

## Функціональна дихотомія (симетрія – асиметрія) фізичного розвитку у чоловіків, які займаються триатлоном

Зоя Горенко  
Борис Очеретько  
Антоніна Ковельська

Національний університет фізичного виховання і спорту  
України, Київ, Україна

**Мета:** дослідити дихотомію фізичного розвитку чоловіків, які займаються триатлоном та стаєрським бігом по шосе.

**Матеріал і методи:** в умовах тесту з фізичним навантаженням із ступінчастозростаючою потужністю у 94 фізично активних чоловіків досліджували реакцію кардіореспіраторної системи на фізичні навантаження. Компонентний склад тіла визначали за допомогою біоелектричного імпедансного методу. Для парних ознак розраховували коефіцієнт асиметрії ( $K_{AC}$ ).

**Результати:** за величиною потужності роботи на рівні максимального споживання кисню були виділені групи оцінки рівня тренуваності спортсменів. Із збільшенням рівня фізичної працездатності окремі показники максимальної реакції кардіореспіраторної системи на навантаження мають різноспрямовану тенденцію. Розвиток м'язів нижніх кінцівок характеризується правосторонньою асиметрією для всіх груп спортсменів. При цьому значення  $K_{AC}$  збільшується разом із збільшенням рівня фізичної працездатності від 1-ї до 4-ї групи. У аматорів з найвищим рівнем підготовленості спостерігається зменшення цього коефіцієнта.

**Висновки:** більшість спортсменів-аматорів, які займаються триатлоном або стаєрським бігом по шосе мають асиметрію нижніх кінцівок. Найбільш виражену асиметрію мають спортсмени з працездатністю на рівні максимального споживання кисню  $4,0-4,5$  Вт·кг<sup>-1</sup>. У групах з першої по четверту спостерігається збільшення асиметрії нижніх кінцівок, тоді як в групі з найвищою працездатністю ( $4,6-5,5$  Вт·кг<sup>-1</sup>) асиметрія зменшується, що може бути необхідною умовою досягнення високих результатів.

**Ключові слова:** фізична працездатність, дихотомія (симетрія-асиметрія), фізичний розвиток, триатлон.

### Вступ

Проблема вивчення функціональних властивостей організму є однією з таких, що мають не тільки теоретичне, а й практичне значення в різних галузях наукових знань – медицині, біології, психології, а також у сфері фізичного виховання та спорту. Відомо, що функціональна асиметрія м'язів тіла людини є одним з показників фізичного розвитку, стану здоров'я, а також узгодженості та координації рухів, котрі керуються центральною нервовою системою. При цьому принцип оптимального функціонування і належної координації рухів вважається одним з основних у процесі життєдіяльності, оскільки є вираженням гармонійності, впорядкованості та організованості живих систем. Здійснення спортивної діяльності тісно пов'язане з підвищеними вимогами до функціонального стану опорно-рухового апарату, позаяк останній має істотне значення для досягнення спортивного результату та профілактики можливих травм [12; 13; 17]. Показано, що функціональна м'язова асиметрія може негативно впливати на нервово-м'язовий апарат спортсмена, порушуючи пропріорецепцію та регуляцію рухів, що може погіршити не тільки техніку їх виконання, а й призвести до травмування, або захворювання опорно-рухового апарату [1; 11; 20]. Окрім того, дані джерел літератури свідчать, що функціональна асиметрія може негативно впливати і на спортивні досягнення у різних видах спорту. Зокрема, у баскетболістів встановлено відмінності показників нерезультативних технічних прийомів при виконанні останніх провідною та непровідною руками [2]. У стрибунів у воду показаний негативний вплив асиметрії нижніх кінцівок на

техніку виконання стрибка, що проявляється у ранньому відриві однієї ноги від опори та асиметричному підйомі [3]. Також з'ясовано, що у футболістів, які мають спортивний стаж понад 3 роки, більша маса великої гомілкової кістки, загальної площі поперекового перерізу та індексів напруження однієї з кінцівок є наслідком постійних ударостійких гравітаційних навантажень на опорну ногу [16]. Тому врахування та стабілізація індивідуального профілю асиметрії-симетрії спортсмена є значним резервом у підвищенні ефективності тренувального процесу та пошуку шляхів покращення спортивного результату [5; 12].

**Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась згідно з держбюджетною науково-дослідною темою "Технологія індивідуалізації тренувального процесу на основі фізіологічних критеріїв" (номер держреєстрації теми 0117U002388) Міністерства освіти і науки України.

**Мета дослідження:** вивчити дихотомію фізичного розвитку чоловіків, які займаються триатлоном та стаєрським бігом по шосе.

### Матеріал і методи дослідження

При проведенні комплексних біологічних обстежень за участі спортсменів-аматорів дотримувалися Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації щодо етичних принципів медичних досліджень за участю людини в якості об'єкта дослідження [6]. Зміст максимальних тестових навантажень і процедур вимірів фізіологічних показників відповідали Міжнародним правилам і вимогам для біомедичних досліджень за участі людей. Тестування прово-

