

РОЗДІЛ V

Фізіологія людини і тварин

УДК 612.741-053.67

Ольга Абрамчук
Галина Палащина

Особливості показників стимуляційної міографії м'язів кисті у музикантів

Для дослідження особливостей показників стимуляційної міографії м'язів кисті у музикантів було проведено електроміографічне дослідження 20 осіб, поділених на дві групи: музиканти – 10 осіб і немужиканти – 10 осіб відповідно. Результати наших експериментів указують на те, що порогова сила стимулу у групі піаністів була достовірно нижчою для обох рук, ніж у контрольній групі. Показано, що величина сили стимулу, під час якої реєструється максимальна М-відповідь, достовірно нижча у юнаків, що грають на фортепіано. Установлено, що показники максимальної латентності М-відповіді у піаністів були помітно нижчими, порівняно з контролем, але достовірних відмінностей не виявлено. В групі піаністів показники амплітуди М-відповіді були значно вищими, порівняно з контролем. При порівнянні основних показників М-відповіді обох рук у піаністів та контролю, значних відмінностей між правою і лівою рукою у кожній з груп не виявлено.

Ключові слова: електроміографія, скелетні м'язи, музиканти, довільні рухи, М-відповідь.

Постановка наукової проблеми та її значення. Питання функціонування нервово-м'язового апарату людини є однією з актуальних проблем сучасної фізіології, які інтенсивно досліджують сьогодні. Музикант – це одна із небагатьох професій, якій людина присвячує себе із самого дитинства. Гра на музичних інструментах пов'язана з великими навантаженнями та вимагає певних м'язових зусиль. Гра на музичних інструментах, якщо абстрагуватися від естетичних понять мистецтва, являє собою типову трудову діяльність. Артист, що під час гри на музичному інструменті занурений у світ музики, може не помічати об'єктивної фізичної втоми, нервового перенапруження і, навіть, болю. Серед різноманітних методів дослідження фізичних якостей руки, а саме її нервово-м'язового апарату провідне місце займає електроміографія – реєстрація коливань електричних потенціалів у скелетних м'язах [3]. Це можна пояснити можливостями електроміографічного методу аналізу й успіхами розвитку техніки, що дало змогу зробити цей метод доступним для фізіологічних лабораторій та клінічних установ [1].

На сьогодні існує значна кількість публікацій в наукових журналах, досить цікавих монографій, присвячених дослідженню електричної активності нейромоторного апарату. Хоча більшість із них висвітлює клінічне використання цієї методики. Питання, що розглядалися, допоможуть підтвердити або ж доповнити теоретичний матеріал, що стосується визначення характеру змін функціонального стану м'язів під впливом гри на музичних інструментах.

Мета дослідження полягає у вивченні особливостей показників стимуляційної міографії м'язів кисті у музикантів. Визначали порогові збудливості мотонейронів у музикантів та осіб контрольної групи, а також основні параметри М-відповіді (силу стимулу, амплітуду, латентність) апарату верхніх кінцівок.

Матеріали і методи досліджень. У дослідженнях взяли участь чоловіки віком 18–21 рік, усього 20 осіб. Усі були здоровими згідно із медичними картами 086/у. Досліджуваних було поділено на дві групи: музиканти – 10 осіб та немужиканти (контроль) – 10 осіб. В групу музикантів увійшли студенти інституту мистецтв, музичних коледжів та юнаки, які є учасниками місцевих музичних груп. Усі особи цієї групи грають на музичних інструментах постійно та досить довго (від 3 до 12 років). У групу немужикантів увійшли студенти біологічного факультету, які до музичного мистецтва не мають безпосереднього стосунку і ніколи не грали на фортепіано або інших музичних інструментах.

Наше експериментальне дослідження полягало у вивченні особливостей М-відповіді короткого відвідного м'яза великого пальця кисті (m. Abductor pollicis brevis.). Дослідження проводили за допомогою багатфункціонального комп'ютерного комплексу «Нейро-МВП», використовуючи методику стимуляційної ЕМГ. Для знаходження рухових точок досліджуваного м'яза була використана технологія «belli-tendon» [3]. Крок стимулу – 0,1–1 мА. Величину стимулу підбирали індивідуально в кожній точці стимуляції до отримання максимальної та стійкої відповіді. Збільшення стимуляції відбувалося з поступовим ступінчастим підбором сили струму (від 2 до 30 мА).

При обробці отриманих даних використовували методи варіаційної статистики з оцінкою t-критерію Стьюдента, а саме: визначали середнє значення показників (M), величину середньої помилки ($\pm m$), критерій достовірності (t) при порівнянні середніх величин і ступінь вірогідності й відмінності (p). Різницю двох середніх величин вважали достовірною при значеннях $t \geq 2,0$ і $p \leq 0,05$.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Стимуляцію нерва проводили стимулювальним електродом в точці стимуляції «зап'ясток» – на 1–3 см проксимальніше лінії променево-зап'ясткового суглоба. Стимуляцію виконували прямокутними імпульсами тривалістю 0,2 мс (200 мкс). Величина стимулу підбирається індивідуально в кожній точці стимуляції до отримання максимальної та стійкої відповіді. Збільшення стимуляції відбувалося при поступовому ступінчастому підборі сили струму (від 2 до 30 мА) [5].

Згідно із результатами дослідження в обстежуваній групі піаністів показники порогового стимулу М-відповіді були такими: для правої руки – $4,3 \pm 0,8$ мА; для лівої – $6,1 \pm 0,5$ мА. Відповідно у обстежуваних контрольній групі: для правої руки – $10,1 \pm 1,2$ мА; для лівої – $9,2 \pm 1,8$ мА. Слід зауважити, що порогова сила стимулу в групі піаністів була достовірно нижчою для обох рук, ніж у контрольній групі (рис. 1). Це свідчить про те, що швидкість реакції на подразнення у піаністів більша, ніж у групі контролю.

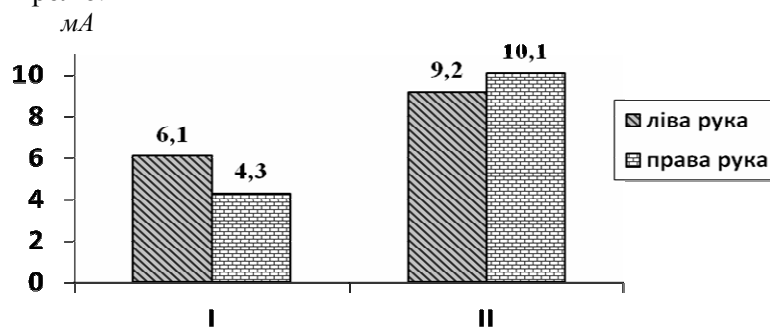


Рис. 1. Аналіз порогів виникнення М-відповіді у піаністів (I) та контрольної групи (II) (мА), $M \pm m$

Отримані результати вказують на те, що між показники сили стимулу, при якій реєстрували максимальну М-відповідь, у двох досліджуваних груп встановлено вірогідні відмінності ($p \leq 0,05$). Було показано, що у групі піаністів значення сили імпульсу, при яких реєстрували максимальну М-відповідь, дорівнювали 16,3 мА для правої руки і 20,1 мА для лівої. Водночас у групі контролю – 29 мА для правої руки та 27,6 мА для лівої (рис. 2). Слід зауважити, що для отримання достовірних результатів стимуляцію в обох групах досліджуваних осіб здійснювали імпульсами супрамаксимальної сили ($p \leq 0,05$).

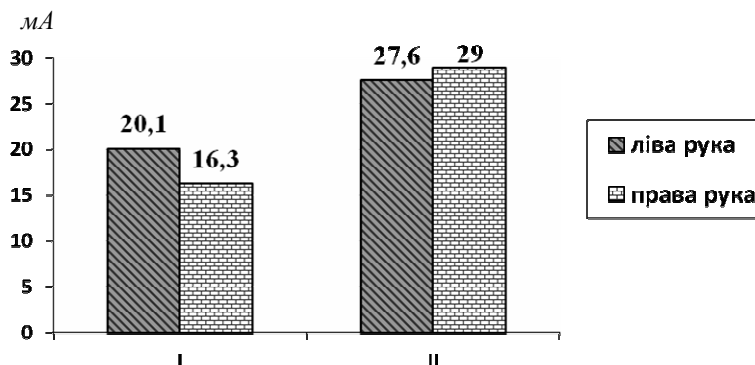


Рис. 2. Показники сили стимулу піаністів (I) та контрольної групи (II) (мА), $M \pm m$

Порівнюючи показники латентності М-відповіді у двох групах, із рис. 3 видно, що показники істотно відрізняються у юнаків, які регулярно грають на фортепіано, та у контрольній групі. Показники максимальної латентності М-відповіді у піаністів були помітно нижчими, порівняно з контролем, але достовірних відмінностей не виявлено. У групі піаністів латентний період М-відповіді становив $2,15 \pm 0,3$ мс для правої руки і $2,32 \pm 0,5$ мс для лівої. У контрольній групі – $3,2 \pm 0,49$ мс для правої руки і $3,4 \pm 0,27$ мс для лівої відповідно (рис. 3).

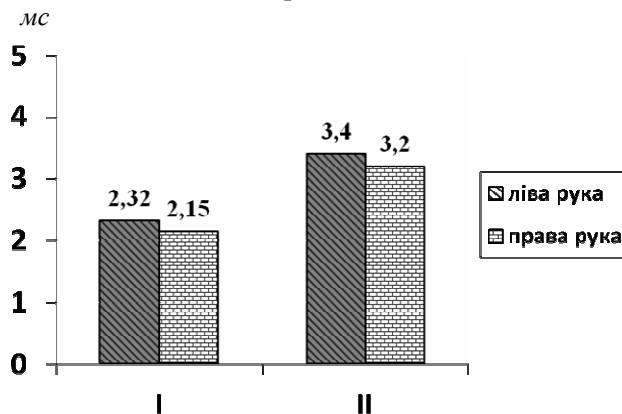


Рис. 3. Показники латентності М-відповіді піаністів (I) та контрольної групи (II) (мс), $M \pm m$

Було показано, що у групі контролю найнижчі значення латентного періоду М-відповіді були рівними (для правої руки 1,3 мс та для лівої 1,4 мс), найвищі (права рука – 3,4 мс, ліва – 3,6 мс) відповідно. Водночас у групі піаністів максимальні значення латентного періоду становили: для правої руки – 2,7 мс; для лівої – 2,9 мс, а мінімальні: для правої руки – 1,1 мс і 1,15 мс для лівої відповідно.

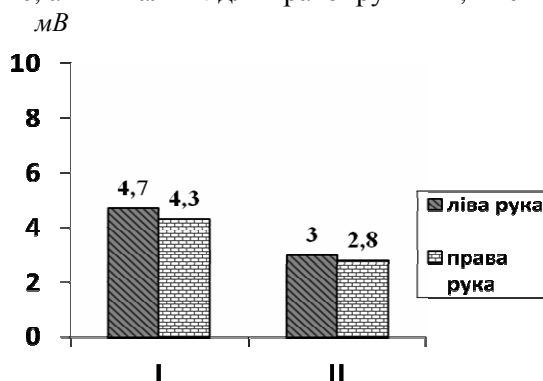


Рис. 4. Показники амплітуди М-відповіді піаністів (I) та контрольної групи (II) (мВ), $M \pm m$

Згідно із результатами проведеного електроміографічного дослідження в обстежених осіб, які становили групу хлопців, що постійно грали на фортепіано, спостерігали достовірно вищі показники амплітуди М-відповіді ($4,3 \pm 0,5$ мВ (права рука) і $4,7 \pm 0,3$ мВ (ліва рука)), порівняно із контролем ($2,8 \pm 0,8$ мВ (права рука) і $3 \pm 0,64$ мВ (ліва рука)). Було показано, що у контролі найнижчі значення амплітуди М-відповіді для правої руки були рівними 0,18 мВ, для лівої – 0,24 мВ. Відповідно найвищі значення для правої руки – 1,16 мВ, для лівої – 0,363 мВ. В той же час у групі піаністів найвищі значення амплітуди для правої руки становили 1,12 мВ, для лівої – 0,305 мВ. Відповідно мінімальні значення амплітуди для правої руки піаністів становили 0,12 мВ, для лівої – 0,18 мВ.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Результати, які ми отримали, вказують на те, що у піаністів порогова сила стимулу була достовірно нижчою, у них спостерігали помітно нижчі показники латентності і більш високу амплітуду М-відповіді досліджуваних м'язів, порівняно з контролем. На нашу думку та думку багатьох учених, цей факт є наслідком функціональної перебудови нейромоторного апарату верхніх кінцівок для більш економного виконання роботи [6]. Найімовірніше, це пов'язано з особливостями гри на музичному інструменті, де виконавцю доводиться виконувати вправи визначеного характеру упродовж тривалого періоду, що вимагає підвищеної економності здійснюваних рухів. Адаптивні процеси у піаністів при регулярних м'язових навантажен-

нях кистей рук спрямовані на посилення та координацію взаємодії нейрональних м'язових структур [2; 4]. У подальшому заплановано вивчення особливостей біоелектричної активності м'язів кисті музикантів-струнників та поверхневих м'язів спини у професійних піаністів.

Джерела та література

1. Ильясевич И. А. Стимуляционная миография мышц верхних конечностей профессиональных музыкантов / И. А. Ильясевич // Неврологический вестник. – 2005. – № 3. – С. 25–29.
2. Мазель В. Н. Музыкант и его руки: Физиологическая природа и формирование двигательной системы / В. Н. Мазель. – СПб. : Композитор, 2002. – 497 с.
3. Николаев С. Г. Атлас по миографии / С. Г. Николаев. – Иваново : УПН «ПреСто», 2010. – 468 с.
4. Рыжов А. Я. Физиологическая характеристика профессиональной деятельности пианистов / А. Я. Рыжов, О. Ю. Сурсимова // Физиология трудовых процессов. – 2009. – № 9. – С. 11–14.
5. Шпагіна В. П. Особливості морфо-функціональної адаптації піаністів до тривалих фізичних навантажень / В. П. Шпагіна, М. Т. Мельник // Музичне мистецтво. – 2004. – № 3. – С. 34–36.
6. Chih-Jou Lai. EMG Changes During Graded Isometric Exercise in Pianists: Comparison with Non-musicians / Chih-Jou Lai, Rai-Chi Chan, I-Wen Penn // J. Chin. Med. Assoc. – 2008. – Vol. 71. – № 11. – P. 571–575.

Абрамчук Ольга, Палащина Галина. Особенности показателей стимуляционной миографии мышц кисти у музыкантов. Для изучения особенностей показателей стимуляционной миографии мышц кисти у музыкантов были проведены электромиографические исследования 20 человек, среди которых 10 музыкантов и 10 немусыкантов. В экспериментах регистрировали параметры стимуляционной ЭМГ студентов института искусств и участников местных музыкальных групп. Исследование проводили с помощью многофункционального компьютерного комплекса «Нейро-МВП», используя методику стимулирующей ЭМГ. Результаты наших экспериментов показывают, что пороговая сила стимула была достоверно ниже в группе пианистов. Показано, что величина силы стимула, во время которой регистрируется максимальный М-ответ, достоверно ниже у юношей-музыкантов. Средние показатели максимальной латентности М-ответа у пианистов были заметно ниже, по сравнению с контролем, но достоверных отличий не обнаружено. Показатели амплитуды М-ответа значительно выше у музыкантов. Сравнительный анализ основных показателей обеих рук у пианистов и групп контроля не показал значительных отличий между правой и левой рукой.

Ключевые слова: электромиография, скелетные мышцы, музыканты, произвольные движения, М-ответ.

Abramchuk Olga, Palaschyna Halyna. The Characteristics of Indicators of Hand Muscles Stimulation Miography by Musicians. Electromyographic researches were conducted under 20 persons divided into 2 groups (10 musicians and 10 non-musicians) to study the characteristics of indicators of hand muscles stimulation miography by musicians. The results of our experiments indicate the threshold stimulus intensity is obviously lower for both hands in the group of pianists, than in the group examined. It is specified that the strength of the stimulus during which the maximum M-response recorded is significantly lower in youths who play the piano. It is registered, that indexes of maximal latენტness of M-response by pianists are remarkably lower comparatively to control, but reliable differences are not established. It is shown that in the group of pianists indexes of amplitude of M-response are considerably higher comparatively to control. At comparison of basic M-response indexes of both hands for pianists and control, considerable differences are not found between right and left hands in each of the group.

Key words: electromyography, skeletal muscle, musicians, voluntary movements, M-answer.

Стаття надійшла до редколегії
18.04.2014 р.

УДК 616.36

Оксана Боровець

Євдокія Решетнік

Станіслав Весельський

Микола Макарчук

Дія естрогену на секрецію компонентів ліпідної природи з жовчю у самок щурів

У гострих дослідах виявлено, що через дві з половиною години після внутрішньопортального введення самкам щурів естрогену (8 мг/100 г) у жовчі зменшується концентрація фосфоліпідів на 22,95 % ($p < 0,001$),

© Боровець О., Решетнік Є., Весельський С., Макарчук М., 2014

холестеролу – на 27,05 % ($p < 0,001$), а також вільних жирних кислот і ефірів холестеролу, але збільшується вміст тригліцеридів на 22,5–30,2 % ($p < 0,05$). Отже, естрон при одноразовому внутрішньопортальному введенні у використаній дозі впливає на обмін та транспорт ліпідів жовчі, не збільшуючи її літогенності.

Ключові слова: естрон, жовч, ліпіди жовчі.

Постановка наукової проблеми та її значення. Жіночі статеві стероїдні гормони відіграють істотну роль у регуляції метаболізму ліпідів у нормі і є вагомими чинниками, що можуть викликати патологічні зміни ліпідного обміну при різних фізіологічних станах організму [10; 17–19; 22–24]. Естрогени виявляються високоефективними факторами, які, регулюючи ліпідний обмін у клітинах печінки, зумовлюють значні міжстатеві відмінності у частоті та розвитку низки патологій (атеросклероз, неалкогольна жирова дистрофія печінки, жовчокам'яна хвороба тощо) [10; 14; 18]. Зокрема, естрогени у фізіологічній концентрації можуть запобігати розвитку жирового переродження печінки [16; 21]. Виявлено також протекторну дію естрогенів при захворюваннях гепатобіліарної системи вірусної етіології [9; 13; 20; 21]. Слід зазначити, що викликане такими станами, як менопауза та оваректомія зниження концентрації естрогенів у крові спричиняє значне порушення секреції ліпідних компонентів жовчі [10; 11; 18]. Водночас застосування естрогеновмісних препаратів у період менопаузи може пригнічувати утворення жовчних кислот, збільшувати літогенність жовчі, викликати гіпотонію жовчного міхура, а отже зростатиме ризик патологічних змін у гепатобіліарній системі [1; 18].

Секреція ліпідів із печінковою жовчю є інтегральним показником, що певною мірою відображає перебіг метаболічних перетворень ліпідів у цьому органі та організмі в цілому. Окрім того, значною мірою саме співвідношення певних ліпідних компонентів у жовчі є вагомим фактором літогенезу та супутніх захворювань гепатобіліарної системи [2; 8].

Мета роботи – дослідити вплив естрогену на секрецію компонентів ліпідної природи з жовчю для оцінки дії гормону на різні ланки обміну ліпідів в організмі самок щурів.

Матеріали і методи досліджень. Досліди проведені на білих щурах-самках масою 180–250 г, які перед дослідом не отримували їжі упродовж 18–20 годин, але мали вільний доступ до води. Під час досліду тварини перебували під тіопенталовим наркозом (5 мг/100 г маси тіла тварини), уведеним внутрішньочеревинно. Для дослідження зовнішньосекреторної функції печінки щурів після лапаротомії у відпрепаровану жовчну протоку через надріз її стінки вводили тонку пластикову канюлю з приєднаною поліетиленовою трубкою, котра з'єднувалася з мікропіпеткою. Упродовж 30 хвилин після канюлювання жовчної протоки визначали вихідний рівень жовчовиділення методом збору трьох 10-хвилинних порцій жовчі. Після цього піддослідним тваринам болюсно внутрішньопортально вводили естрон (8 мг/100 г маси тіла тварини), розчинений у 200 мкл фізіологічного розчину. Контрольній групі тварин аналогічним способом вводили відповідний об'єм фізіологічного розчину. Упродовж трьох годин гострого досліду збирали шість півгодинних проб жовчі, в яких надалі методом тонкошарової хроматографії, удосконаленим у нашій лабораторії [3], здійснювали визначення вмісту ліпідів у жовчі щурів. Застосована методика дала змогу виявити вміст у жовчі самок щурів таких основних фракцій ліпідів: фосфоліпіди, холестерол, ефіри холестеролу, вільні жирні кислоти, тригліцериди. Співвідношення фосфоліпіди: холестерол (ФЛ/ХР) розраховували як частку від ділення концентрації фосфоліпідів на концентрацію холестеролу. Коефіцієнт холестерол/ефіри холестеролу (ХР/ЕХР) розраховували як відношення концентрації холестеролу до концентрації його ефірів.

Статистичну обробку отриманого цифрового матеріалу здійснювали за допомогою пакета програм STATISTICA 6.0 (Stat-Soft, 2001). Для оцінки нормальності розподілу використовувався тест Шапіто–Вілка. Для оцінки значущих відмінностей між вибірками з нормальним розподілом даних використовували t-критерій Стьюдента. Відмінності між контролем та дослідом вважали вірогідними при $p \leq 0,05$.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Важливими компонентами жовчі ссавців є ліпіди. Секреція останніх до первинних жовчних каналців певною мірою визначається інтенсивністю секреції гепатоцитами жовчних кислот [7; 26]. Ми показали, що естрон у дозі 8 мг/100 г змінює вміст різних холатів у жовчі самок щурів при одноразовому внутрішньопортальному введенні [4].

Важливого значення набуває дослідження впливу естрогену на вміст у жовчі ліпідів, якщо врахувати, що саме зміна співвідношення різних ліпідів і жовчних кислот спричиняє порушення властивостей печінкового секрету з подальшим розвитком патології, зокрема літогенезу [7; 26].

Відповідно до показників концентрації ліпідів у першій півгодинній пробі жовчі самок контрольної групи частка фосфоліпідів становить близько 58,86 %, холестеролу – 20,29 %, а його ефірів – 2,43 %, а

вільних жирних кислот – близько 15,60 %, тригліцеридів – 2,82 %. Наприкінці гострого досліду в останній шостій півгодинній порції жовчі частка фосфоліпідів становить 60,83 %, холестеролу – 19,70 %, а його ефірів – 2,12 %, вільних жирних кислот – близько 15,04 %, тригліцеридів – 2,31 %. Під впливом естрогену у самок щурів зареєстровано такі зміни відсоткового співвідношення показників концентрації ліпідів у першій півгодинній пробі жовчі: фосфоліпіди становили 56,68 %, холестерол – 20,55 %, ефіри холестеролу – 2,54 %, вільні жирні кислоти – 17,23 %, тригліцериди – майже 3 %. В останній шостій півгодинній порції жовчі фосфоліпіди становили 58,83 %, холестерол – 18,04 %, ефіри холестеролу – 2,75 %, вільні жирні кислоти – 16,73 %, тригліцериди – 3,65 % (табл. 1).

Таблиця 1

Концентрація ліпідів (мг%) у жовчі самок щурів, що перебували під впливом естрогену ($M \pm m$; $n = 11$)

№ проби жовчі	Півгодинні проміжки досліду	Фосфоліпіди	Холестерол	Вільні жирні кислоти	Тригліцериди	Ефіри холестеролу
Контроль						
1	9.00–9.30	70,62 ± 3,4	24,34 ± 1,2	18,72 ± 0,8	3,38 ± 0,2	2,92 ± 1,1
2	10.00–10.30	71,16 ± 2,4	23,48 ± 1,3	19,42 ± 1,3	3,36 ± 0,4	3,06 ± 1,1
3	10.30–11.00	76,56 ± 6,1	23,74 ± 1,0	19,12 ± 1,0	3,08 ± 0,3	3,12 ± 0,01
4	11.00–11.30	72,70 ± 0,7	23,70 ± 0,8	18,42 ± 0,8	2,98 ± 0,3	3,04 ± 0,01
5	11.30–12.00	74,32 ± 1,5	24,02 ± 0,7	17,86 ± 0,6	2,84 ± 0,3	2,90 ± 0,0
6	12.00–12.30	73,86 ± 2,1	23,92 ± 0,6	18,26 ± 0,8	2,80 ± 0,3	2,58 ± 0,01
Естрон						
1	9.00–9.30	62,61 ± 2,6	22,70 ± 0,6	19,03 ± 0,8	3,31 ± 0,1	2,81 ± 0,1
2	10.00–10.30	71,48 ± 2,8	24,16 ± 0,7	16,56 ± 0,5*	3,83 ± 0,1	2,51 ± 0,1*
3	10.30–11.00	74,33 ± 2,6	24,80 ± 0,6	16,18 ± 0,2**	4,01 ± 0,1*	2,56 ± 0,1**
4	11.00–11.30	73,43 ± 2,5	25,10 ± 0,5	17,60 ± 0,4	3,65 ± 0,2*	2,80 ± 0,1
5	11.30–12.00	67,71 ± 2,9	21,88 ± 0,2*	19,96 ± 0,8	3,75 ± 0,1	3,08 ± 0,1
6	12.00–12.30	56,91 ± 2,0***	17,45 ± 0,2***	16,18 ± 0,4*	3,53 ± 0,1	2,66 ± 0,1

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; 1 – вихідний рівень (перша півгодинна проба жовчі); 2 – шості півгодинні проби жовчі – після введення досліджуваних сполук.

Концентрація фосфоліпідів у жовчі самок щурів при дії естрогену зменшується наприкінці досліду до 56,91 мг%, тобто на 22,95 % ($p < 0,001$) порівняно із 73,86 мг% у контролі (табл. 1). Зменшення концентрації фосфоліпідів у жовчі вважається негативною тенденцією, оскільки цей компонент відіграє значну роль у підтриманні холестеролу жовчі у розчиненому стані та запобіганні літогенезу [6; 12]. Однак ми виявили, що після внутрішньопортальної ін'єкції самкам щурів естрогену в дозі 8 мкг на 100 г маси тварини концентрація холестеролу також істотно зменшується: до 17,45 ± 0,2 мг у шостій пробі жовчі порівняно із 23,92 ± 0,6 мг% у контролі, тобто на 27,05 % ($p < 0,001$) (табл. 1). Слід зазначити, що концентрація ефірів холестеролу в жовчі зменшується одразу після введення естрогену (друга і третя півгодинні проби). Надалі вміст цієї фракції ліпідів повертається до значень близьких до таких у контролі. Лише концентрація тригліцеридів у жовчі самок щурів при дії естрогену виявляється більшою від такої у жовчі контрольних тварин (табл. 1).

У медичній практиці [2; 5] важливим показником властивостей жовчі й функціонального стану клітин печінки є холато-холестеринний коефіцієнт. Вважають, що за холато-холестеринним коефіцієнтом можна судити про літогенність жовчі [2]. Проведені розрахунки щодо цього коефіцієнта вказують на зменшення літогенності жовчі під впливом естрогену у піддослідних тварин (табл. 2).

Таблиця 2

Холато-холестеринний коефіцієнт жовчі самок щурів, що перебували під впливом естрогену ($M \pm m$, $n = 11$)

№ проби жовчі	Півгодинні проміжки досліду	Контроль	Естрон
1	9.00–9.30	17,70	19,5
2	10.00–10.30	18,29	17,8
3	10.30–11.00	16,66	15,95
4	11.00–11.30	17,03	16,0
5	11.30–12.00	16,26	17,9
6	12.00–12.30	15,83	21,7*

Примітка: * $p < 0,05$; 1 – вихідний рівень (перша півгодинна проба жовчі); 2 – шості півгодинні проби – після введення досліджуваних сполук.

Слід зазначити також, що ключову роль у стабілізації колоїдної системи жовчі [2] і запобіганні літогенезу способом утримання холестеролу в складі міцел [15] та в підтриманні «холестеринового гомеостазу в печінці» [25] відіграють фосфоліпіди. Концентрація фосфоліпідів у жовчі самок щурів, яким внутрішньопортально ввели естрон, як уже зазначалося (табл. 1), зменшується порівняно із контролем. Однак це зменшення концентрації фосфоліпідів у жовчі збігається зі зниженням концентрації холестеролу та його ефірів. Можливо, естрон у застосованій нами дозі впливає на транспорт цих ліпідних компонентів до жовчі. Іншим механізмом, який спричиняє зниження вмісту в жовчі вказаних ліпідів, може бути посилення їх метаболізму, зокрема холестеролу з утворенням первинних жовчних кислот, що було виявлено в наших попередніх дослідженнях [4].

Висновки. Естрон (8 мг/100 г, у 200 мкл фізіологічного розчину, внутрішньопортальне введення) ефективно впливає на різні ланки обміну ліпідів в організмі самок щурів, про що свідчить зниження концентрації фосфоліпідів, холестеролу та частково його ефірів у жовчі з одночасним зростанням наприкінці досліду вмісту тригліцеридів у цій біорідині при дії естрогену. Розрахунки холато-холестеринового коефіцієнта вказують на те, що естрон у використаній нами дозі суттєво не змінює літогенності жовчі самок щурів.

Джерела та література

1. Ведерникова Н. Н. Анализ критериев специфичности действия половых гормонов на печеночную ткань / Н. Н. Ведерникова, А. И. Майский // *Успехи современной биологии*. – 1978. – Т. 86, вып. 2. – С. 283–292.
2. Ганиткевич Я. В. Исследование желчи. Биохимические и биофизические методы / Я. В. Ганиткевич, Я. И. Карбач. – Киев : Вища шк., 1985. – 136 с.
3. МБН А61В5/14. Спосіб підготовки проб біоридин для визначення вмісту речовин ліпідної природи: Пат. 9901324 Україна, МБН А61В5/14 / С. П. Весельський, П. С. Лященко, С. І. Костенко, З. А. Горенко, Л. Ф. Куровська. – № 33564А; заявл. 05.10.1999; опубл. 15.02.2001; Бюл. № 1.
4. Особливості жовчоутворення у щурів різної статі за дії естрогену / О. В. Климук, О. В. Бондзик, Є. М. Решетнік, С. П. Весельський, М. Ю. Макаруч // *Фізіол. журн.* – 2011. – Т. 57, № 6. – С. 52–57.
5. Решетнік Є. М. Зміни характеристик жовчі при дії енкефалінів в умовах експериментального алкогольного гепатиту / Є. М. Решетнік // *Загальна патологія і патологічна фізіологія*. – 2010. – Т. 5, № 3. – С. 100–104.
6. A phylogenetic survey of biliary lipids in vertebrates / A. Moschetta, F. Xu, L. R. Hagey [et al] // *J. Lipid Res.* – 2005. – Vol. 46. – P. 2221–2232.
7. Boyer J. L. Bile formation / J. L. Boyer, M. H. Nathanson // *Schiff's diseases of the liver* / ed. E. R. Schiff, M. F. Sorrell, W. C. Maddrey. – Philadelphia, 1999. – P. 119–124.
8. Cholesterol saturation rather than phospholipid/bile salt ratio or protein content affects crystallization sequences in human gallbladder bile / N. G. Venneman, P. Portincasa, G. P. Vanberge-Henegouwen, K. J. van Erpecum // *Eur. J. Clin. Invest.* – 2004. – Vol. 34 (10). – P. 656–663.
9. Codes L. Chronic hepatitis C and fibrosis: evidences for possible estrogen benefits / L. Codes, L. Matos, R. Paraná // *Braz. J. Infect. Dis.* – 2007. – Vol. 11, № 3. – P. 371–374.
10. Effect of Estrogen Therapy on Gallbladder Disease / D. J. Cirillo, R. B. Wallace, R. J. Rodabough [et al] // *JAMA*. – 2005. – Vol. 293, № 3. – P. 330–339.
11. Effect of tamoxifen, raloxifen and tibolon on bile components in ovariectomized rats / B. Czerny, A. Pawlik, Z. Juzyszyn, Z. Myśliwiec, M. Teister // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* – 2005. – Vol. 119 (2). – P. 194–197.
12. Expression of Human Phospholipid Transfer Protein Increased Fecal Bile Acid Excretion in Transgenic Mice With Elevated / S. M. Post, Rini de Crom, Rien van Haperen, Arie van Tol, M. G. Hans // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* – 2003. – Vol. 23. – P. 892–897.
13. Female hepatology: Favorable role of estrogen in chronic liver disease with hepatitis B virus infection / I. Shimizu, N. Kohno, K. Tamaki [et al] // *World J. Gastroenterol.* – 2007. – Vol. 13. – P. 4295–4305.
14. Hepatic lipid metabolism response to dietary fatty acids is differently modulated by PPAR α in male and female mice / A. Morise, C. Thomas, J.-F. Landrier, P. Besnard, D. Hermier // *European journal of nutrition*. – 2009. – Vol. 48, № 8. – P. 465–473.
15. Kamisako T. Effect of bile duct obstruction on the expression of intestinal mRNA related to cholesterol and bile acid metabolism in the rat / T. Kamisako, H. Ogawa // *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. – 2006. – Vol. 22, № 1. – P. 125–131.

16. Lavoie J.-M. NAFLD, Estrogens, and Physical Exercise: The Animal Model / J.-M. Lavoie, A. Pignon // *Journal of Nutrition and Metabolism*. – 2011. – Vol. 2012. – P. 914–938.
17. Metabolism of chylomicron cholesterol is delayed by estrogen. An in vivo study in the rat / E. Bravo, A. Cantafora, M. Avella, K. M. Botham // *Exp. Biol. Med.* – 2001. – Vol. 226. – P. 112–118.
18. Postmenopausal hormone replacement therapy and the risk of calculous gallbladder disease / S. Kalala, M. Krishna, R. Shah [et al] // *Clinical Geriatrics*. – 2006. – Vol. 14, № 3. – P. 25–29.
19. Role of Esrrg in the fibrate-mediated regulation of lipid metabolism genes in human ApoA-I transgenic mice / D. Sanoudou, A. Duka, K. Drosatos, K. C. Hayes, V. I. Zannis // *Pharmacogenomics J.* – 2010. – Vol. 10 (3). – P. 165–179.
20. Shimizu I. Protection of estrogens against the progression of chronic liver disease / I. Shimizu, S. Ito // *Hepatology Res.* – 2007. – Vol. 37, № 4. – P. 239–247.
21. Suzuki A. Nonalcoholic fatty liver disease in women / A. Suzuki, M. F. Abdelmalek // *Women's Health*. – 2009. – Vol. 5, № 2. – P. 191–203.
22. Szafran H. The role of estrogens in hormonal regulation of lipid metabolism in women / H. Szafran, W. Smielak-Korombel // *Przegląd Lekarski*. – 1998. – Vol. 55 (5). – P. 266–270.
23. The influence of estrogen on hepatic cholesterol metabolism and biliary lipid secretion in rats fed fish oil / E. Bravo, A. Cantafora, C. Cicchini [et al] // *Biochimica et Biophysica Acta*. – 1999. – Vol. 1437, № 3. – P. 367–377.
24. Wang H. H. Overexpression of estrogen receptor α increases hepatic cholesterol synthesis, leading to biliary hypersecretion in mice / H. H. Wang, N. H. Afdhal, D. O.-H. Wang // *The Journal of Lipid Research*. – 2006. – Vol. 47, № 4. – P. 778–786.
25. Wu M. K. Altered hepatic cholesterol metabolism compensates for disruption of phosphatidylcholine transfer protein in mice / M. K. Wu, D. E. Cohen // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* – 2005. – Vol. 289, № 3. – P. G456–G461.
26. Zsembery A. Bile formation: a concerted action of membrane transporters in hepatocytes and cholangiocytes / A. Zsembery, T. Thalhammer, J. Graf // *News Physiol. Sci.* – 2000. – Vol. 15, February. – P. 6–11.

Боровец О. В., Бондзык Е. В., Решетник Е. Н., Весельский С. П., Макаrchук Н. Е. Влияние эстрогена на секрецию компонентов липидной природы с желчью у самок крыс. В статье анализируется влияние эстрогена на секрецию липидов у самок крыс. Концентрация липидов желчи (фосфолипидов, холестерина, триглицеридов, свободных жирных кислот и эфиров холестерина) определена в шести получасовых пробах методом тонкослойной хроматографии. В острых опытах выявлено, что через два с половиной часа после внутрипортального введения эстрогена (8 мг/100 г в 200 мкл физиологического раствора) концентрация фосфолипидов в желчи уменьшается на 22,95 % ($p < 0,001$), холестерина – на 27,05 % ($p < 0,001$). Под действием эстрогена наблюдается также снижение концентрации свободных жирных кислот и эфиров холестерина в желчи. Эстроген приводит к увеличению концентрации в желчи крыс триглицеридов на 22,5–30,2 % ($p < 0,05$). То есть эстроген вызывает различные изменения в липидном составе желчи. Значения холато-холестеринового коэффициента желчи при воздействии эстрогена колеблются в диапазоне 15,95–21,7, тогда как в контроле (200 мкл физиологического раствора, внутрипортально) этот показатель равен 15,83–18,29. Таким образом, эстроген при однократном внутрипортальном введении в использованной дозе (8 мг/100 г) влияет на процессы обмена и транспорта липидов желчи, не увеличивая при этом её литогенности.

Ключевые слова: эстроген, желчь, липиды желчи.

