

УДК 612.235:612.825.4

ФУНКЦІЯ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ПРИ РОЗУМОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

С. М. Рашман

Київський педагогічний інститут

Фундаментом вищих психічних функцій організму є численні фізіологічні, біохімічні зміни, що здійснюються в головному мозку людини в процесі розумової діяльності. Зрозуміло, що підтримання оптимального рівня цих процесів забезпечується відповідними реакціями «обслуговуючих систем організму», і, насамперед, системи кровообігу. І хоч зміни вегетативних функцій є лише «відображенням на периферії тих процесів, які здійснюються безпосередньо в головному мозку» [1, 11], проте значення вивчення фізіологічних показників цих функцій надзвичайно важливе, оскільки вони є посередніми критеріями напруженості процесів, що відбуваються в центральній нервовій системі. Це тим більше важливо, що, незважаючи на певні успіхи безпосереднього дослідження діяльності головного мозку людини, як наші методичні можливості, так і інтерпретація одержаних даних, наприклад, методом електроенцефалографії, недостатні для вичерпного судження про суть спостережуваних змін. Це стосується й інших методів дослідження вищої нервової діяльності.

Так, наші раніше проведені дослідження [7, 9] показали, що після трьох годин розумової праці студентів фізико-математичного факультету (розв'язання задач з математичного аналізу) швидкість і рухливість коркових процесів (коректурним методом і методом хронорефлексометрії) не дозволяють достовірно судити про характер центральних процесів. Наприклад, точність виконуваної роботи (обробка за формулами Уінпла) достовірно не змінилась за цей час у обслідуваних студентів (60 осіб), а загальна працездатність (добуток точності на загальну кількість проглянутих знаків) збільшилась на 11% ($p < 0,03$). Не відзначено істотних змін і в швидкості латентних періодів зорово-моторної реакції у обслідуваних студентів після трьох годин розумової діяльності. Так, прискорення реакції на звук становило після роботи у середньому лише 2 м/сек ($p > 0,3$), а на світло — 10 м/сек ($p > 0,05$), при вихідних показниках у середньому відповідно на звук 180 м/сек, а на світло 186 м/сек.

Важливість вивчення вегетативних функцій організму в процесі розумової праці підкреслюється тим більше, що саме розумове напруження є почасти тим пусковим механізмом, який призводить до порушень насамперед у системі кровообігу і характеризує ту «фізіологічну ціну», якою розплачується організм при напруженій розумовій праці.

У наших раніше проведених дослідженнях [7, 9] було показано, зокрема, що в процесі розумової діяльності різного характеру відзначаються неоднакові зміни динаміки насичення артеріальної крові кис-

