

7. Krzysztof Błonski (2014), Czas wolny mieszkańców dużych miast w Polsce – wyniki badań / Błonski Krzysztof, Konsumpcja i Rozwój, Vol.1(no.6), pp. 39–48.
8. Martyka Anna (2012), Czas wolny dzieci we współczesnych polskich miastach, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska, pp. 105–120.
9. Physical activity statistics. British Heart Foundation Centre on Population Approaches for Non Communicable Disease Prevention. Nuffield Department of Population Health, University of Oxford, 2015 – 126 p.

УДК 612.014: 796.011.3: 796.056
ББК 75.0

Богдан Мицкан, Зіновій Остап'як,
Богдан Лісовський

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРЕНУВАННЯ ДИХАЛЬНИХ М'ЯЗІВ У СПОРТСМЕНІВ

Мета нашого дослідження, показати фізіологічне підґрунтя та результати застосування тренування дихальних м'язів у спортсменів різних видів спорту. У роботі були застосовані теоретичні методи дослідження: аналіз, синтез, індукція, дедукція.

Накопичені дані за останні 25 років вказують на суттєву роль дихальної системи в обмеженні високої інтенсивності вправ на витривалість в організмі людини. Аналізуються фізіологічні ефекти, які настають при втомі дихальних м'язів.

В роботі дана характеристика змін при тренуванні дихальних м'язів у спортсменів різних видів спорту. Аналіз причин розбіжностей ефективності тренування дихальних м'язів.

Ключові слова: дихальні м'язи, тренування дихальних м'язів, спортсмени, витривалість.

The aim of our study show physiological basis and results of respiratory muscle training athletes in various sports. The paper used theoretical methods: analysis, synthesis, induction, deduction.

The accumulated data from the past 25 years indicate the important role of the respiratory system to control high-intensity endurance exercise in humans. Analyzed the physiological effects that occur when fatigue of the respiratory muscles.

This paper describes the changes in respiratory muscle training athletes in various sports. Analysis of the causes of efficiency differences training of respiratory muscles.

Keywords: respiratory muscles, respiratory muscle training, athletes, endurance.

Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень. Неухильне зростання досягнень в сучасному спорті зумовлює крайню ступінь напруженості тренувальної діяльності, параметри якої досягли критичних величин, подальше зростання яких істотно перевищує ресурси фізіологічних можливостей організму людини [2, 4, 11, 12, 15].

У зв'язку з цим, виникає необхідність спеціального глибшого вивчення впливу уже відомих позатренувальних засобів з метою визначення їх можливої ролі в підвищенні ступеня реалізації функціонального потенціалу організму з урахуванням різних станів, що виникають у тренувальному процесі. Одним із таких засобів, що володіє потенційно великими можливостями є використання в підготовці спортсменів – тренування дихальних м'язів (RMT). Історія вивчення скорочувальної функції дихальних м'язів займає період в два з половиною століття і починається роботою Гамбероґера “Дихальний механізм”, опублікований у Відні в 1727 р. [13]. В 1976 р. D.E. Leith і M. Bradley [46] показали, що сила і витривалість дихальних м'язів може бути підвищена за рахунок специфічного тренування дихальних м'язів, що нашло широке застосування в клініці та спорті. Але, не дивлячись на багаторічну історію використання RMT у спортсменів-професіоналів, однозначної відповіді на ефективність його у зазначеного контингенту немає.

Мета дослідження – проаналізувати фізіологічне підґрунтя та ефективність тренування дихальних м'язів у спортсменів різних видів спорту.

Методи дослідження. Для реалізації поставленої мети використані теоретичні методи: аналіз, синтез, індукція, дедукція

Результати дослідження. На відміну від серця, дихальна система здорових молодих людей, як правило, не вважається основним обмежуючим фактором для високої інтенсивності вправ на витривалість. Це пов'язано з тим, що ємність здорової легеневої системи у більшості людей достатня, щоб впоратися з вимогами, пов'язаними з вентиляцією і газообміном навіть під час значного навантаження – альвеолярна гіпервентиляція може істотно збільшити і підтримувати альвеолярний PaO_2 на досить високому рівні.

Крім того, опір дихальних шляхів і розтяжності легень під час фізичних вправ зберігаються біля рівнів спокою, а в нетренованих, дихання вимагає тільки $\leq 10\%$ від VO_{2max} і максимального серцевого викиду [16, 18], а інтраторакальні зміни тиску, що розвивається дихальною мускулатурою приблизно лише 40–50% від їх максимальної динамічної ємності [30, 37].

У цілому, дихальну систему можна розглядати як досить “збалансовану”, щоб задовольнити всі вимоги до газообміну в легенях, пов'язані навіть з високою інтенсивністю аеробних вправ [59].

Дихальні м'язи (ДМ) поряд з дихальним центром і провідними нервовими шляхами складають, так звану, респіраторну помпу – найважливішу ланку вентиляційного процесу. Всі ДМ відносяться до скелетних поперечносмугованих м'язів і за своєю гістологічною структурою практично не відрізняються від інших скелетних м'язів. ДМ можна розділити на інспіраторні і експіраторні. Головним інспіраторним ДМ є діафрагма, внесок якої в забезпечення вдиху у здорової людини становить приблизно 70%. До інших інспіраторних ДМ відносяться – грудинно-ключично-соскоподібний, драбинчасті і зовнішні міжреберні м'язи. Вони здійснюють розширення грудної клітки, що вносить свій внесок в розвиток від'ємного внутрішньогрудинного тиску, а також перешкоджають колапсу верхньої частини грудної клітки під час вдиху під дією негативного тиску, створюваного діафрагмою [1].

До експіраторних ДМ відносяться абдомінальні (прямі, косі, поперечні) м'язи. Вони не беруть участі в спокійному диханні у здорової людини, але при високій хвилинній вентиляції або при великому навантаженні на апарат дихання активно скорочення черевних м'язів створює “запас” еластичної енергії для полегшення подальшого інспіраторного зусилля [9]. Сила, що розвивається ДМ під час їх скорочення, залежить від числа активованих нейромоторних одиниць, частоти стимуляції, вихідної довжини м'язів і ступеня свободи їх руху. Дані закономірності характерні для всіх скелетних м'язів: сила-частота, сила-довжина і сила-швидкість. Для ДМ співвідношення сила-довжина є найбільш важливим. Так, довжина волокон діафрагми тісно пов'язана зі зміною легневих об'ємів – при їх збільшенні діафрагма ущільнюється, довжина її м'язових волокон зменшується, і сила скорочення знижується. Під час виконання фізичних вправ діафрагма в першу чергу є “генератором потоку”. Це означає, що її механічна потужність головним чином виражається в швидкості скорочення, а не тиску. І навпаки, грудна клітка і м'язи живота, в першу чергу є “генератором тиску”, тобто розвивають тиск, необхідний для переміщення грудної клітки та живота [1, 16].

Які основні тести використовуються для діагностики сили і витривалості ДМ.

При кількісній оцінці ефективності діяльності дихальних м'язів, за критерій експертної оцінки приймається залежність зміни обсягу легень і/або швидкість руху повітря від величини плеврального тиску при різних функціональних навантаженнях.

Оцінити величину енерговитрат можна також за величиною споживаного дихальними м'язами кисню, або за величиною виконаної ними механічної роботи.

У здорової людини крива залежності споживання кисню від величини легеневої вентиляції носить форму параболи. У стані спокою витрати енергії на роботу дихальних м'язів невеликі – споживання 0,35 мл O₂ на кожен літр вдихуваного повітря. При вентиляції легенів в 25 л/хв “киснева вартість” кожного літра повітря становить вже 1 мл O₂, при вентиляції 50 л – 2 мл, при 75 л – 3,2 мл, а при підвищенні вентиляції легенів до 150 л в хвилину на роботу дихальних м'язів витрачається до 1 л кисню [13].

