

УДК 574.2:669.018.674:616.697:711.454

**Е.М. Білецька,
В.П. Стусь *,
Н.М. Онул,
М.Ю. Поліон ***

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ІНДИКАТОРНИХ БІОСЕРЕДОВИЩАХ ФЕРТИЛЬНИХ ТА ІНФЕРТИЛЬНИХ ЧОЛОВІКІВ, ЯКІ МЕШКАЮТЬ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

Кафедра загальної гігієни

пл. Жовтнева, 4, Дніпропетровськ, 49027, Україна

*Кафедра урології, оперативної хірургії та топографічної анатомії**

пл. Жовтнева, 14, Дніпропетровськ, 49005, Україна

SE "Dnipropetrovsk medical academy of Health Ministry of Ukraine"

Department of General Hygiene

Oktyabrskaya sq., 4, Dnipropetrovsk, 49027, Ukraine

e-mail: enbelitska@mail.ru

*Department of urology, operative surgery and topographical anatomy**

Oktyabrskaya sq., 14, Dnipropetrovsk, 49005, Ukraine

*e-mail: victor.stus@gmail.com**

Ключові слова: важкі метали, біомоніторинг, кров, еякулят, фертильні чоловіки, ідіопатичне безпліддя

Key words: heavy metals, biomonitoring, blood, ejaculate, fertile men, idiopathic sterility

Реферат. Содержание тяжелых металлов в индикаторных биосредах фертильных и инфертильных мужчин урбанизированных территорий. Стусь В.П., Белецкая Э.Н., Онул Н.М., Полион Н.Ю. В статье представлены результаты изучения особенностей содержания тяжелых металлов – свинца, кадмия, меди и цинка в цельной крови и эякуляте фертильных и инфертильных мужчин. Концентрации металлов в биосубстратах определяли методом инверсионной вольтамперометрии с использованием АВА-2. Установлено, что содержание свинца и кадмия практически во всех биосубстратах фертильных мужчин в 1,3-2,2 раза выше по сравнению с показателями инфертильных пациентов и во всех исследуемых группах в 1,2-6,4 раза превышает нормативные уровни. При этом у бесплодных мужчин наблюдается выраженный дисбаланс меди в организме, содержание которой в крови в 1,7-2,3 раза выше по сравнению с аналогичными показателями фертильной группы и физиологическим уровнем. Концентрация цинка в эякуляте мужчин с нормальной фертильностью в 9,3 раза выше по сравнению с аналогичными показателями у бесплодных мужчин и в 30,9 раза превышает его уровень в крови фертильной группы, что свидетельствует об исключительно важной роли цинка для генеративной сферы мужчин. В биосубстратах фертильных мужчин, которые проживают в условиях повышенной техногенной нагрузки, концентрация цинка у 1,2-1,5 раза ниже соответствующих физиологических уровней, что может свидетельствовать о вероятности формирования цинкдефицитных состояний у данного контингента населения.

Abstract. Heavy metals content in the indicatory biosubstrates of fertile and infertile men of urbanized territories. Biletska E.M., Stus' V.P., Onul N.M., Polion N.Yu. The article presents the results of studying features of heavy metals content - lead, cadmium, copper and zinc in the whole blood and ejaculate of fertile and infertile men. The concentration of metals in biosubstrates was determined by inverse voltamperometry method with the usage of AVA-2. It is revealed, that maintenance of lead and cadmium practically in all biosubstrates of fertile men is 1,3-2,2 times higher as compared to the indices of infertile patients and in all investigated groups it exceeds normative levels by 1,2-6,4 times. Thus, sterile men have the expressed disbalance of copper in the organism, maintenance of which in the blood is 1,7-2,3 times higher against the analogous indices of fertile group and physiological level. Concentration of zinc in ejaculate of men with normal fertility is 9,3 times higher as compared to analogous indices of sterile men and by 30,9 times exceeds its level in blood of fertile group, this testifies to the exceptionally important role of zinc for the generative sphere of men. In biosubstrates of fertile men, living in conditions of technogenically polluted territories, concentration of zinc is by 1,2-1,5 times lower than physiological levels, this may testify to probability of forming zinc-deficient states in this contingent of population.

