

Зміни реографічних показників гомілки у спортсменів різних видів спорту

О.П. Хапіцька, А.О. Іваниця, І.С. Стефаненко, Л.А. Сарафінюк, В.М. Мороз

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова; e-mail: lsarafinyuk@mail.ru

Визначали зміни часових, амплітудних і похідних від них показників реовазограми гомілки у спортсменів високого рівня майстерності юнацького віку, які займаються волейболом, легкою атлетикою і боротьбою зі спортивним стажем не менше ніж 3 роки. Встановлені вірогідні відмінності часових, амплітудних і похідних від них показників реовазограми гомілки залежно від впливу інтенсивних фізичних навантажень. У волейболістів порівняно з юнаками, які не займаються спортом, визначені більші значення загального тонуусу артерій (на 11,2 %), артерій великого діаметра (на 8,2 %), середнього та малого діаметра (на 13,5 %), часу висхідної частини реовазограми (на 2 %) і повільного кровонаповнення (5,9 %) та менші дикротичний індекс (на 17 %), тривалість реографічної хвилі (на 3,7 %), час низхідної частини реовазограми (10 %). Особи контрольної групи мали більші значення базового імпедансу порівняно з борцями (на 9,9 %) і легкоатлетами (на 13,7 %) та всі амплітудні показники реограми гомілки порівняно з легкоатлетами (в середньому на 12-15 %) і борцями (на 22-23 %). Розмір та об'єм кровотоку артерій кінцівок адаптовані до метаболічних потреб відповідної мускулатури. У волейболістів порівняно з легкоатлетами менші тривалість реографічної хвилі (на 10 %), час низхідної частини реограми (на 12,7 %), базовий імпеданс (на 17,2 %), амплітуди систолічної хвилі (на 17 %) та швидкого кровонаповнення (на 21 %), всі тонічні показники (на 12,2-16,9 %) та більші значення часу висхідної частини реограми (на 3,5 %) і повільного кровонаповнення (на 5,9 %). Борці порівняно з легкоатлетами мали меншу тривалість реографічної хвилі (на 6,1 %), час низхідної частини реограми (на 6,1 %), амплітуду систолічної хвилі (на 9,3 %); порівняно з волейболістами у них менші значення середньої швидкості швидкого кровонаповнення (на 15,6 %), тонуусу артерій різного діаметра (на 15-16,5 %), всіх амплітудних показників (на 20-28 %), часу повільного кровонаповнення (на 9,7 %), висхідної частини реограми (на 10,3 %). Отже, рівень фізичної активності та особливості м'язової діяльності суттєво позначаються на показниках регіонарного кровотоку.

Ключові слова: регіонарний кровотік; реовазограма гомілки; волейболісти; легкоатлети; борці.

ВСТУП

Функціонування серцево-судинної системи визначає фізичну працездатність, а отже і підкорення високих спортивних планок. Увага вчених зосереджена на роботі серця, хоча, на нашу думку, не можна нехтувати роллю периферичного кровообігу, адже саме він забезпечує кровопостачання працюючих м'язів [1]. Вивчення фізіологічних механізмів адаптації кровопостачання м'язів при певних видах рухової діяльності має велике значення як для експериментальної і клінічної практики, так і в спорті при формуванні науково-методичних рекомендацій з контролю та

© О.П. Хапіцька, А.О. Іваниця, І.С. Стефаненко, Л.А. Сарафінюк, В.М. Мороз

оптимізації системного кровообігу в умовах тренувальної та змагальної діяльності [2].

Відомо, що маса м'язів становить приблизно 40 % від маси тіла. Найбільший діапазон змін кровопостачання є характерною особливістю кровообігу саме скелетних м'язів. У стані спокою до них надходить 18-20 % загального об'єму спожитого кисню, що становить 50-60 мл·хв⁻¹ [3]. Під час фізичного навантаження кровопостачання скелетних м'язів може збільшуватись у 10-20 разів порівняно зі станом спокою, отже, збільшується і частка кисню, яка надходить до активних м'язів до 2,8-3,3 л·хв⁻¹ [4]. Зважаючи на

зазначені вище факти, очевидно, що система периферичних судин відіграє важливу роль у розвитку пристосувальних реакцій до тренувальних і змагальних навантажень [5].

