

## АДАПТАЦІЙНІ ЗМІНИ ГЕМОДИНАМІКИ НИЖНІХ КІНЦІВОК БІГУНІВ НА КОРОТКІ, СЕРЕДНІ ТА ДОВГІ ДИСТАНЦІЇ ПІСЛЯ ДОЗОВАНО ЗБІЛЬШУВАНИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Дзвенислава БЕРГТРАУМ

*Львівський державний університет фізичної культури*

**Анотація.** Проведено порівняльний аналіз показників гемодинаміки нижніх кінцівок спортсменів бігунів на короткі, середні та довгі дистанції високого рівня кваліфікації в стані спокою та після виконання фізичних навантажень сходинково збільшеної потужності. Виявлено порушення адаптації гемодинаміки в нижніх кінцівках спортсменів бігунів-спринтерів та бігунів на середні дистанції більшою мірою, ніж у бігунів-стаєрів.

**Ключові слова:** периферична гемодинаміка, кровонаповнення, венозний відтік, мікроциркуляція, тонус судин, швидкість плину крові.

**АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
ГЕМОДИНАМИКИ  
НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ БЕГУНОВ  
НА КОРОТКИЕ, СРЕДНИЕ  
И ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ  
ПОСЛЕ ДОЗИРОВАНО НАРОСТАЮЩИХ  
ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

Дзвенислава БЕРГТРАУМ

*Львовский государственный университет  
физической культуры*

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ показателей гемодинамики нижних конечностей спортсменов бегунов на короткие, средние и длинные дистанции в состоянии покоя и после выполнения физических нагрузок ступенчато возрастающей мощности. Вывявлено нарушение адаптации гемодинамики в нижних конечностях спортсменов бегунов спринтеров и бегунов на средние дистанции в большей мере, чем у бегунов-стаєров.

**Ключевые слова:** периферическая гемодинамика, кровенаполнение, венозный отток, микроциркуляция, тонус сосудов, скорость кровотока.

**THE ADAPTATION CHANGES  
HEMODYNAMICS  
OF LOWER EXTREMITIES RUNNERS  
OF SHORT, MEDIUM  
AND LONG DISTANCE AFTER DOSED  
INCREASING PHYSICAL DEMAND**

Dzvenyslava BERHTRAUM

*Lviv State University of Physical Culture*

**Abstract** A comparative analysis of hemodynamic lower extremities athletes runners for short, medium and long distances high skill levels at rest and after physical demand stepwise increasing capacity. Found the violations adaptation of hemodynamics in the lower limbs of athletes runners – sprinters and runners of middle-distance are more than runners stayers.

**Key words:** Peripheral hemodynamics, blood, venous outflow, microcirculation, vascular tone, blood flow velocity.

**Постановка проблеми.** Систематичні тренувальні навантаження є основним механізмом, який забезпечує зростання спеціальної працездатності спортсмена. Вираженість адаптаційних змін, як правило, залежить від обсягу тренувальних навантажень, у зв'язку з чим тривалий час панувала думка про те, що чим більший об'єм тренувального навантаження з максимальною інтенсивністю виконує спортсмен, тим більша гарантія його професійного успіху. Але інтенсивність адаптації організму людини до тренувальних навантажень має певні межі і не може бути надто великою. До того ж на те саме тренувальне навантаження кожен спортсмен реагує неоднаково, тому планування тренувальних програм, особливо для спортсменів високої кваліфікації, мусить бути чітко індивідуальним.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На підставі того, що сам процес адаптації характеризується гетерохронністю [5, 11], виникає необхідність об'єктивного оцінювання вираженості або наявності адаптаційних змін будь-якої досліджуваної функціональної системи організму спортсмена. Також не менш важливим є виявлення початкових ознак напруження адаптації досліджуваної системи, беручи до уваги той факт, що, як правило, на етапі виникнення початкових ознак порушення адаптації є можливість їх виправлення.

