

Особливості використання енергетичних субстратів при довготривалому фізичному навантаженні у чоловіків похилого віку

С целью изучения возрастных особенностей энергетического обеспечения физической нагрузки (ФН) обследованы здоровые мужчины молодого и пожилого возраста. Анализировались изменения концентрации глюкозы и свободных жирных кислот (СЖК) в крови при ФН различной интенсивности и длительности. Установлено, что у лиц пожилого возраста нагрузка, соответствующая по мощности уровню порога анаэробного обмена (ПАНО) молодых лиц, вызывает выраженное снижение концентрации глюкозы в крови, сопровождающееся развитием субъективного ощущения утомления, что обуславливало прекращение выполнения нагрузки. После такой нагрузки у людей пожилого возраста наблюдалось замедленное восстановление концентрации глюкозы и СЖК. Лица молодого возраста выполняли нагрузку на уровне ПАНО в течение 45 мин без развития выраженных признаков утомления. У мужчин пожилого возраста длительная нагрузка на уровне индивидуального ПАНО вызывала такие же изменения содержания глюкозы и СЖК, как и у молодых людей. В то же время, в пожилом возрасте наблюдается замедленный темп перехода энергообразования с окисления глюкозы на окисление СЖК при ФН в зоне средней аэробной мощности. Считают, что ФН на уровне ПАНО соответствует функциональным возможностям системы энергетического обеспечения работающих мышц у лиц пожилого возраста.

Вступ

З віком фізична працездатність знижується, в той же час мають значення різні фактори, які визначають її рівень залежно від віку [4, 11, 12]. Одним із важливих показників фізичної працездатності є міра субмаксимальної витривалості, що характеризує здатність виконання довготривалого фізичного навантаження (ДФН). Час виконання фізичного навантаження (ФН) до появи втоми, в першу чергу, залежить від потужності виконуваного навантаження. При ФН критичної і субкритичної потужності (максимальне або субмаксимальне аеробне навантаження) головним чинником, що лімітує тривалість навантаження, є максимальна аеробна потужність і ємкість систем енергозабезпечення [3, 5]. За умов ФН у зоні середньої аеробної потужності (55—65 % від максимального споживання кисню — МСК) при розвитку втоми на перший план може виходити функціональний стан нейрогуморальних механізмів регуляції діяльності систем вегетативного забезпечення киснем працюючих органів і тканин [7], використання до критичного рівня запасів субстратів окислення [6].

Співвідношення швидкості мобілізації та використання основних енергетичних субстратів — глюкози і вільних жирних кислот (ВЖК), визначає їх концентрацію в крові. При виконанні ДФН у зоні середньої енергетичної потужності енергетика м'язів переключається з переважного використання м'язового глікогену та глюкози на окислення ВЖК. У процесі старіння роз-

виваються істотні зміни в обміні вуглеводів і жирів, в активності ключових ферментів їх окислення, у співвідношенні депо глікогену та жирового депо. У зв'язку з цим метою нашого дослідження було вивчення вікових особливостей динаміки концентрації глюкози та ВЖК, їх мобілізації і використання, вклад у загальний енергетичний баланс організму при ДФН у зоні середньої аеробної потужності.

Методика

Обстежено 3 групи здорових чоловіків, які не мали захворювань серцево-судинної, дихальної, нервової та ендокринної систем. До 1-ї групи (12 чоловік) ввійшли чоловіки віком від 20 до 34 років, 2-гу і 3-тю групи (по 15 осіб) склали люди похилого віку від 60 до 74 років. Дослідження провадили за стаціонарних умов. Попередньо всі обстежені виконували ФН із безперервно-зростаючим (рамповим) збільшенням потужності на 12,5 Вт/хв до відмови від подальшого виконання навантаження (досягнення рівня *vita maxima*). Визначали рівень МСК за допомогою автоматичного газового аналізатора «Охусоп-4» фірми «Mijnhardt» (Нідерланди). Поріг анаеробного обміну (ПАНО) визначали за методом газового аналізу по точці початку збільшення вентиляційного еквіваленту по кисню при відсутності збільшення вентиляційного еквіваленту по вуглекислоті, що відповідає рівню ПАНО згідно термінології Wassermann [13], або порогу вентиляції [10], або початку аеробно-анаеробного переходу [5]. При виборі потужності для ДФН на рівні ПАНО враховували час запізнення кінетики споживання кисню [14].

