

О. В. Колосова, молодший науковий співробітник,
Т. О. Халявка, к. х. н., доцент, старший науковий співробітник
Науково-дослідний інститут Національного університету фізичного виховання та спорту України, лабораторія теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів,
вул. Фізкультури, 1, Київ-150, Україна, 03150, e-mail: olena_kolos@ukr.net

КОРЕЛЯЦІЯ АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ОСІБ, ТРЕНОВАНИХ ДО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

У тестах при використанні методу Н-рефлексометрії у здорових тренуваних осіб (вік 18–29 років) визначали антропометричні (АМ) та електронейроміографічні (ЕНМГ) показники. Виявлено наявність кореляції АМ та ЕНМГ-параметрів різної спрямованості у чоловіків та жінок, що свідчить про гендерні особливості прояву адаптаційних реакцій нервової та м'язової систем до фізичного навантаження.

Ключові слова: електронейроміографія; Н-рефлекс; швидкість проведення нервового імпульсу; антропометричні показники; спортсмени; гребля.

Разом з достатньою стійкістю морфологічної і функціональної організації нервової системи пластичність є її найважливішою властивістю. Без здатності нервової системи до формування нових функціональних взаємодій, до змін ефективності або спрямованості зв'язків між нервовими клітинами навчання було б взагалі неможливе [3]. Нині проблема рухового навчання привертає широку увагу в зв'язку з великою кількістю нових фактів про пластичність центральних моторних структур [17, 18]. Відомо також, що довготривале фізичне навантаження різного напрямку супроводжується в організмі людини функціональними пластичними перебудовами на рівні спинномозкових структур, які здійснюють моторний контроль скелетної мускулатури [1]. Для оцінки фізичного розвитку людини в процесі адаптації до фізичного навантаження широко використовують антропометричний метод дослідження, який дозволяє отримати об'єктивні дані про важливі морфологічні параметри тіла, такі, як зріст та маса [4, 9]. Однак, поняття фізичного розвитку включає як сукупність антропометричних показників, так і параметри функціонального стану систем організму, які забезпечують рухову активність [6, 8]. Так, оцінку функціонального стану нервово-м'язової системи можна здійснити за допомогою електронейроміографічних (ЕНМГ) методів дослідження, зокрема методу Н-рефлексометрії, який дозволяє визначити індивідуальну організацію гальмівних та збуджуючих процесів внутрішньосегментарних систем та характер

низхідних впливів з вищих відділів центральної нервової системи на мото-нейронний пул, а також методу визначення швидкості проведення нервового імпульсу (ШПІ) [5].

Встановлено, що на результат змагань спортсменів-легкоатлетів впливають їх антропометричні показники [7]. Однак основна маса робіт, присвячених дослідженню взаємозв'язку антропометричних та електронейроміографічних параметрів, стосується здорових нетренованих осіб. Так, показано, що для старших осіб характерні більша латентність, менша амплітуда та менші значення швидкостей нервового імпульсу по серединному нерву верхньої кінцівки (*n. medianus*) [10, 13, 15], а особи з меншою масою мають вищі амплітуди відповідей на стимуляцію сенсорних волокон *n. medianus* [13]. Інші автори вказують на зниження з віком швидкостей нервового імпульсу по моторних та сенсорних волокнах *n. medianus* та великогомілкового нерву нижньої кінцівки (*n. tibialis*), а також підвищення у старших осіб амплітуди Н-рефлексу камбалоподібного м'язу (*m. soleus*) [14]. Показана негативна кореляція між зростом та амплітудою сенсорних відповідей для *n. medianus* [15] та позитивна між зростом та амплітудою Н-рефлексу [13].

Однак, в переважній більшості робіт ефект впливу віку на ЕНМГ-параметри виявляється в старших вікових групах (більше 60 років), до того ж, дослідження в основному були проведені на нетренованих особах. Виходячи з цього, доцільним є визначення антропометричних та електронейроміографічних параметрів та виявлення кореляції між ними у дорослих осіб, тренуваних до фізичного навантаження, що не досягли старшої вікової категорії.

Метою дослідження було виявлення кореляції між антропометричними та електронейроміографічними показниками у осіб з високим рівнем адаптації до фізичного навантаження (кваліфікованих спортсменів-гребців на байдарках та каное).

Матеріали та методи дослідження

У дослідженні брали участь 40 кваліфікованих спортсменів (25 чоловіків та 15 жінок), що спеціалізуються у греблі на байдарках та каное, у віці від 18 до 29 років.

