

S. Zinabadinova, lab.
Bogomolets national medical university, Kyiv, Ukraine
T. Segeda, DSc.
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

THE USING OF CHICKEN EMBRYO FOR THE DETERMINATION OF BIOLOGICAL EFFECTS WHICH ARE CAUSED BY ASBESTOS FIBERS AND CARBON NANOWIRES

The apparent structural link between carbon nanowires and asbestos fibers has generated serious doubts about their safety profile. Until today data on asbestos concerns researches mostly of respiratory system. Therefore we used a chicken embryo because it enables to evaluate the body's reaction to materials on a large number of cell population. The results show that the straight fiber asbestos (amphibole) poses the greatest danger. Also our research demonstrate that carbon nanowires have the potential to behave like amphibole asbestos fibers.

Key words: biological effects, chrysotile asbestos, amphibole asbestos, nanowires, chicken embryo.

УДК 612.766.1:577.21:796.015

С. Дроздовська, канд. фіз. виховання
Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ

АСОЦІАЦІЯ ПОЛІМОРФІЗМІВ ГЕНІВ АНГІОТЕНЗИНКОНВЕРТУЮЧОГО ФЕРМЕНТУ, ЕНДОТЕЛІАЛЬНОЇ NO-СИНТАЗИ ТА А-РЕЦЕПТОРА, ЩО АКТИВУЄТЬСЯ ПРОЛІФЕРАТОРАМИ ПЕРОКСИСОМ, З ПОКАЗНИКАМИ АДАПТАЦІЙНИХ РЕАКЦІЙ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ СПОРТСМЕНІВ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Вивчено особливості прояву адаптаційних реакцій кардіореспіраторної системи спортсменів з різними генотипами на фізичні навантаження. Досліджено вплив поліморфізмів генів ACE, eNOS, PPARA, PPARG, HIF-1 α , PPARGC1B на показники газоаналізу у спортсменів під час фізичних навантажень. Встановлено асоціацію I/D поліморфізму гена ACE, T/C поліморфізму гена eNOS та G/C поліморфізму гена PPARA з показниками аеробної продуктивності кваліфікованих спортсменів. Розглянуто можливість визначення схильності до прояву високих аеробних здібностей за допомогою молекулярно-генетичних маркерів.

Ключові слова: поліморфізми генів, реакції кардіореспіраторної системи, спортивний добір.

Вступ. Залежність характеру адаптаційних можливостей кардіореспіраторної системи у відповідь на фізичні навантаження від спадкової схильності була встановлена ще у 80-ті роки минулого століття [3; 6]. Адаптаційні реакції кардіореспіраторної системи спортсменів є проявом їх аеробних можливостей. Дослідженнями К. Бушара і співр. у 80-х – 90-х роках доведено, що приріст аеробної працездатності під впливом фізичних тренувань, виражений в показниках МСК (максимальне споживання кисню), має високу генетичну залежність ($H=0,77$) [11].

Бурхливий розвиток молекулярно-біологічних методів за останнє десятиріччя дозволяє визначити гени, що сприяють розвитку високих аеробних можливостей [8; 14]. Згідно сучасних уявлень молекулярної генетики фізичної активності, вважається, що індивідуальні відмінності у ступені розвитку тих чи інших фізичних і психічних якостей людини обумовлені ДНК-поліморфізмами, яких нараховується більше 60 мільйонів [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. На теперішній час генетична карта фізичної активності людини нараховує 214 генів, поліморфізми яких асоційовані з розвитком і проявом фізичних якостей, а також, морфофункціональними і біохімічними характеристиками, що змінюються під впливом фізичних навантажень різної спрямованості [9].