Останнім часом увагу дослідників дедалі більше привертають питання вивчення особливостей периферичної ланки кровообігу, залежно від спрямованості тренувального процесу. Значна увага приділяється дослідженням впливу роботи різної кількості м'язів на адаптаційні зміни серцево-судинної системи, що може мати велике прикладне значення для більш ефективного планування тренувальних навантажень різної спрямованості. У роботах [8] подаються дані відносно реакцій м'язового плинину крові, зумовлених роботою малих м'язових груп. Під час максимальних і субмаксимальних навантажень кисті спочатку спостерігається зменшення кровопостачання кисті та передпліччя, а пізніше виникає стійка гіперемія з порушенням венозного відтоку. Автори прослідковують градації плинину крові залежно від інтенсивності роботи. Найбільш оптимальною інтенсивністю робочого навантаження м'язів кисті вважається 50% від максимальної [6, 12].

Суттєвим елементом термінової адаптації серцево-судинної системи до фізичних навантажень є перерозподіл плинину крові при напруженій м'язовій діяльності м'язів, які працюють. Локальний кровообіг у працюючих м'язах може підвищитися в 15–20 разів. Різко зростає кількість функціонуючих капілярів. Збільшення сітки капілярів, які функціонують і розширення їх поверхні може сприяти значному збільшенню поверхні капілярного русла. Шляхом спеціального тренування в процесі довготривалої адаптації спостерігається утворення нових капілярів, тобто збільшується їх кількість у м'язовому волокні [13].

У досліджах на тваринах було показано, що в результаті тренування на витривалість упродовж 2 тижнів, перші адаптаційні зміни були пов'язані із змінами капілярної сітки. Спочатку спостерігалось розширення окремих капілярів, а потім вихід ростків і ріст нових капілярів [16].

Досліджуючи центральну та периферичну гемодинаміку важкоатлетів, вчені [1, 15] відзначили ознаки розрегулювання діяльності серця і стану судин досліджуваних спортсменів, що свідчить про напруження адаптації серцево-судинної системи, зокрема регіонального кровообігу (мозкового і м'язового). Про порушення адаптації свідчить підвищення тонічного напруження артеріол і венул мозкових і м'язових судин стегна, поява ознак порушення венозного відтоку, що характеризується його зниженням і обумовлене цим зменшення припливу крові до великих півкуль головного мозку та зменшення кровообігу в судинах нижніх кінцівок важкоатлетів. Характерні зміни порушення гемодинаміки верхніх кінцівок легкоатлетів, виявлені автором [1–4], свідчать про порушення адаптації судин до фізичних навантажень, які теж проявляються у вигляді підвищення тонуусу артерій, зниження венозного відтоку, зменшення кровонаповнення судин верхніх кінцівок.

Адаптаційні зміни у бігунів під впливом фізичних навантажень відбуваються за рахунок нагромадження структурних елементів в органах, що забезпечують зростання функціональних резервів, удосконалення координації рухів, оптимізації регуляторних механізмів, тренуваності психічних реакцій в олімпійському спорті [10].

Слід підкреслити, що довготривалі адаптаційні реакції розвиваються тільки при оптимальній інтенсивності та об'ємі тренувальних навантажень. Бігуни у своїх тренуваннях використовують вправи, які виявляють неоднозначні впливи на функціональні системи організму. Значна частина тренувальних навантажень – це вправи загального впливу, мета яких підвищити рівень фізичної і функціональної підготовки. Своєю чергою така підготовка підвищує здатність спортсмена реалізувати руховий потенціал в умовах змагальної діяльності. Вправи локального впливу в підготовці легкоатлетів-бігунів відіграють меншу роль. Однак вони мають велике значення для підтримання спеціальної силової підготовленості спортсмена, виявляють вплив на периферичний кровообіг, що може посилювати рівень споживання кисню [9].

В організмі легкоатлета-бігуна при довготривалій адаптації до тренувальних навантажень розвиваються структурні й функціональні перебудови, які дозволяють спортсменові вдосконалити свою витривалість, підвищити спортивний результат [7]. Однак при певних обставинах може спостерігатися порушення або "зрив" адаптації, незворотня форма такого зриву описується як перетренованість.

Згідно з даними А.Т. Яценко, у важкоатлетів під впливом тренувань з'являються характерні зміни стану регіонального кровообігу: підвищується тонуус пре- і посткапілярів, пору-

шується венозний відтік, порушується симетрія припливу крові до парних органів чи півкуль головного мозку [14, 15].