Borovets' O. V., Bondzyk O. V., Reshetnik E. M., Veselsky S. P., Makarchuk M. Yu. Estrogen Influence on Secretion of Bile Lipids Components in Female Rats. Influence of estrogen (8 mg per 100 g of body weight) on secretion of bile lipids was studied in sharp experiments on female rats. The concentration of bile lipids (phospholipids, cholesterol, triglycerides, free fatty acids and cholesterol ethers) were determined in six samples of bile using thin layer chromatography. Concentration decreasing of phospholipids 22,95 % ($p < 0,001$), cholesterol 27,05 % ($p < 0,001$), free fatty acids and cholesterol ethers were observed in rat bile while such of triglycerides increased 22,5–30,2 % ($p < 0,05$). So, estrogen caused different changes in bile lipids composition. Cholato-cholesterol coefficient for bile of experimental rats was 15,95–21,7 while for control ones 15,83–18,29. Thus, conclusion may be done, that estrogen, influencing metabolism and transport of bile lipids does not increase its lithogenic characteristics.

Key words: estrogen, bile, bilious lipids.

Стаття надійшла до редколегії
30.04.2014 р.

Оксана Добростан
Олександр Плиска
Наталія Філімонова

Порівняльний аналіз гемодинамічних показників першокурсниць з нормальною та надмірною масою тіла

Проаналізовано динаміку змін гемодинамічних показників у першокурсниць різних груп протягом навчального року, а також порівняно величини основної і контрольної груп на кожному етапі дослідження. На початку навчального року в першокурсниць ЧСС, САД, ДАД були в межах норми і достовірної різниці між показниками студенток КГ і групи НМ не зафіксовано. Протягом навчального року гемодинамічні показники у студенток обох груп змінилися. Зміни в основній групі свідчили про те, що збільшення кровопостачання працюючих органів і тканин забезпечується через підвищення МОК, тоді як останнього – за рахунок збільшення серцебиття. В той же час пониження ОПСС також свідчило про виникнення труднощів в роботі ССС у першокурсниць основної групи.

Ключові слова: індекс маси тіла, адаптація, гемодинамічні показники.

Постановка наукової проблеми та її значення. Ожиріння є одним з найбільш поширених у світі захворювань, що супроводжуються порушенням обміну речовин. Кількість людей з надмірною масою тіла зростає зі швидкістю епідемії й у розвинутих країнах, і в країнах, що розвиваються. При цьому упродовж останніх років ця тенденція характерна не тільки для дорослих, а й для дітей та підлітків [9]. Так, за результатами досліджень у різних країнах від 3,8 % до 20 % дітей страждають надлишковою масою тіла. Американські вчені на основі вивчення поширеності ожиріння в осіб до 35 років прогнозують їх збільшення до 2020 року на 30–37 % серед чоловіків і від 34 % до 44 % – у жінок [7]. В Україні надлишкову масу тіла має 30 % населення. У структурі хвороб ендокринної системи серед дітей і підлітків нашої країни ожиріння становить 11,1 %. Захворюваність на ожиріння та його поширеність серед дітей упродовж останніх 30-ти років збільшилася утричі, а відсоток підлітків віком 12–19 років, які ним страждають, збільшився з 5 % до 18 % за той самий період [7]. Для первинного ожиріння характерне відкладання жиру, що зазвичай проявляється в ранньому віці. На початкових стадіях захворювання надлишок маси тіла помірний, хворі не мають істотних скарг. Проте порівняно швидке прогресування ожиріння призводить до погіршення самопочуття, підвищеної втомлюваності, головного болю, підвищення артеріального тиску (АТ), спраги. З'являються зміни на шкірних покривах, задишка, тахікардія, біль у ділянці серця та правому підребер'ї, надлишковий розвиток жирової тканини у ділянці молочних залоз. У дітей та підлітків, які страждають ожирінням, спостерігають численні зміни майже всіх органів та систем [3]. За допомогою емпіричних досліджень у медичній кардіохірургії також було встановлено, що індекс маси тіла (ІМТ) великою мірою визначає ризик виникнення післяопераційних ускладнень. Водночас аналіз таблиці ступенів ризику супутніх захворювань залежно від ІМТ показує, що роль факторів ризику відіграють відхилення від норми й у бік надлишкової маси тіла (НМ), і в бік дефіциту маси тіла [8]. Усі ці фактори можуть засвідчувати те, що гемодинамічні показники у людей з різним індексом маси тіла відрізняються.

Мета роботи – дослідити гемодинамічні показники першокурсниць з різним ІМТ упродовж першого року навчання.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Дослідження проведено у стаціонарних умовах навчальних аудиторій, де проходили заняття, в шість етапів: на початку навчального року – перше вимірювання (результати якого були взяті за контроль), друге проводили в середині першого семестру (кінець жовтня), третє – в кінці першого семестру (середина грудня), четверте – на початку другого семестру (перший тиждень лютого), п'яте – в середині другого семестру (кінець березня), шосте – в кінці навчального року (кінець травня). Вимірювали такі показники: масу тіла, зріст, частоту серцевих скорочень (ЧСС) у стані спокою, систолічний АТ (САТ), діастолічний АТ (ДАТ). Для оцінки маси тіла використовували запропонований у 1997 р. Всесвітньою організацією здоров'я (ВОЗ) уніфікований показник для оцінки маси тіла – ІМТ,

модифікований 1999 р.: $IMT = \text{маса тіла (кг)} / \text{ріст}^2 \text{ (м)}$. Нині це загальноприйнятий критерій оцінки, який рекомендовано для оцінки маси тіла у дітей і дорослих. Також за допомогою розрахунків визначали такі кардіогемодинамічні показники: пульсовий тиск (ПТ), середній артеріальний тиск (АТсер.), систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), загальний периферичний опір судин (ЗПОС) [5].

Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою пакету STATISTICA 8.0 (StatSoft, USA, 2001). Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймали як $p = 0,05$. Нормальність розподілів змінних перевіряли тестом Шапіро–Вілка. Оскільки розподіл майже всіх параметрів відрізнявся від нормального ($p < 0,05$), для порівняння двох залежних вибірок було застосовано критерій Вілкоксона, для порівняння двох незалежних вибірок використано критерій Мана–Вітні, для опису вибіркового розподілу вказували медіану (M_e) і нижній (25 %) та верхній (75 %) квартилі: M_e [25 %; 75 %].

Відповідно до ІМТ першокурсниць поділили на дві групи: перша (контрольна – КГ) – з нормальною масою тіла (ІМТ від 19 до 24,5) $n = 54$; друга – з надмірною масою тіла (основна – НАМ) (ІМТ від 25 до 29,9) $n = 31$.

Для виявлення змін гемодинамічних показників дані, отримані під час першого дослідження у вересні, вважали вихідними, або «контрольними». Надалі здійснили порівняльний аналіз даних, отриманих під час другого, третього і подальших досліджень, після яких було проаналізовано динаміку змін гемодинамічних показників у першокурсниць різних груп упродовж навчального року, а також порівняно величини основної та контрольної груп на кожному етапі дослідження.

Аналіз динаміки змін ЧСС встановив, що у студенток обстежуваних груп величини ЧСС і під час першого, і під час подальших досліджень перебувають у межах фізіологічної норми для цієї вікової категорії. У КГ значущих змін у динаміці навчального року не виявлено. Проте у НАМ виявлено на всіх етапах дослідження значуще ($p \leq 0,001$) підвищення ЧСС. Порівняння величин ЧСС студенток контрольної та основної груп на першому етапі дослідження значущих відмінностей не виявило. Проте, починаючи з другого етапу і на всіх подальших, такі відмінності встановлені. Так, на другому ($p \leq 0,04$) і подальших етапах ЧСС у НАМ значуще вища, ніж у КГ, що може свідчити про більш напружений стан серцевої діяльності у НАМ порівняно з КГ.

Під час простеження динаміки змін САТ, ДАТ, АТсер., ПТ в контрольній групі виявлено на другому етапі дослідження значуще ($p \leq 0,02$) підвищення САТ, а також АТсер ($p \leq 0,04$), а на четвертому етапі відзначили значуще підвищення САТ ($p \leq 0,01$), ДАТ ($p \leq 0,01$), АТсер ($p \leq 0,001$). Виявлені зміни не виходять за межі фізіологічної норми. Щодо ПТ, то він значуще не змінювався. Отримані результати представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники ЧСС і АТ у контрольній групі

Показник	1-й етап	2-й етап	3-й етап	4-й етап	5-й етап	6-й етап
ЧСС, уд./хв	77 [71; 84]	79 [72; 85]	79 [72; 85]	77 [71; 81]	75 [72; 80]	76 [72; 81]
САТ, мм рт. ст.	115 [107; 119]	115 [110; 123]***	114 [109; 121]	119 [112; 123]**	114 [109; 120]	115 [110; 123]
ДАТ, мм рт. ст.	76 [68; 81]	76 [71; 82]	75 [70; 80]	78 [73; 82]**	76 [71; 81]	76 [71; 80]
АТсер., мм рт. ст.	89 [82; 94]	89 [84; 96]****	88 [84; 92]	92 [86; 95]*	89 [84; 93]	90 [84; 94]
ПТ, мм рт. ст.	38 [35; 41]	39 [35; 42]	39 [36; 44]	39 [36; 44]	39 [34; 42]	39 [35; 46]

* $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,02$; **** $p \leq 0,04$.

Встановлено, що у студенток основної групи САТ, ДАТ, АТсер., ПТ і під час першого, і під час подальших досліджень перебувають у межах фізіологічної норми для цієї вікової категорії і в динаміці дослідження значуще не змінюються (табл. 2).

Порівняння САТ студенток КГ і НАМ на першому етапі дослідження виявило значуще ($p \leq 0,02$) вищий САТ в основній групі. Проте, починаючи з другого етапу і на всіх подальших, значущих відмінностей не виявлено. Також у динаміці дослідження не виявлено значущих відмінностей у величинах ДАТ. На четвертому етапі дослідження фіксували значуще ($p \leq 0,02$) вищий ПТ у НАМ порівняно з КГ. АТсер. на першому етапі значуще ($p \leq 0,04$) вищий в основній групі порівняно з контрольною, в динаміці дослідження значущих відмінностей не виявили.

Таблиця 2

Показники ЧСС і АТ в основній групі

Показник	1-й етап	2-й етап	3-й етап	4-й етап	5-й етап	6-й етап
ЧСС, уд./хв	77 [73; 80]	81 [78; 89]*	87 [83; 90]*	81 [77; 87]*	81 [78; 87]*	82 [78; 85]*
САТ, мм рт. ст.	120 [113; 123]	114 [108; 123]	116 [112; 123]	120 [114; 129]	120 [114; 125]	119 [144; 125]
ДАТ, мм рт. ст.	79 [75; 81]	77 [74; 80]	78 [75; 82]	78 [71; 83]	77 [73; 80]	76 [72; 79]
АТсер., мм рт. ст.	92 [87; 95]	90 [85; 95]	91 [87; 96]	92 [85; 98]	91 [88; 94]	90 [88; 94]
ПТ, мм рт. ст.	40 [35; 44]	35 [33; 45]	39 [33; 42]	44 [39; 49]	41 [37; 48]	41 [38; 46]

* $p \leq 0,001$.

Гемодинамічні показники, які ми визначили, дали змогу повною мірою простежити функціональні зміни в показниках кровообігу, що виникають у студенток першого року навчання. Результати дослідження гемодинамічних показників відображено в таблицях 3, 4.

Таблиця 3

Гемодинамічні показники у контрольній групі

Показник	1-й етап	2-й етап	3-й етап	4-й етап	5-й етап	6-й етап
СОК, мл	55 [51; 60]	53 [51; 57]	55 [50; 59]	54 [50; 58]	54 [50; 59]	55 [51; 59]
ХОК, мл	4213 [3813; 4559]	4163 [3793; 4501]	4258 [3785; 4554]	4073 [3715; 4443]	4073 [3788; 4411]	4178 [3732; 4409]
ЗПОС дин., см ⁵ с	1720 [1464; 1847]	1701 [1512; 1933]	1647 [1503; 1879]	1784 [1585; 2018]*	1707 [1503; 1941]	1720 [1550; 1963]

* $p \leq 0,003$.

Таблиця 4

Гемодинамічні показники в основній групі

Показник	1-й етап	2-й етап	3-й етап	4-й етап	5-й етап	6-й етап
СОК, мл	53 [51; 58]	53 [50; 56]	53 [49; 56]	56 [51; 60]	56 [51; 61]	55 [51; 58]
ХОК, мл	4101 [3925; 4446]	4460 [3865; 4814]	4494 [4241; 4833]*	4536 [4010; 4957]**	4460 [3993; 4969]****	4466 [4075; 4884]**
ЗПОС дин., см ⁵ с	1741 [1622; 1954]	1556 [1499; 1832]****	1638 [1515; 1798]**	1611 [1390; 1844]	1610 [1418; 1867]	1581 [1464; 1781]***

* $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,02$; **** $p \leq 0,04$.

Отримані дані підтверджують, що у першокурсниць досліджуваних груп СОК і ХОК на початку навчального року були у межах фізіологічної норми. У динаміці досліджень значущих змін СОК в обох групах не виявлено. Така сама тенденція спостерігається в КГ щодо ХОК. Проте у НАМ на третьому етапі встановили значуще ($p \leq 0,001$) зростання ХОК, показник якого перевищує норму (3800–4300 мл) [4] і на такому рівні стабілізується до кінця навчального року. Збільшення кровопостачання органів і тканин у студенток з надмірною масою тіла забезпечується через підвищення ХОК, а останнього – через збільшення серцебиття, оскільки СОК залишається незмінним.

Порівняльний аналіз ХОК студенток КГ і НАМ на першому етапі дослідження значущих відмінностей не виявив. Значуще ($p \leq 0,003$) вищий ХОК в основній групі порівняно з контрольною фіксували на третьому і подальших етапах дослідження.

Загальний периферичний судинний опір є одним із показників, що значно впливає на хвилинний об'єм крові. При першому дослідженні встановили, що ЗПОС в обох групах відповідає віковій нормі. У КГ залишається таким упродовж року, лише на четвертому етапі дослідження фіксували значуще підвищення ЗПОС ($p \leq 0,003$), але в межах вікової норми.

У НАМ на другому етапі виявили значуще ($p \leq 0,04$) пониження, яке зберігається і на третьому етапі ($p \leq 0,004$). На четвертому і п'ятому етапах дослідження значущих змін не зафіксовано. На шостому етапі знову встановлено значуще ($p \leq 0,02$) пониження ЗПОС.

При порівнянні ЗПОС студенток КГ і НАМ на першому етапі значущих відмінностей не виявлено, тоді як на четвертому етапі дослідження встановили значуще ($p \leq 0,03$) нижчий ЗПОС у НАМ порівняно з КГ. Хоча всі фіксовані зміни за межі вікової норми не виходять, але вони засвідчують виникнення труднощів у роботі ССС у представниць з надмірною масою тіла.

Відомо, що підвищена маса тіла зазвичай пов'язана зі збільшенням ризику виникнення серцево-судинних захворювань і визначена як незалежний, найбільш важливий фактор ризику порівняно, наприклад, з такими як підвищений артеріальний тиск чи паління [1; 13]. Крім того, наявність надмірної ваги потребує додаткової кількості енергії для забезпечення потреб організму, а також надмірна васкуляризація жирової тканини зумовлює підвищене вживання кисню, це в свою чергу вимагає компенсаторного збільшення хвилинного об'єму серця [12], що ми і спостерігали, починаючи з третього етапу дослідження: значуще збільшення ХОК в основній групі з перевищенням фізіологічної норми. Збільшення ударного об'єму серця у цьому випадку не достатньо, тому зростає частота серцевих скорочень у стані спокою і при фізичному навантаженні [12], що ми і виявили на всіх етапах дослідження в основній групі. Ці явища можуть бути причиною пониження резервних можливостей міокарда, що призводить до недостатності кровообігу [2].

Висновки й перспективи подальших досліджень. Отже, під час дослідження встановлено, що на початку навчального року у першокурсниць ЧСС, САТ, ДАТ перебували в межах норми і вірогідної різниці між показниками студенток КГ і групи НМ не виявлено. Упродовж навчального року гемодинамічні показники у студенток обох груп змінювалися: у КГ – в межах норми, а зміни в основній групі засвідчили те, що збільшення кровопостачання органів і тканин забезпечується через підвищення ХОК, тоді як останнього – через пришвидшене серцебиття. Водночас пониження ЗПОС також засвідчило виникнення труднощів у роботі ССС у першокурсниць основної групи. Так, регуляторні механізми у студенток з надмірною масою тіла перебувають у стані напруження, а функціональні можливості їх ССС знижені вже у звичайних умовах навчання.

Подальше дослідження змін гемодинаміки у першокурсниць з різним ІМТ упродовж першого року навчання дасть змогу розкрити вплив ІМТ на процеси адаптації у цієї категорії студенток.

Джерела та література

1. Белоусов Ю. Б. Артериальная гипертензия и ожирение: принципы рациональной терапии / Ю. Б. Белоусов, К. Г. Гуревич // *Consilium medicum*. – 2003. – № 5 (9). – С. 23–28.
2. Бойко В. В. Избыточная масса тела – только косметологическая проблема? / В. В. Бойко, А. А. Павлов // *Харк. хірург. шк.* – 2011. – № 4. – С. 83–89.
3. Большова О. В. Ожиріння в дитячому та підлітковому віці / О. В. Большова // *Здоров'я України*. – 2008. – № 18/1. – С. 50–53.
4. Коцан І. Я. Вікова фізіологія : [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / І. Я. Коцан, С. Є. Швайко, О. Р. Дмитроца. – Луцьк : Вежа-Друк, 2013. – 376 с.
5. Маліков М. В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті : [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / М. В. Маліков, А. В. Свасьєв, Н. В. Богдановська. – Запоріжжя : ЗДУ, 2006. – 227 с.
6. Пасієшвілі Л. М. Ожиріння як соціальна проблема. Етапи формування в осіб із захворюваннями біліарного каналу / Л. М. Пасієшвілі, Н. М. Железнякова, Т. М. Пасієшвілі // *Сучасна гастроентерологія*. – 2008. – № 6 (44).
7. Таранчук В. В. Ожиріння – епідемія ХХІ століття: сучасний погляд на проблему / В. В. Таранчук // *Лікарю-практику*. – 2009. – № 4 (16).
8. Шихвердиев Н. Н. Диагностика и лечение осложненных у больных с искусственными клапанами сердца : [пособие] / Н. Н. Шихвердиев, Г. Г. Хубулава, С. П. Марченко. – СПб. : Фолиант, 2006. – 232 с.
9. Яцковская Н. М. Патолофізіологічні передумови виникнення ожиріння / Н. М. Яцковская // *Лікарю-практику*. – 2009. – № 4 (16).
10. Cullen D. J. Cardiovascular, pulmonary and renal effects of massively increased intrabdominal pressure in critically ill patients / D. J. Cullen, J. P. Coyle, R. Teplich, M. C. Long // *Critical Care*. – 2009. – Vol. 17. – P. 118–121.
11. Diebel L. N. Splanchnic ischemia and bacterial translocation in the abdominal compartment syndrome / L. N. Diebel, S. A. Dulchavsky, W. J. Brown // *Trauma*. – 2007. – Vol. 43. – P. 852–855.

12. Effect of increased intraabdominal pressure on hepatic arterial, portal venous, and hepatic microcirculatory blood flow / L. N. Diabel, R. F. Wilson, S. A. Dulchavsky, J. Saxe // Trauma. – 2002. – Vol. 33. – P. 279–283.
13. Lindsted K. D. Body mass and 26-ear risk of mortality among women who never smoked: findings from the Adventist Mortality Study / K. D. Lindsted, P. N. Singh // Am J. Epid. – 1997. – Vol. 146. – P. 1–11.

Добростан Оксана, Плиска Александр, Филимонова Наталия. Сравнительный анализ гемодинамических показателей первокурсниц с нормальной и избыточной массой тела. Проанализирована динамика изменений гемодинамических показателей в первокурсниц различных групп в течении учебного года, а также сравнены величины между основной и контрольной группами на каждом этапе исследования. В начале учебного года в первокурсниц ЧСС; САД, ДАД находились в пределах нормы и достоверной разницы между показателями студенток КГ и НМ группы не зафиксировано. В течении учебного года гемодинамические показатели у студенток обеих групп изменились. Изменения в основной группе свидетельствовали о том, что увеличение кровоснабжения работающих органов и тканей обеспечивается путем повышения МОК, тогда как последнего – за счет увеличения сердцебиения. Вместе с тем, понижение ОПСС также свидетельствовало о возникновении трудностей в работе ССС в первокурсниц основной группы.

Ключевые слова: индекс массы тела, адаптация, гемодинамические показатели.

Dobrostan Oksana, Plyska Oleksandr, Filimonova Nataliya. Comparative Analysis of Hemodynamic Performance in Students with Different Body Mass Index During the First Year. The dynamics of changes of haemodynamic indexes is analysed for the freshmen of different groups during a school year, and also comparatively size of basic and control groups, on every stage of research. At the beginning of school year for the freshmen of CHSS; GARDEN, DAD were within the limits of norm and reliable difference it is not fixed between the indexes of students of KG and NM of group. During a school year haemodynamic indexes changed for the students of both groups. Did changes in a basic group testify that the increase of krovopostachannya of workings organs and fabrics is provided by an increase IOC, while last – due to the increase of palpitation. At the same time, lowering of OPSS also testified to the origin of difficulties in a robot SSS in in Students the First Year of basic group.

Key words: body mass index, the adaptation, the hemodynamic parameters.

Стаття надійшла до редколегії
25.04.2014 р.

УДК [796.015.6:612.13]–057

Олександр Журавльов

Надія Сич

Юлія Полінко

Олена Киричук

Особливості функціонування кардіореспіраторної системи в умовах відновлення після фізичного навантаження

Проаналізовано функціональні особливості системи кровообігу у спортсменів та нетренованих осіб в умовах відновлення після фізичного навантаження. Розглянуто особливості динаміки показників кровотоку на етапах відновлення. Вивчено особливості кардіогемодинамічного забезпечення адаптаційних змін, що виникають у відповідь на дозовані фізичні навантаження в двох групах досліджуваних.

Ключові слова: частота серцевих скорочень, хвилинний об'єм крові, ударний об'єм крові, потужність роботи міокарда, серцевий індекс, відновлення.

Постановка наукової проблеми та її значення. Регулярні фізичні тренування забезпечують більший рівень економізації функціонування систем кровообігу і дихання, як у стані спокою, так і при фізичному навантаженні і відновленні [3, с. 34]. Фізичні тренування як універсальний адаптогенний фактор забезпечують підвищену життєздатність організму в екстремальних умовах.

© Журавльов О., Сич Н., Полінко Ю., Киричук О., 2014

Встановлено, що при раціональному, науково обґрунтованому тренувальному процесі та моніторингу функціонального стану посилені заняття спортом не викликають перенапруження кардіореспіраторної системи молодих людей, що сприяє процесу пристосування організму до умов навколишнього середовища [4, с. 118].

Аналіз досліджень цієї проблеми. Фізкультура і спорт як елементи здорового способу життя стають важливими складниками, що характеризують розвиток суспільства в сучасних умовах. Сприятливий вплив фізичних тренувань на кардіореспіраторну систему та організм повністю загальновідомий: більшість дослідників стверджують, що такі заняття підвищують рівень функціонального стану і неспецифічну резистентність організму [2, с. 26–28]. Це слід розглядати як передумову високої фізичної працездатності та потенційну здатність організму ефективно пристосовуватися до умов навколишнього середовища і, зокрема, до пропонованих тренувальних навантажень [1, с. 91–93].

З іншого боку, в літературі наводять дані і про негативний вплив активних фізичних навантажень на організм людини, особливо у дітей та підлітків в критичні етапи онтогенезу [7, с. 43–46].

Варто відзначити і той факт, що крім власне фізичних навантажень спортсмени піддаються впливу різних екологічних факторів, які підсилюють навантаження на всі фізіологічні системи організму людини [5, с. 26].

Недостатність відомостей про закономірності формування і розвитку функціональних систем спортсменів, їх функціональні резерви викликає потребу провести відповідний аналіз даних щодо оцінки і контролю поточного стану, структурно-функціональних зрушень в діяльності життєво важливих систем при адаптації до підвищених фізичних навантажень.

Мета роботи – дослідити особливості функціонування кардіореспіраторної системи в осіб, що займаються спортом.

Для досягнення поставленої мети поставлено такі **завдання**:

1. Порівняти показники системи кровообігу у спортсменів і нетренованих осіб.
2. Вивчити особливості динаміки показників кровотоку в обох групах на етапі відновлення після виконання фізичного навантаження.
3. Вивчити особливості кардіогемодинамічного забезпечення адаптаційних змін, що виникають у відповідь на дозовані фізичні навантаження в осіб, що активно займаються і не займаються спортом.

Отримані результати дають можливість розширити уявлення про особливості функціонування серцево-судинної системи при фізичному навантаженні та на етапі відновлення; вони можуть бути використані під час планування тренувань та їх інтенсивності у спорті високих досягнень.

Під час дослідження ми вивчали показники центральної гемодинаміки спортсменів та нетренованих осіб. Для цього експерименту було відібрано 20 осіб чоловічої статі: 10 – спортсменів і 10 – неспортсменів (віком від 18 до 21 року). Використовували метод тетраполярної реографії за Кубічком, який надавав можливість отримати точні гемодинамічні показники у таких тестових ситуаціях: стан спокою; фізичне навантаження (40 присідань); відновлення після першої, другої, третьої, четвертої, п'ятої хвилин відпочинку [3, с. 21–24].

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. В ході експерименту ми встановили, що у тренуваних осіб частота серцевих скорочень достовірно нижча ($p < 0,05$) порівняно із нетренованими під час усіх тестових завдань. Найбільше значення ЧСС у нетренованих осіб становить $96,2 \pm 8,0$ уд./хв на 1-й хвилині відновлення. Це можна пояснити тим, що активація серцево-судинної системи, викликана фізичним навантаженням, здійснювалася за рахунок симпатичної ланки регуляції, яка в нетренованих осіб характеризується певним рівнем «інерції». Натомість, у тренуваних осіб після виконання фізичних навантажень, спостерігаємо зниження досліджуваного показника до $61,9 \pm 0,9$ уд./хв уже на третій хвилині відновлення (значення наближається до такого в стані спокою – $61,6 \pm 1,0$ уд./хв). У нетренованих осіб значення ЧСС теж достовірно зменшується порівняно із виконанням фізичних вправ на третій хвилині відновлення ($85,2 \pm 7,6$ уд./хв), проте не досягає фонового рівня ($76,8 \pm 6,7$ уд./хв) і є достовірно вищим (рис. 1).

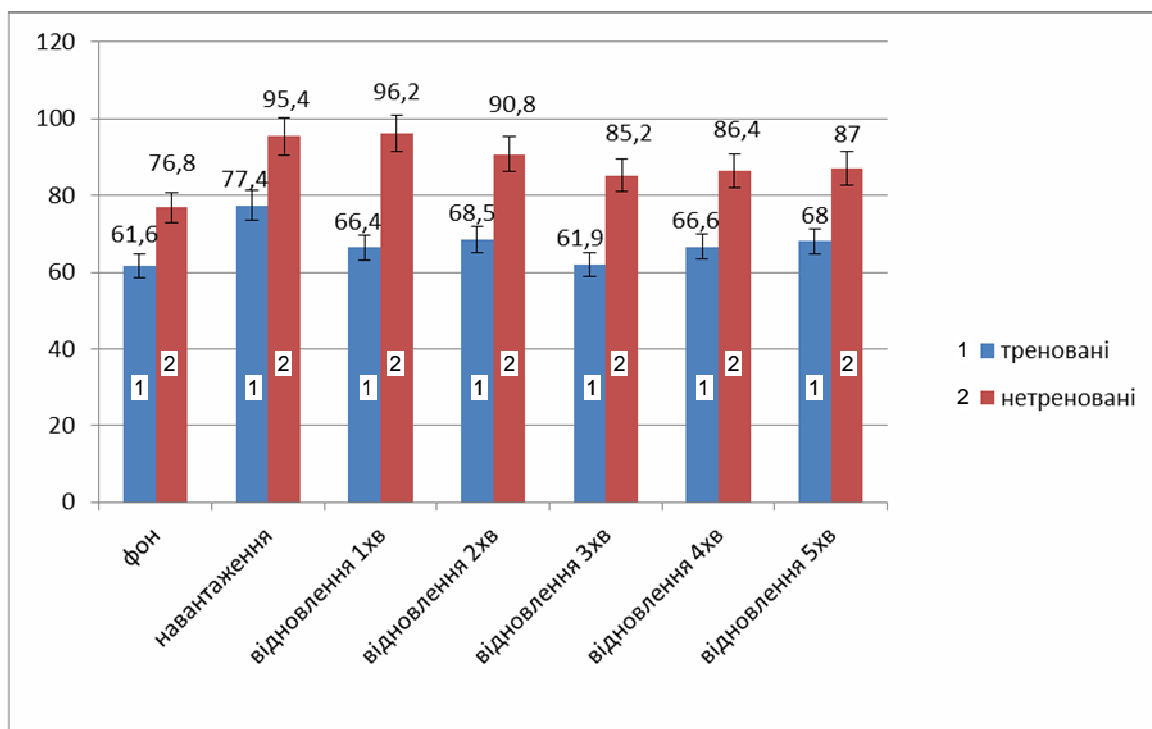


Рис. 1. Зміна частоти серцевих скорочень у тренованих та нетренованих осіб в умовах відновлення після фізичного навантаження

У тренованих осіб ударний об'єм крові достовірно вищий ($p < 0,05$) порівняно з нетренованими. Після виконання досліджуваними навантаження у спортсменів на першій хвилині спостерігали збільшення показника УОК, а у нетренованих осіб, навпаки, зменшення УОК. Порівняння етапу відновлення із виконанням фізичних навантажень свідчить про достовірно вищі значення показника при фізичному навантаженні в групі тренованих осіб. У нетренованих осіб УОК на етапі відновлення характеризується достовірно меншими значеннями порівняно зі станом спокою і з виконанням фізичних вправ. Найменше значення УОК спостерігали на четвертій хвилині у спортсменів. У нетренованих осіб найбільш близьке значення до стану спокою спостерігали на першій та четвертій хвилині ($50,15 \pm 7,1$ мл), а найнижче – на п'ятій хвилині (рис. 2).

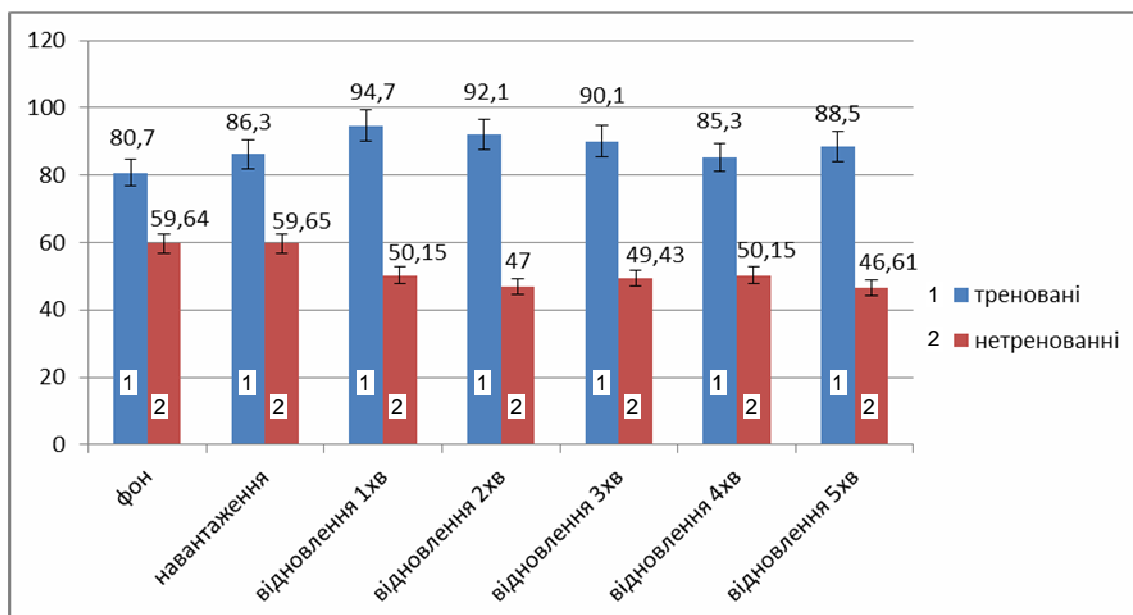


Рис. 2. Показник ударного об'єму крові у тренованих та нетренованих осіб

Як і попередній показник, хвилинний об'єм крові у тренуваних осіб статистично достовірно вищий ($p < 0,05$) порівняно з нетренованими. Протягом п'ятихвилинного відновлення порівняно зі станом навантаження показники знизилися в обох досліджуваних групах. Варто відзначити той факт, що незалежно від ступеня тренуваності досліджуваних значення ХОК у період відновлення досягнули мінімального на третій хвилині ($5,5 \pm 0,1$ л/хв у тренуваних та $4,14 \pm 0,7$ л/хв у нетренованих) (рис. 3).

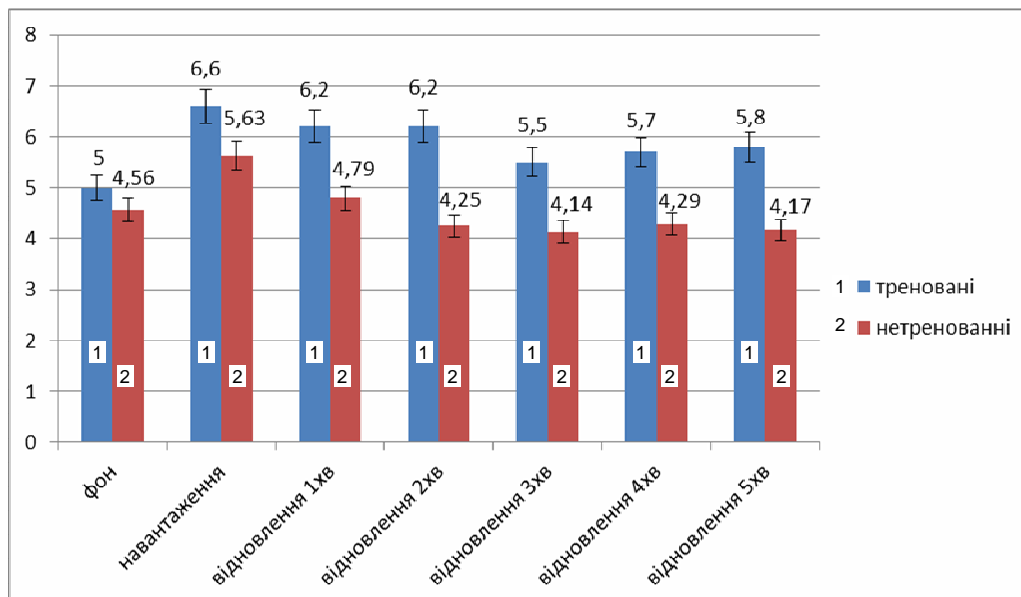


Рис. 3. Показники хвилинного об'єму крові у тренуваних та нетренованих

У тренуваних осіб потужність роботи міокарда вища порівняно із нетренованими. Для спортсменів після відновлення потужність роботи міокарда зменшувалася від $3,7 \pm 0,1$ Вт на першій хвилині, на другій хвилині відновлення становила $3,6 \pm 0,1$ Вт, з третьої до п'ятої хвилини потужність міокарда не змінювалася – $3,3 \pm 0,1$ Вт.

У досліджуваних, що не мають спортивної кваліфікації, теж спостерігали статистично достовірне зменшення показника протягом п'яти хвилин – від $2,46 \pm 0,6$ Вт до $2,04 \pm 0,2$ Вт. Під час відновлення спостерігалися такі зміни у роботі міокарда: для тренуваних осіб у стані відновлення показник зменшується порівняно зі станом навантаження, особливо на третій та четвертій хвилині відновлення (із $3,8 \pm 0,1$ Вт до $3,3 \pm 0,1$ Вт відповідно), однак значення не опускаються до рівня таких у стані спокою. Для осіб, які не займаються спортом, при навантаженні потужність міокарда становить $2,86 \pm 0,8$ Вт, проте через п'ять хвилин відновлення цей показник достовірно знижується до значення $2,04 \pm 0,2$ Вт, що є достовірно нижчим за значення, відмічене у фоновій пробі (рис. 4).