Реовазографія, що ґрунтується на графічній реєстрації коливань значень електричного опору живих тканин, органів та ділянок тіла при пропусканні через них змінного електричного струму [6], є надзвичайно важливою під час здійснення діагностики захворювань периферичних артерій і вен, що супроводжуються частковим звуженням або повною обтурацією судин при атеросклерозі, синдромі Рейно, облітеруючому ендартеріїті, діабетичній полінейропатії тощо [7-9]. Саме тому у США, Японії та більшості європейських країн реовазографія входить до рекомендацій щодо скринінгового обстеження професійних спортсменів з приводу серцево-судинних захворювань [10].

Метою нашого дослідження було визначити особливості регіонарного кровотоку нижніх кінцівок у представників різних видів спорту.

МЕТОДИКА

Комісією з біоетики Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова (протокол № 2 від 4 лютого 2016 р.) встановлено, що проведені дослідження не заперечують основним біоетичним нормам Гельсінської декларації прийнятої Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації про права людини, Міжнародному кодексу медичної етики та законам України і можуть бути використані в науковій роботі. У дослідженні взяли участь 283 особи чоловічої статі юнацького віку (від 17 до 21 року). Контрольну групу склали 74 юнаки, які не займалися спортом і на момент обстеження були практично здоровими. Висновок було зроблено після проведеного їм детального клініко-лабораторного дослідження (ультразвукової діагностика серця, магістральних судин,

щитоподібної залози, паренхіматозних органів черевної порожнини, нирок, сечового міхура; рентгенографії грудної клітки; спірографії; тетраполярної реокардіографії; стоматологічного обстеження; визначення основних біохімічних показників крові; оцінки вмісту гормонів щитоподібної залози). Нами також проведено комплексне обстеження спортсменів різних видів спорту високого рівня спортивної майстерності (від першого дорослого розряду до майстрів спорту), які були розподілені на 3 групи: волейболісти (60 осіб), легкоатлети (88 осіб) та борці (61 особа). У групу легкоатлетів увійшли спортсмени бігового спрямування з максимальною (біг на 100, 200, 110 м з бар'єрами) і субмаксимальною (біг на 400 м) інтенсивністю роботи. Борці були легкої та середньої вагових категорій. Всі спортсмени мали спортивний стаж не менше як 3 роки та на момент обстеження знаходилися на підготовчому періоді тренувального циклу. Діагностику проводили не менше ніж через добу після тренувального навантаження. Таким чином, групи спортсменів склали теж практично здорові особи. Вибір саме цих видів спорту зумовлено різною м'язовою діяльністю спортсменів під час тренувань і змагань [11, 12].

Реовазографічні показники визначали за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу, що забезпечує одночасну реєстрацію електрокардіограми, фонокардіограми, основної та диференціальної тетраполярної реограми та вимірювання артеріального тиску. Їх оцінка проведена за часовими, амплітудними показниками та похідними від них за методикою Ронкіна та Іванова [13]. Статистичну обробку отриманих результатів було проведено з використанням пакета Statistica 5.5 (ліцензійний № AXXR910A374605FA). Визначали характер розподілів для кожного з отриманих варіаційних рядів за Шапіро-Уїлком, середні та стандартне квадратичне відхилення для кожної ознаки. Оскільки у переважній

більшості випадків розподіл ознак, які вивчалися, відрізнявся від нормальних, ми використовували непараметричні методи статистичного аналізу, вірогідність різниці значень між незалежними кількісними величинами визначали за допомогою U-критерію Мана-Уїтні.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У спортсменів з різною м'язовою діяльністю більшість часових показників реограми гомілки мали вірогідні відмінності (табл. 1), за винятком часу швидкого кровонаповнення, який, у першу чергу, визначається тонусом судинного русла на рівні великих артерій

регіону [13]. Нами встановлено, що тривалість реографічної хвилі на гомілці, найбільша у легкоатлетів, найменша у волейболістів. Легкоатлети мали цей часовий показник більший, ніж волейболісти ($P < 0,001$) та борці ($P < 0,01$); у юнаків, які не займаються спортом, час розповсюдження пульсової хвилі був більший, ніж у волейболістів ($P < 0,01$). У борців і юнаків контрольної групи тривалість реографічної хвилі знаходилася на одному рівні.