Результати досліджень за програмою "Heritage Family Study" свідчать, що спадковість впливає на зростання рівня максимального споживання кисню під час 20-ти тижневої тренувальної програми на 47% [10]. Виявлено, що асоціації з приростом МСК мають 39 поліморфізмів. Статистичний аналіз дозволив ідентифікувати перелік з 21 поліморфізму, які обумовлюють 49% різноманітності відповідей на тренування. У осіб, які мали менше ніж 9 сприятливих алелей з цих 21 поліморфізмів, МСК збільшувався на 221 мл/хв., а у тих, осіб, які мали 19 та більше з цих алелей, приріст МСК становив у середньому 604 мл/хв. Загалом, у літературі описано 59 молекулярно-генетичних маркерів, асоційо-

ваних з розвитком і проявами витривалості [1; 15; 16]. Більшість генетичних маркерів встановлено шляхом пошуку асоціацій поліморфізмів генів з статусом елітних спортсменів (випадок – контроль) і не підтвержені функціональними дослідженнями (генотип-фенотип). Тому існує потреба у експериментальному підтвердженні інформативності встановлених маркерів. Крім того, оскільки сила біологічного ефекту генетичного маркера (поліморфізма) визначається етно- або популяційно-специфічними факторами як генетичної, так і негенетичної природи (гаплотип, взаємодія ген-ген та ген – середовище), у кожній популяції слід проводити пошук власних генетичних маркерів [5]. Новизна роботи полягає у тому, що вперше було досліджено асоціацію поліморфізмів генів з параметрами показників кардіореспіраторної системи українських спортсменів. Крім того, досліджувалися властивості поліморфізмів, які раніше не розглядалися у якості маркерів м'язової діяльності.

Метою роботи було вивчення особливостей адаптаційних реакцій кардіореспіраторної системи спортсменів з різними поліморфними варіантами генів.

Матеріали і методи. Оцінка рівня загальної фізичної працездатності і особливостей реакції кардіореспіраторної системи проводилася у 72 висококваліфікованих спортсменів, які займаються видами спорту, що вимагають прояву витривалості (23 спортсмени мали кваліфікацію майстрів спорту України міжнародного класу, 33 – майстри спорту України, 16 – кандидати у майстри спорту України), з них: 26 жінок та 46 чоловіків.

ДНК виділяли з букального епітелію за допомогою набору реактивів Diatom™ DNA Prep (Biokom). Поліморфізми генів визначали методом полімеразної ланцюгової реакції (PCR), з подальшою обробкою рестриктазами та наступним аналізом довжини рестрикційних фрагментів (PCR-RFLP). Ампліфікати після рестрикції розділяли у 2,5% агарозному гелі, який містив 10 мкг·мл⁻¹ бромистого етидію. Візуалізація ДНК після горизонтального електрофореза (160 V на протязі

40 хв) проводилася за допомогою транслюмінатора ("Біоком", Росія) і відеосистеми ViTran (Росія). Генотипування спортсменів виконувалося на базі молекулярно-генетичної лабораторії відділу загальної і молекулярної патофізіології інституту фізіології імені О.О. Богомольця Національної академії наук України.

Реакції кардіореспіраторної системи (КРС), міра ацидемичних зрушень при виконанні граничних (максимальних) і стандартних фізичних навантажень, що дозволяють визначити аеробні можливості організму, вивчалися на експериментальній базі лабораторії "Теорії методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів" НДІ НУФВСУ. Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення фізичної роботи характеризувалася максимальною аеробною потужністю – максимальним рівнем споживання кисню (VO_{2max}) і потужністю "критичного" навантаження ($W_{кр.}$) при виконанні тестового навантаження із ступінчато зростаючою потужністю, тривалістю 14-20 хв до моменту "довільної відмови від роботи", а також потужністю навантаження на рівні анаеробного порогу ($W_{ПАНО}$). Поріг анаеробного обміну (ПАНО), як початок інтенсивного приросту концентрації лактату та момент переходу організму на переважно анаеробні джерела ресинтезу АТФ, визначали за початком нелінійного приросту легеневої вентиляції та підвищенням вентиляційного еквіваленту для O_2 (EQO_2). Навантаження виконувалися на тредмілі "Laufband" (Німеччина). Тестування проводилося після дня відпочинку при стандартизованому режимі харчування і питного режиму. Спортсмени були інформовані про зміст тестів і дали згоду на їхнє проведення.