Оскільки основним завданням ДМ є створення від'ємного (під час вдиху) і позитивного (під час видиху) тиску у грудній порожнині, то сила ДМ оцінюється шляхом вимірювання цих тисків на рівні верхніх дихальних шляхів (рот, ніс, носоглотка), в грудній клітині (за допомогою стравохідного катетера) і в черевній порожнині за допомогою шлункового катетера [3, 25].

Найбільш простим методом для оцінки сили ДМ є вимір максимального статичного тиску на рівні рота, який пацієнт створює при закритих дихальних шляхах під час максимального вдиху (PI max) і максимального видиху (PE max) [23] і вважається “золотим стандартом” такого роду дослідження і найбільш широко застосовується для оцінки функціонального стану дихальної мускулатури у спортсменів [52].

Незважаючи на сильну залежність PI max і PE max від легеневих об'ємів і тиску пасивної еластичності, фахівці рекомендують проводити маневри від рівнів залишкового об'єму (після видиху) і від рівня ОЄЛ (після повного вдиху). Як правило, при визначенні PI max і PE max виконується не менше 5 маневрів (часто і більше). Проби припиняють після досягнення відмінностей між трьома максимальними значеннями менше 5–10%. На даний час розроблені нормативні показники для пікового інспіраторного тиску [52].

Romer LM. et al. [58] рекомендують в “польових” умовах” з допомогою портативного спірометра визначити максимальну швидкість вдиху і вводячи певні коефіцієнти одержати PI max.

Одержані значення PI max сильно різняться залежно від багатьох чинників (методів і методик вимірювання, мотивації досліджуваних суб'єктів) і рекомендовано, щоб кожна лабораторія повинна розробляти свої власні еталонні значення показників [43]. Широко застосовується метод для оцінки тиску в дихальних шляхах, створюваного при скороченні інспіраторних ДМ – Sniff-тест (від англ. “Sniff” сопіння, шмигання, вдих носом). Так як складно підібрати вдалий еквівалент для даного терміну, багато фахівців вважають за краще використовувати його без перекладу. Маневр полягає в дуже швидкому й потужному вдиху через ніс при закритому роті. Вимірювання тиску під час sniff-тесту майже завжди проводиться від рівня ФОЕ. Sniff-тест є більш простим і більш фізіологічним в порівнянні з маневром PI max. Різновидом цього тесту є вимірювання тиску в порожнині носа під час Sniff-теста (SNIP – sniff nasal inspiratory pressure). SNIP не слід розглядати концептуально як заміник Pimax в клінічній оцінці, а скоріше як його доповнення, щоби виключити помилкову діагностику дисфункції ДМ при дослідженні Pimax. Використання окремо тестів, таких як PI max, sniff-теста, SNIP і інших доступних методів діагностики сили дихальних м'язів, в тому числі вимірювання діафрагмального тиску, має тенденцію до гіпердіагностики. Тому комбінації 2- 3 тестів збільшує точність діагностики на 19–56% [1, 50, 62].

Дані тести оцінюють лише загальну продуктивність дихальної мускулатури. Методи, основані на електроміографічних дослідженнях під час скорочення м'язів (ЕМГ) дозволяють диференціювати показники між різними дихальними м'язами [4, 9, 22].

Існують і такі тести, як метод визначення трансдіафрагмального тиску (ТДТ) за допомогою стимуляції діафрагмального нерва [11, 12, 30], магнітометрія торако-абдомінальної області [25], ультразвукове сканування діафрагми [5, 10]. Діафрагма є єди-

ною ДМ, силу якої можна виміряти окремо від усіх інших ДМ. Дане завдання вирішується при вимірюванні трансдіафрагмального тиску, який розраховується як різниця між шлунковим і езофагальним тиском [29]. Для вимірювання ТДТ потрібна введення двох катетерів – в стравохід і шлунок, тому тест є досить інвазивним і найчастіше виконується в спеціалізованих лабораторіях.

Поряд із зазначеними вище клініко-фізіологічними методами для оцінки дихальної м'язової сили і витривалості, використовуються механічні і математичні моделі, де можна визначити внесок різних компонентів в акт дихання [8, 9, 54].

Витривалість ДМ оцінюють за спірографічними показниками (МОШ вд., МОШ вид. при форсованому диханні, а також при фізичному навантаженні. В останні роки з цією ціллю застосовується респіраторний м'язовий аналізатор “Micro RMA” (Respiratory Muscle Analyser) “Micro Medical Ltd.” Витривалість визначається в Дж і час потрачений на подолання резистивного навантаження в с. Потрібно відмітити, що на теперішній час для оцінки витривалості дихальних м'язів немає стандартного тесту.

При диханні в спокої і при помірних рівнях фізичного навантаження, метаболічні потреби збільшуються паралельно з альвеолярною вентиляцією, тиску газів артеріальної крові і кислотно-лужною рівновагою, а механіка дихання регулюється настільки точно, що робота, яка виконується дихальною мускулатурою зведена до мінімуму [16].

Високий рівень роботи дихальних м'язів, які повинні бути стійкими протягом тривалого часу, при значних навантаженнях викликають втому ДМ. Дослідження PI_{max} , PE_{max} , електроміографія, ультразвукове дослідження і ряд інших показників доказують, що втома дихальних м'язів, в тому числі і діафрагми, настає уже через 15–20 хвилин інтенсивного навантаження у спортсменів і через 5–6 хвилин у не спортсменів [39, 41, 57, 73]. Цьому сприяє низька анаеробна стійкість ДМ, вплив на них лактатоацидозу, обмежений запас глікогену, значне переважання червоних м'язових волокон [8, 10, 11]. Звичайне тренування на витривалість збільшує VO_2_{max} , але не є стимулом для збільшення мітохондріального дихання в діафрагмі [3, 4].

Під час значного фізичного навантаження підвищені вимоги до вентиляції визначають підвищену нейронну імпульсацію до дихальної мускулатури. Це визначає підвищену механічну потужність, що розвивається м'язами. М'язова сила дорівнює швидкості укорочення помножена на тиск.

Насправді, при фізичних тренуваннях на витривалість у спортсменів тиск, що створюється за допомогою інспіративних м'язів може наближатися до максимально можливого, а тиск видиху збільшується до рівня, при якому настає обмеження видиху. На видиху обмеження потоку викликає, так звану, “динамічну гіперінфляцію” [16, 49]. При збільшенні легневих обсягів, інспіративні м'язи повинні подолати більший опір легень і грудної стінки. Крім того, вони коротші і, отже, менш здатні генерувати тиск. В результаті, в цих умовах споживання кисню дихальними м'язами збільшується. Під час інтенсивних фізичних навантажень ($>85\% VO_2_{max}$) у висококваліфікованих спортсменів, дихальні м'язи вже споживають до 15–16% VO_2_{max} і серцевого викиду. Разом з цим м'язи живота, разом з діафрагмою, відіграють певну роль в якості “допоміжного серця” під час виконання вправ [17, 29, 30, 32].

В меншій мірі, скорочення м'язів кінцівок сприяє венозному поверненню і полегшує проштовхування крові з судин скелетних м'язів, за допомогою так званої “скелетної м'язової помпи”. Проте, даний механізми працює тільки при помірних фізичних навантаженнях [63].

Одночасно підвищення внутрішньогрудинного тиску визиває ефект Вальсальви – зменшуючи швидкість наповнення шлуночків під час діастолі і зменшення ударного

об'єму. Ці ефекти дихальних м'язів на серцево-судинну систему значно погіршують доставку кисню під час їх втоми і усугубляють загальну втому [22].