Погіршення репродуктивного здоров'я чоловіків стало однією з найбільш актуальних демографічних проблем другої половини ХХ століття, а тому Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), провідні вчені, наукова

спільнота в цілому виступили з ініціативою широкого дослідження проблеми чоловічої фертильності [4, 6, 13, 15, 18]. І якщо суто клінічні аспекти цієї проблеми, пов'язані із запальними процесами, генетичними факторами тощо,

висвітлені достатньою мірою, то питання впливу денатурованого навколишнього середовища, професійних факторів, соціокультурних особливостей досить маловивчені [2, 14, 16].

Серед різноманітних чинників, що мають потенційний вплив на генеративну систему чоловіків, одним з провідних є хімічний, зокрема важкі метали, які навіть на рівні відносно низьких концентрацій здатні суттєво впливати на процеси сперматогенезу та функціонування статевих органів [5, 11, 17, 19]. При цьому, важким металам притаманна подвійна дія – з одного боку, це абіотичні, потенційно небезпечні токсиканти, такі, як свинець та кадмій, з іншого – вкрай необхідні для репродуктивної сфери мікроелементи – цинк та мідь [4, 11, 20]. Відомо, наприклад, що свинець і кадмій можуть негативно впливати на якість сперми, рухливість сперматозоїдів і цілісність ДНК [6, 13, 14, 15]. Цинк та мідь, навпаки, сприяють активації процесів антиоксидантного захисту, збільшенню рухливості та запліднюючої здатності сперматозоїдів, покращанню якості сперми [12, 18, 20]. З іншого боку, вплив міді на сперматогенез на сьогоднішній день залишається досить спірним питанням. Так, за даними Агенції з токсичних речовин і реєстрації захворювань (ATSDR, 2004, 2005), а також ряду авторів [16, 17], високі концентрації міді характеризуються негативним впливом на морфологію та активність сперматозоїдів. Ця обставина, ймовірно, зумовлена більш активним дослідженням впливу професійних шкідливостей на сперматогенез, у той час як даних щодо впливу відносно низьких концентрацій металів на генеративну систему чоловіків досить мало.

Мета дослідження – вивчити особливості вмісту біотичних і абіотичних важких металів у біосубстратах фертильних та інфертильних чоловіків, які проживають в умовах підвищеного техногенного навантаження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Комплексні дослідження репродуктивної функції проведені у 133 чоловіків – мешканців промислових міст Дніпропетровської області, які звертались за консультацією до Центру планування сім'ї та репродукції людини КЗ «Дніпропетровський обласний перинатальний центр зі стаціонаром ДОР» за період 2012-2014 рр.

Попередній відбір проводився шляхом випадкової вибірки відповідно до вимог епідеміологічних досліджень для забезпечення репрезентативності отриманих результатів [1]. При цьому обстежені тривалий час проживали в умовах промислової території – від 5 до 46 років,

що, за середніми показниками, становить $22,3 \pm 1,0$ рік, відносно здорові, без хронічних захворювань, у тому числі репродуктивних органів, шкідливих звичок чи професійних шкідливостей. У групу фертильних чоловіків відбирали пацієнтів, що мали 1-2 дітей, тривалість шлюбу понад 2 роки, без професійних шкідливостей та хронічних захворювань у дружин. У групу пацієнтів, які страждають на ідіопатичне безпліддя, відбирали чоловіків, що знаходились у шлюбі понад 2 роки та за відсутності інших причин щодо виникнення безпліддя.

Внаслідок проведеного комплексу обстежень 40 чоловіків були виключені з подальших досліджень через виявлені хронічні загальносоматичні захворювання, гострий орхіт або інфекції статевих шляхів, порушення розташування та розміру яєчок, зловживання спиртними напоями та тютюнопалінням, порушеннями сперматогенезу, не пов'язаними із забрудненням навколишнього середовища (хромосомні аномалії, травми або запалення статевих органів в анамнезі, крипторхізм тощо). У результаті сформовано 2 дослідні групи – чоловіки, які страждають на ідіопатичне безпліддя (29 пацієнтів) та чоловіки з нормальною фертильністю (62 пацієнти). Вік обстежених був у межах 20-50 років, у середньому становлячи $31,9 \pm 0,86$ та $30,4 \pm 0,6$ року відповідно для безплідних чоловіків та чоловіків з нормальною фертильністю. Після анкетування усім пацієнтам було проведено загальноклінічне, урологічне та лабораторне обстеження.

