УДК 612.16

КИСНЕВІ РЕЖИМИ ОРГАНІЗМУ ПІДЛІТКІВ І ЧОЛОВІКІВ ПРИ М'ЯЗОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ДИНАМІЧНОГО ХАРАКТЕРУ

М. М. Філіпов

Лабораторія фізіології дихання людини
Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Відомо, що максимальне споживання кисню (МСК) при динамічному навантаженні у осіб різного віку, статі, стану здоров'я, при різних видах м'язової діяльності неоднакове [1, 2, 19, 41, 43, 44, 46 та ін.]. В літературі присвяченій дослідженню максимального споживання кисню при м'язовій діяльності [5, 6, 11, 21, 22, 27 — 36, 38 — 40, 45, 47], детально описані окремі зміни в системі зовнішнього дихання, гемодинаміки, дихальної функції крові. Проте умови, що забезпечують при напруженій м'язовій діяльності своєчасну доставку кисню на різних етапах його пересування в організмі у осіб різного віку та різного ступеня фізичної підготовки вивчені ще недостатньо [1, 2, 8 — 10, 14 — 17, 20 — 24, 45]. При м'язовій діяльності МСК залежить не тільки від потреби організму в кисні, але й від швидкості надходження кисню в легені (q_iO_2), альвеоли ($q_A\ O_2$), транспорту його артеріальною ($q_a\ O_2$) кров'ю [7—9, 12, 15, 16, 20, 23].

Для виявлення факторів і механізмів, що обмежують максимальне споживання кисню і зв'язану з ним працездатність у осіб різного віку та різного ступеня тренованості ми провели порівняння поетапної швидкості пересування кисню в організмі з швидкістю його споживання та вивчили умови, що забезпечують цей процес, тобто парціальний тиск кисню (pO_2) на різних етапах його шляху в організмі.

Методика досліджень

Ми вивчали кисневі режими організму (КРО) у 28 підлітків (10 нетренованих віком 15—16 років і 18 підлітків, які займаються велоспортом та мають I спортивний розряд) та 32 чоловіків 20—27 років (18 нетренованих чоловіків, 14 велосипедистів I спортивного розряду, кандидатів у майстри спорту і майстрів спорту СРСР). Під час навантаження потужність підвищували ступінчасто кожні 5 *хв* доти, поки обслідувані не відмовлялись від дальшого продовження роботи. Виконання навантажень здійснювали за двома схемами: перша схема — 5 *хв*×82 *вт* (V=30 *км/год*, навантаження на колесо 1 *кг*), 5 *хв*×164 *вт* (30 *км/год*×2 *кг*), 5 *хв*×246 *вт* (30 *км/год*×3 *кг*), 5 *хв*×327 *вт* (40 *км/год*×3 *кг*); друга схема—5 *хв*×109 *вт* (40 *км/год*×1 *кг*); 5 *хв*×218 *вт* (40 *км/год*×2 *кг*), 5 *хв*×327 *вт* (40 *км/год*×3 *кг*), 5 *хв*×410 *вт* (50 *км/год*×3 *кг*). Нетреновані підлітки виконували навантаження тільки за першою схемою, інші — за двома схемами. Всі вимірювання провадились у спокої до навантаження (в положенні сидячи на велоергометрі), на 3 *хв* навантаження кожного ступеня і на 1, 3, 10 і 15 *хв* відновного періоду. Для визначення споживання кисню ($q_t\ O_2$) застосований метод Дугласа — Холдена [4] з безперервною реєстрацією складу видихуваного і альвеолярного повітря на газоаналізаторах «Спіроліт» і ММГ-7. Видихуване повітря збирали в тонкі гумові аерозонди ємкістю до 200 *л*, об'єм вимірювали з допомогою газового годинника з водяним затвором. Застосування зондів і гнучких шлангів з внутрішнім діаметром 3,5 *см* дозволило при великих вентиляторних об'ємах до мінімуму знизити опір диханню. Для відбору проб альвеолярного повітря застосовували автоматичний пневматичний пристрій власної конструкції. Кисневу ємкість крові ($C_{max}\ O_2$) визначали на манометричному апараті

Ван-Слайка. Оксигемометрично реєстрували насичення артеріальної крові киснем (SaO_2). Здійснювали одночасну реєстрацію частоти серцевих скорочень (HR) і частоти дихання (f) на електрокардіографі. Хвилинний об'єм крові ($\dot{Q}$) визначали ацетиленовим методом [18, 25, 37], аналіз газових сумішей провадили на хроматографі «Вирухром». Обчислення кисневих параметрів, побудування і аналіз каскадів швидкості пересування кисню в організмі і pO_2 здійснювали за методом Колчинської [9]. Крім параметрів КРО визначали працездатність за максимальною загальною і питомою потужністю [26], а також за часом виконання навантаження, за МСК та іншими показниками.