Реакцій КРС на фізичні навантаження оцінювали за допомогою ергоспірометричного комплексу "MetaMax3B" (Німеччина). Визначали легеневу вентиляцію (VE), частоту дихання (fT), дихальний об'єм (VT), концентрацію CO_2 і O_2 у видихуваному (FEO_2 , $FECO_2$) і в альвеолярному повітрі (FAO_2 , $FACO_2$), споживання O_2 (VO_2), виділення CO_2 (VCO_2), газообмінне відношення ($RQ=VCO_2/VO_2$),

вентиляційні еквіваленти для O_2 ($EQO_2=VE/VO_2-1$) і для CO_2 ($EQCO_2=VE/VCO_2-1$), кисневий пульс (O_2 -пульс= $VO_2/ЧСС$). Реєстрація частоти серцевих скорочень (ЧСС, уд·хв⁻¹) проводилась за допомогою "Sport Tester Polar" (Фінляндія). Статистичний аналіз результатів дослідження проведено за допомогою програмного пакету SPSS ver.17.0. Показники газообміну були перевірені на нормальність за допомогою тесту Шапіро-Вілк. Гомогенність дисперсій була проаналізована за допомогою тесту Лівайна з наступним проведенням дисперсійного аналізу (ANOVA). У випадку гетерогенності дисперсій було проведено модифікації дисперсійного аналізу (тести Брауна – Форсайта і Уельча).

Результати та їх обговорення. Нами проаналізовано вплив 6 поліморфізмів на показники кардіореспіраторної системи спортсменів. Проведений аналіз наукової літератури дозволив віднести до генетичних маркерів, що можуть обумовлювати аеробні можливості спортсменів, наступні поліморфізми: I/D поліморфізм гена ангіотензинконвертуючого фермента (ACE), T⁷⁸⁶→C поліморфізм гена ендотеліальної NO-синтази (eNOS), Pro₁₂→Ala поліморфізм гена γ-рецептора, що активується проліфераторами пероксисом (PPARG), G/C поліморфізм 7-го інтрону гена α-рецептора, що активується проліфераторами пероксисом (PPARA), Pro₅₈₂→Ser (C/T) поліморфізм гена гіпоксіяіндуцибельного фактору (HIF-1α), Ala₂₀₃→Pro поліморфізм гена β-коактиватора PPARγ (PPARGC1B).

Побудова множинних регресійних моделей показників кардіореспіраторної системи спортсменів дозволила виявити, що взаємодія поліморфізмів генів PPARG і eNOS статистично вірогідно впливає на показник легеневої вентиляції (VE max) (p=0,040), що є проявом реактивності кардіореспіраторної системи спортсменів. Інша модель свідчить про те, що поліморфізм гена eNOS впливає на величину вентиляційного коефіцієнта за киснем (EQO₂) (P=0,046), що характеризує економічність системи дихання (рис.1).

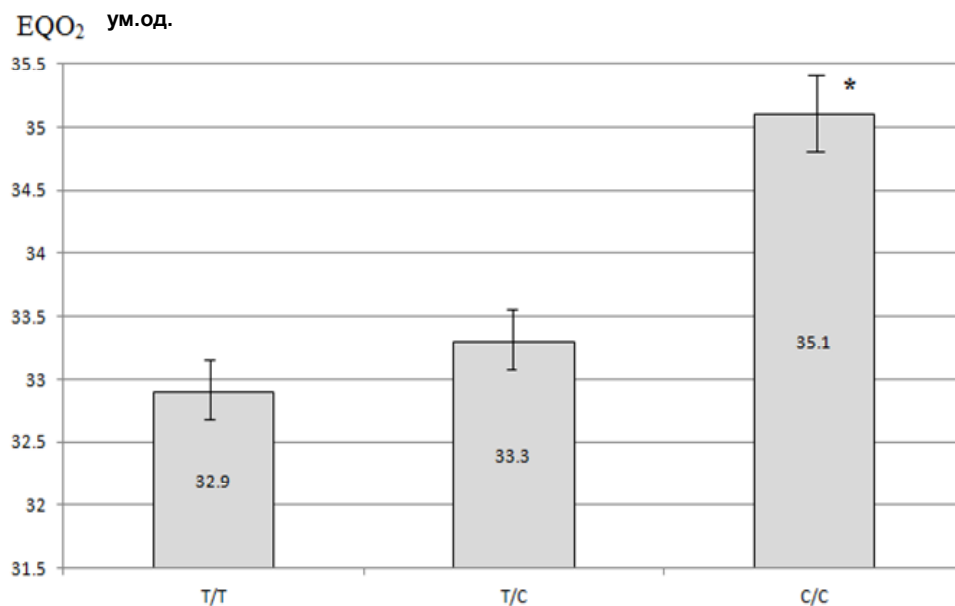


Рис.1. Вентиляційний еквівалент для O_2 у спортсменів з різними генотипами за T⁷⁸⁶→C поліморфізмом гена eNOS