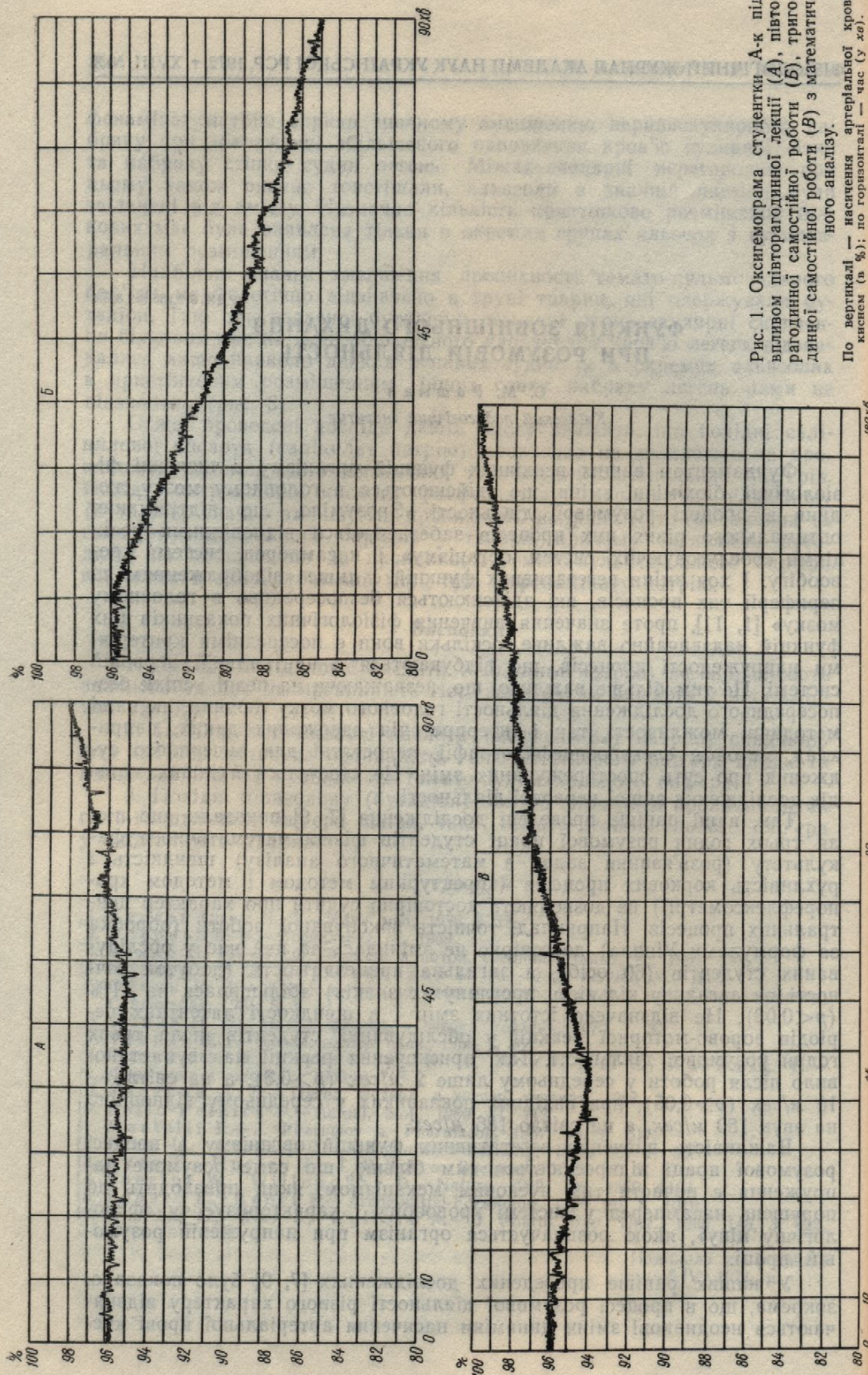


Рис. 1. Оксигенограма студентки А-к під впливом півторогодинної лекції (А), півторогодинної самостійної роботи (Б), тригодинної самостійної роботи (В) з математичного аналізу.

По вертикалі — насичення артеріальної крові киснем (в %); по горизонталі — час (у хв).

Функція зовнішнього д

нем. Так, при розв'язуванні математичного факультетної діяльності крові (методом оксиметрії) ($p < 0,001$), а після при пасивному спокійній діяльності, яким характеризується зниження рівня оксиметрії півтори години роботи. Зниження рівня оксиметрії нами [7] за рахунок інтенсифікації розумової діяльності, в якій перебував студент, характерно, що при пасивному ступеня зниження видимо, про те, що відбувається не одразу.

Значний інтерес викликає питання про механізм процесу напруженої діяльності, який характеризується зниженням насичення артеріальної вентиляції і відносною недостатністю крові крізь легеневі кровоносні судина.

У зв'язку з цим ми провели дослідження функції зовнішнього дихання студентки А-к під впливом півторогодинної лекції (розв'язування практичних завдань) і тригодинної самостійної роботи (математичного аналізу). Під час хронометражування студентки А-к при розв'язуванні практичних завдань (ДР) і при самостійній роботі (СР) з'ясувалося, що функція зовнішнього дихання (ДО), хвилини за 1 хв, обчислювалися за формулою: $ДО = \frac{V}{t}$, де V — об'єм вентиляції, t — час.

Одержані результати дослідження функції зовнішнього дихання студентки А-к за 1 хв (у середньому 16,6 л) і за 3 год роботи (у середньому 16,6 л) були порівняні з нормативними значеннями (у середньому 16,6 л).

Щодо частоти дихання, то за 1 хв (у середньому 16,6 л) і за 3 год роботи (у середньому 16,6 л) були порівняні з нормативними значеннями (у середньому 16,6 л).