Через 2 доб після першого дослідження провадили проби з ДФН. Чоловіки 1-ї та 2-ї груп виконували ДФН на рівні ПАНО протягом 45 хв. Потужність ФН на рівні ПАНО (50—60 % відносно МСК) істотно не відрізнялась у молодих чоловіків і чоловіків похилого віку, але її абсолютне значення у молодому віці було значно вищим і становило 80 % від МСК обстежених людей похилого віку. Для порівняння абсолютних значень потужності ФН було обстежено чоловіків 3-ї групи, які виконували ДФН на рівні 80 % від їх МСК, тобто до розвитку значної втоми. Під час ДФН кожні 30 с визначали рівень споживання кисню та виділення вуглекислоти. За 20 хв до початку ФН у кубітальну вену вводили міні-катетер фірми «Baxter» (Ірландія). Проби венозної крові об'ємом 3 мл забирали перед початком ФН, за 5, 10, 20, 45-ту хвилини ФН і за 5-ту та 20-ту хвилини після припинення ФН.

Концентрацію глюкози в крові визначали глюкозооксидазним методом на апараті «Ексан-Г». Концентрацію ВЖК визначали фотометричним методом [6]. Швидкість окислення глюкози та ВЖК визначали шляхом розрахунку, виходячи з відомих співвідношень між споживанням кисню та виділенням вуглекислоти при окисненні 1 моля глюкози та ВЖК [8].

Статистичну обробку результатів досліджень виконували за допомогою пакета прикладних програм «Статграф».

Результати

Результати дослідження і тестів з ФН наведено в табл. 1. Обстежені 2-ї та 3-ї груп не відрізнялися між собою як за антропометричними даними, так і за показниками фізичної працездатності. Рівні МСК, ПАНО чоловіків 1-ї групи були значно вищими, ніж у осіб похилого віку, що відповідає даним про зниження аеробної спроможності з віком.

Таблиця 1. Характеристика обстежених чоловіків і результати тестів із фізичними навантаженнями ($M \pm m$)

Показник	1-ша група (n=12)	2-га група (n=15)	3-тя група (n=15)
Вік, роки	27,7 $\pm$ 1,2	66,8 $\pm$ 1,1*	68,0 $\pm$ 0,9*
Зріст, см	176,6 $\pm$ 4,5	171,1 $\pm$ 1,7	171,5 $\pm$ 2,1
Вага, кг	73,3 $\pm$ 6,4	80,1 $\pm$ 3,2	77,4 $\pm$ 3,4
Максимальне споживання кисню, мл/кг·хв	41,2 $\pm$ 0,94	24,1 $\pm$ 0,87*	25,1 $\pm$ 1,05*
Поріг анаеробного обміну, мл/кг·хв	21,8 $\pm$ 0,97	14,8 $\pm$ 0,79*	14,9 $\pm$ 0,97*
Поріг анаеробного обміну, % МСК	52,9 $\pm$ 2,15	61,4 $\pm$ 2,2	59,2 $\pm$ 2,8
Потужність довготривалого фізичного навантаження, Вт	112,5 $\pm$ 3,9	72,1 $\pm$ 4,06*	110,6 $\pm$ 5,7
Тривалість навантаження, хв	45	45	11,2 $\pm$ 0,2

* $P < 0,001$.