**Мета дослідження** – провести порівняльний аналіз впливу фізичних навантажень ступінчасто збільшеної потужності на показники гемодинаміки нижніх кінцівок бігунів на різні дистанції.

**Методика дослідження.** Показники гемодинаміки нижніх кінцівок спортсменів-бігунів визначали із допомогою реографії. Запис реограми проводився контактним шляхом з допомогою електродів, які накладалися в ділянці гомілки, що були з'єднані з реографом. Швидкість руху паперу – 25 мм/с. Величина калібрувального імпульсу – 10 мм.

При кількісному оцінюванні інтенсивності гемодинаміки враховували низку показників, зокрема:

1. Максимальну амплітуду в мм – К.
2. Реографічний індекс (РІ) в омах – відношення амплітуди в мм до калібрувального сигналу в мм  $PI=H/K$ , що характеризує кровонаповнення судин.
3. Дикротичний індекс (ДКІ), який залежить від стану скоротливих елементів опору. Визначається як процентне співвідношення амплітуди на рівні інцизури до максимальної амплітуди ( $d/H_1$ ). У нормі коливається від 40% до 50%, відображає переважно стан прекапілярних судин.
4. Діастолічний індекс (ДСІ) – відношення амплітуди на рівні вершини дикротичного зубця до максимальної амплітуди ( $H_2/H_1$ ). Конфігурація діастолічної частини характеризує не стільки стан стінок артерій, скільки стан відтоку крові (особливо венозного), тонуусу венул і вен. За цим показником можна оцінити стан посткапілярних дрібних судин.

ДКІ та ДСІ дозволяють оцінити стан мікроциркуляції судин.

5. Відношення анакротичної фази до тривалості всієї пульсової хвилі у відсотках дає уявлення про стан судинного тонуусу ( $\alpha/T \times 100$ ).

6. Тривалість катакротичної фази, яка визначається відрізком часу від вершини до точки пересікання кривої з ізолінією в мс ( $\alpha$ ). Цей час залежить від відтоку крові периферичного судинного опору та відображає стан тонуусу судин.

Для порівняльного оцінювання показників периферичної гемодинаміки в судинах м'язів нижніх кінцівок легкоатлетів-бігунів на різні дистанції було досліджено спортсменів ( $n=30$ ) чоловічої статі, віком 17–19 років, високого рівня натренованості (I-й розряд, КМС, МС). Обстежували три групи спортсменів, які спеціалізувались у бігу на короткі, середні та довгі дистанції. В експерименті використано тестові навантаження ступінчасто збільшеної потужності, які проводилися на велоергометрі. Початкове навантаження 100 Вт, через кожні 3 хв потужність роботи зростала на 50 Вт до досягнення індивідуальних найбільших величин ЧСС – 180–190 уд./хв. Частота педалювання 100 об./хв. Показники периферичної гемодинаміки визначали в умовах відносного спокою та в паузах між трихвилинним навантаженням. Одержані результати опрацьовано статистично з урахуванням коефіцієнта Стьюдента. Результати дослідження представлено в табл. 1–3.

Таблиця 1

**Зміни показників периферичної гемодинаміки нижніх кінцівок спортсменів-спринтерів після динамічної роботи ступінчасто збільшеної потужності ( $n=10$ )**

Показники	У стані спокою	Фізичні навантаження			
		100 Вт	150 Вт	200 Вт	250 Вт
РІ (у.о.)	0,4±0,02	0,35±0,3	0,3±0,02	0,37±0,05*	0,4±0,03
$H_2/H_1 \times 100\%$ (ДСІ)%	75,0±0,001	56,0±3,3*	56,0±3,1*	64,3±3,2	47,3±3,2*
$d/H_1$ (ДКІ) %	58,0±0,05	67,0±3,1*	58,0±0,003*	65,0±3,6*	73,0±8,03*
$\alpha/T \times 100$ (ТС) %	0,67±0,2	1,4±0,13*	1,13±0,04*	1,2±0,1	1,13±0,03*
$\alpha$	0,13±0,01	0,14±0,01	0,13±0,009	0,12±0,01	0,1±0,01*

Примітка. \* – різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна при  $p < 0,05$ .

