

ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНА γ -РЕЦЕПТОРА, ЩО АКТИВУЄ ПРОЛІФЕРАЦІЮ ПЕРОКСИСОМ (*PPARG*) У УКРАЇНСЬКИХ СПОРТСМЕНІВ

С.Б. Дроздовська

Національний університет фізичного виховання і спорту України
(Київ)

Вступ

Білковий продукт, що кодується геном *PPARG* – рецепторний білок γ – рецептора, що активує проліферацію пероксисом (peroxisome proliferator-activated receptor gamma 2 (*PPARG2*)). Це внутрішньоклітинний фактор, що відіграє роль у адипогенезі, глюкозному та жировому гомеостазі. Функції цього транскрипційного фактору полягають у регуляції генів, пов'язаних з акумуляцією жиру, диференціюванням адипоцитів і міобластів, а також з чутливістю до інсуліну [20, 21, 22]. *PPAR γ* експресується, головним чином, у жировій тканині [9, 21], у меншій мірі, в інших типах клітин, таких як макрофаги, гладенькі м'язові волокна, ендотеліальні клітини, серцеві міоцити [7, 9, 12, 15].

У результаті аналізу генних мереж регуляції внутрішньоклітинного рівня холестерину у гепатоцитах і ліпідного метаболізму в адипоцитах показано, що фактор *PPAR γ* відноситься до ключових регуляторів експресії генів ліпідного метаболізму [4]. Велика кількість наукових робіт, що з'явилася недавно свідчить про інтерес до *PPAR γ* , як до регулятора функцій кардіореспіраторної системи [18, 25, 26].

Ген *PPARG*, локалізований у 3 хромосомі (3p25). Встановлено асоціації поліморфізмів цього гену з різними метаболічними порушеннями. Зокрема, найчастіше проводять аналіз Pro₁₂→Ala, C1431T, C-2821T поліморфізмів, та недавно виявленого A-2819G поліморфізму [3, 4, 6, 7, 15]. Найбільш вивченим поліморфізмом гена *PPARG* є Pro₁₂→Ala поліморфізм, що представляє собою заміну цитозину на гуанін в 34 положенні екзону 2 (при цьому відбувається заміна проліну на аланін в положенні 12 ізоформи білку *PPAR γ 2*) (rs1801282). Виділені наступні генотипи: Pro/Pro - гомозиготи за нормальним алелем, Pro/Ala - гетерозиготи, Ala/Ala - гомозиготи за рідкісним алелем. Експериментальні дані свідчать про

зниження здатності фактора PPAR γ 2 при заміні проліну на аланін зв'язуватися з промоторами генів, які він активує [13, 24].

Знижена активність PPAR γ 2, що асоціюється з носійством Ala – алелю, призводить до підвищення чутливості до інсуліну і збільшенню утилізації глюкози [8]. На цій основі Ala – алель прийнято вважати протективним у відношенні розвитку цукрового діабета II типу.

Заміна Pro > Ala в позиції 12 помірно знижує функцію рецептора, тому поліморфізм Pro12Ala є показником зниження ризику розвитку цукрового діабету 2 типу, гіперінсулінемії, інсулінорезистентності і атеросклерозу, ожиріння [5, 10, 11, 14, 17, 23]. Вважають, що чутливість тканин до інсуліну у осіб з Ala-алелем пов'язана з менш активним ліполізмом у жировій тканині і гліколізом у печінці, що призводить до зниження вільних жирних кислот і активації їх споживання м'язовою тканиною.

Мета-аналіз за даними 30 досліджень з загальною вибіркою 19136 людей встановив, що носії Ala алелю мають більший індекс маси тіла, ніж Pro/Pro гомозиготи [13].

На основі цих даних вважають, що носії PPARG Ala алеля більше схильні до швидко-силових видів спорту у порівнянні з носіями Pro – алелю, оскільки їх м'язи в більшій мірі утилізують глюкозу, а також підвищена чутливість до інсуліну [2]. Як відомо, інсулін володіє анаболічною дією на скелетні м'язи і покращує силові показники.