Зміни концентрації глюкози і ВЖК у чоловіків молодого та похилого віку при виконанні ДФН рівної потужності. ДФН на рівні ПАНО у молодих чоловіків відповідає субмаксимальному ФН для чоловіків похилого віку. Зміни концентрації глюкози, спричинені дозованим ФН, були різними у чоловіків молодого і похилого віку (табл. 2). За 5-ту хвилину ФН спостерігалася тенденція до зниження концентрації глюкози в крові молодих людей. У чоловіків похилого віку зменшення концентрації глюкози було більш вираженим. За 10-ту хвилину ФН продовжувалася зменшуватися концентрація глюкози в обох групах обстежених людей. При цьому вікові відмінності були ще більш значними ($-0,46$ ммоль/л $\pm$ $0,18$ ммоль/л у молодих чоловіків, $-0,80$ ммоль/л $\pm$ $0,18$ ммоль/л у чоловіків похилого віку). У зв'язку з розвитком значної втоми і досягненням субмаксимального рівня частоти серцевого скорочення (ЧСС) продовження такого ФН у людей похилого віку було неможливим. Усі молоді люди змогли виконувати ФН на рівні ПАНО протягом 45 хв. При цьому зниження концентрації глюкози у

Таблиця 2. Зміна вмісту глюкози і вільних жирних кислот (ВЖК) у крові людей різного віку при фізичному навантаженні (ФН) потужністю 110 Вт ($M \pm m$)

Показник	До фізичного навантаження	Фізичне навантаження		Відновний період	
		5 хв	10 хв	5 хв	20 хв
20—34 років					
Концентрація, ммоль/л					
глюкози	3,80±0,29	3,68±0,28	3,50±0,22*	3,48±0,16*	3,74±0,16
ВЖК	0,24±0,02	0,25±0,02	0,30±0,02	0,36±0,03*	0,32±0,02*
60—74 років					
Концентрація, ммоль/л					
глюкози	4,23±0,17	4,04±0,19	3,44±0,19*	3,60±0,16	3,88±0,15*
ВЖК	0,74±0,06	0,77±0,07	0,84±0,07	0,92±0,08*	0,84±0,08

Примітки: відновний період осіб 20—34 років вивчався після ФН тривалістю 45 хв;

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$.

молодих чоловіків відповідало зміні цього показника у людей похилого віку, але розвивалися такі зміни у молодих значно пізніше, починаючи з 20-ї хвилини ФН.

Відновний період у обстежених похилого віку характеризувався сповільненим темпом нормалізації концентрації глюкози в крові, і за 20-ту хвилину відновного періоду істотно відрізнявся від початкового стану. У молодих чоловіків, незважаючи на те, що виконаний ними об'єм роботи був значно більший, за 20-ту хвилину відновного періоду концентрація глюкози була такою, як і до ФН.

Концентрація ВЖК у крові до ФН була значно вищою у людей похилого віку (див. табл. 2). При ФН спостерігалось підвищення концентрації ВЖК у людей молодого та похилого віку. За 10-ту хвилину ФН зміни були дещо значнішими у обстежених старшого віку, у яких при цьому вже з'являлася втома, а ЧСС досягала субмаксимального рівня. Молоді чоловіки виконували ФН на рівні ПАНО протягом 45 хв, проте максимальне підвищення концентрації ВЖК у них було таким, як і у людей похилого віку за 10-ту хвилину ФН. У відновному періоді після припинення ФН зміни концентрації ВЖК були однаковими у обстежених різного віку.

Зміни концентрації глюкози та ВЖК у крові при тривалому ФН на рівні ПАНО у чоловіків різного віку. Навантаження, яке виконували обстежені 1-ї та 3-ї груп, хоч і було однаковим по абсолютній величині, але відносно рівня МСК для людей похилого віку, це було значно більше ФН. З метою зрівняння відносної величини ФН 2-га група обстежених виконувала ДФН на рівні ПАНО.

