

УДК 612.1.111:796.091.25

Ю. Т. Черніков

## ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ

Типовим проявом зрушень у крові при фізичних вправах та трудовій м'язовій діяльності є «міогенний лейкоцитоз» [12] з наявністю певних фаз, що відбивають інтенсивність, тренуваність та пристосованість людини до певної роботи [7]. Вміст еритроцитів і гемоглобіну при навантаженні змінюється меншою мірою [2, 13]. Деякі автори досліджували вплив фізичних вправ на кількість формених елементів крові у юних спортсменів [5, 6]. Серед біологічно активних речовин крові особливе місце займають ферменти, вивчення активності яких при заняттях фізичними вправами розпочато порівняно недавно [1, 2, 3, 9, 11].

Ми вивчали вплив фізичних тренувань на вміст лейкоцитів, еритроцитів, гемоглобіну та активність окисно-відновних ферментів (каталази, карбоангідрази, пероксидази), що вмістяться в еритроцитах.

### Методика досліджень

Ми обслідували чоловіків чотирьох вікових груп: 10—12 років (діти), 13—15 років (підлітки), 16—18 років (юнаки), 19—25 років (юнаки та чоловіки), які тренувалися переважно в бігу у спортивних секціях. З віком підвищувалася і кваліфікація спортсменів. Тривалість тренування становила: у дітей близько 1 год, у підлітків 1,5 год, у юнаків та чоловіків 2—2,5 год. Починаючи з 13-річного віку підбирали осіб, які спеціалізувалися переважно в бігу на середні та довгі дистанції. Вивчали загальну кількість лейкоцитів, лейкоцитарну формулу у відносному та абсолютному обчисленні, вміст еритроцитів, гемоглобіну, активність каталази [4], карбоангідрази [8], пероксидази [10]. Кров для аналізу брали з пальця за 5—10 хв до початку тренування і зразу після його закінчення.

### Результати досліджень

Після бігу загальна кількість лейкоцитів підвищилася у дітей на 32%, у підлітків на 31%, у юнаків на 55%, у юнаків та чоловіків (19—23 років) на 51% (табл. 1). У процентному вмісті базофілів та моноцитів при навантаженні ніяких змін не відбулося (табл. 2). Абсолютна кількість базофілів у цих умовах зросла (відповідно у вікових групах) на 54, 39, 40, 60%; вірогідне підвищення абсолютної кількості моноцитів встановлено з 16 років (відповідно у 16—18, 19—25 років) на 51,41%. Відносний вміст еозинофілів і лімфоцитів по закінченню тренування знижувався (відповідно у вікових групах: еозинофілів — на 26, 41, 40, 49%; лімфоцитів — на 19, 23, 37, 30%) при невірогідності зрушень у абсолютній кількості цих видів лейкоцитів. Після навантаження в крові деяких 16—25-річних осіб з'явилися мієлоцити. Фізичні навантаження приводили до підвищення як процентного, так і абсолютного вмісту нейтрофілів (відповідно у вікових групах: відносна кількість юних — у 4, 3, 6, 7 раз, абсолютна кількість юних — у 6, 4, 9, 20 раз; відносна кількість паличкоядерних — у 2, 4, 2,5, 3 рази, абсолютна кіль-

Таблиця 1  
Вплив фізичних навантажень на вміст лейкоцитів, еритроцитів та гемоглобіну

Вік, роки	Кількість об- слідуваних	Статистичні показники	Лейкоцити (тис. в 1 мм <sup>3</sup> )		Кількість обслідуваних	Статистичні показники	Еритроцити (млн. в 1 мм <sup>3</sup> )		Гемоглобін, %	
			до	після			до	після	до	після
10—12	25	$M \pm m$ $p$	$6,35 \pm 0,32$ $< 0,001$	$8,35 \pm 0,42$	25	$M \pm m$ $p$	$4,51 \pm 0,52$ $> 0,05$	$4,42 \pm 0,54$	$13,4 \pm 0,2$ $> 0,05$	$13,5 \pm 0,2$
13—15	22	$M \pm m$ $p$	$6,05 \pm 0,26$ $< 0,001$	$7,95 \pm 0,28$	23	$M \pm m$ $p$	$4,66 \pm 0,09$ $> 0,05$	$4,70 \pm 0,11$	$14,3 \pm 0,3$ $> 0,05$	$14,5 \pm 0,2$
16—18	27	$M \pm m$ $p$	$6,40 \pm 0,31$ $< 0,001$	$9,90 \pm 0,55$	28	$M \pm m$ $p$	$4,56 \pm 0,12$ $< 0,02$	$5,02 \pm 0,14$	$14,6 \pm 0,2$ $< 0,02$	$15,3 \pm 0,2$
19—25	28	$M \pm m$ $p$	$5,85 \pm 0,25$ $< 0,001$	$8,80 \pm 0,49$	29	$M \pm m$ $p$	$4,82 \pm 0,08$ $< 0,02$	$5,12 \pm 0,09$	$14,5 \pm 0,2$ $< 0,02$	$15,2 \pm 0,2$

