

Таблиця 3. Динаміка вмісту вільних амінокислот у сирних продуктах та контрольних сирах типу "Костромський" (мг/100 г сиру)

Амінокислота	Сири після пресування		Зрілі сири	
	Контроль	Сирний продукт	Контроль	Сирний продукт
Треонін	-	-	27,168	14,085
Валін	-	0,159	6,189	2,883
Метионін	-	-	0,954	0,306
Лейцин	0,297	0,696	42,063	20,067
Фенілаланін	0,426	0,738	50,619	28,218
Лизин	8,4	15,615	22,932	16,446
Глутамінова кислота	20,124	31,428	51,156	35,385
Пролін	9,444	12,327	16,587	11,163
Аланін	-	-	8,43	4,581
Аспарагінова кислота	0,945	0,387	3,105	0,411
Тирозин	6,429	9,075	37,281	28,551
Гістидин	2,409	3,78	32,217	16,14
Сумарна кількість вільних амінокислот:	48,474	74,205	298,701	178,236
з них незамінних:	9,123	17,208	149,925	82,005

З наведених даних можна бачити, що вміст вільних амінокислот, низький на початку визрівання, значно збільшувався у зрілих продуктах: у дослідному варіанті з соєвим ізолятом у 2,4 рази, а у контрольному – у 6,2 рази порівняно з етапом після пресування. При цьому у зрілих сирних продуктах рівень вільних амінокислот був нижчим у 1,7 рази, а вільних незамінних амінокислот – у 1,8 рази, порівняно з контрольними сирами. Це відбивалось на менш вираженому смаку зрілих сирних продуктів.

Висновки. Додавання соєвого ізоляту при виробленні сирних продуктів за технологією твердого сичужного сиру "Костромський" уповільнювало процеси зсідання молочної сировини та утворення сирного зерна, яке було більш дрібним та м'яким.

Масові частки сухих речовин та загального білка, показники активної кислотності у зрілих сирних продуктах майже не відрізнялись від контролю, тоді, як відносний вміст розчинного азоту був нижчий на 17,7% від контрольних сирів. При цьому рівень вільних амінокис-

лот у зрілих сирних продуктах був нижчим у 1,7 рази, а вільних незамінних амінокислот – у 1,8 рази порівняно з контрольними сирами.

У сирних продуктах уповільнювалось визрівання протеолізу казеїнів відбувався менш інтенсивно, ніж у контрольних сирах, одночасно також гідролізувалися білки соєвого ізоляту.

1. Atia M., Wenshui X., Guonong Z. Effect of soy protein supplementation on the quality of ripening Cheddar-type cheese // Intern. J. Dairy Technology. – 2004. – V. 57, I. 4 – P. 209.
2. Fenelon M.A., O'Connor P., Guinee T.P. The effect of fat content on the microbiology and proteolysis in Cheddar cheese during ripening // J. Dairy Science. – 2000. – V. 83. – P. 2173-2183.
3. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. – 1970. – v.227. – P.680-685.
4. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. – 2003. – С. 47-56.
5. ГОСТ 26781-85 Молоко. Метод измерения pH.
6. ДСТУ ISO 968:2006 Молоко. Визначення вмісту азоту.
7. Зобкова З.С., Фурсова Т.П., Мырив В.Н. Молочные продукты с соевым белком // Молочная промышленность. – 1996. – № 7. – С. 17-20.

Надійшла до редколегії 27.01.12

УДК 612.017.2+612.273+612.766.1:796

О. Лисенко, канд. біол. наук

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ CO₂ І O₂ НА СТРУКТУРУ ДИХАЛЬНОЇ РЕАКЦІЇ ЗА УМОВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РІЗНОГО ХАРАКТЕРУ

Представлені результати дослідження особливостей впливу концентрації CO₂ і O₂ на структуру дихальної реакції організму та ефективності діяльності дихальної системи за умов фізичних навантажень різного характеру енергозабезпечення.

The results of study of the influence of CO₂ and O₂ on the structure of the respiratory reactions and the efficiency of the respiratory system of physical loads having different energy-supply character.