Результати досліджень та їх обговорення

Максимальна потужність (табл. 1) у нетренованих підлітків менша, ніж у дорослих нетренованих осіб. У юних спортсменів потужність вища, ніж у нетренованих дорослих, хоч юні велосипедисти ще не розвивають

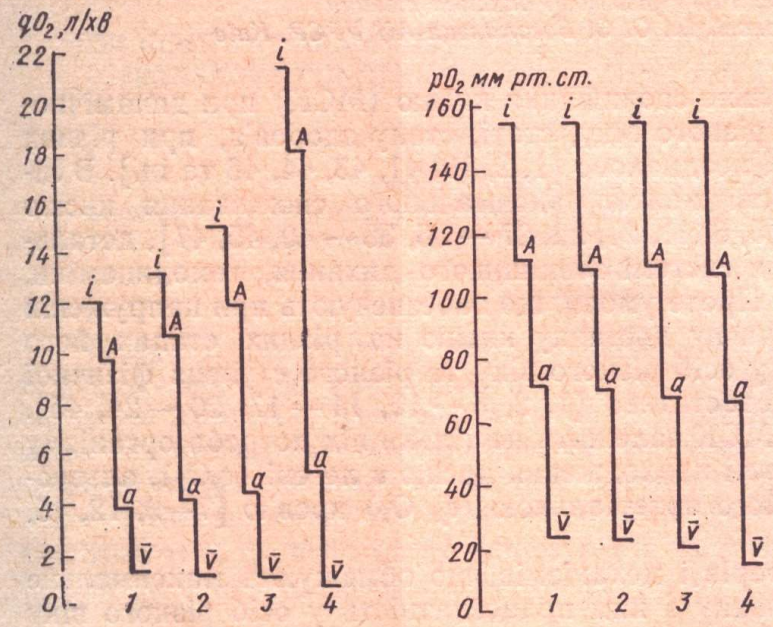

Рис. 1. Каскади pO_2 і швидкості — qO_2 надходження кисню в легені (*i*), альвеоли (A), транспорту, його артеріальною (*a*) і змішаною венозною ($\bar{V}$) кров'ю у нетренованих підлітків (*1*), нетренованих чоловіків (*2*), юних (*3*) і дорослих (*4*) спортсменів при виконанні навантажень з МСК.

такої потужності, як дорослі спортсмени. Питома максимальна потужність юних спортсменів також вища, ніж у дорослих і майже наближається до спостережуваної у дорослих спортсменів. У відповідності з цим МСК у підлітків, які займаються спортом, перевищує показники для нетренованих підлітків і дорослих, проте ще не досягає величин, зареєстрованих у дорослих спортсменів (ні на *кг* ваги тіла, ні в абсолютних величинах).

Результати проведених досліджень дозволили встановити, наскільки доставка кисню може лімітувати його максимальне споживання. У юних, і тим більше, у дорослих спортсменів швидкість поетапної доставки кисню вища, ніж у нетренованих (рис. 1), проте надходження кисню в легені, альвеоли, транспорт, його артеріальною кров'ю у юних спортсменів значно нижче, ніж у дорослих. Менша швидкість надходження кисню в легені у нетренованих підлітків і навіть у чоловіків зумовлена меншою величиною легеневої вентиляції ($\dot{V}_{E\ BTRS}$). У юних спортсменів і при навантаженні з МСК, і при навантаженні, що становить 90% від МСК (табл. 2), $\dot{V}_E$ дещо вище, ніж у нетренованих чоловіків і незначно нижче, ніж у дорослих спортсменів. Дуже важливим показником, що зумовлює меншу швидкість надходження кисню в альвеоли, є відношення альвеолярної вентиляції до легеневої ($\dot{V}_A/\dot{V}_E$), яке у юних спортсменів дещо підвищується в порівнянні з нетренованими підлітками і чоловіками, але ще не досягає