Були отримані антропометричні показники: зріст (м), маса тіла (кг) та індекс маси тіла (ІМТ, кг/м²). Електронейроміографічне дослідження проводили за допомогою нейродіагностичного комплексу Nicolet Viking Select. Використовували методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'язу нижньої кінцівки (*m. soleus*) [2, 5]. Н-рефлекс викликали біполярною черезшкірною стимуляцією великогомілкового нерву нижньої кінцівки (*n. tibialis*) у підколінній ямці (поодиноким прямокутним імпульсом тривалістю 1 мс з інтервалами між імпульсами не менше 10 с). Використовували також методику визначення швидкості проведення нервового імпульсу (ШПІ) по моторних волокнах *n. tibialis*, а також моторних та сенсорних волокнах серединного нерву верхньої кінцівки

(*n. medianus*) [2, 5]. При дослідженні верхніх кінцівок тестований перебував в положенні сидячи, руки вільно розташовувалися на кушетці, а при дослідженні нижніх кінцівок – у положенні лежачи на животі, стопи вільно звисали з кушетки.

Аналізували такі ЕНМГ-параметри: P_H та P_M (пороги виникнення Н-відповіді (моносинаптичної рефлекторної відповіді, що відводиться від м'яза в умовах стимуляції її низькопорогових аферентів, які йдуть у складі змішаного нерву) та М-відповіді (прямої відповіді м'яза на подразнення моторних волокон нерву), H_{\max} та M_{\max} (амплітуди максимальної Н-відповіді та максимальної М-відповіді), P_H/P_M (співвідношення порогів Н- та М-відповідей), H_{\max}/M_{\max} (співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей, в %), швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах *n. tibialis* (ШПІ_{tib}), швидкість проведення нервового імпульсу по моторних та сенсорних волокнах *n. medianus* (ШПІ_{med}): ШПІ_{medмот-прокс}, ШПІ_{medсенс-прокс} (ШПІ по моторних (_{мот}) та сенсорних (_{сенс}) волокнах *n. medianus* на проксимальній ділянці верхньої кінцівки: ліктьовий суглоб – зап'ясток), ШПІ_{medсенс-дист} (ШПІ по сенсорних (_{сенс}) волокнах *n. medianus* на дистальній ділянці верхньої кінцівки: зап'ясток – фаланга вказівного пальця), резидуальна латентність *n. medianus* (РезЛат). Розраховували коефіцієнти Коэф_{прокс мот/сенс} як відношення ШПІ по моторних волокнах до ШПІ по сенсорних волокнах *n. medianus* на проксимальній ділянці, а також Коэф_{сенс прокс/дист} як відношення ШПІ на проксимальній та дистальній ділянках по сенсорних волокнах *n. medianus*. Визначали також амплітуди м'язових відповідей на стимуляцію моторних та сенсорних волокон *n. medianus* (A_{med}) на проксимальній та дистальній ділянках верхньої кінцівки: $A_{medмот-прокс}$, $A_{medсенс-прокс}$, $A_{medмот-дист}$, $A_{medсенс-дист}$. Одержували показники для правої (П) та лівої (Л) кінцівок.

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою програми SPSS 17.0. Статистична значущість різниці середніх значень параметрів у групах жінок та чоловіків визначалася за допомогою однофакторного аналізу ANOVA. Дані кореляційного аналізу у таблицях наведені в стовпчик у такому порядку: коефіцієнт кореляції Спірмена, значущість коефіцієнту кореляції.

Результати дослідження та їх обговорення

Середні величини антропометричних вимірів та електронейроміографічних показників у спортсменів обох статей наведені у табл. 1–2.

Визначення кореляції параметрів проводили окремо у групах чоловіків та жінок. У чоловіків не виявлено кореляції параметрів Н-рефлексометрії з віком, у жінок показана негативна кореляція між віком і порогоми виникнення Н- та М-відповідей з правого боку тіла, а також позитивна кореляція між віком і співвідношенням порогів виникнення Н- та М-відповідей з обох боків тіла. Маса тіла у жінок також позитивно корелювала з P_H/P_M з правого боку тіла (табл. 3).

Таблиця 1

**Антропометричні характеристики жінок та чоловіків,
що спеціалізуються у греблі**

Антропометричні показники	Жінки	Чоловіки
Вік, роки	21,3±0,6 (19–28)	20,9±0,5 (18–29)
Зріст, см	169,7±1,5* (156–178)	183,8±1,1 (175–192)
Маса тіла, кг	65,1±1,5* (52–73)	84,4±1,3 (73–100)
ІМТ	22,6±0,3* (20,3–25,1)	25,0±0,3 (21,2–27,8)

Примітка: * – статистична значущість різниці середніх значень параметрів у групах жінок та чоловіків $p < 0,05$.