дилося після дня відпочинку при стандартизованому харчовому і питному режимах. Особи, що тестувались, були ознайомлені зі змістом тестів, процедур вимірів і давали згоду на їх проведення. У тестуванні взяли участь 94 практично здорових (згідно з даними диспансерних обстежень) фізично активних чоловіки, які планують займатись триатлоном та стаєрським бігом по шосе. Дослідження складу тіла проводилось за допомогою біоелектричного імпедансного аналізу (аналізатор Tanita-BC-418MA, Японія) [14], результати якого корелюють з результатами еталонних вимірювань за допомогою двохенергетичної рентгенівської абсорбціометрії [21]. Реакція кардіореспіраторної системи організму на фізичні навантаження аеробного і анаеробного характеру енергозабезпечення вивчалась в стандартних лабораторних умовах з використанням бігової доріжки LE200C та ергоспірометричного комплексу Oxicon Pro (Viasys Healthcare, США-Німеччина). Враховуючи, що вимірювання проводились у відкритій системі, показники зовнішнього дихання були приведені до умов BTPS, а газообміну – до умов STPD. Для оцінки фізичної працездатності використовували тест із ступінчастозростаючим навантаженням: від початкової швидкості 8 км·год<sup>-1</sup> кожні 2 хв збільшувались швидкість (на 0,5 км·год<sup>-1</sup>) та кут нахилу доріжки (на 0,2%). Тестування проводили до моменту "вольової втоми" (довільної відмови обстежуваного від продовження роботи) або до неможливості підтримки заданої швидкості руху в межах ±5%. За результатами тесту визначали рівень максимального споживання кисню (VO<sub>2max</sub>), абсолютну та відносну потужність роботи (W, Вт, Вт·кг<sup>-1</sup>) [4]. Частоту серцевих скорочень (ЧСС, уд.·хв<sup>-1</sup>) реєстрували методом радіотелеметричної

пульсометрії (Sport Tester Polar-810i, Фінляндія). Статистичну обробку результатів проводили за допомогою пакету прикладних програм Statistica 6.0. Перевірка даних на нормальність розподілу проводилась за допомогою тесту Шапіро-Вілка. Оскільки дані мали ненормальний розподіл, використовували непараметричні методи. Для встановлення відмінностей між групами використовували тест Краскела-Уоллеса [10]. Коефіцієнт асиметрії (K<sub>AC</sub>) для парних ознак розраховували за формулою:  $K_{AC} = 100\%(X-Y)/X$ , де X – значення більшого з симетричних показників, Y – значення меншого з симетричних показників.

## Результати дослідження

Раніше нами було показано, що рівень фізичної працездатності спортсменів-аматорів залежить від стажу спортивної підготовки та віку, в якому аматори почали систематично тренуватись, а також були виділені групи оцінки рівня тренуваності за величиною "критичної" потужності роботи [9]. Окрім того, був встановлений взаємозв'язок між основними показниками фізичної працездатності та компонентним складом тіла, а також окремими гематологічними показниками [7; 8]. Нами з'ясовано, що спортсмени-аматори демонструють достатній рівень аеробних можливостей, загальної працездатності, ефективності серцевого циклу та здатності скелетних м'язів засвоювати кисень [7].

Результати даних наукових досліджень показали, що за відносною потужністю роботи на рівні максимального споживання кисню всі виділені групи мають значущі відмінності між собою (табл. 1).

**Таблиця 1**  
**Показники фізичної працездатності у спортсменів-аматорів різних груп (Me [25%; 75%])**

Показник	Групи за відносною потужністю критичного навантаження, Вт·кг <sup>-1</sup>				
	2,4–2,7	2,8–3,3	3,4–3,9	4,0–4,5	4,6–5,5
	1-ша (n=8)	2-га (n=22)	3-тя (n=35)	4-та (n=23)	5-та (n=6)
Потужність роботи, Вт	226 [201; 238]	265 [250; 278] **	290 [272; 311] ▲▲▲▲■	328 [282; 358] □□◆◆◆	370 [357; 392] ◇◇●●◆◆
Максимальний рівень легеневої вентиляції, л·хв <sup>-1</sup>	114,5 [98,5; 131,5]	130,5 [117,0; 142,0]	136,0 [118,0; 144,0]	144,0 [130,0; 153,0] □	153,5 [144,0; 166,0] ◇◇●●◆
Максимальний рівень споживання кисню, мл·хв <sup>-1</sup>	3172 [2878; 3747]	3763 [3265; 4030]	3890 [3568; 4237] ▲▲	3907 [37334; 4433] □◆	4256 [3974; 4341] ◇◇●
Максимальний рівень споживання кисню, мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	38,4 [36,6; 41,6]	43,6 [40,7; 45,7] *	47,7 [46,0; 52,7] ▲▲▲▲■	51,3 [49,2; 55,5] □□◆◆◆	53,4 [47,0; 59,5] ◇◇●●
Частота серцевих скорочень, уд.·хв <sup>-1</sup>	188 [176; 194]	183 [177; 186]	187 [177; 195]	185 [178; 189]	182 [180; 185]
O <sub>2</sub> /ЧСС, мл·уд. <sup>-1</sup>	18,9 [15,6; 21,8]	21,5 [18,6; 23,5]	21,9 [20,0; 26,6] ▲	24,3 [21,1; 26,7] □◆	23,4 [22,2; 24,0] ◇

### Примітки:

- \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$  – група 2 щодо групи 1;
- ▲▲ –  $p < 0,01$ , ▲▲▲ –  $p < 0,001$  – група 3 щодо групи 1;
- –  $p < 0,05$ , □□ –  $p < 0,01$ , □□□ –  $p < 0,001$  – група 4 щодо групи 1;
- ◇ –  $p < 0,05$ , ◇◇ –  $p < 0,01$  – група 5 щодо групи 1;
- –  $p < 0,001$  – група 3 щодо групи 2;
- ◆ –  $p < 0,05$ ; ◆◆ –  $p < 0,001$  – група 4 щодо групи 2;
- –  $p < 0,05$ , ●● –  $p < 0,01$ , ●●● –  $p < 0,001$  – група 5 щодо групи 2;
- ◆◆ –  $p < 0,01$  – група 4 щодо групи 3;
- ◆ –  $p < 0,05$ , ◆◆ –  $p < 0,01$  – група 5 щодо групи 3.