Вступ. Напружене фізичне навантаження характеризується вираженими гіпоксичними явищами в організмі. Регулярна повторюваність реакцій компенсації гіпоксії в процесі ряду років спортивного тренування певним чином змінює загальну реакцію організму на дію різних факторів. Специфіка умов конкретного виду м'язової діяльності чітко відображається на рівні і динамічних характеристиках реакції кардіореспіраторної системи (КРС) на дію гіперкапічної і гіпоксичних зрушень дихального гомеостазису як у стані спокою, так і в умовах напружених фізичних навантажень [1, 3, 6, 7, 10, 11]. Як відомо, управління легеневою вентиляцією здійснюється в основному завдяки стимуляції із медулярних і артеріальних хеморецепторів, що приводять об'єм дихання згідно з метаболічними потребами організму [2, 8, 9, 11]. Під час фізичного навантаження співвідношення, встановлені для умов відносного спокою, різко порушуються, а також змінюється порівняльний внесок цих зрушень у формування рівня легеневої вентиляції і дуже різноманітна послідовність їх прояву в процесі розвитку вентиляторної відповіді на м'язову діяльність різного характеру. На сьогоднішній час не достатньо

досліджень змін внеску дихального об'єму та частоти дихання в формування рівня легеневої вентиляції за умов фізичних навантажень, а також залежності структури дихальної реакції від співвідношення аеробних та анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні фізичного навантаження.

Мета роботи полягала у визначенні впливу концентрації CO₂ і O₂ на структуру дихальної реакції організму, а саме, на співвідношення дихального об'єму і частоти дихання у формуванні рівня легеневої вентиляції умов фізичних навантажень різного характеру енергозабезпечення.

Об'єкт і методи. Дослідження проводилися в лабораторних умовах в змагальному періоді підготовки за участю 319 кваліфікованих спортсменів (КМС-МС), які тривалий час спеціалізувалися в обраному виді спорту (легка атлетика, триатлон, веслування на байдарках і каное, веслувальний слалом, баскетбол, хокей, біатлон, лижні гонки та ін.). Використовувався діагностичний ергоспірометричний комплекс "Oxycan Pro" ("Jager", Німеччина). Досліджувалися показники газообміну, зов-

нішнього дихання, центральної гемодинаміки, ацидемічних зрушень крові і фізичної працездатності спортсменів за умов тестового навантаження. Як модель навантаження "змішаного" (аеробного і анаеробного) енергозабезпечення використовували тестове навантаження ступенезростаючої потужності тривалістю 14-20 хвилин до моменту досягнення індивідуальних меж споживання O_2 (рівень "критичної" потужності) – до моменту "довільної відмови від роботи" [3, 4, 8, 10, 11]. Тест виконувався на тредмілі LE-200 C (Німеччина) при постійній швидкості руху і при постійній зміні потужності (кожні 2 хвилини) на 17 Вт.

В реальному масштабі часу (breath by breath) визначали основні характеристики реакції КРС: легеневу вентиляцію (V_E), частоту дихання (f_T), дихальний об'єм (V_T), концентрацію CO_2 і O_2 у видихуваному (F_{E,O_2} , F_{E,CO_2}) і в альвеолярному повітрі (F_{A,O_2} , F_{A,CO_2}), споживання O_2 (VO_2), виділення CO_2 (VCO_2), газообмінне відношення ($RQ = VCO_2 \cdot VO_2^{-1}$), вентиляційні еквіваленти для O_2 ($EQO_2 = V_E \cdot VO_2^{-1}$) і для CO_2 ($EQCO_2 = V_E \cdot VCO_2^{-1}$), кисневий пульс (" O_2 -пульс" = $VO_2 \cdot ЧСС^{-1}$) та ін. З огляду на те, що виміри проводилися у відкритій системі, показники зовнішнього дихання приведені до умов BTPS, а газообміну – до умов STPD. Статистичне опрацювання результатів проводили з використанням комп'ютерної програми "Microsoft Excel" з визначенням основних статистичних показників.

Тестування проводилося після дня відпочинку при стандартизованому режимі харчування і питного режиму. Спортсмени були інформовані про зміст тестів і дали згоду на їхнє проведення.