Таблиця 2

**Зміни показників периферичної гемодинаміки нижніх кінцівок спортсменів-бігунів на середні дистанції після динамічної роботи ступінчасто збільшуваної потужності (n=10)**

Показник	У стані спокою	Фізичні навантаження			
		100 Вт	150 Вт	200 Вт	250 Вт
PI (y.o.)	0,35±0,4	0,25±0,1*	0,28±0,03	0,25±0,02**	0,37±0,03
H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub> ×100% (ДСІ)%	79,2±4,2	67,0±4,2*	67,0±0,001***	65,5±4,4	58,5±4,1*
d/H <sub>1</sub> (ДКІ) %	0,71±0,05	50,0±2,9	49,1±97*	67,0±6,1	59,0±3,5*
α/T×100 (ТС) %	0,87±0,2	0,9±0,2	1,1±0,05	1,2±0,01*	1,17±0,1
α	0,18±0,02	0,12±0,01*	0,1±0,01**	0,12±0,01*	0,11±0,01**

*Примітки:*\* – різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна при  $p < 0,05$ ;

\*\* – різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна при  $p < 0,01$ ;

\*\*\* – різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна при  $p < 0,001$

Аналізуючи одержані результати периферичної гемодинаміки нижніх кінцівок спортсменів-бігунів на різні дистанції, виявили, що після роботи потужністю 100 Вт кровонаповнення судин гомілок як спринтерів, так і бігунів на середні та довгі дистанції достовірно знижується відповідно на 13, 25 та 12% ( $p < 0,05$ ). Венозний відтік при цьому достовірно знижується у спринтерів і в бігунів на середні дистанції відповідно на 25 та 15% ( $p < 0,05$ ), тобто у цих спортсменів відзначено депонування крові у венах нижніх кінцівок. Лише у стаєрів спостерігається незначне посилення венозного відтоку, яке досягає 106% відносно стану спокою.

ДКІ зростає як у спринтерів, становлячи 116% ( $p < 0,05$ ) відносно стану спокою, так особливо у стаєрів, досягаючи 144% ( $p < 0,05$ ), що свідчить про посилення мікроциркуляції в нижніх кінцівках цих спортсменів. На противагу їм у бігунів на середні дистанції при роботі потужністю 100 Вт відзначено зниження цього показника на 30% відносно стану спокою ( $p < 0,05$ ).

Тонус судин нижніх кінцівок при виконанні цієї динамічної роботи більш як удвічі зростає у спринтерів (208%) та у стаєрів, досягаючи 144% відносно стану спокою ( $p < 0,05$ ). Лише в бігунів на середні дистанції не відзначено суттєвого зростання цього показника, який залишається в межах відносного спокою – 103%. Швидкість плину крові в них також сповільнюється (67%), у той час як у стаєрів та у спринтерів посилюється відповідно на 15 та 8% порівняно зі станом спокою.

Із збільшенням потужності виконуваної роботи на 50 Вт виявлено подальше зниження кровонаповнення судин нижніх кінцівок як у спринтерів, так і у бігунів на середні дистанції відповідно на 25 та 20% ( $p < 0,05$ ). У стаєрів цей показник зріс на 17% відносно стану спокою. Венозний відтік, як і при роботі потужністю 100 Вт, у спринтерів та бігунів на середні дистанції достовірно залишається на тому ж низькому рівні і становить 75 та 85%. У стаєрів із збільшенням потужності посилюється венозний відтік крові, а також ДКІ (133%). У той час як у спринтерів, особливо в бігунів на середні дистанції, зберігається зниження ДКІ, яке було характерне і при виконанні роботи потужністю 100 Вт. Зазначені особливості свідчать, що робота потужністю 100 і 150 Вт призводить до погіршення мікроциркуляції в нижніх кінцівках і спринтерів, і бігунів на середні дистанції. У стаєрів, навпаки, виконання такої роботи сприяє посиленню циркуляції крові в пре- та посткапілярах нижніх кінцівок.

Тонус судин нижніх кінцівок усіх досліджуваних спортсменів залишається на високому рівні та становить відповідно у спринтерів 169%, у стаєрів – 156%, а у бігунів на середні дистанції – 126% порівняно зі станом спокою. Швидкість плину крові, як і при роботі потужністю 100 Вт, у спринтерів залишається майже без змін, у бігунів на середні дистанції ще більшою мірою знижується, а у стаєрів зростає.