Кореляція Pro₁₂ → Ala поліморфізму з площею поперечного перерізу (ППП) м'язових волокон дозволила встановити, що Ala алель асоціюється зі збільшенням об'єму як повільних, так і швидких м'язових волокон [1].

Клінічні дані, що свідчать про асоціацію PPARG Ala- алеля з підвищеною чутливістю до інсуліну, дозволяють говорити про посилення анаболічної дії інсуліну на м'язову тканину, а отже, носійство Ala- алеля може давати перевагу спринтерам і важкоатлетам. Ala-алель асоціюється з більшою ППП як повільних (значуще), так і швидких (на рівні тенденції) м'язових волокон. Механізм, що дозволяє розглядати Ala – алель як маркер підвищеної схильності до розвитку і прояву швидко-силових якостей, полягає у зменшенні транскрипційної активності Ala алеля.

Таким чином, багатьма дослідниками доведено вплив даного поліморфізму на метаболічні процеси, що впливають на властивості м'язової тканини і на фізичні якості, що дозволяє розглядати його

як генетичний маркер схильності до видів спорту, в яких змагальні вправи забезпечуються переважно анаеробними механізмами енергозабезпечення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконується згідно теми 2.22 «Розробка комплексної системи визначення індивідуально-типологічних властивостей спортсменів на основі прояву геному» зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2011 – 2015 рр. (№ державної реєстрації 0111U001729).

Мета роботи – встановити відмінності у розподілі генотипів за Pro₁₂ → Ala поліморфізмом гена PPARG в групах спортсменів, що спеціалізуються у видах спорту з різним характером енергозабезпечення м'язової роботи.

Матеріали та методи дослідження

В ході роботи було досліджено ДНК 567 осіб, з них 249 спортсменів, різних видів спорту та 318 осіб, які не мали стажу регулярних занять спортом. Всі спортсмени були поділені на 3 групи за характером механізмів енергозабезпечення м'язової діяльності під час тренувальних та змагальних навантажень: 1) спортсмени, які спеціалізуються у дисциплінах з переважним проявом витривалості (n=100); 2) спортсмени, які спеціалізуються у дисциплінах з проявом швидкості та сили (n=87); 3) спортсмени, які спеціалізуються у дисциплінах з поєднаними вимогами до прояву витривалості та сили (n=62).

Обстеження спортсменів проводили на базі лабораторії теорії методики спортивної підготовки і резервних можливостей спортсменів НДІ НУФВСУ. Молекулярно-генетичний аналіз виконували на базі лабораторії відділу загальної і молекулярної патофізіології інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України.

ДНК виділяли із букального епітелію за допомогою набору реактивів DiatomTM. Pro12Ala [CCG(Pro) → GCG(Ala)] поліморфізм гену (rs1801282) у 34 положенні 2-го екзона гена PPARG визначали за допомогою ампліфікації з наступною рестрикцією. Ампліфікацію проводили з прямим 5'-GCC AAT TCA AGC CCA GTC-3' та зворотнім – 5'-GAT ATG TTT GCA GAC AGT GTA TCA GTG AAG GAA TCG CTG TCC G-3' праймерами, синтезованими фірмою ("Metabion", Germany). Для ампліфікації брали 50-100 нг ДНК і додавали до суміші, що містить 5 мкл –PCR-буфера («Амплісенс», Росія), 2,5 мкл dNTP, по 25 пмоль/л кожного з праймерів і 0,1 ЕД Tag-полімерази («АмпліСенс»,