Результати та їх обговорення. При зіставленні динаміки основних характеристик структури дихальної реакції (легеневої вентиляції – V_E , дихального об'єму – V_T , частоти дихання – f_T) та концентрацій O_2 і CO_2 в кінці видиху (F_{E,O_2} , F_{E,CO_2} , %) при однакових рівнях механічної потужності фізичної роботи (W , Вт) за умов

виконання навантаження ступенезростаючої потужності у кваліфікованих спортсменів виявлені певні відмінності, що пов'язані з характером ацидемічних зрушень внутрішнього середовища організму та з різним співвідношення аеробних і анаеробних процесів в енергозабезпеченні на різних рівнях потужності тестового навантаження. Так, як видно з рис. 1., для F_{E,O_2} на початку роботи відмічається поступове зниження внаслідок збільшення ефективності утилізації O_2 із альвеолярного повітря до рівня порогу аеробного обміну (точка порогу аеробного обміну – АП на рис. 1.). З підвищенням в енергозабезпеченні фізичної роботи внеску анаеробних гліколітичних процесів (після перевищення рівня порогу аеробного обміну – АП) відмічається поступове підвищення F_{E,O_2} , що можливо пов'язано з збільшенням компенсаторної гіпервентиляції. Вважають, що гранично інтенсивна робота викликає відносну гіпервентиляцію і може навіть підвищити O_2 в альвеолярному повітрі, збільшуючи тим самим альвеолярно-артеріальний градієнт [1, 6, 7-9, 11]. При цьому відмічається збільшення вентиляційного еквіваленту для O_2 , який свідчить про зниження ефективності легеневої вентиляції.

Для концентрації CO_2 в кінці видиху (F_{E,CO_2} , %) під час виконання тривалої фізичної роботи з поступовозростаючою потужністю відмічається протилежна динаміка. Як видно на рис. 1. на початку роботи в аеробній зоні до рівня порогу аеробного обміну (АП) відмічається поступове підвищення F_{E,CO_2} , що може відображати поступове підвищення в енергозабезпеченні активності анаеробних гліколітичних процесів і як результат збільшення поступового виведення "не метаболічного" CO_2 із організму (підвищення рівня VCO_2) при адекватному підвищенню рівню легеневої вентиляції, тому і не відмічається в цей період збільшення вентиляційного еквіваленту для CO_2 . В подальшому відмічається стабілізація величини F_{E,CO_2} в зоні ізокапічного буферування.

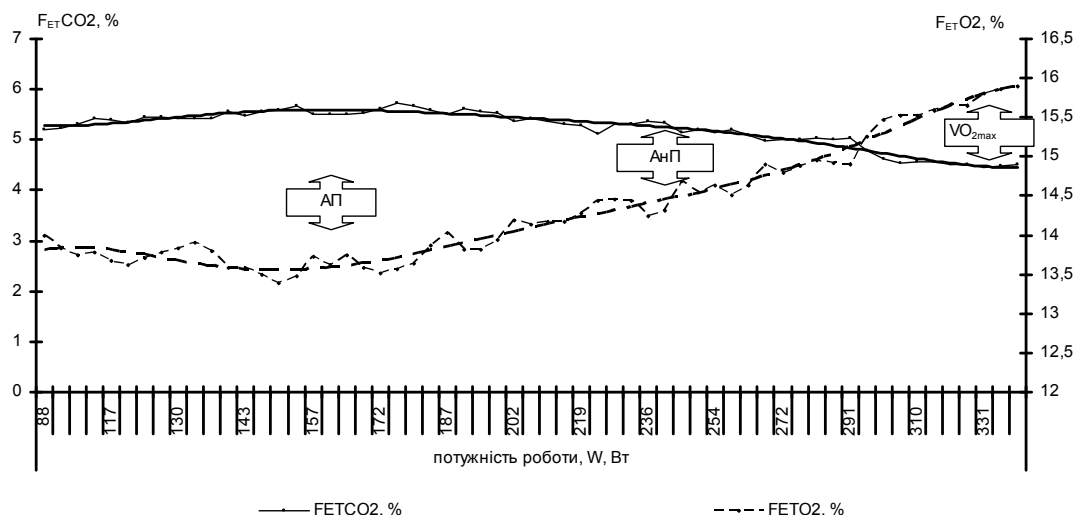


Рис. 1. Динаміка концентрації O_2 (F_{E,O_2} , %) і CO_2 (F_{E,CO_2} , %) в кінці видиху при однакових рівнях механічної потужності фізичної роботи (W , Вт) за умов виконання фізичного навантаження ступенезростаючої потужності у кваліфікованих спортсменів: АП – аеробний поріг, АНП – анаеробний поріг, VO_{2max} – досягнення максимального рівня споживання кисню