При цьому із збільшенням рівня фізичної працездатності окремі показники максимальної реакції кардіореспіраторної системи на навантаження мали різноспрямовану тенденцію. Так, якщо максимальні рівні легеневої вентиляції та споживання кисню збільшуються в кожній наступній групі, то показники ЧСС, хоча і не мають вірогідних відмінностей між собою, у 4-й групі були меншими за відповідні у 1-й та 3-й групах, а медіанне значення ЧСС 5-ї групи було найменшим серед всіх інших груп (табл. 1). Показники кисневого пульсу ( $O_2/ЧСС$ ) у 5-й групі спортсменів також були меншими за попередню і мали значущі відмінності між групами (табл. 1). Загалом така динаміка

показників свідчить про те, що у спортсменів-аматорів з найвищим рівнем фізичної працездатності ефективність серцевого циклу зростає не за рахунок збільшення ЧСС, а за рахунок збільшення систолічного об'єму, що узгоджується з даними інших авторів [22].

Також нами був проведений аналіз компонентного складу тіла в різних групах фізичної працездатності у спортсменів-аматорів. Результати показали, що за віком та зростом спортсмени різних груп не відрізняються між собою, а за масою тіла значущі відмінності є тільки між спортсменами 2-ї та 4-ї груп (табл. 2).

Показники індексу маси тіла у спортсменів перших

**Таблиця 2**  
**Компонентний склад тіла у спортсменів-аматорів у різних групах фізичної працездатності (Me [25%; 75%])**

Показник	Групи спортсменів-аматорів				
	1-ша (n=8)	2-га (n=22)	3-тя (n=35)	4-та (n=23)	5-та (n=6)
Вік, років	37,5 [31,5; 47]	35,5 [31; 40]	33 [30; 40]	31 [29; 33] □‡	34,5 [33; 36]
Зріст, см	178 [174; 180]	181 [173; 184]	180 [176; 183]	180 [175; 185]	176 [176; 178]
Маса тіла, кг	79,5 [74,2; 86,3]	84,7 [78,3; 89,1]	78,9 [74,2; 85,2]	75,1 [69,7; 85,7] ‡	77,4 [71,4; 78,6]
Індекс маси тіла, кг·м <sup>-2</sup>	25,5 [24,3; 27,1]	26,2 [24,0; 28,1]	24,9 [23,9; 26,2]	23,5 [22,0; 24,9] □□◆◆◆◆	24,5 [23,1; 25,2]
Вміст жиру, %	19,6 [17,1; 21,8]	20,1 [15,4; 22,9]	16,7 [13,2; 16,4]	12,6 [10,4; 15,9] □□◆◆◆◆	12,7 [11,0; 16,7] ◆●
Маса жиру, кг	16,2 [13,8; 17,9]	16,5 [12,3; 20,3]	12,8 [11,2; 16,4] ■	9,3 [7,8; 12,0] □□◆◆◆◆	10,7 [7,9; 13,1] ◆●
Маса безжирової тканини, кг	64,2 [62,3; 68,1]	67,7 [65,4; 71,6]	67,1 [61,6; 72,3]	65,1 [60,9; 73,9]	64,9 [63,6; 68,2]
Вміст води, кг	46,9 [45,6; 49,8]	49,8 [47,2; 52,4]	49,2 [45,1; 52,9]	47,6 [44,5; 54,1]	47,5 [46,5; 49,9]
Вміст води, %	58,9 [57,2; 60,7]	58,5 [56,5; 61,9]	61,3 [59,0; 63,9]	64,0 [61,6; 65,6] □□◆◆◆◆	63,9 [60,9; 65,1] ◆●
<b>Сегментарний аналіз складу тіла</b>					
<b>Права нога</b>					
Вміст жиру, %	17,5 [15,2; 18,5]	17,8 [13,5; 20,1]	14,8 [12,6; 17,9]	11,4 [9,9; 13,0] □□◆◆◆◆◆◆	13,6 [9,3; 16,3] ◆
Маса жиру, кг	2,3 [2,0; 2,5]	2,4 [1,8; 3,0]	2,0 [1,6; 2,4]	1,5 [1,2; 1,8] □□◆◆◆◆	1,9 [1,2; 2,1] ◆●
Маса безжирової тканини, кг	10,9 [10,4; 11,9]	11,9 [10,9; 12,1]	11,5 [10,8; 12,2]	11,3 [10,5; 12,6]	11,0 [10,9; 11,2]
Передбачувана м'язова маса, кг	10,3 [9,9; 11,0]	11,3 [10,3; 11,5]	10,9 [10,3; 11,6]	10,7 [10,0; 11,9]	10,5 [10,3; 10,6]
<b>Ліва нога</b>					
Вміст жиру, %	17,2 [15,7; 18,9]	17,3 [13,4; 20,3]	15,5 [12,6; 18,0]	12,0 [10,9; 13,9] □□◆◆◆◆	14,0 [11,2; 16,3] ◆
Маса жиру, кг	2,25 [2,0; 2,4]	2,4 [1,8; 3,0]	2,0 [1,6; 2,3]	1,5 [1,3; 1,8] □□◆◆◆◆	1,9 [1,3; 2,1] ●