Таблиця 1

Характеристики граничних навантажень виконуваних нетренованими підлітками і чоловіками

Обслідувана група	Максимальне споживання кисню ($q_t o_{2max}$)		Максимальна потужність виконаного навантаження		Питома максимальна потужність (кінська сила/кг)
	мл/хв	*мл/хв/кг*	вати	кінські сили	
Нетреновані підлітки	2260±258	39,9±2,45	164	0,223	0,00384
Нетреновані чоловіки	2700±146	37,2±1,82	250	0,341	0,00465
Юні велосипедисти	3200±134	48,5±2,51	327	0,444	0,00664
Дорослі велосипедисти	4400±128	61,0±1,91	360	0,490	0,00676

Таблиця 2

Показники зовнішнього дихання, гемодинаміки, економності кисневих режимів організму нетренованих і тренованих підлітків і чоловіків при виконанні навантажень з споживанням 90% кисню від максимального

Обслідувана група	$\dot{V}_E$ BTPS *мл/хв*	$\dot{V}_A$ BTPS *мл/хв*	$\dot{V}_A/\dot{V}_E$%	$f_{дих.}$ в *хв*	VE	$q_t o_{2RC}$ *мл*/1 дих. цикл	$\dot{Q}$ *мл/хв*	Q *мл*	HR *уд/хв*	HE	q_t/o_{2CC} мл/1 серд. скор.
Нетреновані підлітки	51200	37850	74	33	27,8	64,2	18887	105,9	180	9,52	11,2
	±4146	±2281	±2,1	±2,8	±1,93	±6,3	±487	±5,14	±6,8	±0,19	±0,59
Нетреновані чоловіки	71300	52600	76	37	27,9	74,6	18283	120,2	179	9,41	13,6
	±4455	±4281	±2,1	±3,7	±1,59	±10,6	±574	±5,43	±5,3	±0,51	±1,07
Юні велосипедисти	73100	57750	80	38	25,5	80,0	23500	132,1	177	8,09	16,3
	±3872	±3621	±1,9	±2,1	±1,92	±7,8	±501	±4,79	±4,8	±0,27	±0,93
Дорослі велосипедисти	108700	90300	83	41	25,6	103,0	25400	141,1	174	6,88	24,2
	±3581	±3109	±2,7	±2,0	±0,89	±8,8	±608	±5,22	±3,6	±0,31	±0,89