Росія), обсяг доводили до 25 мкл деіонізованою водою. Полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР) проводили в термоциклері «Applied Biosystems 2700» (США). Для ампліфікації гену необхідні наступні умови ПЛР: попередня денатурація – 94°C (5 хв); 38 циклів ампліфікації: денатурація – 94°C (30 сек), віджиг праймерів – 64°C (30 сек), синтез ДНК – 72°C (60 сек); заключний синтез – 72°C (10 хв). Продуктами ампліфікації даної ПЛР є фрагменти ДНК довжиною 270 п.о. Наявність заміни нуклеотиду С на G в 34 положенні екзону В гена *PPARG* створює сайт рестрикції (CG↓CG) для ендонуклеази *Bsh1236I*. До складу рестрикційної суміші входили: деіонізована вода, 10X буфер R («Fermentas»), рестриктаза *Bsh1236I* («Fermentas», Литва).

Інкубацію рестрикційної суміші (8 мкл) з продуктами ампліфікації (6 мкл) проводили в окремі пробірки у термостаті при 37 °C (на 24 год). Продукти реакції розділяли методом горизонтального електрофорезу у 1,5% агарозному гелі (160В на протязі 45хв) і ідентифікували в ультрафіолетовому світлі після зафарбовування бромистим етидієм за допомогою трансільюмінатора («Біоком», Росія). Наявність сайту рестрикції обумовлює розподіл ампліконів на два фрагменти довжиною 227 і 43 п.о. Таким чином, генотипу Pro/Pro відповідали нерестриковані фрагменти довжиною 270 п.о., генотипу Pro/Ala – три фрагменти довжиною 270, 227 і 43 п.о., а генотипу Ala/Ala – два фрагменти довжиною 227 і 43 п.о.

Вірогідність відмінностей у розподілі вибірок визначали за критерієм χ^2 . Значення $P < 0.05$ вважали достовірним.

Отримані результати та їх обговорення

Використання методу ПЛР дозволило нам встановити частоту поширення алельних варіантів Pro₁₂→Ala поліморфізму гена *PPARG* в українській популяції. Розподіл алельних варіантів за цим поліморфізмом становить: Pro/Pro – 64,2%; Pro/Ala – 34,0%; Ala/Ala – 1,9%; частота зустрічі рідкісної Ala алелі – 18,9%. Даний розподіл відповідає рівновазі Харді-Вайнберга ($p^2 = 0,15$). Встановлена в наших дослідженнях частота зустрічі мінорного Ala-алеля дещо перевищує частоту в азіатських та європейських країнах [16, 19, 27], але наближається до частоти у східно-європейських країнах [1] (табл.1). В більшості популяцій переважає гомозиготний генотип Pro/Pro, а частота генотипу Ala/Ala є дуже низькою.

Генотипування спортсменів різних видів спорту дозволило нам встановити відмінності у розподілі алельних варіантів за Pro/Ala

поліморфізмом. Загальний розподіл алельних варіантів Pro/Ala поліморфізму гена *PPARG* у групі спортсменів (n=249) (65,1% Pro/Pro, 31,3% Pro /Ala і 3,6% Ala/Ala) від аналогічного розподілу у контрольній групі статистично не відрізнявся ($p^2=0,4$), хоча у групі спортсменів як частота зустрічі генотипу Ala/Ala (на 1,7%), так і рідкісного Ala- алелю була дещо вищою.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз поширення Pro₁₂→Ala поліморфізму гена *PPARG* в різних популяціях [1, 15, 16, 19, 27]

Країна	Генотип, %			Частота Ala алелі	Кількість обстежених	Автор
	Pro/Pro	Pro/Ala	Ala/Ala			
США, індіанці	82,6	16,2	1,2	0,09	328	Muller Yu.Li, 2003
Іран	85,9	14,1	0	0,07	128	Namvaran F., 2010
Італія	87,5	12,5	0	0,06	254	Costa V., 2009
Коста-Ріка	81,5	17,1	1,4	0,10	1805	Ruiz-Narvaes E.A., 2007
Росія	76,9	22,0	1,1	0,151	1073	Ахметов И.И., 2008
Греція	90	10	0	0,05	140	Xita N., 2009
Україна	64,1	34,0	1,9	0,189	318	Наші дані

При розподілі вибірки спортсменів на підгрупи за характером енергозабезпечення змагальних вправ встановлено, що поширеність алельних форм гена *PPARG* у цих підгрупах відрізняється (табл.2).

