

ЗАСТОСУВАННЯ НОРМОБАРИЧНОЇ ГІПЕРКАПНІЧНОЇ ГІПОКСІЇ У КОМПЛЕКСНІЙ ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕНЕСЛИ КОРОНАВІРУСНУ ПНЕВМОНІЮ

Онищук Вікторія, Фурман Юрій, Гаврилова Наталія, Ломинога Сергій

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Анотація:

Анотація. На сьогодні одним із найбільш вагомих викликів сучасності став спалах інфекції (COVID-19), спричиненої новим коронавірусом SARS-CoV-2, який є небезпечним через виникнення коронавірусної пневмонії. Для покращення стану пацієнтів, які перенесли коронавірусну пневмонію застосовують різноманітні засоби фізичної реабілітації. Однак, застосування такого широкого спектру відновлювальних засобів не завжди є ефективним для хворих. **Мета дослідження:** обґрунтувати та розробити комплексну програму фізичної терапії осіб, які перенесли коронавірусну пневмонію з урахуванням періоду одужання. **Методи дослідження:** теоретичний аналіз і узагальнення літературних джерел; велоергометрія, пульсометрія, електронна спірографія з аналізом петлі «потік - об'єм»; методи математичної статистики. **Результати досліджень.** Протягом формувального експерименту у чоловіків і жінок вірогідно зросли середні величини об'ємних показників, а саме ЖСЛ (у чоловіків на 3,5%, у жінок на 6,7%), ДО (у чоловіків на 17,2%, а у жінок на 2,5%), МВЛ (у чоловіків на 3,8%, у жінок на 4,4%). Також зросли середні величини швидкісних показників ФЖСЛ (як у чоловіків на 13,7%, так і у жінок на 15,8%), ОФВ₁ (як у чоловіків на 5,4%, так і у жінок на 6,2%), ПОШ_{вид} (як у чоловіків на 4,1%, так і у жінок на 4,22%), МОШ₂₅ (як у чоловіків на 2,01% , так і у жінок на 5,4%) МОШ₅₀ (як у чоловіків на 8,05% , так і у жінок на 7,21%), МОШ₇₅ (як у чоловіків на 5,37%, так і у жінок на 5,21%) Через 12 тижнів від початку занять абсолютний показник PWC₁₅₀ у чоловіків основної групи перевищив вихідний рівень на 8,5% (p<0,05), а відносний на – 22,0% (p<0,05). Абсолютний і відносний показники VO₂ підвищились відповідно. У жінок основної групи через 12 тижнів від початку занять абсолютний показник PWC₁₅₀ перевищив вихідний рівень на 17,8% (p<0,05), а відносний на – 18,5% (p<0,05). Абсолютний і відносний показники VO₂ підвищились відповідно на 6,9% (p<0,05) та на 7,5% (p<0,05).

Application of normobaric hypercapnic hypoxia in complex physical therapy of persons who have suffered from coronavirus pneumonia
*Onyshchuk Viktoriia,
Furman Yurii,
Gavrilova Nataliia,
Lominoga Serhii*

Annotation. Today, one of the most significant challenges of today is the outbreak of infection (COVID-19) caused by the new coronavirus SARS-CoV-2, which is dangerous due to the occurrence of coronavirus pneumonia. To improve the condition of patients who have suffered from coronavirus pneumonia, a variety of physical rehabilitation drugs are used. However, the use of such a wide range of restorative agents is not always effective for patients. **The purpose of the study:** to substantiate and develop a comprehensive program of physical therapy for persons who have suffered from coronavirus pneumonia, taking into account the recovery period. **Research methods:** theoretical analysis and generalization of literature sources; bicycle ergometry, pulsometry, electronic spirography with flow-volume loop analysis; methods of mathematical statistics. **Research results.** During the formative experiment, in men and women of the second mature age of the main groups, the average values of volumetric indicators significantly increased, namely VC (in men by 3,5%, in women by 6,7%), VT (in men by 17,2%, and in women by 2,5%), MVV (in men by 3,8%, in women by 4,4%). Also, the average values of the speed indicators of FVC increased significantly (both in men by 13,7% and in women by 15,8%), FEV₁ (both in men by 5,4% and in women by 6,2%), PEF (both in men by 4,1% and in women by 4,2%), MEF₂₅ (both in men by 2,01% and in women by 5,4%) MEF₅₀ (as in men by 8,0%, and women by 7,2%), MEF₇₅ (both in men by 5,37% and in women by 5,2%) 12 weeks after the start of classes, the absolute indicator PWC₁₅₀ in men of the main group exceeded the initial level by 8,5% (p<0,05), and the relative level by 22,0% (p<0,05). The absolute and relative VO₂ values increased by 6,9% (p<0,05) and 9,3% (p<0,05), respectively. In women of the main group, 12 weeks after the start of classes, the absolute PWC₁₅₀ index exceeded the initial level by 17,8% (p<0,05), and the relative one by 18,5% (p<0,05). The absolute and relative VO₂ values increased by 6,9% (p<0,05) and 7,5% (p<0,05), respectively. **Key words.** Hypoxia, pneumonia, rehabilitation.