* – вірогідні відмінності у порівнянні зі спортсменами з генотипом T/T, p< 0,05

Отримані дані дозволяють стверджувати, що наявність C-алеля T⁷⁸⁶→C поліморфізму гена eNOS у гомозиготному стані приводить до погіршення економічності

легеневої вентиляції при фізичних навантаженнях ступінчато-зростаючої потужності. Результати, отримані нами, добре пояснюються тим фактом, що, C-алель

сприяє зниженню активності гена eNOS, а недостатність кількості ендотеліальної NO-синтази, що при цьому виникає, є причиною зменшення синтезу і вивільнення оксиду азоту і дисфункції ендотелію судин [23].

Порівняння показників газоаналізу у спортсменок з генотипом T/T та спортсменок – носіїв алеля C (генотипи T/C та C/C) свідчить, що алель C призводить до погір-

шення як аеробної продуктивності, так і економічності кардіореспіраторної системи під час фізичної роботи, що виявляється у зменшенні потужності виконаної роботи на 7% при зростанні VE_{max} та VO_{2max} відповідно на 7 та 6%; збільшенні $VE_{пано}$ на 16,9%, $VO_{2пано}$ на 6,3%, ЧСС $пано$ на 8% ($p=0,05$), $\%VO_{2пано} / VO_{2max}$ на 4% (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристики реакцій кардіореспіраторної системи спортсменок з різними генотипами за $T^{-786} \rightarrow C$ поліморфізмом гена eNOS під час фізичного навантаження

Показник	Од	Спортсменки з T/T-генотипом	Спортсменки з генотипами T/C і C/C
W_{max}	Вт	294,94±10,08	302,78±13,47
$W_{max} \text{ кг}^{-1}$	Вт•кг ⁻¹	4,37±0,20	4,08±0,17
VE_{max}	л•хв ⁻¹	113,34±6,31	121,43±4,04
$VE_{max} \text{ кг}^{-1}$	л•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	1,66±0,05	1,70±0,05
VO_{2max}	л•хв ⁻¹	3,39±0,12	3,61±0,11
$VO_{2max} \text{ кг}^{-1}$	мл•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	50,38±2,17	51,16±1,92
VCO_{2max}	л•хв ⁻¹	3,96±0,18	3,96±0,11
$VCO_{2max} \text{ кг}^{-1}$	мл•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	58,56±2,45	56,04±2,15
$ЧСС \cdot VO_{2max}^{-1}$	уд•хв ⁻¹	185,51±5,28	189,08±1,80
$VO_{2} \cdot HR^{-1}$	мл•уд ⁻¹	18,18±0,64	19,26±0,66
EQO_2	-	32,78±1,01	33,13±0,88
$V'CO_2/V'O_2 \text{ фн}$	-	1,16±0,03	1,11±0,05
$W_{пано}$	Вт	219,23±10,35	231,99±7,03
$W_{пано} \text{ кг}^{-1}$	Вт•кг ⁻¹	3,26±0,18	3,28±0,13
$VE_{пано}$	л•хв ⁻¹	77,42±6,60	90,46±5,96*
$VE_{пано} \text{ кг}^{-1}$	л•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	1,12±0,07	1,26±0,07
$VO_{2пано}$	л•хв ⁻¹	2,85±0,16	3,03±0,11
$VO_{2пано} \text{ кг}^{-1}$	мл•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	42,22±2,46	42,72±1,83
$ЧСС_{пано}$	уд•хв ⁻¹	162,42±7,28	176,82±2,49*
$VO_{2пано} / VO_{2max}$	%	80,22±3,94	84,21±30,94

* – вірогідно у порів'янні з T/T-генотипом, $p < 0,05$

У спортсменів, носіїв C-алеля, спостерігається незначне збільшення аеробної потужності, при зниженні економічності роботи КРС системи. У осіб з T/C- та

C/C- генотипом EQO_2 перевищує на 5%, $VE_{пано}$ на 6%, аналогічні показники осіб з T/T-генотипом. Але $VO_{2пано}$ є нижчим на 4% (табл. 2).