У всіх обстежених групах найвищою була частота Pro/Pro генотипу, хоча в групі спортсменів, що спеціалізуються в видах на витривалість ця величина була вищою за аналогічну у контрольній групі на 12,5% ($p < 0,05$), а в групі швидкісно-силових видів спорту та видах спорту, що вимагають поєднаного розвитку сили та витривалості, нижчою відповідно на 9,3% та 4,8%. Шляхом використання порівняльного аналізу розподілу алельних варіантів ми встановили, що вірогідними є відмінності між вибірками спортсменів, які спеціалізуються у швидкісно-силових видах та видах спорту з переважним розвитком витривалості. Так, частота Pro/Pro генотипу відрізнялась в цих групах на 21,8%, а частота мінорного алелю була в групі спортсменів швидкісно-силових видів вищою на 11,2% ($p=0,005$). Ці результати свідчать, що Pro-алель може сприяти розвитку високої фізичної

працездатності в видах спорту з переважним проявом витривалості, а Ala-алель – в швидкокісно-силових видах спорту.

Таблиця 2

Частота зустрічі алельних варіантів Pro/Ala поліморфізму гену *PPARG* серед спортсменів різних видів спорту, % (n=567)

Генотип	Спортсмени, які спеціалізуються в швидкокісно-силових видах спорту	Спортсмени, які спеціалізуються в видах спорту на витривалість	Контрольна група	Змішана група
Pro/Pro	55,2	77	64,5	59,7
Pro/Ala	40,2	19	33,5	38,7
Ala/Ala	4,6	4	1,9	1,6
Частота Ala алелі	0,247	0,135	0,18	0,21
Загальна кількість	87	100	318	62
P_1	0,16	0,01*	1	0,77
P_2	0,005*		-	0,02*
P_3	0,09	0,08	1	0,59

Примітка: p_1 – статистична вірогідність відмінностей за розподілом генотипів у порівнянні з контрольною групою; P_2 – статистична вірогідність відмінностей за розподілом генотипів у порівнянні зі спортсменами на витривалість; P_3 – статистична вірогідність відмінностей за розподілом алелей у порівнянні з контрольною групою; * – вірогідні відмінності у за χ^2 -критерієм.

Крім того, спортсмени, які спеціалізуються у видах спорту з переважним розвитком витривалості, вірогідно відрізнялися за розподілом генотипів від спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту з поєднанням розвитку сили та витривалості (змішана група). Так, частота зустрічі генотипу Pro/Pro у групі змішаних видів спорту на 17,3% ($p_{\chi^2}=0,02$) менша ніж в групі видів спорту на витривалість.

Між видами спорту на витривалість, обстежених нами, принципових відмінностей у розподілі генотипів за даним поліморфізмом не встановлено, хоча серед спортсменів, що займаються академічним веслуванням відсоток Ala-алелю вищий, ніж серед спортсменів інших видів цієї підгрупи (на 3,9% ніж у спортсменів, що займаються лижними гонками).

Розподіл генотипів та алелей за даним поліморфізмом серед спортсменів швидкокісно-силових видів спорту відрізнявся тільки в групі спортсменів, які займаються стрибками (рис. 1). Серед

спортсменів, які спеціалізуються у швидкокісно-силових видах легкої атлетики найбільшою частотою Ala-алелю (31%) відрізнялися спортсмени, які займалися бігом на короткі дистанції ($p<0,05$), а серед спортсменів, що займаються стрибками (14,7%), цей алель зустрічається рідше ніж в контрольній групі (на 3,3%). Очевидно, що даний поліморфізм не має важливого значення для спортсменів, які спеціалізуються у легкоатлетичних стрибках.