Применение нормобарической гиперкапнической гипоксии в комплексной физической терапии лиц, перенесших коронавирусную пневмонию
*Онищук Виктория,
Фурман Юрий,
Гаврилова Наталья,
Ломинога Сергей*

Аннотация. На сегодня одним из самых весомых вызовов современности стала вспышка инфекции (COVID-19), вызванной новым коронавирусом SARS-CoV-2, который является опасным из-за возникновения коронавирусной пневмонии. Для улучшения состояния пациентов, перенесших коронавирусную пневмонию применяют различные средства физической реабилитации. Однако, применение такого широкого спектра восстановительных средств не всегда является эффективным для больных. **Цель исследования:** обосновать и разработать комплексную программу физической терапии лиц, перенесших коронавирусную пневмонию с учетом периода выздоровления. **Методы исследования:** теоретический анализ и обобщение литературных источников; велоэргометрия, пульсометрия, электронная спирография с анализом петли «поток - объем»; методы математической статистики. **Результаты исследований.** В течение формирующего эксперимента у мужчин и женщин достоверно возросли средние величины объемных показателей, а именно ЖЕЛ (у мужчин на 3,5%, у женщин на 6,7%), ДО (у мужчин на 17,2%, а у женщин на 2,5%), МВЛ (у мужчин на 3,8%, у женщин на 4,4%). Также выросли средние величины скоростных показателей ФЖЕЛ (как у мужчин на 13,7%, так и у женщин на 15,8%), ОФВ₁ (как у мужчин на 5,4%, так и у женщин на 6,2%), ПОШ_{вид} (как у мужчин на 4,1%, так и у женщин на 4,2%), МОШ₂₅ (как у мужчин на 2,01%, так и у женщин на 5,4%) МОШ₅₀ (как у мужчин на 8,05%, так и у женщин на 7,2%), МОШ₇₅ (как у мужчин на 5,37%, так и у женщин на 5,2%) Через 12 недель после начала занятий абсолютный показатель PWC₁₅₀ у мужчин основной группы превысил выходной уровень на 8,5% (p<0,05), а относительный на - 22,0% (p<0,05). Абсолютный и относительный показатели VO₂ повысились соответственно. У женщин основной группы через 12 недель после начала занятий абсолютный показатель PWC₁₅₀ превысил исходный уровень на 17,8% (p<0,05), а относительный на

18,5% ($p < 0,05$). Абсолютный и относительный показатели VO_2 повысились соответственно на 6,9% ($p < 0,05$) и на 7,5% ($p < 0,05$).

Ключові слова:
гіпоксія, пневмонія, реабілітація.

Key words:
hypoxia, pneumonia, rehabilitation.

Ключевые слова:
гипоксия, пневмония, реабилитация.

Постановка проблеми. У структурі захворюваності у світі одне з першорядних місць посідає бронхолегенева патологія. За даними МОЗ України, у 2018-2019 рр., як і попередні роки, так і на нині, переважають захворювання органів дихання. Захворюваність дихальної системи в останні роки сягає від 10% до 40% у різних регіонах світу. Серед захворювань дихальної системи слід відмітити пневмонію.