показників, спостережуваних у дорослих спортсменів. Хоч частота серцевих скорочень практично мало відрізняється у обслідуваних груп, та у підлітків може бути навіть дещо більшою, ніж у дорослих ($p>0,25$), хвилинний об'єм крові у підлітків менший, ніж у дорослих. Менші показники хвилинного об'єму крові можна пояснити більш обмеженою здатністю серця збільшувати систолічний об'єм при м'язовій діяльності. При максимальній швидкості споживання кисню хвилинний об'єм крові у спортсменів-підлітків досягав у наших дослідженнях 26—27 *л* на хвилину, а у дорослих спортсменів — 30—31 *л/хв*. Незважаючи на те, що хвилинний об'єм крові у нетренованих підлітків при навантаженні 90% МСК був дещо вище, ніж у нетренованих чоловіків ($p>0,25$), при МСК у нетренованих підлітків він уже не збільшувався, а у чоловіків досягав 20—21 *л/хв*. Виконання близькограничних і граничних навантажень спортсменами супроводжується більш економічною роботою дихальної і циркуляторної систем, про що свідчать більш низькі вентиляційний (VE) і гемодинамічний (HE) еквіваленти. При виконанні навантажень, що становлять 90% МСК, кожен літр спожитого кисню вилучається організмом юних спортсменів з 25,5±1,92 *л* вентильованого через легені повітря та з 8,09±0,27 *л* крові, що омиває тканини; у нетренованих підлітків з 27,8±1,93 *л* повітря та з 9,52±0,19 *л* крові; у нетренованих чоловіків з 27,9±1,59 *л* повітря і з 9,41±0,51 *л* крові; у дорослих спортсменів з 25,6±0,89 *л* повітря і з 6,88±0,31 *л* крові. У спортсменів також значно вищі кисневі ефекти дихального (q_tO_{2RC}) і серцевого (q_tO_{2CC}) циклів. Співвідношення між швидкістю надходження кисню в легені, альвеоли, транспорту його артеріальною і змішаною венозною кров'ю з швидкістю його споживання при максимальній потужності виконання навантаження свідчать про більшу ефективність КРО юних спортсменів в порівнянні з КРО їх нетренованих ровесників і чоловіків, проте вони ще не так ефективні, як у дорослих спортсменів. Особливо чітко позначається вплив занять спортом на ефективності кисеньтранспортної функції крові. Так, у нетренованих підлітків до тканин з артеріальною кров'ю приноситься в 1,69±0,04 рази більше кисню, ніж його споживається; у нетренованих чоловіків в 1,56±0,08; у юних спортсменів в 1,41±0,42 і у дорослих в 1,23±0,1 рази відповідно. Водночас швидкість транспорту кисню змішаною венозною кров'ю у тренованих нижча: у нетренованих підлітків вона становить 67±3,9% від швидкості споживання кисню, у нетренованих чоловіків 57±3,7%, у юних спортсменів 43±3,1 і у дорослих спортсменів лише 23±2,7%. Як видно, з розвитком організму і його тренованістю більш повно утилізується кисень з артеріальної крові і зменшується «холостий» тік венозної крові. Якщо прослідкувати, як у тренованих і нетренованих підлітків змінюються КРО при однаковій абсолютній величині навантаження 82 *вт* (рис. 2), то перш за все виявляється, що при цій роботі споживання кисню у нетренованих становить 75% від максимальної величини, а у спортсменів лише 40% і киснева вартість роботи у тренованих підлітків значно нижча, ніж у нетренованих. Швидкість поетапної доставки кисню та його споживання у юних спортсменів нижча. При навантаженні 164 *вт*, при якому у нетренованих споживання кисню виявляється максимальним, а у юних спортсменів воно становить лише близько 70% від максимального, робота виконується з практично однаковим споживанням кисню в абсолютних величинах ($p>0,25$), хоч воно і забезпечується у юних спортсменів більш економною роботою дихальної і дещо більш ефективною діяльністю серцево-судинної системи. Вентиляційний еквівалент при цьому навантаженні у юних спортсменів становить 19,8±2,02, що нижче, ніж у нетренованих підлітків (27,8±1,93). Гемодинамічний еквівалент також ниж-

чий у юних спортсменів (9,52±0,19 і 8,31±0,21). У тренованих підлітків у порівнянні з нетренованими кисневі ефекти дихального циклу (70,8±±1,82 і 64,2±2,31 *мл* O_2 на 1 дих. цикл) і серцевого скорочення (13,4±±0,62 — 11,2±0,59 *мл* O_2 на 1 серцеве скорочення) достовірно вищі ($p<0,05$ і $p<0,02$).

Більша економічність і ефективність КРО спортсменів дістає пояснення в розвитку механізмів, що забезпечують більш повну утилізацію