Втома дихальних м'язів може ініціювати metaboreflex, що призводить до звуження судин м'язів опорно-рухового апарату, посилюючи периферичну втому працюючих м'язів опорно-рухового апарату [57, 58, 59].

Як вказує М. Amann [17], накопичені дані за останні 25 років показують суттєву роль здорової дихальної системи в обмеженні високої інтенсивності вправ на витривалість в організмі людини. Цей вплив опосередковується через зменшення постачання O₂ до м'язів. Зниження транспортування O₂ викликані нездатністю легеневої системи для підтримки артеріальної оксигенації під час фізичних вправ і/або дихальним metaboreflex м'язів, які визивають зниження працездатності. Крім того, інтраторакальні зміни тиску, пов'язані з високою респіраторною роботою під час інтенсивних фізичних вправ обмежують серцевий викид. Все це підтверджує, що легенева система є ключовою, хоча і сильно варіабельною, детермінантою роботи на витривалість у здорових людей.

Статеві особливості дихальної системи. Дослідження [30, 56] вказують на різні структурні і функціональні легеневі відмінності між жінками і чоловіками: жінки характеризуються меншими об'ємами легень і дихальних шляхів, меншою дифузійною здатністю легень і зниженою максимальною швидкістю потоку видиху в порівнянні з чоловіками. Хоча ні чоловіки, ні жінки не досягають своєї максимальної ефективної вентиляції під час фізичних вправ, жінки приближаються до цього значення ближче, ніж чоловіки. Отже, велика частка загального споживання кисню і серцевий викид спрямований на дихальні м'язи, що впливають на продуктивність вправ. В сукупності, наявні дані свідчать про те, що статеві відмінності реакції дихальної системи у відповідь на фізичні навантаження можуть розглядатися як "обмежувальні" при значних фізичних навантаженнях. Тим не менше, деякі фундаментальні питання залишаються ще без відповіді.

Дихальні м'язи в умовах спортивної діяльності втомлюються і відносно полегшення їх роботи досить суттєво впливає на витривалість. Одним із методів оптимізації роботи дихальної мускулатури є спеціальне тренування з метою розвитку сили і витривалості, підвищення ефективності та економічності її роботи.

Тренування сили дихальних м'язів проводиться на вдиху (ІМТ) або на видиху (ЕМТ) або в комбінації. В останні роки застосовують і "гіпоксичне дихання" з цією ціллю, але механізм в даному випадку набагато складніший і в даній роботі не буде проаналізований.

Дихальні м'язи реагують на тренувальні стимули таким же чином, як і скелетні м'язи тобто шляхом проходження адаптації до їх структури та функції, які є специфічними для тренувального стимулу:

- структурні перетворення – зміни типу м'язового волокна, збільшення площі поперечного розміру волокна (гіпертрофія);
- функціональні пристосування – поліпшення міцності, швидкості, потужності, продуктивності, витривалості пікового потоку на вдиху, тиску максимального вдиху і видиху.

Методи навчання RMT можна розділити на два типи: збільшення опору вдиху і видиху та тренування на витривалість.

В першому випадку – збільшується тиск на вдиху і видиху на сьогоднішній день є найбільш часто застосовується.

Тренування на витривалість – використовується, так звану добровільну isocarpic гіпервентиляцію, тобто, потрібно підтримувати високий рівень гіпервентиляції протягом 40 хвилин [20].

Ші S.K. et al [20] показали, що ефект настає незалежно від методу навчання RMT (опір вдиху, видиху, isocarpic гіпервентиляція), в той же час, комбінація опору вдиху і видиху більш ефективно, а в роботі Wüthrich TU. [72] навпаки – інтервальне isocarpic тренування найбільше ефективно. Tong T.K. et al. [18] досягли кращого результату при комбінації “розминки” і основного курсу RMT.

Дослідження Sonetti D.A. et al. [28] показали, що як сила, так і витривалість дихальних м'язів може бути істотно підвищена, під час тренувань. Ця теза була широко підтримана і впроваджена в програми тренувань у добре підготовлених спортсменів зі значним покращенням показників сили і витривалості дихальних м'язів. Дані результати показали, що є потенціал для поліпшення функції дихальних м'язів. Важливо відзначити, що втома дихальних м'язів залежить від загальної втоми.

Однак, наукові роботи послідовних років не так однозначно говорять про ефективність RMT у здорових людей і, особливо, у спортсменів.

У більшості робіт показано, що у здорових людей RMT на протязі 4–12 тижнів в діапазоні 60–85% від PI_{max} підвищує силу і витривалість дихальних м'язів, в тому числі і діафрагми, по показникам PI_{max} , PE_{max} , УЗД і магнітної стимуляції діафрагми, в середньому, на 18–59% [19, 21, 22, 29, 26, 37, 40, 74]. Проте, зміни загальної витривалості не корелювали зі змінами втоми дихальної мускулатури [34]. Kurti SP. et al. [44] не досягли ніякого ефекту при RMT.

Тренування ДМ у спортсменів різних видів спорту

Веслування. Дихання під час веслування прив'язано до біомеханіки рухів з чіткою регламентацією стосовно вдиху і видиху. Під час веслування дихальні м'язи виконують подвійну функцію: допомагають в генерації сили, тобто за рахунок пульмомускулярного рефлексу можуть впливати на потужність проводки, та є виконавчим елементом для контролю вентиляції легень [6]. Під впливом тритижневого тренування інспіративних м'язів в поєднанні з природним тренувальним процесом кваліфікованих спортсменів відзначаються позитивні зміни як працездатності дихальних м'язів, так і функціональних показників. Характер змін функціональних можливостей залежить від спеціальних вправ тренування дихальних м'язів. Більший ефект спостерігається при використанні більш високої потужності вправ RMT. Показана принципова можливість диференціювання впливів RMT при різних режимах їх інтенсивності. Однак конкретні способи диференціації потребує подальших досліджень [3].

Підвищення PI_{max} і PE_{max} , а також VO_2_{max} привело тренування дихальних м'язів протягом 6-11 тижнів при опорі на вдиху у професіональних гребців, але не було покращення спортивних результатів [65]. Для досягнення більш високого спортивного результату Klusiewicz A. Et al. [64] рекомендують після досягнення ефекту RMT зменшити тренувальне навантаження для підтримки досягнутого рівня.

А от дослідження Gordon J. Bella et al. [36] на протязі 9 тижнів у спортсменів з веслування на байдарках RMT не дало ніякого позитивного ефекту.

Плавання. Плавці знаходяться в горизонтальному або близько до горизонтального положення і піддаються дії гідростатичних сил, тому вимоги для дихальних м'язів, включають: скорочений робочий цикл в наслідок контрольованої частоти дихання; необхідність розширення грудної клітки проти додаткового тиску при зануренні у воду, збільшення потоку резистивного навантаження. Крім того, деякі дихальні м'язи також беруть участь в плавальному циклі. Це дає надію на позитивний результат RMT у спортсменів в даному виді спорту.

12-тижневе навчання RMT при вдиху показали покращення максимального тиску на вдиху, максимальну вихідну потужність вдиху, але вентиляційні показники не змінилися ($P > 0,05$) [57, 60]. Незначний позитивний ефект був досягнутий після 6

тижнів RMT на продуктивність плавання підготовлених плавців на дистанціях коротше 400 м, так як показники ОФВ1 МШвид, ФШвид статистично достовірно не змінилися [45], і у молодих плавців[42].

Rocha Crispino Santos MA et al. [48] не досягли покращення показників PI_{max} , PE_{max} при RMT, пояснюючи тим, що плавці можуть підтримувати величину максимального тиску тривалий час і пропонують розробити нові маркери діагностики. Тільки в роботі Mitra Azizimasouleh et al. [26] з використанням опору на грудну клітку (еластична пов'язка) на протязі 4 тижнів досягли покращення середньої швидкості плавців.