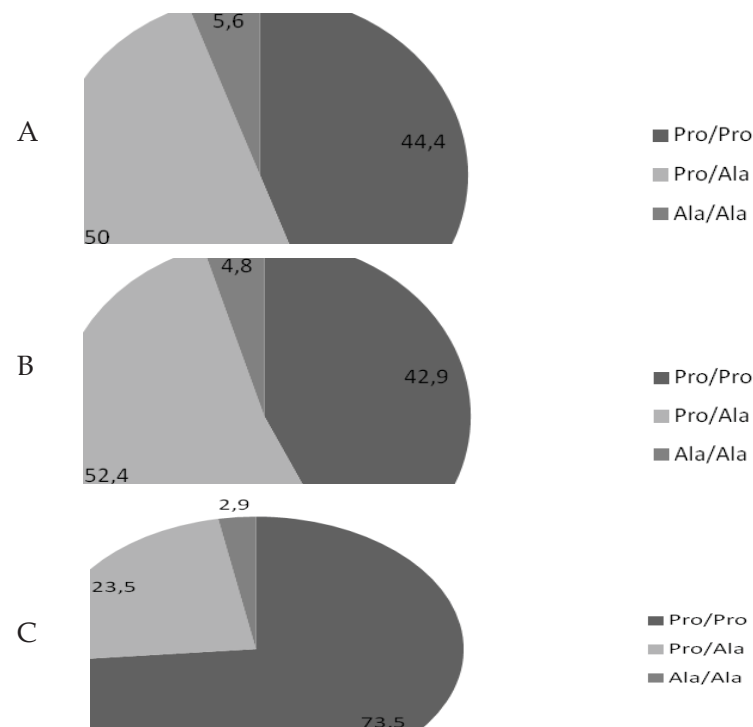


Рис.1. Розподіл алельних варіантів Pro/Ala поліморфізму гену *PPARG* серед спортсменів швидкокісно-силових видів спорту (n=73), де А – метаболізм, В– біг на короткі дистанції, С – стрибки.

Таким чином, група спортсменів видів спорту з переважним розвитком витривалості за розподілом генотипів за Pro/Ala поліморфізмом гену *PPARG* вірогідно відрізняється від спортсменів швидкокісно-силових видів спорту та спортсменів з поєднанням сили та витривалості. Отже, Pro/Ala поліморфізм гену *PPARG* можна вважати молекулярно-генетичним маркером добору у види спорту на

витривалість, де алель Pro можна вважати сприятливим для розвитку витривалості, а Ala – швидкості та сили.

Висновки

1. Розподіл алельних варіантів гену *PPARG* за Pro/Ala поліморфізмом в групах спортсменів різних видів спорту має вірогідні відмінності. Частота Pro/Pro генотипу в групі спортсменів, що спеціалізуються в видах з переважним розвитком витривалості вища за частоту у контрольній групі та групі спортсменів швидко-силових видів спорту на 12,5% ($p_{\chi^2}=0,01$) та 21,8% ($p_{\chi^2}=0,005$).

2. Pro/Ala поліморфізм гену *PPARG* можна використовувати у якості молекулярно-генетичного маркера схильності до занять спортом. Pro-алель сприяє розвитку високої фізичної працездатності в видах спорту з переважним проявом витривалості, а Ala-алель – в швидко-силових видах спорту.

3. В подальшому планується дослідження інформативності даного молекулярно-генетичного маркера та його внеску у індивідуальний розкид показників у комплексній оцінці спадкової схильності до розвитку високої фізичної працездатності в різних видах спорту, оснований на визначенні поліморфізмів декількох десятків генів.