впливом півторогодинної лекції (А), півгодинної самостійної роботи (Б), тригодинної самостійної роботи (В) з математичного аналізу.
По вертикалі — насичення артеріальної крові киснем (а %); по горизонталі — час (у хв).



нем. Так, при розв'язанні математичних задач студентами фізико-математичного факультету через півтори години (рис. 1) такої безперервної діяльності у них спостерігалось підвищення рівня оксигенації крові (методом оксигеографії) щодо вихідних даних (96%) на 2% ($p < 0,001$), а після трьох годин (рис. 1) на 3,9% ($p < 0,001$), тоді як при пасивному сприйманні матеріалу, без значного напруження розумової діяльності, як це видно з рис. 1 (наприклад, на лекції), насичення артеріальної крові киснем у студентів того ж факультету через півтори години роботи зменшилось у середньому на 6,65% ($p < 0,001$). Зниження рівня оксигенації крові в останньому випадку пояснювалось нами [7] за рахунок відсутності, як було відзначено вище, підвищення інтенсифікації розумової діяльності і, по-друге, за рахунок гіподинамії, в якій перебував студент протягом цих півтора годин лекції. Причому характерно, що у перші 45 хв розумової діяльності як при активній, так і при пасивній розумовій роботі (рис. 1) спостерігається різного ступеня зниження процента оксигемоглобіну крові, що свідчить, видимо, про те, що наростання інтенсивності розумової діяльності відбувається не одразу, а через певний час — «період впрацювання».

Значний інтерес у зв'язку з наведеними фактами викликає, природно, механізм посилення насичення артеріальної крові киснем у процесі напруженої розумової праці [10]. Доданки, що визначають рівень насичення артеріальної крові киснем, численні: величина легеневої вентиляції і відношення вентиляції до кровоструменя, дифузія газів крізь легеневі мембрани, шунтування, а також зміни хімізму крові, спорідненості до гемоглобіну тощо [3].

У зв'язку з цим ми провели серію досліджень, присвячених змінам функції зовнішнього дихання у тих самих студентів фізико-математичного факультету під впливом аналогічної тригодинної розумової діяльності (розв'язання задач з математичного аналізу). Обслідували практично здорових студентів I курсу віком від 18 до 20 років (30 осіб). Гігієнічні умови експерименту відповідали гігієнічним нормативам. Під хронометражним контролем, у присутності викладача математики, студенти протягом усього часу працювали сидячи, без перерв. Досліди провадили на оксиспірографі Мета 1-25, перед початком розумової роботи після попередньої адаптації до умов дихання в масці, через годину після початку роботи і через 3 год після початку розумової діяльності. Тривалість кожного експерименту на одному студенті становила 4—5 хв. Вивчали такі показники, що характеризують функцію зовнішнього дихання: частоту дихань (ЧД), дихальний об'єм (ДО), хвилинний об'єм дихання (ХОД), споживання кисню за 1 хв, обчислювали також коефіцієнт утилізації кисню (K_{O_2}) і вентиляційний еквівалент (VE_{O_2}) [2, 5, 10, 12].

Одержані результати свідчать про деяке зменшення величини дихального об'єму (ДО) і хвилинного об'єму дихання (ХОД) у обслідуваних студентів за час роботи при відсутності змін частоти дихань (ЧД). Так, амплітуда величини ДО до роботи становила від 0,36 до 0,64 л, дорівнюючи в середньому 0,51; через годину роботи цей показник коливався від 0,26 до 0,56 л, становлячи у середньому 0,45; а через 3 год роботи коливання дихального об'єму у тих же студентів становили від 0,36 до 0,64 (у середньому 0,45 л).

Щодо частоти дихань, до роботи вона становила 13—24 дихання за 1 хв (у середньому 16 дихань), через 1 год роботи 13—24 дихання за 1 хв (у середньому 16 дихань) і через 3 год роботи 12—28 дихань (у середньому 16,6 дихань за 1 хв).

Величина ХОД становила у середньому до роботи 8,2 л, через 1 год роботи 7,2 л, а через 3 год — 7,3 л.