Результати, наведені в табл. 3, свідчать про те, що тривале ФН на рівні ПАНО викликає майже однакове зниження концентрації глюкози у чоловіків різного віку. Більше того, наприкінці такого ФН зменшення концентрації глюкози було дещо більшим у молодих людей. У відновному періоді після ФН в обох вікових групах спостерігалась нормалізація концентрації глюкози. Незважаючи на різну початкову концентрацію ВЖК у крові людей молодого та похилого віку, зростання концентрації ВЖК при

Таблиця 3. Зміна вмісту глюкози і вільних жирних кислот (ВЖК) у крові людей різного віку при тривалому фізичному навантаженні на рівні порогу анаеробного обміну ($M \pm m$)

Показник	До фізичного наванта- ження	Фізичне навантаження				Відновний період	
		5 хв	10 хв	20 хв	45 хв	5 хв	20 хв
20—34 років							
Концентрація, ммоль/л							
глюкози	3,80± ±0,29	3,68± ±0,28	3,50± ±0,22	3,29± ±0,25*	3,17± ±0,23*	3,48± ±0,16*	3,74± ±0,16
ВЖК	0,24± ±0,02	0,25± ±0,02	0,30± ±0,02	0,39± ±0,03*	0,48± ±0,03*	0,53± ±0,03*	0,37± ±0,02
60—74 років							
Концентрація, ммоль/л							
глюкози	4,03± ±0,19	3,76± ±0,11	3,46± ±0,08*	3,30± ±0,09*	3,28± ±0,13*	3,46± ±0,12*	3,78± ±0,46
ВЖК	0,49± ±0,03	0,52± ±0,04	0,69± ±0,07*	0,71± ±0,05*	0,79± ±0,07*	0,76± ±0,06*	0,67± ±0,14*

* $P < 0,05$.

ФН в цілому було однаковим (див. табл. 3). У відновному періоді концентрація ВЖК повністю не нормалізувалася.

Таким чином, тривале ФН на рівні ПАНО викликало у чоловіків похилого віку такі ж зміни концентрації глюкози і ВЖК, як і у молодих. Це свідчить про те, що ФН на даному рівні відповідає функціональним можливостям людей старшого віку.

Зміни швидкості окислення глюкози та ВЖК при ДФН на рівні ПАНО у чоловіків різного віку. Розрахунки швидкості окислення енергетичних субстратів показують, що в перехідний період, який триває перші 3—5 хв ФН, різко збільшується швидкість окислення глюкози та ВЖК. Так, у людей молодого віку швидкість окислення глюкози за цей час збільшується в 15,5 разів, а в обстежених похилого віку (2-га група) — в 12,5 разів. Швидкість окислення ВЖК збільшується відповідно в 2,3 і 1,9 разів. Відносне збільшення швидкості окислення енергетичних субстратів у людей молодого віку пов'язане з більшою потужністю ФН на рівні ПАНО, що потребує відповідного енергетичного забезпечення. З 5-ї по 10-ту хвилину ДФН, в обох групах обстежених спостерігається період відносної стабілізації, коли швидкість окислення енергетичних субстратів залишається постійною. Після цього в обох вікових групах спостерігається закономірне й неухильне зниження швидкості окислення глюкози та збільшення швидкості окислення ВЖК. Відповідно зменшується доля енергії, отриманої внаслідок окислення глюкози та збільшується вклад окислення ВЖК у загальне енергозабезпечення ДФН. Динаміка цих показників з 10-хвилинним навантаженням добре описується рівняннями лінійної регресії:

$$y = a + vx,$$

де y — залежна змінна; x — незалежна змінна; a , v — коефіцієнти регресії (табл. 4).

Таблиця 4. Параметри рівнянь лінійної регресії, які описують зміни використання енергетичних субстратів з 10 до 45 хв довготривалого фізичного навантаження на рівні порогу анаеробного обміну у чоловіків молодого та похилого віку

Показник	Група обстежених	Коефіцієнти регресії		Коефіцієнт кореляції r	Коефіцієнт детермінації R^2 , %
		a	b		
Швидкість окислення глюкози, ммоль/л·хв ⁻¹	1-ша	9,07±0,08	-0,094±0,003	-0,97	93,2
	2-га	5,61±0,03*	-0,043±0,001*	-0,97	93,9
Швидкість окислення ВЖК, ммоль/л·хв ⁻¹	1-ша	0,74±0,002	0,031±0,0008	0,98	95,3
	2-га	0,61±0,008*	0,014±0,0002*	0,99	97,3
Відносна доля енергії, отриманої внаслідок окислення глюкози, %	1-ша	77,0±0,59	-0,84±0,02	-0,98	95,3
	2-га	72,6±0,32*	-0,59±0,01*	-0,99	97,0

* $P < 0,001$.