Показник	Групи спортсменів-аматорів				
	1-ша (n=8)	2-га (n=22)	3-тя (n=35)	4-та (n=23)	5-та (n=6)
Маса безжирової тканини, кг	10,7 [10,2; 11,6]	11,6 [10,8; 11,9]	11,2 [10,5; 12,0]	10,9 [10,3; 12,1]	10,7 [10,5; 10,8]
Передбачувана м'язова маса, кг	10,2 [9,7; 10,9]	11,0 [10,3; 11,3]	10,6 [10,0; 11,4]	10,4 [9,8; 11,5]	10,2 [10,0; 10,2]
<b>Права рука</b>					
Вміст жиру, %	18,0 [16,4; 20,8]	17,4 [15,3; 18,7]	15,5 [13,3; 17,0] ▲■	14,5 [11,8; 15,7] □□□###◆	14,3 [12,7; 15,7] ◇●
Маса жиру, кг	0,85 [0,75; 0,96]	0,8 [0,7; 0,9] **	0,7 [0,6; 0,9]	0,6 [0,5; 0,8] □□###◆	0,65 [0,5; 0,7] ◇●
Маса безжирової тканини, кг	3,7 [3,6; 3,9]	4,1 [3,8; 4,2]	3,9 [3,7; 4,4]	3,8 [3,5; 4,4]	3,8 [3,7; 3,9]
Передбачувана м'язова маса, кг	3,5 [3,4; 3,7]	3,8 [3,6; 4,0]	3,7 [3,5; 4,1]	3,6 [3,3; 4,1]	3,6 [3,5; 3,7]
<b>Ліва рука</b>					
Вміст жиру, %	18,2 [16,3; 19,9]	17,7 [15,7; 19,8] ***	16,3 [14,4; 17,7] ▲	15,2 [12,3; 16,1] □□###◆	14,1 [11,8; 15,4] ◇●
Маса жиру, кг	0,9 [0,75; 1,0]	0,9 [0,7; 1,0] **	0,8 [0,6; 0,9] ■	0,6 [0,5; 0,8] □□###	0,7 [0,6; 0,8] ●
Маса безжирової тканини, кг	3,8 [3,7; 4,1]	4,1 [3,8; 4,2]	3,9 [3,8; 4,5]	3,9 [3,4; 4,4]	3,9 [3,7; 4,3]
Передбачувана м'язова маса, кг	3,6 [3,4; 3,8]	3,9 [3,6; 4,0]	3,7 [3,6; 4,2]	3,6 [3,2; 4,2]	3,7 [3,5; 4,0]
<b>Тулуб</b>					
Вміст жиру, %	21,2 [18,1; 23,6]	21,4 [16,3; 25,4] ***	17,7 [12,8; 20,4] ■	12,8 [10,2; 17,4] □□###◆	13,3 [11,2; 16,7] ◇●
Маса жиру, кг	9,7 [8,1; 11,1]	9,9 [7,3; 12,4] ***	7,2 [5,7; 9,8] ■	5,9 [3,9; 7,3] □□###◆	5,8 [4,3; 7,3] ◇◇●
Маса безжирової тканини, кг	35,6 [34,2; 36,9]	37,3 [35,2; 39,2]	36,8 [33,3; 39,6]	36,2 [33,3; 40,5]	35,6 [34,5; 38,2]
Передбачувана м'язова маса, кг	34,2 [32,9; 35,5]	35,9 [33,8; 37,7]	35,4 [32,0; 38,1]	34,8 [32,0; 38,9]	34,2 [33,2; 36,7]

**Примітки:**

- \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$  – група 2 щодо групи 1;
- ▲ –  $p < 0,05$  – група 3 щодо групи 1;
- –  $p < 0,05$ , □□ –  $p < 0,01$ , □□□ –  $p < 0,001$  – група 4 щодо групи 1;
- ◇ –  $p < 0,05$ , ◇◇ –  $p < 0,01$  – група 5 щодо групи 1;
- –  $p < 0,05$  – група 3 щодо групи 2;
- ‡ –  $p < 0,05$ ; ‡‡‡ –  $p < 0,001$  – група 4 щодо групи 2;
- –  $p < 0,05$  – група 5 щодо групи 2;
- ◆ –  $p < 0,05$ , ◆◆ –  $p < 0,01$ , ◆◆◆ –  $p < 0,001$  – група 4 щодо групи 3.

трьох груп перевищували, а 4-ї та 5-ї були в межах вікової норми [23]. При цьому у спортсменів 4-ї та 5-ї груп абсолютний та відносний вміст жиру, як в окремих сегментах тіла, так і загалом, був статистично вірогідно меншим щодо відповідних показників у інших групах (табл. 2). Тобто чим вищий рівень загальної фізичної працездатності спортсмена-аматора, тим менший у нього вміст жиру. Наші результати узгоджуються з даними інших авторів, котрі отримали подібні дані про негативний зв'язок вмісту жиру та розвинутої потужності навантаження для представників інших видів спорту [18; 19]. Відносний вміст води у спортсменів 4-ї та 5-ї груп також був значущо більшим щодо такого у чоловіків з меншим рівнем фізичної працездатності (табл. 2).

Крім того, нами був проаналізований взаємозв'язок рівня фізичної працездатності та прояву асиметрії фізичного розвитку спортсменів-аматорів щодо сагітальної площини. Отримані результати свідчать, що розвиток м'язів нижніх кінцівок характеризується правосторонньою асиметрією для всіх груп спортсменів (табл. 3). При цьому значення  $K_{AC}$  збільшується разом із збільшенням рівня фізичної працездатності від 1-ї до 4-ї групи. Натомість, у аматорів з найвищим рівнем підготовленості спостерігається зменшення цього коефіцієнта. Це свідчить про те, що підвищення рівня фізичної працездатності у спортсменів-аматорів призводить до зменшення асиметрії фізичного розвитку нижніх кінцівок щодо сагітальної площини.