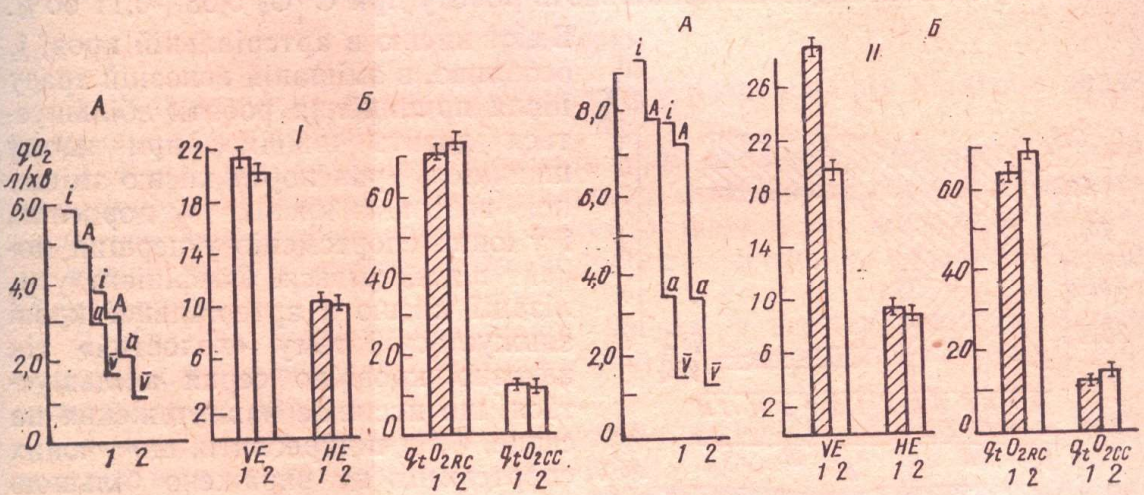

Рис. 2. Каскади швидкості — qO_2 надходження кисню в легені (*i*), альвеоли (*A*), транспорту його артеріальною (*a*) і змішаною венозною ($\bar{v}$) кров'ю — *A*; показники економічності КРО: вентиляційний еквівалент (VE), гемодинамічний еквівалент (HE), кисневий ефект дихального циклу (q_tO_{2RC}, *мл* O_2 на 1 дих. цикл) і серцевого скорочення (q_tO_{2CC}, *мл* O_2 на серц. скор.) у нетренованих (*1*) і тренованих (*2*) підлітків при виконанні фіксованих навантажень 82 *вт* (I) і 164 *вт* (II) — *Б*.

кисню тканинами. Коефіцієнт утилізації кисню з артеріальної крові у тренованих підлітків при максимальному споживанні кисню становить 72,3±3,1%, що значно вище, ніж у нетренованих підлітків (59,9±3,3%) і чоловіків (63,2±2,9%), але ще не досягав рівня дорослих спортсменів (82,6±2,2%). Артеріо-венозна різниця за киснем ($C_{(a-\bar{v})}O_2$) при цьому у нетренованих підлітків досягає лише 11,6 об%, тоді як у юних спортсменів і дорослих чоловіків 12—13 об %, а у дорослих велосипедистів 14,5—15 об%.

Більш висока $C_{(a-\bar{v})}O_2$ водночас з більшою максимальною швидкістю транспорту кисню артеріальною кров'ю, яка у дорослих спортсменів досягає 5,38±0,16 *л/хв*, забезпечує доставку більших кількостей кисню працюючим м'язам. Водночас більш висока артеріо-венозна різниця за киснем приводить до того, що венозна кров у спортсменів біднішає на кисень.

Швидкість транспорту кисню змішаною венозною кров'ю у більш тренованих підвищується менше. Так, у дорослих спортсменів вона збільшується в 1,5 рази щодо спокою, у юних спортсменів в 2,3 раза, а у нетренованих підлітків у три рази. Цей факт виявляється дуже цікавим і вказує на те, що можливість збільшення МСК обмежується у підлітків не тільки обмеженою здатністю збільшувати швидкість транспорту кисню артеріальною кров'ю, але й меншими можливостями утилізації кисню з крові, що омиває тканини. Підвищення коефіцієнта утилізації у тренованих підлітків могло б забезпечити збільшення споживання кисню на 400—450 *мл/хв*, якщо б швидкість транспорту кисню змішаною венозною кров'ю у них досягала такого ж рівня, як у дорослих спортсменів.

Незважаючи на те, що швидкість транспорту кисню артеріальною кров'ю і у юних, і у дорослих спортсменів збільшується (рис. 3), вміст кисню ($C\bar{v}O_2$) і pO_2 в змішаній венозній крові у дорослих спортсменів знижується більшою мірою і ступінь тканинної гіпоксії у дорослих спортсменів, очевидно, вищий. При цьому дорослі спортсмени здатні ще виконувати навантаження. Припинення роботи у них відбувається тоді, коли вміст кисню в змішаній венозній крові становить 3,1±0,09 об%, тоді як треновані підлітки припиняють роботу при $C_1^{v}O_2$ 5,03+0,11 об%.