Зріст, маса тіла та ІМТ у чоловіків та жінок позитивно корелювали з величинами порогів виникнення Н-відповідей та М-відповідей з різних боків тіла. У чоловіків відмічена також позитивна кореляція маси та співвідношення максимальних амплітуд Н- та М-відповідей, а у жінок – негативна кореляція маси і амплітуди Н-відповіді, а також зросту і амплітуди М-відповіді з правого боку тіла (табл. 3).

Вік у чоловіків позитивно корелював з ШПІ по проксимальних моторних та сенсорних волокнах, а зріст – з ШПІ по дистальних сенсорних волокнах *n. medianus* з лівого боку тіла, при цьому ІМТ негативно корелює з останнім показником ШПІ (табл. 4).

До того ж, з підвищенням віку у чоловіків зменшується резидуальна латентність *n. medianus*. У жінок не відмічається кореляції антропометричних параметрів з ШПІ по нервах верхніх кінцівок, як у чоловіків, але показана негативна кореляція зросту, маси тіла та ІМТ з ШПІ по моторних волокнах *n. tibialis* нижніх кінцівок. Виявлена позитивна кореляція Коеф_{прокс мот/сенс} (відношення ШПІ по моторних волокнах до ШПІ по сенсорних волокнах *n. medianus* на проксимальній ділянці) з віком у жінок та зростом у чоловіків, а також негативна кореляція Коеф_{сенс прокс/дист} (відношення ШПІ на проксимальній та дистальній ділянках по сенсорних волокнах *n. medianus*) зі зростом у чоловіків та масою тіла у жінок. Як у жінок, так і у чоловіків відмічається негативна кореляція амплітуд моторних та сенсорних відповідей *n. medianus* з віком, а у чоловіків – також з масою тіла.

Аналіз результатів дослідження показав, що антропометричні параметри в групах жінок та чоловіків мали статистично значущі відмінності. Позитивна кореляція маси тіла та ІМТ, а також зросту і маси тіла як у жінок, так і у чоловіків дозволяє припустити, що обстежені особи мали пропорційну будову тіла та подібний його склад.

Таблиця 2

Електронейроіографічні показники жінок та чоловіків,
що спеціалізуються у греблі

Показники	Жінки	Чоловіки
Параметри Н-рефлексометрії		
Поріг виникнення Н-відповіді правої кінцівки, мА	7,7±0,7	6,3±0,5
Поріг виникнення Н-відповіді лівої кінцівки, мА	8,5±1,1*	5,9±0,5
Амплітуда Н-відповіді правої кінцівки, мВ	5,5±0,7	6,5±0,6
Амплітуда Н-відповіді лівої кінцівки, мВ	5,8±0,7*	7,0±0,6
Поріг виникнення М-відповіді правої кінцівки, мА	10,0±0,8	9,6±0,9
Поріг виникнення М-відповіді лівої кінцівки, мА	10,0±1,0	8,7±0,8
Амплітуда М-відповіді правої кінцівки, мВ	9,7±0,9	11,5±0,7
Амплітуда М-відповіді лівої кінцівки, мВ	9,7±0,8	11,4±0,8
Показники швидкості проведення нервового імпульсу і амплітуд моторних та сенсорних відповідей n. medianus		
Швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах n. medianus на проксимальній ділянці правої верхньої кінцівки (м/с)	56,3±1,1	55,9±0,7
Швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах n. medianus на проксимальній ділянці лівої верхньої кінцівки (м/с)	55,5±1,1	57,0±0,9
Швидкість проведення нервового імпульсу по сенсорних волокнах n. medianus на проксимальній ділянці правої верхньої кінцівки (м/с)	59,8±2,0	61,4±0,7
Швидкість проведення нервового імпульсу по сенсорних волокнах n. medianus на проксимальній ділянці лівої верхньої кінцівки (м/с)	61,2±1,2	61,2±0,9
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон n. medianus на проксимальній ділянці правої верхньої кінцівки (мВ)	7,9±0,5	6,9±0,5
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон n. medianus на проксимальній ділянці лівої верхньої кінцівки (мВ)	6,4±0,7	6,6±0,5
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію сенсорних волокон n. medianus на проксимальній ділянці правої верхньої кінцівки (мВ)	33,5±3,9*	20,6±1,8
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію сенсорних волокон n. medianus на проксимальній ділянці лівої верхньої кінцівки (мВ)	39,9±5,7*	23,6±3,1

Примітка: * – статистична значущість різниці середніх значень параметрів у групах жінок та чоловіків $p < 0,05$.