Після перевищення порогу анаеробного обміну (АНП) при подальшому підвищенні активності анаеробних гліколітичних процесів із збільшенням інтенсивності фізичного навантаження відмічається зниження F_{E,CO_2} . Як уже зазначалося зі збільшенням потужності фізичної роботи спостерігається прогресивний приріст виділення CO_2 , як метаболічного, так і "неметаболічного" походження, що утворюється при буферизованні ацидемічних зрушень в організмі,

пов'язаних з утворенням молочної кислоти. Зменшення концентрації CO_2 є результатом різкого збільшення рівня легеневої вентиляції внаслідок прогресуючого ступеню ацидозу, що приводить до збільшення хеморецепторної стимуляції, збільшення активності артеріальних хеморецепторів. Зниження pCO_2 можна розглядати як стійкий компенсаторний механізм підтримання кислотно-лужного стану крові у відповідь на надходження в кров лактату, що підтримує концентрацію водородних іонів на

високому рівні. Компенсаторна гіпервентиляція приводить до виведення CO_2 через легені, що спричинює вимивання CO_2 із організму, що приводить до зниження ємкості бікарбонатної буферної системи, підвищення рН при деякому зниженні PaCO_2 , збільшення дефіциту буферних основ, тобто розвитку респіраторного алкалозу та розвитку рухової гіпокапнії, яку вважають лімітуючим фактором фізичної працездатності і функцій кардіореспіраторної системи [1, 5, 6, 9, 10]. Зріст рівня легеневої значно більший ніж рівень виведення CO_2 , що відображається на збільшенні вентиляційного еквіваленту для CO_2 в цей період фізичної роботи.

Вміст CO_2 в альвеолярному повітрі змінюється не однонаправлено, оскільки його виділення із організму залежить від рівня газообміну і від розмірів буферування молочної кислоти в бікарбонатній системі крові. Зв'язування молочної кислоти бікарбонатами приводить к виділенню додаткового по відношенню до даного метаболічного рівня кількості CO_2 і появи при навантаженнях середньої інтенсивності незначної гіперкапнії, а потім, в міру збільшення інтенсивності фізичного навантаження і появи некомпенсованого метаболічного ацидозу – гіпокапнії, як наслідок надлишкової легеневої вентиляції (гіпервентиляції). Деякі автори розглядають залежність $V_E - F_{\text{ETCO}_2}$ як відображення двох компонентів реакції, спрямованої на виведення надлишку CO_2 з організму [5]: 1) *метаболічного* – збільшення F_{ETCO_2} при відносно невеликому рівні легеневої вентиляції; 2) *вентилятор-*

ного – збільшення рівня легеневої вентиляції при низьких значеннях CO_2 . Таким чином, концентрація O_2 і CO_2 в кінці видиху (F_{ETO_2} , F_{ETCO_2} , %) відображає ацидемічні зрушення внутрішнього середовища організму при напруженому фізичному навантаженні з різним співвідношення аеробних і анаеробних процесів в енергозабезпеченні. При цьому, виявлено пряма залежність концентрації O_2 в кінці видиху від потужності тестового навантаження ($r=0,919$, $p<0,05$) та негативна залежність для концентрації CO_2 в кінці видиху ($r=-0,808$, $p<0,05$).

В подальшому було проаналізовано особливості впливу змін F_{ETCO_2} та F_{ETO_2} на основні параметри діяльності дихальної системи. На рис. 2. представлена динаміка рівня легеневої вентиляції, дихального об'єму та частоти дихання, що характеризують зміни в структурі дихальної реакції у кваліфікованих спортсменів за умов виконання фізичної роботи ступенезростаючої потужності, що моделює різне співвідношення аеробних та анаеробних процесів в енергозабезпеченні при різних рівнях потужності.