Час висхідної частини реовазограми, який не залежить від частоти серцевих скорочень, а відображає період повного розкриття судини та дає чітку інформацію про стан судинної стінки [13], у волейболістів, навпаки,

Таблиця 1. Особливості часових показників (с) реограми гомілки

Показник, група обстеження	M±SD	P ₁	P ₂	P ₃
Тривалість реографічної хвилі				
Контроль	0,995±0,163	<0,01	>0,05	>0,05
Волейболісти	0,921±0,128	-	<0,001	>0,05
Легкоатлети	1,014±0,152	<0,001	-	<0,05
Борці	0,955±0,130	>0,05	<0,05	-
Час висхідної частини реограми				
Контроль	0,147±0,039	<0,01	>0,05	>0,05
Волейболісти	0,150±0,024	-	<0,05	<0,001
Легкоатлети	0,145±0,026	<0,05	-	>0,05
Борці	0,136±0,020	<0,001	>0,05	-
Час низхідної частини реограми				
Контроль	0,848±0,151	<0,001	>0,05	>0,05
Волейболісти	0,771±0,122	-	<0,001	<0,05
Легкоатлети	0,869±0,149	<0,001	-	<0,05
Борці	0,819±0,125	<0,05	<0,05	-
Час швидкого кровонаповнення				
Контроль	0,062±0,037	>0,05	>0,05	>0,05
Волейболісти	0,060±0,023	-	>0,05	>0,05
Легкоатлети	0,059±0,026	>0,05	-	>0,05
Борці	0,055±0,019	>0,05	>0,05	-
Час повільного кровонаповнення				
Контроль	0,085±0,011	<0,05	>0,05	>0,05
Волейболісти	0,090±0,013	-	<0,05	<0,001
Легкоатлети	0,085±0,011	<0,05	-	>0,05
Борці	0,082±0,012	<0,001	>0,05	-

Примітка. Тут і в табл. 2, 3 P₁ – вірогідність різниці показників реограми гомілки у волейболістів; P₂ – вірогідність різниці показників реограми гомілки у легкоатлетів; P₃ – вірогідність різниці показників реограми гомілки у борців.

більший, ніж у легкоатлетів ($P < 0,05$), борців ($P < 0,001$) та юнаків контрольної групи ($P < 0,01$), найменшим він був у борців. Встановлено, що чим менший цей показник, тим вища швидкість кровотоку [14], тому що він відображає здатність судини до розтягування і дає змогу побічно судити про швидкість кровонаповнення судини і залежить від тону судин опору (артеріол і капілярів) [15].

Час низхідної частини реовазограми, який характеризує здатність судинної стінки скорочуватися і повертатися до вихідного стану і відображає її еластичність [16], у волейболістів статистично значуще менший, ніж у легкоатлетів (у яких він є найбільшим серед усіх груп порівняння), борців та неспортсменів. У борців менший час низхідної частини реограми ($P < 0,05$), ніж у легкоатлетів.

Час повільного кровонаповнення у волей-

болістів вірогідно більший, ніж у юнаків інших груп. Слід відмітити майже однакові його середні значення у контрольній групі у легкоатлетів і борців (див. табл. 1).

Базовий імпеданс, який відображає опір тканин при проходженні через них слабого електричного струму високої частоти, у волейболістів був найвищим (табл. 2), вірогідність встановлена між ними та легкоатлетами і борцями ($P < 0,001$). Юнаки контрольної групи теж мали достатньо високі значення базового імпедансу, який у них статистично значуще більший, ніж у легкоатлетів і борців. Оскільки, базовий імпеданс зумовлений загальним кровонаповненням тканин і їх опором та має зворотну залежність від кровонаповнення певної ділянки тіла [15], його високі значення у волейболістів свідчать про знижене кровонаповнення тканин гомілки.

Таблиця 2. Особливості амплітудних показників (Ом) реограми гомілки

Показник, група обстеження	M±SD	P ₁	P ₂	P ₃
Базовий імпеданс				
Контроль	66,97±10,62	>0,05	<0,001	<0,01
Волейболісти	69,03±9,903	-	<0,001	<0,001
Легкоатлети	58,88±9,947	<0,001	-	>0,05
Борці	60,90±11,56	<0,001	>0,05	-
Амплітуда систолічної хвилі				
Контроль	0,053±0,015	>0,05	<0,05	<0,001
Волейболісти	0,055±0,015	-	<0,01	<0,001
Легкоатлети	0,047±0,013	<0,01	-	<0,05
Борці	0,043±0,010	<0,001	<0,05	-
Амплітуда інцизури				
Контроль	0,020±0,011	>0,05	<0,01	<0,001
Волейболісти	0,018±0,007	-	>0,05	<0,05
Легкоатлети	0,016±0,008	>0,05	-	>0,05
Борці	0,015±0,007	<0,05	>0,05	-
Амплітуда діастолічної хвилі				
Контроль	0,023±0,009	>0,05	<0,05	<0,001
Волейболісти	0,021±0,006	-	>0,05	<0,01
Легкоатлети	0,019±0,006	>0,05	-	>0,05
Борці	0,017±0,006	<0,01	>0,05	-
Амплітуда швидкого кровонаповнення				
Контроль	0,022±0,006	>0,05	<0,05	<0,01
Волейболісти	0,023±0,006	-	<0,001	<0,001
Легкоатлети	0,019±0,006	<0,001	-	>0,05
Борці	0,018±0,005	<0,001	>0,05	-