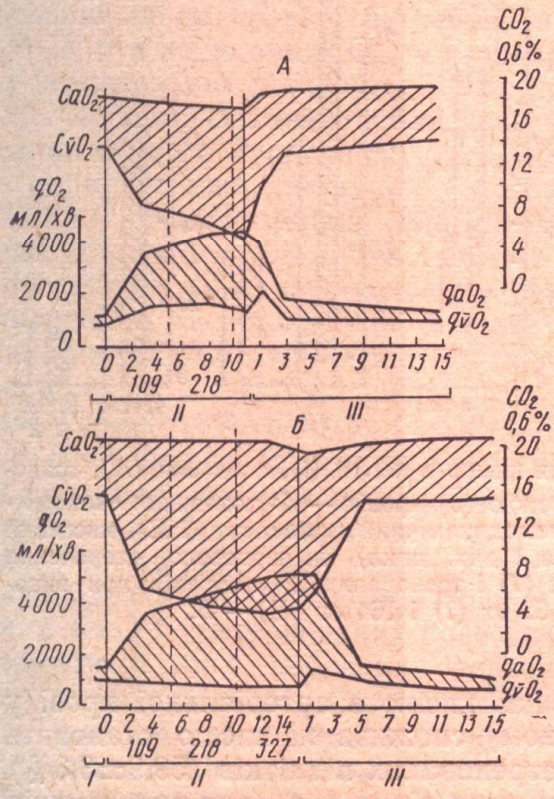

Рис. 3. Зміна вмісту кисню (CO_2) — школа справа, об% і швидкості транспорту кисню (qO_2) — школа зліва, *мл/хв*, артеріальною (*a*) і змішаною венозною ($\bar{v}$) кров'ю у юних (*А*) і дорослих (*Б*) спортсменів під час: вихідного стану до роботи (I), ступінчасто-підвищуваного навантаження (II) і в найближчий відновний період після роботи (III).

По горизонталі: перший рядок — час у *хв*, потужність у *вт*.

Вміст кисню в артеріальній крові і, особливо, в змішаній венозній зразу після припинення роботи збільшується досить швидко, при цьому швидкість транспорту кисню змішаною венозною кров'ю і у дорослих, і у юних спортсменів у перший момент підвищується. Коефіцієнт утилізації кисню з артеріальної крові знижується і тому «холостий» тік венозної крові до серця збільшується, що посилює навантаження на серце. Слід підкреслити, що у юних спортсменів це виражено більшою мірою, ніж у дорослих, що свідчить про гірше регулювання кисеньтранспортної функції крові в підлітковому віці.

При МСК парціальний тиск кисню (рис. 1) в альвеолярному повітрі (p_AO_2) у підлітків виявляється вищим. Більш високе p_AO_2 у них, очевидно, є наслідком меншої утилізації кисню з легень та з артеріальної крові. Так, у нетренованих підлітків з легень утилізується при МСК 18,5±1,21%, у дорослих 20,6±0,09%, у юних 19,7±0,12 і у дорослих спортсменів 22,1±0,08%. В артеріальній крові напруження кисню (p_aO_2) у нетренованих підлітків вище, у тренованих — нижче, ніж у нетренованих дорослих, але дещо вище, ніж у дорослих спортсменів ($p<0,05$). Напруження кисню в змішаній венозній крові ($p_{\bar{v}}O_2$) з віком та в міру тренованості знижується. Це вказує на те, що критичний рівень pO_2 для м'язової тканини підлітків вищий, ніж у дорослих.

В підвищенні якості регулювання кисеньтранспортної функції крові і КРО в цілому, з віком і тренованістю має значення віковий розвиток і самонавчання в процесі тренування всієї системи регулювання КРО. Зокрема, для збільшення коефіцієнта утилізації кисню з альвеол та з артеріальної крові велике значення має збільшення загальної дифузійної поверхні для кисню в легенях і м'язовій тканині, тобто збільшення загальної капілярної поверхні [9]. Потім, як показали дослідження ряду авторів [3, 13, 42, 48], кількість міоглобіну в м'язовій тканині з віком значно збільшується, посилюється також активність окисних ферментів.

В результаті згаданих факторів, у процесі вікового розвитку і спортивного тренування відбувається збільшення кисневого ефекту дихального циклу і серцевого скорочення, зниження вентиляційного і гемодинамічного еквівалентів, посилюється ефективність і економічність КРО, що, поряд з іншими факторами, зумовлює підвищення коефіцієнта корисної дії, зниження кисневої вартості виконуваної механічної роботи та підвищення працездатності.

Висновки

1. Максимальна питома потужність у нетренованих підлітків значно менша, ніж у чоловіків.