У цій статті представлені результати дослідження вмісту есенціальних та токсичних мікроелементів за вмістом окремих важких металів – свинцю, кадмію, міді та цинку у крові й еякуляті. У цілому було проаналізовано 182 біологічні зразки на вміст Pb, Cd, Cu та Zn, у тому числі 91 зразок цільної крові та 91 зразок сперми. Біологічні зразки переносили в аліквоти, заморожували і зберігали при -20°C до аналізу. Дослідження проводились методом інверсійної вольтамперометрії на приладі АВА-2 з використанням вуглесталового електроду в присутності іонів двохвалентної ртуті [7, 8]. Дослідження проведені в санітарно-гігієнічній лабораторії ДУ "Дніпропетровський обласний лабораторний центр Держсанепідслужби України" та в лабораторії НВТК «Центр» ДЗ «ДМА МОЗ України». Як стандартні розчини використовували Міждержавні стандартні зразки складу розчинів іонів свинцю, кадмію, цинку та міді Фізико-хімічного інституту НАН України, м. Одеса.

Отримані результати опрацьовані за допомогою традиційних методів варіаційної статистики з використанням ліцензійних комп'ютерних програм Microsoft Excel та Statistica 10. Достовірність відмінностей визначали за t-критерієм Ст'юдента [1].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати проведених досліджень (табл.) свідчать, що свинець у крові чоловіків з нормальною фертильністю та безплідних визначається у концентрації від 0,015 до 0,198 мг/л, що становить, відповідно, 0,061±0,005 та 0,063±0,005 мг/л за середніми показниками. Аналогічні рівні металу виявлено і в еякуляті інфертильних чоловіків, в якому концентрація свинцю за середніми значеннями становить 0,062±0,005 мг/л. У той же час вміст металу у спермі фертильних чоловіків виявився у 1,3 разу ($p<0,01$) нижчим порівняно з його концентрацією у крові цієї групи та в еякуляті безплідних чоловіків ($p<0,05$) і становить 0,049±0,002 мг/л.

Порівняння отриманих нами результатів з даними літератури щодо нормативного вмісту

свинцю у досліджуваних біосубстратах виявило такі особливості. Так, концентрація свинцю в крові як фертильних, так і інфертильних чоловіків знаходиться в межах нормативних рівнів згідно з даними Трахтенберга І.М. [9], Бакуліна І.Г. и соавт. [10], хоча в 1,2-2,1 разу ($p<0,05$ - $p<0,001$) перевищує результати досліджень Боева В.М. и соавт. [3], Telisman S. et al. (0,049 мг/л) [18]. Вміст свинцю в еякуляті чоловіків обох досліджених груп у 1,7-2,1 разу ($p<0,001$) вище даних Mendiola J. et al. [15], проте відповідає нормативному вмісту для фертильних чоловіків згідно з Jockenhoevel F. et al. [16]. Виявлені нами відмінності в концентрації абіотика в біосубстратах фертильних та інфертильних чоловіків співпадають з результатами інших досліджень [13, 16] та свідчать про активне накопичення свинцю в еякуляті, що, ймовірно, призводить до порушення фертильних властивостей сперми [2, 13] та, поряд з іншими чинниками, може бути фактором ризику ідіопатичного безпліддя.

Вміст важких металів у біосубстратах, мг/л

Метали	Біосубстрат	Досліджуваний контингент, чоловіки			
		безплідні		фертильні	
		M±m	Min-Max	M±m	Min-Max
свинець	кров	0,061±0,005	0,017-0,100	0,063±0,005	0,015-0,198
	еякулят	0,062±0,005	0,037-0,096	0,049±0,002***	0,02-0,100
кадмій	кров	0,018±0,004	0,001-0,057	0,011±0,001°	0,002-0,042
	еякулят	0,020±0,004	0,003-0,075	0,009±0,001**	0,001-0,044
мідь	кров	3,02±0,33	0,51-4,63	1,74±0,07***	0,71-3,44
	еякулят	1,55±0,3***	0,32-4,88	1,88±0,10	0,55-4,07
цинк	кров	5,75±0,55	1,34-9,29	2,64±0,14***	1,03-6,23
	еякулят	8,78±1,08*	2,57-20,5	81,69±3,76***	19,0-132,0

Примітки: * - $p<0,05$; ** - $p<0,01$; *** - $p<0,001$; ° - тенденція ($p=0,058$).