При співставленні даних представлених на рис. 1. та на рис. 2. звертає на себе увагу можливість виділення різних періодів навантаження (фаз), що характеризуються різним ступенем приросту основних параметрів діяльності кардіореспіраторної системи, який можна охарактеризувати кутом нахилу (табл. 1.).

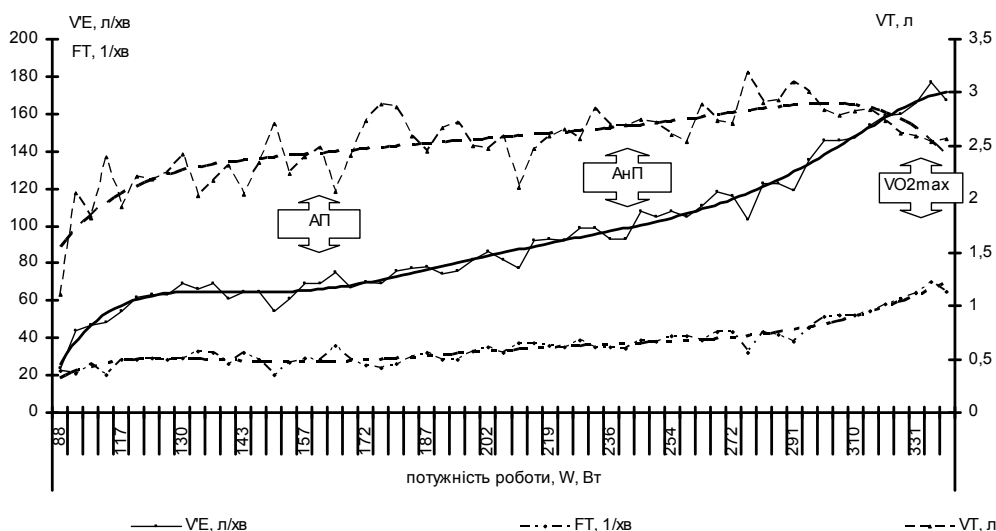


Рис. 2. Динаміка рівня легеневої вентиляції (V_E , л·хв⁻¹), дихального об'єму (V_T , л) і частоти дихання (f_T , хв⁻¹) при однакових рівнях механічної потужності фізичної роботи (W , Вт) за умов виконання навантаження ступенезростаючої потужності у кваліфікованих спортсменів: АП – аеробний поріг, АнП – анаеробний поріг, $\text{VO}_{2\text{max}}$ – досягнення максимального рівня споживання кисню

Таблиця 1. Періоди фізичної роботи, що характеризуються різним приростом основних параметрів функціонування кардіореспіраторної системи

Період	Характеристика періоду	Зміни основних характеристик КРС
1	Період на початку роботи, що характеризується стрімким збільшенням показників фізіологічної реакції	значний приріст рівня легеневої вентиляції (52^0), дихального об'єму ($57,5^0$), частоти дихання (26^0) зміни по величині F_{ETO_2} та F_{ETCO_2} не відмічається
2	Період відносно стійкого стану, що характеризується стабільністю, невеликою варіативністю фізіологічних показників	не змінюється рівень легеневої вентиляції (0^0), зменшення частоти дихання (-4^0), приріст дихального об'єму ($8,5^0$), збільшення F_{ETCO_2} (9^0), зниження F_{ETO_2} (-13^0), що свідчить про розвиток гіперкапнії в цей період виконання фізичної роботи.
3	Період постійного поступового збільшення фізіологічних показників	приріст рівня легеневої вентиляції (17^0) в основному за рахунок продовження збільшення величини дихального об'єму ($8,5^0$) та початку збільшення частоти дихання (7^0), збільшення F_{ETO_2} (19^0), зниженням F_{ETCO_2} (-6^0).