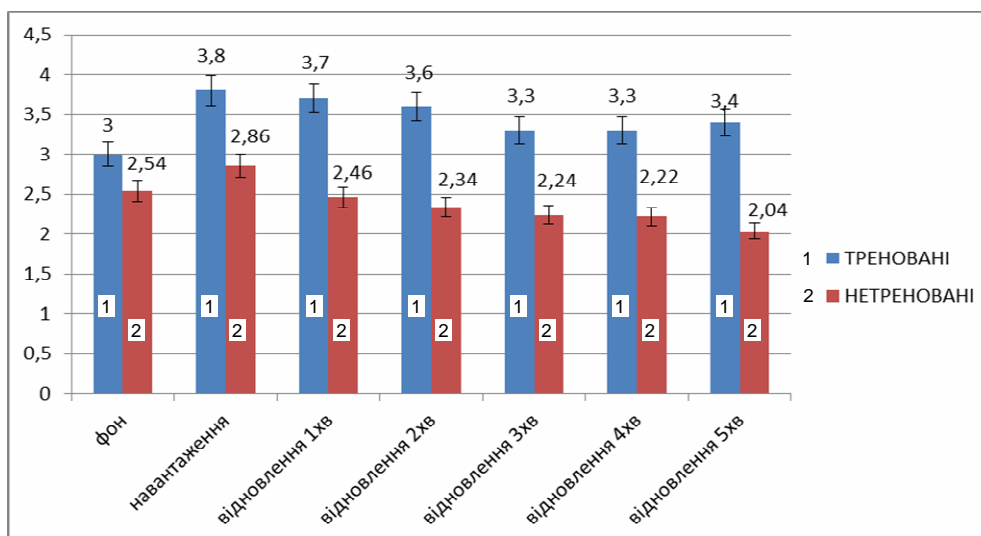


Рис. 4. Показник потужності роботи міокарда у спортсменів та неспортсменів при фізичному навантаженні

Порівнюючи показники серцевого індексу в стані спокою і стані відновлення у тренованих осіб, варто відзначити таке: у спокої та під час відновлення на першій хвилині серцевий індекс дорівнює $2,6 \pm 0,1$ л/(хв·м²) та $3,5 \pm 0,1$ л/(хв·м²) відповідно, що є достовірно вищим ($p \leq 0,05$) порівняно зі станом спокою. У нетренованих осіб значення серцевого індексу у стані спокою та під час відновлення статистично достовірно не відрізняються, проте зменшуються порівняно зі станом спокою вже на другій хвилині. Варто відзначити, що величини серцевого індексу на етапі відновлення хоча і зменшуються, проте не досягають значень, відмічених у стані спокою. Для осіб, які не займаються спортом, на етапі після навантаження серцевий індекс має більш хвилеподібний характер змін – відновлення до фонових значень відмічається на другій хвилині, а на третій хвилині показник набуває найменшого значення $2,25 \pm 0,5$ л/(хв·м²). Наступні, четверта і п'ята, хвилини характеризуються зростанням показника (рис. 5).

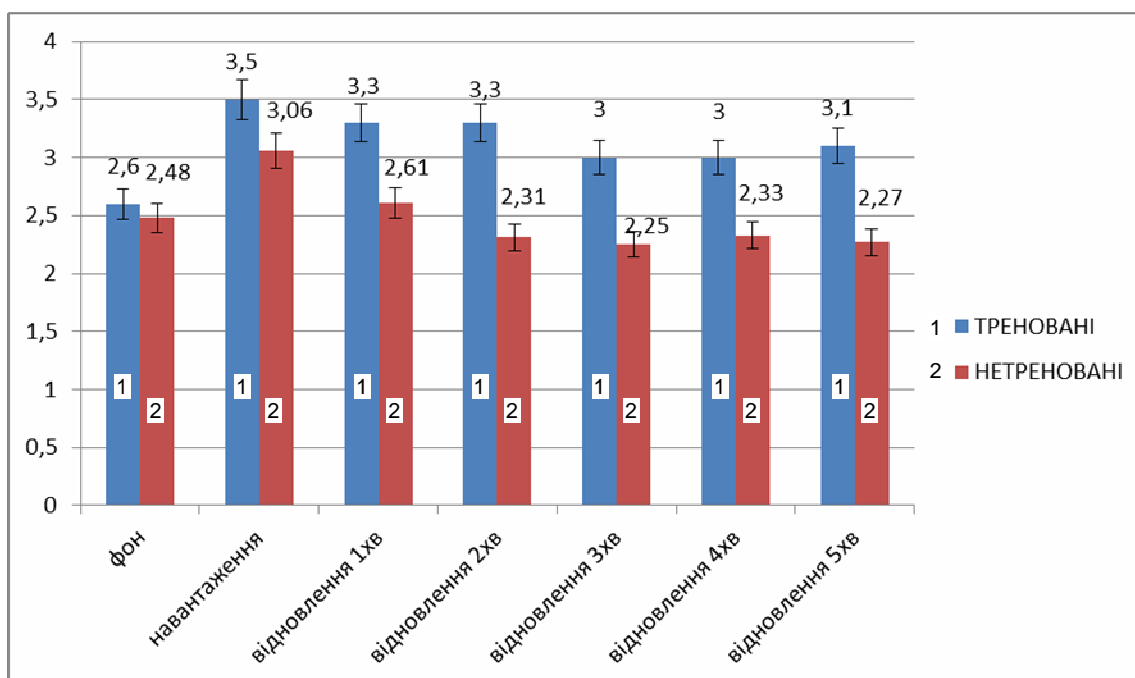


Рис. 5. Серцевий індекс у тренованих та нетренованих людей в умовах відновлення після фізичного навантаження

Отже, при виконанні фізичного навантаження спортсменами і нетренованими особами спостерігається збільшення показників центральної гемодинаміки. Частота серцевих скорочень характеризується нижчими значеннями у спортсменів, ніж у нетренованих досліджуваних. Під час відновлення організму у спортсменів ЧСС зменшується і досягає фоновому рівня на третій хвилині. У нетренованих осіб значення ЧСС значно вищі, ніж у спортсменів, і наближаються до фоновому значення на третій та четвертій хвилині. Решта аналізованих показників теж виявляє вищі значення у групі тренованих осіб порівняно із однолітками, що не займаються спортом.

У спортсменів УОК не повертається до рівня фоновому після виконання фізичних навантажень упродовж усіх п'яти хвилин відновлення, тоді як у нетренованих досліджуваних відбувається зменшення показника відносно фоновому значення упродовж цього часу. Потужність роботи міокарда у спортсменів зменшується поступово протягом п'яти хвилин, що може свідчити про збереження тонічного стану, тоді як у нетренованих спостерігається падіння показника нижче фоновому значення вже на першій хвилині відновлення.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Отже, на основі проведених експериментів ми зробили такі висновки:

Під час фізичних навантажень у тренованих та нетренованих осіб спостерігається підвищення досліджуваних показників порівняно із станом спокою.

Зростання хвилинного об'єму крові відмічене в обох групах досліджуваних при фізичному навантаженні, досягається у спортсменів через зростання ударного об'єму крові, а у досліджуваних, що не займаються спортом регулярно, – через зростання ЧСС.

На етапі відновлення після фізичного навантаження спостерігається ряд особливостей динаміки досліджуваних показників: значення ударного об'єму крові та потужності роботи міокарда в групі нетренованих осіб досягають нижчого рівня, ніж відмічений у стані спокою.

Значення серцевого індексу в групі осіб, які не займаються спортом професійно, є нижчими, ніж у групі спортсменів, що вказує на вищий рівень ефективності роботи міокарда саме у тренуваних осіб.

Організм спортсменів характеризується вищими резервними можливостями серцево-судинної системи, про що свідчить більш ефективне зростання ХОК через підвищення рівня УОК та швидке відновлення досліджуваних показників після навантаження, що не спостерігається у групі осіб, які не займаються спортом постійно.

Це дослідження можна продовжити у напрямі вивчення особливостей відповіді організму тренуваних і нетренованих осіб, враховуючи стать, а також вік, адже правильна організація фізичних навантажень та ефективного відновлення може значно допомогти в реалізації наукового підходу до тренувального процесу. Варто, очевидно, вивчити особливості показників кардіореспіраторної системи у досліджуваних, що мають різну спортивну кваліфікацію.

Джерела та література

1. Ванюшин Ю. С. Типы адаптации кардиореспираторных функций спортсменов к физической нагрузке / Ю. С. Ванюшин // Физиология человека. – М. : Академия, 1999. – Т. 25, № 3. – С. 91–93.
2. Гундаров І. А. Про нормативи центральної гемодинаміки, визначених методом тетраполярної грудної реографії / І. А. Гундаров, Ю. Т. Пушкар, Є. М. Константинов // Наук. вісн. ХНУ. – 1983. – № 4. – С. 26–28.
3. Карпман В. Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В. Л. Карпман, Б. Г. Любина. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
4. Меерсон Ф. З. Адаптація до стресових ситуацій та фізичних навантажень / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшеннікова. – М. : Медицина, 1988. – 256 с.
5. Погодіна С. В. Вікові особливості реакцій кардіореспіраторної системи плавців в умовах адаптації до специфічних фізичних навантажень : автореф. дис. ... канд. біол. наук : спец. 03.00.13 «Фізіологія людини і тварини» / Погодіна С. В. – Сімферополь, 2004. – 26 с.
6. Терщук М. М. Адаптація кардіореспіраторної системи до стандартних фізичних навантажень спортсменів різної спеціалізації і віку 19–21 років / М. М. Терщук // Теорія і методика фізичного виховання та спорту. – 2008. – № 8. – С. 21–24
7. Шевчук Т. Я. Особливості стану показників центральної гемодинаміки при недостатності кровобігу в підлітків / Т. Я. Шевчук, О. В. Усова // Наук. вісн. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2009. – № 9. – С. 43–46.

Журавлєв Александр, Сыч Надежда, Полинко Юлия, Киричук Елена. Особенности функционирования кардиореспираторной системы в условиях восстановления после физической нагрузки. Проанализированы функциональные особенности системы кровообращения у спортсменов и нетренированных лиц в условиях восстановления после физической нагрузки. Рассмотрены особенности динамики показателей кровотока на этапах восстановления. Изучены особенности кардиогемодинамического обеспечения адаптационных изменений, возникающих в ответ на дозированные физические нагрузки в двух группах испытуемых.

Ключевые слова: частота сердечных сокращений, минутный объем крови, ударный объем крови, мощность работы миокарда, сердечный индекс, восстановление.

Zhuravlov Oleksandr, Sych Nadiya, Polinko Yuliya, Kyrychuk Olena. Features of the Cardiorespiratory System Functioning During the Recovery Period after Physical Exercises. The functional features of the circulatory system in athletes and untrained subjects in conditions of recovery after exercises were analyzed. The features of the blood flow dynamics in the recovery phases and cardio-hemodynamical provide of adaptive changes that occur in response to exercise stress in the two groups people were shown.

Key words: heart rate, cardiac blood volume, stroke volume of blood, the power of the myocardium, cardiac index, recovery.

Стаття надійшла до редколегії
16.04.2014 р.

Тетяна Качинська

Статеві особливості міжпівкулевої асиметрії викликаних потенціалів кори головного мозку у правшів та лівшів

Дослідження проведено на 80 особах різної статі, поділених за типом сенсо-моторної асиметрії на правшів та лівшів. Незалежно від статі та типу сенсо-моторної асиметрії, за швидкістю сприйняття та обробки зорової інформації зафіксовано домінування лівої півкулі, а за значеннями амплітуд – вищі активаційні процеси в зонах правої півкулі.

Ключові слова: викликані потенціали, амплітуда, пікова латентність, правші, лівші.

Постановка наукової проблеми та її значення. У нинішній час гендерна проблема належить до найбільш дискусійних не тільки у вітчизняній, а й у світовій психофізіології. У сучасних дослідженнях доведено участь кожної з півкуль у здійсненні вербальних і невербальних функцій [4, с. 390].

Теорія функціональної асиметрії мозку містить дані про те, що особливості латералізації та взаємодії правої і лівої півкуль мозку впливають на формування мовних здібностей та детерміновані статтю. Ліва півкуля в чоловіків активно гальмує структури правої півкулі. Дифузне представництво мовних функцій у лівій півкулі в чоловіків може призвести до дифузного гальмування правої півкулі в процесі мовлення. На відміну від чоловіків, у жінок гальмівні впливи лівої півкулі на праву можуть бути менш генералізовані. При цьому локальність гальмівних впливів може сприяти кооперації правої і лівої півкуль для забезпечення вербальних функцій у жінок при значній участі корково-підкіркових зв'язків [1, с. 29].

Загальноприйнятим є погляд, згідно з яким у правшів у лівій півкулі здійснюється послідовна обробка вхідних сигналів. Права півкуля забезпечує конкретно-образне та інтуїтивне мислення і «працює» з невербальним матеріалом, відповідаючи за певні навички під час обробки просторових сигналів. Інформація, що надходить у цю півкулю, аналізується одномоментно і цілісним способом. «Просторова» права і «часова» ліва півкулі спільно виконують важливу роль у більшості видів когнітивної діяльності [6, с. 12]. У лівшів різної статі нейрофізіологічні механізми особливостей організації головного мозку під час подачі стимулів різної значимості і природи на сьогодні вивчені недостатньо. Тому **мета роботи** полягала у вивченні особливостей міжпівкулевої асиметрії викликаних потенціалів кори головного мозку під час сприйняття зорової інформації у хлопців та дівчат із різним типом сенсо-моторної асиметрії.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведено на 80 добровольцях чоловічої та жіночої статі віком 17–18 років, студентах I курсу Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. За типом сенсо-моторної асиметрії досліджуваних було поділено на дві групи: правші й лівші. Для визначення сенсорної та моторної асиметрії використовували відповідні тести [3, с. 115; 6, с. 74].

Зорові викликані потенціали (ВП) кори головного мозку реєстрували тахістоскопічно за допомогою системи комп'ютерної електроенцефалографії «DX-5000 Practic». Реєстрацію ВП проводили за загальноприйнятою методикою ЕЕГ – системою «10–20 %» від 16-ти електродів. Досліджувані перебували у спеціально обладнаній кімнаті (екранованій, світло- та звукоізолюваній) у стані спокійного неспання із заплющеними очима, у положенні сидячи.

Вивчення викликаних потенціалів кори головного мозку проводили в умовах ритмічної фотостимуляції (100 стимулів) за допомогою фотостимулятора. Під час запису зорових ВП очі в досліджуваних були заплющені, щоб уникнути неприємних суб'єктивних відчуттів, викликаних світловими спалахами. Як стимули використовували спалахи світла інтенсивністю 0,3 Дж, частотою 2 Гц та тривалістю 47 мс. Міжстимульний інтервал становив 1,5–2 с, що дало можливість уникнути звикання до періодичності [5, с. 69].

Для виділення зорових ВП із нативної ЕЕГ проводили 100 сумаций. Отримані ВП в подальшому аналізували в симетричних лобових (F3, F4), скроневих (T3, T4), центральних (C3, C4), тім'яних (P3, P4) та потиличних (O1, O2) відведеннях.

Аналіз характеристик ВП охоплював вимірювання амплітуди (А) від ізоїнії в мікрвольтах (мкВ) і пікової латентності (ПЛ) – у мілісекундах (мс). Тракткування значень ВП кори головного мозку проводили з урахуванням етапів сприйняття й обробки інформації з теорії А. М. Іваницького [8, с. 241].

У процесі обробки стимулу виділяли етапи: I – етап сенсорного аналізу (перші 100 мс), що включає ранні компоненти ВП – P_0 , N_1 і P_1 ; II – етап інформаційного синтезу сенсорної інформації в інтервалі 100–200 мс, що включає компоненти ВП – N_2 , P_2 ; III – етап категоризації стимулу і прийняття рішення – понад 200 мс), відображений у пізніх компонентах – N_3 , P_3 , N_4 , P_4 , N_5 і P_5 [5, с. 69; 8, с. 243].

Статистичну обробку проводили з використанням пакета програм «STATISTICA 6» чи MS Excel 2010. Здійснювали визначення середнього значення показника (M), величину середньої похибки ($\pm m$). Результати подано у вигляді $M \pm m$. При нормальному розподілі змінних для визначення різниці між двома незалежними групами використовували непарний t-критерій Стьюдента, а при непараметричному – критерій Вілкоксона–Манна–Вітні. Різницю між двома середніми величинами вважали достовірною при значеннях $t \geq 2,0$ і $p \leq 0,05$ [7, с. 547]. У результаті проведеного дисперсійного аналізу (без урахування фактору «відведення») найбільш значимим фактором виявився «тип сенсо-моторної асиметрії». Залежність значень пікових латентностей та амплітуд від фактору «сенсо-моторна асиметрія» була статистично достовірною щодо більшості компонентів ВП.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Аналіз міжпівкулевої асиметрії ЗВП у юнаків-правшів під час фотостимуляції показав, що незалежно від етапу обробки зорової інформації коротші пікові латентності компонентів зафіксовано в лівій півкулі, а вищі значення амплітуд – у правій. Так, на етапі сенсорного аналізу статистично достовірно ($p \leq 0,05$) коротші ПЛ виявлено в лівому лобовому (P_0 : $37 \pm 4,0$ мс / $57,7 \pm 7,5$ мс) і скроневому (P_0 : $36 \pm 4,4$ мс / $56 \pm 8,4$ мс, N_1 : $74 \pm 8,1$ мс / $127 \pm 15,3$ мс, P_1 : $112 \pm 9,9$ мс / $162 \pm 14,3$ мс) відведеннях. На II і III етапах перцептивного акту коротші пікові латентності ($p \leq 0,05$) зафіксовано в скроневому (N_2 : $156 \pm 11,3$ мс / $211 \pm 15,6$ мс, P_2 : 201 ± 13 мс / $257 \pm 21,3$ мс, N_3 : $242 \pm 13,3$ мс / $302 \pm 20,5$ мс, P_3 : $282 \pm 15,2$ мс / $354 \pm 22,6$ мс) і центральному (P_2 : $223 \pm 15,2$ мс / $263 \pm 11,2$ мс, P_3 : $308 \pm 13,2$ мс / $363 \pm 13,4$ мс, N_4 : $346 \pm 18,6$ мс / $415 \pm 13,8$ мс) відведеннях лівої півкулі. Більші значення амплітуд ($p \leq 0,05$) на I етапі відзначено в правому скроневому (P_1 : $0,6 \pm 0,3$ мкВ / $2,5 \pm 0,5$ мкВ) і центральному (N_1 : $1,0 \pm 0,5$ мкВ / $3,1 \pm 0,4$ мкВ, P_1 : $1,0 \pm 0,3$ мкВ / $2,5 \pm 0,4$ мкВ) відведеннях, порівняно з лівим. На етапі категоризації стимулу статистично достовірно ($p \leq 0,05$) вищі значення амплітуд виявлено в правому лобовому відведенні порівняно з лівим (N_3 : $1,6 \pm 0,2$ мкВ / $2,8 \pm 0,5$ мкВ) (рис. 1).

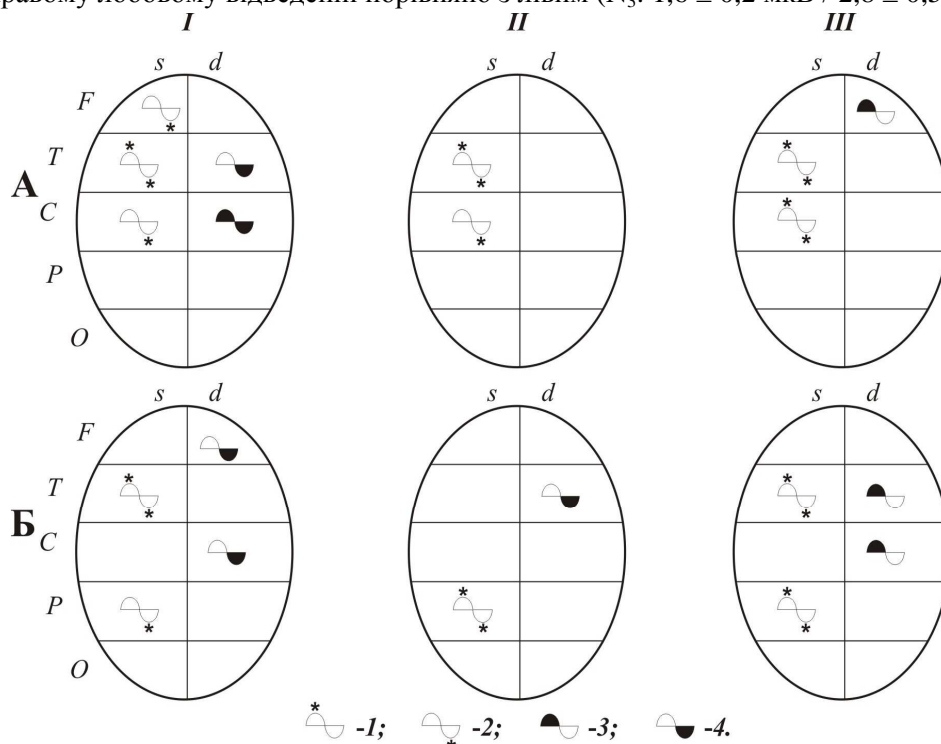


Рис. 1. Схема міжпівкулевої асиметрії ЗВП у юнаків (А) та дівчат (Б) із правим типом сенсо-моторної асиметрії на етапах сенсорного аналізу (I), інформаційного синтезу (II) і категоризації стимулу (III) під час ритмічної фотостимуляції ($p \leq 0,05$): 1 – достовірно коротші ПЛ негативного компонента ВП; 2 – достовірно коротші ПЛ позитивного компонента ВП; 3 – достовірно вищі значення амплітуд негативного компонента ВП; 4 – достовірно вищі значення амплітуд позитивного компонента ВП. Зони кори великих півкуль: F – лобова, Т – скронева, С – центральна, Р – тім'яна, О – потилична; s – ліва, d – права півкулі

У дівчат-правшів під час фотостимуляції зафіксовано подібну тенденцію. Так, статистично достовірно ($p \leq 0,05$) коротші пікові латентності відзначено в скроневому (P_0 : $38 \pm 4,0$ мс / $63 \pm 7,8$ мс, N_1 : $76 \pm 6,1$ мс / $102 \pm 10,1$ мс, N_3 : $239 \pm 15,7$ мс / $291 \pm 14,0$ мс, P_3 : $291 \pm 17,0$ мс / $336 \pm 15,6$ мс, N_4 : $335 \pm 17,7$ мс / $386 \pm 12,6$ мс, P_4 : $367 \pm 18,7$ мс / $434 \pm 13,2$ мс) і тим'яному (P_1 : $134 \pm 14,0$ мс / $164 \pm 6,9$ мс, N_2 : $175 \pm 17,4$ мс / $222 \pm 9,0$ мс, P_2 : $234 \pm 16,7$ мс / $271 \pm 10,4$ мс, N_4 : $345 \pm 19,1$ мс / $400 \pm 15,0$ мс, P_4 : $362 \pm 23,1$ мс / $449 \pm 15,5$ мс) відведеннях лівої півкулі головного мозку порівняно з правою. Амплітуди компонентів ВП мали вищі значення ($p \leq 0,05$): на I етапі перцептивного акту в лобовому (P_0 : $1,1 \pm 0,3$ мкВ / $2,3 \pm 0,4$ мкВ) і центральному (P_0 : $0,6 \pm 0,2$ мкВ / $1,5 \pm 0,3$ мкВ) відведеннях правої півкулі, II і III етапах – у скроневому (P_2 : $1,2 \pm 0,3$ мкВ / $2,5 \pm 0,5$ мкВ, N_4 : $0,5 \pm 0,2$ мкВ / $1,5 \pm 0,3$ мкВ) і центральному (N_3 : $0,7 \pm 0,3$ мкВ / $1,5 \pm 0,3$ мкВ) відведеннях цієї ж півкулі порівняно з лівою (рис. 1).

Аналіз міжпівкулевої асиметрії у юнаків-лівшів показав, що ділянки лівої півкулі, порівняно з правою, швидше обробляють зорову інформацію, про що свідчать статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші значення ПЛ у лівих лобовому (P_1 : $118 \pm 10,2$ мс / $176 \pm 19,2$ мс, N_2 : $178 \pm 11,9$ мс / $247 \pm 20,5$ мс, P_2 : $225 \pm 11,1$ мс / $287 \pm 19,1$ мс, N_4 : $351 \pm 8,7$ мс / $415 \pm 24,1$ мс, P_4 : $391 \pm 10,9$ мс / 458 ± 21 мс), скроневому (N_1 : $75 \pm 7,5$ мс / $105 \pm 5,9$ мс, P_1 : $111 \pm 10,1$ мс / $179 \pm 7,7$ мс, N_2 : $161 \pm 9,7$ мс / $248 \pm 12,7$ мс, P_2 : $215 \pm 12,3$ мс / $269 \pm 17,3$ мс, N_3 : 258 ± 11 мс / $343 \pm 16,6$ мс) та тим'яному (N_2 : $187 \pm 12,9$ мс / $232 \pm 9,4$ мс, P_2 : $237 \pm 11,2$ мс / $273 \pm 11,8$ мс, N_3 : $278 \pm 16,3$ мс / $322 \pm 12,0$ мс, P_3 : $319 \pm 15,1$ мс / $372 \pm 14,5$ мс) відведеннях на всіх етапах перцептивного акту. Статистично достовірно ($p \leq 0,05$) вищі значення амплітуд компонентів ВП зафіксовано в скроневому (N_1 : $1,0 \pm 0,3$ мкВ / $2,8 \pm 0,3$ мкВ) та потиличному (N_1 : $1,5 \pm 0,6$ мкВ / $3,6 \pm 0,8$ мкВ) відведеннях правої півкулі, порівняно з лівою півкулею, лише на I етапі перцептивного акту (рис. 2).

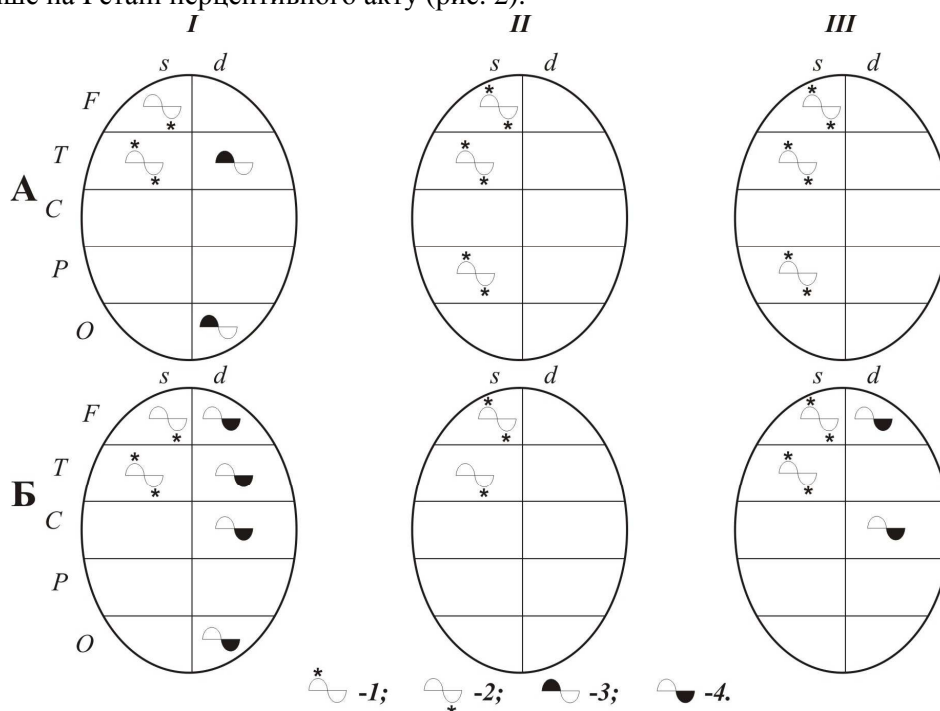


Рис. 2. Схема міжпівкулевої асиметрії ЗВП у юнаків (А) та дівчат (Б) із лівим типом сенсо-моторної асиметрії на етапах сенсорного аналізу (I), інформаційного синтезу (II) і категоризації стимулу (III) під час ритмічної фотостимуляції ($p \leq 0,05$). Позначення див. на рис. 1.

У дівчат-лівшів під час ритмічної фотостимуляції на всіх етапах перцептивного акту швидшими в процесі сприйняття та обробки зорової інформації були також ділянки лівої півкулі, а більш активними – зони правої. Статистично достовірно ($p \leq 0,05$) коротші пікові латентності зафіксовано в лівих лобовому (P_1 : $130 \pm 7,9$ мс / $172 \pm 11,3$ мс, N_2 : $171 \pm 7,8$ мс / $260 \pm 13,2$ мс, P_2 : $215 \pm 8,9$ мс / $286 \pm 13,1$ мс, N_3 : $266 \pm 9,1$ мс / $350 \pm 16,9$ мс, P_3 : $303 \pm 10,6$ мс / $381 \pm 16,4$ мс) та скроневому (N_1 : $79 \pm 6,0$ мс / $96 \pm 5,2$ мс, P_1 : $121 \pm 9,2$ мс / $160 \pm 12,5$ мс, N_2 : $152 \pm 9,1$ мс / $191 \pm 15,8$ мс, P_3 : $277 \pm 13,8$ мс / $327 \pm 20,3$ мс, N_4 : $318 \pm 14,0$ мс / $377 \pm 23,0$ мс) відведеннях порівняно з правими. Достовірно ($p \leq 0,05$) вищі амплітуди на етапі сенсорного аналізу виявлено в правих лобовому (P_0 : $1,3 \pm 0,3$ мкВ / $5,3 \pm 1,3$ мкВ), центральному (P_0 : $0,7 \pm 0,3$ мкВ / $1,4 \pm 0,2$ мкВ), скроневому (P_1 : $1,0 \pm 0,3$ мкВ / $2,2 \pm 0,5$ мкВ) і поти-

личному (P_1 : $3,6 \pm 0,7$ мкВ / $5,1 \pm 0,8$ мкВ) відведеннях, порівняно з лівими; на етапі категоризації стимулу – в правих лобовій (P_5 : $0,5 \pm 0,2$ мкВ / $2,1 \pm 0,4$ мкВ) і тім'яній (N_5 : $0,7 \pm 0,3$ мкВ / $1,6 \pm 0,2$ мкВ) ділянках (рис. 2).

Таким чином, незалежно від типу сенсо-моторної асиметрії та статі досліджуваних осіб під час ритмічної фотостимуляції на всіх етапах перцептивного акту швидше сприйняття сенсорної інформації здійснювали ділянки лівої півкулі, тоді як більш активними були ділянки правої півкулі.

Аналіз компонентів ВП за амплітудно-часовими характеристиками у юнаків та дівчат із різним типом сенсо-моторної асиметрії показав статистично достовірну різницю тільки за значеннями амплітуд хвиль ВП. Так, у групі правшів різної статі вищу активацію ділянок кори головного мозку на всіх етапах сприйняття та обробки зорової інформації зафіксовано у дівчат, порівняно з юнаками, у центральному (N_1 : юнаки $1,0 \pm 0,5$ мкВ / дівчата $2,4 \pm 0,5$ мкВ), скроневого (N_3 : юнаки $1,0 \pm 0,3$ мкВ / дівчата $1,7 \pm 0,3$ мкВ) та тім'яному (N_2 : юнаки $1,1 \pm 0,5$ мкВ / дівчата $3,0 \pm 0,6$ мкВ) відведеннях лівої півкулі і тім'яному відведенні правої (P_1 : юнаки $1,8 \pm 0,4$ мкВ / дівчата $3,7 \pm 0,5$ мкВ). У лівшів різної статі відзначено таку ж тенденцію: статистично достовірно більші значення амплітуд компонентів ВП у дівчат, порівняно з юнаками, у лобовому (P_0 : юнаки $1,9 \pm 0,5$ мкВ / дівчата $5,3 \pm 1,3$ мкВ), тім'яному (P_2 : юнаки $1,6 \pm 0,4$ мкВ / дівчата $3,0 \pm 0,5$ мкВ) та потиличному (P_2 : юнаки $0,9 \pm 0,9$ мкВ / дівчата $3,6 \pm 0,8$ мкВ) відведеннях правої півкулі і скроневого (N_1 : юнаки $1,0 \pm 0,3$ мкВ / дівчата $2,7 \pm 0,6$ мкВ) та лобовому (N_4 : юнаки $1,1 \pm 0,3$ мкВ / дівчата $2,6 \pm 0,2$ мкВ) відведеннях правої півкулі. У дівчат-лівшів, порівняно з юнаками цієї ж групи, хоча статистично достовірних відмінностей не зафіксовано, але відзначено коротші ПЛ компонентів ВП.

У досліджуваних, незалежно від статі і типу мануальної асиметрії, зафіксовано загальну особливість – домінування лівої півкулі за швидкістю сприйняття та обробки зорової інформації, що, можливо, пов'язано із центральною роллю цієї півкулі як видової ознаки людини [9, с. 483] і може означати, що ця півкуля провідна в здійсненні адаптаційних процесів до запропонованої діяльності. За значеннями амплітуд компонентів ВП виявлено вищі активаційні процеси під час сприйняття та обробки зорової інформації у відведеннях правої півкулі. Отримані дані узгоджуються з принципом компліментарності, коли ліва півкуля випереджає праву в сприйнятті інформації, а права, отримуючи інформацію самостійно або через ліву, є провідною в обробці інформації [2, с. 252]. Можливо, складна когнітивна діяльність більше впливатиме на особливості міжпівкулевої асиметрії в осіб різної статі і типу сенсо-моторної асиметрії, однак навіть подразнення мозку ритмічною фотостимуляцією показує роль і важливість кожної з півкуль у здійсненні цього виду діяльності та більш високу активацію ділянок кори головного мозку в осіб жіночої статі з різним типом сенсо-моторної асиметрії, порівняно з юнаками.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Незалежно від статі та типу сенсо-моторної асиметрії, за швидкістю сприйняття та обробки зорової інформації зафіксовано домінування лівої півкулі, за значеннями амплітуд – більш високі активаційні процеси в зонах правої півкулі.

У подальшому планується вивчення особливостей міжпівкулевої асиметрії у хлопців та дівчат із різним типом сенсо-моторної асиметрії під час когнітивної діяльності та в процесі онтогенезу.

Джерела та література

1. Белов Д. П. Влияние пола на пространственную синхронизацию ЭЭГ / Д. П. Белов, М. Е. Кануников, Н. А. Кавшбая / Рос. физиол. журн. – 1997. – Т. 83, № 7. – С. 28–36.
2. Бианки В. Л. Механизмы парного мозга / В. Л. Бианки. – Л. : Наука, 1989. – 264 с.
3. Брагина Н. И. Функциональные асимметрии человека / Н. И. Брагина, Т. А. Доброхотова. – М. : Медицина, 1988. – 237 с.
4. Вольф Н. В. Половой диморфизм функциональной организации мозга при обработке речевой информации. Функциональная межполушарная асимметрия : [хрестоматия] / Н. В. Вольф, О. М. Разумникова. – М. : Науч. мир, 2004. – С. 389–410.
5. Гнездецкий В. В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике / Виктор Васильевич Гнездецкий. – М. : МЕДпресс-информ, 2003. – С. 66–74.
6. Доброхотова Т. А. Левши / Т. А. Доброхотова, Н. Н. Брагина. – М. : Книга, 1994. – 232 с.
7. Елисеева И. И. Общая теория статистики / И. И. Елисеева. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 656 с.
8. Иваницкий А. М. Мозговая основа субъективных переживаний: гипотеза информационного синтеза / А. М. Иваницкий // Журн. высш. нерв. деятельности. – 1996. – Т. 46, № 2. – С. 241–252.
9. Исследование межполушарной асимметрии мозга при решении задачи пространственно-образного профиля / А. Ю. Степанян, В. Г. Григорян, А. Н. Аракелян [и др.] // Журн. высш. нерв. деятельности. – 2003. – Т. 53, № 4. – С. 480–484.

Качинская Татьяна. Половые особенности межполушарной асимметрии вызванных потенциалов коры головного мозга у правшей и левшей. Цель исследования заключалась в изучении особенностей межполушарной асимметрии вызванных потенциалов коры головного мозга при восприятии зрительной информации у лиц с разным типом сенсомоторной асимметрии. Исследование проведено на 80 испытуемых мужского и женского пола, 17–18 лет, которых поделили на две группы: правши и левши. Изучение вызванных потенциалов коры головного мозга проводилось в условиях ритмической фотостимуляции (100 стимулов). В испытуемых, независимо от пола и типа мануальной асимметрии, зафиксировано общую особенность – доминирование левого полушария по скорости восприятия и обработки зрительной информации. По значениям амплитуд компонентов ВП выявлено более высокие активационные процессы во время восприятия и обработки зрительной информации в отведениях правого полушария.

Ключевые слова: вызванные потенциалы, амплитуда, пиковая латентность, правши, левши.

Kachynska Tetiana. Gender Peculiarities of Visual Evoked Potential Interhemisphere Asymmetry of Right- and Left-Handers. 80 subjects, 17–18 years old, sorted into groups of left- and right-handers, both males and females took part in the study. The brain cortex evoked potentials study was held under conditions of rhythmic photostimulation (100 stimuli total). Brain cortex visual EP computer study was carried using amplitude-time brain cortex EP features analysis. The subjects were characterized by specific feature – the dominance of left hemisphere in visual information speed perception and further processing, independently of sex and manual asymmetry type. The higher activation processes during visual information perception and processing, according to evoked potentials components amplitude values, were observed in the areas of right hemisphere.

Key words: evoked potentials, amplitude, peak latency, right-handers, left-handers.

Стаття надійшла до редколегії
22.04.2014 р.

УДК 575:174.4

Олена Лановенко

Аналіз селективної дії природного добору за показниками плодових репродуктивних втрат

У статті проаналізовано можливість оцінки селективної дії природного добору в людських популяціях за частотою та динамікою плодових репродуктивних втрат. Показано, що популяції з різною генетико-демографічною структурою відрізняються частотою ранніх мимовільних викиднів, які мають високу спадкову компоненту. На фоні зниженого ризику виникнення репродуктивних втрат у популяціях Херсонської області спостерігається статистично достовірне зростання поширеності вроджених вад розвитку новонароджених.