Таблиця 3

Значення коефіцієнта асиметрії ( $K_{AC}$ ) у нижніх та верхніх кінцівках відносно сагітальної площини в різних групах спортсменів-аматорів ( $M \pm SD$ )

Показник	Група	Жир, кг	БМ, кг	ПММ, кг
Права нога	1	2,29±0,45	11,01±0,79	10,45±0,73
	2	2,33±0,76	11,73±1,08	11,12±1,02
	3	2,05±0,73	11,56±1,12	10,96±1,05
	4	1,53±0,36	11,64±1,50	10,92±1,08
	5	1,70±0,50	11,15±0,98	10,57±0,91
Ліва нога	1	2,21±0,41	10,84±0,79	10,28±0,72
	2	2,34±0,71	11,43±1,04	10,85±0,97
	3	2,50±0,68	10,98±2,05	10,68±1,05
	4	1,59±0,37	11,13±1,10	10,56±1,03
	5	1,72±0,52	10,85±0,87	10,30±0,84
$K_{AC}$ , %	1	3,13	1,59	1,68
	2	3,49	2,02	1,91
	3	3,99	2,62	2,57
	4	5,28	3,23 □□##	3,24 □##◆
	5	3,74	2,62	2,53
Права рука	1	0,84±0,15	3,69±0,31	3,49±0,31
	2	0,84±0,21	4,02±0,46	3,77±0,43
	3	0,74±0,23	4,03±0,55	3,79±0,52
	4	0,63±0,17	3,93±0,50	3,70±0,46
	5	0,60±0,18	3,85±0,36	3,65±0,36
Ліва рука	1	0,86±0,16	3,75±0,40	3,54±0,37
	2	0,89±0,23	4,06±0,49	3,82±0,47
	3	0,75±0,26	4,06±0,61	3,82±0,58
	4	0,65±0,18	3,94±0,57	3,71±0,56
	5	0,63±0,19	3,95±0,52	3,72±0,45
$K_{AC}$ , %	1	1,028	1,032	1,022
	2	1,058	1,013	1,019
	3	1,059	1,020	1,022
	4	1,056	1,020	1,024
	5	1,028	1,032	1,022

**Примітки:**

БМ – безжирова маса, ПММ – передбачувана м'язова маса;  
 □ –  $p < 0,05$ , □□ –  $p < 0,01$  – група 4 щодо групи 1;  
 † –  $p < 0,05$ ; †† –  $p < 0,01$  – група 4 щодо групи 2;  
 ◆ –  $p < 0,05$  – група 4 щодо групи 3.

## Висновки / Дискусія

У більшості локомоцій, включених у змагання з триатлону та стаєрського бігу, основна робота виконується м'язами нижніх кінцівок. М'язи верхніх кінцівок задіяні тільки на плавальному етапі триатлону. У стаєрському бігу м'язи рук не виконують значного обсягу роботи, тому розвиток їх в процесі тренування практично не відбувається. Час плавального етапу в змаганнях з триатлону значно коротший за час велосипедного та бігового етапів, а розвинені м'язи рук, хоча і допомагають збільшити швидкість плавання, стають додатковою масою на інших етапах. Так показано, що зменшення маси кінцівок, які здійснюють махальні рухи, а також зменшення кількості жиру та неактивної м'язової маси призводить до зменшення енергетичної вартості бігу [15]. На нашу думку, обмеженість тренувальних навантажень на м'язи верхніх кінцівок викликана необхідністю зменшення неактивної м'язової маси при бігу та їзді на велосипеді і обумовлює сталість коефіцієнтів асиметрії верхніх кінцівок у групах з різним рівнем питомої потужності на рівні максимального споживання кисню (табл. 3).

Натомість, при розвитку функціональних можливостей м'язів нижніх кінцівок об'єм та інтенсивність тренувальних навантажень на них значно вищий щодо таких м'язів рук. При виконанні тренувальних вправ може відбуватися перерозподіл навантаження між м'язами лі-

вої і правої сторони на користь більш сильної половини. Несиметричність навантаження призводить до нерівномірного розвитку м'язів і збільшення асиметрії в групах з першої по четверту за рівнем аеробної потужності. У групі з найвищим рівнем аеробної потужності підвищення працездатності відбувається за рахунок вирівнювання функціональних можливостей м'язів лівої та правої нижньої кінцівки у зв'язку з досягненням меж функціональних резервів, що дозволяє підвищувати витривалість при роботі ногами. Також менші показники асиметрії нижніх кінцівок можуть бути необхідною умовою досягнення високих рівнів працездатності, характерних для п'ятої групи. Це може досягатись за рахунок спеціально організованої технічної підготовки. Відмінність факторів, що забезпечують підвищення аеробної працездатності у групі з найвищим її рівнем, у порівнянні з іншими групами, та зменшення асиметрії нижніх кінцівок у досліджуваних спортсменів можуть бути взаємопов'язаними явищами.

Таким чином, більшість спортсменів-аматорів, які займаються триатлоном або стаєрським бігом по шосе, мають асиметрію нижніх кінцівок. Найбільш виражену асиметрію нижніх кінцівок мали спортсмени четвертої групи, тобто з працездатністю на рівні максимального споживання кисню 4,0–4,5 Вт·кг<sup>-1</sup>. У групах з першої по четверту спостерігається збільшення асиметрії нижніх кінцівок, тоді як в групі з найвищим рівнем працездатності (4,6–5,5 Вт·кг<sup>-1</sup>) ця тенденція порушується, що може бути

необхідною умовою досягнення високих результатів.

**Перспективою подальших досліджень** може бути

встановлення зв'язку показників асиметрії із спрямованістю фізичної та технічної підготовленості.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють, що немає конфлікту інтересів, який може сприйматись таким, що може завдати шкоди неупередженості статті.