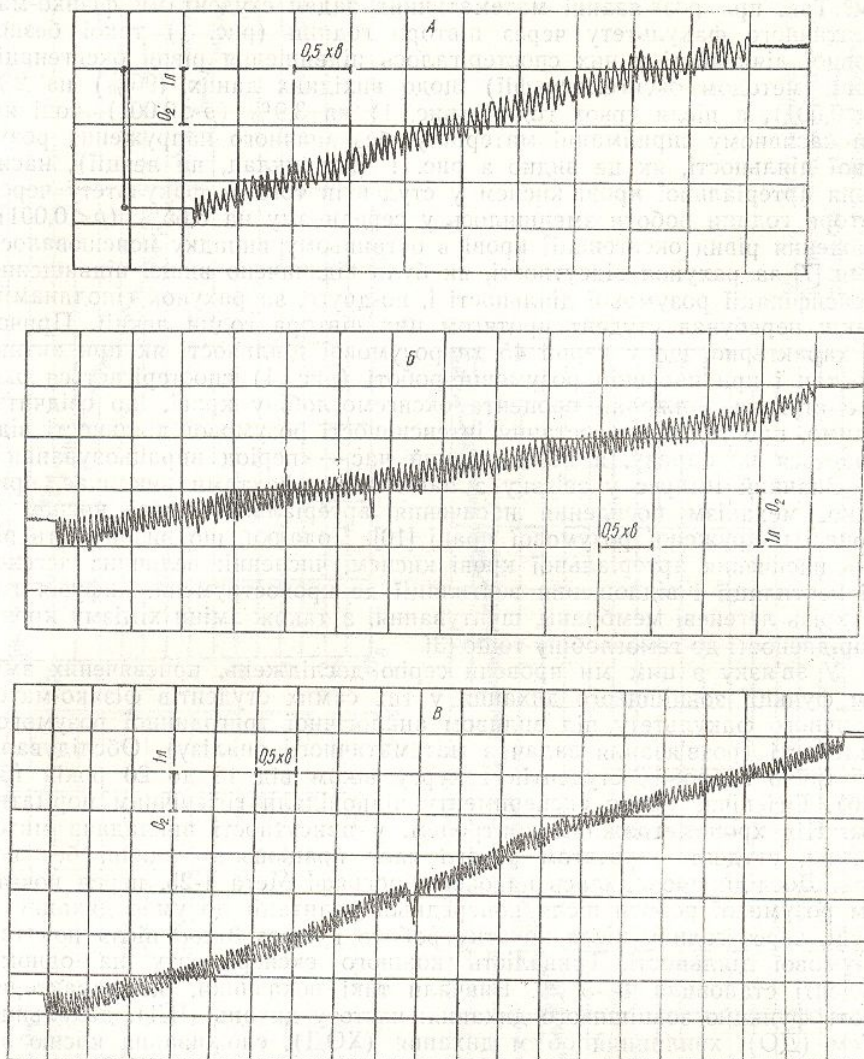


Рис. 2. Спирограма студентки А-к перед початком (А), через 1 год після початку (Б) і через 3 год після початку (В) самостійної роботи з математичного аналізу.

Як видно з наведених даних, зміни параметрів легеневої вентиляції (ДО, ЧД, ХОД) протягом трьох годин напруженої розумової діяльності не були чітко виражені (рис. 2).

Водночас були відзначені певні зміни в рівні споживання кисню за цей же період (рис. 2). Якщо перед початком роботи споживання кисню становило від 296 до 731 мл/хв у різних студентів, то наприкінці першої години роботи цей показник становив від 212 до 1344 мл, хоч, якщо порівняти середні показники споживання кисню до роботи і через 1 год після її початку (відповідно 537 і 480 мл), то ці зміни не достовірні ($p > 0,05$). Згадані зміни споживання кисню за першу

годину роботи узгоджують альної крові киснем, коли цент оксигемоглобіну нав 1 хоч кореляція між цим зрозуміло, оскільки дихал дивідуально і неоднознач Через 3 год розумової д становило у середньому обставина, що показники му [5, 10] достовірно підв ня коефіцієнта утилізації еквівалента $ВЕО_2$. Так, я новила 67, через 1 год за мової роботи цей показн $< 0,05$). Аналогічно вихід після однієї години работ

Отже, після трьох год сутності змін частоти ди дихального і хвилинного спостерігались достовірні ріод часу, а також у зм вентиляційного еквівалент

Так, при напруженій характер легеневої вент пристосувальних реакцій вищення рівня оксигенації годин розумової праці н дихань або змінами дих тильяції.