Ключові слова: мимовільні викидні ранніх термінів гестації, популяційно-генетичний моніторинг, природний добір.

Постановка наукової проблеми та її значення. У популяціях людини селективна дія природного добору у вигляді формування вроджених вад та диференційної плідності надає перевагу тим чи іншим генотипам, спричинюючи адаптивні зміни в генетичній структурі популяцій. Ці зміни – результат відносних внесків різних генотипів із частини популяції, що розмножується, у генофонд наступного покоління за рахунок їх диференційного відтворення або життєздатності [1; 2]. Непропорційне вибіркове відтворення певних генотипів спричинює несприятливі процеси, які призводять до зниження пристосованості популяцій [3, с. 58].

Вважається, що завдяки успіхам медицини тиск природного добору, особливо у промислово розвинених країнах, значно знизився. Однак, за підрахунками Л. Пенроуза (Penrose, 1955), виконаними для європейського населення, 15 % людських ембріонів гинуть на ранніх стадіях розвитку (мимовільні викидні), 3 % становлять мертвонародження, 2 % – неонатальна смертність, 3 % – смертність до настання репродуктивного віку, 20 % осіб не одружуються і 10 % шлюбів є безплідними. Донині ці цифри могли тільки зрости, отже не менше половини первинного генофонду не відтворюється в наступному поколінні [1, с. 265].

© Лановенко О., 2014

Адаптованість популяцій людини до умов існування тісно пов'язана з розмірами генетичного тягаря. Відзначають поширення непліддя в шлюбах, зниження фертильності, невиношування вагітності, зростання патологій у жінок репродуктивного віку, пренатальної і постнатальної смертності немовлят, зміну вітальних характеристик нащадків [4, с. 81]. Для підтримання стабільної чисельності популяція повинна мати надмірну плідність для компенсації сегрегаційного та мутаційного тягаря [1].

Специфічна генетико-демографічна структура популяцій обумовлює відмінності між ними за адаптованістю до умов навколишнього середовища та величинами показників генетичного здоров'я. Модель генетичного моніторингу, яку запропонував академік Ю. П. Алтухов (1989), передбачає проведення селективного скринінгу матеріалу мимовільних викиднів із точною оцінкою їх частоти у всій контрольованій популяції [1, с. 275], що може слугувати показником інтенсивності селективної дії природного добору в ембріогенезі.

Переважає більшість викиднів припадає на перший триместр вагітності (до 12 тижнів), решта – на 2-й і 3-й триместри. Найпоширенішими чинниками невиношування першого триместру вагітності є хромосомні аномалії плоду, оскільки при дослідженні викиднів у 60–80 % ембріонів виявлено кількісні або структурні перебудови хромосом. Тому мимовільні викидні першого триместру вважають інструментом дії природного добору, який забезпечує диференційне виживання та диференційну плодючість різних генотипів і відповідних фенотипів.

Кожна популяція має специфічну генетико-демографічну структуру, яка обумовлює відмінності між ними у пристосованості до умов навколишнього середовища. Тому популяційно-генетичний аналіз селективної дії добору в регіональному аспекті за частотою репродуктивних втрат, зокрема за поширеністю ранніх мимовільних викиднів, є важливим складником медико-генетичного моніторингу та прогнозування.

Мета статті – оцінка селективної дії природного добору й адаптивних змін у генетичній структурі популяцій за частотою та динамікою плодових репродуктивних втрат, зокрема мимовільних викиднів ранніх термінів гестації.

Завдання дослідження – провести популяційно-генетичний аналіз диференційної плідності в популяціях Херсонської області (на прикладі раннього невиношування вагітності).

Матеріал і методи. Для вирішення сформульованих завдань та досягнення мети використовували такі показники: кількість зареєстрованих вагітностей, пологів і новонароджених, мимовільних викиднів, мертвонароджень, викиднів за медичними показаннями. Безвибірково ретроспективно опрацьовано відповідну документацію (ф. 21 «Звіт про медичну допомогу вагітним, роділлям і породіллям», ф. 13 «Звіт про аборти», документацію Херсонського обласного медико-генетичного центру (генетичні карти). Частоту репродуктивних втрат за 2009–2013 рр. розраховували на 1000 випадків зареєстрованих вагітностей, які склали суму кількості пологів (живо- і мертвонародженими), мимовільних викиднів та абортів за медичними показаннями за формулою:

$$\text{частота репродуктивних втрат (\%)} = \frac{\text{кількість пологів, викиднів, мед. абортів, неонат. смерть (разом)}}{\text{кількість зареєстрованих вагітностей}} \times 1000$$

Аналогічним чином визначали частоту мимовільних викиднів першого триместру вагітності. Статистичне обчислення отриманих результатів (розрахунок достовірності відмінностей методом χ^2) із застосуванням програм STATISTICA та Microsoft Excel 9-2000.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. На популяційному рівні негативні демографічні процеси сприяють зниженню генетичної гетерогенності, скороченню репродуктивного та генетично ефективного обсягу популяцій, що порушує структуру генофонду. В Україні внаслідок від'ємного приросту від 1992 р. (52,056 млн) до 2010 р. (45,778 млн) втрачено понад 12 % населення [4, с. 81]. Подібна демографічна ситуація склалася і на Херсонщині: тільки за період 2002–2011 рр. унаслідок природного та міграційного скорочення чисельність населення зменшилася на 8 % (в Україні цей показник за той самий період становив 5,81 %). Найпомітнішими є депопуляційні процеси у сільській місцевості [6].

На фоні несприятливої демографічної ситуації у Херсонській області, яка унеможливує просте відтворення населення і має подальшу перспективу його скорочення, важливе значення мають репродуктивні втрати серед бажаних вагітностей у сім'ях дітородного віку. У середньому 10–25 % вагітностей завершуються невиношуванням, причому етіологічним фактором виникнення ранніх мимовільних викиднів та антенатальної загибелі плоду є генетичні дефекти [4, с. 85].

У структурі зареєстрованих вагітностей Херсонської області народженням дитини закінчувалося 96,8 % вагітностей (у сільських поселеннях – 96,24 %; у міських – 97,16 %), мимовільними викиднями – 1,83 % (зокрема мимовільними викиднями до 12 тижнів гестації – 1,46 %), абортами за медичними показаннями – 0,71 % вагітностей, мертвонародженнями – 0,66 %.

Частота репродуктивних втрат у 2009–2013 рр. у популяціях Херсонській області становила 36,26 на 1000 зареєстрованих вагітностей (табл. 1). У їхній структурі 56,47 % становили мимовільні викидні з переважанням мимовільних викиднів до 12 тижнів гестації (40,71 %), 21,41 % – аборти за медичними показаннями, 22,12 % – мертвонародження.

Частота мимовільних викиднів становила 21,68 на 1000 зареєстрованих вагітностей, зокрема мимовільних викиднів до 12 тижнів гестації – 14,02 ‰. Частота мертвонароджень становила за цей період 7,42 ‰, викиднів за медичними показаннями – 7,1 ‰.

Частота репродуктивних втрат та її складники відрізнялися у сільських та міських популяціях (табл. 1). Сумарна частота репродуктивних втрат за роки дослідження в сільських популяціях становила 41,05 ‰ і була суттєво вищою ($\chi^2 = 24,1$), ніж у місті Херсоні (29,86 ‰) за рахунок порівняно вищої частоти мимовільних викиднів (27,11 ‰), зокрема мимовільних викиднів першого триместру (15,18 ‰), викиднів за медичними показаннями (7,64 ‰). Отже, ризик мимовільних викиднів у міських мешканок є удвічі меншим.

Таблиця 1

Частота репродуктивних втрат у міських та сільських популяціях Херсонської області у 2009–2013 роках (на 1000 зареєстрованих вагітностей)

Рік	Репродуктивні втрати	Мимовільні викидні	Мимовільні викидні першого триместру	Аборти за медичними показаннями	Мертвонародження
Сумарна частота					
2009	37,77	24,77	14,10	5,16	7,84
2010	37,12	21,41	12,50	6,70	8,74
2011	36,32	21,84	17,20	7,48	7,00
2012	34,15	19,39	11,80	7,62	7,14
2013	35,92	20,97	14,50	8,55	6,40
Разом за 5 років	36,26	21,68	14,02	7,10	7,42
Міські популяції					
2009	32,97	16,34	6,50	6,10	10,53
2010	30,25	14,05	6,70	7,20	9,00
2011	28,22	13,64	8,50	5,00	10,60
2012	29,37	14,57	8,30	6,00	8,80
2013	28,47	14,40	9,40	7,65	6,42
Разом за 5 років	29,86	14,60	8,67	6,36	9,10
Сільські популяції					
2009	42,24	31,56	18,16	4,58	6,10
2010	41,79	26,89	15,70	6,36	8,54
2011	41,78	28,06	14,50	9,20	4,52
2012	36,35	21,91	10,79	8,72	6,02
2013	42,66	27,15	17,00	9,14	6,37
Разом за 5 років	41,05	27,11	15,18	7,64	6,30

Порівняно із загальноукраїнськими показниками частота репродуктивних втрат за рахунок плоду в Херсонській області суттєво нижча.

Підвищення ризику ранньої неонатальної смерті може виявитися результатом зниження ймовірності мимовільних викиднів та абортів за медичними показаннями. Тобто серед плодів, які пройшли фільтри природного добору на ранніх стадіях, відбувається той самий природний добір, але на більш пізньому етапі онтогенезу [4, с. 89].

Але зниження популяційної частоти репродуктивних втрат може призводити до підвищення поширеності в популяції вроджених вад розвитку (ВВР), тобто в цьому випадку набирає сили так званий просіювальний добір. Доказом існування такої закономірності є констатоване Р. Богатирьовою, О. Линчак, О. Тимченко (2012) статистично достовірне підвищення ризику народження живої дитини з ВВР на фоні зниженого ризику виникнення репродуктивних втрат у жінок, що проживали на території Волинської, Львівської, Харківської, Херсонської, Черкаської областей [4, с. 89].

Ця закономірність підтверджена результатами наших досліджень. На фоні зниженого ризику виникнення репродуктивних втрат у жінок Херсонської області спостерігається статистично достовірне зростання поширеності природжених вад розвитку новонароджених [7, с. 181].

Інструментом дії природного добору на генетичну структуру популяцій є мимовільні викидні першого триместру вагітності, оскільки при дослідженні викиднів від 60 до 80 % ембріонів мають хромосомні аномалії.

За даними таблиці 2, середня частота ранніх викиднів у сільських популяціях Херсонщини за період 2002–2006 рр. становила 19,32 на 1000 пологів; цей показник відповідає загальноукраїнському (19,46 %) [4]. Крім того, ми встановили, що викидні першого триместру в сільських популяціях становлять близько 55,0 % усіх зареєстрованих викиднів, що узгоджується з даними наукових публікацій в Україні [5].

Таблиця 2

Динаміка частоти спонтанних викиднів до 12 тижнів вагітності в сільських популяціях Херсонської області (2001–2012 рр.)

Район	Рік												Сумарна частота, ‰
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
	Частота (на 1000 новонароджених)												
Білозерський	0,0	14,8	13,4	43,5	29,6	17,6	16,3	20,3	20,7	9,4	19,3	19,4	18,8
Бериславський	25,8	34,6	21,1	31,7	28,4	33,3	19,0	27,2	31,4	28,1	10,3	15,4	25,0
Великоолександрівський	27,5	4,1	23,9	28,2	24,0	0,0	12,4	18,6	5,2	4,1	0,0	13,8	13,3
Великопетиський	9,9	4,1	39,5	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	20,3	0,0	15,9	10,2
Верхньорогачицький	12,1	21,3	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	32,6	0,0	0,0	18,1
Високопільський	13,9	16,8	16,1	24,8	20,6	31,6	10,5	30,0	38,5	31,3	0,0	0,0	19,8
Генічеський	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	4,8	15,6	36,4	14,5	0,0	29,2	12,7	10,4
Голопристанський	4,4	8,4	2,8	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	3,4	5,4	2,6
Горностаївський	3,3	0,0	35,1	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
Іванівський	40,5	48,8	85,3	43,2	66,2	104,2	49,4	0,0	88,2	62,5	45,5	73,2	57,9
Каланчацький	65,8	64,1	72,6	38,8	42,1	56,3	16,5	26,0	48,5	71,0	58,5	68,0	51,7
Каховський	12,9	5,3	9,6	8,4	15,7	11,3	6,6	7,4	8,2	9,3	7,8	10,5	9,3
Нижньосірогоський	20,7	37,3	16,5	22,7	45,9	25,0	13,2	95,2	56,5	42,2	65,7	49,2	33,7
Нововоронцовський	95,5	93,8	113,5	79,5	66,7	72,5	94,3	70,0	51,5	44,9	44,0	30,5	70,3
Новотроїцький	0,0	18,8	41,5	38,5	12,6	43,7	52,4	36,6	20,7	36,4	38,2	42,6	29,2
Скадовський	11,2	13,7	6,6	9,5	7,5	12,4	0,0	0,0	2,4	4,9	4,4	2,4	6,1
Цюрупинський	32,3	29,1	4,4	1,9	6,1	4,0	6,9	21,5	12,8	20,0	6,9	26,1	12,6
Чаплинський	12,0	16,3	13,3	10,4	16,6	8,7	16,9	14,0	0,0	16,3	19,0	23,0	11,5
Разом, ‰	19,1	17,5	29,3	16,3	16,6	16,9	14,5	18,8	16,2	18,5	19,7	24,3	17,3

Однак сільські популяції різних районів області суттєво відрізнялися за частотою відповідного показника: більшою була поширеність мимовільних викиднів до 12 тижнів вагітності у популяціях Бериславського (25,5 ‰), Нижньосірогоського (33,7 ‰), Новотроїцького (29,2 ‰), і значно більшою – у популяціях Іванівського (57,9 ‰), Каланчацького (51,7 ‰), Нововоронцовського (70,3 ‰) районів.

Суттєво меншою частотою мимовільних викиднів першого триместру вагітності характеризувалися сільські популяції Голопристанського (2,6 ‰), Горностаївського (3,9 ‰), Каховського (9,3 ‰), Скадовського (6,1 ‰), Великопетиського (10,2 ‰), Генічеського (10,4 ‰) районів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, селективна дія природного добору у вигляді формування вроджених вад та диференційної плідності надає перевагу тим чи іншим генотипам, спричинюючи адаптивні зміни в генетичній структурі популяцій. Середня частота ранніх викиднів у міських і сільських популяціях Херсонщини за весь період дослідження становила 17,3 на 1000 пологів. Однак сільські популяції різних районів Херсонської області значно відрізнялися за частотою відповідного показника. На фоні зниженого ризику виникнення репродуктивних втрат у жінок Херсонської області спостерігається статистично достовірне зростання поширеності природжених вад розвитку немовлят.

Перспективу подальших популяційно-генетичних досліджень убачаємо у визначенні ступеня залежності наведених вище індикаторних показників диференційної плідності від компонентів гене-

тико-демографічної структури зазначених популяцій (чисельності, шлюбно-міграційної і статевовікової структури тощо) та їхньої динаміки.

Джерела та література

1. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – М. : Наука, 1989. – 327 с.
2. Алтухов Ю. П. Проблемы адаптивной нормы в популяциях человека / Ю. П. Алтухов, О. Л. Курбатова // Генетика. – 1990. – Т. 26, № 7. – С. 583–597.
3. Алтухов Ю. П. Динамика генофондов при антропогенных воздействиях / Ю. П. Алтухов // Вестник ВОГиС. – 2004. – Т. 8, № 2. – С. 40–59.
4. Богатирьова Р. В. Генетико-демографічні процеси серед населення України / Р. В. Богатирьова, О. В. Линчак, О. І. Тимченко // Журнал НАМН України. – 2012. – Т. 18, № 1. – С. 81–91.
5. Линчак О. В. Природний добір в Україні за показниками плодових репродуктивних втрат / О. В. Линчак, О. І. Максян // Актуальні проблеми акушерства і гінекології, клінічної імунології та медичної генетики : зб. наук. пр. – 2009. – Вип. 17. – С. 190–196.
6. Лановенко О. Г. Динаміка чисельності населення півдня України як один із параметрів зміни генетико-демографічної структури популяцій / О. Г. Лановенко // Природничий альманах. Біологічні науки : зб. наук. пр. – Херсон : ПП Вишемирський, 2012. – Вип. 17. – С. 156–165.
7. Лановенко О. Г. Регіональний моніторинг природжених вад розвитку в Херсонській області / О. Г. Лановенко // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 64. – С. 177–183.

Лановенко Елена. Анализ селективного действия естественного отбора по показателям репродуктивных потерь плода. В статье анализируется возможность оценки селективного действия естественного отбора на популяционную структуру по частоте и динамике репродуктивных потерь плода. В частности, материал ранних самопроизвольных выкидышей с точной оценкой их частоты во всей исследуемой популяции может служить показателем интенсивности селективного действия естественного отбора в эмбриогенезе как важнейшего фактора, вызывающего адаптивные изменения в генетической структуре популяций. Показано, что популяции с различной генетико-демографической структурой отличаются частотой ранних спонтанных аборт, имеющих высокую наследственную компоненту. В популяциях Херсонской области в структуре репродуктивных потерь 56,47 % составляли самопроизвольные выкидыши с преобладанием выкидышей до 12 недель гестации (40,71 %), 21,41 % – аборт по медицинским показаниям, 22,12 % – мертворождения. Частота самопроизвольных выкидышей составила 21,68 на 1000 зарегистрированных беременностей, в том числе самопроизвольных выкидышей до 12 недель гестации – 14,02 ‰. Частота репродуктивных потерь и ее составляющие отличались в сельских и городских популяциях. Суммарная частота репродуктивных потерь за годы исследования в сельских популяциях составила 41,05 ‰ и была существенно выше ($\chi^2 = 24,1$), чем в городе Херсоне (29,86 ‰), за счет сравнительно высокой частоты самопроизвольных выкидышей (27,11 ‰), в частности самопроизвольных выкидышей первого триместра (15,18 ‰), выкидышей по медицинским показаниям (7,64 ‰). Снижение популяционной частоты репродуктивных потерь сопровождается статистически достоверным повышением распространенности в популяции врожденных пороков развития, что может быть объяснено селективным действием «просеивающего» отбора в период внутриутробного развития.

Ключевые слова: популяционно-генетический мониторинг, самопроизвольные аборт ранних сроков гестации, естественный отбор.

Lanovenko Olena. Analysis of the Selective Action of Natural Selection in Terms of Fetal Reproductive Losses. The article examines the possibility of estimating the selective action of natural selection on the population structure and dynamics of the frequency of fetal reproductive losses. In particular, the material of early miscarriages with an accurate assessment of their frequency in the entire study population may be an indicator of the intensity of selective action of natural selection in embryogenesis as a major factor causing adaptive changes in the genetic structure of populations. Shown that populations with different genetic and demographic structure differ in the frequency of early spontaneous abortions, with a high hereditary component. In the populations of the Kherson region in the structure of reproductive losses 56,47 % were spontaneous abortions with a predominance of abortions up to 12 weeks of gestation (40,71 %), 21,41 % – abortion for medical reasons, 22,12 % – stillbirth. Abortion rate was 21,68 per 1000 registered pregnancies, including miscarriages before 12 weeks of gestation – 14,02 ‰. Rate of reproductive loss and its components differ in rural and urban populations. The total frequency of reproductive losses during the years of research in rural populations was 41,05 ‰ and was significantly higher ($\chi^2 = 24,1$), than in the city of Kherson (29,86 ‰) due to the relatively high frequency of spontaneous abortions (27,11 ‰) in particular the first trimester miscarriages (15,18 ‰), for medical abortions (7,64 ‰). Reducing the population frequency of reproductive losses accompanied by a statistically significant increase in the population prevalence of congenital malformations that can be attributed to a selective effect "screening" selection in utero.

Key words: population genetic monitoring, miscarriages early gestation, natural selection.

Стаття надійшла до редколегії
23.04.2014 р.

**Часовий хід останнього скорочення в тетанусі *m. gastrocnemius* (сар. мед) в алкоголізованих щурів за умов критичної васкулярної ішемії задніх кінцівок.
Зміна вектора розвитку м'язової сили**

Проаналізовано зміну часового ходу і векторних характеристик останнього м'язового скорочення в послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів. Виявлено достовірні зміни вектора розвитку м'язової сили. Змін часового ходу скорочення в експериментальних групах щурів, порівняно з контролем, не виявлено.

Ключові слова: *m. gastrocnemius*, алкогольна інтоксикація, васкулярна ішемія, вектор розвитку м'язової сили, контрактильні характеристики.

Постановка наукової проблеми та її значення. Ішемічне ушкодження м'язових тканин нижніх кінцівок є однією з актуальних проблем ангіохірургії [8]. Це пов'язано з високим рівнем облітерувальних захворювань артерій нижніх кінцівок. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, хронічні облітерувальні захворювання судин нижніх кінцівок є другими за поширеністю після ішемічної хвороби серця. Зокрема, в Україні серед усіх патологій серцево-судинної системи ці захворювання становлять понад 20 % [4]. Результати епідеміологічних досліджень свідчать про залежність ступеня поширеності серцево-судинних захворювань від ступеня поширення факторів ризику серед груп населення [17].

Одним із найпоширеніших факторів несприятливого впливу на організм є алкоголь. Офіційна статистика свідчить про збільшення кількості алкоголезалежних людей у структурі популяції населення країн світу; в Україні ця цифра наближається до 800 тис. осіб [19]. Алкогольна інтоксикація різного ступеня супроводжується складними полісистемними пошкодженнями [9; 12], зокрема й захворюваннями серцево-судинної системи [15], і є поширеною причиною побутового, виробничого і дорожньо-транспортного травматизму.

Переважно при подібних травмах найбільше ушкоджуються нижні кінцівки, в яких розвивається ішемічний некроз та рабдоміоліз [1]. Попри поширеність таких травм при екологічних катастрофах, реаніматологи найчастіше відмічають їх у пацієнтів, що зазнали дорожньо-транспортної катастрофи або перебували в несвідомому стані внаслідок побутових або душевних травм чи гострої алкогольної інтоксикації [11]. В останньому випадку компресія м'язових тканин нижніх кінцівок здійснюється масою власного тіла пацієнта, призводячи до тканинної гіпоксії і розвитку ішемії. Наслідком цього є тяжкі ультраструктурні порушення у м'язовій тканині [5], що призводить до змін механічної активності скелетних м'язів [3], пришвидшує виникнення і розвиток процесу м'язової втоми [2].

Скелетні м'язи особливо резистентні до ушкоджень, тому здатні протистояти тривалим періодам ішемії [15], однак ступінь м'язової дегенерації під час ішемії залежить від типу м'язових волокон [10]. У цьому контексті до мітоксичних ефектів алкоголю, як і до тривалих термінів ішемії [10], теж найчутливіші анаеробні міофібрили [17]. Зважаючи на те, що у хворих на алкоголізм розвивається алкогольна міопатія, яка характеризується генералізацією атрофічного процесу в скелетних м'язах [13] та порушенням моторної функції [16], можна очікувати інтенсифікації проявів у таких пацієнтів наслідків ішеміє-асоційованої моторної дисфункції. У зв'язку з цим аналіз тривалих та векторних характеристик м'язового скорочення може бути чудовим маркером для оцінки наслідків спряженого впливу мітоксичного ефекту алкоголю й ішеміє-асоційованих патологічних процесів у м'язовій тканині, даючи змогу чітко інтерпретувати характер цих змін. Тому **мета роботи** – виявити зміни часового ходу і вектора розвитку сили *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів із критичною васкулярною ішемією задніх кінцівок.

Матеріали та методи. Експерименти проводили на 30 самцях щурів лінії Wistar, віком 5 місяців, яких утримували в стандартних умовах та раціоні віварію. Щурі-самці були обрані для експерименту з огляду на більший відсоток популяції анаеробних волокон у м'язах [15]. Тварин розділили на дві експериментальні групи: група I – неалкоголізовані щурі ($n = 10$, $m = 145,08 \pm 6,99$ г), група II – алкоголізовані щурі ($n = 10$, $m = 148,43 \pm 11,08$ г). Контрольна група складалася з інтактних тварин ($n = 10$, $m = 150,83 \pm 8,18$ г). Протокол експерименту був затверджений комісією з питань

біоетики СНУ імені Лесі Українки згідно з вимогами Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986).

Дослідження передбачало хронічний (30 днів) і гострий (6 годин) експерименти. Для індукції хронічної алкогольної інтоксикації тваринам із групи II протягом 30 днів ентерогастрально вводили 40%-й етиловий спирт, із розрахунку 2 мл на 100 г маси тіла [6], використовуючи епідуральний катетер: Perifix® – Epidural Catheter $d = 0,45 \times 0,85$ мм, $L = 1000$ мм («ВВBraun», Німеччина). Тваринам з експериментальної групи I перорально вводили воду.

Унілатеральна васкулярна ішемія, тривалістю 6 годин, індукувалася способом оклюзії проксимального і дистального відділів а. femoralis поліамідними нитками Nurlon 2/0 («Ethicon Inc», США). В алкоголізованих щурів ішемію індукували після завершення хронічної алкогольної інтоксикації.

Усі хірургічні процедури проводили в асептичних умовах під тіопенталовою анестезією. Евтаназію тварин здійснювали способом передозування тіопенталу натрію («ARTERIUM», Україна). Після оперативних втручань рану зашивали і дезинфікували 5%-м спиртовим розчином йоду («Віола», Україна).

При підготовці до реєстрації механічної активності m. gastrocnemius був експонований та звільнений від прилеглих тканин. Після здійснення фасціотомії проводили міотомію (відкритим способом) для відокремлення медіальної головки м'яза і тенотомію. Підготовлений препарат m. gastrocnemius (cap. med.) фіксували механічними затискачами у плексигласовій камері тензометричної установки з постійно циркулюючим фізіологічним розчином Тіроде при $t = 37 \pm 1$ °C. Дистальний сухожильний кінець м'яза прикріплювали до датчика сили. Реєстрацію механічної активності m. gastrocnemius (cap. med.) здійснювали в ізометричних умовах при безпосередній електричній стимуляції через платинові електроди (розміщені на відстані 12 мм один відносно одного) імпульсами прямокутної форми (тривалість – 0,1 мс, частота – 50 Гц, напруга – 2 В). Тривалість стимуляційного сигналу становила 3 с, час релаксації – 5 хв. Силу ізометричного скорочення м'яза реєстрували через силовий перетворювач. Датчик сили був з'єднаний із підсилювачем та комплексом АЦП–ЦАП. Аналоговий сигнал від датчика сили подавали на двоканальний аналого-цифровий перетворювач («Iris USB – Oscilloscope», ТТОВ «Відео-Інтернет Технології» Україна), розрядністю 10 біт із частотою дискретизації 1 кГц. Вихідна сила відображалася на моніторі осцилографа, з'єданого із комп'ютером через відповідне програмне забезпечення. За 100 % ізометричної сили приймали максимальну висоту амплітуди тетанусу (мВ) m. gastrocnemius (cap. med.) у контрольній групі щурів відносно ізолінії.

Для останнього скорочення в кожному послідовному тетанічному пробізі розраховували: СТ (с) (contraction time) – час від початку механічної активності до піку м'язового скорочення, HRT (с) (half-relaxation time) – час напіврозслаблення (час від піку м'язового скорочення до половини амплітуди максимальної релаксації) (рис. 1).

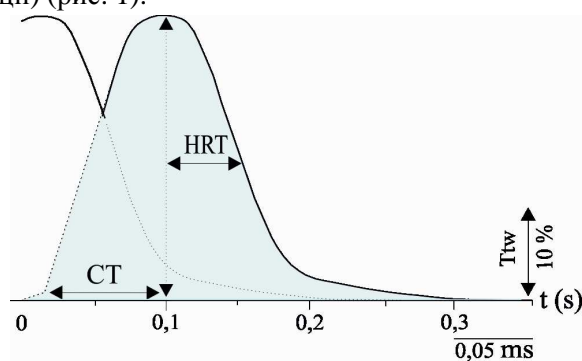


Рис. 1. Контрактильні характеристики, вимірювані для останнього скорочення в послідовних тетанічних пробігах m. gastrocnemius (cap. med.): T_{tw} (%) (twitch tension) – сила м'язового скорочення (розраховувалася як напруга цього скорочення у % від тетанічної сили м'яза)

Для оцінки швидко-силових характеристик останнього скорочення в тетанусі m. gastrocnemius (cap. med.) розраховували градієнт м'язової сили:

$$\frac{dF}{dt}$$

Для числової характеристики градієнта сили використовували час від початку механічної активності до піку м'язового скорочення (СТ) й розраховували швидко-силовий індекс, що дорівнює тангенсу кута φ :

$$\frac{F_{tw}}{CT}$$

Для аналізу механограм тетанусу використовували програму Origin 7.0. (Origin Lab Corporation, США). Графіки створювали у графічному редакторі Corel Draw x6 («Corel Corporation», Канада).

Статистичну обробку результатів дослідження проводили методами варіаційної статистики за допомогою програмного забезпечення Statistica 8.0 («StatSoft», США). Перевірку вибірок на їхню приналежність до нормально розподілених генеральних сукупностей здійснювали за допомогою критерію Шапіро–Вілка. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами вибірок використовували U-критерій Манна–Вітні. Достовірними вважалися відмінності при $p \leq 0,05$. Результати представлено як середнє арифметичне \pm похибка середнього ($M \pm m$) і вказано кількість дослідів (n).

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Проаналізувавши часовий хід останнього м'язового скорочення в послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (*cap. med.*), ми не виявили достовірних змін у тривалості контрактильних інтервалів СТ і HRT у експериментальних групах тварин, порівняно із контролем (рис. 2. а, б). У контролі СТ зменшується від початкових $0,091 \pm 0,052$ с до $0,065 \pm 0,02$ с наприкінці експерименту. Натомість у неалкоголізованих і алкоголізованих щурів СТ змінюється в діапазоні $0,081 \pm 0,051$ с – $0,020 \pm 0,014$ с і $0,124 \pm 0,065$ с – $0,022 \pm 0,013$ с відповідно. Результати апроксимації показали, що в контролі й експериментальних групах щурів СТ змінюється за наближеною до параболи тенденцією, що свідчить про інтенсивну м'язову втому.

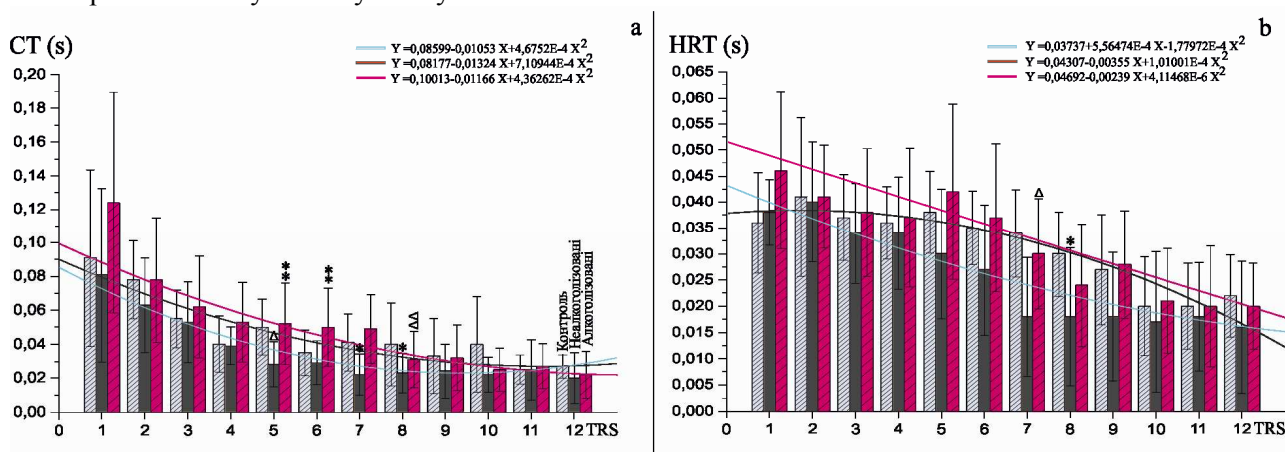


Рис. 2. Часовий хід останнього скорочення в послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (*cap. med.*): а) – СТ (с); б) – HRT (с). TRS (tetanic runs sequence) – послідовні тетанічні пробіги * – ($p \leq 0,05$); Δ – ($p \leq 0,01$); ▲ – ($p \leq 0,001$), порівняно з контролем (подвоєння позначки рівня статистичної значущості – достовірні відмінності в тривалості інтервалів СТ і HRT в алкоголізованих щурів, порівняно з неалкоголізованими)

Здійснивши монофазний аналіз релаксації *m. gastrocnemius* (*cap. med.*), було виявлено, що в контролі HRT зменшується з початкових $0,091 \pm 0,052$ с до $0,065 \pm 0,02$ с в кінці експерименту. Натомість в неалкоголізованих та алкоголізованих щурів діапазон зміни HRT такий: $0,038 \pm 0,006$ с – $0,016 \pm 0,012$ с і $0,046 \pm 0,015$ с – $0,02 \pm 0,008$ с відповідно. В контролі HRT змінюється аналогічно СТ, проте в експериментальних групах тварин HRT змінюється за наближеною до лінійної тенденцією, що дає змогу говорити про лінійність процесу зміни HRT упродовж експерименту порівняно з контролем.

Такий характер зміни релаксації м'яза протягом експерименту в експериментальних групах тварин, порівняно з контролем, дає підстави стверджувати про нездатність *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) до ефективної сумарної послідовних м'язових скорочень у тетанусі внаслідок збільшення амплітуди нижньої межі релаксації протягом скорочень, що, вочевидь, відобразатиметься на здатності м'яза до розвитку оптимальної ізометричної напруги. Це також чітко демонструє прискорений розвиток м'язової втоми, оскільки з кожним реалізованим тетанічним пробігом зменшується тривалість HRT, натомість у контролі тенденція до зменшення тривалості HRT стає помітною в другій половині експерименту.

Для характеристики градієнта м'язової сили *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) у контролі й експериментальних групах щурів, для останнього скорочення в кожному послідовному тетанічному пробігу, було розраховано швидкісно-силовий індекс (табл. 1). Аналіз отриманих результатів показав, що в контролі м'яз розвиває максимальну силу скорочення під кутом, близьким до 90° , проте з восьмого тетанічного пробігу числові значення \tan кута ϕ наближаються до значень, характерних для гострих кутів.

Таблиця 1

Числові характеристики швидкісно-силового індексу *m. gastrocnemius* (cap. med.)

TRS	Група		
	контроль	неалкоголізовані	алкоголізовані
	tg φ°'	tg φ°'	tg φ°'
1	82,5°6,9'	81,0°22,9'	73,70°19,9'▲, **
2	82,6°2,8'	75,5°22,4'	76,70°20,0'▲
3	82,5°6,9'	73,9°22,2'	72,90°27,3'▲
4	82,6°2,8'	65,5°35,4'*	63,00°36,3'▲
5	82,4°2,3'	67,3°32,3'Δ	55,80°35,4'▲, **
6	80,7°2,1'	57,7°38,3'▲	48,40°31,4'▲
7	75,2°12,5'	50,3°27,9'▲	37,30°20,5'▲
8	73,5°13,9'	48,4°28,1'Δ	37,40°26,1'▲
9	65,9°23,0'	42,1°27,9'▲	37,30°29,6'▲
10	64,0°27,9'	33,1°31,8'Δ	34,50°29,9'▲
11	56,5°26,6'	28,9°25,2'▲	30,30°27,5'▲
12	45,1°17,5'	29,3°20,9'*	34,60°29,8'

Примітка: TRS (tetanic runs sequence) – послідовність тетанічних пробігів, * – ($p \leq 0,05$), Δ – ($p \leq 0,01$), ▲ – ($p \leq 0,001$), порівняно з контролем. (Подвоєння позначки рівня статистичної значущості – достовірні відмінності в алкоголізованих щурів порівняно з неалкоголізованими. Векторні характеристики м'язового скорочення, наведені в таблиці, подано у вигляді середніх величин без похибки їх відхилення).

У неалкоголізованих щурів зміна вектора генерації м'язової сили спостерігається вже в другому тетанічному пробізі, проте ці відмінності не достовірні. Впродовж перших трьох тетанічних пробігів, в останньому скороченні, м'яз розвиває силу під кутом, близьким до прямого, проте вже з четвертого тетанічного пробігу кут розвитку м'язової сили достовірно зменшується.

В алкоголізованих щурів, попри наближеність числових значень tg кута φ до значень кутів, наближених до 90°, максимальна сила останнього скорочення в послідовних тетанічних пробігах, як і в неалкоголізованих щурів, досягається під гострими кутами. При цьому, порівняно з контролем та неалкоголізованими щурами, ці відмінності достовірні вже в першому тетанічному пробігу ($p \leq 0,001$) і ($p \leq 0,05$), відповідно, а також у п'ятому, порівняно з останніми ($p \leq 0,05$). Загалом в експериментальних групах щурів діапазон зміни числових значень tg кута φ та їх відхилення від середніх величин більші, аніж у контролі.