Таблиця 3

**Показники кореляції антропометричних характеристик та параметрів
Н-рефлексометрії**

Параметри	Стать	Вік	Зріст	Маса тіла	ІМТ
Поріг виникнення Н-відповіді правої кінцівки	Ж	-0,522* 0,046	0,667** 0,009		
	Ч		0,500* 0,011		
Поріг виникнення Н-відповіді лівої кінцівки	Ж		0,586* 0,045		
	Ч				0,413* 0,045
Амплітуда Н-відповіді правої кінцівки	Ж			-0,598* 0,040	
	Ч				
Поріг виникнення М-відповіді правої кінцівки	Ж	0,815** 0,000			
	Ч			0,498* 0,013	
Поріг виникнення М-відповіді лівої кінцівки	Ж		0,715** 0,006	0,618* 0,024	
	Ч			0,570** 0,004	0,578** 0,003
Амплітуда М-відповіді правої кінцівки	Ж		-0,628* 0,016		
	Ч				
Співвідношення порогів Н- і М-відповідей правої кінцівки	Ж	0,639* 0,014		0,604* 0,029	
	Ч				
Співвідношення порогів Н- і М-відповідей лівої кінцівки	Ж	0,590* 0,034			
	Ч				
Співвідношення амплітуд максимальних Н- і М-відповідей правої кінцівки	Ж				
	Ч				0,531* 0,011

Примітки: * p<0,05, ** p<0,01.

Таблиця 4

Показники кореляції антропометричних параметрів та величин і коефіцієнтів ШП і амплітуд моторних та сенсорних відповідей *n. medianus* у жінок та чоловіків

Параметри	Вік	Зріст	Маса тіла	ІМТ
1	2	3	4	5
Жінки				
Швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах <i>n. tibialis</i> правої кінцівки			-0,733** 0,003	-0,607* 0,021
Швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах <i>n. tibialis</i> лівої кінцівки		-0,594* 0,25		
Відношення швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах до швидкості проведення імпульсу по сенсорних волокнах <i>n. medianus</i> на проксимальній ділянці правої верхньої кінцівки	0,525* 0,044			
Відношення швидкості проведення нервового імпульсу по проксимальній та дистальній ділянках по сенсорних волокнах <i>n. medianus</i> лівої верхньої кінцівки			-0,556* 0,048	
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію сенсорних волокон <i>n. medianus</i> на дистальній ділянці правої верхньої кінцівки (мВ)	-0,642** 0,010			
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію сенсорних волокон <i>n. medianus</i> на проксимальній ділянці лівої верхньої кінцівки (мВ)	-0,554* 0,032			
Чоловіки				
Швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах <i>n. medianus</i> на проксимальній ділянці лівої кінцівки	0,403* 0,046			
Швидкість проведення нервового імпульсу по сенсорним волокнах <i>n. medianus</i> на проксимальній ділянці лівої кінцівки	0,459* 0,024			
Швидкість проведення нервового імпульсу по сенсорним волокнах <i>n. medianus</i> на дистальній ділянці лівої кінцівки		0,464* 0,020		-0,519** 0,008
Резидуальна латентність <i>n. medianus</i> правої верхньої кінцівки	-0,427* 0,033			

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
Резидуальна латентність <i>n. medianus</i> лівої верхньої кінцівки	-0,407* 0,043			
Відношення швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах до швидкості проведення імпульсу по сенсорних волокнах <i>n. medianus</i> на проксимальній ділянці лівої верхньої кінцівки		0,563** 0,004		
Відношення швидкості проведення нервового імпульсу на проксимальній та дистальній ділянках по сенсорних волокнах <i>n. medianus</i> правої кінцівки		-0,425* 0,038		
Відношення швидкості проведення нервового імпульсу на проксимальній та дистальній ділянках по сенсорних волокнах <i>n. medianus</i> лівої кінцівки		-0,556** 0,005		
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію сенсорних волокон <i>n. medianus</i> на проксимальній ділянці лівої верхньої кінцівки (мВ)	-0,417* 0,045			
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію сенсорних волокон <i>n. medianus</i> на дистальній ділянці лівої верхньої кінцівки (мВ)			-0,429* 0,032	

Примітки: статистична значущість кореляції * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Параметр віку не показав кореляції з антропометричними складовими, що може свідчити про те, що досліджувані особи практично досягли максимальних для дорослих довжини і маси тіла.