**Джерела фінансування.** Ця стаття не отримала фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації.

## Список використаної літератури

1. Абрамова, Т.Ф., Никитина, Т.М., Кочеткова, Н.И., Красников В.А. (2013), "Особенности пространственного положения туловища, таза и стоп у высококвалифицированных спортсменов-мужчин различных видов спорта", *Вестник спортивной науки*, № 5, С. 58-65.
2. Аксарин, И.В. (2017), "Анализ рациональности и результативности выполнения технических приемов юными баскетболистами с учетом функциональной асимметрии в соревновательной деятельности", *Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология*, № 4(31), С. 9-16.
3. Анцыперов, В.В., Иванов, О.И. (2013), "О роли двигательной асимметрии в прыжках в воду", *Современные проблемы науки и образования*, № 6, С. 1-5.
4. Аулик, И.В. (1990), *Определение физической работоспособности в клинике и спорте*, Медицина, Москва.
5. Бердичевская, Е.М., Гронская, А.С. (2009), "Функциональная асимметрия и спорт", *Руководство по функциональной межполушарной асимметрии*, Научный мир, Москва, С. 647-691.
6. Всесвітня медична асоціація (1964), Гельсінська декларація "Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження", режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/990\\_005](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/990_005).
7. Горенко, З.А., Очеретько, Б.Є., Ковельська, А.В. (2017), "Взаємозв'язок показників фізичної працездатності та компонентного складу тіла у спортсменів-аматорів", *Слобожанський науково-спортивний вісник*, № 4(60), С. 22-27, doi: 10.15391/sns.v.2017-4.003.
8. Ковельська, А.В., Лисенко, О.М., Горенко, З.А., Очеретько, Б.Є. (2017), "Гематологічні показники у спортсменів та рівень фізичної працездатності", *Спортивна медицина і фізична реабілітація*, № 2, С. 74-82.
9. Лисенко, О.М., Горенко, З.А., Ковельська, А.В., Тайболіна, Л.О., Очеретько, Б.Є., Федорчук, С.В., Колосова, О.В., Халявка, Т.О. (2017), "Критерії оцінки функціонального потенціалу спортсменів з різним стажем спортивної підготовки", *Вісник Черкаського університету*, № 1, С. 56-65.
10. Реброва, О.Ю. (2002), *Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA*, МедиаСфера, Москва.
11. Седоченко, С.В., Германов, Г.Н., Сабирова, И.А. (2015), "Влияние вида спорта на особенности функциональных мышечных асимметрий у фехтовальщиков и теннисистов", *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*, № 2(120), С. 139-143.
12. Худик, С.С., Чикуров, А.И., Войнич, А.Л., Радаева, С.В. (2017), "Функциональная асимметрия как биологический феномен, сопутствующий спортивному результату", *Вестник Томского государственного университета*, № 421, С. 193-202.
13. Carpes, F.P., Mota, C.B. & Faria, I.E. (2010), "On the bilateral asymmetry during running and cycling – a review considering leg preference", *Phys. Ther. Sport*, No. 11(4), pp. 136-42.
14. Cheng, M.F., Chen, Y.Y., Jang, T.R., Lin, W.L., Chen, J. & Hsieh, K.C. (2016), "Total body composition estimated by standing-posture 8-electrode bioelectrical impedance analysis in male wrestlers", *Biol. Sport*, No. 33, pp. 399-405.
15. Fletcher, J.R. & MacIntosh, B.R. (2017), "Running economy from a muscle energetics perspective", *Front. Physiol.*, Vol. 8, pp. 433.
16. Hart, N.H., Nimhpius, S., Weber, J., Spiteri, T., Rantalainen, T., Dobbin, M. & Newton, R.U. (2016), "Musculoskeletal asymmetry in football athletes: a product of limb function over time", *Med Sci Sports Exerc*, No. 48(7), pp. 1379-87, doi: 10.1249/MSS.0000000000000897.
17. Krykała, M., Leszczyński, P., Grześkowiak, M., Podgórski, T., Woźniewicz-Dobrzyńska, M., Konarska, A., Strzelczyk, R., Lewandowski, J., Konarski, J.M. (2018), "Does field hockey increase morphofunctional asymmetry? A pilot study", *Homo*, No. 69 (1-2), pp. 43-49.
18. Nicolaidis, P.T. (2014), "Body mass index and body fat per cent are associated with decreased power output in soccer players", *Cent Eur J Med.*, No. 7(6), pp. 783-789.
19. Nicolaidis, P.T. & Ingebrigtsen, J. (2013), "The effect of excess body mass on physical fitness in adolescent and adult male handball players", *Indian J Physiol Pharmacol*, Vol. 57(4), pp. 369-379.
20. Ogurkowska, M. & Kawalek, K. (2016), "Pathological changes in the lumbar intervertebral discs among professional field hockey players", *J. Sports. Med. Phys. Fitness*, No. 56, pp. 85-91.
21. Pietrobelli, A., Rubiano, F., St-Onge, M. & Heymsfield, S. (2004), "New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis", *Eur. J. Clin. Nutr.*, No. 58, pp. 1479-84.
22. Rowell, A.L. (1993), *Human cardiovascular control*, Oxford University Press, New York.
23. Schutz, Y., Kyle, U.U.G. & Pichard, C. (2002), "Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasian aged 18-98 y", *Int. J. Obes.*, No. 26, pp. 953-60.

Стаття надійшла до редакції: 07.09.2018 р.

Опубліковано: 31.10.2018 р.