Обговорення

Як свідчать результати наших досліджень, ФН викликає зменшення концентрації глюкози та підвищення концентрації ВЖК у крові як у молодих, так і у осіб похилого віку. При цьому істотне підвищення концентрації ВЖК спостерігалось тоді, коли зниження концентрації глюкози ставало найбільш вираженим. Це відповідає загальновідомим уявленням про енергетичне запезпечення ФН [8].

Зменшення концентрації глюкози в крові при інтенсивному ФН пов'язане з перевагою споживання глюкози працюючими м'язами над її утворенням з глікогенових депо. Викликана ФН гіпоглікемія стимулює виділення із гіпофізу в кров соматотропного гормону який, в свою чергу, активізує розпад тригліцеридів жирової тканини, що призводить до збільшення концентрації ВЖК. Ліполіз активізується також катехоламінами та глюкагоном. Другим джерелом ВЖК для енергетичного обміну є тригліцериди плазми, основними транспортними формами яких є ліпопротеїди дуже низької щільності, які розщиплюються ліпопротеїдліпазою. Внаслідок підвищення концентрації ВЖК у крові забезпечується потреба працюючих м'язів в енергетичних субстратах. Такі зміни метаболізму при ФН є доцільними і мають адаптивне значення.

Проведені дослідження показали, що поряд із загальними закономірностями змін енергетичного метаболізму при ФН мають місце вікові особливості. Так, у людей похилого віку виконання ФН однакової з молодими людьми потужності викликало більш значне зменшення концентрації глюкози в крові. Таким чином, при старінні зменшується ефективність мобілізації глюкози з печінки при ФН. Збільшення концентрації ВЖК і перехід енергетики на окислення ВЖК компенсує, в деякій мірі, значне зменшення концентрації глюкози у людей похилого віку.

Якщо всі молоді чоловіки змогли виконати ДФН протягом 45 хв, то нетреновані чоловіки похилого віку таке ж ФН змогли витримати не більше 10 хв. Чинником відмови від подальшого виконання ФН найчастіше була поява значної втоми. При цьому зменшення концентрації глюкози в крові, як правило, попереджувало розвиток втоми, тобто могло бути одним із факторів, лімітуючих фізичну працездатність чоловіків похилого віку. Цікаво, що таке ж зниження концентрації глюкози у молодих чоловіків спостерігалось тільки за 20—45 хв ФН. Відносно ВЖК не виявили значних вікових відмін в їх максимальному підвищенні при ФН, але слід відзначити, що тривалість ФН була різною (10 хв у людей похилого віку і 45 хв у молодих).

Отримані результати свідчать про те, що ФН, яке перевищує ПАНО, у людей похилого віку може викликати неадекватні зміни енергетичного забезпечення. У першу чергу, це проявляється в значному зменшенні концентрації глюкози в крові, а також в сповільненій її нормалізації після припинення ФН. Вивчення концентрації глюкози і ВЖК при ФН на рівні ПАНО показало, що в цьому випадку зміни вмісту цих енергетичних субстратів у крові у людей молодого і похилого віку майже однакові як під час ФН, так і в відновному періоді. Це може свідчити про адекватність значення ФН функціональним можливостям системи енергетичного забезпечення працюючих м'язів.