Література

1. Ахметов И.И. Ассоциация полиморфизмов генов-регуляторов с физической деятельностью, адаптацией сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам и типом мышечных волокон: автореф. диссерт. на соискание ученой степени канд. мед.н.: спец. 14.00.51 - Восстановительная медицина, лечебная физкультура и спортивная медицина, курортология и физиотерапия; 03.00.15 - Генетика // И.И. Ахметов. – СПб, 2006. – 22 с.
2. Ахметов И.И. Полиморфизм гена *PPARG* и двигательная деятельность человека / И.И. Ахметов, И.А. Можайская, Е.В. Любаева, О.Л. Виноградова, В.А. Rogozkin // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2008. – Т. 146, № 11. – С. 567-569.
3. Ассоциация полиморфизма гена *PPARG* с предрасположенностью к развитию скоростно-силовых качеств / И.И. Ахметов, И.А. Можайская, Е.В. Любаева [и др.] // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок: сб. статей. – М., 2007. – № 3. – С. 22-28.
4. Генные сети липидного метаболизма / Н.А. Колчанов, М.И. Воевода, Т.Н. Кузнецова [и др.] // Бюллетень СО РАМН. – 2006. – № 2 (120). – С. 29-42.
5. Influence of Pro12Ala peroxisome proliferator-activated receptor γ 2 polymorphism on glucose response to exercise training in type 2 diabetes / K.B. Adamo, R.J. Sigal, K. Williams [et al.] // *Diabetologia*. – 2005. – Vol. 48. – P. 1503-1509.

6. *PPAR gamma polymorphism in obesity: Weight-loss maintenance, psychobehavioral indexes and energy intake during 4-year follow-up* / B. Aldhoon, V. Hainer, B. Bendlová [et al.] // *Intern. J. of Obesity and Related Metab. Dis.* – 2004. – Vol. 28, Suppl 1. – P. 105.

7. *Peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR)-gamma expression in human vascular smooth muscle cells: Inhibition of growth, migration, and c-fos expression by the peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR)-gamma activator troglitazone* / S. Benson, J. Wu, S. Padmanabhan [et al.] // *Amer. J. of Hypertension*. – 2000. – Vol. 13. – P. 74-82.

8. *A Pro12Ala substitution in PPARgamma2 associated with decreased receptor activity, lower body mass index and improved insulin sensitivity* / S.S. Deeb, L. Fajas, M. Nemoto [et al.] // *Nat Genet.* – 1998. – Vol. 20 (3). – P. 284-287.

9. *Expression of peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPARgamma) in rat aortic smooth muscle cells* / K. Iijima, M. Yoshizumi, J. Ako [et al.] // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* – 1998. – Vol. 247, № 2. – P. 353-356.

10. *PPARgamma gene polymorphism is associated with exercise-mediated changes of insulin resistance in healthy men* / T. Kahara, T. Takamura, T. Hayakawa [et al.] // *Metabolism*. – 2003. – Vol. 52. – P. 209-212.

11. *Association of the Pro12Ala polymorphism in the PPAR-gamma2 gene with 3-year incidence of type 2 diabetes and body weight change in the Finnish Diabetes Prevention Study* / V.I. Lindi, M.I. Uusitupa, J. Lindström [et al.] // *Diabetes*. – 2002. – Vol. 51 (8). – P. 2581-2586.

12. *Peroxisome proliferator-activated receptor gamma activators inhibit gene expression and migration in human vascular smooth muscle cells* / N. Marx, U. Schonbeck, M.A. Lazar [et al.] // *Circ. Res.* – 1998. – Vol. 83, № 11. – P. 1097-1103.

13. *Masud S. Effect of the peroxisome proliferator-activated receptor- γ gene Pro12Ala variant on body mass index: a meta-analysis* / S. Masud, S. Ye // *Medical Gen.* – 2003. – Vol. 40. – P. 773-780.

14. *Inhibitory effect of a proline-to-alanine substitution at codon 12 of peroxisome proliferator activated receptor-gamma 2 on thiazolidinedione-induced adipogenesis* / J. Masugi, Y. Tamori, H. Mori [et al.] // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* – 2000. – Vol. 268. – P. 178-182.