В групі жінок виявлена кореляція між віком і параметрами Н-рефлексометрії, а саме, негативна кореляція між віком та порогами Н- та М-відповідей. Однак, в групі чоловіків подібної кореляції не спостерігається. Потрібно відмітити, що збільшення віку з 18 до 29 років у кваліфікованих спортсменів супроводжується підвищенням рівня адаптації до фізичного навантаження. Відомо, що в процесі фізичних тренувань однакової спрямованості спостерігаються гендерні відмінності адаптації; для жінок, наприклад, є характерним менший ступінь гіпертрофії м'язів, ніж для чоловіків, і у той же час більша вираженість адаптаційних реакцій нервової системи [9].

Зріст, маса тіла та ІМТ у чоловіків та жінок мають однаковий (позитивний) напрямок кореляції з величинами порогів виникнення Н- та М-відповідей. Вищі порогові значення Н- та М-відповідей у більших за зросто-масовими показниками осіб можуть бути пов'язаними з більшою товщиною підшкірної жи-

рової тканини або м'язово-сухожилкового прошарку у точці стимуляції нерву, що призводить до збільшення електричного опору.

Позитивна кореляція у чоловіків значень ШПІ по *n. medianus* з віком може бути ознакою успішної адаптації нервово-м'язового апарату верхньої кінцівки до рухового акту, специфічного для спортсмена-гребця. Потрібно відмітити, що зменшення резидуальної латентності *n. medianus* з віком у чоловіків характеризує збільшення ШПІ по дистальних моторних волокнах. У дослідженнях інших авторів виявлено зменшення ШПІ по моторних волокнах *n. medianus* у старших осіб, але це стосується тільки вікової групи 50–59 років, при цьому у осіб віком 20–49 років величини ШПІ не змінювалися [10]. Зміни значень коефіцієнтів ШПІ свідчать про відносне збільшення ШПІ на проксимальній ділянці моторних волокон *n. medianus* з віком у жінок (що можна вважати проявом специфічної адаптації до фізичного навантаження) та зі зростом у чоловіків. При цьому збільшення зросту у чоловіків та маси тіла у жінок супроводжується відносним збільшенням ШПІ на дистальній ділянці сенсорних волокон *n. medianus*, що може слугувати пристосуванням сенсорної нервової системи до збільшення розмірів тіла. Відмічається негативна кореляція амплітуд моторних та сенсорних відповідей для *n. medianus* з віком у жінок і у чоловіків (у останніх – також з масою тіла). Такі результати узгоджуються з даними досліджень, за якими було виявлено негативну кореляцію між амплітудами моторних та сенсорних відповідей для *n. medianus* та індексом маси тіла [11].

Різна спрямованість кореляції АМ та ЕНМГ-параметрів у чоловіків та жінок доповнює дані наших попередніх досліджень, у яких показано існування певних гендерних особливостей функціонування нервово-м'язового апарату спортсменів-біатлоністів, які, з одного боку, є генетично та гормонально зумовленими, а з іншого, пов'язані з різним проявом адаптаційних реакцій нервової та м'язової систем до фізичного навантаження [12].

Отже, отримані результати показали наявність кореляції антропометричних та електронейроміографічних параметрів у чоловічих та жіночих групах осіб, тренуваних до фізичного навантаження, що підтверджує важливість комплексної оцінки фізичного розвитку людини за допомогою як АМ, так і ЕНМГ-методів. Отримані дані щодо різних проявів кореляції АМ та ЕНМГ-параметрів у чоловіків та жінок свідчать про значущість гендерного фактору при проведенні оцінки функціонального стану нервово-м'язового апарату.

Висновки

1. У кваліфікованих спортсменів циклічних видів спорту, що спеціалізуються у греблі на байдарках та каное, виявлена позитивна кореляція значень швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах *n. medianus* з віком у чоловіків, а також негативна кореляція амплітуд моторних та сенсорних відповідей для *n. medianus* з віком у жінок.

2. У групах жінок та чоловіків спостерігається як односпрямована, так і різ-

носпрямована кореляція для різних антропометричних та електронейроміографічних параметрів: довжина, маса тіла та індекс маси тіла мають позитивний напрямок кореляції з величинами порогів виникнення Н- та М-відповідей; в групі жінок виявлена негативна кореляція між віком та порогоми Н- та М-відповідей.