Найменша амплітуда систолічної хвилі виявлена у борців, достовірна різниця встановлена при порівнянні з групами легкоатлетів ($P < 0,05$), волейболістів і неспортсменів ($P < 0,001$). У волейболістів значення цього показника статистично значуще більше, ніж у спортсменів інших груп, але не має суттєвої різниці при порівнянні з юнаками, які не займаються спортом. Легкоатлети, як і борці, мали невисоку амплітуду систолічної хвилі, достовірна різниця встановлена при порівнянні з групами неспортсменів і волейболістів. Юнаки, які не займаються спортом, порівняно з легкоатлетами та борцями мали вірогідно більші значення амплітуд інцизури та діастолічної хвилі, у них ці реовазографічні показники найбільші, у борців – найменші. Амплітуда швидкого кровонаповнення найбільша у волейболістів ($P < 0,001$); у юнаків контрольної групи більша, ніж у легкоатлетів ($P < 0,05$) і борців ($P < 0,01$; див. табл. 2).

Середні значення дикротичного індексу практично не відрізняються у спортсменів різних видів спорту, найбільші значення виявлено у юнаків, які не займаються спортом (табл. 3). Оскільки цей показник відображає переважно тонуус артеріол [17] і залежить від стану периферичного судинного опору на рівні пре- і посткапілярів [18], його зменшення ми можемо розглядати як приклад нераціональної адаптації серцево-судинної системи у волейболістів до систематичних фізичних навантажень. Кудря і співавт. [18] встановили, що у спортсменів з перевагою навантажень динамічного характеру, збільшується судинний тонуус на рівні прекапілярів, а тонуус венозних судин на рівні посткапілярів, відтік крові з артерій у вени підвищений у представників силових видів спорту.

Значення діастолічного індексу не мало достовірних відмінностей при порівнянні груп спортсменів та юнаків, які не займаються спортом. Середня швидкість швидкого кровонаповнення найбільша у волейболістів, найменша – у борців, між цими групами

порівняння встановлено вірогідні відмінності. Юнаки контрольної групи мали найвищу середню швидкість повільного кровонаповнення, яка більша, ніж у легкоатлетів ($P < 0,05$) і борців ($P < 0,001$). У групі борців зафіксовано найменші значення цього показника, але вірогідність була лише при порівнянні з волейболістами ($P < 0,05$).

Нами виявлено, що волейболісти мали найвищі значення тонуусу всіх артерій ($P < 0,001$). Між легкоатлетами, борцями та неспортсменами цей показник суттєво не відрізнявся (див. табл. 3). Тонуус артерій великого діаметра у волейболістів статистично значуще більший, ніж у юнаків інших груп порівняння. Найменші значення були у борців. За тонуусом артерій середнього і малого діаметра волейболісти суттєво випереджали спортсменів інших груп та юнаків контрольної групи ($P < 0,001$). Найменші середні значення були у легкоатлетів. Слід зазначити, що всі реовазографічні показники тонуусу судин, які вивчалися, не мали достовірних відмінностей при порівнянні у групах легкоатлетів, борців та неспортсменів (див. табл. 3). Таким чином, у волейболістів визначено вірогідно більші значення тонуусу всіх артерій та тонуусу артерій великого, середнього і малого діаметра. Співвідношення тонуусів артерій у спортсменів з різною м'язовою діяльністю та осіб контрольної групи не мали статистично значущої різниці (див. табл. 3).

У роботі нами вперше проведено порівняльний аналіз регіонарного кровотоку нижніх кінцівок у волейболістів, борців та легкоатлетів, які мають значні відмінності за специфікою тренувальної та змагальної діяльності. Крім того, вперше вивчені показники периферичної гемодинаміки на контингенті практично здорових осіб юнацького віку, які склали контрольну групу, та спортсменів різних видів спорту. Але незважаючи на це, були виявлені значні відмінності реовазографічних показників при порівнянні груп юнаків, які не займаються спортом, і спортсменів, тому що рівень фізичної активності та особливості

м'язової діяльності суттєво позначаються на структурно-функціональних особливостях судин периферичної ланки кровообігу.