15. *Gly482Ser missense mutation in the peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator-1 is associated with altered lipid oxidation and early insulin secretion in Pima Indians* / Y.L. Muller, C. Bogardus, O. Pedersen, L.A. Baier // *Diabetes*. – 2003. – Vol. 52(3). – P. 895-898.

16. *Namvaran F. Genotyping of peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR- γ) polymorphism (Pro12Ala) in Iranian population* / Fatemeh Namvaran, Parvaneh Rahimi-Moghaddam, Negar Azarpira // *J. of Res. in Med. Sciences*. – 2011. – Vol. 16 (3). – P. 291-296.

17. *Genetic variation in the peroxisome proliferator-activated receptor-gamma2 gene (Pro12Ala) affects metabolic responses to weight loss and subsequent weight*

regain / B.J. Nicklas, E.F. van Rossum, D.M. Berman, [et al.] // *Diabetes*. – 2001. – Vol. 50. – P. 2172-2176.

18. Alanine for proline substitution in the peroxisome proliferator-activated receptor gamma-2 (PPARG2) gene and the risk of incident myocardial infarction / P.M. Ridker, N.R. Cook, S.Cheng [et al.] // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* – 2003. – Vol. 23, № 5. – P. 859-863.

19. Ruiz-Narváez E.A. Ala12 variant of the peroxisome proliferator-activated receptor-gamma gene (PPARG) is associated with higher polyunsaturated fat in adipose tissue and attenuates the protective effect of polyunsaturated fat intake on the risk of myocardial infarction / E.A. Ruiz-Narváez, P. Kraft, H. Campos // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2007. – Vol. 86 (4). – P. 1238-1242.

20. Semple R.K. PPARGgamma and human metabolic disease / R.K. Semple, V.K. Chatterjee, S. O'Rahilly // *J. Clin. Invest.* – 2006. – Vol. 116 (3). – P.581-589.

21. Schoonjans K. Role of the peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR) in mediating the effects of fibrates and fatty acids on gene expression / K. Schoonjans, B. Staels, J.Auwerx // *J. Lipid. Res.* – 1996. – Vol. 37, № 5. – P. 907-925.

22. Spiegelman B.M. PPAR-gamma: Adipogenic regulator and thiazolidinedione receptor / B.M. Spiegelman // *Diabetes*. – 1998. – Vol. 47. – P. 507.

23. Lack of association between the Pro12Ala polymorphism in PPAR-gamma2 gene and body weight changes, insulin resistance 33 and chronic diabetic complications in obese patients with type 2 diabetes / A. Stefanski, L. Majkowska, A. Ciechanowicz [et al.] // *Archives of Medical Research*. – 2006. – Vol. 37. – P. 736-743.

24. Stumvoll M. The peroxisome proliferator-activated receptor-gamma2 Pro12Ala polymorphism / M. Stumvoll, H. Häring // *Diabetes*. – 2002. – Vol. 51, № 8. – P. 2341-2347.

25. Takano H. Peroxisome proliferator-activated receptor activators inhibit lipopolysaccharide-induced tumor necrosis factor-alpha expression in neonatal rat cardiac myocytes / H. Takano, T. Nagai, M. Asakawa // *Circ. Res.* – 2000. – Vol. 87. – P. 596.

26. Ala12Ala genotype of the peroxisome proliferator-activated receptor gamma2 protects against atherosclerosis / T. Temelkova-Kurktschiev, M. Hanefeld, G. Chinetti [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2004. – Vol. 89, №9. – P. 4238-4242.

27. Xita N. The Pro12Ala Polymorphism of the PPAR-gamma gene is not associated with the polycystic ovary syndrome / N.Xita, L.Lazaros, I.Georgiou, A.Tsatsoulis // *Hormones (Athens)*. – 2009. – Vol.8 (4). – P. 267-272.