Примітка: «до», «після» відповідно дані до навантаження, після навантаження.

Таблиця 2

Вік, роки	Кількість обслідуваних	Статистичні показники	Базофіли		Еозинофіли		Нейтрофіли				Лімфоцити		Моноцити					
			до / після		до / після		Мієлоцити		Юні		Паличко- ядерні		Сегменто- ядерні		до / після			
			до	після	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після		
10-12	25	M	0,6	0,7	5,4	4,0	0	0	0,1	0,4	0,9	1,9	51,5	58,7	35,5	28,8	6,0	5,5
		±m	±0,05	±0,07	±0,6	±0,4	-	-	±0,04	±0,10	±0,18	±0,3	±2,1	±1,9	±2,0	±1,8	±0,4	±0,4
13-15	22	p	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	>0,05	>0,05
		±m	0,7	0,7	4,1	2,4	0	0	0,1	0,3	0,3	1,3	56,4	64,7	33,1	25,5	5,3	5,1
16-18	27	p	±0,07	±0,08	±0,5	±0,3	-	-	±0,08	±0,09	±0,09	±0,2	±1,4	±1,4	±1,2	±1,3	±0,5	±0,4
		±m	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	>0,05	>0,05
19-25	28	M	0,6	0,6	3,5	2,1	0	0,1	0,1	0,6	1,3	3,1	59,2	69,2	29,8	18,8	5,5	5,5
		±m	±0,06	±0,06	±0,1	±0,3	-	-	±0,04	±0,04	±0,10	±0,3	±1,2	±1,6	±1,0	±1,3	±0,4	±0,3
19-25	28	p	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001	=0,02	=0,02	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05
		±m	0,6	0,7	3,9	2,0	0	0,2	0,1	0,7	1,0	3,1	59,0	67,5	30,5	21,2	4,9	4,6
19-25	28	±m	±0,06	±0,07	±0,4	±0,2	-	-	±0,04	±0,13	±0,1	±0,4	±1,4	±1,1	±1,3	±1,3	±0,3	±0,3
		p	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05

Відносна кількість

Абсолютна кількість

10-12	25	M	38	58	342	334	0	0	6	35	57	159	3265	4901	2247	2405	360	458
		±m	±4	±6	±33	±35	-	-	±3	±10	±15	±29	±210	±280	±191	±161	±29	±28
13-15	22	p	<0,01	>0,05	>0,05	>0,05	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
		±m	41	57	246	190	0	0	7	26	21	106	3377	5126	2015	2036	324	404
16-18	27	p	=0,05	>0,05	>0,05	>0,05	-	-	±4	±8	±6	±21	±108	±219	±117	±123	±37	±35
		±m	43	60	203	207	0	10	7	66	78	307	3800	6850	1904	1861	360	544
19-25	28	p	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
		±m	38	61	230	172	0	16	3	61	59	282	3445	5940	1802	1860	286	404
19-25	28	±m	±5	±7	±27	±18	-	±5	±2	±12	±8	±38	±153	±300	±125	±199	±24	±29
		p	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05	<0,01	<0,01