Найсуттєвіші зміни показників периферичної гемодинаміки зафіксовані у волейболістів. Порівняно з юнаками контрольної

Таблиця 3. Особливості інтегральних показників реограми гомілки

Показник, група обстеження	M±SD	P ₁	P ₂	P ₃
Дикротичний індекс, %				
Контроль	37,85±17,06	<0,05	>0,05	>0,05
Волейболісти	32,34±13,36	-	>0,05	>0,05
Легкоатлети	33,28±12,07	>0,05	-	>0,05
Борці	33,25±12,26	>0,05	>0,05	-
Діастолічний індекс, %				
Контроль	42,66±11,28	>0,05	>0,05	>0,05
Волейболісти	38,43±8,351	-	>0,05	>0,05
Легкоатлети	40,66±8,189	>0,05	-	>0,05
Борці	39,98±10,10	>0,05	>0,05	-
Середня швидкість швидкого кровонаповнення, Ом/с				
Контроль	0,414±0,149	>0,05	>0,05	>0,05
Волейболісти	0,416±0,129	-	>0,05	<0,05
Легкоатлети	0,374±0,135	>0,05	-	>0,05
Борці	0,360±0,099	<0,05	>0,05	-
Середня швидкість повільного кровонаповнення, Ом/с				
Контроль	0,375±0,119	>0,05	<0,05	<0,001
Волейболісти	0,348±0,097	-	>0,05	<0,05
Легкоатлети	0,323±0,096	>0,05	-	>0,05
Борці	0,304±0,074	<0,05	>0,05	-
Тонус всіх артерій, %				
Контроль	14,45±3,404	<0,001	>0,05	>0,05
Волейболісти	16,07±2,880	-	<0,001	<0,001
Легкоатлети	14,04±3,015	<0,001	-	>0,05
Борці	13,97±2,415	<0,001	>0,05	-
Тонус артерій великого діаметра, %				
Контроль	5,669±2,766	<0,05	>0,05	>0,05
Волейболісти	6,136±2,491	-	<0,05	<0,05
Легкоатлети	5,470±2,576	<0,05	-	>0,05
Борці	5,268±1,947	<0,05	>0,05	-
Тонус артерій середнього і малого діаметра, %				
Контроль	8,324±2,060	<0,001	>0,05	>0,05
Волейболісти	9,449±1,613	-	<0,001	<0,001
Легкоатлети	8,077±1,557	<0,001	-	>0,05
Борці	8,223±1,640	<0,001	>0,05	-
Співвідношення тонусів артерій, %				
Контроль	74,91±45,39	>0,05	>0,05	>0,05
Волейболісти	69,08±30,93	-	>0,05	>0,05
Легкоатлети	71,84±36,91	>0,05	-	>0,05
Борці	69,54±28,46	>0,05	>0,05	-

групи у них зареєстровано достовірно більші значення загального тону артерій (на 11,2 %), артерій великого (на 8,2 %), середнього та малого діаметрів (на 13,5 %), часу висхідної частини реовазограми (на 2 %) і повільного кровонаповнення (5,9 %) та достовірно менші дикротичний індекс (на 17 %), тривалість реографічної хвилі (на 3,7 %), час низхідної частини реовазограми (10 %). Виражені зміни регіонарного кровообігу носять негативний характер, тому що можуть бути ознакою флебопатії – стану, який характеризується наявністю симптомів венозного застою у людей без виявлення виражених клінічних та інструментальних ознак органічної патології венозної системи [19-22]. Цей стан, як вважає Савельєв [23], є преморбідним щодо варикозної хвороби нижніх кінцівок. За даними Брауна [24] найвищий відсоток донозологічних станів патологій венозного кровообігу спостерігається у спортсменів ациклічних видів спорту, спеціалізації – спортивні ігри. Він вважає, що проблемою є те, що у тренерів відсутня інформація про особливості виникнення, перебігу і прояви варикозного розширення вен нижніх кінцівок у спортсменів, а, отже, тренувальний процес здійснюється без урахування цих особливостей, що і посилює патологічний процес.