**Аннотация.** Зоя Горенко, Борис Очеретько, Антонина Ковельская. **Функциональная дихотомия (симметрия – асимметрия) физического развития у мужчин, которые занимаются триатлоном.** **Цель:** изучить дихотомию физического развития мужчин, которые занимаются триатлоном и стайерским бегом по шоссе. **Материал и методы:** в условиях нагрузочного теста со ступенчатовозрастающей мощностью у 94 физически активных мужчин исследовали реакцию кардиореспираторной системы на физические нагрузки. Компонентный состав тела определяли с помощью биоэлектрического импедансного метода. Для парных признаков рассчитывали коэффициент асимметрии ( $K_{AC}$ ). **Результаты:** по величине мощности работы на уровне максимального потребления кислорода были выделены группы оценки уровня тренированности спортсменов. С увеличением уровня физической работоспособности отдельные показатели максимальной реакции кардиореспираторной системы на нагрузку имеют разнонаправленную тенденцию. Развитие мышц нижних конечностей характеризуется правосторонней асимметрией для всех групп спортсменов. При этом значение  $K_{AC}$  увеличивается вместе с возрастанием уровня физической работоспособности с 1-й по 4-ю группы. У любителей с высоким уровнем подготовленности наблюдается уменьшение этого коэффициента. **Выводы:** большинство спортсменов-любителей, занимающихся триатлоном или стайерским бегом по шоссе, имеют асимметрию нижних конечностей. Наиболее выраженную асимметрию имеют спортсмены с работоспособностью на уровне максимального потребления кислорода 4,0–4,5 Вт·кг<sup>-1</sup>. В группах с первой по четвертую наблюдается увеличение асимметрии нижних конечностей, тогда как в группе с

найвищою работоспособністю (4,6–5,5 Вт·кг<sup>-1</sup>) асиметрія зменшується, що може бути необхідним умовою досягнення високих результатів.

**Ключевые слова:** фізическа работоспособность, дихотомия (симметрия-асимметрия), фізическое развитие, триатлон.

**Abstract.** Zoya Gorenko, Boris Ocheretko & Antonina Kovelskaya. **Functional dichotomy (symmetry – asymmetry) of physical development in men who are engaged in triathlon.** **Purpose:** explore the dichotomy of the physical development of men who are engaged in triathlon and long-distance running on the highway. **Material & Methods:** Under the conditions of the exercise test with a hip strength of 94 physically active men, the reaction of the cardio-respiratory system to physical activity was investigated. Body composition was determined using the bioelectric impedance method. For paired signs, the asymmetry coefficient was calculated. ( $C_{AS}$ ). **Results:** largest groups of work at the level of maximum oxygen consumption were allocated groups assess the level of fitness of athletes. With an increase in the level of physical performance, individual indicators of the maximum response of the cardiorespiratory system to stress have a multidirectional tendency. The development of the muscles of the lower extremities is characterized by right-sided asymmetry for all groups of athletes. At the same time, the value of  $C_{AS}$  increases with the increase in the level of physical performance from the 1st to the 4th group. In amateur with a high level of preparedness, a decrease in this coefficient is observed. **Conclusion:** most amateur athletes who practice triathlon or long-distance runner on the highway have an asymmetry in their lower limbs. The most pronounced asymmetry has athletes with a performance at the level of maximum oxygen consumption of 4,0–4,5 W·kg<sup>-1</sup>. In the first to fourth groups, an increase in the asymmetry of the lower extremities is observed, whereas in the group with high performance (4,6–5,5 W·kg<sup>-1</sup>), the asymmetry decreases, which may be a necessary condition for achieving high results.