Закінчення табл. 1

Період	Характеристика періоду	Зміни основних характеристик КРС
4	Період стрімкого збільшення фізіологічних показників	після значного зниження $F_{ET}CO_2$ (-12^0) відмічається різке збільшення дихального об'єму (12^0), збільшення $F_{ET}O_2$ (32^0), рівня легеневої вентиляції (37^0). не значний приріст частоти дихання (7^0).
5	Період, який може характеризуватися як стабільністю параметрів фізіологічних показників і/або їх зниження	при досягненні біля максимальних рівнів споживання O_2 відмічається подальше збільшення рівня легеневої вентиляції, але вже за рахунок приросту частоти дихання (25^0). В період, коли відмічається значне збільшення частоти дихання величина дихального об'єму після короткого стійкого стану починає вірогідно знижуватися (31^0).

Слід відмітити, що зміни рівня легеневої вентиляції співпадають зі змінами $F_{ET}O_2$, змінам величини дихального об'єму передують зміни $F_{ET}CO_2$, а змінам частоти дихання – зміни $F_{ET}O_2$. Звертає на себе увагу різна ступінь змін $F_{ET}O_2$, $F_{ET}CO_2$ при тестових навантаженнях різного характеру енергозабезпечення, що можливо і зумовлює різний їх вплив на діяльність дихальної системи. Так, за умов фізичної роботи ступінчастозростаючої потужності відмічається збільшення $F_{ET}CO_2$ та зменшення $F_{ET}O_2$ в аеробній зоні виконання фізичної роботи, а також зменшення $F_{ET}CO_2$ та збільшення $F_{ET}O_2$ із збільшенням в енергозабезпеченні анаеробних гліколітичних процесів. Більш виражені зміни для концентрації CO_2 у кінці видиху ніж для концентрації O_2 . Так, $F_{ET}CO_2$ змінюється від початкового рівня на $28,16\%$ – $67,83\%$, а зміни $F_{ET}CO_2$ в межах $2,03\%$ – $8,19\%$. Більша величина змін для концентрації CO_2 можливо залежить від змін рівня активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні та механізмів компенсації прогресуючого ацидозу, а концентрація O_2 – більш постійна величина і, можливо в більшій мірі впливає за умов роботи ступенезростаючої потужності на зміни основних параметрів дихальної реакції.

Аналіз змін величини коефіцієнтів парної кореляції для рівня легеневої вентиляції свідчить про поступове збільшення взаємозв'язку V_E з $F_{ET}O_2$ і $F_{ET}CO_2$ від умов навантаження малої інтенсивності ($F_{ET}O_2$ $r=0,302$, $F_{ET}CO_2$ $r=-0,112$, $p<0,05$) до умов максимальної реалізації аеробних можливостей ($F_{ET}O_2$ $r=0,607$, $F_{ET}CO_2$ $r=-0,593$, $p<0,05$). Тобто, більш високим значенням рівня легеневої вентиляції відповідають більш низькі значення $F_{ET}CO_2$, що пояснюється тим, що чим вище рівень легеневої вентиляції при роботі з однаковим рівнем метаболізму, тим нижче $F_{ET}CO_2$.

Різні за характером закономірності виявлені для величини дихального об'єму та частоти дихання. Так, для величини дихального об'єму за умов стану відносного спокою та навантажень аеробного характеру відмічається найбільший взаємозв'язок з $F_{ET}CO_2$ ($r=0,402$, $p<0,05$), а також з $F_{ET}O_2$ (стан відносного спокою $r=-0,206$, на рівні порогу аеробного обміну $r=0,491$, $p<0,05$). Для частоти дихання відмічаються обернені закономірності – поступове збільшення взаємозв'язку f_T з $F_{ET}O_2$ і $F_{ET}CO_2$ від стану відносного спокою ($F_{ET}O_2$ $r=0,258$, $F_{ET}CO_2$ $r=-0,287$, $p<0,05$) до умов максимальної реалізації аеробних можливостей ($F_{ET}O_2$ $r=0,678$, $F_{ET}CO_2$ $r=-0,528$, $p<0,05$). При цьому, для величини дихального об'єму відмічається пряма залежність з $F_{ET}CO_2$ та обернена для $F_{ET}O_2$, а для частоти дихання, навпаки – пряма залежність з $F_{ET}O_2$ та обернена для $F_{ET}CO_2$.

