reactor Accident. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 3 (3), 204-209.
7. Bayasgalan, G., Naranbat, D., & Radnaabazar, J. (2004). Male infertility: Risk factors in Mongolian men. *Asian Journal of Andrology*, 6, 305-311.
8. Benvold, E., Gottlieb, C., Bygdeman, M., & Eneroth, P. (1991). Depressed semen quality in Swedish men from barren couples: a study over three decades. *Archives of Andrology*, 26, 189-194.
9. Butt, F., & Akram, N. (2013). Semen analysis parameters: Experiences and insight into male infertility at a tertiary care hospital in Punjab. *Journal Of Pakistan Medical Association*, 63, 558-562.
10. Carlsen, E., Giwercman, A., Keiding, N., & Skakkebaek, N. E. (1992). Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *British Medical Journal*, 305, 609-613. Retrieved from <https://www.bmj.com/content/bmj/305/6854/609.full.pdf>.
11. Choy, C. M. Y., Lam, C. W. K., & Cheung, L. T. F. (2002). Infertility, blood mercury concentrations and dietary seafood consumption: a case-control study. *An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 109, 1121-1125.
12. Cooper, T. G., Noonan, E., Eckardstein, von S., Auger, J., Baker, H. W., Behre, H. M. ... Vogelsohn K. M. (2010). World Health Organization reference values for human semen characteristics. *Hum Reproduction Update*, 16, 231-245. doi: 10.1093/humupd/dmp048.
13. Desai, N., Sharma, R., Makker, K., Sabanegh, E., & Agarwal, A. (2009). Physiologic and pathologic levels of reactive oxygen species in neat semen of infertile men. *Fertility and Sterility*, 92, 1626-1631. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.08.109.
14. Dickman, M. D., Leung, C. K., & Leung, M. K. (1998). Hong Kong male subfertility links to mercury in human hair and fish. *Science of the Total Environment*, 214, 165-174.
15. Fatima, P., Debnath, B. C., Hossain, M. M., Rahman, D., Banu, J., Begum, S., & Rahman, M. (2010). Relationship of blood and semen lead level with semen parameter. *Mymensingh Medical Journal*, 19 (3), 405-414. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/45272194\\_Relationship\\_of\\_blood\\_and\\_semen\\_lead\\_level\\_with\\_semen\\_parameter](https://www.researchgate.net/publication/45272194_Relationship_of_blood_and_semen_lead_level_with_semen_parameter).
16. Feki, N. C., Abid, N., Rebai, A., Sellami, A., Ayed, B. B., Guermazi, M., ... Ammar, L. K. (2009). Semen quality decline among men in infertile relationships: Experience over 12 years in the South of Tunisia. *Journal of Andrology*, 30 (5), 541-547. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2164/jandrol.108.005959>.
17. Fenichel, P., Chevalier, N., Brucker-Davis, F., & Bisphenol, A. (2013). An endocrine and metabolic disruptor. *Annales d'endocrinologie*, 74 (3), 211-220. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/journal/Annales-d'endocrinologie/vol/74/issue/3>.
18. Geoffroy-Siraudin, C., Loundou, A. D., Romain, F., Achard, V., Courbiere, B., Perrard, M. H., ... Guichaoua M. (2012). Decline of semen quality among 10 932 males consulting for couple infertility over a 20-year period in Marseille, France. *Asian Journal of Andrology*, 14, 584-590. Retrieved from <http://www.asiaandro.com/artsmore.asp?id=116>.
19. Hjollund, N. H., Bonde, J. P., Jensen, T. K., Henriksen T. B., Andersson, A-M., Kolstad, H. A., ... Olsen, J. (2000). Male-mediated spontaneous abortion among spouses of stainless steel welders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 26, 187-192. Retrieved from [https://www.sjweh.fi/show\\_issue.php?issue\\_id=50](https://www.sjweh.fi/show_issue.php?issue_id=50).
20. Jørgensen, N., Joensen, U. N., Jensen, T. K., Jensen, M. B., Almstrup, K., Olesen, I. A., ... Skakkebaek, N. E. (2012). Human semen quality in the new millennium: A prospective cross-sectional population-based study of 4867 men. *BMJ Open*, 2 (4), 1-13. doi:10.1136/bmjopen-2012-000990.
21. Jørgensen, N., Vierula, M., Jacobsen, R., Pukkala, E., Perheentupa, A., Virtanen, H. E., ... Toppari J. (2011). Recent adverse trends in semen quality and testis cancer incidence among Finnish men. *International Journal of Andrology*, 34 (4 Pt 2), e37-48. doi:10.1111/j.1365-2605.2010.01133.x.
22. Kesari, K. K., Agarwal, A., & Henkel, R. (2018). Radiations and male fertility. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 16 (1), 118. doi:10.1186/s12958-018-0431-1.
23. Kumar, D., Salian, S. R., Kalthur, G., Uppangala, S., Kumari, S., Challapalli, S., ... Kumar S. A. (2013). Semen abnormalities, sperm DNA damage and global hypermethylation in health workers occupationally exposed to ionizing radiation. *PLoS One*, 8 (7), e69927. doi:10.1371/journal.pone.0069927.
24. Kumar, N., & Singh, K. A. (2015). Trends of male factor infertility, an important cause of infertility: A review of literature. *Journal of Human Reproductive Sciences*, 8 (4), 191-196. doi: 10.4103/0974-1208.170370.
25. Latini, G., Dipaola, L., Mantovani, A., & Picano, E. (2012). Reproductive effects of low-to-moderate medical radiation exposure. *Current Medicinal Chemistry*, 19 (36), 6171-6177. doi:10.2174/0929867311209066171.
26. Molina, R. I., Martini, A. C., Tissera, A., Olmedo, J., Senestrari, D., de Cuneo, M. F., Ruiz R. D. (2010). Semen quality and aging: Analysis of 9.168 samples in Cordoba, Argentina. *Archivos españoles de urologia*, 63, 214-222. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/43355120\\_Semen\\_quality\\_and\\_aging\\_Analysis\\_of\\_9168\\_samples\\_in\\_Cordoba\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/43355120_Semen_quality_and_aging_Analysis_of_9168_samples_in_Cordoba_Argentina).
27. Murature, D. A., Tang, S. Y., Steinhart, G., & Dougherty, R. C. (1987). Phthalate esters and semen quality parameters.