Легка атлетика. Результати досліджень RMT у цьому виді спорту, як і при інших, не показали однозначних результатів. Після 4 тижневого RMT у бігунів покращилися показники сили вдиху і витривалості дихальних м'язів, але це не було корельовано з VO_{2max} і лактатом крові, а також показником загальної витривалості спортсменів [35], а в роботі Romer L.M., Mc Connell A.K., Jones D.A. [58] – навпаки – покращення PI_{max} у легкоатлетів корелює зі зменшення лактату крові, а також покращився час відновлення.

У бігунів на 10 км RMT протидіє втомі та покращує бігові характеристики [25]. Eastwood P.R., Hillman D.R., Finucane K.E. [19] вважають, що збільшення витривалості дихальних м'язів марафонців при RMT є наслідком різниці в структурі дихання, а не в збільшенні сили і витривалості дихальних м'язів.

Лижний спорт. Coast JR. et al. [47] доказують, що немає потреби у RMT, так як у спортсменів даного виду спорту і так високі показники PI_{max} і PE_{max} .

Велоспорт. Після RMT велосипедисти-шосейники збільшили витривалість дихальних м'язів на 12% і покращився VO_2 [33]. Vogiatzis I. Et al. [38] порівнюючи кровопостачання дихальних м'язів і м'язів опорно-рухового апарату у велосипедистів-професіоналів при максимальному фізичному навантаженні прийшли до висновку, що у міжреберних м'язах зменшується кровопостачання і це приводить до їх втоми. Схожі результати одержали Oueslati F., Boone J., Ahmaidi S. [53] при дослідженні взаємозв'язку між витривалістю дихальних м'язів і насиченням киснем тканин м'язів ніг, яке контролювалося за допомогою інфрачервоної спектроскопії і час втоми під час високої інтенсивності вправ (90% VO_{2max}). Результати роботи показали значне падіння насичення киснем м'язів нижніх кінцівок при збільшенні хвилинної вентиляції легень і ці зміни достовірно корелювали з витривалістю дихальних м'язів і розглядаються в якості одного з визначальних чинників продуктивності під час інтенсивних вправ.

Спортивні танці. Можливість і необхідність тренування інспіративних м'язів обґрунтовується тим, що напружене спортивне тренування при хронічному накопиченні втоми характеризуються зниженням реактивності мозку і вегетативних центрів, що може призводити до стійкого зниження тренувальних ефектів. Виникає при цьому відносний недолік стимулів (drive) реакції системи дихання, може бути одним з факторів зниження ефективності тренування. RMT на протязі 4 тижнів призвело до підвищення PI_{max} на 114,17% в порівнянні з контролем – 27,96%. Важливим моментом є те, що було зафіксовано зниження показника енерговитрат у експериментальної групи на 5,95% і підвищення цього ж показника у контрольній на 41,17%, що свідчить про істотне зниження кількості витраченої енергії інспіраторними м'язами під впливом тренування і демонструє ефективність RMT [7]

Триатлон. Дослідження Boussana A. et al. [66] показали, що у спортсменів, які мають однакові показники VO_{2max} , але різні показники PI_{max} , втома дихальних м'язів настає швидше при низьких значеннях цього показника.

RMT на протязі 5 тижнів у **футболістів** привело до збільшення PI_{max} , але ФЖЕЛ, ОФВ1, МВЛ і аеробна витривалість не покращилися [27, 67] і фахівці рекомен-

дують продовжити дослідження вивчення механізмів позитивного ефекту. Підвищилися показники PI_{max} , PE_{max} , а також товщина діафрагми у *науерліфтінгістів*, але без впливу на загальну витривалість [71] і аквалангістів [32].

Японські вчені обстежуючи 301 елітного спортсмена, незалежно від виду спорту, прийшли до висновку що RMT дає позитивний результат у випадку низького значення PI_{max} [51].

Яка причина таких неоднозначних результатів RMT у спортсменів.

На думку багатьох фахівців [20, 21, 29, 55], які провели ретроспективний аналіз наукових робіт – основною причиною таких результатів є методологічні чинники. По їх даним, в добре контрольованих і ретельно спланованих дослідженнях і використовуючи відповідні методи діагностики, дослідники доказують позитивний вплив RMT на фізичну працездатність. Очевидно, ще одна із причин – невідомі механізми зростання рівня фізичної працездатності при RMT в результаті підвищення PI_{max} , PE_{max} , а також їх зв'язок з стандартними маркерами на витривалість – VO_{2max} і поріг лактату [21, 59, 61].

Не дивлячись на невизначеність результатів RMT, багато спеціалістів рекомендують спортсменам таких видів спорту як гребля, біг на 5–10 км, плавання на 800–1500 м, велосипедний, триатлон, футбол, хокей і баскетбол в програму тренувань включати тренування дихальних м'язів для покращення витривалості [21, 29].

Висновок

Дослідження останніх років доказують роль легеневої системи в якості лімітуючого фактора при інтенсивних фізичних навантаженнях у спортсменів. Одним з резервів покращення функції легеневої системи є оптимізація роботи дихальної мускулатури за допомогою спеціального тренування з метою розвитку сили і витривалості, підвищення ефективності та економічності її роботи, але на сьогоднішній день не повністю вивчені механізми цього яке на сьогоднішній широко застосовується

Сила і витривалість дихальних м'язів є важливим компонентом зовнішнього дихання, який впливає на фізичну працездатність спортсменів.

На думку фахівців потрібно розробити нові діагностичні критерії для оцінки сили і витривалості дихальних м'язів.

1. Авдеев С. Н. Оценка силы дыхательных мышц в клинической практике / С. Н. Авдеев // Пульмонология и аллергология. – 2008. – № 4. – С. 12–17.
2. Бальсевич В. К. Контуры новой стратегии подготовки спортсменов олимпийского класса / В. К. Бальсевич // Теория и практика физической культуры. – 2001. – № 4. – С. 9–10.
3. Виноградов В. Специально направленная тренировка дыхательных мышц как средство повышения реализации функциональных возможностей квалифицированных спортсменов / В. Виноградов, Т. Томяк // Наука в олимп. спорте. – 2004. – № 1. – С. 51–55.
4. Виноградов В. Е. Основные факторы эффективности целевого использования мобилизационных внутренировочных средств в системе подготовки квалифицированных спортсменов / В. Е. Виноградов // Наука в олимпийском спорте. – 2007. – № 1. – С. 74–82.
5. Виноградов В. Тренування дихальних м'язів як засіб стимуляції працездатності у спортивних танцях / Валерій Виноградов, Владислав Доля // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2014. – № 2. – С. 50–54.
6. Гречуха С. В. Вплив додаткового опору повітряному потоку на параметри функціонування системи зовнішнього дихання кваліфікованих веслярів / С. В. Гречуха, О. О. Безкопильний, С. О. Коваленко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного. виховання і спорту. – 2010. – № 3. – С. 21–24.
7. Доля В. Л. Программа тренировки дыхательных мышц как средство стимуляции специальной работоспособности в спортивных танцах / В. Л. Доля // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2015. – Вип. 10. – С. 52–55.