Із збільшенням потужності роботи до 200 Вт спостерігається подальше зниження кровонаповнення судин та величини венозного відтоку у спортсменів бігунів на короткі та середні дистанції. У стаєрів при виконанні такої роботи відзначено також зниження об'ємного

плину крові, про що свідчить різке зниження РІ до 52% ( $p < 0,05$ ), та посилення венозного відтоку крові, яке досягає 128% порівняно зі станом спокою.

Відомо, що прекапіляри утворюють мікроциркуляторне русло, володіють місцевою регуляцією об'єму плинку крові. При визначенні ДКІ виявили, що в усіх досліджуваних спортсменів цей показник вищий або в межах величини в стані спокою, що позитивно впливає на трофіку м'язів, що працюють. Тонус магістральних судин усіх обстежуваних спортсменів залишається на високому рівні і становить у спринтерів 176%, бігунів на середні дистанції – 139% та у стаєрів – 110% відносно стану спокою.

При виконанні роботи потужністю 250 Вт кровонаповнення магістральних судин суттєво не змінилось і залишається майже на тому ж рівні, що і при роботі потужністю 200 Вт. Відзначено ще більшою мірою депонування крові у венах нижніх кінцівок легкоатлетів-спринтерів та бігунів на середні дистанції, оскільки ДСІ зменшився відповідно на 37% та 26% порівняно зі станом спокою та на 23% і 9% порівняно з роботою потужністю 200 Вт. У стаєрів, навпаки, цей показник ще більше зріс – до 144%, тобто на 16% більший, ніж при роботі потужністю 200 Вт.

Таблиця 3

### Зміни показників периферичної гемодинаміки нижніх кінцівок спортсменів-стаєрів після динамічної роботи ступінчасто наростаючої потужності (n=10)

Показник	У стані спокою	Фізичні навантаження			
		100 Вт	150 Вт	200 Вт	250 Вт
РІ (у.о.)	0,24±0,05	0,21±0,08	0,28±0,11	0,124±0,02*	0,26±0,16
H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub> ×100% (ДСІ)%	47,2±4,88	50,0±11,4	55,0±5,74	60,4±4,86*	67,8±4,87*
d/H <sub>1</sub> (ДКІ) %	36,0±0,06	52,0±1,1***	48,0±0,7***	37,0±0,9	34,0±0,05**
α/Гх100 (ТС) %	15,6±2,66	19,6±0,51	24,4±2,18*	17,2±3,69	23,4±0,98*
α	0,096±0,01	0,11±0,00	0,14±0,01*	0,11±0,02	0,09±0,01

Примітки: \* – різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна при  $p < 0,05$ ;

\*\* – різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна при  $p < 0,01$ ;

\*\*\* – різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна при  $p < 0,001$ .

**Перспективи подальших досліджень.** Проведений аналіз периферичної гемодинаміки нижніх кінцівок спортсменів-бігунів на різні дистанції свідчить про необхідність подальших досліджень цього питання для того, щоб метою установити критерії адаптаційних змін периферичної гемодинаміки спортсменів із різною спрямованістю тренувального процесу.

#### Висновки:

1. У результаті проведених досліджень виявлено зниження венозного відтоку в нижніх кінцівках спортсменів бігунів-спринтерів та бігунів на середні дистанції впродовж усього періоду дослідження. Водночас у бігунів-стаєрів цей показник знаходився вище порівняно зі станом спокою протягом усього періоду дослідження, що свідчить про відсутність депонування крові в нижніх кінцівках.

2. Установлено, що при роботі потужністю 100–250 Вт у легкоатлетів бігунів-спринтерів та стаєрів у нижніх кінцівках посилюється мікроциркуляція, а у легкоатлетів бігунів на середні дистанції вона знаходиться нижче порівняно з вихідним станом упродовж усього періоду дослідження.

3. Відзначено, що тонус судин нижніх кінцівок бігунів трьох груп досліджуваних зберігається на високому рівні порівняно зі станом спокою протягом усього періоду дослідження.