Таблиця 2. Показники газоаналізу спортсменів-чоловіків з різними генотипами за $T^{-786} \rightarrow C$ поліморфізмом гена eNOS під час фізичного навантаження

Показник	Одиниці	Спортсмени з T/T-генотипом	Спортсмени з генотипами T/C і C/C
W_{max}	Вт	383,54±30,65	388,35±40,02
$W_{max} \text{ кг}^{-1}$	Вт•кг ⁻¹	4,39±0,47	4,43±0,54
VE_{max}	л•хв ⁻¹	164,68±27,64	173,29±38,31
$VE_{max} \text{ кг}^{-1}$	л•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	1,87±0,24	1,95±0,30
VO_{2max}	л•хв ⁻¹	5,05±0,58	5,06±0,54
$VO_{2max} \text{ кг}^{-1}$	мл•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	57,40±7,20	57,64±6,22
VCO_{2max}	л•хв ⁻¹	5,64±0,61	5,53±0,87
$VCO_{2max} \text{ кг}^{-1}$	мл•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	64,99±7,16	63,90±9,09
$ЧСС \cdot VO_{2max}^{-1}$	уд•хв ⁻¹	190,44±6,86	189,44±6,13
$VO_{2} \cdot HR^{-1}$	мл•уд ⁻¹	26,46±3,31	26,90±3,30
EQO_2	-	32,42±3,67	33,99±5,01
$V'CO_2/V'O_2 \text{ фн}$	-	1,12±0,08	1,09±0,14
$W_{пано}$	Вт	302,94±39,17	305,81±56,00
$W_{пано} \text{ кг}^{-1}$	Вт•кг ⁻¹	3,49±0,67	3,49±0,73
$VE_{пано}$	л•хв ⁻¹	121,87±27,12	129,75±39,97
$VE_{пано} \text{ кг}^{-1}$	л•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	1,39±0,28	1,46±0,40
$VO_{2пано}$	л•хв ⁻¹	4,36±0,73	4,23±0,73
$VO_{2пано} \text{ кг}^{-1}$	мл•хв ⁻¹ •кг ⁻¹	50,06±8,88	48,04±6,69
$ЧСС_{пано}$	уд•хв ⁻¹	172,54±17,18	174,47±12,65
$VO_{2пано} / VO_{2max}$	%	86,36±9,45	84,62±9,87

Високий рівень максимального споживання кисню є необхідним для досягнення спортивних результатів у тих видах, що вимагають розвитку витривалості, але визначальна необхідність високого рівня VO_{2max} переоцінюється [2]. У різних видах спорту, що вимагають витривалості, змагальна діяльність ставить свої вимоги до компонентів функціональної підготовленості. В академічному веслуванні проходження змагальної дистанції на 70% забезпечується за рахунок аеробного метаболізму [12]. У лижних гонках на довгі дистанції співвід-

ношення аеробної та анаеробної роботи складає 95% та 5%, а в академічному веслуванні 70% на 30% [2]. Певні поліморфізми можуть відігравати ключову роль при виконанні вправ у конкретному виді спорту, що вимагає витривалості, але не мати ніякого значення для іншого виду спорту цієї ж класифікаційної групи. Тому для кожного виду спорту необхідно розробити свої критерії аеробних здібностей і орієнтуватися на специфічні для кожного виду молекулярно-генетичні маркери.

Для вияву поодинокого впливу поліморфізмів генів на показники газоаналізу під час виконання тестуючих навантажень був використаний метод однофакторного дисперсійного аналізу. За допомогою цього методу було встановлено, що поліморфізм гена *ACE* вірогідно впливає на показник вентиляційного еквіваленту за киснем (EQO_2) під час роботи зі ступінчато-зростаючою потужністю навантаження ($p=0,02$) (рис.2).