2. КРО нетренованих підлітків при виконанні м'язової роботи динамічного характеру з максимальним споживанням кисню характеризується меншою величиною і меншою швидкістю поетапної доставки кисню, ніж у нетренованих чоловіків, невисокою економічністю і ефективністю.

3. Киснева вартість механічної роботи у нетренованих підлітків вища, ніж у чоловіків. Ці дані перебувають у повній відповідності з висновками ряду авторів.

4. Виконання однакових за потужністю навантажень юними велосипедистами і нетренованими підлітками відбувається при різних КРО. При навантаженнях з однаковим споживанням кисню у юних велосипедистів діяльність дихальної і серцево-судинної систем більш економна і ефективна, киснева вартість роботи нижча.

5. Віковий розвиток і спортивне тренування приводять до значного збільшення загальної і питомої максимальної потужності виконуваної роботи, збільшення швидкості поетапної доставки кисню, підвищення економічності і ефективності КРО. В процесі спортивного тренування не тільки збільшується потужність системи доставки кисню, але й розвиваються механізми, що забезпечують повну утилізацію кисню тканинами.

6. З віком і ступенем тренованості при роботі з МСК збільшується артеріо-венозна різниця за киснем і коефіцієнт утилізації кисню з легень та з крові, зменшується вміст кисню в змішаній венозній крові. В процесі вікового розвитку і спортивного тренування знижується pO_2 змішаної венозної крові, зменшується швидкість транспорту кисню змішаною венозною кров'ю, хоч швидкість транспорту кисню артеріальною кров'ю збільшується.

7. Менша ефективність і економічність КРО, і, особливо, перебіг відновного періоду вказують на гіршу якість регулювання кисневих режимів у підлітків.

Література

1. Артынюк А. А.— Газовый обмен и оксигенация артер. крови при напряж. циклич. работе, в связи с различн. тренир. человека. Автореф. дисс., Л., 1968.
2. Бугаев Н. В.— Особенности соотнош. некоторых показат. кровообр. и дыхания при длит. физич. нагр. различн. интенсивн. у людей пожилого возраста. Автореф. дисс., К., 1969.
3. Верболович П. А.— Миоглобин и его роль в физиол. и патол. животн. и человека, М., 1961.
4. Витте Н. К., Петрунь Н. М.— Определение газового обмена у человека, К., 1955.
5. Волков Н. И.— Энергетич. обмен и работоспособн. человека в условиях напряж. мышечн. деят. Автореф. дисс., М., 1968.
6. Карпман В. Л., Гудков И. А., Койдинова Г. А.— Теор. и практ. физ. культ., 1972, 1, 37.
7. Колчинская А. З., Лауэр Н. В., Шкабара Е. А.— В сб.: Кислородн. режим организма и его регулир., К., 1966, 341.