Таким чином, відсутність достовірних змін у тривалості контрактильних інтервалів СТ і HRT в останньому скороченні у послідовних тетанічних пробігах *m. gastrocnemius* (cap. med.) в обох експериментальних групах щурів, порівняно із контролем, дає змогу виключити міотоксичний ефект алкоголю на зміну кінетики актоміозинової взаємодії. З іншого боку, відсутність достовірних відмінностей, за винятком окремих випадків (рис. 2), може бути спричинена ішеміє-асоційованою дестабілізацією міофібрил. Це унеможливує виявлення ймовірних змін тривалості СТ і HRT в алкоголізованих щурів. Зважаючи на те, що міотоксичний ефект алкоголю супроводжується зміною біоелектричної активності м'язів [10], яка призводить до уповільненням актоміозинової взаємодії, а отже й збільшенням тривалості контрактильних інтервалів, то ішеміє-асоційовані ультраструктурні зміни міофібрил, можливо, маскують цей ефект алкоголю. Виявлені ж окремі відмінності в алкоголізованих щурів, порівняно з неалкоголізованими, ймовірно, зумовлені більшим ступенем дестабілізації міофібрил в останніх, оскільки, розвиваючи більшу силу, *m. gastrocnemius* (cap. med.) у цій групі тварин зазнає більших ультраструктурних руйнувань, порівняно з алкоголізованими щурами, в яких унаслідок алкоголь-асоційованої міофібрилярної атрофії м'яз функціонує наполовину своїх можливостей. Це призводить до віддалення в часі асоційованої з механічною активністю м'яза міофібрилярної дестабілізації в ушкодженному ішемією скелетному м'язі.

Підтвердженням таких припущень є достовірні зміни векторних характеристик м'язового скорочення в експериментальних групах щурів порівняно з контролем. Прогресивна зміна вектора розвитку сили протягом експерименту в експериментальних групах щурів свідчить про збільшення ступеня міофібрилярних ушкоджень проградієнтно до кількості реалізованих стимуляційних подразнень. В алкоголізованих щурів достовірні відмінності в куті розвитку м'язової сили вже в першому

тетанусі, порівняно з неалкоголізованими, свідчать про алкоголь-асоційовану атрофію волокон. Ураховуючи те, що при алкоголь-асоційованій атрофії м'язів зменшується діаметр міофібрил без зміни їх кількості [18], гострий кут розвитку сили м'язом в алкоголізованих щурів, вочевидь, зумовлений зменшенням силової продукції поперечних містків, оскільки впродовж інтервалу часу, еквівалентного тривалості СТ у неалкоголізованих щурів, м'яз розвиває меншу початкову силу. Тому значення tg кута ϕ в цій групі тварин містяться в діапазоні значень гострих кутів.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Отже, ішемічне ушкодження *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в обох експериментальних групах тварин не спричинює достовірних змін у тривалості контрактильних інтервалів м'язового скорочення, однак призводить до зміни вектора розвитку сили м'яза. В контролі м'яз розвиває зусилля під кутом, близьким до прямого, зміна кута розвитку сили в напрямку його загострення стає помітною в другій половині експерименту. Натомість у неалкоголізованих та алкоголізованих щурів м'яз розвиває силу під гострим кутом, що є чудовим свідченням ішеміє-асоційованої дестабілізації м'язових волокон і прискорення розвитку м'язової втоми, а в алкоголізованих тварин свідчить про алкоголь-асоційовану міофібрилярну атрофію. Перспективою подальших досліджень є аналіз впливу зміни вектора розвитку сили м'яза та часового ходу релаксації на ступінь суматції послідовних м'язових скорочень у тетанусі *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів за умов ішемічного ушкодження скелетних м'язів задніх кінцівок.

Джерела та література

1. Кезля О. П. Острый компартмент-синдром как осложнение переломов костей голени / О. П. Кезля, Л. В. Гивойно // *Новости хирургии*. – 2010. – Т. 18, № 4. – С. 145–156.
2. Кінетика тетанусу *musculus gastrocnemius* у алкоголізованих щурів із експериментально-індукованою васкулярною ішемією задніх кінцівок за умов низькочастотної м'язової втоми / О. Мельничук, О. Мотузюк, С. Швайко, О. Хома // *Вісник Дніпропетровського університету. Серія : Біологія. Екологія*. – 2014. – Т. 22, № 1. – С. 8–18.
3. Мельничук О. Зміни швидкісно-силових показників *m. gastrocnemius* у алкоголізованих щурів за умов експериментально-індукованої васкулярної ішемії / О. Мельничук, О. Мотузюк, С. Швайко // *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. – 2014. – № 65. – С. 50–60.
4. Панов В. М. Методи періопераційного знеболювання при критичній ішемії нижніх кінцівок / В. М. Панов // *Проблеми атеросклерозу як системної патології : матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю (ДУ «Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої НАМН України», 20 берез. 2014 р.)*. – Х. : [б. в.], 2014. – С. 186.
5. Стан судинного ендотелію та гістологічні зміни м'язової тканини у хворих при хронічній ішемії кінцівок / Ю. В. Поляченко, Р. В. Салютін, Д. Б. Домбровський, С. І. Мартиненко // *Клінічна хірургія*. – 2011. – № 3. – С. 41–44.
6. Халилов М. Х. К характеристике некоторых патохимических сдвигов в крови, тканях печени и головного мозга при экспериментальной алкогольной интоксикации / М. Х. Халилов, Ш. Я. Закихорджаев // *Вопросы клиники алкоголизма : сб. науч. тр.* – Ташкент : [б. и.], 1983. – С. 38–41.
7. Chelicowski J. The number of motor units in the medial gastrocnemius muscle of male and female rats / J. Chelicowski, H. Drzymała-Celichowska // *Journal of Physiology and Pharmacology*. – 2007. – Vol. 58, № 4. – P. 821–828.
8. Clayton J. A. Vascular endothelial growth factor-A specifies formation of native collaterals and regulates collateral growth in ischemia / J. A. Clayton, D. Chalothorn, J. E. Faber // *Circ. Res.* – 2008. – Vol. 103, № 9. – P. 1027–1036.
9. Influence of alcoholic intoxication for trauma diseases character in patients with multi system injuries / S. O. Guriev, F. M. Novicov, Yu. A. Gaydaev [et al.] // *Trauma*. – 2005. – Vol. 6, № 2. – P. 223–230.
10. Inoue F. Effects of ethyl alcohol on excitability and on neuromuscular transmission in frog skeletal muscle / F. Inoue, G. B. Frank // *Br. J. Pharmac. Chemother.* – 1967. – Vol. 30, № 1. – P. 186–193.
11. Malinoski D. J. Crush injury and rhabdomyolysis / D. J. Malinoski, M. S. Slater, R. J. Mullins // *Crit. Care Clin.* – 2004. – № 20. – P. 171–192.
12. Manzo-Avalos S. Cellular and mitochondrial effects of alcohol consumption / S. Manzo-Avalos, A. Saavedra-Molina // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2010. – № 7. – P. 4281–4304.
13. Molecular and cellular events in alcohol-induced muscle disease / J. Fernandez-Sola, V. R. Preedy, C. H. Lang [et al.] // *Alcohol Clin Exp Res.* – 2007. – Vol. 31, № 12. – P. 1953–1962.
14. Petrusek P. F. Determinants of ischemic injury to skeletal muscle / P. F. Petrusek, S. Homer-Vanniasinkam, P. M. Walker // *J. Vasc. Surg.* – 1994. – Vol. 19, № 4. – P. 623–631.
15. Solyeyko O. V. Risk factors and strategy of primary and secondary prophylaxis of arterial hypertension of railway men / O. V. Solyeyko // *Biomedical and biosocial anthropology*. – 2013. – № 20. – P. 102–107.

16. Temporal differences in the ability of ethanol to modulate endotoxin-induced increases in inflammatory cytokines in muscle under in vivo conditions / R. A. Frost, G. Nystrom, P. V. Burrows, C. H. Lang // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 2005. – Vol. 29, № 7. – P. 1247–1256.
17. The task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) / G. Mancia, R. Fagard, K. Narkiewicz [et al.] // *European Heart Journal.* – 2013. – Vol. 34, № 28. – P. 2159–2219.
18. Vary T. C. Restoration of protein synthesis in heart and skeletal muscle after withdrawal of alcohol / T. C. Vary, A. C. Nairn, C. H. Lang // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 2004. – Vol. 28, № 4. – P. 517–525.
19. World health statistics 2014 / [World Health Organization]. – Geneva : WHO, 2014. – P. 180.

Мельничук Алексей. Временной ход последнего сокращения в тетанусе *m. gastrocnemius* (cap. med) в алкоголизованных крыс в условиях критической васкулярной ишемии задних конечностей. Изменение вектора развития мышечной силы. В работе исследовались изменения контрактильных и векторных характеристик последнего сокращения в последовательных тетанических пробегах *m. gastrocnemius* (cap. med) в алкоголизованных крыс. Регистрация механической активности *m. gastrocnemius* (cap. med) осуществлялась в изометрическом режиме при непосредственной электрической стимуляции. Анализ контрактильных интервалов мышечного сокращения позволил сделать вывод об отсутствии достоверных изменений временного хода сокращения мышцы в алкоголизованных крыс сравнительно с неалкоголизованными. Однако в алкоголизованных и неалкоголизованных крыс мышца развивает силу под острым углом, сравнительно с контролем, где числовые значения tg угла φ , приближенные к значениям прямого угла, уменьшаясь во второй половине эксперимента. Изменение вектора развития мышечной силы в обеих экспериментальных группах крыс свидетельствует об интенсивных ишемие-ассоциированных ультраструктурных изменениях мышечной ткани и ускорении развития мускульной усталости.

Ключевые слова: *m. gastrocnemius*, алкогольная интоксикация, васкулярная ишемия, вектор развития мышечной силы, контрактильные характеристики.

Melnychuk Olexiy. Time Course of the Last Contraction of *m. gastrocnemius* (cap. med) Tetanus in Alcohol-intoxicated Rats under Critical Vascular Hind Limbs Ischemia. The Change of Muscle Tension Vector Growth. In this article was studied contractile characteristics and muscle tension vector growth changes of the last contraction of *m. gastrocnemius* (cap. med) tetanic runs sequence in alcohol-intoxicated rats. *m. gastrocnemius* (cap. med) mechanical activity was conducted in isometric mode under direct electrical stimulation. Muscle contraction contractile intervals analysis suggests to the conclusion about the absence of significant changes in the time course of *m. gastrocnemius* (cap. med) muscle contraction in alcohol-intoxicated rats compared with non-alcoholic. However, in alcohol-intoxicated and non-alcoholic rats muscle develops tension at an acute angle, compared to the control, where tg φ angle numerical values are approximate to the straight angle values decreasing in the second half of the experiment. The change of muscle tension vector growth in both experimental rat groups are indicates the intense ischemic-associated muscle tissue ultrastructural changes and muscle fatigue development accelerate.

Key words: *m. gastrocnemius*, alcohol intoxication, vascular ischemia, muscle tension vector growth, contractile properties.

Стаття надійшла до редколегії
22.04.2014 р.

УДК 612.82:615.825

Алевтина Моренко

Електрична активність кори головного мозку та поверхневих м'язів пальців у жінок із високою і низькою індивідуальною α -частотою

113 здорових жінок за значенням медіани ($m_e = 10,29$ Гц) індивідуальної α -частоти (ІАЧ) було поділено на групи з високим і низьким рівнями ІАЧ. У жінок із високою ІАЧ вищий активаційний тонус кори пов'язаний із більшими латеральними відмінностями активності дистальних м'язів кисті, з низькою ІАЧ – виявлено підвищення напруженості мозкових процесів.

Ключові слова: стан функціонального спокою, індивідуальна альфа-частота, потужність і когерентність електроенцефалограми, тонус м'язів.

© Моренко А., 2014

Постановка наукової проблеми та її значення. Раціональність й успішність діяльності людини значною мірою визначають індивідуальні структурно-функціональні особливості сенсорної та моторної систем, діяльність мозку. Фізіологічною методикою, яка дає змогу прямо оцінити індивідуальні генетично обумовлені особливості структурно-функціональної організації головного мозку, є реєстрація фонові електроенцефалограми (ЕЕГ) [2; 4; 11; 17; 21]. Серед її параметрів найбільшу інформативність має індивідуальна варіативність амплітудно-частотних характеристик α -ритму ЕЕГ, зокрема частота максимального піку α -ритму [1; 10; 13; 14; 18]. Цей показник відображає вроджені особливості структурної організації таламічних нейронів, а точніше, їх кальцієвих Т-каналів, активності йоно- та метаболічних рецепторів, специфіки таламо-кортикальних і ретикуло-таламічних взаємодій [12; 15; 22; 23]. Вважається, що переважання у фоновій енцефалограмі людини низько- або високочастотного діапазону α -ритму обумовлює її психомоторні та когнітивні можливості [1; 6; 7; 16; 19; 20].

Водночас нині недостатньо інформації про особливості мозкових процесів у людей із різною індивідуальною α -частотою та про їх вплив на процеси низхідної іннервації м'язів дистальних відділів руки. Наявних на сьогодні даних не вистачає для створення цілісної системи уявлень із цієї проблематики. Проте така проблема досить актуальна і має не тільки теоретичне, а й очевидне практичне значення.

Мета і завдання дослідження полягають у встановленні особливостей мозкових процесів та низхідної іннервації м'язової периферії в стані спокою з урахуванням порівняльного вивчення потужності і когерентності коливань ЕЕГ, амплітудно-частотних параметрів ЕМГ поверхневих м'язів пальців кисті в жінок із високою або низькою вихідною індивідуальною α -частотою.

Організація та методи досліджень. У наших дослідженнях узяли участь 113 жінок-добровольців віком 19–21 рік. При проведенні експерименту були дотримані норми біомедичної етики відповідно до Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень за участю людини. Усі жінки були здорові за даними медичного професійно-консультативного висновку, мали нормальний слух за самооцінкою, правобічний профіль мануальної та слухової асиметрії. Останній показник визначали за характером відповідей під час опитування та виконання моторних і психоакустичних проб [3].

Під час ЕЕГ та електроміографічного (ЕМГ) тестувань обстежувані перебували у стані спокою із заплющеними очима в положенні напівлежачи, кінцівки розслаблені, не перехрещені. Експеримент відбувався у звуко- і світлонепроникній кімнаті.

При записі електроенцефалограми (ЕЕГ, «Нейроком», свідоцтво про державну реєстрацію № 6038/2007 від 26 січня 2007 р.) активні електроди розміщували за міжнародною системою 10/20 у дев'ятнадцяти точках на скальпі голови. Реєстрацію ЕЕГ здійснювали монополярно, як референтні використовували вушні електроди. Тривалість проби становила 40 с. При проведенні Фур'є-реалізації епоха аналізу становила 4 с із 50 % перекриттям. Для режекції ЕЕГ-артефактів використовували процедуру ІСА-аналізу.

Оцінювали потужність (мкВ^2) і когерентність електричної активності мозку в θ -, α -, β - і γ -частотних діапазонах. Беручи до уваги функціональну гетерогенність різних піддіапазонів α - і β -ритмів ЕЕГ, ми враховували зміни потужності й когерентності в кожному з них. Аналізували коефіцієнти когерентності від 0,5.

У кожній обстежуваній визначали індивідуальну α -частоту ЕЕГ за методикою W. Klimesch et al. [20] (ІАЧ, Гц). За величиною медіани, усередненої в усіх частках кори ІАЧ, було сформовано групи з високою ($n = 59$, ІАЧ $\geq 10,29$ Гц) і низькою ($n = 59$, ІАЧ $< 10,29$ Гц) ІАЧ.

Межі частотних діапазонів визначали індивідуально, виходячи зі значення ІАЧ обстежуваної особи. Використовували такий алгоритм [20]: у правий бік від ІАЧ з кроком у 2 Гц відкладали верхню межу $\alpha 3$ -піддіапазону. Вона відповідала нижній межі $\beta 1$ -смуги. Верхню межу $\beta 1$ -піддіапазону визначили відповідно до класичних уявлень як 25 Гц. Ліворуч від піку з кроком у 2 Гц визначали нижню межу $\alpha 2$ -, в 4 Гц – $\alpha 1$ -, у 6 Гц – θ -частот. Межі $\beta 2$ - і γ -смуг визначалися як класичні – відповідно 26–35 Гц і 36–45 Гц.

Одержані індивідуальні значення потужності та когерентності коливань ЕЕГ у межах виділених груп усереднювали для кожного відведення.

Реєстрували ЕМГ («Нейрософт», ЄС-сертифікат відповідності № RQ093102-V, виданий EUROCAT Institute for Certification and Testing і дійсний до 07.11.2014 р.) поверхневих м'язів-згиначів (*musculus flexor digitorum superficialis*) та розгиначів (*musculus extensor digitorum*) пальців кисті правої і лівої

рук. При реєстрації ЕМГ використовували біполярне відведення поверхневими електродами. Тривалість ЕМГ-проби становила 40 с. Сигнали ЕМГ у режимі off-line обробляли за допомогою фільтрації та амплітудно-частотного аналізу. Фільтри високих частот встановлювали на рівні 5 кГц, низьких – 2 Гц. Режекторний фільтр становив 50–60 Гц. Епоха аналізу становила 3 с із частотою запити АЦП 10 кГц. Аналізували середню амплітуду (мкВ) і частоту (Гц) коливань ЕМГ.

Статистичну обробку результатів дослідження виконано в програмному забезпеченні Microsoft Excel, STATISTICA 6.0 (Stat-Soft, 2001). Нормальність розподілу даних у вибірках перевіряли функціями «Скос», «Екссес», у тесті Шапіро–Вілка (показник W). Обчислення значущих відмінностей ($p \leq 0,05$ і $p \leq 0,001$) здійснювали за допомогою параметричних методів статистики, зокрема t-критерію Стьюдента для незалежних рівних вибірок.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. *Міжгрупові відмінності потужності й когерентності ЕЕГ.* Жінок із низьким рівнем ІАЧ у стані спокою характеризують вища потужність θ -, $\alpha 1$ - і $\alpha 2$ -коливань ЕЕГ ($p \leq 0,001$) і нижча – в $\alpha 3$ -, $\beta 2$ -, γ -смугах, ніж в осіб із високою ІАЧ ($p \leq 0,05$) (рис. 1). За даними W. Klimesch et al. [20] такі відмінності можуть свідчити про те, що обстежуваних осіб із високою ІАЧ характеризує вищий рівень фонового активаційного тону кори, готовності до діяльності й контролю інформаційних процесів. Гіпотетично це може бути наслідком полегшення таламокортикальних взаємодій [23]. У жінок із низькою ІАЧ на фоні порівняно нижчого вихідного функціонального стану кори відзначено вищі значення когерентності θ -, $\alpha 1$ - і $\alpha 2$ -коливань ЕЕГ, особливо в лобових, передніх скроневих і центральних ділянках кори, ніж в осіб з високою ІАЧ ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$). Така закономірність, доповнена вищою потужністю $\beta 1$ -активності в корі, може вказувати на компенсаторне зростання напруженості мозкових процесів [9], що, ймовірно, модулюється посиленням неспецифічних тонічних впливів лімбічної системи [5]. У жінок із низькою α -частотою в діапазоні $\alpha 3$ -, β - і γ -частот відзначено нижчу когерентність у корі ($p \leq 0,05$) (рис. 1). Такі відмінності можуть обумовлюватися слабшими інтегративними можливостями кори, пов'язаними з когнітивними функціями, взаємодією неокортикальних проєкцій різних аналізаторних систем [8].

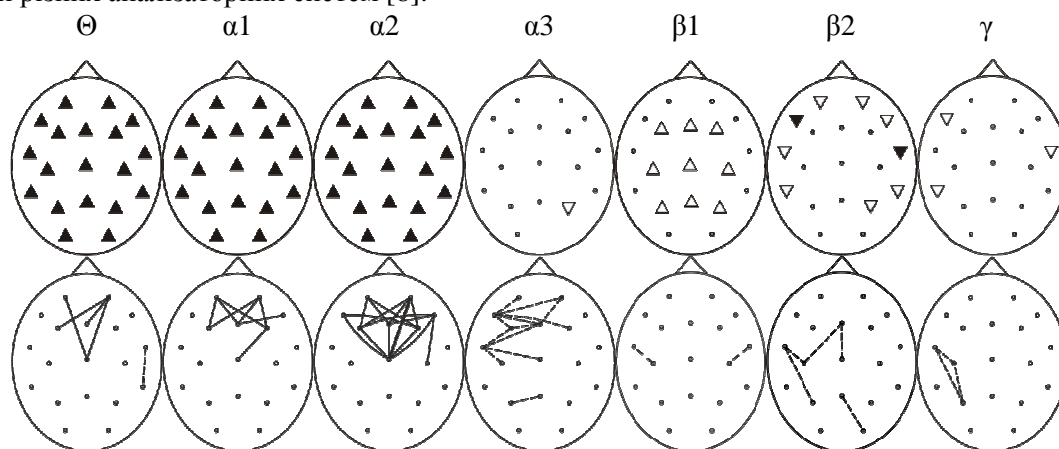


Рис. 1. Відмінності потужності та когерентності коливань ЕЕГ між групами жінок у стані спокою:

- 1) \triangle (∇) – вища (нижча) когерентність у підгрупі з низьким рівнем ІАЧ, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$;
- 2) \triangle \blacktriangle ∇ \blacktriangledown – вища (нижча) потужність у підгрупі з низьким рівнем ІАЧ, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$

Міжгрупові відмінності параметрів ЕМГ поверхневих м'язів пальців кисті у стані спокою. Тонус спокою м'язів правої руки в усіх жінок забезпечують значне переважання амплітуди та нижчі показники частоти коливань ЕМГ м'язів-розгиначів ($p \leq 0,05$) (рис. 2). Це вказує на активацію порівняно більшої кількості рухових одиниць м'язів-розгиначів, вищу синхронізацію їх розрядів та, як наслідок, їх вищий тонус спокою.

Тонус спокою лівої руки в жінок із високою ІАЧ характеризує збільшення амплітуди ЕМГ згиначів порівняно з правою рукою ($p \leq 0,05$), що можна обґрунтувати меншою вправністю неспровідної руки у жінок-правшів. У групі із низькою ІАЧ простежено аналогічний розподіл тону згиначів і розгиначів до такої правої руки. Встановлено вищу амплітуду і нижчу частоту ЕМГ розгиначів ($p \leq 0,05$). Такі особливості можуть бути свідченням меншої диференційованості в іннервації м'язів правої і лівої руки в жінок із низькою ІАЧ.

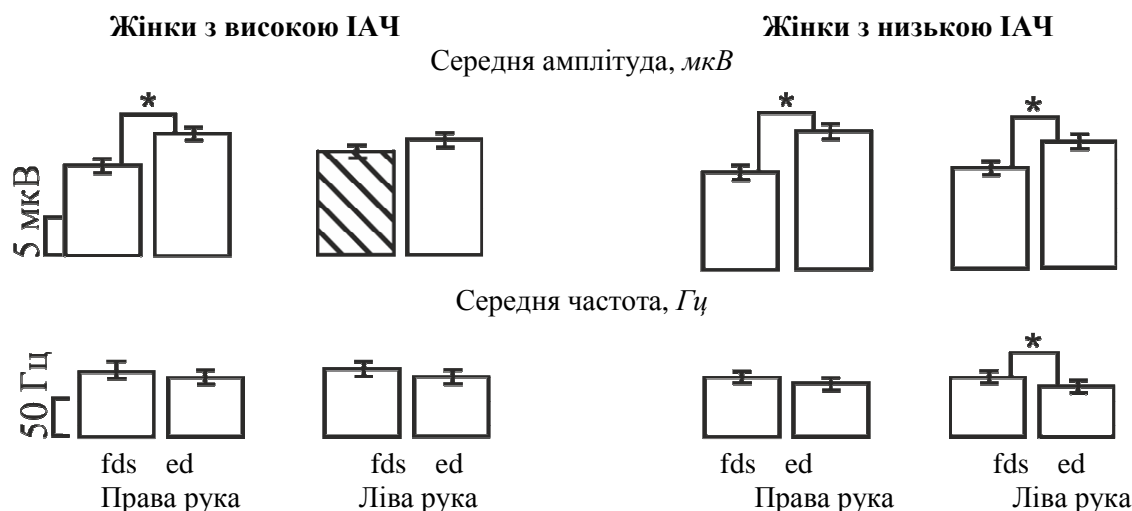


Рис. 2. Значення середньої амплітуди коливань ЕМГ (мкВ) поверхневих м'язів-згиначів (*musculus flexor digitorum superficialis*, fds) та розгиначів (*musculus extensor digitorum*, ed) пальців кисті правої та лівої рук у групах обстежуваних осіб:

- 1) * – значущі відмінності між параметрами ЕМГ антагоністичних м'язів, $p \leq 0,05$ і $p \leq 0,001$;
- 2) – значущі відмінності між параметрами ЕМГ м'язів правої та лівої рук, $p \leq 0,05$ і $p \leq 0,001$

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Отримані результати загалом доводять вагому роль індивідуального рівня α -частоти обстежуваних, визначеного в стані спокою, у формуванні мозкових процесів і низхідних впливів на нервово-м'язову периферію у стані функціонального спокою. У жінок із високою ІАЧ у стані спокою встановлені особливості потужності й когерентності ЕЕГ вказують на вищий активаційний тонус кори, очевидно обумовлений полегшенням таламокортикальних взаємодій. Результатом таких мозкових процесів є більша латеральна асиметричність супраспинальних впливів на нервово-м'язову периферію. У жінок із низькою ІАЧ нижчий функціональний стан кори компенсується підвищенням напруженості мозкових процесів, що може модулюватися з боку лімбічної системи. За таких умов відзначено меншу диференціацію низхідних впливів на м'язи пальців правої та лівої рук.

Відповідно до одержаних результатів перспективою наших подальших досліджень є встановлення особливостей мозкових процесів та їх впливів на процеси низхідної іннервації м'язів дистальних відділів руки у жінок із різною індивідуальною α -частотою під час функціональних навантажень, пов'язаних із сенсорним сприйняттям, мануальною моторикою.

Роботу виконано за підтримки державного фінансування (реєстр. номер проекту 0111U002143).

Джерела та література

1. Базанова О. М. Современная интерпретация альфа-активности электроэнцефалограммы / О. М. Базанова // Успехи физиологических наук. – 2009. – Т. 40, № 3. – С. 32–53.
2. Взаимосвязь эффективности деятельности человека с ЭЭГ-характеристиками его исходного состояния покоя / С. А. Крижановский, И. Г. Зима, С. В. Тукаев, А. А. Чернинский // Ученые записки Таврич. нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2009. – Т. 22, № 1. – С. 50–58.
3. Жаворонкова Л. А. Правши-левши. Межполушарная асимметрия биопотенциалов мозга человека / Л. А. Жаворонкова. – Краснодар: Экоинвест, 2009. – 240 с.
4. Кирой В. Н. Механизмы формирования и роль осцилляторной активности нейронных популяций в системной деятельности мозга / В. Н. Кирой, Е. И. Белова // Журнал высшей нервной деятельности. – 2000. – Т. 50, № 2. – С. 179–191.
5. Книпст И. Н. Динамика топограмм потенциалов и функциональное состояние коры больших полушарий / И. Н. Книпст, Н. С. Курова, А. В. Кориневский. – М.: Наука, 1982. – 166 с.
6. Русалова М. Н. Функциональная асимметрия мозга: эмоции и активация / М. Н. Русалова // Успехи физиологических наук. – 2003. – Т. 34, № 5. – С. 93–112.
7. Умрюхин Е. А. Успешность выполнения тестовых заданий студентами с различными спектральными характеристиками α -ритма фоновой электроэнцефалограммы / Е. А. Умрюхин, И. И. Коробейникова, Н. А. Каратыгин // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 5. – С. 33–39.
8. Чернінський А. О. Ольфактична дія рослинних ефірних олій на функціональну активність головного мозку людини: автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин» / Чернінський Андрій Олександрович; КНУ ім. Т. Шевченка. – К., 2005. – 13 с.

9. Яковенко И. А. Анализ вызванной электрической активности коры головного мозга с помощью вейвлет-преобразования на разных стадиях установки на эмоциональное выражение лица / И. А. Яковенко, Е. А. Черемушкин, М. К. Козлов // Журнал высшей нервной деятельности. – 2010. – Т. 60, № 4. – С. 409–418.
10. Anokhin A. P. Genetic influences on dynamic complexity of brain oscillations / A. P. Anokhin, V. Muller, U. Lindenberger [et al.] // Neuroscience Letters. – 2006. – Vol. 397, № 1–2. – P. 93–98.
11. Begleiter H. Genetics of human brain oscillations / H. Begleiter, B. Porjesz // International Journal of Psychophysiology. – 2006. – Vol. 60, № 2. – P. 162–171.
12. Bellone C. Rapid bidirectional switching of synaptic NMDA receptors / C. Bellone, R. A. Nicoll // Neuron. – 2007. – Vol. 55, № 5. – P. 779–788.
13. Christian J. C. Genetic analysis of the resting electroencephalographic power spectrum in humans twins / J. C. Christian, S. Morzorati, J. A. Norton [et al.] // Journal of Psychophysiology. – 1996. – Vol. 33. – P. 584–591.
14. Clark R. C. Spontaneous alpha peak frequency predicts working memory performance across the age span / R. C. Clark, D. Veltmeyer, R. J. Hamilton [et al.] // International Journal of Psychophysiology. – 2004. – Vol. 53. – P. 1–9.
15. Conn P. J. Pharmacology and functions of metabotropic glutamate receptors / P. J. Conn, J. P. Pin // Annual Review of Pharmacology and Toxicology. – 1997. – Vol. 37. – P. 205–237.
16. Doppelmayr M. Intelligence related upper alpha desynchronization in a semantic memory task / M. Doppelmayr, W. Klimesch, K. Hodlmoser [et al.] // Brain Research Bulletin. – 2005. – Vol. 66. – P. 171–177.
17. Greicius M. D. Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis / M. D. Greicius, B. Krasnow, A. L. Reiss, V. Moenon // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2003. – Vol. 100, № 1. – P. 253–258.
18. Hooper G. S. Comparison of the distributions of classical and adaptively aligned EEG power spectra / G. S. Hooper // International Journal of Psychophysiology. – 2005. – Vol. 55, № 2. – P. 179–189.
19. Hyde J. S. The gender similarities hypothesis / J. S. Hyde // American Psychologist. – 2005. – Vol. 60, № 6. – P. 581.
20. Klimesch W. EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis / W. Klimesch, P. Sauseng, S. Hanslmayr // Brain Research Reviews. – 2007. – Vol. 53. – P. 63–88.
21. Mantini D. Electrophysiological signatures of resting state network in the human brain / D. Mantini, M. G. Perucci, C. Del Gratta [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2007. – Vol. 104, № 32. – P. 13170–13175.
22. Niswender C. M. New therapeutic frontiers for metabotropic glutamate receptors / C. M. Niswender, C. K. Jones, P. J. Conn // Current Topics in Medicinal Chemistry. – 2005. – Vol. 5, № 9. – P. 847–857.
23. Pfurtscheller G. Inter- and intrahemispheric differences in the peak frequency of rhythmic activity within the alpha band / G. Pfurtscheller, H. Maresch, S. Schuy // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. – 1977. – Vol. 42, № 1. – P. 77–83.

Моренко Алевтина. Электрическая активность коры головного мозга и дистальных мышц рук у женщин с высоким и низким уровнем индивидуальной альфа-частоты. Обследованы 113 здоровых женщин в возрасте 19–21 лет, которые по значению усредненной во всех долях коры медианы индивидуальной α -частоты (ИАЧ) были разделены на две группы – с высоким ($n = 59$, $IA \geq 10,29$ Гц) и низким ($n = 54$, $IAF < 10,29$ Гц) уровнями ИАЧ. Оценивали межгрупповые различия мощности и когерентности колебаний ЭЭГ, средней амплитуды и частоты ЭМГ-сигнала в состоянии покоя. У женщин с высокой ИАЧ установлены особенности мощности и когерентности ЭЭГ указывают на высший активационный тонус коры. Результатом таких мозговых процессов является большая латеральная и реципрокная асимметричность супраспинальных воздействий на нервно-мышечную периферию. У женщин с низкой ИАЧ низшее функциональное состояние коры компенсируется повышением напряженности мозговых процессов, что может модулироваться со стороны лимбической системы. При таких условиях отмечена меньшая латеральная специфичность нисходящих влияний на мышцы пальцев правой и левой рук.

Ключевые слова: состояние функционального покоя, индивидуальная альфа-частота, мощность и когерентность электроэнцефалограммы, тонус мышц.

Morenko Alevtyna. Electrical Activity of the Cerebral Cortex and Superficial Muscles of the Fingers in Women Having High or Low Individual α -Frequency. A test group consisting of 113 healthy women from the ages of 19 to 21 was divided into two groups according to the magnitude of their individual EEG α -frequency (IAF) median – groups with high ($n = 59$, $IA \geq 10,29$ Hz) and low ($n = 54$, $IAF < 10,29$ Hz) levels of IAF. Differences between the groups in terms of the power and coherence of EEG oscillations and the EMG signal average amplitude and frequency at rest were estimated. Installed features of power and coherence of EEG oscillations indicate a higher cortex activation tone in women with high IAF. The result of such cerebral processes is the large lateral and reciprocal asymmetry of supraspinal effects on the neuromuscular periphery. In contrast, a lower functional state of the cortex offset the increasing intensity of brain processes that can be modulated by the limbic system in women with low IAF. Under these conditions, marked by smaller lateral specificity in the downstream impacts on the muscles of fingers of the right and left hands.

Key words: functional status of rest, individual alpha-frequency, electroencephalogram power and coherency, muscle tone.

Стаття надійшла до редколегії
04.04.2014 р.

Альона Сокол
Тетяна Шевчук
Наталія Євпак
Роман Кальков

Особливості спектра потужності ЕЕГ у спортсменів різних видів спорту

У статті висвітлено проблематику спектральної щільності потужності електроенцефалограми у спортсменів різних видів спорту. Показано достовірну різницю у значеннях спектральної щільності потужності досліджуваних ритмів між групами спортсменів у передньолобових та задньоскроневих відведеннях альфа-1, альфа-2 діапазонів лівої півкулі головного мозку. Статистично значиму різницю виявлено і між значеннями відсотків від повної потужності сигналу у задньолобових, центральних та передньо- і задньоскроневих відведеннях альфа-1 діапазону між групами досліджуваних спортсменів.

Ключові слова: спектр потужності, електроенцефалограма, спортсмени, різні види спорту.

Постановка наукової проблеми та її значення. Сьогодні метод електроенцефалографії є одним із найбільш поширених у вивченні функціонального стану головного мозку. Генерацію в корі головного мозку електричних коливань помітив Р. Кеннон (1875 р.) та В. Я. Данилевський (1876 р.), а от спосіб реєстрації коливань електричних потенціалів з поверхні голови вперше у 1913 р. розробив український фізіолог В. Правдич-Немінський у дослідках на тваринах та німецький психіатр Г. Бергер (1929 р.) – у людей. Хоча остаточно питання про походження ЕЕГ не вирішено, вважають, що електричні процеси, які реєструє електроенцефалограф, пов'язані із синаптичною активністю нейронів. Упродовж останніх років у наукових доробках учених указано на кореляційні взаємозв'язки між електроенцефалографічними показниками роботи мозку і функціональними характеристиками поточного стану людини [10]. Спостерігається також дедалі більша зацікавленість вивченням особливостей електричної активності мозку людини [13–15] та водночас залишається актуальним дослідження цієї проблематики у спортсменів різної спрямованості тренувального процесу. Зважаючи на те, що характер мозкових хвиль у стандартних умовах (розслаблений стан із заплющеними очима) майже повністю визначається генетично, виявлення дещо виражених, але типових зрушень в ЕЕГ при дослідженні великої кількості людей (вікових та професійних груп) може бути дуже важливим при відборі спеціалістів, які повинні мати відмінне фізичне та психологічне здоров'я.

Аналіз досліджень цієї проблеми. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що одним із основних завдань сучасної спортивної фізіології є адаптація до надмірних фізичних навантажень. У механізмах адаптації бере участь центральна нервова система, визначаючи цілісну роботу окремих систем та організму загалом [12]. Беручи до уваги вказаний вище факт, робимо висновок, що нейрофізіологічною результуючою цих процесів виявляється електрична активність мозку.

Дослідження функціональної асиметрії мозку спортсменів [11] вказують на те, що перевага лівого зорового сенсорного входу створює сприятливі передумови для мобілізації функціональних резервів правої півкулі для успішного перебігу процесів адаптації до спортивних навантажень, пов'язаних із виникненням гіпоксичного стану. Новим є розкриття особливостей мозкових механізмів регулювання та формування функціональних систем у спортсменів, що відрізняються успішністю спортивної діяльності.

У роботах, що присвячені вивченню впливу спортивних навантажень на електричну активність кори головного мозку [1; 3; 5; 6], виявлено наявність стійких характеристик просторової організації коркових процесів у спортсменів під час виконання когнітивних завдань. Електрофізіологи показали, що низькочастотний і високочастотний альфа-ритми більшою мірою притаманні когнітивним видам діяльності, тоді як середньочастотний альфа-ритм відображає переважно процеси неспецифічної активації (W. Klimesch) [16]. Однак питання про класифікацію ритмів мозку за частотними характеристиками досі є предметом дискусії у фізіології та психофізіології.