8. Инновации в тренировке дыхательной мускулатуры (литературный обзор) / Троицкий М. С., Федоров С. Ю., Борисова та ін. // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – № 2. – Публикация 3–7.
9. Компоненти витривалості в структурі функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів / І. Сороневич, В. Пілевська, А. Дяченко та ін. // Вісник Прикарпатського університету. Сер.: Фізична культура. – Вип. 15. – 2012. – С. 142–150.
10. Миняев В. И. Особенности реакций торакального и абдоминального компонентов системы дыхания на добавочное резистивное сопротивление / В. И. Миняев, Я. Г. Золотухина // Вестник ТвГУ. Серия “Биология и экология”. – 2009. – Вып. 12. – С.10–15.
11. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская л-ра, 1997. – 584 с.
12. Солопов И. Н. Адаптация к физическим нагрузкам и физическая работоспособность спортсменов / И. Н. Солопов. – Волгоград : ВГАФК, 2002. – 80 с.
13. Суслина И. В. Индивидуально-типологические особенности функционального состояния дыхательной мускулатуры у спортсменов : дис. ... кан. біол. наук : 03 00 13 / Суслина Ирина Васильевна. – Волгоград, 2005. – 287 с.
14. Эффекты специальной тренировки дыхательных мышц на реактивные свойства кардиореспираторной системы в процессе тренировки квалифицированных спортсменов / В. С. Мищенко, В. Е. Виноградов, С. Савчин и др. // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 10. – С. 57–60.
15. Шкрєбтій Ю. М. Управління тренувальними і змагальними навантаженнями спортсменів високого класу в умовах інтенсифікації тренувального процесу підготовки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра наук з фіз. виховання і спорту : спец. : 24.00.01 “Олімпійський і професійний спорт” / Ю. М. Шкрєбтій. – К., 2006. – 40 с.
16. Aliverti A. The respiratory muscles during exercise / Andrea Aliverti // Breathe (Sheff). – 2016. – № 12 (2). – P. 165–168.
17. Amann M. Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans / M. Amann // Exp Physiol. – 2012. – № 97 (3). – P. 311–318.
18. Chronic and acute inspiratory muscle loading augment the effect of a 6-week interval program on tolerance of high-intensity intermittent bouts of running / T. K. Tong, F. H. Fu, R. Eston et al. // J Strength Cond. Res. – 2010. – № 24 (11). – P. 3041–3048.
19. Eastwood P. R. Inspiratory muscle performance in endurance athletes and sedentary subjects / P. R. Eastwood, D. R. Hillman, K. E. Finucane // Respiriology. – 2001. – № 6 (2). – P. 95–104.
20. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis / S. K. Illi, U. Held, I. Frank et al. // Sports Med. – 2012. – V. 42 (8). – P. 707–724.
21. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses / B. Haj-Ghanbari, C. Yamabayashi, T. R. Buna et al. // J. Strength Cond. Res. – 2013. – № 27 (6). – P. 1643–1663.
22. Effects of inspiratory muscle training on resistance to fatigue of respiratory muscles during exhaustive exercise / M. O. Segizbaeva, N. N. Timofeev, Zh. A. Donina et al. // Adv. Exp. Med. Biol. – 2015. – N.840. – P.35–43.
23. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility / H. Souza, T. Rocha, M. Pessoa et al. // J Gerontol A Biol. Sci. Med. Sci. – 2014. – № 69 (12). – P. 1545–1553.
24. Effects of combined training with breathing resistance and sustained physical exertion to improve endurance capacity and respiratory muscle function in healthy young adults / S. Kido, Y. Nakajima, T. Miyasaka et al. // J. Phys Ther. Sci. – 2013. – № 25 (5). – P. 605–610.
25. Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial / M. V. Damasceno, A. E. Lima-Silva, L. A. Pasqua et al. // Eur J. Appl Physiol. – 2015. – № 115 (7). – P. 1513–1522.
26. Effect of respiratory muscles training on swimming performance of elite female swimmers / M. Azizimasouleh, S. Razmjoo, S. Hasan Harati et al. // Annals of Biological Research. – 2012. – № 3 (1). – P. 196–203.
27. Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players / T. Ozmen, GY. Gunes, I. Ucar et al. // J. Sports Med. Phys. Fitness. 2016. – № 12. – URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/26954574/> (дата звернення: 22.11.2016).
28. Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance / D. A. Sonetti, T. J. Wetter, D. F. Pegelow et al. // Respiration Physiology. – 2001. – № 127 (2–). – P. 185–199.
29. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis / J. Stephanie, E. Viswanat, B Unnithan et al. // Sports Med. – 2012. – №42(8). – P.707–724.

30. Exercise-induced arterial hypoxaemia in healthy young women / C. A. Harms, S. R. McClaran, G. A. Nickele et al. // *J. Physiol.* – 1998. – № 507 (Pt 2). – P. 619–628.
31. Griffiths L. A. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance / L. A. Griffiths, A. K. McConnell // *European Journal of Applied Physiology.* – 2007. – № 99 (5). – P. 457–466.
32. Held H. E. The effects of respiratory muscle training on respiratory mechanics and energy cost / H. E. Held, D. R. Pendergast // *Respir. Physiol. Neurobiol.* – 2014. – № 15. – P. 7–17.
33. Holm P. Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists / P. Holm, A. Sattler, R. Fregosi // *BMC Physiology.* – 2004. – P. 9
34. Increased fatigue resistance of respiratory muscles during exercise after respiratory muscle endurance training / S. Verges, O. Lenherr, AC. Haner et al. // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* – 2007. – № 292.(3) – P. 1246–1253.
35. Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes / J. S. Williams, J. Wongsathikun, S. M. Boon et al. // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2002. – № 34 (7). – P. 1194–1198.
36. Inspiratory and Expiratory Respiratory Muscle Training as an Adjunct to Concurrent Strength and Endurance Training Provides No Additional 2000 m Performance Benefits to Rowers / Gordon J. Bella, Alex Gamea, Richard Jonesb et al. // *Research in Sports Medicine: An International Journal.* – 2013. – Vol. 21. – № 3. – P. 264–279.
37. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex / D. Jonathan. J. T. de-Witt, A. Jordan et al. // *The Journal of Physiology.* – 2007. – November. – V. 584, № 1. – P. 1019–1028.
38. Intercostal muscle blood flow limitation in athletes during maximal exercise / I. Vogiatzis, D. Athanasopoulos, H. Habazettl et al. // *J. Physiol.* – 2009. – V. 587 (Pt 14). – № 15. – P. 3665–3677.
39. Inspiratory muscles experience fatigue faster than the calf muscles during treadmill marching / R. Perlovitch, A. Gefen, D. Elad et al. // *Respir. Physiol. Neurobiol.* – 2007. – Vol. 156 (1). – № 16. – P. 61–68.
40. Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: Which is the most effective? / D. N. Paiva, L. B. Assmann, D. F. Bordin et al. // *Rev. Port. Pneumol.* – 2015. – № 21 (2). – P. 76–81.
41. Jung J. H. Relative activity of respiratory muscles during prescribed inspiratory muscle training in healthy people / J. H. Jung, N. S. Kim // *J. Phys. Ther. Sci.* – 2016. – № 28 (3). – P. 1046–1049.
42. Kapus J. Effects of inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and sprint swimming performance in young female and male swimmers / J. Kapus // *Kinesiologia Slovenica.* – 2013. – № 19 (1). – P. 53–61.
43. Klusiewicz A. Characteristics of the inspiratory muscle strength in the well-trained male and female athletes / A. Klusiewicz // *Biology of Sport.* – 2008. – Vol. 25. – № 1. – P. 13–22
44. Kurti S. P. Absence of Respiratory Muscle Fatigue in High-Intensity Continuous or Interval Cycling Exercise / S. P. Kurti, J. R. Smith, S. R. Emerson // *J. Strength Cond. Res.* – 2015. – № 29 (11). – P. 3171–3176.
45. Kilding A. E. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance / A. E. Kilding, S. Brown, A. K. McConnell // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2010. – № 108 (3). – P. 505–511.
46. Leith D. E. Ventilatory muscle strength and endurance training / D. E. Leith, M. Bradley // *Journal of Applied Physiology.* – 1976. – № 41(4). – P. 508–516.
47. Maximal inspiratory pressure following maximal exercise in trained and untrained subjects / J. R. Coast, P. S. Clifford, T. W. Henrich et al. // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1990. – № 22 (6). – P. 811–815.
48. Maximal respiratory pressures among adolescent swimmers / M. A. Rocha, Crispino Santos, M. L. Pinto et al. // *Rev. Port. Pneumol.* – 2011. – № 17 (2). – P. 66–70.
49. McKenzie DC. Respiratory physiology: adaptations to high-level exercise / D. C. McKenzie // *Br. J. Sports Med.* – 2012 – № 46 (6). – P. 381–384.
50. Nasal inspiratory pressure: an alternative for the assessment of inspiratory muscle strength? / Juana Martinez-Llorens, Pilar Ausin, Angela Roig et al. // *Arch. Bronconeumol.* – 2011. – Vol. 47, № 4. – P. 169–175.
51. Ohya T. Maximal inspiratory mouth pressure in Japanese elite male athletes / T. Ohya, M. Hagiwara, K. Chino et al. // *Respir. Physiol. Neurobiol.* – 2016. – № 230. – P. 68–72.
52. Ozkaplan A. Exercise induced respiratory muscle fatigue a review of methodology and recent findings / A. Ozkaplan, E. C. Rhodes // *Biol. Sport.* – 2004. – № 21. – P. 207–230.
53. Oueslati F. Respiratory muscle endurance, oxygen saturation index in vastus lateralis and performance during heavy exercise / F. Oueslati, J. Boone, S. Ahmaidi // *Respir. Physiol. Neurobiol.* – 2016. – № 15 (227). – P. 41–47.
54. Ratnovsky A. Mechanics of respiratory muscles / A. Ratnovsky, D. Elad, P. Halpern // *Respir. Physiol. Neurobiol.* – 2008. – № 30. – P. 82–89.
55. Respiratory muscle endurance after training in athletes and non-athletes: A systematic review and meta-analysis / A.T. Sales, GA. Fregonezi, AH. Ramsook et al. // *Phys. Ther. Sport.* 2016. – № 17. – P. 76–86.
56. Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women / J. A Guenette, J. D. Witt, D. C. McKenzie et al. // *J. Physiol.* – 2007. – V. 581. – P. 1309–1322.