Зрозуміло, для вичер розумовий діяльності слід визначають ступінь окси лось вище (відношення в вання), і, видимо, також діяльністю людини. Вивч розумовому навантаженн кисню, зміни швидкості і ператури крові) можлив яких механізмів збільшує дах розумової діяльності тильяції. У цьому зв'язку, ляції процесів, що здійс вати досить важливу ро діяльності, де емоціональ зумової праці, вегетатив теру [8]. З'ясування змін ціальних досліджень.

1. Збільшення насиче ньо відбивати посилення
2. При напружених збільшення споживання к ню, зниження вентиляції дихань, дихального і хвил

годину роботи узгоджуються з описаними змінами насичення артеріальної крові киснем, коли протягом перших 45 хв — 1 год роботи процент оксигемоглобіну навіть дещо знижувався при всіх видах роботи. І хоч кореляція між цими показниками слабка ($R < 0,3$), це цілком зрозуміло, оскільки дихальна система і система кровообігу досить індивідуально і неоднозначно реагують на різні навантаження [2, 4, 6]. Через 3 год розумової діяльності споживання кисню у обслідуваних становило у середньому 548 мл. Характерною у цьому зв'язку є та обставина, що показники ефективності, економічності кисневого режиму [5, 10] достовірно підвищились, про що свідчило середнє збільшення коефіцієнта утилізації кисню K_{VO_2} та зменшення вентиляційного еквівалента BE_{O_2} . Так, якщо до роботи середня величина K_{VO_2} становила 67, через 1 год занять з математики — 61, то після 3 год розумової роботи цей показник у тих же студентів становив уже 74 ($p < 0,05$). Аналогічно вихідна величина BE_{O_2} до роботи становила 1,52, після однієї години роботи — 1,5, а після трьох годин — 1,33 ($p < 0,05$).

Отже, після трьох годин напруженої розумової діяльності при відсутності змін частоти дихань і незначних порушеннях у показниках дихального і хвилинного об'ємів легеневої вентиляції у обслідуваних спостерігались достовірні зміни у споживанні кисню за цей самий період часу, а також у зміні коефіцієнта утилізації кисню (K_{VO_2}) та вентиляційного еквівалента (BE_{O_2}).

Так, при напруженій розумовій діяльності не стільки змінюється характер легеневої вентиляції, скільки ефективність і економічність пристосувальних реакцій організму. Виходячи з наведених даних, підвищення рівня оксигенації артеріальної крові киснем наприкінці трьох годин розумової праці не можна, видимо, пояснити змінами частоти дихань або змінами дихального і хвилинного об'ємів легеневої вентиляції.

Зрозуміло, для вичерпної інтерпретації змін кисневого режиму при розумовій діяльності слід брати до уваги й зміни інших факторів, які визначають ступінь оксигенації артеріальної крові, про що згадувалось вище (відношення вентиляції до кровоструменя, дифузії, шунтування), і, видимо, також можуть змінюватися в зв'язку з розумовою діяльністю людини. Вивчення ряду біохімічних зрушень у крові при розумовому навантаженні (зміни спорідненості гемоглобіну крові до кисню, зміни швидкості перебігу окисно-відновних реакцій, рН і температури крові) можливо також дасть пояснення того, за рахунок яких механізмів збільшується споживання кисню при напружених видах розумової діяльності без істотної зміни характеру легеневої вентиляції. У цьому зв'язку, видимо, зміни нервової і гуморальної регуляції процесів, що здійснюються при розумовій праці, мають відігравати досить важливу роль. Зрозуміло, що при всіх видах розумової діяльності, де емоціональний компонент забарвлює весь характер розумової праці, вегетативні зрушення можуть бути особливого характеру [8]. З'ясування змін зовнішнього дихання при цьому потребує спеціальних досліджень.

Висновки

1. Збільшення насичення артеріальної крові киснем може посередньо відбивати посилення напруження розумової діяльності.
2. При напружених видах розумової діяльності відзначається збільшення споживання кисню, підвищення коефіцієнта утилізації кисню, зниження вентиляційного еквівалента без значних змін частоти дихань, дихального і хвилинного об'ємів.