Мета нашого наукового дослідження – виявити особливості спектра потужності електроенцефалограми у спортсменів різних видів спорту. Відповідно до мети поставлено такі **завдання**: вивчити особливості спектральної щільності потужності ЕЕГ (фон – проба із заплющеними очима) у

висококваліфікованих спортсменів і спортсменів без кваліфікації; дослідити спектральну щільність потужності альфа-ритму та відсоток від повної потужності сигналу у спортсменів; зробити порівняльний аналіз значень досліджуваних діапазонів електроенцефалограми у спортсменів різних видів спорту та різної кваліфікації.

Методи і організація дослідження. Для вивчення особливостей електричної активності кори головного мозку ми використовували метод електроенцефалографії. Обстеження здійснювалося у лабораторії вікової нейрофізіології кафедри фізіології людини і тварин за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом», що його розробив науково-технічний центр радіоелектронних медичних приладів і технологій «ХАІ-Медика» Національного аерокосмічного університету. Під час запису ЕЕГ електроди розміщували за міжнародною системою 10/20 у 19 точках на скальпі голови (Fp1, Fp2 – передньолобові; F3, F4 – задньолобові; F7, F8 – латеральні лобові; T3, T4 – передньоскроневі, C3, C4 – центральні; T5, T6 – задньоскроневі; P3, P4 – тім'яні; O1, O2 – потиличні, Fz, Cz, Pz – сагітальні лобові, центральні та тім'яні відведення). Контингент досліджуваних становили спортсмени чоловічої статі, яких поділили на дві групи: 1-ша група – спортсмени без кваліфікації (10 осіб) та 2-га група – спортсмени високої кваліфікації (10 осіб). Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою загальноприйнятих методів варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. У результаті нашого дослідження ми отримали дані електричної активності кори головного мозку (фон – проба із заплющеними очима) у висококваліфікованих спортсменів та спортсменів без кваліфікації різних видів спорту. Було проаналізовано спектральну щільність потужності альфа-1, -2, -3 діапазонів та відсоток від повної потужності сигналу досліджуваних відведень у спортсменів двох груп різної спеціалізації та кваліфікації. Встановлено, що альфа-діапазон неоднорідний, і в ньому залежно від частоти можна виділити низку субкомпонентів. Суттєвим аргументом на користь виділення вузькосмугових альфа-піддіапазонів слугує онтогенетична динаміка їх дозрівання. В. В. Алфьорова та Д. А. Фарбер виділяють такі піддіапазони: альфа-1, альфа-2, альфа-3 [2; 4].

Складові частини альфа-ритму мають різну топографію: альфа-1 більш виражений у задніх відділах кори, переважно в тім'яних. Його вважають локальним, на відміну від альфа-2, який значно поширений у корі та має максимум у потиличній ділянці. Складова частина альфа-3 має фокус активності в передніх відділах кори – сенсомоторних зонах [7–9].

Аналіз отриманих даних показав, що найбільша спектральна щільність потужності спостерігалася у 2-й групі у всіх досліджуваних відведеннях. На рисунку 1 відображено достовірну різницю спектральної щільності альфа-1 діапазону в передньолобовому та задньоскроневому відведеннях лівої півкулі головного мозку у спортсменів високого класу.

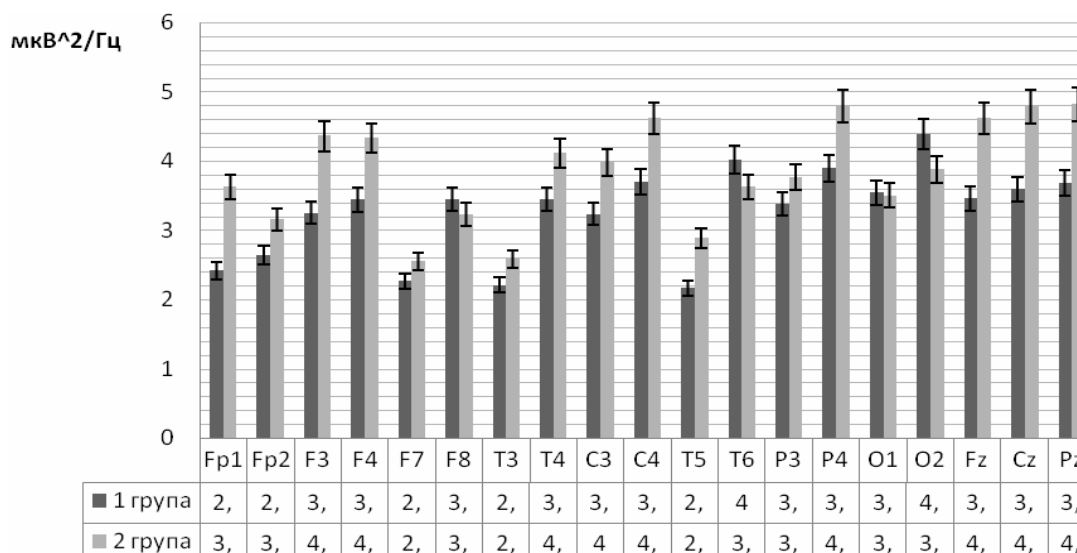


Рис. 1. Спектральна щільність потужності альфа-1 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

За результатами наших досліджень в альфа-2 діапазоні достовірно відмінних значень не встановлено. Чітко простежується тенденція до зростання показників спектральної потужності в обох

групах спортсменів у задньоскроневиx та потиличних відведеннях. Як видно з рисунка 2, у першій групі спортсменів відмічалися достовірно вищі значення показників спектральної щільності альфа-3 діапазону в задньоскроневиx, тім'яних відведеннях правої півкулі головного мозку та потиличних відведеннях.

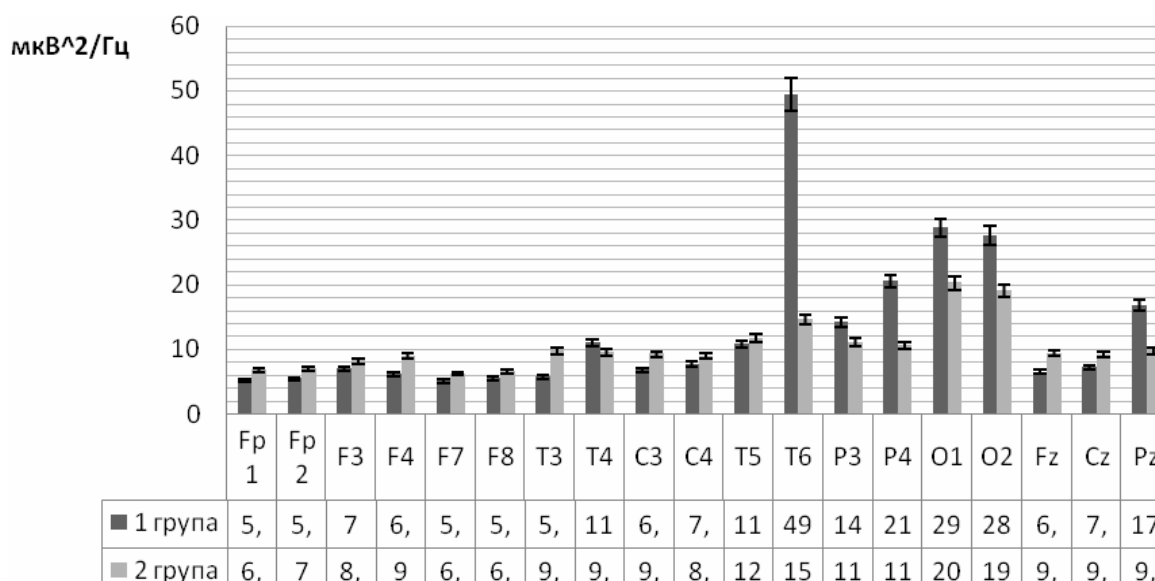


Рис. 2. Спектральна щільність потужності альфа-3 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Аналіз відсотка від повної потужності сигналу альфа-1 діапазону у спортсменів обох груп показав, що у всіх відведеннях спостерігаються вищі значення цього показника у спортсменів високої кваліфікації. Лише у задньоскроневиx та сагітальних тім'яних відведеннях його значення були достовірно відмінними між групами досліджуваних (рис. 3).

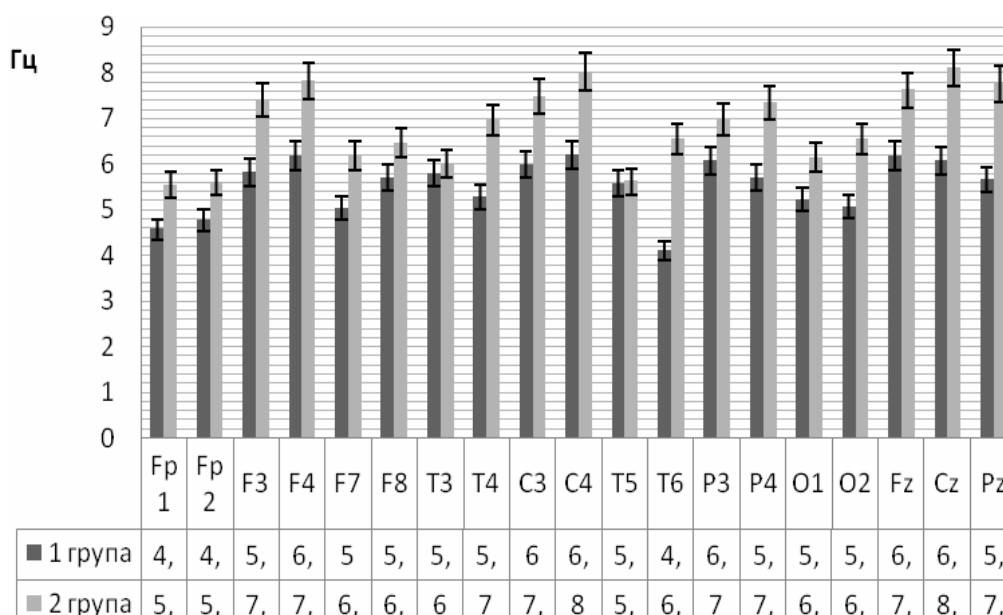


Рис. 3. Відсоток від повної потужності сигналу альфа-1 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Проаналізувавши значення показника відсотка від повної потужності сигналу альфа-2 діапазону, ми встановили достовірно вищі значення показників у всіх досліджуваних відведеннях у групі висококваліфікованих спортсменів (рис. 4).

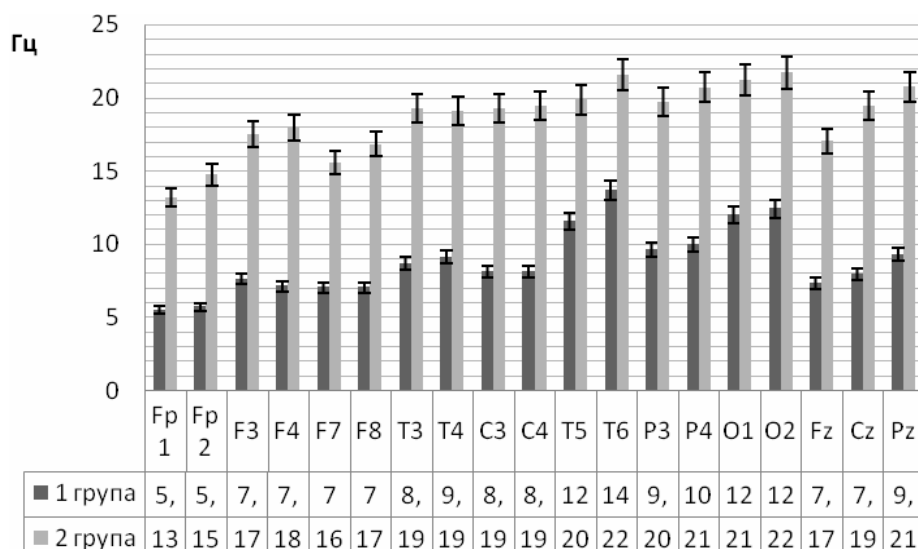


Рис. 4. Відсоток від повної потужності сигналу альфа-2 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Як видно з рисунка 5, достовірно відмінні значення спостерігалися у задньоскроневих та потиличних відведеннях у 1-й групі досліджуваних осіб, порівняно з 2-ю групою. Чітко простежується градієнт зростання спектральної щільності в лобно-потиличній ділянці в обох групах досліджуваних осіб. Пояснюється це тим, що найбільша амплітуда ритму спостерігається у стані спокійного розслаблення і відзначається в потиличних відведеннях. Аналіз отриманих результатів показав, що амплітуда, індекс та спектр альфа-активності був вищий у спортсменів високої кваліфікації, на відміну від спортсменів без кваліфікації.

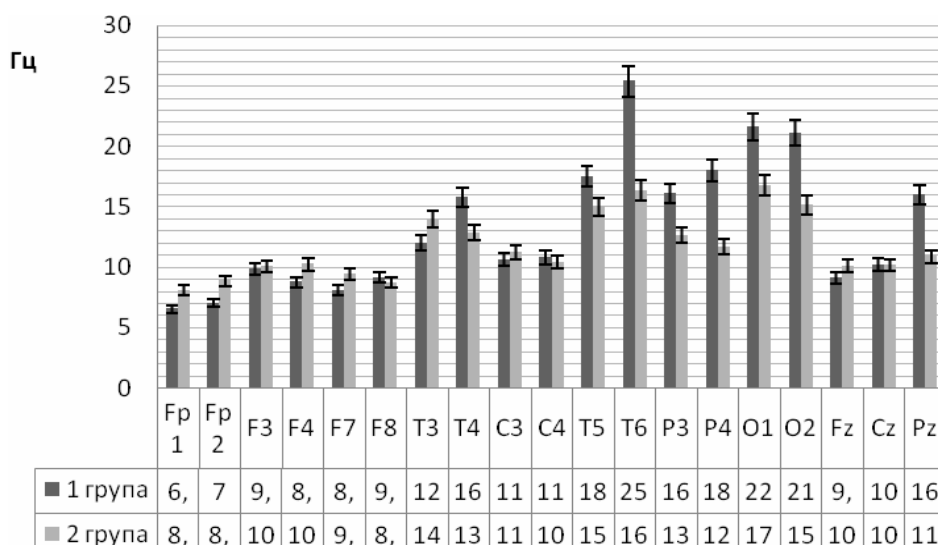


Рис. 5. Відсоток від повної потужності сигналу альфа-3 діапазону у спортсменів високої кваліфікації та спортсменів без кваліфікації

Отже, організацію стану спокою у висококваліфікованих спортсменів та спортсменів без кваліфікації слід враховувати у використанні вивчення різноманітних методик та в прогнозуванні й моделюванні спортивних результатів досліджуваного контингенту. Оскільки на сучасному етапі розвитку спорту високого класу діяльність спортсмена розглядається як складне соціально-біологічне явище, то саме біологічний аспект (вивчення особливостей електричної активності мозку) має відігравати важливу роль у науковому пошуку для розв'язання проблем побудови та програмування тренувань.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Встановлено достовірно вищі значення спектральної щільності альфа-1 діапазону в передньолобовому та задньоскроневому відведеннях лівої півкулі головного мозку в групі висококваліфікованих спортсменів. Простежується тенденція до зростання показників спектральної потужності в обох групах спортсменів у задньоскроневих та потиличних відведеннях альфа-2 діапазону. У першій групі спортсменів відзначено достовірно вищі значення показників спектральної щільності альфа-3 діапазону в задньоскроневих, тім'яних відведеннях правої півкулі головного мозку та потиличних відведеннях. Виявлено достовірно вищі значення відсотка від повної потужності сигналу в усіх відведеннях альфа-1, альфа-2 діапазонів у групі спортсменів високого класу. Перспективою подальших досліджень вважаємо вивчення особливостей електричної активності спортсменів чоловічої та жіночої статі окремих груп за видами спорту та кваліфікації у різних режимах функціонального навантаження на роботу кори головного мозку.

Джерела та література

1. Бутова О. А. Биоэлектрическая активность нейронов головного мозга спортсменов-акробатов / О. А. Бутова, С. В. Масалов, Ю. С. Ромащенко // Здоровье и образования в XXI веке. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 214–215.
2. Гнездицкий В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография / В. В. Гнездицкий. – М. : МЕДпресс-информ, 2004. – 624 с.
3. Іванюк О. А. Вплив спортивної діяльності різного типу на електричну активність кори головного мозку юнаків / О. А. Іванюк // Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2013. – № 3. – С. 93–96.
4. Еремеев С. И. Курс нейробиоправления по спектральной мощности альфа-ритма у спортсменов высокой квалификации: сравнения первичной комбинированной конечной точки с плацебо и оценка эффективности / С. И. Еремеев, О. В. Еремеева, В. С. Кормилец // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 134–139.
5. Корюкалов Ю. И. Биоэлектрические процессы мозга при различных функциональных состояниях у юношей 18–25 лет : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Корюкалов Ю. И. – Челябинск, 2008. – 21 с.
6. Корюкалов Ю. И. Особенности биоэлектрической активности мозга при когнитивной деятельности у спортсменов / Ю. И. Корюкалов, Д. А. Марокко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранения, физическая культура. – 2006. – Вып. 7. – Т. 1, № 3-1. – С. 80–83.
7. Кузнецов А. А. Особливості електроенцефалографічного патерну у хворих на мозковий ішемічний інсульт залежно від клініко-завершення гострого періоду захворювання / А. А. Кузнецов // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – Запоріжжя, 2013. – № 2 (12). – С. 54–57.
8. Маньківська О. П. Зміни показників ЕЕГ людини, пов'язані з контрольованим больовим подразненням та статичним напруженням м'язів : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Маньківська О. П. – К., 2007. – 25 с.
9. Психофізіологічні методи діагностики стану і підвищення результативності в спорті / О. А. Ковалева, А. В. Квитчастый, К. А. Бочавер, В. Н. Касаткин // Інноваційні технології в підготовці спортсменів. – М. : [б. и.], 2013. – С. 46–48.
10. Стрижкова Т. Ю. Влияние нейробиоправления на биоэлектрическую активность головного мозга у гимнасток / Т. Ю. Стрижкова, Л. П. Черепкина, О. Ю. Стрижкова // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12, № 2. – С. 227–233.
11. Фомина Е. В. Функциональная асимметрия мозга и адаптация человека к экстремальным спортивным нагрузкам : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Фомина Е. В. – Тюмень, 2006. – 40 с.
12. Харитоновна Л. Г. Возрастные особенности активности ритмов головного мозга и психофизических способностей юных спортсменов / Л. Г. Харитоновна, О. С. Антипова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. – Вып. 42 (301). – С. 34–39.
13. Черепкина Л. П. Особенности биоэлектрической активности головного мозга спортсменов / Л. П. Черепкина, В. Г. Тристан // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранения, физическая культура. – 2011. – Вып. 39 (256). – С. 27–31.
14. Щедрина И. В. Нейрофизиологические особенности работы головного мозга (по результатам анализа показателей ЭЭГ) и их влияние на психологические характеристики у пациентов с посттравматическим стрессовым расстройством / И. В. Щедрина, К. Н. Дедова, А. Н. Пугачёв // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2011. – № 7 (244). – С. 84–86.
15. Finnigan S. EEG in ischaemic stroke: quantitative EEG can uniquely inform (sub-)acute prognoses and clinical management / S. Finnigan, M. van Putten // Clin Neurophysiol. – 2013. – Vol. 124 (1). – P. 10–19.
16. Klimesch W. EEG alpha oscillation: The inhibition-timing hypothesis / W. Klimesch, P. Sauseng, S. Hanslmayr // Brain Res. Rev. – 2007. – Vol. 53. – P. 63–88.

Сокол Алена, Шевчук Татьяна, Евпак Наталия, Кальков Роман. Особенности спектра мощности ЭЭГ у спортсменов различных видов спорта. В настоящее время метод электроэнцефалографии является одним из наиболее распространенных методов изучения функционального состояния головного мозга. В последние годы научные труды ученых указывают на корреляционные взаимосвязи между электроэнцефалографическими показателями работы мозга и функциональными характеристиками текущего состояния человека. Наблюдается также все больший интерес к изучению особенностей электрической активности мозга человека. Одновременно остается актуальным вопрос изучения данной проблематики у спортсменов различной направленности тренировочного процесса, поскольку влияние спортивной деятельности различной специализации на организм человека является одной из наиболее обсуждаемых проблем в современной литературе. Целью нашего исследования было выявление особенностей спектра мощности электроэнцефалограммы у спортсменов различных видов спорта. В результате нашего исследования мы получили данные электрической активности коры головного мозга (фон – проба с закрытыми глазами) у высококвалифицированных спортсменов и спортсменов без квалификации различных видов спорта. Было проанализировано спектральную плотность мощности альфа-1, -2, -3 диапазонов и процент от полной мощности сигнала исследуемых отведений у спортсменов двух групп различной специализации. Установлено достоверно более высокие значения спектральной плотности альфа-1 диапазона в переднелобном и задневисочном отведениях левого полушария головного мозга в группе высококвалифицированных спортсменов. Прослеживается тенденция к росту показателей спектральной мощности в обеих группах спортсменов в задневисочных и затылочных отведениях альфа-2 диапазона. Первая группа спортсменов отмечалась достоверно более высокими значениями показателей спектральной плотности альфа-3 диапазона в задневисочных, теменных отведениях правого полушария головного мозга и затылочных отведениях. Обнаружено достоверно более высокие значения процента от полной мощности сигнала во всех отведениях альфа-1, альфа-2 диапазонов в группе спортсменов высокого класса.

Ключевые слова: спектр мощности, электроэнцефалограмма, спортсмены, разные виды спорта.

Alona Sokol, Tetyana Shevchuk, Natalia Ievpak, Roman Kalkov. Features of the EEG Power Spectrum in Athletes of Different Sports. Currently, electroencephalography method is one of the most common methods for studying the functional state of the brain. In recent years the research achievements of scholars point to the correlation relationship between electroencephalographic indices of brain and functional characteristics of the current human condition. Also, there is an increasing interest in the study of features of the electrical activity of the human brain and at the same time it remains questionable to study this problem in the sportsmen of various kinds of training process. Since the effect of different sports specialization in the human body is one of the most debated issues in contemporary literature, the aim of our research was to identify the characteristics of the power spectrum of the electroencephalogram in athletes of different sports. In our studies we obtained data the electrical activity of the cerebral cortex (background – test with eyes closed) in highly skilled athletes and athletes without training in various sports. It was analyzed the spectral power density of alpha-1, -2, -3 bands and the percentage of the total signal power leads studied in two groups of athletes of different specialization. Was found significantly higher values of the spectral density of alpha-1 band in anterior frontal and posterior temporal leads and left hemisphere of the brain in a group of highly skilled athletes. The tendency to growth of the spectral power in both groups of athletes in posterior temporal and occipital leads alpha-2 range. The first group of athletes was recorded significantly higher values of the parameters of the spectral density of alpha-3 range in posterior temporal, parietal leads right hemisphere of the brain and occipital leads. Revealed significantly higher values of percentage of the total signal power in all assignments alpha-1, alpha-2 bands in the group of high-class athletes.

Key words: power spectrum, electroencephalogram, athletes, various sports.

Стаття надійшла до редколегії
14.04.2014 р.

УДК 612.133:616.12-008.33:159.922.25

**Євгенія Сопронюк
Наталія Козачук
Андрій Поручинський**

Зміни артеріального тиску та частоти серцевих скорочень, пов'язані з метеофакторами, у студентів

Досліджено динаміку артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у досліджуваних відповідно до зміни метеорологічних ситуацій. Визначено рівні метеочутливості здорових осіб віком 18–20 років за допомо-

© Сопронюк Є., Козачук Н., Поручинський А., 2014

гою тесту-опитувальника «Метеочутливість». Експериментально доведено наявність статистично достовірних кореляційних зв'язків між основними параметрами погоди та показниками серцево-судинної системи в осіб із високим та середнім рівнем метеочутливості та відсутність таких зв'язків у осіб із низьким рівнем метеочутливості. Найбільше кореляційних зв'язків виявлено між показниками серцево-судинної системи та атмосферним тиском і температурою повітря.

Ключові слова: рівень метеочутливості, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень, метеорологічні параметри погоди.

Постановка наукової проблеми та її значення. Метеорологічні фактори є стресорами, які впливають на формування неспецифічних метеотропних реакцій, змінюють біоритми всіх біологічних об'єктів і, звичайно ж, людини. У процесі еволюції в організмі людини виробилася здатність пристосовуватися до мінливих умов зовнішнього середовища та нейтралізувати їхній вплив [6, с. 22]. Залежно від стану організму ця властивість може проявлятися у вигляді швидкої адаптації і проходити непомітно або через розвиток різнорівневих метеотропних реакцій. Вважають, що метеорологічні чинники впливають передусім на функціонування серцево-судинної системи та виявляються в змінах таких показників, як артеріальний тиск і частота серцевих скорочень [2, с. 26].

Дослідження феномену метеочутливості здорового організму як своєрідного еталону сприяє кращому розумінню патологічних варіантів метеотропних реакцій. Тому проблема вивчення рівня метеочутливості організму людини як складної біологічної системи є актуальною і має велике медико-соціальне значення в розробці методів лікування та запобігання розвитку метеопатичних станів, пов'язаних із періодичними метеорологічними змінами.

Аналіз досліджень цієї теми. Дослідження останніх років показали, що існують зв'язки між показниками серцево-судинної системи людини та основними метеорологічними факторами в осіб із різним рівнем метеочутливості [3, с. 75; 5, с. 96]. Показано значний вплив різких змін метеорологічних ситуацій на розвиток кардіологічних захворювань, зокрема ішемічної хвороби серця, гострої серцевої недостатності та серцевих нападів [7, с. 140; 9, с. 201]. Виявлено постійну лабільність до змін атмосферного тиску осіб з органічними порушеннями системи кровообігу та нервово-ендокринними захворюваннями [8, с. 139]. У літературі висвітлено аспекти розвитку метеотропних реакцій переважно патологічного характеру [1, с. 38; 4, с. 72], особливу увагу приділено особам похилого віку [10, с. 256] та людям, що страждають від захворювань серцево-судинної системи, тоді як проблема метеочутливості здорової молоді на сьогодні вивчена недостатньо.

Мета дослідження – виявити особливості динаміки показників артеріального тиску та частоти серцевих скорочень, пов'язані з основними факторами погоди, у студентів з різним рівнем метеочутливості. Для досягнення мети були поставлені такі завдання: 1) визначити рівень метеочутливості студентів за допомогою тесту «Метеочутливість»; 2) проаналізувати динаміку САТ, ДАТ і ЧСС, пов'язану з метеофакторами; 3) оцінити взаємозв'язок між динамікою показників серцево-судинної системи та рівнем метеочутливості досліджуваних.

Методика та контингент дослідження. У дослідженні взяли участь 60 здорових за даними медичного обстеження осіб: 30 чоловіків та 30 жінок віком 18–20 років. Дослідження проводили на території м. Луцька, кліматичні умови якого відповідають помірно вологому континентальному типу з невеликими коливаннями температури. Тривалість експерименту становила 30 днів, упродовж яких щоденно ввечері в період від 17.00 до 19.00 у досліджуваних у стані спокою реєстрували такі основні показники, як рівень систолічного та діастолічного артеріального тиску, частоту серцевих скорочень. Рівень артеріального тиску вимірювали сфігмоманометром у положенні сидячи непрямим аускультативним методом Короткова, згідно з правилами і рекомендаціями ВООЗ від 2009 р. Вимірювання ЧСС проводили пальпаторним методом на променевій артерії, з дотриманням вимог щодо фіксації ЧСС. Експрес-оцінку рівня метеочутливості досліджуваних проводили з використанням тесту-опитувальника «Метеочутливість» [8, с. 134]. Отримані дані обробляли методами варіаційної статистики. Наявність статистично достовірних кореляційних зв'язків між досліджуваними показниками та основними метеорологічними параметрами визначали за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження. Аналіз даних результатів експрес-оцінки рівня метеочутливості за тестом «Метеочутливість» показав, що серед досліджуваних дівчат було 26 % осіб із високим рівнем метеочутливості, 40 % досліджуваних мали середній рівень, 34 % – низький рівень метеочутливості. Серед досліджуваних юнаків високий рівень метеочутливості мали 46 % осіб, середній – 27 %, низький – 27 %. Отримані результати свідчать про наявність у досліджуваній вибірці значної кількості метеочутливих осіб. Це підтверджує

дані І. І. Даценко [1, с. 77] та співавторів про наявність серед міських жителів 68,5 % метеочутливих осіб або таких, що відносять себе до них.

У результаті проведеного дослідження динаміки основних показників функціонального стану серцево-судинної системи (систоличного та діастолічного артеріального тиску, частоти серцевих скорочень) під час зміни метеорологічних ситуацій було виявлено, що у 53 % досліджуваних дівчат та в 66 % досліджуваних юнаків спостерігаються статистично достовірні кореляційні зв'язки між показниками САТ, ДАТ, ЧСС і основними параметрами погоди, такими як атмосферний тиск, вологість та температура повітря. Статистичний аналіз показав, що у групі досліджуваних дівчат існує значний відсоток достовірних кореляційних зв'язків між показниками ДАТ і атмосферним тиском (40 %) та між ДАТ і температурою повітря (33,4 %); між показниками ДАТ і вологістю повітря статистично достовірних кореляційних зв'язків не виявлено. Статистично показано існування у групі дівчат достовірних кореляційних зв'язків між показниками САТ та атмосферного тиску – 26,7 %, ЧСС та атмосферного тиску – 27 %, між ЧСС та температурою повітря – 15 %, між ЧСС та вологістю повітря – 5 % (рис. 1).

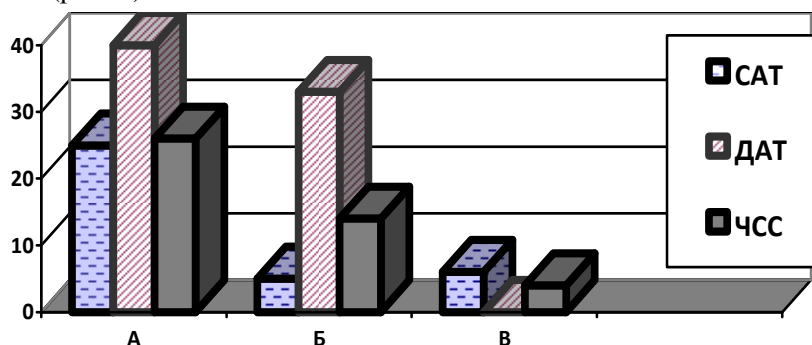


Рис. 1. Кількість (%) статистично достовірних кореляційних зв'язків між основними метеофакторами (А – атмосферний тиск, Б – температура повітря, В – відносна вологість повітря) і САТ, ДАТ, ЧСС у групі дівчат

Таким чином, у групі досліджуваних дівчат виявлено найбільше достовірних кореляційних зв'язків між основними показниками ЧСС, САТ, ДАТ і такими метеофакторами, як атмосферний тиск та температура повітря. Найменше кореляційних зв'язків виявлено між показниками ЧСС, САТ, ДАТ і відносною вологістю повітря.

Під час дослідження з'ясовано, що у групі юнаків існує значна кількість статистично достовірних кореляційних зв'язків між показниками САТ і атмосферним тиском – 40 %, САТ і температурою повітря – 20 %, статистично достовірних кореляційних зв'язків між САТ і відносною вологістю повітря виявлено не було. Між показниками ДАТ і атмосферним тиском спостерігається 33 % статистично достовірних кореляційних зв'язків, між ДАТ і температурою повітря – 46,7 %; кореляційних зв'язків між ДАТ і відносною вологістю не виявлено. Показники ЧСС у досліджуваних юнаків мають кореляційні зв'язки з атмосферним тиском – 15 %, із температурою повітря – 30 %; зв'язків показників ЧСС із відносною вологістю повітря в досліджуваних юнаків не виявлено (рис. 2).

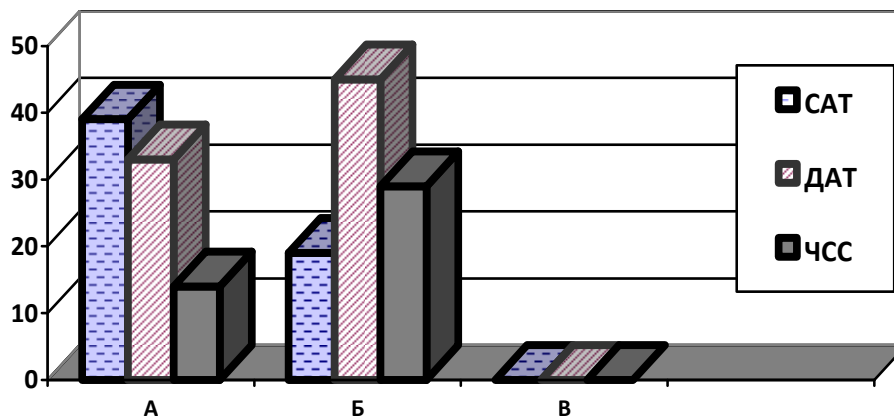


Рис. 2. Кількість (%) статистично достовірних кореляційних зв'язків між основними метеофакторами (А – атмосферний тиск, Б – температура повітря, В – відносна вологість повітря) і САТ, ДАТ, ЧСС у групі юнаків

Порівняльний аналіз показав, що у групі досліджуваних хлопців спостерігається найбільше достовірних кореляційних зв'язків між основними показниками ЧСС, САТ, ДАТ і такими метеофакторами, як температура повітря та атмосферний тиск. Найменше кореляційних зв'язків виявлено між показниками ЧСС, САТ, ДАТ і відносною вологістю повітря.

Аналіз дослідження динаміки основних показників серцево-судинної системи під час зміни метеорологічних ситуацій дав змогу виявити існування статистично достовірних зв'язків між фактичною та теоретично розрахованою метеочутливістю досліджуваних. У метеочутливих осіб наявний тісний кореляційний зв'язок між показниками артеріального тиску і значеннями атмосферного тиску. Такий зв'язок простежується за показниками і САТ, і ДАТ. У більшості метеочутливих осіб спостерігається пряма залежність між показниками САТ, ДАТ і значеннями атмосферного тиску, тоді як у неметеочутливих осіб прямої залежності не виявлено, статистично достовірні кореляційні зв'язки відсутні (рис. 3).

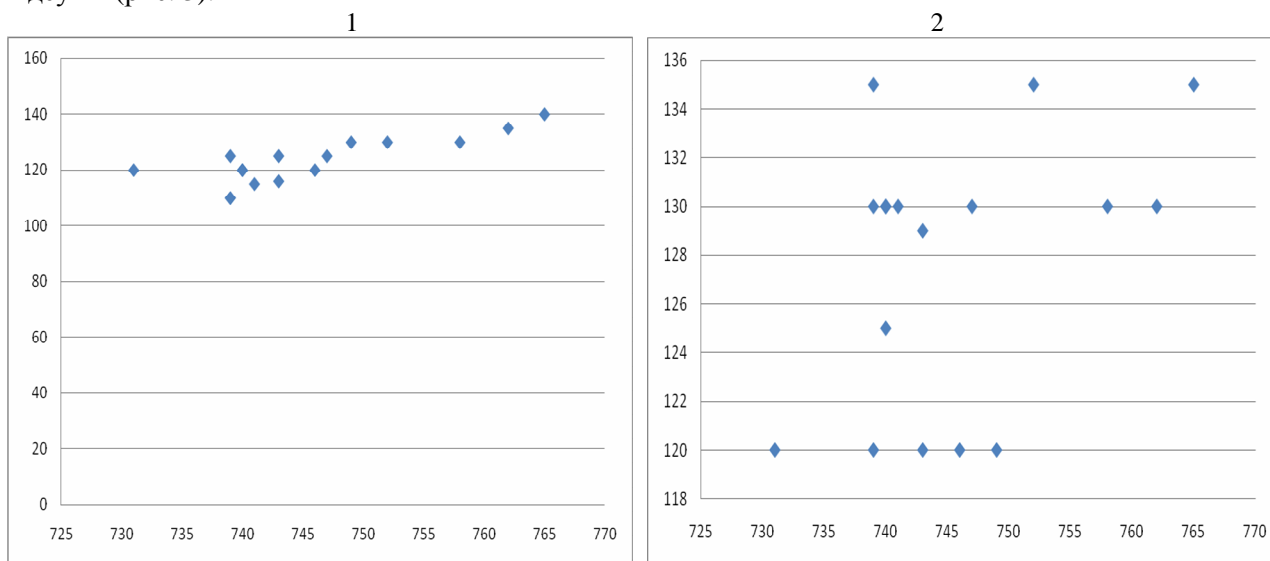


Рис. 3. Динаміка значень САТ залежно від зміни атмосферного тиску в юнака з високим (1) та низьким (2) рівнем метеочутливості

Висновки та перспективи подальших досліджень. У результаті наших досліджень було встановлено, що переважна більшість досліджуваних належать до групи метеочутливих: 64 % дівчат та 73 % хлопців. Показано, що у 58 % досліджуваних дівчат та в 66 % досліджуваних юнаків існують статистично достовірні кореляційні зв'язки між показниками систолічного артеріального тиску, діастолічного артеріального тиску, частоти серцевих скорочень і основними кліматичними параметрами. Зафіксовано, що найбільше достовірних кореляційних зв'язків існує між основними показниками систолічного артеріального тиску, діастолічного артеріального тиску, частоти серцевих скорочень і такими метеофакторами, як атмосферний тиск та температура повітря. Найменше кореляційних зв'язків – із відносною вологістю повітря. У подальшому плануємо вивчення особливостей функціональної активності мозку здорових осіб юнацького віку з низьким, середнім та високим рівнем метеочутливості під час виконання когнітивних завдань.