Кадмій у крові та еякуляті чоловіків, які проживають в умовах підвищеного техногенного навантаження, коливається в межах 0,001-0,075 мг/л, що відповідає нормативному рівню згідно з даними Трахтенберга І.М. [9]. Проте аналіз питомої ваги максимальних значень свідчить про їх перевищення у 26,3% безплідних та 7,8% фертильних чоловіків. У той же час отримані нами дані, навіть за середніми значеннями, в 1,6-6,4 разу ($p<0,05$ - $p<0,001$) перевищують результати досліджень Telisman S. et al. [18], Бакуліна І.Г. и др. [10]. Вміст кадмію в біосубстратах безплідних чоловіків у 1,6 разу ($p=0,058$) та 2,2 разу ($p<0,01$) вищий порівняно з даними фертильних

чоловіків, що співпадає з результатами досліджень, наведених у роботі Venoff S. et al. [13]. Відмінності між вмістом кадмію у крові та спермі обох досліджених груп виявились недостовірними, що, аналогічно даним дослідження вмісту свинцю в біосубстратах безплідних чоловіків, може свідчити про недостатню ефективність гематотестиккулярного бар'єру для захисту репродуктивних органів чоловіків від токсичного впливу цих абіотиків і, як наслідок, зумовлювати погіршення фертильних властивостей сперми, що показано в наших попередніх працях [2, 6, 11].

Мідь у крові безплідних чоловіків та чоловіків з нормальною фертильністю визначається в концентрації $3,02 \pm 0,33$ та $1,74 \pm 0,07$ мг/л, в еякуляті – $1,55 \pm 0,3$ та $1,88 \pm 0,10$ мг/л відповідно. При цьому концентрація металу у крові безплідних у 1,7 разу ($p < 0,001$) вища порівняно з показниками фертильних чоловіків, у 1,9 разу ($p < 0,001$) – порівняно з його вмістом в еякуляті інфертильної групи та в 1,8-2,3 разу перевищує фізіологічний рівень [9, 10]. Отримані нами результати співпадають з даними інших авторів [16, 17, 19] та можуть свідчити про неоднозначну дію металу на процеси сперматогенезу зі збільшенням його концентрацій у крові при різних формах безпліддя.

Вміст цинку у крові безплідних чоловіків коливається в межах 1,34-9,29 мг/л, що в середньому становить $5,75 \pm 0,55$ мг/л і відповідає фізіологічній нормі (1,6-8,6 мг/л) [9, 10]. У той же час концентрація цинку у крові фертильних чоловіків у наших дослідженнях становить $2,64 \pm 0,14$ мг/л, що в 2,18 разу ($p < 0,001$) нижче, ніж у безплідних чоловіків, відповідає фізіологічному рівню згідно з даними Трахтенберга І.М. [9], проте у 1,5 разу ($p < 0,01$) нижча порівняно з результатами інших досліджень [10] щодо здорових фертильних чоловіків.

Отримані нами результати, на перший погляд, є суперечливими. Проте подальший аналіз вмісту цинку в еякуляті, на нашу думку, дає певне пояснення такій ситуації. Так, концентрація металу у спермі безплідних чоловіків, за середніми значеннями, становить $8,78 \pm 1,08$ мг/л, що в 1,5 разу ($p < 0,05$) вище його вмісту у крові та відповідає результатам досліджень Khan M.S. et al. [12]. У той же час вміст цинку в еякуляті чоловіків з нормальною фертильністю, за середніми показниками, становить $81,69 \pm 3,76$ мг/л, що в 9,3 разу ($p < 0,001$) вище, ніж у спермі безплідних чоловіків та в 30,9 разу ($p < 0,001$) – порівняно з його вмістом у крові фертильних чоловіків, що співпадає з даними літератури [14, 18, 20] та свідчить про виключно важливу роль цинку у процесах сперматогенезу. При цьому слід зазначити, що вміст цинку в спермі фертильних чоловіків, які мешкають у промисловій зоні, виявився в 1,2 разу ($p < 0,001$) нижче нормативних даних [20], що може свідчити про ймовірність формування цинкдефіцитних станів у такого контингенту населення та фактором ризику погіршення здоров'я, в тому числі репродуктивного. Що стосується більш високих показників вмісту металу у крові безплідних чоловіків, це, ймовірно, може бути зумовлено блокуванням його переходу через

гематотестикулярний бар'єр. Проте це припущення потребує подальших досліджень.