Стаття надійшла до редакції 15.08.2018

Список використаної літератури

1. Андриянова Е. Ю. Механизмы двигательной пластичности спинномозговых нервных цепей на фоне долговременной адаптации к спортивной деятельности / Е. Ю. Андриянова, О. В. Ланская // Физиология человека. – 2014. – Vol. 40, № 3. – P. 73–85.
2. Бадалян Л. О. Клиническая электромиография / Л. О. Бадалян, И. А. Скворцов. – М: Медицина, 1986. – 368 с.
3. Васильев Ю. Г. Гомеостаз и пластичность мозга / Ю. Г. Васильев, Д. С. Берестов. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 216 с.
4. Железняк Ю. Д. Теория и методика обучения предмету «Физическая культура»: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. / Ю. Д. Железняк, В. М. Минбулатов. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
5. Команцев В. Н. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей / В. Н. Команцев, Заболотных В.А. – СПб: Лань, 2001. – 349 с.
6. Куртова Г. Ю. Дослідження способу життя та стану здоров'я студентів факультету фізичного виховання / Г. Ю. Куртова // Проблеми фізичного виховання і спорту. – 2011. – № 4 – С. 101–103.
7. Пастухова В. Дослідження антропометричних даних спортсменів-легкоатлетів на різних етапах підготовки / В. Пастухова // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2015. – № 1. – С. 121–125.
8. Рубіс К. М. Оцінка рівня фізичного розвитку студенток факультету фізичного виховання ЧНПУ у процесі занять спортивною боротьбою / К. М. Рубіс // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Сер.: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – 2014. – Вип. 118(2). – С. 200–203.
9. Уилмор Д. Х. Физиология спорта: учебник: Пер. с англ. / Д. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. – К.: Олимпийская литература, 2001. – 503 с.
10. Awang M. S. Nerve conduction study of healthy Asian Malays: the influence of age on median, ulnar, and sural nerves / M. S. Awang, J. M. Abdullah, M. R. Abdullah, A. Tahir, J. Tharakan, A. Prasad, S. A. Razak // Med. Sci. Monit. – 2007. – Vol. 13, № 7. – P. CR330-2.
11. Buschbacher R. M. Body mass index effect on common nerve conduction study measurements / R. M. Buschbacher // Muscle Nerve. – 1998. – Vol. 21, № 11. – P. 1398–1404.
12. Dornowski M. Gender and age-related peculiarities of the H-reflex indices in sportsmen / M. Dornowski, Ye. V. Kolosova, A. V. Gorkovenko // Neurophysiology. – 2017. – Vol. 49, № 6. – P. 458–461.
13. Huang C.-R. Effects of Age, Gender, Height, and Weight on Late Responses and Nerve Conduction Study Parameters / C.-R. Huang, W.-N. Chang, H.-W. Chang, N.-W. Tsai, C.-H. Lu // Acta Neurol Taiwan. – 2009. – Vol. 18. – P. 242–249.
14. Palve S. S. Impact of Aging on Nerve Conduction Velocities and Late Responses in Healthy Individuals / S. S. Palve, S. B. Palve // J. Neurosci. Rural. Pract. – 2018. – Vol. 9, № 1. – P. 112–116.
15. Senthilkumari K. R. A study on median nerve conduction velocity in different age groups / K. R. Senthilkumari, K. Umamaheswari, M. Bhaskaran // Int. J. Res. Med. Sci. – 2015. – Vol. 3. – P. 3313–3327.

16. Stetson D. S. Effects of age, sex, and anthropometric factors on nerve conduction measures / D. S. Stetson, J. W. Albers, B. A. Silverstein, R. A. Wolfe // *Muscle and Nerve*. – 1992. – Vol. 15, № 10. – P. 1095–1104.
17. Tahayori B. Activity-dependent plasticity of spinal circuits in the developing and mature spinal cord / B. Tahayori, D. M. Kocaja // *Neural Plasticity*. – 2012. – 964843. Online journal: <http://www.hindawi.com/journals/np/2012/964843/>
18. Wolpaw J. R. Activity-dependent spinal cord plasticity in health and disease / J. R. Wolpaw, A. M. Tennissen // *Annu Rev. Neurosci.* – 2001. – Vol. 24. – P. 807–843.