Джерела та література

1. Ахмерова Р. И. Метеотропные реакции у больных ишемической болезнью сердца и их профилактика / Р. И. Ахмерова, М. Н. Гаянова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2005. – № 2. – С. 38.
2. Вовк Т. Б. Зв'язок метеорологічних параметрів з фізіологічними показниками метеочутливості людини / Т. Б. Вовк, Ю. П. Горго // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. – 2009. – № 33. – С. 25–27.
3. Даценко І. І. Вплив погодно-кліматичних умов на стан здоров'я людини / І. І. Даценко // Актуальні проблеми медицини, біології, ветеринарії і сільського господарства : кн. наук. ст. – 5-та кн. – Львів : [б. в.], 2007. – 89 с.
4. Денефіль О. В. Регуляція серцево-судинної діяльності за різних типів погоди / О. В. Денефіль // Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології : тези доп. IV Міжнар. наук. конф., присвяч. 90-річчю від дня народження П. Г. Богача. – К. : [б. в.], 2008. – С. 71–72.

5. Ермолаев Г. Т. Метеотропность и метеопрофилактика : метод. рек. / Г. Т. Ермолаев, И. П. Женич. – Рига : [б. и.], 1980. – 26 с.
6. Никберг И. И. Гелиометеотропные реакции человека / И. И. Никберг, Е. Л. Ревуцкий, Л. И. Сакали. – Киев : Здоров'я, 1996. – 144 с.
7. McGregor G. R. The meteorological sensitivity of ischaemic heart disease mortality events in Birmingham / G. R. McGregor // International Journal of Biometeorology. – 2012. – Vol. 45, № 3. – P. 139–142.
8. McGregor G. R. The meteorological sensitivity of human diseases / G. R. McGregor // International Journal of Biometeorology. – 2009. – Vol. 55, № 6. – P. 130–149.
9. Rozanski A. Impact of Meteorological Factors on the Pathogenesis of Cardiovascular Disease and Implications for Therapy / A. Rozanski, A. B. James, J. Kaplan // Circulation. – 2011. – Vol. 99. – P. 192–217.
10. Stout R. W. Seasonal changes in haemostatic factors in old subjects / R. W. Stout, V. L. Crawford, M. McDermott // Age Ageing. – 2009. – № 25. – P. 256–257.

Сопронок Евгения, Козачук Наталья, Поручинский Андрей. Изменения артериального давления и частоты сердечных сокращений, связанные с метеофакторами, у студентов. Метеорологические факторы являются стрессорами, которые влияют на формирование неспецифических метеотропных реакций, изменяют биоритмы всех биологических объектов и, конечно, человека. Считается, что метеорологические факторы влияют прежде всего на функционирование сердечно-сосудистой системы и находят отражение в изменениях таких показателей, как артериальное давление и частота сердечных сокращений. Целью исследования было установить особенности динамики показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений, связанные с основными факторами погоды, у студентов с разным уровнем метеочувствительности. Исследована динамика артериального давления и частоты сердечных сокращений изучаемых в соответствии с изменением метеорологических ситуаций. Определены уровни метеочувствительности здоровых лиц в возрасте 18–20 лет с помощью теста-опросника «Метеочувствительность». Экспериментально доказано наличие статистически достоверных корреляционных связей между основными параметрами погоды и показателями сердечно-сосудистой системы у лиц с высоким и средним уровнем метеочувствительности и отсутствие таких связей у лиц с низким уровнем метеочувствительности.

Ключевые слова: уровень метеочувствительности, артериальное давление, частота сердечных сокращений, метеорологические параметры погоды.

Sopronyuk Yevheniya, Kozachuk Nataliya, Poruchynsky Andriy. Changes in Blood Pressure and Heart Rate, Related to Weather Factors, of Students. During the experiment the dynamics of blood pressure and heart rate in people aged 18–20 years have been investigated. The main purpose of the study is to determine the basic levels of meteosenstivity, to identify the main features of the dynamics of arterial pressure and heart rate associated with major weather factors within the students with different levels of meteosenstivity. The basic levels of human meteosenstivity have been determined by the results of the test-questionnaire «Meteosenstivity» and indexes of the cardiovascular system such as: blood pressure and heart rate. According to the results all the individuals were divided in three groups: with low, average and high level meteosenstivity. The study of the dynamics of functional state main indicators person cardiovascular system with different meteosenstivity level, during the change of meteorological situations, has shown the link between the actual and theoretically calculated meteosenstivity. As a result, this study shows the close correlations between the major weather factors and indicators of cardiovascular system in persons meteosenstive and the absence of such dependencies in non-meteosenstive persons. The highest correlations has been found between the indicators of the cardiovascular system and the atmospheric pressure, air temperature.

Key words: meteosenstivity level, blood pressure, heart rate, meteorological factors.

Стаття надійшла до редколегії
15.04.2014 р.

УДК 612.2–057.874

**Світлана Швайко
Олена Дмитроца
Ольга Коржик**

Вплив віку початку систематичних навчальних занять на показники зовнішнього дихання школярів

Вивчено особливості інтегральних показників системи зовнішнього дихання в школярів середнього та старшого шкільного віку залежно від початку систематичного навчання. Підлітки-семирічки більшою мірою

© Швайко С., Дмитроца О., Коржик О., 2014

характеризувалися зниженням фЖЄЛ та індексу Тіффно, шестирічки – зниженням ЖЄЛ. Належні значення МОШ 25 % і МОШ 50 % зафіксовано у семирічок. Серед старшокласників-шестирічок відмічено вищий відсоток осіб із різким зниженням фЖЄЛ та індексу Тіффно. Фактичні величини МОШ 25 % відповідали належним або були підвищені (МОШ 50 %) у більшій кількості юнаків-шестирічок.

Ключові слова: дихальна система, інтегральні показники зовнішнього дихання, школярі, котрі розпочали навчання із шести і семи років.

Постановка наукової проблеми та її значення. У шкільному віці відбувається поступове формування та становлення як різних функціональних систем, так і організму учнів загалом. Навчання в сучасних навчальних закладах – це високонапружений процес, упродовж якого на учнів інтенсивно впливають різноманітні фактори. Обсяг інформації, що безперервно зростає, підвищення розумового навантаження, недостатня фізична активність, недоліки в організації харчування, порушення режиму відпочинку, сну та інших умов життя призводять до погіршення здоров'я дітей і зменшення функціональних можливостей організму [1; 3; 5–7].

Досягнення певної зрілості організму 6–7-річної дитини, початок систематичного навчання в загальноосвітньому закладі є передумовою оптимального перебігу її адаптації та збереження здоров'я. Готовність до школи визначається як такий рівень морфо-функціонального та психічного розвитку організму дитини, при якому вимоги систематичного навчання не будуть надмірними, не призведуть до порушення здоров'я дитини, зриву соціально-психологічної адаптації та зниження ефективності засвоєння знань. Функціональний стан серцево-судинної та дихальної систем – один із ключових показників здоров'я дітей [1; 2; 9]. Відомо, що системі зовнішнього дихання належить важлива роль у забезпеченні адаптації організму до факторів середовища [2; 6; 8]. Об'єктивний аналіз і правильна оцінка показників зовнішнього дихання можуть відіграти важливу роль у покращенні загальної діяльності школярів.

Аналіз досліджень цієї проблеми. Відомо, що важливим соціально-детермінованим чинником формування здоров'я дітей упродовж багатьох років є навчальний заклад. Особливо важливим слід вважати початок систематичного навчання. Саме в цей період відбувається адаптація дитини до навчання або розвиваються процеси дезадаптації, що призводять до численних функціональних порушень [5; 7].

Результати наукових досліджень свідчать про стійкі тенденції до погіршення здоров'я школярів [7]. У вітчизняній літературі останніх років трапляються різноманітні дані щодо розподілу дітей за групами здоров'я. Так, за даними Н. В. Сисоєнко [7], до I групи здоров'я можна віднести тільки 5,3 % дітей, органічна та хронічна патологія визначається у 65 % учнів. За результатами досліджень інших науковців, до I групи здоров'я належать 23,3 %, до II – 29,2 %, до III – 47 % школярів [7; 9]. Серед виявлених відхилень перше місце посідають хвороби верхніх дихальних шляхів [1; 4]. Захворювання системи органів дихання серед дітей – основна причина пропуску занять у загальноосвітніх навчальних закладах. За прогнозами дослідників [5; 7], без втручання у цю ситуацію, до 2050 року слід очікувати в Україні збільшення кардіореспіраторних захворювань у 5–6 разів. Поширення основних факторів ризику таких захворювань у дитячому віці потребує проведення превентивної профілактики цих захворювань серед дитячого контингенту, а отже й подальших досліджень для їх запобігання.

Мета дослідження – вивчення особливостей показників зовнішнього дихання школярів середнього і старшого шкільного віку залежно від початку систематичного навчання. Для досягнення цієї мети поставлено таке **завдання**: здійснити порівняльний аналіз інтегральних показників зовнішнього дихання школярів, які розпочали систематичне навчання із шести і семи років.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведено на 40 школярах підліткового (12–13 років) і юнацького (15–17 років) віку, здорових, праворуких, чоловічої і жіночої статі. Усіх обстежуваних розділяли на дві групи (по 20 осіб): I група – учні підліткового віку, II група – учні юнацького віку. В межах груп виділяли підгрупи дітей, які розпочали навчання в шість (I А) і сім (II Б) років.

Дослідження виконано в лабораторії екологічної фізіології кафедри фізіології людини та тварин біологічного факультету Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. У ході дослідження ми використовували методику пневмотахометрії. Суть цієї методики полягає у визначенні потужності вдиху, видиху та форсованого видиху. Під час порівняльного аналізу респіраторної системи враховували такі основні показники: форсовану життєву ємність легень (фЖЄЛ),

життєву ємність легень (ЖЄЛ), максимальні об'ємні швидкості повітря на рівні видиху 25 %, 50 % і 75 % фЖЄЛ (МОШ 25 %, МОШ 50 %, МОШ 75 %), індекс Тіффно.

Під час обробки отриманих даних послуговувалися загальноприйнятими методами варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Аналіз результатів дослідження основних показників, за якими визначали особливості функціонального стану дихальної системи школярів, виявив такі особливості.

Обстежувані шестирічки підліткового віку мали дещо вищі показники фЖЄЛ ($1,42 \pm 0,22$ л) порівняно із семирічками ($1,37 \pm 0,13$ л). Слід зазначити, що серед підлітків-семирічок виявлено значно вищу частку осіб зі зниженими показниками фЖЄЛ (рис. 1). Нормативні значення фЖЄЛ траплялися лише у підгрупі шестирічок.

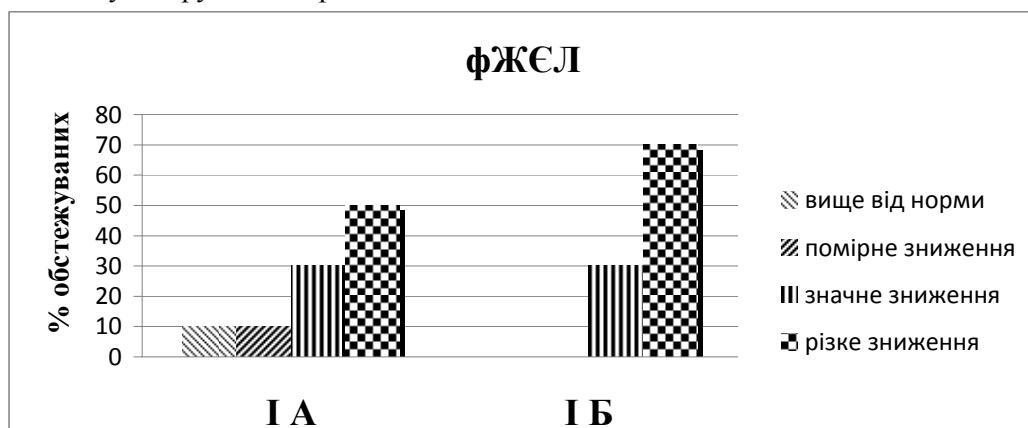


Рис. 1. Розподіл за фактичними величинами фЖЄЛ обстежуваних підліткового віку, які розпочали навчання в шість (І А) і сім (І Б) років

Одним із найважливіших показників функціонального стану зовнішнього дихання є ЖЄЛ. Вищі показники ЖЄЛ зафіксовано в підлітків-семирічок (І А – $2,05 \pm 0,28$ л, І Б – $2,31 \pm 0,24$ л), що вказує на вікові норми [1]. Зафіксовано, що в цій підгрупі обстежуваних, порівняно з підлітками-шестирічками, зменшився відсоток осіб із різким і значним зменшенням показника; проте не виявлено осіб, у яких ЖЄЛ вища від норми (рис. 2).

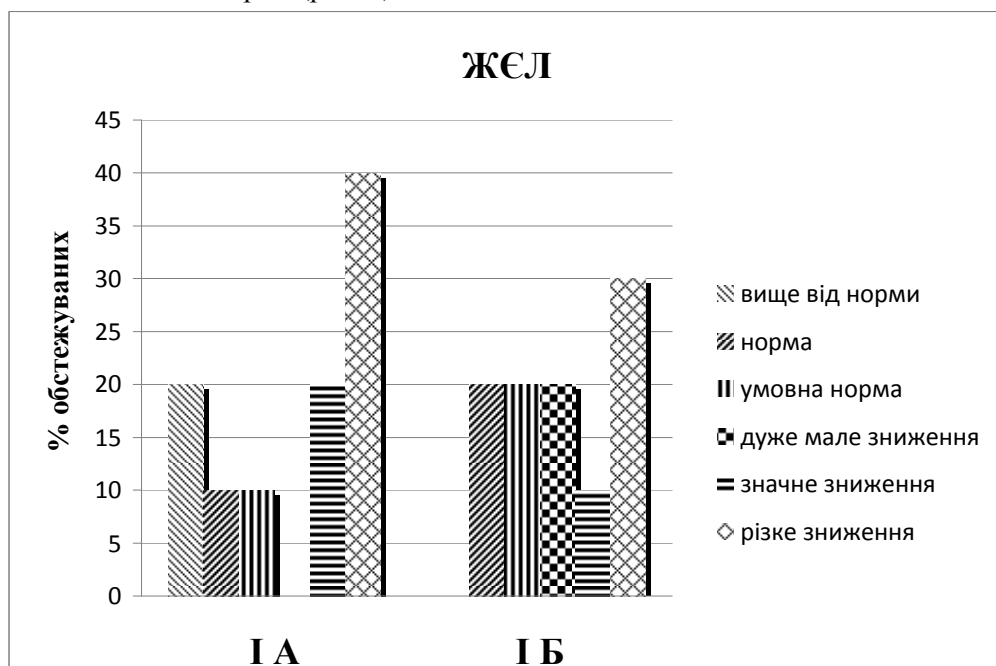


Рис. 2. Розподіл за фактичними величинами ЖЄЛ підліткового віку, які розпочали навчання в шість (І А) і сім (І Б) років

Індекс Тіффно, що вказує на оцінку вентиляційних можливостей, характеризувався нормативними значеннями у підгрупі шестирічок (І А – $71,3 \pm 5,24$ %, І Б – $63,01 \pm 6,34$ %). Достовірне зниження індексу Тіффно в семирічок вказує на збільшення частки школярів із різного ступеня зниженими значеннями показника (рис. 3).

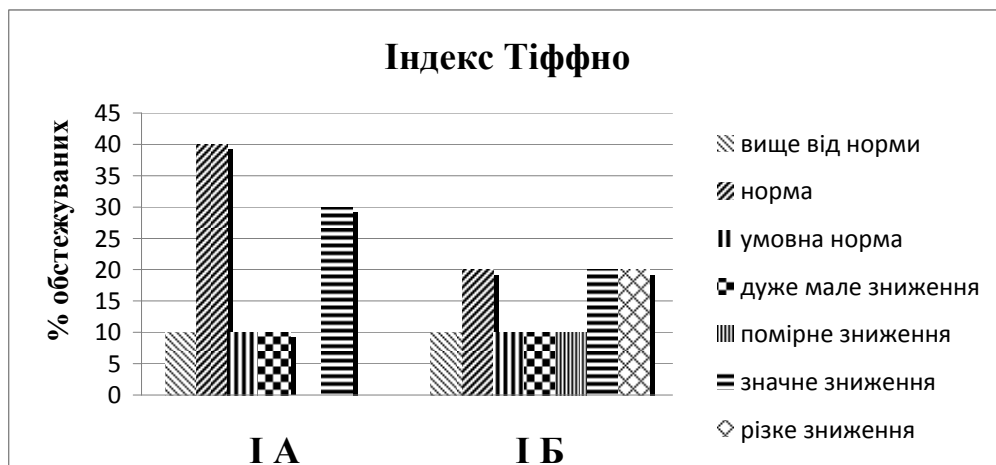


Рис. 3. Розподіл за фактичними величинами індексу Тіффно обстежуваних підліткового віку, які розпочали навчання в шість (І А) і сім (І Б) років

Аналіз показників максимальних об'ємних швидкостей повітря на рівні видиху 25 %, 50 % і 75 % фЖЄЛ обстежуваних показав їх нижчі значення у підлітків-шестирічок (рис. 4). Цікаво, що кількість обстежуваних підгрупи І А з підвищеними показниками МОШ збільшувалася із рівнем видиху від 40 % (МОШ 25 %) до 80 % (МОШ 75 %). Подібну тенденцію зафіксовано і в обстежуваних, що розпочали навчання в сім років. Проте при тестовому навантаженні МОШ 25 % у 20 % обстежуваних виявлено зниження цих показників.

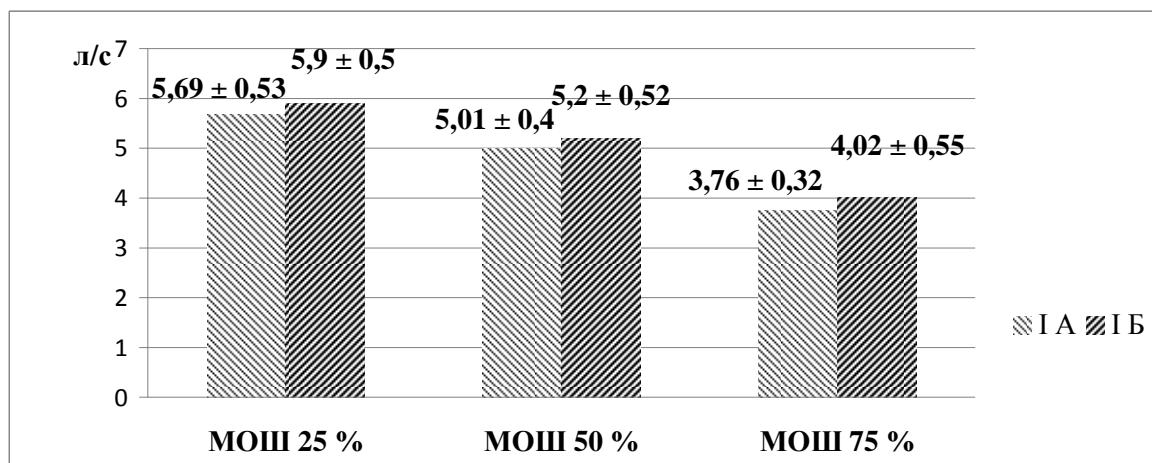


Рис. 4. Усереднені фактичні величини МОШ в обстежуваних середнього шкільного віку, які розпочали навчання в шість (І А) і сім (І Б) років

Під час аналогічного дослідження функціонального стану дихальної системи в обстежуваних старшого шкільного віку встановлено такі особливості. Достовірних відмінностей між показниками фЖЄЛ у підгрупах обстежуваних не виявлено (І А – $2,44 \pm 0,37$ л, І Б – $2,41 \pm 0,17$ л). Слід зазначити, що у 60 % обстежуваних-шестирічок виявлено різного ступеня зниження значень цього показника. В іншій підгрупі обстежуваних цього віку така особливість проявляється більшою мірою (рис. 5).

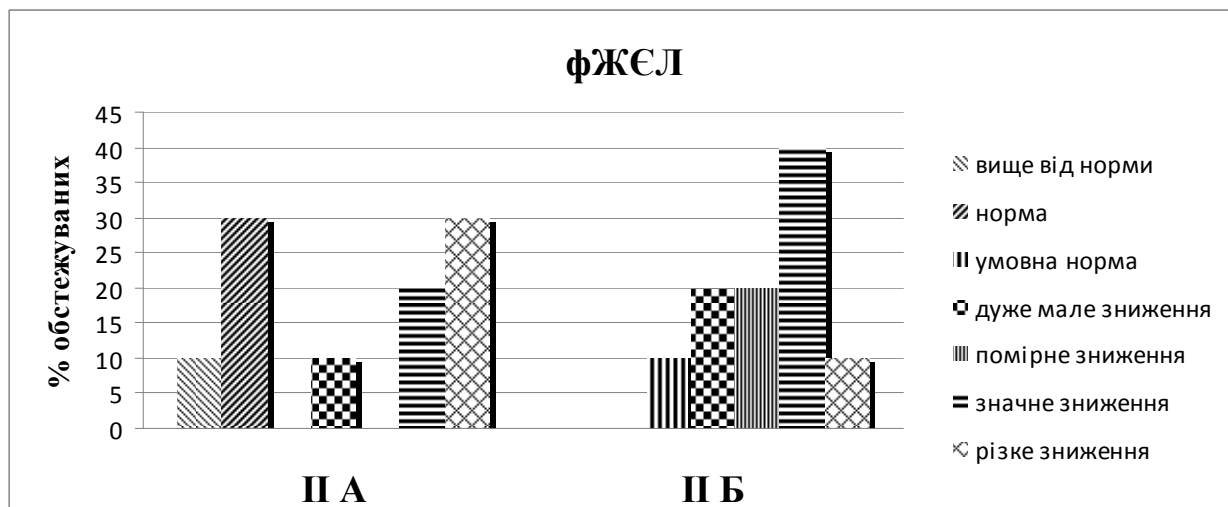


Рис. 5. Розподіл за фактичними величинами фЖЄЛ обстежуваних юнацького віку, які розпочали навчання в шість (II А) і сім (II Б) років

Показники ЖЄЛ у юнаків-шестирічок характеризувалися вищими значеннями, порівняно із семирічками (II А – $3,58 \pm 0,32$ л, II Б – $3,36 \pm 0,33$ л); проте достовірних відмінностей не виявлено. Ця особливість вказує на значне підвищення частки осіб зі зниженим функціональним станом дихальної системи юнаків, що розпочали навчання із семи років (рис. 6). Вище значення ЖЄЛ юнаків-шестирічок є, очевидно, результатом адаптивних змін дихальної системи внаслідок навчального процесу [4; 5].

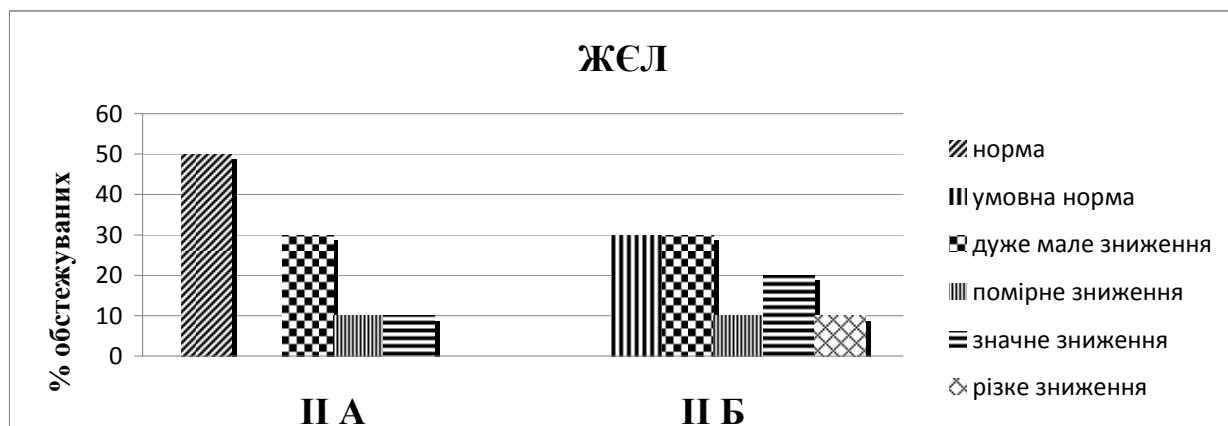


Рис. 6. Розподіл за фактичними величинами ЖЄЛ обстежуваних юнацького віку, які розпочали навчання в шість (II А) і сім (II Б) років

У 60 % юнаків-шестирічок виявлено різного ступеня знижений індекс Тіффно при усередненому значенні $67,97 \pm 7,71$ %, що нижче від норми (рис. 7). Водночас обстежувані-семирічки характеризувалися нормативним значенням індексу Тіффно ($75,97 \pm 5,58$ %); це вказує на підвищення частки осіб із нормативними значеннями цього показника.

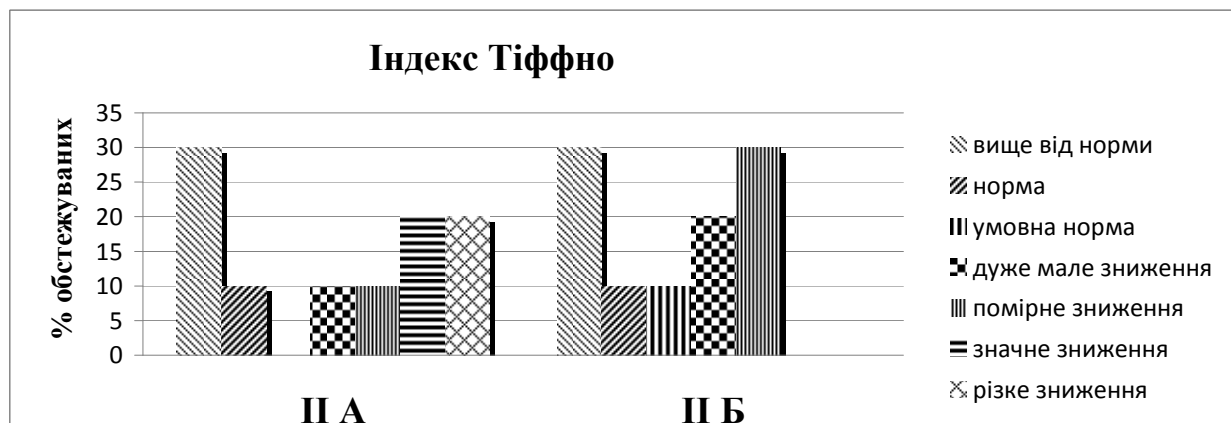


Рис. 7. Розподіл за фактичними величинами індексу Тіффно обстежуваних юнацького віку, які розпочали навчання в шість (II А) і сім (II Б) років

За показниками максимальних об'ємних швидкостей повітря на рівні видиху 25 %, 50 % і 75 % фЖЄЛ переважали юнаки-шестирічки, незалежно від етапу дослідження (рис. 8). Слід зазначити, що серед обстежуваних-семирічок виявлено осіб зі зниженими показниками МОШ 25 % та МОШ 50 %. У юнаків-шестирічок показники МОШ відповідали нормативним або підвищеним значенням.

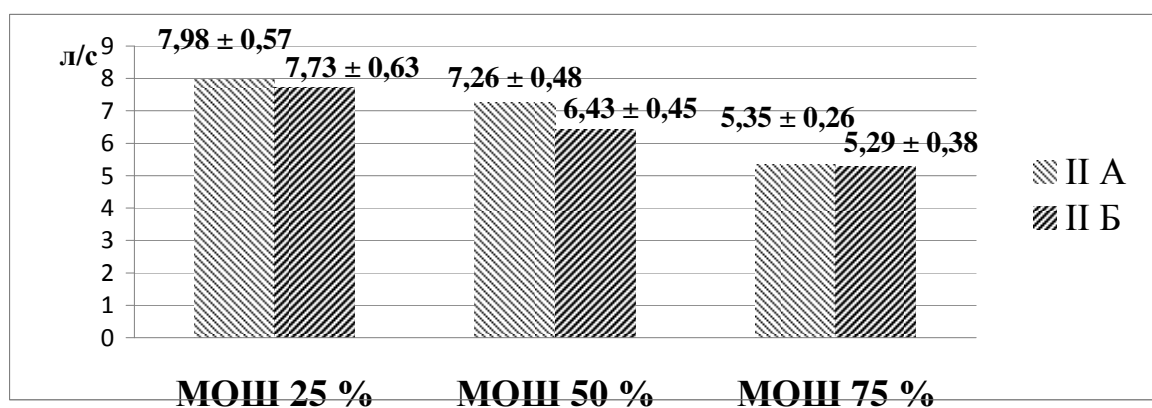


Рис. 8. Усереднені фактичні величини МОШ в обстежуваних старшого шкільного віку, які розпочали навчання в шість (II А) і сім (II Б) років

Отже, за результатами дослідження функціонального стану дихальної системи обстежуваних, враховуючи вік початку систематичного навчання, виявлено такі особливості. Серед школярів підліткового віку, які розпочали навчання в сім років, відмічено вищий відсоток осіб із різким зниженням фЖЄЛ, тоді як у групі досліджуваних, які почали систематичне навчання в шість років, більше осіб із різким зниженням ЖЄЛ і значним зниженням індексу Тіффно. У більшій кількості осіб, що розпочали навчання в сім років, зафіксовані значення МОШ 25 і МОШ 50 відповідали належним (проте при аналізі МОШ 25 % було виявлено дуже незначне зниження у 20 % обстежуваних).

Серед обстежуваних старшого шкільного віку вищий відсоток осіб із різким зниженням ЖЄЛ відмічено серед семирічок. Тоді як у групі обстежуваних-шестирічок більше осіб із різким зниженням фЖЄЛ та індексу Тіффно. Фактичні величини максимальної об'ємної швидкості повітря на рівні видиху 25 % фЖЄЛ (МОШ 25) відповідали належним або були підвищені (МОШ 50) у більшій кількості школярів, які розпочали навчання в шість років.

Отож, функціональний стан дихальної системи школярів значною мірою залежить від початку систематичного навчання. Однак аналіз наукової літератури та проведені дослідження не дають змоги стверджувати, що існує повна однастайність у розумінні встановлення термінів початку навчання для мінімізації розвитку захворювань дихальної системи [6; 7; 10].

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Серед підлітків-семирічок зафіксовано вищий відсоток осіб із різким зниженням фЖЄЛ та індексу Тіффно, у шестирічок – із різким знижен-

ням ЖЄЛ. Підлітки-семилітки більшою мірою характеризувалися належними значеннями МОШ 25 % і МОШ 50 %.

Серед старшокласників-шестирічок відмічено вищий відсоток осіб із різким зниженням фЖЄЛ та індексу Тіффно. Фактичні величини МОШ 25 % відповідали належним або були підвищені (МОШ 50 %) у більшій кількості школярів, які розпочали навчання в шість років.

У перспективі планується здійснити дослідження динаміки стану дихальної системи школярів протягом навчання в школі з урахуванням темпів їх біологічного розвитку.

Джерела та література

1. Гозак С. В. Вплив чинників навчального процесу на показники здоров'я школярів / С. В. Гозак // Доклілля та здоров'я. – 2012. – № 3. – С. 17–20.
2. Дунець-Лесько А. В. Характеристика функціонального стану дихальної системи кваліфікованих спортсменів-каратистів / А. В. Дунець-Лесько // Спортивна наука України. – 2009. – № 9. – С. 58–66.
3. Корнев Н. В. Здоров'я школярів, сьогодення та проблеми на перспективу / Н. В. Корнев, Г. М. Даниленко // Охорона здоров'я України. – 2003. – № 1. – С. 49–54.
4. Моїсеєнко Р. О. Особливості динаміки здоров'я учнів початкової та основної школи / Р. О. Моїсеєнко, Г. М. Даниленко, Л. І. Пономарьова // Современная педиатрия. – 2013. – № 1. – С. 13–17.
5. Стан здоров'я школярів великого міста / В. П. Неділько, Т. М. Камінська, С. А. Руденко, Л. П. Пінчук // Здоровье ребенка. – 2008. – № 1. – С. 8–12.
6. Няньковський С. Л. Стан здоров'я першокласників, їх готовність до систематичного навчання в школі / С. Л. Няньковський, М. С. Яцула // Здоровье ребенка. – 2010. – № 3. – С. 5–11.
7. Омельченко Т. Г. Функціональні можливості кардіореспіраторної системи молодших школярів / Т. Г. Омельченко // Спортивна наука України. – 2011. – № 8. – С. 18–26.
8. Сисоєнко Н. В. Стан здоров'я та особливості фізичного розвитку школярів 6–17 років, які навчалися в загальноосвітніх закладах різних типів / Н. В. Сисоєнко // Вісн. Черкас. ун-ту. – 2010. – Вип. 180. – С. 97–105.
9. Сітовський А. Стан дихальної системи підлітків із різними темпами біологічного дозрівання / А. Сітовський // Молода спортивна наука. – 2010. – Т. 2. – С. 224–231.
10. Чиженок Т. Оцінка показників зовнішнього дихання юнаків протягом навчального року / Т. Чиженок // Актуальні проблеми розвитку руху : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (2007 р.). – Т. 1. – Тернопіль : ТНПУ, 2007. – С. 86–89.

Швайко Светлана, Дмитроца Елена, Коржик Ольга. Влияние возраста начала систематических учебных занятий на показатели внешнего дыхания школьников. Целью работы является изучения особенностей показателей внешнего дыхания школьников среднего и старшего школьного возраста в зависимости от начала систематического обучения. Исследование проведено на 40 школьниках подросткового (12–13 лет) и юношеского (15–17 лет) возраста, здоровых, правшей. Для оценки функционального состояния дыхательной системы использовали методику пневмотахометрии. Осуществлен анализ основных интегральных показателей системы внешнего дыхания. По результатам исследования установлены следующие особенности. Среди школьников подросткового возраста, которые начали обучение с семи лет, отмечен высший процент обследуемых с резким снижением фЖЄЛ и индекса Тиффно. Тогда как в группе школьников, которые начали обучение с шести лет, больше подростков с резким снижением ЖЄЛ. Высокий процент школьников с резким снижением фЖЄЛ и индекса Тиффно отмечен среди юношей-семилеток.

Ключевые слова: дыхательная система, интегральные показатели внешнего дыхания, школьники, которые начали обучение с шести и семи лет.

Shvayko Svitlana, Dmytrotsa Olena, Korzhyk Olga. Impact of the Age Beginning of Systematic Training Lesson on External Respiration Indicators Among Schoolchildren. The aim of the work is to investigate peculiarities of external respiration indicators among schoolchildren of middle age (12–13) and senior school age (15–17) depending on the beginning of systematic training. The study was conducted among 40 pupils of adolescents (12–13) and youths (15–17), healthy, right-handed. The method of pneumatic tachometry was used for this functional state. The main integral indicators were analyzed. According to the investigation the following results were: adolescences who started training from 7 years the higher percentage of pupils were with sharp reducing of lungs life capacity and Tiffno's index. In the group where pupils started training from 6 years – the sharp reducing of lungs life capacity was shown.

Key words: respiratory system, integral indicators of external respiration, schoolchildren who started training from 6 and 7 years.

Стаття надійшла до редколегії
24.04.2014 р.

Natalia Ievpak
Ilya Kuznetsov
Oksana Rakovets
Ivanna Marchuk

The effect of working memory and social interactions training on ERP features

The influence of working memory and social interactions training on evoked brain cortex electrical activity were studied. It was shown, that after working memory training, the ERP features did not changed significantly. While social interactions efficacy training leads to increase in N2 wave amplitude. In our opinion, obtained results support the Herrmann's "social intelligence" theory.

Key words: social intelligence, working memory, brain cortex evoked activity.

Introduction. Our previous results have shown the difference of ERD/ERS reactions on socially-significant stimuli between altruistic-oriented and egoistic-oriented persons [5]. The difference between those two groups was alpha-band specific (mainly, upper alpha), resulting in evident desynchronization effect, which was stronger for altruistic stimuli for egoistic-oriented persons, and stronger for egoistic-oriented stimuli for altruistic-oriented persons. The upper alpha-rhythm is considered to be influenced by dopaminergic transmitter system [2]. While the dopamine is the main transmitter of executive system and social interactions have the key importance for humans, there's nothing unexpected in obtaining the mentioned results. Anyway, the dopaminergic system is closely associated with another executive system function – namely, working memory [1; 7]. This leads us to conjecture, that enhancing one of the functions – social activity or working memory – should lead to enhancement in another function. The key question is the priority of the functions – which executive functions will affect another in greater extend? Thus, the main goal of our study was examining of mutual influence, reflected in evoked brain activity, of working memory and social interaction level.