8. Колчинская А. З., Мищенко В. С., Гуняди Б. К., Степанов Ю. В.— В кн.: Двигат. активность и старение, К., 1969, 149.
9. Колчинская А. З.— Кислородные режимы организма ребенка и подростка, К., 1973, 203, 283.
10. Колчинская А. З., Филиппов М. М.— В сб.: Тез. докл. симп.: «Центральная регуляция гемодинамики», К., 1973, 112.
11. Коссовская Э. Б.— В сб.: Адаптация спортсменов к работе при разном кислород. режиме, М., 1969, 24.
12. Лауэр Н. В., Колчинская А. З.— В кн.: Кислородный режим организма и его регулир., К., 1966, 3.
13. Маньковська І. М.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1973, 19, 4, 477.
14. Міщенко В. С.— В кн.: Матер. VIII з'їзда Укр. фізіол. т-ва, Львів, 1968, 352.
15. Міщенко В. С., Гуняді Б. К.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1970, 16, 6, 774.
16. Мищенко В. С.— В сб.: Новые исслед. по возрастн. физиол., М., 1974, 2, 11.
17. Моногаров В. Д.— В сб.: Тез. докл. 13 Всесоюзн. конф. по физиол. и биохим. характеристике цикл. видов спорта. Таллин, 1974, 16.
18. Парин В. В.— Совр. методы опр. МОК и их применение в клинике, Свердловск, 1935.
19. Скрябин В. В.— Физиол. исслед. статич. мышечн. деят. и ее тренир. Автореф. дисс., Л., 1956.
20. Степанов Ю. В.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1973, 19, 3, 350.
21. Фарфель В. С.— В кн.: Труды центр. ин-та физ. культ. М., 1949, 7, 3.
22. Фарфель В. С., Абсалямов Т.Е., Артыков М. А., Куренков Г. И., Миронов В. И., Чупров В. А.— В сб.: Адаптация спортсменов к работе при разн. кислородн. режиме, М., 1969, 8.
23. Филиппов М. М.— В сб.: Тез. докл. симпоз. «Центр. регуляции гемодинамики», К., 1973, 213.
24. Филиппов М. М.— В сб.: Тез. докл. 13 Всесоюзн. конф. по физиол. и биохим. характеристике цикл. видов спорта. Таллин, 1974, 233.
25. Хренов И. И.— Минутный объем сердца при воздействии тепла на организм, Свердловск, 1946, 91.
26. Шеррер Ж.— Физиология труда (Эргономия). М., «Здоровье», 1973.
27. Asmussen E.— Respiration, 1964, 11, 939.
28. Asmussen E.— Acta Physiol. Scand., Suppl., 1969, 330, 6.
29. Astrand L.— Scand. J. Clin. Lab. Invest., 1972, 30, 4, 411.
30. Astrand P., Juddy A., Saltin B., Stenberg J.— J. Appl. Physiol., 1964, 19, 268.
31. Astrand P.— The Can. Med. associat. Journ., 1967, 96, 742, 25.
32. Astrand P.— The Can. Med. associat. Journ., 1967, 96, 907, 25.
33. Bürger F., Klimeš J.— Pr. lék., 1973, 25, 7, 276.
34. Christensen E.— Arbeitphysiol., 1932, 5, 463.
35. Christensen E., Hörberg P.— Arbeitphysiol., 1950, 14, 5, 243.
36. Cotes J., Berry J., Burkinshaw L., Davies C., Hall A., Jones P., Knibbs A.— Quart. J. Exp. Physiol., 1973, 58, 3, 239.
37. Grollman A.— Am. J. Physiol., 1929, 89, 366.
38. Hermansen L., Stensvold I.— Acta physiol. scand., 1972, 86, 2, 191.
39. Holmer I.— J. Appl. Physiol., 1972, 33, 4, 502.
40. Holmer I., Astrand P.— J. Appl. Physiol., 1972, 33, 4, 510.
41. Križ V.— Čas. lék, česk., 1973, 112, 39, 1194.
42. Millican J.— J. Physiol., 1936, 87, 2
43. Mocellin R., Sebening W., Bühlmeyer K.— L. Kinderheilk., 1973, 114, 4, 323.
44. Ogawa S., Asami T., Furuta Y.— Taúpëky karaky, Jap. J. Fitness. Sport Med., 1972, 21, 2, 107.
45. Saltin B.— Acta phisiol. Scand., 1964, 62 (Suppl, 230), 1.
46. Tzankoff S. et al.— J. Appl. Physiol., 1972, 33, 3, 346.
47. Whipp B., Wasserman K.— J. Appl. Physiol., 1972, 33, 3, 351.
48. Wittenberg J.— In: Oxygen, Boston. Little Brown, 1965, 57.

Надійшла до редакції
30.V 1974 р.

OXYGEN REGIMES OF ORGANISM IN TEEN-AGERS AND MEN UNDER MUSCULAR ACTIVITY OF DYNAMIC CHARACTER

M. M. Filippov

Laboratory of Human Respiration, the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Summary

It is shown that maximal specific capacity in untrained teen-agers is considerably less than in men. The oxygen expense of mechanical work in untrained teen-agers is higher than in men. The oxygen regime of an organism (ORO) of untrained teen-agers when fulfiling the muscular work of dynamic character with the maximal oxygen consumption is characterized by a smaller value and less rate of oxygen supply by stages than in untrained men, by low economy and efficiency. Under the loading with equal oxygen uptake in young cyclists the activity in the respiratory and cardiovascular systems are more economical and effective, the work oxygen expense is lower than in untrained teen-agers. The process of training causes not only an increase in the oxygen supply system capacity but also development of mechanisms providing a more complete utilization of oxygen by tissues. A lower efficiency and economy of ORO and especially the course of the recovery period indicate the worse quality of regulating the oxygen regime in teen-agers.