Висновок. З підвищенням $F_{ET}O_2$ відмічається збільшення рівня легеневої вентиляції та частоти дихання в поєднанні із зниженням величини дихального об'єму. Найбільший взаємозв'язок величини дихального об'єму з $F_{ET}O_2$ відмічається в аеробній зоні виконання фізичного навантаження до порогу аеробного обміну. Із збіль-

шенням активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні відмічається послаблення взаємозв'язку V_T з $F_{ET}O_2$, що супроводжується збільшенням зв'язку $F_{ET}O_2$ з f_T та V_E .

Обернені закономірності відмічаються для $F_{ET}CO_2$ з основними параметрами дихальної реакції. Так, збільшення $F_{ET}CO_2$ в аеробній зоні виконання фізичного навантаження, що є наслідком процесів дихальної компенсації незначного збільшення ступеню ацидозу, відмічається збільшення величини дихального об'єму, яке супроводжується зниженням частоти дихання. Після перевищення рівня порогу анаеробного обміну (поява некомпенсованого метаболічного ацидозу) відмічається зменшення $F_{ET}CO_2$, що супроводжується збільшенням легеневої вентиляції за рахунок збільшення частоти дихання при зниженні величини дихального об'єму. При цьому, ступінь впливу $F_{ET}CO_2$ на V_T поступово зменшується із збільшенням активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні, а для f_T та V_E , навпаки, збільшується.

За звичайних умов більш сильні впливи на дихання спричинює гіперкапічний фактор. Так, для концентрації CO_2 в кінці видиху ($F_{ET}CO_2$) відмічається найбільший ступінь взаємозв'язку з основними параметрами діяльності дихальної системи а умов виконання навантаження аеробного характеру (при виконанні фізичної роботи ступенезростаючої потужності на рівні аеробного порогу, а також навантаження малої та середньої інтенсивності,) ніж для $F_{ET}O_2$. При підвищенні інтенсивності навантаження та при максимальних аеробних навантаженнях збільшується внесок гіпоксичного фактору – більше значення набуває $F_{ET}O_2$, ніж $F_{ET}CO_2$.

1. Абрикосова М.А., Баскин К.А., Иоффе Л.А., Карпман В.Л., Любина В.Г. Напряжение CO_2 в крови и альвеолах легких при мышечной работе различной интенсивности // Актуальные вопросы физиологии мышечной деятельности. – М., 1978. – С.74-85. 2. Бреслав И.С., Глебовский В.Д. Регуляция дыхания. – Л.: Наука, 1981. – 280 с. 3. Волков Н.И., Дардур У., Сметанин В.Я. Градации гипоксических состояний у человека при напряженной мышечной деятельности // Физиология человека. – 1998. – Т. 24, №3. – С. 51-63. 4. Лактатный порог и его использование для управления тренировочным процессом: Метод. рекомендации / Под ред. Мищенко В.С. – Киев: Абрис, 1997. – Вып.4. – 62 с. 5. Левинский С.В., Малкиман И.И. Формирование функционального состояния систем дыхания и терморегуляции при работе в атмосфере с повышенным содержанием двуокиси углерода // Физиология человека. – 1990. – Т.16, №1. – С.133-140. 6. Мищенко В.С., Лисенко Е.Н., Виноградов В.Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. – К., 2007. – 351 с. 7. Cautero M., di Prampero P. E. Tam E., Capelli C. Alveolar oxygen uptake kinetics with step, impulse and ramp exercise in humans // European Journal of Applied Physiology. – 2005, December. – Vol. 95 (5-6). – P. 474-485. 8. Dekerle J, Baron B, Dupont L, Vanvelcenaher J, Pelayo P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power // Eur J. of Appl. Physiol. – 2003 May. – Vol. 89 (3-4). – P. 281-288. 9. Khoo M.C.K. A model-based evaluation of the single-breath CO_2 ventilatory response test // J. Appl. Physiol. – 1990. – № 68. – P. 393 – 399. 10. Morton R.H. Critical power test for ramp exercise // Europ. J. of appl. Physiol., Berlin. – 1994. – Vol.69, №5. – P.435-438. 11. Wasserman K., Hansen J., Sue D. Principles of Exercise testing and interpretation. – Lea and Feliger, Philadelphia, 1987. – 274 p.