3. Збільшення оксигенації артеріальної крові киснем при напруженій розумовій діяльності не можна пояснити зміною функцій дихання — дихального і хвилинного об'єму легеневої вентиляції. Водночас поліпшення координації між диханням і кровообігом, свідченням чого є збільшення коефіцієнта утилізації кисню (K_{VO_2}) і зниження вентиляційного еквівалента (VEO_2), при напруженій розумовій діяльності може сприяти посиленню оксигенації крові.

Література

1. Витте Н. К., Золина З. М., Кандрор И. С. — В сб.: Физиол. характерист. умств. и творч. труда, М., 1969, 26.
2. Дембо А. Г., Крепс Е. М. — В кн.: Физиол. методы в клин. практике, Л., Медгиз, 1959, 59.
3. Комро Дж. и др. — Легкие. Клин. физиол. и функц. пробы, М., Медгиз, 1961.
4. Крепс Е. М. — Оксигеметрия, техника, применение в физиол. и мед., Л., Медгиз, 1959.
5. Лауэр Н. В., Колчинская А. З. — В кн.: Кислородный режим организма и его регулирование, К., «Наукова думка», 1966, 3.
6. Маршак Е. М. — Регуляция дыхания у человека, М., Медгиз, 1961.
7. Рашман С. М. — Гигиена и санитария, 1970, 9, 93.
8. Рашман С. М. — Физиол. журн. АН УРСР, 1971, XVII, 1, 97.
9. Трахтенберг И. М., Рашман С. М. — В сб.: Пробл. вищої школи, К., «Вища школа», 1971, 114.
10. Середенко М. М. — В кн.: Кислородный режим организма и его регулирование, К., «Наукова думка», 1966, 79.
11. Чукмасова Г. Г., Збарская Л. Ю., Скок В. И. — В сб.: Физиол. характеристика умств. и творч. труда, М., 1969, 139.
12. Cabanae M., Philpot R. — C. R. Soc. Biol. (Paris), 1964, 158, 1646.

Надійшла до редакції
7.VI 1971 р.

EXTERNAL RESPIRATION FUNCTION IN MENTAL ACTIVITY

S. M. Rashman

Pedagogical Institute, Kiev

Summary

Changes are shown in a 2 arterial blood saturation with oxygen as well as a number of external respiration indices respiratory frequency, respiratory capacity, respiratory minute capacity, oxygen consumption, oxygen intake coefficient, ventilation equivalent and a number of psychophysiological indices characterising the state of cortical processes under the effect of intense mental activity (solving the problems on mathematic analysis). The mechanisms are analysed of changes in the cardiovascular system and external respiration system observed during mental activity.

ВПЛИВ БАГАТО В СКЕЛЕТ

Відділ гіпоксичних станів Інст

Теоретичні розрахунки в артеріальній крові і його вмісту в органах організму при кисневій недостатності у 5—12 разів у порівнянні з нормою або в меншій мірі дослідженнях при вивченні шурів і собак [14], в щурів [19], в печінці, інтестинах, нирках, мозку, селезінці, в головному мозку, скелетній м'язовій тканині кроликів і собак [7], в білих шурів [12], в скелетній м'язовій тканині кроликів [2].

Проте у цих працях не вивчали впливу гіпероксії на pO_2 в скелетній м'язовій тканині.

Досліди проведені на білих шурах під впливом високого тиску кисню на pO_2 в м'язовій тканині під час підвищення тиску в камері здійснювалось у режимі 1 при 2 ата — 60 хв, чотири рази. У другій серії білі шури зазнавали впливу високого тиску трьох тижнів по 40 хв щодня. Для визначення впливу високого тиску кисню на pO_2 в скелетній м'язовій тканині шурів.

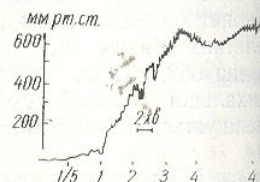


Рис. 1. Зміни pO_2 в скелетній м'язовій тканині білого щура під час дії підвищеного тиску кисню в 4 ата.

По вертикалі pO_2 (мм рт. ст.); по горизонталі — час дії підвищеного тиску кисню в 4 ата.