57. Romer L.M. Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training / L. M. Romer, A. K. McConnell, D. A. Jones // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2002. – № 34 (5). – P. 785–792.
58. Romer L. M. Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity / L. M. Romer, A. K. McConnell, D. A. Jones // *Int. J. Sports Med.* – 2002. – № 23 (5). – P. 353–360.
59. Sheel A. W. Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance / A. W. Sheel // *Sports Med.* – 2002. – № 32 (9). – P. 567–581.
60. Shei R. J. Effect of flow-resistive inspiratory loading on pulmonary and respiratory muscle function in sub-elite swimmers / R. J. Shei, M. Lindley, K. Chatham et al. // *Sports Med. Phys. Fitness.* – 2016. – № 56 (4). – P. 392–398.
61. Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes / O. Inbar, P. Weiner, Y. Azgad et al. // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2000. – № 32 (7). – P. 1233–1237.
62. The value of multiple tests of respiratory muscle strength / Joerg Steier, Sunny Kaul, John Seymour et al. // *Thorax.* – 2007. – № 62. – P. 975–980.
63. The “Abdominal Circulatory Pump”: An Auxiliary Heart during Exercise? / B. Uva, A. Aliverti, D. Bovio, B. Kayser // *Front Physiol.* – 2016. – № 7 (6). – P. 411.
64. The inspiratory muscle training in elite rowers / A. Klusiewicz, L. Borkowski, R. Zdanowicz et al. // *J. Sports Med. Phys. Fitness.* – 2008. – № 48 (3). – P. 279–284.
65. The effect of inspiratory and expiratory respiratory muscle training in rowers / S. Forbes, A. Game, D. Syrotuik et al. // *Res. Sports Med.* – 2011. – № 19 (4). – P. 217–230.
66. The effect of cycling followed by running on respiratory muscle performance in elite and competition triathletes / A. Boussana, O. Hue, S. Matecki et al. // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2002. – № 87. – P. 441–447.
67. The influence of respiratory muscle training upon intermittent exercise performance / C. R. Nicks, D. W. Morgan, D. K. Fuller et al. // *Int. J. Sports Med.* – 2009. – № 30 (1). – P. 16–21.
68. Tong T. K. Chronic and acute inspiratory muscle loading augment the effect of a 6-week interval program on tolerance of high-intensity intermittent bouts of running / T. K. Tong, F. H. Fu, R. Eston // *J. Strength Cond. Res.* – 2010. – № 24 (11). – P. 3041–3048.
69. Threshold effects of respiratory muscle work on limb vascular resistance / A. Sheel, P. A. Derchak, D. F. Pegelow et al. // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* – 2002. – V. 282. – P. 1732–1738.
70. Ventilatory control in humans: constraints and limitations / D. J. Walker, F. Farquharson, H. Klenze et al. // *Respir. Physiol. Neurobiol.* – 2016. – № 15. – P. 1–8.
71. Ventilatory muscle strength, diaphragm thickness and pulmonary function in world-class powerlifters / P. I. Brown, H. K. Venables, H. Liu et al. // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2013. – № 113 (11). – P. 2849–2855.
72. Wüthrich TU. Acute Effects of a Respiratory Sprint-Interval Session on Muscle Contractility / T. U. Wüthrich, J. Marty, P. Benaglia // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2015. – № 47 (9). – P. 1979–1987.
73. Ward S. A. Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans / S. A. Ward // *Exp. Physiol.* – 2007. – № 92 (2). – P. 357–366.
74. Yi S. J. The effects of respiratory muscle strengthening exercise using a sling on the amount of respiration / S. J. Yi, J. S. Kim // *J. Phys. Ther. Sci.* – 2015. – № 27 (7). – P. 2121–2124.

References:

1. Avdeev, S.N. (2008). “Estimation of respiratory muscle strength in clinical practice”, *Pul'monologija i allergologija*, no. 4, pp. 12–17.
2. Bal'sevich, V.K. (2001), “The contours of the new strategy for the preparation of Olympic class athletes”, *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury*, no. 4, pp. 9–10.
3. Vinogradov, V. and Tomjak, T. (2004), “Specially directed training of the respiratory muscles as a means to enhance the functionality of qualified athletes”, *Nauka v olimp. Sporte*, no.1, pp. 51–55.
4. Vinogradov, V.E. (2007), “The main factors of effectiveness targeted use of funds mobilization vnetrenirovochnyh in the training of qualified athletes”, *Nauka v olimpijskom sporte*, no. 1, pp. 74–82.
5. Vynogradov, V. and Dolia, V. (2014), “Respiratory muscle training as a means to stimulate efficiency in sport dancing”, *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu*, no. 2, pp. 50–54.
6. Hrechukha, S.V., Bezokopynyi, O.O. and Kovalenko, S.O. (2010), “The impact of the additional air flow resistance in the system parameters of respiratory qualified rowers”, *Pedahohika, psykhohohiia ta medyko-biolohichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*, no. 3, pp. 21–24.
7. Dolja, V.L. (2015), “Training program of respiratory muscles as a means of stimulating special performance in sport dancing”, *Naukovij chasopis NPU imeni M.P. Dragomanova*, issue 10, pp. 52–55.
8. Troickij, M.S., Fedorov, S.Ju. and Borisova A.T, (2015), “Innovation in the training of respiratory muscles (literature review)”, *Vestnik novykh medicynskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie*, no. 2, pp. 3–7.