4. У спортсменів бігунів-стаєрів при фізичних навантаженнях дозовано збільшуваного характеру меншою мірою виражене порушення периферичної гемодинаміки, ніж у бігунів на короткі та середні дистанції, тобто в них проявляються більші функціональні резерви та менш виражені ознаки порушення адаптації до цих навантажень.

## Список літератури

1. *Бергтраум Д. І.* Особливості гемодинаміки верхніх кінцівок легкоатлетів на силові фізичні навантаження / Д. І. Бергтраум // Міжнар. конфер. присвяч. пам'яті проф. Шостаковської І.В. 2002 : тези доп. – Л., 2002. – С. 49.
2. *Бергтраум Д. І.* Особливості регіональної гемодинаміки важкоатлетів на силові навантаження різної спрямованості / Д. І. Бергтраум // Адаптаційні можливості дітей та молоді : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конфер. – О., 2002. – С. 3 – 4.
3. *Бергтраум Д. І.* Вплив дозованих фізичних навантажень на показники центральної та периферичної гемодинаміки бігунів на різні дистанції / Д. І. Бергтраум, М. Я. Гриньків // Фізична культура, спорт та здоров'я нації : тези доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. – Вінниця, 2004. – С. 169 – 171.
4. *Бергтраум Д. І.* Аналіз особливостей периферичної гемодинаміки верхніх та нижніх кінцівок спринтерів та важкоатлетів в стані спокою / Д. І. Бергтраум, Н. А. Кириленко // Фізіологічний журнал. – 2010. – Т. 56, № 2. – С. 255.
5. Состояние мышечного кровотока у здоровых людей, проживающих в районах с резко континентальным климатом / В. П. Гордиенко, И. Н. Лукьянов., В.А Смирнов [и др.] // Физиология человека. – 1995. – Т. 21. – С. 106
6. *Кутузов А. Э.* Гемодинамический ответ на изометрические нагрузки у здоровых лиц с различными типами кровообращения / А. Э. Кутузов // Физиология человека. – 1995. – Т. 21, № 2. – С. 74
7. *Мищенко В. С.* Физиологические реактивные свойства ведущих систем организма, как основа специализированной оценки функциональной подготовленности квалифицированных спортсменов / В. С. Мищенко // Соврем. олимп. спорт : тез. докл. Междунар. конгр. – К., 1997. – С. 125-126.
8. *Новиков А. В.* Состояние регионарного кровотока верхней конечности после выполнения дозированной физической нагрузки / А. В. Новиков, М. Н. Лавров // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 3. – С. 69–75.
9. *Орел В. Д.* Артериальный тонус и сосудистое сопротивление у спортсменов различной тренированности / В. Д. Орел // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб. науч. тр. – М., 1994. – С. 130-134.
10. *Платонов В. Н.* Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимп. лит-ра, 1997. – С. 584.
11. *Солодков А. С.* Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы / А. С. Солодков // Физиология человека. – 2000. – Т. 20, № 6. – С. 87–93.
12. *Троцюк В. В.* Периферическое кровообращение у здоровых лиц среднего и молодого возраста / В. В. Троцюк, Н. И. Курочкин, Г. С. Беляева // Физиология человека. – 1988. – Т. 14, № 33. – С. 515.
13. *Штрауценберг Э.* Спортивная нагрузка и сердечная деятельность / Э. Штрауценберг. – М. : Физкультура и спорт, 1974. – 232 с.
14. *Яценко А. Г.* Состояние центральной и периферической гемодинамики у высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта : сб. наук. тр. / А. Г. Яценко, М. В. Ворона. – К., 1997. – С. 118-128.
15. *Яценко А. Г.* Нарушения адаптации сердечно-сосудистой системы к тренировочным и соревновательным нагрузкам у тяжелоатлетов в процессе многолетней подготовки / А. Яценко, В. Олешко, А. Михайлов // Наука в олимпийском спорте. – 2001. – № 2 – С. 74-78.
16. *Brown W. E.* The sequential replacement of myosin subum. The isoforms during muscle type transformation induced by long term electrical stimulation / W. E. Brown, S. Salmons, R. G. Whalen // J. Biol. Chem. – 1983. – Vol. 258. – P. 14686-14692.