Як у людей молодого, так і похилого віку в процесі ДФН проходить переключення джерел енергоутворення з окислення глюкози на окислення ВЖК. Враховуючи більшу енергетичну місткість жирових депо організму, порівняно з запасами глікогену, таке переключення можна вважати цілком доцільним ефектом. Так, у високотренованих людей метаболічна адаптація

м'язів якраз і виражається в підвищеній спроможності окислювати більшу кількість ВЖК при збереженні запасів глікогену [6]. У той же час у молодих людей порівняно з людьми похилого віку цей процес проходить набагато швидше та ефективніше. Можна було б припустити, що це пов'язано з різною потужністю ДФН на рівні ПАНО у обстежених 1-ї та 2-ї груп. Однак відносно використання енергетичних субстратів залежить не стільки від абсолютної потужності ФН, оскільки від його рівня відносно МСК [6]. У наших дослідженнях рівень ФН в обох вікових групах відносився до розряду навантажень середньої аеробної потужності, а по рівню відносно МСК, у людей похилого віку, він був навіть трохи більшим. Таким чином, різна швидкість переходу на окислення ВЖК, у першу чергу, зумовлена віковими особливостями енергозабезпечення ДФН, особливостями нейрогуморальних механізмів регуляції процесів енергоутворення. Так, із віком збільшується вміст жиру в організмі людини, як наслідок порушення мобілізації ліпідів, інтенсивності їх метаболічного перетворення [1], зменшується активність ліпопротеїнової ліпази, яку пов'язують з накопиченням у старіючому організмі інгібітору цього ферменту, зменшенням активності аденілатциклази, змінами при старінні вмісту гепарину в крові [2]. Дія цих факторів може призвести до сповільнення переключення субстратів окислення з вуглеводів на ВЖК у людей похилого віку, що спричинить швидке вичерпання резервів глікогену, розвиток втоми, зниження фізичної працездатності. Однією з важливих проблем, які виникають при розробці програми фізичних тренувань для людей похилого віку є вибір потужності ФН на такому рівні, при якому забезпечувалося б оптимальне використання функціональних резервів організму, що сприяло б розвитку тренувального ефекту без ризику ускладнень, пов'язаних із виконанням ФН. Для оздоровчого тренування людей похилого віку ФН на рівні ПАНО, можливо, є адекватним, тому що таке ФН тривалістю 45 хв змогли виконати всі чоловіки старші 60 років.

Серед завдань оздоровчого тренування, особливо у людей старшого віку важливе місце займає нормалізація рівня ліпідів крові. Вплив фізичних тренувань на рівень ліпідів багато в чому залежить від методики їх проведення (тривалості, інтенсивності, частоти занять) [9]. Тому знання особливостей використання енергетичних субстратів при ФН є необхідною умовою для правильного вибору режимів фізичних тренувань у людей похилого віку.

Як показали наші дослідження, доля енергії, отримана при окисленні ВЖК, починає постійно збільшуватися після 10 хв ФН, при роботі в зоні середньої аеробної потужності. Можна допустити, що найкоротшим по тривалості є десятихвилинне ФН яке запускає процес мобілізації та використання енергії жирового депо, що, без сумніву, є доцільним і важливим результатом тренувального процесу. З другого боку, при ФН надмірної тривалості, поряд із вичерпанням депо глікогену, різке збільшення використання ВЖК, як джерела енергії може призвести до активації перекисного окислення, накопичення недоокислених продуктів обміну, що є вже небажаним результатом ФН. Визначення оптимального часу ДФН у людей похилого віку, яке, поряд із тренувальним ефектом не буде спричиняти негативні зміни у метаболічних процесах, потребує подальшого вивчення.

Висновки

1. Короткочасне, але інтенсивне фізичне навантаження викликає більш помітне зниження концентрації глюкози в крові у людей похилого віку, що сприяє появі значної втоми та відмові від подальшого виконання роботи.

2. Інтенсивне ФН викликає сповільнену нормалізацію концентрації глюкози і ВЖК у крові у людей похилого віку.

3. ФН на рівні ПАНО тривалістю 45 хв викликає однакові зміни концентрації глюкози і ВЖК у крові у людей різного віку, що свідчить про адекватність такого ФН для людей старшого віку.