9. Soronovich, I., Pilevs'ka, V. and Djachenko, A. (2012), "The components in the structure endurance functional training qualified athletes", *Visn. Prikarpat. un-tu. Ser.: Fiz. kul'tura*, Iss. 15, pp. 142–150.
10. Minjaev, V.I. and Zolotuhina, Ja.G. (2009), "Features reactions thoracic and abdominal components of respiratory system to additional resistive resistance", *Vestnik TvGU. Serija "Biologija i jekologija"*, Iss. 12, pp. 10–15.
11. Platonov, V.N. (1997), *Obshhaja teorija podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte* [The general theory of training of athletes in Olympic sports], Olimpijskaja literature, Kyiv, Ukraine.
12. Solopov, I.N. (2002), *Adaptacija k fizicheskim nagruzkam i fizicheskaja rabotosposobnost' sportsmenov* [Adaptation to physical activity and physical performance of athletes], VGAFK, Volgograd, Russia.
13. Suslina, I.V. (2005), "Individually-typological features of the functional state of the respiratory muscles in athletes", Thesis abstract for Cand. Sc. (biology), 03 00 13, Suslina Irina Vasil'evna, Volgograd, Russia.
14. Mishhenko, V.S., Vinogradov, V.E. and Savchin, S. (2011), "Effects of the special training of the respiratory muscles in the reactive properties of the cardiorespiratory system during training qualified athletes", *Teorija i praktika fizicheskij kul'tury*, no. 10, pp. 57–60.
15. Shkrebtii, Yu.M. (2006), "Management training and competitive loads of high-class athletes in the intensification of the training process training", Thesis abstract for Dr.Sc. (fiz. vykhovannia i sportu), 24.00.01, Kyiv, Ukraine.
16. Aliverti, Andrea (2016), The respiratory muscles during exercise, *Breathe (Sheff)*, Vol. 12. (no. 2), pp. 165–168.
17. Amann, M. (2012), Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans, *Exp Physiol*, Vol. 97. (no. 3), pp. 311–318.
18. Tong, T.K., Fu, F.H. and Eston, R. (2010), Chronic and acute inspiratory muscle loading augment the effect of a 6-week interval program on tolerance of high-intensity intermittent bouts of running, *J Strength Cond. Res.*, Vol. 24. (no. 11), pp.3041–3048.
19. Eastwood, P.R., Hillman, D.R. and Finucane, K.E. (2001), Inspiratory muscle performance in endurance athletes and sedentary subjects, *Respirology*, Vol. 6. (no. 2), pp.95–104.
20. Illi, S.K., Held, U. and Frank, I. (2012), Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis, *Sports Med.*, Vol. 42. (no. 8), pp.707–724.
21. HajGhanbari, B., Yamabayashi, C. and Buna, T.R. (2013), Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses, *J. Strength Cond. Res.*, Vol. 27. (no. 6), pp. 1643–1663.
22. Segizbaeva, M.O., Timofeev, N.N. and Donina, Zh. A. (2015), Effects of inspiratory muscle training on resistance to fatigue of respiratory muscles during exhaustive exercise, *Adv. Exp. Med. Biol.*, no. 840, pp. 35–43.
23. Souza, H., Rocha, T. and Pessoa, M. (2014), Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility, *J Gerontol A Biol. Sci. Med. Sci.*, Vol. 69. (no. 12), pp. 1545–1553.
24. Kido, S., Nakajima, Y. and Miyasaka, T. (2013), Effects of combined training with breathing resistance and sustained physical exertion to improve endurance capacity and respiratory muscle function in healthy young adults, *J. Phys Ther. Sci.*, Vol. 25. (no. 5), pp. 605–610.
25. Damasceno, M.V., Lima-Silva, A.E. and Pasqua, L.A. (2015), Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial, *Eur J. Appl Physiol*, Vol. 115. (no. 7), pp. 1513–1522.
26. Azizimasouleh, M., Razmjoo, S. and Hasan Harati, S. (2012), Effect of respiratory muscles training on swimming performance of elite female swimmers, *Annals of Biological Research*, Vol. 3. (no. 1), pp.196–203
27. Ozmen, T., Gunes, G.Y. and Ucar, I. (2016), Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players, *J. Sports Med. Phys. Fitness*, no. 12. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/26954574/> (accessed: 22.11.2016).
28. Sonetti, D.A., Wetter, T.J. and Pegelow, D.F. (2001), Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance, *Respiration Physiology*, Vol. 127. (no. 2), pp. 185 –199.
29. Stephanie, J., Viswanat, E. and Unnithan, A. (2012), Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis, *Sports Med.*, Vol. 42.(no. 8), pp. 707–724.
30. Harms, C.A., McClaran, S.R. and Nickle, G.A. (1998), Exercise-induced arterial hypoxaemia in healthy young women, *J. Physiol*, Vol. 507. (no. 2), pp. 619–628.
31. Griffiths, L. A. and McConnell A.K. (2007), The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance, *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 99. (no. 5), pp. 457–466.
32. Held, H.E. and Pendergast, D.R. (2014), The effects of respiratory muscle training on respiratory mechanics and energy cost, *Respir. Physiol. Neurobiol.*, no. 15, pp. 7–17.