Е. В. Колосова, Т. А. Халявка

Научно-исследовательский институт Национального университета физического воспитания и спорта Украины, лаборатория теории и методики спортивной подготовки и резервных возможностей спортсменов,
Киев, Украина, ул. Физкультуры, 1, Киев-150, Украина, 03150, e-mail: olena_kolos@ukr.net

КОРРЕЛЯЦИЯ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЛЮДЕЙ, ТРЕНИРОВАННЫХ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Резюме

Введение. Известно, что результаты соревнований спортсменов зависят от их антропометрических показателей. Однако понятие физического развития включает как набор антропометрических показателей, так и параметры функционального состояния систем организма, которые обеспечивают двигательную активность. В то же время большинство публикаций, посвященных изучению корреляции антропометрических (АМ) и электронейромиографических (ЭНМГ) показателей, относится к здоровым нетренированным людям.

Цель. Определение антропометрических и электронейромиографических показателей и выявление корреляции между ними среди взрослых людей с высоким уровнем адаптации к физической нагрузке.

Методы. В исследовании приняли участие спортсмены-ребцы (15 женщин и 25 мужчин) в возрасте от 18 до 29 лет. Использовался метод Н-рефлексографии и стимуляционной электромиографии. Получены параметры Н-рефлексографии, показатели скоростей проведения импульса по моторным волокнам большеберцового нерва (*n. tibialis*) и по моторным и сенсорным волокнам срединного нерва (*n. medianus*), а также амплитуды моторных и сенсорных ответов для *n. medianus*. Стимуляция нервов и регистрация ЭМГ-сигналов проводились с использованием нейродиагностического комплекса (Nicolet Viking Select). Были также оценены антропометрические индексы (АМ), а именно длина, масса тела и индекс массы тела.

Результаты. Обнаружено, что некоторые антропометрические и электронейромиографические показатели имеют статистически значимую корреляцию, что свидетельствует о специфических адаптационных реакциях нервно-мышечно-

го аппарата гребцов к физической нагрузке. Выявлено, что корреляция АМ и ЭНМГ-параметров проявлялась по-разному в группах мужчин и женщин. Это может быть связано с гендерными различиями адаптационных реакций нервно-мышечной системы под влиянием физической тренировки.

Выводы. Полученные данные подтверждают важность комплексной оценки физического развития человека с использованием как антропометрических, так и ЭНМГ-методов, а также значимость гендерного фактора при оценке функционального состояния нервно-мышечного аппарата.

Ключевые слова: электронейромиография; Н-рефлекс; скорость проведения нервного импульса; антропометрические показатели; спортсмены; гребля.

E. V. Kolosova, T. A. Khalyavka

Scientific Research Institute, National University of Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine, Phone: +38 (067) 755-48-14, e-mail: olena_kolos@ukr.net

CORRELATION BETWEEN ANTHROPOMETRIC AND ELECTROMYOGRAPHIC INDICES IN PHYSICALLY TRAINED PEOPLE

Abstract

Introduction. It is known that the results of competitions of athletes are influenced by their anthropometric indices. However, the concept of physical development includes both a set of anthropometric indicators and parameters of the functional state of the body systems that provide motor activity. At the same time the majority of publications devoted to the study of the correlation between anthropometric and electromyographic indices relates to healthy untrained people.

Purpose. The objective of the study was to determine anthropometric and electromyographic indices and reveal the correlation between them among adult people, trained to physical exercise.

Methods. Forty qualified athletes-rowers, 18–29 years of age (15 females and 25 males), took part in the said EMG-study. The method of H-reflex and stimulation electromyography was used. H-reflex indices, tibial and median nerve conduction velocities and median motor and sensory amplitudes were obtained. Stimulation of nerves and registration of EMG-signals were performed with application of neurodiagnostic complex (Nicolet Viking Select). Anthropometric (AM) indices, namely height, body mass and body mass index were also evaluated.

Results. It was found that some anthropometric and electromyographic indices had significant correlation. This might be the evidence of specific adaptative reactions of neuromuscular apparatus of rowers to physical activity. Correlation of AM and EMG indices was manifested in different way in male and female groups. This might be due to gender differences in adaptative reactions of neuromuscular system during physical training.

Conclusion. The obtained data confirm the importance of an integrated assessment of human physical development with application of both anthropometric and EMG

methods and also the significance of the gender factor in the evaluation of the functional state of the neuromuscular apparatus.

Keywords: electromyography, H-reflex, nerve conduction velocity, anthropometric indices, athletes, rowing.