На сьогодні одним із найбільш вагомих викликів сучасності став спалах інфекції (COVID-19), спричиненої новим коронавірусом SARS-CoV-2, який є небезпечним через виникнення коронавірусної пневмонії [22]. За своїми темпами поширення, шляхами передачі та наслідками дана інфекція набула статусу пандемії. При цьому, станом на середину травня 2020 року кількість хворих у світі перевищила 4 000 000, а кількість летальних випадків сягнула понад 280 000. В Україні у травні 2020 року було зареєстровано 19230 випадків коронавірусної хвороби, 564 з яких завершилися смертю пацієнтів. У ВООЗ зазначають, що у групі підвищеного ризику виникнення коронавірусної пневмонії є пацієнти, які мають хронічні захворювання серцево-судинної, дихальної, сечовидільної та ендокринної систем, а також люди похилого віку [3, 6].

Слід відмітити, що зростання кількості осіб з коронавірусною пневмонією в Україні є ваговою проблемою, через те, що дане захворювання у більшості випадків вражає людей старшого віку та призводить до летальності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Згідно даних центру громадського здоров'я Вінницької області у м. Вінниця станом на січень 2021 року у 25 073 вінничан виявлено коронавірусну інфекцію, з них 461 особа померли. Крім того, більше 60 % осіб внаслідок інфікування коронавірусом перенесли пневмонію [17, 22].

Слід зауважити, що такий відсоток осіб є актуальним адже хвороба не лише вплинула на їх фізичну, емоційну і психологічну сфери, але й призвела до певних ускладнень.

Як відомо, більшість пацієнтів одужують протягом двох тижнів, однак приблизно у 10% пацієнтів симптоми можуть зберігатися протягом декількох місяців. Серед найбільш поширених довгострокових симптомів є кашель, субфебрильна температура і втома. Також спостерігається задишка, біль у грудях, серцебиття, міалгія, артралгія, головний біль, зміни зору, втрата слуху, втрата смаку/запаху, порушення рухливості у суглобах, оніміння в кінцівках, тремор, втрата пам'яті, зміна настрою, висипання, шлунково-кишкові симптоми, нейрокогнітивні порушення та психічні розлади (наприклад, тривожність, депресія).

Для покращення стану пацієнтів, які перенесли коронавірусну пневмонію застосовують різноманітні засоби фізичної реабілітації (фізіотерапію, лікувальну фізичну культуру, масаж тощо), які зменшують необхідність застосування фармакологічних препаратів [1, 3, 4, 5]. Однак, застосування такого широкого спектру відновлювальних засобів не завжди є ефективним для хворих, і це підтверджується тим, що період реконвалесценції є затяжним. З огляду на це науковцями постійно здійснюється пошук нових ефективних технологій відновлення пацієнтів після перенесеної коронавірусної інфекції.

Серед засобів фізичної терапії хворих на коронавірусну інфекцію, які застосовуються у період реконвалесценції важливе місце посідають спеціальні дихальні вправи і дихання газовими сумішами, збагаченими на вуглекислий газ [13, 18, 20]. Встановлено, що дихання газовою сумішшю зі значним підвищенням вмісту вуглекислого газу і незначним зменшенням кисню сприяє покращенню проходження повітря в бронхах дрібного, середнього та крупного калібрів [2, 8, 11, 14]. Тому перспективним напрямком вирішення проблеми лікування осіб з коронавірусною інфекцією у період реконвалесценції є розробка і наукове обґрунтування такої програми фізичної терапії, яка б включала не лише спеціальну лікувальну гімнастику, а й методику створення в організмі стану нормобаричної гіперкапічної гіпоксії. Такий підхід вирішення проблеми реабілітації осіб хворих на коронавірусну інфекцію обумовив актуальність обраного наукового дослідження.

Мета дослідження – науково-методично обґрунтувати та розробити комплексну програму фізичної терапії осіб, які перенесли коронавірусну пневмонію з урахуванням періоду одужання.

Методи і матеріали дослідження.