Найбільшими величинами цього показника, тобто, найнижчою ефективністю легеневої вентиляції характеризувалися спортсмени з I/I- генотипом. Середньогруповий показник спортсменів з генотипом I/I переважає аналогічний показник у групі з I/D- генотипом на 11,5%. Між показниками вентиляційного еквіваленту за киснем у групах спортсменів з I/D- та D/D- генотипами вірогідної різниці не спостерігалось.

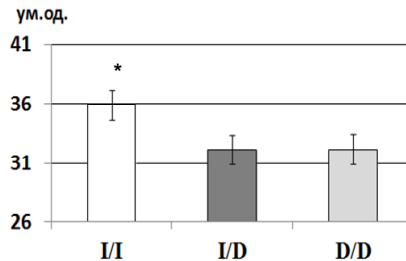


Рис.2. Залежність величини вентиляційного еквіваленту за киснем від поліморфізму гена *ACE*

* – вірогідні відмінності від показників спортсменів з D/D-генотипом

Крім того, встановлено, що I/D – поліморфізм вірогідно впливає на величину $ЧСС_{max}$, яку вважають корелятом аеробної потужності ($p=0,029$) (рис.3).

Найбільшою $ЧСС_{max}$ характеризуються спортсмени з I/I – генотипом; їх показники перевищують аналогічні у спортсменів з D/D – генотипом на 6,5%. Виявлено тенденцію до прояву більш високого VO_2 тах спортсменами з I/I – генотипом і зниження його у спортсменів з I/D – та D/D – генотипами. Таким чином, I – алель I/D поліморфізму гена *ACE* асоційована з максимальною ае-

робною потужністю. Даний факт цілком зрозумілий, враховуючи, що білковий продукт даного гена – ангіотензинперетворюючий фермент – приймає участь у судинорухових реакціях, впливає на метаболізм міокарду. I/D поліморфізм вивченого гена не є структурним, але впливає на рівень експресії даного гена. У осіб з D/D генотипом визначається максимальний рівень АПФ, у осіб з I/I генотипом – вдвічі нижчий, а у гетерозигот – проміжний [13;17].

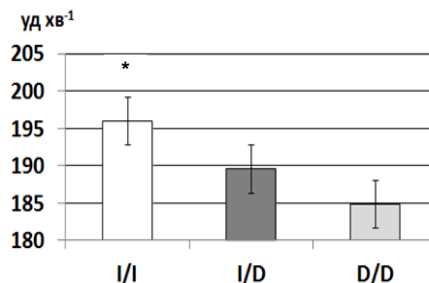


Рис. 3. Залежність $ЧСС_{max}$ спортсменів від поліморфізму гена *ACE*

* – вірогідні відмінності від показників спортсменів з D/D-генотипом

За допомогою методу однофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що фактор поліморфізму гена *PPARA* вірогідно впливає як на абсолютну ($p=0,04$), так і на відносну величину потужності роботи (у перерахунку на кг маси тіла спортсмена) ($p=0,009$), що виконується на рівні ПАНО. У деяких видах спорту, де аеробна витривалість є основною вимогою до функціонального стану спортсменів, потужність виконуваної роботи на рівні лактатного порогу є кращим показником успіху у порівнянні з максимальною аеробною потужністю [7]. Серед носіїв G-алеля найменшим рівнем потужності роботи, що виконується на рівні лактатного порогу характеризувалися спортсмени з G/G-генотипом ($209,4 \pm 4,8$ Вт). На 20,3% абсолютна величина $W_{ПАНО}$ у спортсменів з даним генотипом була нижча за аналогічний показник у спортсменів з G/C генотипом. $W_{ПАНО}/кг$ маси тіла у спортсменів з G/G генотипом складала ($3,05 \pm 0,12$) Вт/кг; тоді як у спортсменів з G/C генотипом

($3,67 \pm 0,19$) Вт/кг. Таким чином, можна стверджувати, що G/C поліморфізм гена *PPARA* асоційований з потужністю навантаження роботи, що виконується на рівні ПАНО. Це явище можна пояснити тим, що вказаний ген контролює активність генів, що приймають участь у жировому та вуглеводному обміні, а швидкість досягнення порогу анаеробно-аеробного обміну залежить від інтенсивності цих процесів.