ВИСНОВКИ

1. В умовах підвищеного техногенного навантаження вміст ксенобіотиків – свинцю та кадмію практично в усіх біосубстратах фертильних чоловіків у 1,3-2,2 разу вищий порівняно з показниками інфертильних пацієнтів та в усіх дослідних групах у 1,2-6,4 разу перевищує нормативні рівні. При цьому відмінностей у концентраціях абіотиків у крові й еякуляті безплідних чоловіків та, частково, чоловіків з нормальною фертильністю, не виявлено, що свідчить про їх активне накопичення у репродуктивних органах чоловіків.

2. Концентрація міді в біосубстратах чоловіків з нормальною фертильністю, за середніми значеннями, становить $1,74-1,88$ мг/л та відповідає фізіологічному рівню. У той же час у чоловіків інфертильної групи спостерігається виражений дисбаланс міді в організмі зі зростанням у 1,7-2,3 разу її вмісту у крові порівняно фізіологічним рівнем та показниками фертильних чоловіків. Така ситуація, ймовірно, свідчить про неоднозначну дію металу на процеси сперматогенезу за умов порушення фертильних властивостей сперми при різних формах безпліддя і може слугувати тест-об'єктом таких порушень.

3. Концентрація цинку в еякуляті чоловіків з нормальною фертильністю в 9,3 разу вища, ніж у спермі безплідних чоловіків, та в 30,9 разу – порівняно з його вмістом у крові цієї дослідної групи, що підтверджує виняткову роль цинку для генеративної сфери чоловіків. У той же час у крові фертильної групи вміст цинку виявився в 2,18 разу нижчим порівняно з показниками безплідних чоловіків, що, ймовірно, може бути зумовлено порушеннями процесів його транслокації в організмі та заміщенням ксенобіотиками. У крові та еякуляті чоловіків з нормальною фертильністю, які проживають в умовах підвищеного техногенного навантаження, концентрація цинку в 1,2-1,5 разу нижча відповідних фізіологічних рівнів, що може свідчити про ймовірність формування цинкдефіцитних станів у цього контингенту населення.