- Biomedical & environmental mass spectrometry*, 14, 473-477. doi:10.1002/bms.1200140815.
28. Oliva, A., Spira, A., & Multigner, L. (2001). Contribution of environmental factors to the risk of male infertility. *Human Reproduction*, 16, (8), 1768-1776. doi:10.1093/humrep/16.8.1768.
  29. Osser, S., Liedholm, P., & Ranstam, J. (1984). Depressed semen quality: A study over two decades. *Archives of Andrology*, 12, 113-6.
  30. Paris, L., Cordelli, E., Eleuteri, P., Grollino, M. G., Pasquali, E., Ranaldi, R., ... Pacchierotti, F. (2011). Kinetics of gamma-H2AX induction and removal in bone marrow and testicular cells of mice after X-ray irradiation. *Mutagenesis*, 26 (4), 563-572. doi:10.1093/mutage/ger017.
  31. Park, S. (2016) Genetic Factors and Environmental Factors Affecting Male Infertility. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 1 (3), 115-118. Retrieved from <https://www.irjaes.com/pdf/IRJAES-V1N3Y16/IRJAES-V1N3P118Y16.pdf>.
  32. Queiroz, E. K., & Waissmann, W. (2006). Occupational exposure and effects on the male reproductive system. *Cadernos de Saúde Pública*, 22 (3), 485-493. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n3/03.pdf>.
  33. Rube, C. E., Zhang, S., Miebach, N., Fricke, A., & R?be, C. (2011). Protecting the heritable genome: DNA damage response mechanisms in spermatogonial stem cells. *DNA Repair*, 10 (2), 159-168. doi: 10.1016/j.dnarep.2010.10.007.
  34. Shamsi, M. B., Kumar, R., & Dada, R. (2008). Evaluation of nuclear DNA damage in human spermatozoa in menopting for assisted reproduction. *Indian Journal Medical Research*, 127, 115-123. Retrieved from <http://www.ijmr.org.in/showBackIssue.asp?issn=0971-5916;year=2008;volume=127;issue=2;month=February>.
  35. Sharma, A. (2017). Male Infertility; Evidences, Risk Factors, Causes, Diagnosis and Management in Human. *Annals of Clinical and Laboratory Research*, 5 (3:188), 1-10. doi: 10.21767/2386-5180.1000188.
  36. Sikka, S. C., & Wang, R. (2008). Endocrine disruptors and estrogenic effects on male reproductive axis. *Asian Journal of Andrology*, 10 (1), 134-145. doi: 10.1111/j.1745-7262.2008.00370.x.
  37. Singh, V., & Pakhiddey, R. (2015). Current scenario on genetic basis of infertility- A review. *Acta Medica International*, 2, 149-154. doi:10.5530/ami.2015.4.7.
  38. Tang, Q., Wu, W., Zhang, J., Fan, R., & Liu, M. (2018). *Environmental Factors and Male Infertility*. R. Meccariello (Eds.). *Spermatozoa. Facts and Perspectives* (pp. 159-171). doi:10.5772/intechopen.71553.
  39. Waeleghem, K. V., Clercq, N. D., Vermeulen, L., Schoonjans, F., & Comhair, F. (1996). Deterioration of sperm quality in young healthy Belgian men. *Human Reproduction*, 11 (2), 325-329. doi:10.1093/HUMREP/11.2.325.
  40. Zhou, D. D., Hao, J. L., Guo, K. M., Lu, C. W., & Liu, X. D. (2016). Sperm quality and DNA damage in men from Jilin Province, China, who are occupationally exposed to ionizing radiation. *Genetics and Molecular Research*, 15 (1): 1-7. doi: 10.4238/gmr.15018078.

#### ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЯКУЛЯТА МУЖЧИН (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

**Хміль С.В., Майорова О.Ю., Дудчук І.В.**

**Аннотация.** На сегодня актуальным является изучение проблемы мужского бесплодия, а также выявление факторов его возникновения. Цель работы - оценка общей картины изменения качества эякулята в течение последних 50-ти лет и определения причин таких изменений. Для основательного анализа изучено более 40 литературных источников, которые вышли в свет в течение 1984-2018 гг. (новых ссылок - 20%). Отмечено уменьшение концентрации сперматозоидов на 1,5 % / год, общего количества сперматозоидов - 1,6 % / год, общей подвижности сперматозоидов - 0,4% / год, снижение доли сперматозоидов прогрессивной подвижности на 5,5% / год и с нормальной морфологией на 2,2% / год. Среди основных причин ухудшения качества спермы является влияние негативных экологических факторов - химического и радиоактивного загрязнения, а также электромагнитного излучения. Среди наиболее токсичных веществ можно выделить тяжелые металлы, пестициды, бисфенол А, фталаты, полихлорированные бифенилы, диоксин и его производные. Таким образом, за последние 50 лет наблюдается ухудшение качественных и количественных показателей эякулята мужчин во всем мире. Одной из причин является ухудшение экологической ситуации.

**Ключевые слова:** эякулят, спермограмма, экологические факторы.

#### INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE PARAMETERS OF MALE EJACULATE (LITERATURE REVIEW)

**Khmil S.V., Mayorova O.Yu., Dudchuk I.V.**

**Annotation.** Today it is important to study the problem of male infertility, as well as to identify the factors of its occurrence. The purpose of the work is to evaluate the overall picture of the quality of ejaculate during the last 50 years and to determine the reasons for such changes. More than 40 literary sources were published for thorough analysis in the period 1984-2018 (the share of new references is 20%). There was a decrease in sperm concentration by 1.5% / year, total sperm count - 1.6% / year, total sperm motility - 0.4% / year, decrease in the percentage of progressive motility sperm by 5.5% / year and with normal morphology 2.2% / year. One of the main reasons for the deterioration of sperm quality is the impact of negative environmental factors - chemical and radioactive contamination, as well as electromagnetic radiation. Among the most toxic substances are the heavy metals, pesticides, bisphenol A, phthalates, polychlorinated biphenyls, dioxin and its derivatives. Thus, over the last 50 years there has been a decline in the qualitative and quantitative indices of ejaculate men worldwide. One of the reasons is the worsening environmental situation.

**Keywords:** ejaculate, spermogram, environmental factors.