Висновки. Аналіз отриманих результатів свідчить про вплив поліморфізмів генів на адаптаційні реакції кардіореспіраторної системи у видах спорту з переважним розвитком витривалості. Встановлена асоціація поодиноких поліморфізмів на різні характеристики аеробних можливостей організму кваліфікованих спортсменів: I/D поліморфізм гена *ACE* асоційований з максимальною аеробною потужністю, T/C поліморфізм гена *eNOS* асоційований з ефективністю легеневої вентиляції для утилізації O_2 з повітря, G/C поліморфізм гена *PPARA* асоційований з роботоздатністю на рівні

порогу анаеробного обміну. Отримані результати можуть бути використаними для створення системи молекулярно-генетичної діагностики схильності юних спортсменів до занять видами спорту з переважно аеробним механізмом енергозабезпечення.

Список використаних джерел

1. Ахметов И. И. Молекулярная генетика спорта : монография / И. И. Ахметов. – М., 2009.
2. Волков Н. И. Биоэнергетика спорта : монография / Н. И. Волков, В. И. Олейников. – М., 2011.
3. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и её практические приложения / В. Н. Платонов. – К., 2004.
4. Серебровская Т. В. К исследованию генотипической обусловленности показателей газового состава и кислотно-основного состояния крови при различных воздействиях на / Т. В. Серебровская, М. М. Филиппов // Физиолог. журн. – 1983. – Т. XXIX, № 1. – С. 48–52.
5. Степанов В. А. Геномы, популяции, болезни: этническая геномика и персонализированная медицина / В. А. Степанов // Acta Naturae. – 2010. – Т. 2, № 4 (7). – С. 18–34.
6. Филиппов М. М. Про співвідношення факторів генотипу та середовища в реакціях організму до фізичних навантажень / М. М. Филиппов // Українське наукове товариство. XII з'їзд. – К. – Наук. думка, 1982. – С. 423.
7. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса / под ред. Дж. Д. Мак-Дугалла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина. – К., 1998.
8. Ahmetov I. I. Sport genomics: current state of knowledge and future directions / I. I. Ahmetov // Cellular and Molecular Exercise Physiology – 2012. – № 1. – P. 1–24.

9. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update / M. S. Bray, J. M. Hamberg, L. Perrusse, et. al. // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2009. – Vol. 41, № 1, – P. 35–73.

10. Genomic Predictors of Maximal oxygen Uptake response to standardized exercise training programs / C. Bouchard, M. A. Sarzynski, T. K. Rice et. al. // J. Appl. Physiol. – 2010.

11. Aerobic performance in brother, dizygotic and monozygotic twins. / C. Bouchard, R. Lesage, G. Lortie et. al. // Medicine and Science in Sports and Exercise – 1986 – № 18. – P. 639–646.

12. Hagerman F. C. Applied physiology of rowing / F. C. Hagerman // Sports Med. – 1984. – Vol. 1 (4). – P. 303.

13. Angiotensin-converting enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training / H. Montgomery, P. Clarkson, M. Bornard et. al. // Lancet. – 1999. – Vol. 53. – P. 541–545.

14. Endurance Performance: Genes or Gene Combinations / F. Gómez-Gallego, C. Santiago, M. González-Freire et. al. // Int. J. Sports Med. – 2009 – № 30. – P. 66–72.

15. Advances in Exercise, Fitness, and Performance Genomics / T. Rankinen, S. M. Roth, M. S. Bray et. al. // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2010. – № 42 (5). – P. 835–846.

16. Using molecular classification to predict gains in maximal aerobic capacity following endurance exercise training in humans / J. A. Timmons, S. Knudsen, T. Rankinen et. al. // J. Appl. Physiol. – 2010. – Jun.; 108 (6). – P. 1487–96.

17. Evidence from combined segregation and linkage analysis, that a variant of the angiotensin converting enzyme gene (ACE) controls plasma ACE / L. Tiret, B. Rigat, S. Visvikis et. al. // Am. J. Hum. Genet. – 1992. –

Надійшла до редколегії 18.11.14

С. Дроздовская, канд. физ. восп.

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

АСОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ АНГИОТЕНЗИН-КОНВЕРТИРУЮЩЕГО ФЕРМЕНТА, ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ NO-СИНТАЗЫ И А-РЕЦЕПТОРА, АКТИВИРУЕМОГО ПРОЛИФЕРАТОРАМИ ПЕРОКСИСОМ, С ПОКАЗАТЕЛЯМИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ.