4. Результати досліджень свідчать про необхідність впровадження біомоніторингу важких металів як обов'язкового обстеження при комплексній діагностиці репродуктивного здоров'я чоловіків. При цьому еякулят, на нашу думку, є найбільш інформативним тест-об'єктом для раннього виявлення порушень мікроелементного гомеостазу та донозологічних змін генеративної сфери чоловіків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М.Ю. Антомонов. – К.: Фірма малого друку, 2006. – 558 с.
2. Биомониторинг тяжелых металлов в крови и эякуляте мужчин с идиопатическим бесплодием / В.П. Стусь, Н.Ю. Полион, Н.В. Салькова, И.А. Губарь // Урология. – 2014. – Т. 18, №1. – С.31-35.
3. Биоэлементы и донозологическая диагностика / [Боев В.М., Быстрых В.В., Верещагин Н.Н. [и др.] // Микроэлементы в медицине. – 2004. – Т.5, вып. 4. – С. 17-20.
4. Білецька Е.М. Вплив факторів навколишнього середовища на чоловічу статеву систему / Е.М. Білецька, Н.М. Онул // Довкілля та здоров'я. – 2011. – №4 (59). – С. 15-19.
5. Білецька Е.М. Селен у довкіллі: еколого-гігієнічні аспекти проблеми / Е.М.Білецька, Н.М.Онул. – Дніпропетровськ: Акцент, 2013. – 292 с.
6. Екологічно безпечні кисневмісні окислювачі та їхня роль у захисті людини від техногенних та біологічних забруднень: Монографія / В.П. Стусь, О.В. Кравченко, В.С. Кублановський, О.Б. Величенко. – Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2012. – 331 с.
7. Методика выполнения измерений содержания кадмия, свинца, меди в водных растворах инверсионными электрохимическими методами, № 081-12/05-98. Затв. МОЗ України. – Санкт-Петербург, 1992. – 25 с.
8. Методика выполнения измерений содержания цинка в водных растворах методом инверсионной вольтамперометрии, № 081-12/04-98. Затв. МОЗ України. – Санкт - Петербург, 1995. – 21 с.
9. Основные показатели физиологической нормы у человека / под ред. И.М.Трахтенберга. – К.: ИД «Авиценна», 2001. – 372 с.
10. Оценка элементного статуса в определении нутриентной обеспеченности организма. Значение нарушений элементного статуса при различной патологии / И.Г. Бакулин, В.Г. Новоженев, М.А. Иванова, К.Д. Малабаев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.vitamax.ru/nauchny/ opyt/ 2005_ opit_01_bakulin.doc](http://www.vitamax.ru/nauchny/opyt/2005_opit_01_bakulin.doc)
11. Стусь В.П. Морфологічні та морфометричні зміни сім'яників тварин, які перебували під впливом комплексу шкідливих факторів гірничодобувної промисловості / В.П. Стусь // Урологія. – 1999. – Т. 3, № 2. – С. 74-83.
12. Assessment of the level of trace element zinc in seminal plasma of males and evaluation of its role in male infertility / M.S. Khan, S. Zaman, M. Sajjad [et al.] // Int. J. App. Basic Med. Res. – 2011. – N 1. – P. 93-99.
13. Benoff S. Male infertility and environmental exposure to lead and cadmium / S.Benoff, A. Jacob, I.R. Hurley // Hum. Reprod. Update.- 2000. - N6. – P.107-121.
14. Cadmium, lead, and other metals in relation to semen quality: human evidence for molybdenum as a male reproductive toxicant / J.D. Meeker, M.G. Rossano, B. Protas [et al.] // Environmental Health Perspective. – 2008. – Vol. 116. – P. 1473-1479.
15. Relationships between heavy metal concentrations in three different body fluids and male reproductive parameters: a pilot study / J. Mendiola, M.J. Moreno, M. Roca, N. Vergara-Juárez [et al.] // Environmental Health. – 2011. –Vol. 10, N 6.
16. Seminal lead and copper in fertile and infertile men / F. Jockenhoevel, M. Bals-Pratsch, H.P. Bertram, E. Nieschlag // Andrologia. – 1990. – Vol. 2, N 6. – P. 503-511.
17. Seminal plasma levels of copper and its relationship with seminal parameters / Maryam Eidi, Akram Eidi, Omid Pouyan [et al.] // Iranian J. Reproductive Medicine. – 2010. – Vol. 8. N 2. – P. 60-65.
18. Telisman S. Semen quality reproductive endocrine function in relation to biomarkers of lead, cadmium, zinc and cooper in men / S. Telisman, P. Cvitcovic, J. Jurasovic [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2000. – Vol. 108, N 1. – P. 45-53.
19. The impact of blood and seminal plasma zinc and copper concentrations on spermogram and hormonal changes in infertile Nigerian men / Oluyemi Akinloyei, Fayeofori M. Abbiyesuku, Oluwafemi O. [et al.] // Reproductive Biology. – 2011. - Vol. 11, N 2. – P. 83-98.
20. The impact of seminal zinc and fructose concentration on human sperm characteristic / N. Amidu, W.K.B.A. Owiredu, M.A.T. Bekoe, L. Quaye // J. Med. Biomed. Sciences. – 2012. – Vol. 1, N.1. – P. 14-20.

REFERENCES

1. Antomonov MYu. [Mathematical processing and analysis of medical and biological data]. K.: Firma malogo druku. 2006;558. Russian.
2. Stus' VP, Polion NYu, Sal'kova NV, Gubar' IA. [Biomonitoring of heavy metals in the blood and semen of men with idiopathic infertility]. Urologiya. 2014;18(1):31-35. Russian.
3. Boev VM, Bystrykh VV, Vereshchagin NN. [Bioelements and preclinical diagnosis]. Mikroelementy v meditsine. 2004;5(4):17-20. Russian.
4. Bilets'ka EM, Onul NM. [The impact of environmental factors on the male reproductive system]. Dovkillya ta zdorov'ya. 2011;4(59):15-19. Ukrainian.
5. Bilets'ka EM, Onul NM. [Selenium in the environment: ecological and hygienic aspects of the problem]. Dnipropetrovs'k: Aktsent. 2013;292. Ukrainian.
6. Stus' VP, Kravchenko OV, Kublanovs'kiy VS, Velichenko OB. [Environmentally friendly oxygen-containing oxidants and their role in protecting the rights of

man-made and biological contaminants]. Monografiya. – TOV «Aktsept PP». 2012;331. Ukrainian.