33. Holm, P., Sattler, A. and Fregosi, R. (2004), Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists, *BMC Physiology*, 9 p.
34. Verges, S., Lenherr, O. and Haner, A.C. (2007), Increased fatigue resistance of respiratory muscles during exercise after respiratory muscle endurance training, *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, Vol. 292. (no. 3), pp. 1246–1253.
35. Williams, J.S., Wongsathikun, J. and Boon S.M. (2002), Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 34. (no. 7), pp. 1194–1198.
36. Gordon J. Bella, Alex Gamea and Richard, Jonesb (2013), Inspiratory and Expiratory Respiratory Muscle Training as an Adjunct to Concurrent Strength and Endurance Training Provides No Additional 2000 m Performance Benefits to Rowers, *Research in Sports Medicine: An International Journal*, Vol. 21. (no. 3), pp. 264–279.
37. Jonathan, D., Witt, J.T. and Jordan, A. (2007), Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex, *The Journal of Physiology*, Vol. 584. (no. 1), pp.1019–1028.
38. Vogiatzis, I., Athanasopoulos, D. and Habazettl, H. (2009), Intercostal muscle blood flow limitation in athletes during maximal exercise, *J. Physiol.*, Vol. 587. (no. 14). no. 15, pp. 3665–3677.
39. Perlovitch, R., Gefen, A. and Elad, D. (2007), Inspiratory muscles experience fatigue faster than the calf muscles during treadmill marching, *Respir. Physiol. Neurobiol.*, Vol. 156 (no. 1), Iss. 16, pp. 61–68.
40. Paiva, D.N., Assmann, L.B. and Bordin, D.F. (2015), Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: Which is the most effective?, *Rev. Port. Pneumol.*, Vol. 21. (no. 2), pp. 76–81.
41. Jung, J.H. and Kim, N.S. (2016), Relative activity of respiratory muscles during prescribed inspiratory muscle training in healthy people, *J. Phys. Ther. Sci.*, Vol. 28. (no. 3), pp. 1046–1049.
42. Kapus, J. (2013), Effects of inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and sprint swimming performance in young female and male swimmers, *Kinesiologia Slovenica*. Vol. 19. (no. 1), pp. 53–61.
43. Klusiewicz, A. (2008), Characteristics of the inspiratory muscle strength in the well-trained male and female athletes, *Biology of Sport*, Vol. 25. (no. 10), pp. 13–22
44. Kurti, S.P., Smith, J.R. and Emerson, S.R. (2015), Absence of Respiratory Muscle Fatigue in High-Intensity Continuous or Interval Cycling Exercise, *J. Strength Cond. Res.*, Vol. 29. (no. 11), pp. 3171–3176.
45. Kilding, A.E., Brown, S., McConnell, A.K. and Kilding, A.E. (2010), Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance, *Eur. J. Appl. Physiol*, Vol. 108. (no. 3), pp. 505–511.
46. Leith, D.E. and Bradley, M. Ventilatory muscle strength and endurance training, *Journal of Applied Physiology*, Vol. 41. (no. 4), pp. 508–516.
47. Coast, J.R., Clifford, P.S. and Henrich, T.W. (1990), Maximal inspiratory pressure following maximal exercise in trained and untrained subjects, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 22. (no. 6), pp. 811–815.
48. Rocha, M.A., Crispino, Santos and Pinto, M.L. (2011), Maximal respiratory pressures among adolescent swimmers, *Rev. Port. Pneumol*, Vol. 17. (no. 2), pp. 66–70.
49. McKenzie, D.C. (2012), *Respiratory physiology: adaptations to high-level exercise*, *Br. J. Sports Med.*, Vol. 46. (no. 6), pp. 381–384.
50. Martínez-Llorens, J, Ausín, P. and Roig, A. (2011), Nasal inspiratory pressure: an alternative for the assessment of inspiratory muscle strength?, *Arch. Bronconeumol*, Vol. 47. (no. 4), pp. 169–175.
51. Ohya T., Hagiwara, M. and Chino, K. (2016), Maximal inspiratory mouth pressure in Japanese elite male athletes, *Respir. Physiol. Neurobiol*, no. 230, pp. 68–72.
52. Ozkaplan, A. and Rhodes, E.C. (2004), Exercise induced respiratory muscle fatigue a review of methodology and recent findings, *Biol.Sport*, no. 21, pp. 207–230.
53. Oueslati, F., Boone, J. and Ahmaidi, S. (2016), Respiratory muscle endurance, oxygen saturation index in vastus lateralis and performance during heavy exercise, *Respir. Physiol. Neurobiol*, Vol. 15. (no. 227), pp. 41–47.
54. Ratnovsky, A., Elad, D. and Halpern, P. (2008), Mechanics of respiratory muscles, *Respir. Physiol. Neurobiol.*, no. 30, pp.82–89.
55. Sales, A.T., Fregonezi, G.A. and Ramsook, A.H. (2016), Respiratory muscle endurance after training in athletes and non-athletes: A systematic review and meta-analysis, *Phys. Ther. Sport*, no. 17, pp. 76–86.
56. Guenette, J.A., Witt, J.D. and McKenzie, D.C. (2007), Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women, *J. Physiol*, Vol. 581, pp. 1309–1322.
57. Romer, L.M., McConnell, A.K. and Jones, D.A. (2002), Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 34. (no. 5), pp.785–792.
58. Romer, L.M., McConnell, A.K. and Jones, D.A. (2002), Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity, *Int. J. Sports Med.*, Vol. 23. (no. 5), pp. 353–360.
59. Sheel, A.W. (2002), Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance, *Sports Med.*, Vol. 32. (no. 9), pp. 567–581.

60. Shei, R. J., Lindley, M. and Chatham, K. (2016), Effect of flow-resistive inspiratory loading on pulmonary and respiratory muscle function in sub-elite swimmers, *Sports Med. Phys. Fitness*, Vol. 56. (no. 4), pp. 392–398.
61. Inbar, O., Weiner, P. and Azgad, Y. (2000), Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 32. (no. 7), pp. 1233–1237.
62. Steier, J, Kaul, S. and Seymour, J. (2007), The value of multiple tests of respiratory muscle strength, *Thorax*, Vol. 62. pp. 975–980.
63. Uva, B., Aliverti, A., Bovio, A. and Kayser, B. (2016), The “Abdominal Circulatory Pump”: An Auxiliary Heart during Exercise?, *Front Physiol.*, Vol. 7. (no. 6), pp.411.
64. Klusiewicz, A., Borkowski, L. and Zdanowicz, R. (2008), The inspiratory muscle training in elite rowers, *J. Sports Med. Phys. Fitness*, Vol. 48.(no. 3), pp.279–284.
65. Forbes, S., Game, A. and Syrotuik, D. (2011), The effect of inspiratory and expiratory respiratory muscle training in rowers, *Res. Sports Med.*, Vol. 19. (no. 4), pp. 217–230.
66. Boussana, A., Hue, O. and Matecki, S. (2002), The effect of cycling followed by running on respiratory muscle performance in elite and competition triathletes, *Eur. J. Appl. Physiol*, no. 87, pp. 441–447.
67. Nicks, C.R., Morgan, D.W. and Fuller, D.K. (2009), The influence of respiratory muscle training upon intermittent exercise performance, *Int. J. Sports Med.*, Vol. 30. (no. 1), pp. 16–21.
68. Tong, T.K., Fu, F.H. and Eston, R. (2010), Chronic and acute inspiratory muscle loading augment the effect of a 6-week interval program on tolerance of high-intensity intermittent bouts of running, *J. Strength Cond. Res.*, Vol. 24. (no. 11), pp. 3041–3048.
69. Sheel, A., Derchak, P.A. and Pegelow, D.F. (2002), Threshold effects of respiratory muscle work on limb vascular resistance, *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.*, Vol. 282, pp. 1732–1738.
70. Walker, D.J., Farquharson, F. and Klenze, H. (2016), Ventilatory control in humans: constraints and limitations, *Respir. Physiol. Neurobiol*, no. 15, pp. 1–8.
71. Brown, P.I., Venables, H.K. and Liu, H. (2013), Ventilatory muscle strength, diaphragm thickness and pulmonary function in world-class powerlifters, *Eur. J. Appl. Physiol.*, Vol. 113. (no. 11), pp. 2849–2855.
72. Wüthrich, T.U., Marty, J. and Benaglia, P. (2015), Acute Effects of a Respiratory Sprint-Interval Session on Muscle Contractility, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 47. (no. 9), pp. 1979–1987.
73. Ward, S.A. and Kim, J.S. (2007), Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans, *Exp. Physiol.*, Vol. 92. (no. 2), pp. 357–366.
74. Yi, S.J., and Kim, J.S. (2015), The effects of respiratory muscle strengthening exercise using a sling on the amount of respiration, *J. Phys. Ther. Sci.*, Vol. 27. (no. 7), pp. 2121–2124.

УДК 159.922

ББК 75.1

Тетяна Мицкан, Роман Козьменчук

ВПЛИВ БАТЬКІВ НА ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ ЗДОРОВ'Я ДОШКІЛЬНИКІВ

Метою роботи є визначення впливу батьків на формування культури здоров'я дошкільників. У дослідженні взяли участь батьки 61 дитини дошкільного віку.

В результаті дослідження отримані дані засвідчили, що низький рівень валеологічної ерудовності батьків негативно впливає на формування культури здоров'я дошкільників. Це дозволяє висунути гіпотезу, що сім'я у недостатній мірі виконує свої функції стосовно формування у дітей культури здоров'я.

Ключові слова: *Культура здоров'я, здоровий спосіб життя, діти дошкільного віку.*

The aim is to determine the influence of parents on creating a culture of health of preschool children. The study involved 61 parents of the child of preschool age.

In rezultati research findings have shown that low valeological erudovnosti parents negatively affects the health culture preschoolers. This allows the hypothesis that the family of insufficiently performs its functions in relation to developing children's health culture.

Keywords: *Culture of health, healthy lifestyle, preschool children/*

Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень. Здоров'я людини – це запорука її активної життєдіяльності, самореалізації, розвитку власного творчого потенціалу. Тому формування, збереження, зміцнення та відновлення здоров'я молодого покоління, убезпечення його життєдіяльності – одне з основних завдань