Methods. The study was conducted on 19 volunteers, females, 19–22 years old, right-handed. The subjects were divided into two groups – 10 persons in first group, 9 persons in second group. The persons from the first group were trained for working memory enhancement, the persons from second group were trained for enhancement of social interaction efficacy. The training for working memory enhancement was based on working with span board task [6] – 30 minutes every day, 10 days consequently (fig. 1). The training for enhancement of social interactions was based on "stone-scissors-paper" game [3] and the task, developed by us. The second task included the manipulation of small board inclination by two persons simultaneously, with the goal to direct a small sphere to the center of the board. For making task more difficult and enhancing the interaction between two persons, each person was staying only on one leg during the task. Both tasks for social interaction enhancement were conducted during 15 minutes each, 30 minutes total daily, 10 days consequently. To avoid social adaptation for second task, the interacting pairs were formed from different subjects each day in occasional manner.

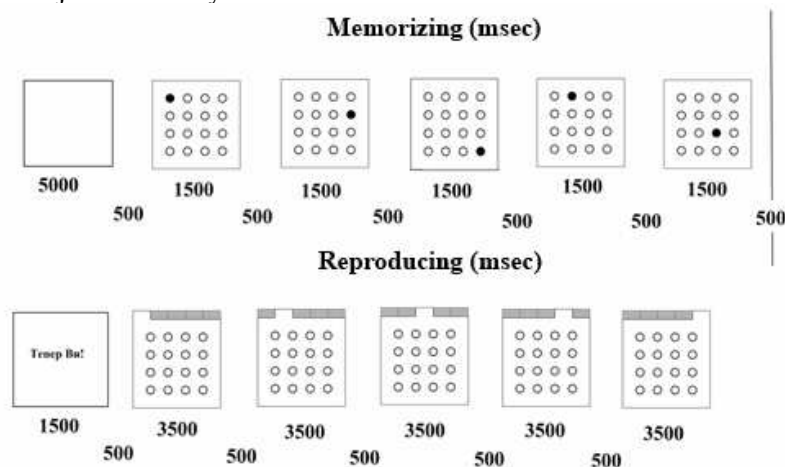


Fig. 1. Span board task, used for working memory training, modified [5]

The evoked brain cortex activity was registered for both groups before and after the whole training cycle. We used a simple odd-ball paradigm for P300 registration. The N200-P300 complex is a standard ERP feature for studying working memory load [8]. The subjects were instructed to push button on presented images with animals (target) and to ignore the presented images, which didn't have animals (non-target). The task included 50 target stimuli with 25 % target presentation probability.

The obtained data were processed using variation statistics methods, including mean, standard mean error and t-Student's statistics with significance level of $p \leq 0,05$.

Results and discussion. It was shown, that the ERP for the first group unexpectedly did not changed significantly after working memory training. We expected the shortening and decreasing in amplitude of P300 wave after training, but the analysis showed a slight increase in P300 amplitude and latency (fig. 2). We consider, that increase of brain neuronal structures, involved in working memory maintaining, is the only way to explain this result.

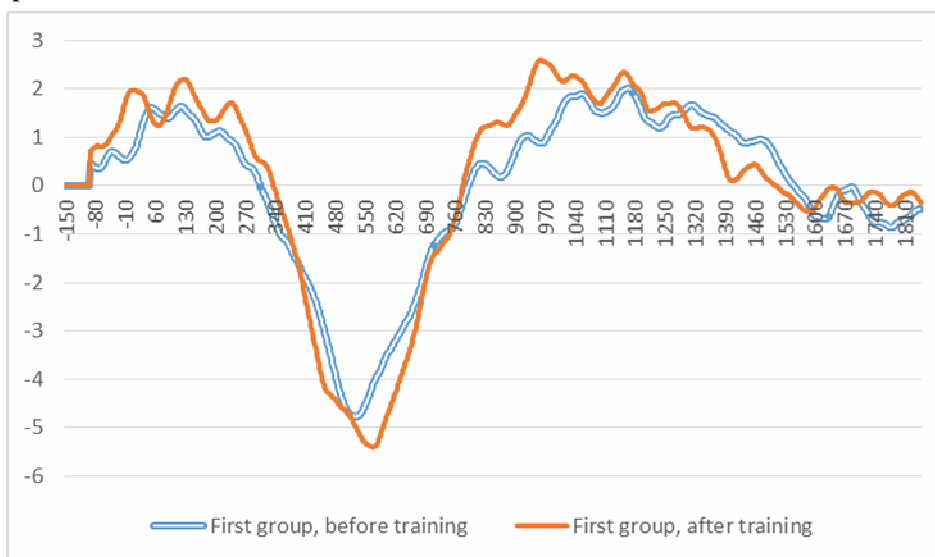


Fig. 2. ERP waves of the first group, before and after working memory training, P3 lead

We suppose, that the time period of our experiment was not long enough for trained working memory mechanisms to adopt for training and the expected decrease in number of neuronal structures, involved in working memory maintaining should decrease (with increase in working memory performance because of better neuronal organization) somewhat later. Anyway, this result shows no large enhancement of neuronal organization for processing working memory task.

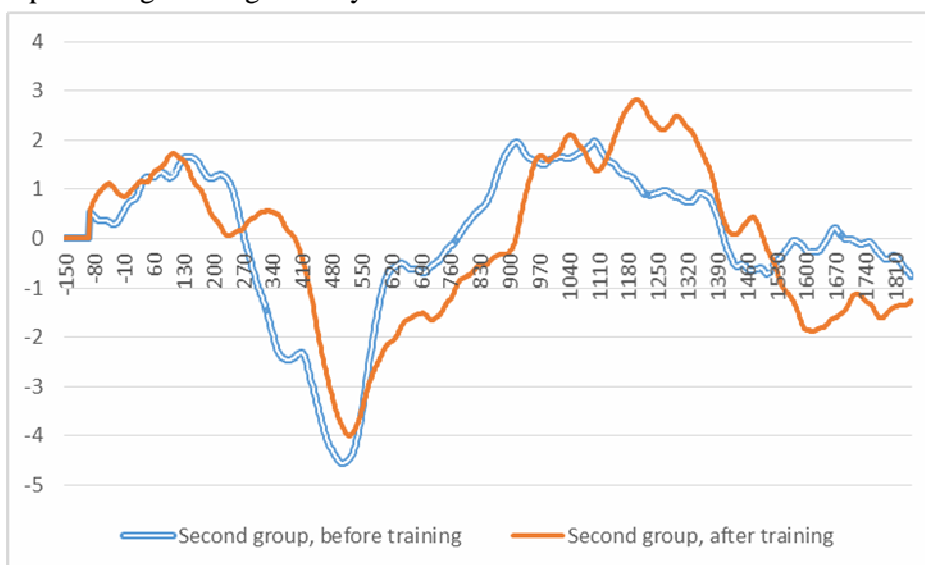


Fig. 3. ERP waves of the second group, before and after social interaction enhancement training P3 lead

Concerning the results of the second group, it was shown, that after social interactions enhancement training, their ERP change dramatically. The most prominent difference between before- and after-training ERPs was a significant increase in amplitude of N2 wave (with 330 msec approximate latency, fig. 4), which reflects the working memory load, thus giving us the opportunity to suppose the enhancement in working memory performance.

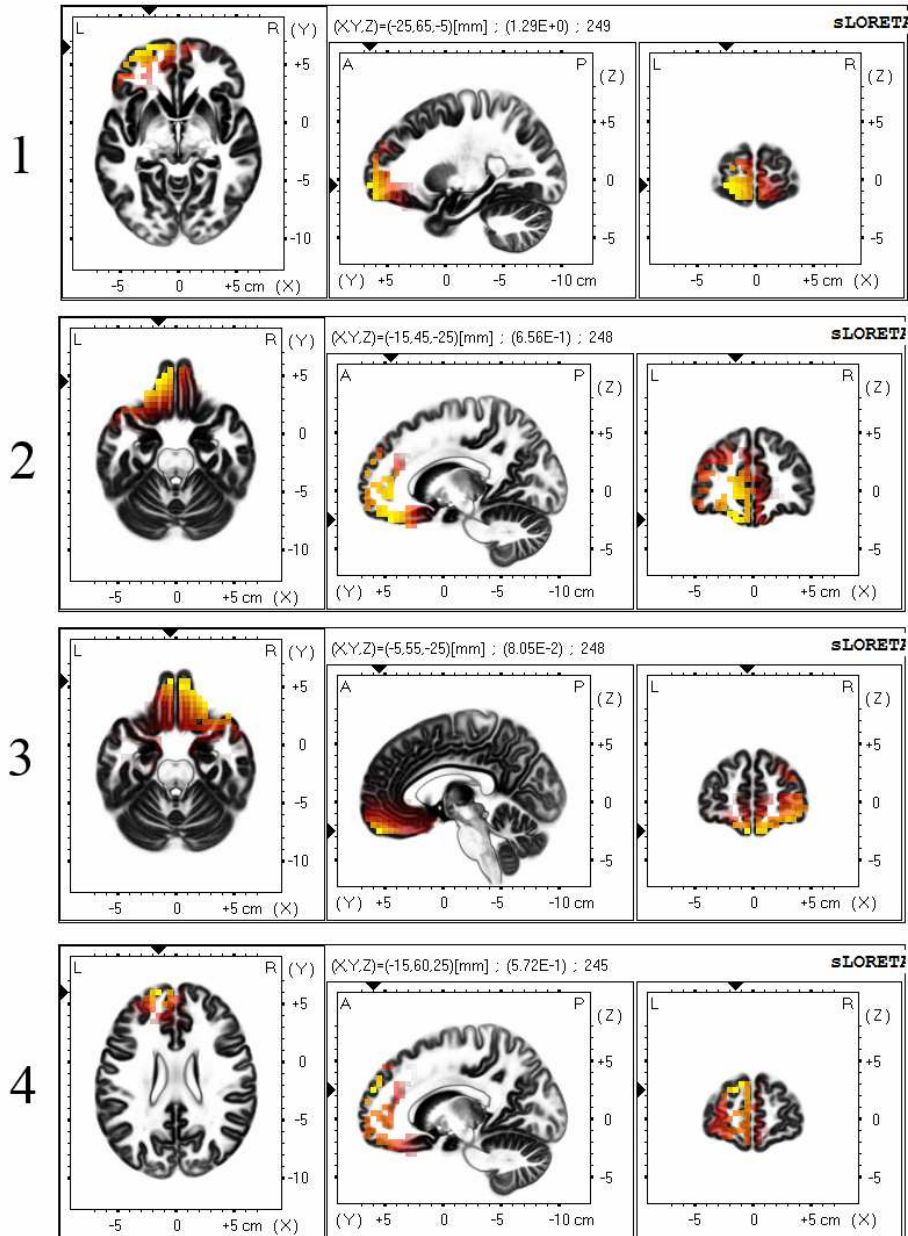


Fig. 4. sLORETA of N2 wave of first group before (1) and after (2) working memory training, sLORETA of N2 wave of second group before (3) and after (4) social interactions enhancement training

The results of low-resolution tomography (sLORETA) show the increase in left anterior cingulate cortex activity on 340 msec latency (which corresponds N2 wave) after training in both groups, thus confirming the improved functioning of working memory in both groups. Anyway, the second group has more expressed activity in this regions.

In general, obtained results show the key role of social activity for working memory performance. We consider the simple explanation of this effect – the social stimuli are a very strong positive reinforcements for human beings, and thus positive social activity load leads to enhancement in working of positive reinforcement system, with dopamine as a key neurotransmitters – and thus, to better support of memory

traces in working memory, and, most probably – in long-term memory. Our results support the theory of “social intelligence”, proposed by Herrmann [4]. Indeed, the social factors reveal a greater importance on brain functioning, thus allowing to suppose, that social cognitive abilities play a leading role in human evolutionary and ontogenetic development of general cognitive functions, not vice versa, as “general intelligence” theories suppose.

Conclusion and further perspectives. Our result show the greater importance of social cognitive functions for general brain functions. These results support the theory of “social intelligence”. Anyway, the theory of “social intelligence” operates with the concepts of cognitive functions on species and evolutionary level, while our study reveals the possibility of heterogenic involvement and interaction of the same mechanisms on organism and cell level. Further studies should find the exact neural hollowmarks of different evolutionary pressure on mechanisms social and general cognitive functions.

Sources and literature

1. Bazanova O. M. Interpreting EEG alpha activity / O. M. Bazanova, D. Vernon // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2014. – Vol. 44. – P. 94–110.
2. Dimpfel W. Pharmacological modulation of cholinergic brain activity and its reflection in special EEG frequency ranges from various brain areas in the freely moving rat (Tele-Stereo-EEG) / Wilfried Dimpfel // *European Neuropsychopharmacology*. – 2005. – Vol. 15, N. 6. – P. 673–682.
3. Gallagher H. Functional imaging of ‘theory of mind’ / Helen L. Gallagher, Christopher D. Frith // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2003. – Vol. 7, N. 2. – P. 77–83.
4. Herrmann E. The structure of individual differences in the cognitive abilities of children and chimpanzees / Esther Herrmann et al. // *Psychol. Sci*. – 2010. – Vol. 21, N. 1. – P. 102–110.
5. Kotsan I. Studying the cerebral cortex electrical activity of individuals with different psychosocial type in a model of social behavior / Ihor Kotsan, Oksana Fedorchuk, Ilyia Kuznetsov // *Вісн. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Серія : Біол. науки*. – 2014. – № 14. – P. 64–68.
6. Olesen P. J. Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory / P. J. Olesen, H. Westerberg, T. Klingberg // *Nature Neuroscience*. – 2004. – Vol. 7, N. 1. – P. 75–79.
7. Polymorphisms in the Dopamine Receptor 2 Gene Region Influence Improvements during Working Memory Training in Children and Adolescents / Stina Söderqvist et. al. // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2014. – Vol. 26, N. 1. – P. 54–62.
8. Pratt N. Effects of working memory load on visual selective attention: behavioral and electrophysiological evidence / N. Pratt, A. Willoughby, D. Swick // *Front. Hum. Neurosci*. – 2011. – Vol. 5, Art. 57. – P. 1–9.
9. Prime D. Object-substitution masking modulates spatial attention deployment and the encoding of information in visual short-term memory: Insights from occipito-parietal ERP components / David J. Prime et al. // *Psychophysiology*. – 2011. – Vol. 48, N. 5. – P. 687–696.

Свпак Наталія, Кузнєцов Ілля, Раковець Оксана, Марчук Іванна. Вплив тренування оперативної пам’яті та соціальних взаємодій на характеристики КВП. Здійснено вивчення впливу тренування оперативної пам’яті та соціальних взаємодій на показники викликаної електричної активності кори головного мозку людини. Показано, що після тренування оперативної пам’яті характеристики ВП суттєво не змінюються, тоді як після тренування ефективності соціальних взаємодій в обстежуваних зростає амплітуда хвилі N2. На нашу думку, отримані результати свідчать на користь гіпотези «соціального інтелекту» Херрманн.

Ключові слова: соціальний інтелект, оперативна пам’ять, викликана активність мозку.

Евпак Наталія, Кузнєцов Ілля, Раковець Оксана, Марчук Іванна. Влияние тренировок оперативной памяти и социальных взаимодействий на характеристики КВП. Как показали наши предварительные исследования, электрическая активность коры головного мозга при реакции на социально значимые стимулы имеет основные отличия для групп эгоистично-ориентированных и альтруистично-ориентированных испытуемых в области альфа-диапазона. Подобные отличия могут также указывать на особенности работы системы оперативной памяти в указанных группах. В нашем исследовании мы регистрировали КВП по методике Р300 в испытуемых, которые проходили тренировку оперативной памяти (10 человек), и испытуемых, которые проходили тренировку повышения эффективности социальных взаимодействий (9 человек). Показано, что в первой группе после тренировок не произошло значительных изменений в параметрах ВП, тогда как во второй группе наблюдалось увеличение амплитуды компонента N2, что указывает на более эффективную работу системы оперативной памяти после тренировки социальных взаимодействий. Данные результаты подтверждают гипотезу «социального интеллекта» Херрманн, согласно которой ведущую роль в развитии когнитивных способностей играли когнитивные функции не общего характера, а функции, необходимые для успешного осуществления социальных взаимодействий.

Ключевые слова: социальный интеллект, оперативная память, вызванная активность мозга.

The article acted to the editorial board
in 11.04.2014

Вікторія Пшиченко

Морфологічний стан судинного русла шишкоподібної залози щурів за умов гострого стресу та цілодобового освітлення

Проведені дослідження щодо з'ясування особливостей екстраоргального кровоносного русла шишкоподібної залози щурів і морфологічних проявів реологічних властивостей крові після п'ятигодинного іммобілізаційного стресу та гіпофункції шишкоподібної залози. Установлено, що в кровоносних судинах венозного типу відбуваються порушення кровотоку внаслідок адгезії еритроцитів, сепарації крові, некрозу та лізису еритроцитів, а також порушення цілісності судинної стінки. З'ясовано, що ці морфологічні порушення супроводжуються пригніченням функціональної активності шишкоподібної залози.

Ключові слова: шишкоподібна залоза, іммобілізаційний стрес, формені елементи крові, адгезія еритроцитів, ендотеліоцити

Постановка наукової проблеми та її значення. Порушення світлового режиму з подальшим обмеженням рухової діяльності безумовно є стресовою ситуацією, яка супроводжується активною стресовою відповіддю та структурно-функціональними змінами в роботі всіх органів організму й передовсім реакцією судин, викликаючи відповідні зміни в механізмах кровопостачання [8; 10; 19; 24].

До стресової відповіді активно залучається шишкоподібна залоза, яка відповідає за запуск стресової реакції та забезпечує адаптацію організму до мінливих умов середовища [1; 2; 6; 8; 13].

Аналіз досліджень цієї проблеми. Аналіз наукових джерел засвідчує, що вчені здебільшого досліджували лише анатомічні особливості кровопостачання шишкоподібної залози [14; 17; 18; 20; 21; 23], а функціональну активність досліджуваного органу під час дії надзвичайних подразників вивчали лише з позиції клітинних структур [2; 5; 7; 8; 12; 15; 22; 25]. Відомості щодо стану кровоносного русла шишкоподібної залози та морфологічних проявів реологічних властивостей крові в умовах гострого іммобілізаційного стресу та гіпофункції шишкоподібної залози в науковій літературі майже відсутні.

Мета і завдання статті – вивчити морфологічні особливості судинного русла шишкоподібної залози щурів в умовах гострого стресу та цілодобового освітлення.

Матеріали й методи дослідження. Експериментальне дослідження проводили на 24 статевозрілих самцях щурів лінії Вістар вагою 220–240 г. Тварини утримувались у виварії за цілодобового освітлення, сталої температури, вологості повітря, вільного доступу до води та їжі [3–5; 7; 11; 16]. Експеримент тривав 30 діб. На 30-й день експерименту тваринам моделювали гострий іммобілізаційний стрес через утримування впродовж п'ятьох годин у пластикових клітинах – пеналах.

Закінчивши термін експерименту, піддослідних тварин піддавали евтаназії відповідно до вимог положень «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986), а також «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах ухвалених першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

Після вилучення шишкоподібної залози разом із прилягальними до неї кровоносними судинами отриманий комплекс занурювали у фіксуючий розчин 10%-го нейтрального формаліну. За допомогою стандартних способів матеріал поміщали в парафінові блоки, з яких виготовляли зрізи завтовшки 4 мкм і фарбували гематоксилином та еозином [9]. Отримані таким способом гістологічні препарати вивчали за різних збільшень мікроскопа «Primo Star Zeiss» з подальшим фотографуванням мікропрепаратів цифровим дзеркальним фотоапаратом «Canon».

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Під час дослідження кровоносних судин, які безпосередньо прилягають до капсули шишкоподібної залози, виявлено реактивні зміни у венозному й артеріальному сегментах кровообігу, а також порушення реологічних процесів у цих судинах.

Установлено, що вени, які тісно контактують із капсулою шишкоподібної залози, виглядають повнокровними з розширеними просвітами. Стінки цих вен потовщені, що зумовлено гіпертрофією ендотеліальної вистилки. При цьому часто можна виявляти потовщені ендотеліоцити. Ядра цих клітин набувають овальної або навіть в окремих ділянках, округлої форми. Нерідко відзначається гіперплазія таких ендотеліоцитів. Іноді стінка такої вени переривається з виникненням дефекту (рис. 1).

Просвіт такої судини заповнений кров'ю. Однак виявлено, що елементи крові розподіляються нерівномірно по діаметру кровеносної судини. Установлено, що центральне положення займають формені елементи крові, які формують певні конгломерати, що складаються переважно з еритроцитів. Виявлено, що між стінкою судини й комплексом формених елементів крові є проміжок, який містить плазму. Часто трапляються гістологічні зрізи, у яких яскраво виражені процеси некрозу та лізису еритроцитів. Установлено, що тіні некротизованих формених елементів заповнюють дефекти в стінці вени, перешкоджаючи розвитку плазмо- і геморагії (рис. 1). Іноді мікрodefекти стінки вени виявляються не заповненими некротизованими форменими елементами.

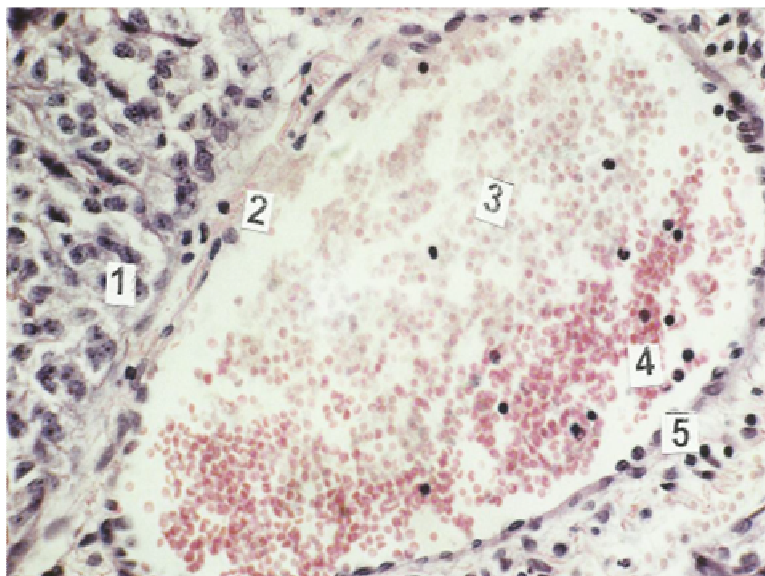


Рис. 1. Контакт вени з капсулою шишкоподібної залози щура: 1. Часточка шишкоподібної залози. 2. Дефект в стінці вени. 3. Лізис еритроцитів. 4. Формені елементи крові. 5. Ендотеліоцити. Забарвлення гематоксилін-еозин. 36. × 200

Поряд із описаними вище явищами, у венах, розміщених на значній відстані від капсули шишкоподібної залози, виявлено зміни дещо іншого характеру. Разом із вираженою гіперемією, відбуваються явища протилежного характеру, а саме: у просвіті судин виявляється незначна кількість адгезованих еритроцитів, зосереджених переважно в стінці кровеносної судини. Весь інший простір просвіту вени заповнений плазмою крові. Характерно, що стінки вен потоншені. Ендотеліоцити розміщені на значній відстані один від одного й містять ядра витягнутої форми (рис. 2). Незважаючи на такі значні відстані між суміжними ендотеліоцитами порушення цілості стінки не виявлені.

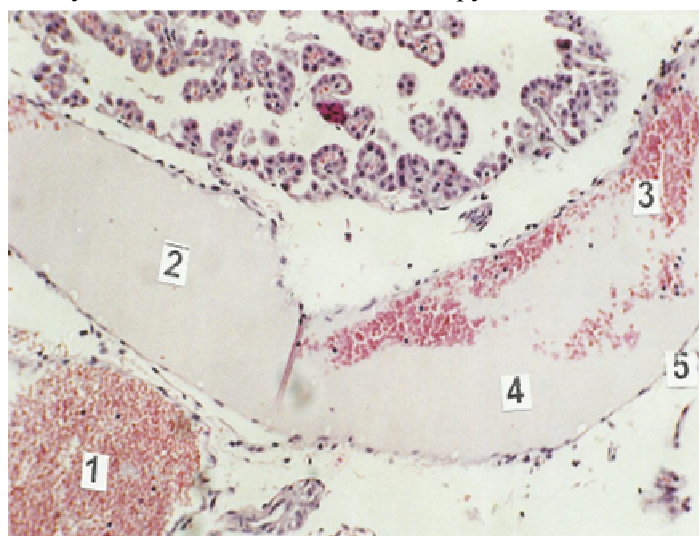


Рис. 2. Позаорганні вени шишкоподібної залози щура: 1. Поперечний зріз. 2. Поздовжній зріз. 3. Агрегація і лізис еритроцитів. 4. Коагулюванні білки плазми. 5. Ендотелій. Забарвлення гематоксилін-еозин. 36. × 100

Екстраорганне артеріальне русло – як на поздовжньому, і на поперечному зрізах – виглядає майже незмінним. Ендотеліальна вистилка утворена ендотеліоцитами з видовженими ядрами, розміщеними на однаковій відстані один від одного. М'язова оболонка стінки представлена добре вираженими міозитами, ядра яких рівномірно розміщені по всій довжині стінки кровеносної судини. Просвіти артеріальних судин рівномірно заповнені групами інтактних еритроцитів (рис. 3).

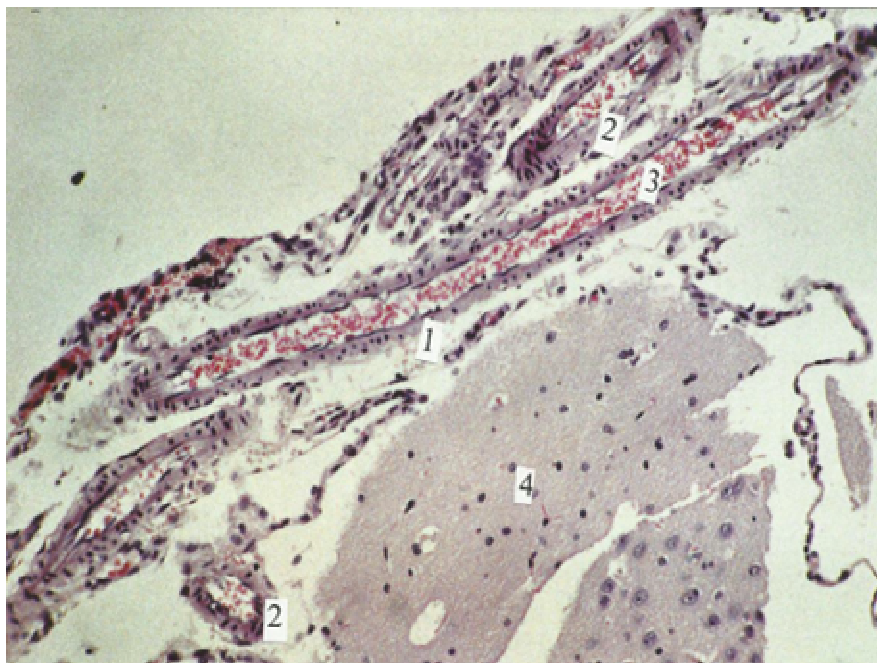


Рис. 3. Екстраорганні артеріоли шишкоподібної залози щура: 1. Поздовжній зріз. 2. Поперечний зріз. 3. Розподіл еритроцитів у просвіті артеріоли. 4. Тканина мозку. Забарвлення гематоксилін-еозин. Зб. $\times 100$

Гострий іммобілізаційний стрес і гіпофункція шишкоподібної залози супроводжуються порушеннями кровообігу в експериментальних тварин, що виявляються передовсім у венозній ланці, що засвідчують морфологічні зміни в екстраорганих венах у вигляді збільшення їх діаметра внаслідок надмірного скупчення крові й підвищення тиску у венозній системі. Це явище викликає розтягнення судинної стінки. Підтвердженням цьому є її різке потоншення, а також збільшення відстані між суміжними клітинами, виявляються і розриви судинної стінки, що сприяє розвитку плазморагії та набряку. Загалом такі морфологічні зміни вкладаються в поняття «венозна гіперемія», що супроводжується гіпоксією, унаслідок чого тканина шишкоподібної залози недостатньо насичується киснем.

Висновки й перспективи подальших досліджень. 1. В екстраорганих венозних судинах, які тісно прилягають до капсули шишкоподібної залози, виявлено розриви судинної стінки, що супроводжується плазморагією і набряком, явища сепарації крові, некрозу та лізису еритроцитів.

2. В екстраорганих венозних судинах, розміщених на значній відстані від капсули шишкоподібної залози, відзначено явища сепарації крові, адгезії еритроцитів та їх прилипання до внутрішньої поверхні судинної стінки.

3. В артеріальній ланці екстраорганного кровеносного русла шишкоподібної залози виявлено рівномірне заповнення просвіту судин форменими елементами крові.

Виявлені морфологічні порушення в стані судинного русла вказують на пригнічення функціональної активності шишкоподібної залози внаслідок порушення кровообігу у венозних судинах.

За результатами експериментальних досліджень у подальшому проведемо глибші дослідження стану інтраорганного кровеносного русла шишкоподібної залози щурів під час гострого іммобілізаційного стресу та гіпофункції шишкоподібної залози.

Робота є фрагментом науково-дослідної теми «Вплив біологічно активних речовин епіфізу на морфофункціональний стан вісцеральних систем організму тварин», зареєстрованої в УкрІНТЕІ, № 0112U000481.

Джерела та література

1. Арушанян Э. Б. Гормон эпифиза мелатонин и его лечебные возможности / Э. Б. Арушанян // Рус. мед. журн. – 2005. – Т. 13, № 26. – С. 1755–1760.
2. Бондаренко Л. О. Значення взаємодії факторів внутрішнього середовища в регуляції функціональної активності пінеальної залози : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук : спец. 14.01.14 «Ендокринологія» / Л. О. Бондаренко. – К., 2003. – 37 с.
3. Булик Р. Є. Вплив епіталону на субмікроскопічні зміни пінеалоцитів при тривалому освітленні / Р. Є. Булик // Укр. мед. альм. – 2008. – Т. 6, № 1. – С. 57–59.
4. Влияние постоянного освещения на суточный ритм мелатонина и структуру пинеальной железы у кроликов / Л. А. Бондаренко, Г. И. Губина-Вакулик, Н. Н. Сотник, А. Р. Геворкян // Проблемы эндокринной патологии. – 2005. – № 4. – С. 38–45.
5. Губина-Вакулик Г. И. Длительное круглосуточное освещение как фактор ускоренного старения пинеальной железы / Г. И. Губина-Вакулик, Л. А. Бондаренко, Н. Н. Сотник // Успехи геронтологии. – 2007. – № 1. – С. 92–95.
6. Коваленко Р. И. Структура пинеалоцитов крысы при стрессе и после унилатеральных интраназальных введений окситоцина / Р. И. Коваленко, Д. А. Сибаров, И. Н. Павленко // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 1997. – № 8. – С. 88–93.
7. Логвинов С. В. Морфология эпифиза при воздействии света и радиации в эксперименте / С. В. Логвинов, А. В. Герасимов, В. П. Костюченко // Бюл. сибир. медицины. – 2003. – № 3. – С. 36–43.
8. Ломакіна Ю. В. Ефективність застосування епіталону за умов зміненого фотоперіоду та іммобілізаційного стресу в старих щурів / Ю. В. Ломакіна // Клінічна та експериментальна патологія. – 2012. – Т. XI, № 3 (41). – С. 118–121.
9. Меркулов Г. А. Гистологическая техника / Г. А. Меркулов. – М. : Химиздат, 1961. – 339 с.
10. Пауков В. С. Патология / В. С. Пауков, Н. К. Хитров. – М. : Медицина, 1989. – 350 с.
11. Петришен О. І. Морфологічна перебудова печінки за умов хронічної алюмінієво-свинцевої інтоксикації, іммобілізаційного стресу та гіпофункції шишкоподібної залози / О. І. Петришен, Н. О. Мельник // Буковин. мед. вісн. – 2006. – Т. 10, № 4. – С. 129–131.
12. Пішак В. П. Гістологічні та ультраструктурні критерії ефективності корекції мелатоніном та епіталоном пінеалоцитів старих щурів після іммобілізаційного стресу / В. П. Пішак, Ю. В. Ломакіна, І. С. Давиденко // Проблеми старіння і довголіття. – 2008. – Т. 17, № 1. – С. 3–8.
13. Редькин Ю. В. Роль эпифиза в защите организма от повреждения / Ю. В. Редькин, А. С. Лысенко // Успехи физиол. наук. – 2003. – № 4. – С. 26–36.
14. Селин Ю. М. Кровоснабжение шишковидной железы плацентарных млекопитающих и человека в сравнительно-анатомическом аспекте: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. мед. наук : спец. № 751 / Ю. М. Селин. – М., 1972. – 27 с.
15. Ультрамiкроскопічні зміни пінеальної залози, що викликані стресом за умов світлової депривації / Ю. В. Ломакіна, В. П. Пішак, Р. Є. Булик, М. І. Кривчанська // Вісн. ЛНУ ім. Т. Шевченка. – 2011. – № 18 (229). – С. 115–121.
16. Функциональная недостаточность эпифиза и артериальная гипертензия / О. В. Коркушко, Л. А. Бондаренко, В. Б. Шатило и др. // Журн. АМН України. – 2008. – Т. 14, № 2. – С. 373–381.
17. Arendt J. Melatonin and the mammalian pineal gland. – London : Chapman and Hall, 1995. – 331 p.
18. Arteriovenous malformation of the pineal gland / A. G. Weil, S. Obaid, F. Berthelet, N. McLaughlin, M. W. Wojanowski // Acta Neurochir (Wien). – 2012. – № 154 (1). – P. 65–68.
19. Effect of ethanol on stress induced cardiovascular alterations in rats / U. D'Souza, H. S. Nagaraja, A. D'Souza, P. S. Jeganathan // Journal of physiological sciences. – 2004. – № 3. – P. 80–85.
20. Hodde K. C. The vascularization of the pineal gland of the rat / K. C. Hodde, W. A. Veltman // Scan Electron Microsc. – 1979. – № 3. – P. 369–374.
21. Hogendorf P. Microvascularisation of the pineal gland in the rat / P. Hogendorf, E. Adamczyk, E. Ocraszewska // Folia Morphol. – 2001. – Vol. 60, № 3. – P. 191–194.
22. Millin J. Morphodynamic response of the pineal gland to initial stress attack / J. Millin, J. Martinovic, M. Demajo // Arch. Anat. Microsc. Morfol Exp. – 1984. – № 73 (3). – P. 159–180.
23. Ozgel O. The morphology and arterial vascularization of the pineal gland in donkeys / O. Ozgel, N. Dursun, C. Oto // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2008. – Vol. 7, № 11. – P. 1511–1514.
24. Stress in cardiovascular diseases / T. Esch, G. B. Stefano, G. L. Fricchione, H. Benson // Med. Sci. Monit. – 2002. – № 8 (5). – P. 93–101.
25. «Synaptic Ribbon» modifications in the pineal gland of the albino rat following 24-hours of immobilization / S. F. Martinenz, T. T. Hernandez, H. P. Herrador, T. A. Ruiz // Acta Anat (Basel). – 1992. – № 145 (4). – P. 430–433.

Пшиченко Виктория. Морфологическое состояние сосудистого русла шишковидной железы крыс в условиях острого стресса и круглосуточного освещения. Проведены исследования по изучению особенностей сосудистого русла шишковидной железы крыс и морфологических проявлений реологических свойств крови после пятичасового иммобилизационного стресса и гипофункции шишковидной железы. Выявлено, что в венозных сосудах, которые тесно прилегают к капсуле шишковидной железы, появляются разрывы сосудистой стенки, сопровождающиеся плазморрагией и отеком, а также явлениями сепарации крови, некроза и лизиса эритроцитов. В венозных сосудах, расположенных на значительном расстоянии от капсулы шишковидной железы, отмечены явления сепарации крови, адгезии эритроцитов и их прилипания к внутренней поверхности сосудистой стенки. В артериальном звене кровеносного русла шишковидной железы выявлено равномерное заполнение просвета сосудов форменными элементами крови. Установленные морфологические нарушения в состоянии сосудистого русла указывают на подавление функциональной активности шишковидной железы, вследствие нарушения кровообращения в венозных сосудах.

Ключевые слова: шишковидная железа, иммобилизационный стресс, форменные элементы крови, адгезия эритроцитов, эндотелиоциты.

Pshychenko Victoria. Morphological State of the Vascular Bed of the Pineal Gland of Rats Under Stress, and Permanent Lighting. Conducted a study on the features of the vascular bed of the pineal gland of rats and morphological manifestations of the rheological properties of blood after 5-hour immobilization stress and hypofunction of the pineal gland. Revealed that the venous vessels, which are closely adjacent to the capsule of the pineal gland, there are discontinuities of the vascular wall, accompanied plasmorrhages and edema, as well as the phenomena of blood separation, necrosis and lysis of erythrocytes. In venous vessels located at a considerable distance from the pineal gland capsule marked blood separation conditions, the adhesion of erythrocytes and their attachment to the inner surface of the vascular wall. In the arterial bloodstream link pineal gland revealed a uniform filling of the lumen formed elements of the blood vessels. Established morphological abnormalities in the state of the vascular bed indicate suppression of functional activity of the pineal gland, due to circulatory disorders in the venous vessels.

Key words: the pineal gland, immobilization stress, blood cells, red blood cell adhesion, endothelial cells.

Стаття надійшла до редколегії
18.04.2014 р.