Таблиця 3

Вплив фізичних навантажень на активність ферментів

Таблиця 3

Вік, роки	Кількість обсліду- ваних	Каталаза				Карбоангідраза				Пероксидаза					
		показник		індекс		показник		індекс		показник		індекс			
		до	після	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після		
10—12	25	M	15,6	15,7	3,49	3,51	1,50	2,00	0,67	0,89	M	42,7	39,0	3,21	3,10
		±m	±0,4	±0,4	±0,09	±0,09	±0,10	±0,12	±0,04	±0,06	±m	±3,8	±3,7	±0,29	±0,28
		p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	p	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05
13—15	23	M	15,2	15,1	3,27	3,17	1,70	2,30	0,74	0,98	M	40,9	36,9	2,83	2,54
		±m	±0,5	±0,4	±0,14	±0,11	±0,10	±0,11	±0,05	±0,05	±m	±1,4	±1,1	±0,13	±0,12
		p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
16—18	28	M	16,0	16,3	3,93	3,35	2,14	2,38	0,91	1,14	M	39,3	33,6	2,72	2,29
		±m	±0,2	±0,4	±0,11	±0,11	±0,10	±0,18	±0,03	±0,08	±m	±2,1	±1,9	±0,14	±0,14
		p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	p	=0,05	=0,05	<0,05	<0,05
19—25	28	M	16,7	17,6	3,41	3,38	2,67	3,49	1,11	1,38	M	32,4	26,0	2,18	1,46
		±m	±0,4	±0,3	±0,08	±0,08	±0,15	±0,20	±0,07	±0,09	±m	±1,1	±1,2	±0,09	±0,10
		p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Примітка. Показник каталази—кількість перекису водню (мг), розщеплюваного ферментом за 30 хв; показник карбоангідрази—умовні одиниці; індекси—активність одного еритроцита; показник периксидази—час реакції (сек) знебарвлення індикорарміну при дії перекису водню (ступінь активності ферменту перебуває у протилежній залежності від цифрових даних); індекс пероксидази—активність 1 г % гемоглобіну.

кість паличкоядерних — у 2,5, 5, 4, 5 раз; відносна кількість сегментоядерних — на 14, 15, 17, 14%, абсолютна кількість сегментоядерних — на 50, 52, 80, 71%).

У дітей та підлітків вміст еритроцитів та гемоглобіну після навантаження залишався майже без змін (табл. 1), у юнаків 16—18 років кількість еритроцитів порівняно з початковими даними була вищою на 10%, а у юнаків та чоловіків 19—23 років — на 6%; вміст гемоглобіну у осіб цих вікових груп підвищився на 5%.

Активність ферменту каталази у дітей та підлітків після тренування не змінювалась, у юнаків та чоловіків зміни були незначні (табл. 3). Показник карбоангідази під впливом навантажень у обслідуваних усіх чотирьох груп зростав, приблизно, у рівній мірі — на 31—35%; на таку ж величину ставав вище індекс карбоангідази у 10—15-річних легкоатлетів, а у юнаків та чоловіків підвищення цього індексу було трохи меншим — на 27—28% (у зв'язку з аналогічним підвищенням кількості еритроцитів). В еритроцитах осіб молодших двох вікових груп вірогідність впливу роботи на активність пероксидази не встановлена, а у 16—18 і 19—25-річних вікових періодах її активність посилювалась (відповідно показник та індекс: у 16—18-річних — на 15 і 16%, у 19—25-річних — на 20 і 24%).

У проведених нами обслідуваннях встановлена вікова різниця у лейкоцитарній реакції на динамічну м'язову діяльність. На навантаження діти та підлітки реагували менш виразним лейкоцитозом, ніж юнаки та чоловіки. Еозинопенія, нейтрофілоз, поява міелоцитів та збільшення вмісту еритроцитів і гемоглобіну у 16—25-річних осіб свідчать про глибокі функціональні зміни в органах гемопоезу під впливом роботи як неспецифічні, біологічно доцільні реакції.

Активність різних окисно-відновних ферментів неоднаково залежить від навантаження та віку. Як відомо, активності каталази властиві значні спонтанні коливання, що, можливо, обумовлює різнонаправленість змін показників цього ферменту при навантаженні. Активність карбоангідази під впливом роботи підвищувалась незалежно від віку спортсменів, тоді як активність пероксидази виразно змінювалась тільки у юнаків та чоловіків.

Підбиваючи підсумок нашим спостереженням, слід відзначити, що з віком посилюються реакції системи крові на підвищені фізичні навантаження. Одночасне вивчення морфології та біохімії крові дає можливість повніше зрозуміти особливості її реакції на м'язову діяльність у осіб різного віку.