7. [Methods of measurement of cadmium, lead and copper in aqueous solutions by inversion electrochemical methods, № 081-12 / 05-98. Approved. Ministry of Health of Ukraine]. Sankt – Peterburg. 1992;25. Russian.

8. [Methods of measurement of zinc content in the aqueous solution by stripping voltammetry, N 081-12/04-98. Approved. Ministry of Health of Ukraine]. Sankt-Peterburg. 1995;21. Russian.

9. Trakhtenberg IM. [Key indicators of the physiological norm in humans]. K.: ID «Avitsenna». 2001;372. Russian.

10. Bakulin IG, Novozhenov VG, Ivanova MA, Malabaev KD. [Evaluation of elemental status in determining nutrient provision the body. Value of violations of elemental status in various pathologies]. [Electronic resource]. Available from: [http:// www.vitamax.ru/nauchny/opyt/2005_opit_01_bakulin.doc](http://www.vitamax.ru/nauchny/opyt/2005_opit_01_bakulin.doc)

11. Stus' VP. [Morphological and morphometric changes in the testes of animals that were influenced by complex mining hazards]. Urologiya. 1999;3(2):74-83. Ukrainian.

12. Khan MS, Zaman S, Sajjad M. Assessment of the level of trace element zinc in seminal plasma of males and evaluation of its role in male infertility. Int. J. App. Basic Med. Res. 2011;1:93-99.

13. Benoff S, Jacob A, Hurley IR. Male infertility and environmental exposure to lead and cadmium. Hum. Reprod. Update. 2000;6:107-21.

14. Meeker JD, Rossano MG, Protas B. Cadmium, lead, and other metals in relation to semen quality: human evidence for molybdenum as a male reproductive toxicant. Environmental Health Perspective. 2008;116:1473-9.

15. Mendiola J, Moreno MJ, Roca M, Vergara-Juárez N. Relationships between heavy metal concentrations in three different body fluids and male reproductive parameters: a pilot study. Environmental Health. 2011;10(6).

16. Jockenhoevel F, Bals-Pratsch M, Bertram HP., Nieschlag E. Seminal lead and copper in fertile and infertile men. Andrologia. 1990;2(6):503-11.

17. Maryam Eidi, Akram Eidi, Omid Pouyan. Seminal plasma levels of copper and its relationship with seminal parameters. Iranian Journal of Reproductive Medicine. 2010;8(2):60-65.

18. Telisman S, Cvitcovic P, Jurasovic J. Semen quality reproductive endocrine function in relation to biomarkers of lead, cadmium, zinc and cooper in men. Environ. Health Perspect. 2000;108(1):45-53.

19. Oluyemi Akinloyei, Fayeofori M. Abbiyesuku, Oluwafemi O. The impact of blood and seminal plasma zinc and copper concentrations on spermogram and hormonal changes in infertile Nigerian men. Reproductive Biology. 2011;11(2):83-98.

20. Amidu N, Owiredu WKBA, Bekoe MAT, Quaye L. The impact of seminal zinc and fructose concentration on human sperm characteristic. Journal of Medical and Biomedical Sciences. 2012;1(1):14-20.

Стаття надійшла до редакції
26.12.2014



УДК 613.644:061.5:616-084

С.Г. Сова

ДО ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ГІГІЄНИЧНОГО НОРМУВАННЯ ІМПУЛЬСНОЇ ЛОКАЛЬНОЇ ВІБРАЦІЇ У ВИРОБНИЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця
кафедра гігієни праці та профхвороб
пр. Перемоги, 34, Київ, 03055, Україна
O.O. Bogomolets National Medical University
Department of Hygiene and Occupational Diseases
Peremogy av., 34, Kyiv, 03055, Ukraine
e-mail: owls@ukr.net*

Ключові слова: локальна імпульсна вібрація, нормування, стандарт, вібраційна хвороба, профілактика
Key words: local pulse vibration, fixing, standard, vibration disease, prophylaxis