Резюме

Дроздовська С.Б. Поліморфізм гена γ – рецептора, що активує проліферацію пероксисом (PPARG) у українських спортсменів.

В роботі встановлено частоту зустрічі Pro₁₂→Ala поліморфізму гена PPARG серед українського населення. Представлено результати генотипування спортсменів різних видів спорту за Pro₁₂→Ala поліморфізмом гена PPARG з метою пошуку молекулярно-генетичних маркерів спадкової схильності до прояву високої фізичної працездатності. В ході роботи було досліджено ДНК 567 осіб, з них 249 спортсменів, різних видів спорту та 318 осіб, які не мали

стажу регулярних занять спортом. Виявлено, що розподіл генотипів та алелів Pro₁₂→Ala поліморфізму гена PPARG в групі спортсменів, що спеціалізуються в видах на витривалість, та контрольній групі відрізняється вірогідно на 12,5% (p<0,05). Встановлено, що Pro₁₂→Ala поліморфізм гена PPARG асоційований зі схильністю до занять спортом. Про-алель сприяє розвитку високої фізичної працездатності в видах спорту з переважним проявом витривалості, а Ala-алель – в швидкодію-силових видах спорту.

Ключові слова: поліморфізм генів, γ – рецептор, що активує проліферацію пероксисом, спорт, спортивний добір, молекулярно-генетичні маркери.

Резюме

Дроздовская С.Б. Полиморфизм гена γ – рецептора, активирующего пролиферацию пероксисом (PPARG) у украинских спортсменов.

В работе установлена частота встречаемости Pro₁₂→Ala полиморфизма гена PPARG среди украинского населения. Представлены результаты генотипирования спортсменов разных видов спорта по Pro₁₂→Ala полиморфизму гена PPARG с целью поиска молекулярно-генетических маркеров наследственной предрасположенности к проявлению высокой физической работоспособности. В ходе работы было исследовано ДНК 567 лиц, из которых 249 спортсменов разных видов спорта и 318 человек, не имеющих стажа регулярных занятий спортом. Обнаружено, что распределение генотипов и аллелей Pro₁₂→Ala полиморфизма гена PPARG в группе спортсменов, специализирующихся в видах на выносливость, и контрольной группе, отличается достоверно на 12,5% (p<0,05). Установлено, что Pro₁₂→Ala полиморфизм гена PPARG ассоциирован с предрасположенностью к занятиям спортом. Про-аллель способствует развитию высокой физической работоспособности в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости, а Ala-аллель – в скоростно-силовых видах спорта.

Ключевые слова: полиморфизм генов, γ – рецептор, активирующий пролиферацию пероксисом, спорт, спортивный отбор, молекулярно-генетические маркеры.

Summary

Drozdovska S.B. Gene polymorphism of peroxisome proliferator activator receptor gamma (PPARG) in Ukrainian athletes.

Frequency of Pro₁₂→Ala polymorphism of PPARG among the Ukrainian population was determined in this paper. The results of the genotyping of athletes from different sports on the Pro₁₂→Ala polymorphism of the gene PPARG in order to search molecular genetic markers of inherited predisposition to the manifestation of high physical performance were presented. During the work DNA 567 persons from which 249 athletes of different sports and 318 people, having no experience of regular exercise was investigated. It was found that the distribution of genotypes and alleles Pro₁₂→Ala polymorphism of PPARG in the group of athletes specializing in endurance kinds, and the control group significantly differ by 12.5% (p<0.05). Association Pro₁₂→Ala polymorphism of PPARG with a predisposition to the sport was established. Pro-allele contributes to the development of high physical performance in endurance sports and the Ala-allele – in speed and power sports.

Key words: gene polymorphism, peroxisome proliferator activator receptor gamma, sport, sports selection, molecular genetic markers.

Рецензент: д.біол.н., проф. І.О. Іванюра