### Література

1. Аганянц Е. К., Кальницкая В. Е. Изменение активности некоторых ферментов крови в связи с соревнованиями у спортсменов.— В кн.: XII Всесоюз. научн. конфер. по физиол., морфол., биомехан. и биохим. мышечн. деят., Львов, 1972, 179.
2. Асатіані В. С., Кунчулія В. Г. Біохімічні зрушення в організмі при тренуванні.— Укр. біохім. журн., 1939, 14, № 1—2, 171—189.
3. Асатіані В. С. Матеріали до біохімії тренування підлітків.— Укр. біохім. журн., 1951, 23, № 1, 52—63.
4. Бах А. Н., Зубкова С. Р. Количественное определение каталазы, пероксидазы в капле крови.— В кн.: Собр. тр. по хим. и биохим., М., 1950, 537—544.
5. Бухман Г. Г. К вопросу обоснования применения упражнений типа скоростных и на выносливость в физическом воспитании детей 10—12 лет.— В кн.: Конфер. по вопр. физиол. спорта (тез. докл.), Л., 1955, 15—17.
6. Горшкова Т. Н. Миогенный лейкоцитоз при спортивной деятельности юношей и взрослых и его физиологические механизмы. Автореф. дисс., М., 1961.
7. Егоров А. П. Сдвиги морфологической картины крови, как выразитель утомления.— В кн.: Тр. VIII Всесоюз. съезда терапевт., Л., 1962, 22—27.

8. Крепс Е. М. мед. сб. АН (и выполн. сп)
9. Нужная Ж. тов.—В кн.: и выполн. сп
10. Симакон 1945, 10, 4, 36
11. Чуксева сореvновател Матер. Всесн нен. спорт. у
12. Grawitz E 1969, 250.
13. Schneide: труда и спорт

Ворошиловградс педагогичний інс

EF

The effect of leucocytes, leucoc redox enzymes (four age groups groups the less p with the third a slightly, while in activity are observ increases in perso groups changes sl

Department of Ana Pedagogi Voros

8. Крепс Е. М., Ченыхаева Е. Ю. Об активности карбоангидразы.— В кн.: Военно-мед. сб. АН СССР, Л., 1944, 1, 14.
9. Нужная Л. Л., Поляков А. А. Изменение окислительных процессов у гимнастов.— В кн.: Матер. Всесоюз. симпоз. по регуляц. обмена веществ при мышечн. деят. и выполн. спорт. упраж., Л., 1972, 115—119.
10. Симakov П. В., Метод определения пероксидазной активности крови.— Биохимия, 1945, 10, 4, 360—363.
11. Чуксеева Т. П. Динамика каталазной активности крови при тренировочных и соревновательных нагрузках как показатель работоспособности спортсменов.— В кн.: Матер. Всесоюз. симпоз. по регуляции обмена веществ при мышечн. деят. и выполн. спорт. упраж., Л., 1972, 119—124.
12. Grawitz E. цит. по кн.: Физиология мышечной деятельности, труда и спорта, Л., 1969, 250.
13. Schneider E. C., Havans L. P. цит. по кн.: Физиология мышечной деятельности, труда и спорта, Л., 1969, 243.

Ворошиловградский  
педагогический институт

Надійшла до редакції  
11.IV 1975 р.

Ju. T. Chernikov

### EFFECT OF PHYSICAL LOADS ON MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDEXES OF BLOOD

#### Summary

The effect of run on the content of blood regular elements (the total content of leucocytes, leucocytic formula, content of erythrocytes, hemoglobin), activity of some redox enzymes (catalase, carbonic anhydrase, peroxidase) was studied in the men of four age groups (10-12, 13-15, 16-18, 19-25). In persons of the first and second age groups the less pronounced shifts in the content of leucocytes were found as compared with the third and fourth groups. The erythrocyte and hemoglobin content changes slightly, while in adults it increases insignificantly. No definite changes in the catalase activity are observed after the load; the carbonic anhydrase activity under these conditions increases in persons of all age groups, the activity of peroxidase in the first and second groups changes slightly, and in persons of the third and fourth groups it increases.

Department of Anatomy and Physiology,  
Pedagogical Institute,  
Voroshilovgrad