4. У людей похилого віку спостерігається сповільнений темп переходу енергоутворення внаслідок окислення ВЖК при ДФН у зоні середньої аеробної потужності.

O.V.Korkushko, A.V.Pisaruk, V.B.Shatilo, Yu.T.Yaroshenko

PECULIARITIES OF USING ENERGY SUBSTRATES DURING LONG-TERM PHYSICAL LOADING IN ELDERLY MEN

Healthy young and elderly men were examined with the aim to study age peculiarities of energy provision during physical load (PhL). Changes in concentration of glucose and free fatty acids (FFA) under PhL of various intensity and duration were analyzed. It is found out that the load with force corresponding to the anaerobic threshold (AT) level of young people causes a marked drop of glucose concentration in blood accompanied by development of subjective fatigue feeling, which led to loading termination in elderly people. After such a loading a tardy restoration of glucose and FFA concentration was observed in elderly persons. Young persons during 45 min of PhL on the AT level demonstrated no evident signs of fatigues. In elderly persons long-term PhL on the individual AT level caused similar changes in glucose and FFA concentration as in young people. However, in elderly persons a slower transmission of energy formation from glucose oxidation to FFA oxidation during PhL was observed. It is quite possible that PhL on the AT level corresponds to functional potentialities of the energy provision system of working muscles in elderly people.

Ukrainian Research Institute of Gerontology,
Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Богачка Л.Н.* Обмен углеводов, липидов и белков в старости: Руководство по геронтологии. — М.: Медицина, 1978. — С. 60—72.
2. *Богачка Л.Н., Новикова С.Н., Рихтер Р.* Возрастные особенности активности липопротеидлипазы и содержания холестерина в различных фракциях липопротеидов // *Вопр. мед. химии.* — 1984. — № 5. — С. 47—50.
3. *Карпман В.Л., Белоцерковский Э.Б., Гудков И.А.* Тестирование в спортивной медицине. — М.: ФиС, 1988. — 208 с.
4. *Коркушко О.В., Ярошенко Ю.Т.* Возрастные особенности физической работоспособности и ее кардиореспираторного обеспечения // *Вестн. АМН СССР.* — 1986. — № 10. — С. 42—47.
5. *Мищенко В.С.* Функциональные возможности спортсменов. — К.: Здоров'я, 1990. — 200 с.
6. *Меньшиков В.В., Делекторская Л.Н., Золотницкая Р.П. и др.* Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / Под ред. В.В.Меньшикова. — М.: Медицина, 1987. — 368 с.
7. *Моногаров В.Д.* Утомление в спорте. — К.: Здоров'я, 1986. — 120 с.
8. *Ньюсомм Э., Старк К.* Регуляция метаболизма. — М.: Мир, 1977. — 407 с.
9. *Юрмяз Т.А., Виру А.А., Виру Э.А. и др.* Влияние различных режимов беговой тренировки на физическую работоспособность, липиды и липопротеиды плазмы крови у нетренированных студентов и студентов // *Физиол. человека.* — 1985. — 11, № 6. — С. 945—951.
10. *Bhambhani Y., Singh M.* Ventilatory thresholds during a graded exercise test // *Respiration.* — 1985. — 47. — P. 120—128.
11. *Buskirk E.R., Hodgson J.L.* Age and aerobic power: the rate of change in man and women // *Federation Proc.* — 1987. — 46. — P. 1824—1829.
12. *Lakatta E.G.* Hemodynamic adaptation to stress with advancing age // *Acta med. Scand.* — 1986. — 711. — Suppl. — P. 39—52.
13. *Wasserman K.* Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it // *Circulation.* — 1987. — 76, № 6. — Suppl. VI. — P. VI-29—VI-39.
14. *Whipp B.J.* Dynamics of pulmonary gas exchange // *Ibid.* — P. VI-18—VI-28.

Укр. наук.-дослід. ін-т геронтології
М-ва охорони здоров'я України, Київ

Матеріал надійшов
до редакції 02.08.93