References

1. Andriyanova E. Y. (2014) "Mechanisms of motor plasticity of spinal neuronal chains against the background of long-lasting adaptation to sports activities" ["Mehanizmy dvigatelnoi plastichnosti spinnomozgovykh nervnykh cepej na fone dolgovremennoj adaptacii k sportivnoj deyatelnosti"], *Fiziologiya cheloveka*, No 40, 3, pp 73–85.
2. Badalian L. O., Skvortsov I. A. (1986) "Clinical electromyography" ["Klinicheskaja elektromiografija"], M: Meditsina, 368 p.
3. Vasilyev Yu. G., Brestov D. S. (2011) "Homeostasis and Brain Plasticity" ["Gomeostaz i plastichnost mozga"], Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSHA, 216 p.
4. Zheleznyak Ju. D. (2008) "Theory and methods of teaching the subject «Physical Culture» ["Teorija i metodika obuchenija predmetu «Fizicheskaja kultura»"], M.: Akademija, 272 p.
5. Komantsev V. N., Zabolotnyh V.A. (2001) "Methodical bases of clinical electromyography. Guidance for doctors" ["Metodycheskie osnovy klynycheskoj elektronejromyografii. Rukovodstvo dlja vrachej"], Saint Petersburg: Lan, 349 p.
6. Kurtova G. Ju. (2011) "Study of the lifestyle and health of students of the Faculty of Physical Education" ["Doslidzhennja sposobu zhyttja ta stanu zdorov'ja studentiv fakul'tetu fizychnogo vyhovannja"] *Problemy fizychnogo vyhovannja i sportu*, No 4, pp 101–103.
7. Pastuhova V. (2015) "Investigation of anthropometric data of athletes at different stages of training" ["Doslidzhennja antropometrychnykh danyh sportsmeniv-legkoatletiv na riznyh etapah pidgotovky"], *Teorija i metodyka fizychnogo vyhovannja i sportu*, No 1, pp 121–125.
8. Rubis K. M. (2014) "Assessment of the physical development of students of the Faculty of Physical Education of the ChNPU in the process of sports training" ["Ocinka rivnja fizychnogo rozvytku studentok fakultetu fizychnogo vyhovannja ChNPU u procesi zanjat sportyvnoju borotboju"], *Visnyk Chernigivs'kogo nacional'nogo pedagogichnogo universytetu. Ser.: Pedagogichni nauky. Fizyчне vyhovannja ta sport*, No 118, 2, pp 200–203.
9. Wilmore J. & Kostill D. (2001) "Sports physiology" ["Fiziologija sporta"], Kyiv: Olimpijskaia literatura, 503 p.
10. Awang M. S., Abdullah J. M., Abdullah M. R., Tahir A., Tharakan J., Prasad A., Razak S. A (2007) "Nerve conduction study of healthy Asian Malays: the influence of age on median, ulnar, and sural nerves", *Med. Sci. Monit.*, No 13, 7, pp 330–332.
11. Buschbacher R. M. (1998) "Body mass index effect on common nerve conduction study measurements", *Muscle Nerve*, No 21, 11, pp 1398–1404.
12. Dornowski M., Kolosova Ye. V., Gorkovenko A. V. (2017) "Gender and age-related peculiarities of the H-reflex indices in sportsmen", *Neurophysiology*, No 49, 6, pp 458–461.
13. Huang C.-R., Chang W.-N., Chang H.-W., Tsai N.-W., Lu C.-H (2009) "Effects of Age, Gender, Height, and Weight on Late Responses and Nerve Conduction Study Parameters", *Acta Neurol Taiwan*, No 18, pp. 242–249.
14. Palve S. S., Palve S. B. (2018) "Impact of Aging on Nerve Conduction Velocities and Late Responses in Healthy Individuals", *J. Neurosci. Rural. Pract.*, No 9, 1, pp 112–116.
15. Senthilkumari K. R., Umamaheswari K., Bhaskaran M. (2015) "A study on median nerve conduction velocity in different age groups", *Res. Med. Sci.*, No 3, pp. 3313–3327.
16. Stetson D. S., Albers J. W., Silverstein B. A., Wolfe R. A. (1992) "Effects of age, sex, and anthropometric factors on nerve conduction measures", *Muscle and Nerve*, No 15, 10, 1095–1104.
17. Tahayori B., Koceja D. M. (2012) "Activity-dependent plasticity of spinal circuits in the developing

- and mature spinal cord”, *Neural Plasticity*, 964843. Online journal: <http://www.hindawi.com/journals/np/2012/964843/>
18. Wolpaw J. R., Tennissen A. M. (2001) “Activity-dependent spinal cord plasticity in health and disease”, *Annu Rev. Neurosci.*, No 24, pp. 807–843.