Крім того, нами виявлено, що юнаки, які не займаються спортом, мали більші значення базового імпедансу, ніж борці (на 9,9 %) і легкоатлети (на 13,7 %) та всі амплітудні показники реограми гомілки, ніж легкоатлети (в середньому на 12-15 %) і борці (на 22-23 %). Виявлені зміни показників периферичного кровообігу у легкоатлетів (у м'язовій діяльності яких переважали динамічні навантаження) і борців (представників ациклічних видів спорту з великою часткою статичних навантажень) можемо розглядати як приклад раціональної адаптації до фізичних навантажень. Попова і співавт. [25] також зазначають, що для легкоатлетів характерно нормальне, не порушене кровонаповнення судин, знижений тонус великих і середніх артерій, пе-

реважуючий тонус артеріол і капілярів, а в цілому тотожний інтегральний тонус судин артеріального русла при відсутності достовірних відмінностей модуля пружності.

Розмір та об'єм кровотоку артерій кінцівок адаптовані до метаболічних потреб відповідної мускулатури, про що свідчать достовірні відмінності реовазографічних показників гомілки при порівнянні груп волейболістів, легкоатлетів і борців. У волейболістів порівняно з легкоатлетами вірогідно менші тривалість реографічної хвилі (на 10 %), час низхідної частини реограми (на 12,7 %), базовий імпеданс (на 17,2 %), амплітуди систолічної хвилі (на 17 %) та швидкого кровонаповнення (на 21 %), всі показники тону артерій (на 12,2-16,9 %) та статистично значуще більший час висхідної частини реограми (на 3,5 %) та повільного кровонаповнення (на 5,9 %). Борці порівняно з легкоатлетами мають достовірно меншу тривалість реографічної хвилі (на 6,1 %), час низхідної частини реограми (на 6,1 %), амплітуду систолічної хвилі (на 9,3 %); порівняно з волейболістами у них менші значення середньої швидкості швидкого кровонаповнення (на 15,6 %), тону артерій різного діаметра (на 15-16,5 %), всіх амплітудних показників (на 20-28 %), часу повільного кровонаповнення (на 9,7 %), висхідної частини реограми (на 10,3 %).

ВИСНОВКИ

1. Виявлені відмінності у часових, амплітудних і похідних від них показників реовазограми гомілки у осіб чоловічої статі юнацького віку залежно від впливу інтенсивних фізичних навантажень.

2. У волейболістів порівняно з юнаками, які не займаються спортом, спостерігалися більші значення загального тону артерій та артерій різного діаметра, часу висхідної частини реовазограми і повільного кровонаповнення та менші дикротичний індекс, тривалість реографічної хвилі, час низхідної частини реовазограми. У легкоатлетів і борців встановлені

менші значення базового імпедансу та всіх амплітудних показників реовазограми гомілки, ніж у осіб контрольної групи.

3. Спортивна спеціалізація, яка зумовлює особливості м'язової діяльності, призводить до достовірних відмінностей реовазографічних показників гомілки при порівнянні груп волейболістів, легкоатлетів і борців.

4. У волейболістів порівняно з легкоатлетами менші тривалість реографічної хвилі, час низхідної частини реограми, базовий імпеданс, амплітуди систолічної хвилі та швидкого кровонаповнення, всі значення тонуусу артерій та більший час висхідної частини реограми та повільного кровонаповнення. Борці порівняно з легкоатлетами мали меншу тривалість реографічної хвилі, час низхідної частини реограми, амплітуду систолічної хвилі, порівняно з волейболістами – менші значення середньої швидкості швидкого кровонаповнення, тонуусу артерій різного діаметра, всіх амплітудних показників, часу повільного кровонаповнення, висхідної частини реограми.

**О.П. Хапицкая, А.А. Иваница,
И.С. Стефаненко, Л.А. Сарафинюк, В.М. Мороз**

ИЗМЕНЕНИЯ РЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОЛЕНИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗНЫХ ВИДОВ СПОРТА

Определяли изменения временных, амплитудных и производных от них показателей реовазограммы голени у спортсменов высокого уровня мастерства юношеского возраста, занимающихся волейболом, легкой атлетикой и борьбой со спортивным стажем не менее 3 лет. Установлены достоверные различия временных, амплитудных и производных от них показателей реовазограммы голени в зависимости от влияния интенсивных физических нагрузок. У волейболистов по сравнению с незанимающимися спортом юношами определены большие значения общего тонууса артерий (на 11,2 %), большого диаметра (на 8,2 %), среднего и малого диаметров (на 13,5 %), времени восходящей части реовазограммы (на 2 %) и медленного кровенаполнения (5,9 %) и меньше дикротический индекс (на 17 %), продолжительность реографической волны (на 3,7 %), время нисходящей части реовазограммы (10 %). Лица контрольной группы имеют большие значения базового импеданса, чем борцы (на 9,9 %) и легкоатлеты (на