**Keywords:** physical performance, dichotomy (symmetry-asymmetry), physical development, triathlon.

## References

1. Abramova, T.F., Nikitina, T.M., Kochetkova, N.I. & Krasnikov, V.A. (2013), "Features of the spatial position of the trunk, pelvis and feet of highly qualified male athletes of various sports", *Vestnik sportivnoy nauki*, No. 5, pp. 58-65. (in Russ.)
2. Aksarin, I.V. (2017), "Analysis of the rationality and effectiveness of the implementation of technical techniques by young basketball players, taking into account the functional asymmetry in the competitive activity", *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psikhologiya*, No. 4(31), pp. 9-16. (in Russ.)
3. Antsyperov, V.V. & Ivanov, O.I. (2013), "On the role of motor asymmetry in diving", *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, No. 6, pp. 1-5. (in Russ.)
4. Aulik, I.V. (1990), *Opreделение fizicheskoy rabotosposobnosti v klinike i sporte* [Determination of physical performance in clinics and sports], Medicina, Moscow. (in Russ.)
5. Berdichevskaya, Ye.M. & Gronskaya, A.S. (2009), "*Funktsionalnaya asimmetriya i sport*" [Functional asymmetry and sport], *Rukovodstvo po funktsionalnoy mezhpolutsharnoy asimmetrii*, Nauchnyy mir, Moscow, pp. 647-691. (in Russ.)
6. World Medical Association (1964), Helsinki Declaration of the World Medical Association "Ethical Principles of Medical Research with the Involvement of Human Rights as Research Objective", available at: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/990\\_005](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/990_005)
7. Horenko, Z.A., Ocheretko, B.Ie. & Kovelska, A.V. (2017), "Interconnection of indicators of physical performance and component body composition with athletes-lovers", *Slobozans'kij naukovо-sportivnij visnik*, No. 4(60), pp. 22-27, doi: 10.15391/snsv.2017-4.003. (in Ukr.)
8. Kovelska, A.V., Lysenko, O.M., Horenko, Z.A. & Ocheretko, B.Ie. (2017), "Hematologic indices at athletes and level of physical capacity", *Sportyvna medytsyna i fizychna reabilitatsiia*, No. 2, pp.74-82. (in Ukr.)
9. Lysenko, O.M., Horenko, Z.A., Kovelska, A.V., Taibolina, L.O., Ocheretko, B.Ie., Fedorchuk, S.V., Kolosova, O.V. & Khaliavka, T.O. (2017), "Criteria for evaluating the functional potential of athletes with different athletic training experience", *Visnyk Cherkaskoho universytetu*, No. 1, pp. 56-65. (in Ukr.)
10. Rebrova, O.Ju. (2002), *Statisticheskij analiz medicinskih dannyh. Primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA* [Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA software package], MediaSfera, Moscow. (in Russ.)
11. Sedochenko, S.V., Germanov, G.N. & Sabirova, I.A. (2015), "The influence of sport on the features of functional muscular asymmetry in swordsmen and tennis players", *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 2(120), pp. 139-143. (in Russ.)
12. Khudik, S.S., Chikurov, A.I., Voynich, A.L. & Radaeva, S.V. (2017), "Functional asymmetry as a biological phenomenon associated with sporting results", *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, No. 421, pp. 193-202. (in Russ.)
13. Carpes, F.P., Mota, C.B. & Faria, I.E. (2010), "On the bilateral asymmetry during running and cycling – a review considering leg preference", *Phys. Ther. Sport*, No. 11(4), pp. 136-42.
14. Cheng, M.F., Chen, Y.Y., Jang, T.R., Lin, W.L., Chen, J. & Hsieh, K.C. (2016), "Total body composition estimated by standing-posture 8-electrode bioelectrical impedance analysis in male wrestlers", *Biol. Sport*, No. 33, pp. 399-405.
15. Fletcher, J.R. & MacIntosh, B.R. (2017), "Running economy from a muscle energetics perspective", *Front. Physiol.*, Vol. 8, pp. 433.
16. Hart, N.H., Nimhpius, S., Weber, J., Spiteri, T., Rantalainen, T., Dobbin, M. & Newton, R.U. (2016), "Musculoskeletal asymmetry in football athletes: a product of limb function over time", *Med Sci Sports Exerc*, No. 48(7), pp. 1379-87, doi: 10.1249/MSS.0000000000000897.
17. Krykała, M., Leszczyński, P., Grześkowiak, M., Podgórski, T., Woźniewicz-Dobrzyńska, M., Konarska, A., Strzelczyk, R., Lewandowski, J., Konarski, J.M. (2018), "Does field hockey increase morphofunctional asymmetry? A pilot study", *Homo*, No. 69 (1-2), pp. 43-49.
18. Nicolaidis, P.T. (2014), "Body mass index and body fat per cent are associated with decreased power output in soccer players", *Cent Eur J Med.*, No. 7(6), pp. 783-789.
19. Nicolaidis, P.T. & Ingebrigtsen, J. (2013), "The effect of excess body mass on physical fitness in adolescent and adult male handball players", *Indian J Physiol Pharmacol*, Vol. 57(4), pp. 369-379.
20. Ogurkowska, M. & Kawatek, K. (2016), "Pathological changes in the lumbar intervertebral discs among professional field hockey players", *J. Sports. Med. Phys. Fitness*, No. 56, pp. 85-91.
21. Pietrobelli, A., Rubiano, F., St-Onge, M. & Heymsfield, S. (2004), "New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis", *Eur. J. Clin. Nutr.*, No. 58, pp. 1479-84.
22. Rowell, A.L. (1993), *Human cardiovascular control*, Oxford University Press, New York.
23. Schutz, Y., Kyle, U.U.G. & Pichard, C. (2002), "Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasian aged 18-98 y", *Int. J. Obes.*, No. 26, pp. 953-60.

Received: 07.09.2018.

Published: 31.10.2018.

## Відомості про авторів / Information about the Authors

**Горенко Зоя Анатоліївна:** к. б. н.; Національний університет фізичного виховання і спорту України: вул. Фізкультури, 1, м. Київ, 02000, Україна.

**Горенко Зоя Анатольевна:** к. б. н.; Национальный университет физического воспитания и спорта Украины: ул. Физкультуры, 1, г. Киев, 02000, Украина.

**Zoya Gorenko:** *PhD (Physiology of Human and Animals); National University of Physical Education and Sports of Ukraine: 1 Fizkultury str., Kyiv, 02000, Ukraine.*

**ORCID.ORG/0000-0003-3500-4055**

**E-mail: geminiz@ukr.net**

**Очеретько Борис Євгенович:** *к. фіз. вих., Національний університет фізичного виховання і спорту України: вул. Фізкультури, 1, м. Київ, 02000, Україна.*

**Очеретько Борис Евгеньевич:** *к. физ. восп., Национальный университет физического воспитания и спорта Украины: ул. Физкультуры, 1, г. Киев, 02000, Украина.*

**Boris Ocheretko:** *PhD (Physical Education and Sport); National University of Physical Education and Sports of Ukraine: 1 Fizkultury str., Kyiv, 02000, Ukraine.*

**ORCID.ORG/0000-0001-7953-1143**

**E-mail: borisocheretko@gmail.com**

**Ковельська Антоніна Василівна:** *к. б. н.; Національний університет фізичного виховання і спорту України: вул. Фізкультури, 1, м. Київ, 02000, Україна.*

**Ковельская Антонина Васильевна:** *к. б. н., Национальный университет физического воспитания и спорта Украины: ул. Физкультуры, 1, г. Киев, 02000, Украина.*

**Antonina Kovelskaya:** *PhD (Oncology); National University of Physical Education and Sports of Ukraine: 1 Fizkultury str., Kyiv, 02000, Ukraine.*

**ORCID.ORG/0000-0001-6236-4203**

**E-mail: kovelskaya@ukr.net**