Изучены особенности проявления адаптационных реакций кардиореспираторной системы спортсменов с различными генотипами на физические нагрузки. Исследовано влияние полиморфизмов генов ACE, eNOS, PPARA, PPARG, HIF-1 α , PPARGC1B на показатели газоанализа у спортсменов во время физических нагрузок. Установлено ассоциацию I/D полиморфизма гена ACE, T/C полиморфизма гена eNOS и G/C полиморфизма гена PPARA с показателями аэробной производительности квалифицированных спортсменов. Рассматривается возможность определения склонности к проявлению высоких аэробных способностей при помощи молекулярно-генетических маркеров.

Ключевые слова: полиморфизмы генов, реакции кардиореспираторной системы, спортивный отбор.

S. Drozdovska, PhD

National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ASSOCIATION OF ANGIOTENSIN CONVERTING ENZYME, ENDOTHELIAL NITRIC OXIDE SYNTHASE AND PEROXISOME PROLIFERATOR-ACTIVATED RECEPTOR- γ GENE POLYMORPHISMS WITH INDICES OF CARDIORESPIRATORY SYSTEMS REACTIONS TO EXERCISE

The feature of cardiorespiratory system responses to physical load has been investigated in athletes with different genotypes. The influence of ACE, eNOS, PPARA, PPARG, HIF-1 α , PPARGC1B gene polymorphisms on gas analysis indices have been analyzed. The association of I/D ACE, T/C eNOS G/C PPARA gene polymorphisms with various characteristics of aerobic capacities of the qualified athletes has been established. The possibilities of determination of predisposition to high level aerobic ability due to assessment of the molecular-genetic markers are discussed in the paper.

Key words: genes polymorphisms, reactions of cardiovascular systems, sports selection.

УДК 582.28 : [665.52+661.163.2]

Т. Кондратюк, канд. біол. наук, А. Калініченко, студ. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ВПЛИВ ЕФІРНИХ ОЛІЙ ТА ПОЛІГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНІДІНУ НА ЧОРНІ ДРІЖДЖЕПОДІБНІ ГРИБИ *EXORHIALA ALCALOPHILA*

Досліджено вплив ефірних олій *Rosmarinum officinalis* L., *Pinus sibirica* Du Tour, *Abies sibirica* Ledeb., *Juniperus communis* L., терпентинової олії (скипидару) та біоциду полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) на чорні дріжджеподібні гриби (ЧДГ) *Exorhiala alcalophila* FCKU 304. В експериментах використовували диско-дифузійний метод. В результаті проведених робіт встановлено, що досліджені сполуки різнилися за рівнем антифунгального впливу на *E. alcalophila*. Найвищою фунгіцидною дією характеризувався ПГМГ у концентрації 5%. З'ясовано, що рівень антифунгальної активності ефірних олій *Rosmarinum officinalis*, *Pinus sibirica* та *Abies sibirica* подібний до дії ПГМГ у концентраціях 1,5–3%. Встановлено, що ПГМГ та ефірна олія *Rosmarinum officinalis* призводять до змін морфометричних показників клітин, морфології колоній та інтенсивності брунькування *E. alcalophila*, що є проявом адаптаційних властивостей дослідженої культури ЧДГ. Під впливом ефірної олії *Rosmarinum officinalis* відбувається диморфний перехід *E. alcalophila* "дріжджі – міцелій".

Ключові слова: *Exorhiala alcalophila*, ефірні олії, полігексаметиленгуанідин, антифунгальний вплив.

Вступ. Представники роду *Exorhiala* належать до філогенетично гетерогенної групи чорних дріжджеподібних грибів J.W.Carmich (ЧДГ). Вони широко поширені у природі на деревині, у ґрунті, воді, трапляються в угру-

пованнях пошкоджувачів різноманітних будівельних матеріалів, мармуру, кам'янистих субстратів [2, 3, 6, 14], конструкцій та техніки орбітальної космічної станції "Мир" [1]. Види даного роду "заселяють" такі екологічні

© Кондратюк Т., Калініченко А., 2014