13,7 %) и все амплитудные показатели реограммы голени, чем легкоатлеты (в среднем на 12-15 %) и борцы (на 22-23 %). Размер и объем кровотока артерий конечностей адаптированы к метаболическим потребностям соответствующей мускулатуры. У волейболистов по сравнению с легкоатлетами меньше продолжительность реографической волны (на 10 %), время нисходящей части реограммы (на 12,7 %), базовый импеданс (на 17,2 %), амплитуды систолической волны (на 17 %) и быстрого кровенаполнения (на 21 %), все показатели тонууса артерий (на 12,2-16,9 %) и большие значения времени восходящей части реограммы (на 3,5 %) и медленного кровенаполнения (на 5,9 %). Борцы по сравнению с легкоатлетами имели меньшую продолжительность реографической волны (на 6,1 %), время нисходящей части реограммы (на 6,1 %), амплитуду систолической волны (на 9,3 %); по сравнению с волейболистами у них определены меньшие значения средней скорости быстрого кровенаполнения (на 15,6 %), тонууса артерий различного диаметра (на 15-16,5 %), всех амплитудных показателей (на 20-28 %), времени медленного кровенаполнения (на 9,7 %), восходящей части реограммы (на 10,3 %). Таким образом, уровень физической активности и особенности мышечной деятельности существенно влияют на показатели регионарного кровотока.

Ключевые слова: регионарный кровоток; реовазограмма голени; волейболисты; легкоатлеты; борцы.

**O.P. Khapitska, A.A. Ivanytsya, I.S. Stefanenko,
L.A. Sarafinyuk, V.M. Moroz**

CHANGES IN RHEOGRAPHIC INDICATORS OF SHIN IN ATHLETES OF DIFFERENT KINDS OF SPORTS

We determined the changes of time, amplitude and derivatives of these indicators of rheovasograms of shin in sportsmen of youth age and high level of skills engaged in volleyball, athletics and wrestling with sports experience at least 3 years. We determined significant differences in the value of time, amplitude and derivatives of these indicators of rheovasograms of shin in males youth age, depending on the impact of intense exercise. The volleyball players compared to youth who do not exercise, reliably large values of the overall tone of the arteries (11,2 %), arteries of large diameter (8,2 %), arteries of medium and small diameters (13,5 %), time ascending part of rheovasograms (2 %) and a slow passage (5,9 %) and less dicrotycs index (17 %), duration of rheographic wave (3,7 %), time descending part of rheovasograms (10 %). The persons of control group had higher values of baseline impedance than wrestlers (9,9 %) and athletes (13,7 %) and all amplitude indicators rheograms of the shin than athletes (average 12-15 %) and wrestlers (22-23 %). The size and volume of blood flow to the arteries of the extremities adapted to the metabolic needs of the relevant muscles. In volleyball players compared to the athletes, a lower duration of rheographic wave (10 %), time of downlink part of the rheograms (12,7 %), the base impedance

(17,2 %), amplitude of the systolic wave (17 %) and rapid blood filling (21 %), all indicators tone of arteries (12,2-16,9 %) and greater value of time of rising part of rheograms (3,5 %) and slow blood filling (5,9 %). Wrestlers compared to the athletes have a lower duration of rheographic wave (6,1 %), time of downlink part of the rheograms (6,1 %), the amplitude of the systolic wave (9,3 %), compared with volleyball players set lower values of average speed of fast blood filling (15,6 %), tone of arteries with different diameters (15-16,5 %), all amplitude indicators (20-28 %), time slow blood filling (9,7 %), ascending parts rheogram (10,3 %). Thus, the level of physical activity and especially muscle activity has a significant effect on the performance of regional blood flow.

Key words: regional bloodstream; rheovasography of shin; volleyball players; athletes; wrestlers.

Vinnitsya National Pirogov Memorial Medical University

REFERENCES

1. Baranova EA, Kapilevich LV. Effect of muscular work on the parameters of external respiration and hemodynamics of the lower extremities in athletes and untrained individuals. Tomsk St. Univ. Bull. 2012; 364: 140-42. [Russian].
2. Bergtraum DI. The modern idea of typological and individual characteristics of peripheral hemodynamics in athletes of different specializations. Young Sport Sci Ukr. 2012; 3: 19-25. [Ukrainian].
3. Rowell LB. Ideas about control of skeletal and cardiac muscle blood flow: cycles of revision and new vision. J Appl Physiol. 2004; 97 (№ 1): 384-92.
4. Novikov AV, Lavrov MN. Status of regional blood flow of upper limb after a dosed physical load. Hum Physiol. 2002; 28 (3): 69-75. [Ukrainian].
5. Maydanyuk OV, Kolodyazhna LV. State of circulation of muscles in athletes who specialize in cyclic light athletics (running on medium and long distances). Aktual Problem Fizychn Kult Sport. 2007; 13: 38-42. [Ukrainian].
6. Manoylov VF, Mosiychuk VS, Muzhitskaya NV, Nikitchuk TN, Tymchik GS. Analysis rheograms by the phase plane. Vestn NTUU «KPI». 2013; 52: 111-19. [Ukrainian].
7. Albert N.M. Bioimpedance cardiography measurements of cardiac output and other cardiovascular parameters. Crit Care Nurs Clin North Am. 2006; 18(2): 195-202.
8. Gagnon C, Ménard J, Bourbonnais A, Ardilouze JL, Bailargeon JP, Carpentier A, Langlois MF. Comparison of foot-to-foot and hand-to-foot bioelectrical impedance methods in a population with a wide range of body mass indices. Metab Syndr Relat Disord. 2010; 8(5): 437-41.
9. Hornero G, Díaz D, Casas O. Bioimpedance system for monitoring muscle and cardiovascular activity in the stump of lower-limb amputees. Physiol Meas. 2013; 34: 189-201.
10. Recommendations and considerations related to preparation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes. 2007 update. Circulation. 2007; 115: 1643-55.
11. Makarov GA. Sports medicine. Moscow: Sovetskiy sport, 2003. [Russian].
12. Solodkov AS, Sologub EB. Human Physiology. General Sport Age. Moscow: Olimpiya Press, 2005. [Russian].
13. Ronkin MA, Ivanov LB. Rheography in clinical practice. Moscow: Nauchno-meditsinskaya firma MBN, 1997. [Russian].
14. Bergtraum DI. Comparative analysis INDICES OF THE PERIPHERAL hemodynamics in blood vessels of the muscles of the lower extremities of athletes-runners. Mat. VI Mizhnar. Nauk-prakt konfer. «Adaptatsiyni mozhlyvosti ditey ta molodi» prysvyachena 190-richchyu ADPU im. K.D. Ushynskoho. 2006; 15-18. [Ukrainian].
15. Dyuzhykov AA, Kaplunova OA, Kondrashev AV, Mozhaeva NN. The anatomic aspects of ultrasound study of vessels. Rostov-on-Don: HOU VPO RostHMURoszdrava, 2010. [Russian].
16. Krupatkyn AY. Clinical neuroangiophysiology of the limbs. Moscow: Nauchnyy mir, 2003. [Russian].
17. Fleyshman AN. Slow hemodynamic oscillations. Theory, practical application in clinical medicine and prevention. Novosibirsk: Nauka, 1999. [Russian].
18. Kudrya ON, Kiryanova MA, Kapilevich LV. Features of peripheral hemodynamics of athletes in adapting to loads of different directions. Byull Sibir Med. 2012; 3: 48-53. [Russian].
19. Kalinina IN, Haritonova LG. Methodical aspects of medical control for persons suffering from varicose disease of the lower extremities. Omsk: Izdatelstvo SibGUFK, 2008. [Russian].
20. Calderwood CJ, Jamieson R, Greer IA. Gestational related changes in the deep venous system of the lower limb on light reflection rheography in pregnancy and the puerperium. Clin Radiol. 2007; 62 (12): 1174-79.
21. Musil D, Kaletova M, Herman J. Age, body mass index and severity of primary chronic venous disease. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2011; 155 (4): 367-72.
22. Salazar MR, Carbajal HA, Espeche WG. Relationships among insulin resistance, obesity, diagnosis of the metabolic syndrome and cardio-metabolic risk. Diab Vasc Dis Res. 2011; 8 (2): 109-16.
23. Savelev VS. Modern trends in the surgical treatment of chronic venous insufficiency. Flebolimfologiya. 1996; 1: 5-7. [Russian].
24. Braun HA. The prevalence of venous pathology of the lower extremities among athletes of cyclic and acyclic kinds of sports. Vestn YuUrGU. – Chelyab. 2008, 4: 78-9. [Russian].
25. Popova IE, Germanov GN, Tsukanova EG. Particularities of regional hemodynamics among the middle distance runners. Nauch Teoret Z Uchen Zap. 2010, 2 (60): 104-12. [Russian].

Матеріал надійшов до редакції 22.09.2016