Учасники та організація дослідження. Загальна кількість досліджуваних складала 36 осіб (віком 45-50 рік), із них 16 чоловіків та 20 жінок, які за станом здоров'я перебували у стаціонарному пульмонологічному відділенні Вінницької лікарні ім. М. Пирогова. Досліджуваних ми розподілили на чотири групи: дві контрольні (КГ) – одна група складалася із 7 чоловіків, а друга з 8 жінок; та дві основні (ОГ), які відповідно налічували 10 чоловіків і 11 жінок. У всіх осіб було діагностовано коронавірусну пневмонію унаслідок інфікування COVID-19. Після виписки зі стаціонару усі пацієнти були направлені у клінічний центр медичної реабілітації та фізіотерапії даної лікарні. Чоловіки та жінки контрольних груп займалися за типовою програмою фізичної реабілітації клінічного центру медичної реабілітації та фізіотерапії (два рази на тиждень). Пацієнти основних груп займалися за розробленою нами комплексною програмою з фізичної реабілітації. Заняття проводили три рази на тиждень. Тривалість усього курсу фізичної реабілітації для осіб контрольної та основної груп становила 12 тижнів. До розробки програми з фізичної терапії були долучені фахівці мультидисциплінарної команди (фахівець з фізичної терапії, інструктор ЛФК, масажист, психолог тощо).

Методи дослідження. Функціональний стан осіб ми оцінювали за об'ємними та швидкісними показниками функції зовнішнього дихання, показниками аеробної продуктивності організму. Для визначення фізичної працездатності пацієнтів, які перенесли коронавірусну пневмонію застосовувався велоергометричний тест PWC_{150} . Під час визначення PWC_{150} фізичні навантаження виконувалися на велоергометрі «ВЭ-02» в положенні сидячи. Перед початком дослідження індивідуально для кожного обстежуваного сідло велоергометра встановлювали на такому рівні, щоб у нижньому положенні педалі нога досліджуваного була майже випрямлена в колінному суглобі. Потім виконувалося два навантаження по 5 хвилин кожне, з інтервалом між ними 3 хвилини. Частота педалювання контролювалася тахометром і становила $60 \text{ об} \cdot \text{хв}^{-1}$. Розрахунок потужності першого і другого навантажень здійснювали з урахуванням маси тіла обстежуваного. Перше навантаження (N_1) виконувалося у розрахунку $0,5 \text{ Вт}$ ($3 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$) на 1 кг маси тіла, а друге (N_2) $^{-1} \text{ Вт}$ ($6 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$) на 1 кг маси тіла. В кінці першого і другого навантажень реєструвалася ЧСС (f). Наприкінці п'ятої хвилини першого навантаження ЧСС становила $120\text{-}130 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, а другого – $140\text{-}150 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$. Варто зауважити, що для об'єктивності отримання результатів дотримувалася вимога, яка полягала у тому, щоб різниця між показниками ЧСС під час першого і другого навантажень складала не менше $40 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$. Абсолютний показник PWC_{150} розраховували за формулою В.Л. Карпмана.

Величину PWC^{150} , отриману в Вт, відображали у $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$, для чого отриманий результат перемножили на 3 (1 Вт відповідає $3 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$). Абсолютну величину максимального споживання кисню ($VO_{2\text{max}}$) розраховували за формулою В.Л. Карпмана.

Потім знаходили відносні показники $VO_{2 \text{max}}$ і PWC_{150} у розрахунку на 1 кг маси тіла досліджуваного. Для оцінки аеробної продуктивності бралися до уваги відносні показники $VO_{2\text{max}} \text{ відн}$, використовуючи при цьому критерії Я.П. Пярната. Контроль за ЧСС під час визначення PWC_{150} здійснювали за допомогою монітору серцевого ритму «SIGMA SPORT PS 4».

Для реєстрації показників зовнішнього дихання застосовувався спірограф «CARDIO-SPIRO» з аналізом петлі «потік-об'єм». Спірографічне дослідження проводилося в положенні випробуваного сидячи. За допомогою комп'ютерної спірографії реєстрували об'ємні та швидкісні (для виявлення обструктивних явищ у бронхах) показники легеневої вентиляції: частоту дихання (ЧД), дихальний об'єм (ДО), життєву ємність легень (ЖЄЛ), максимальну вентиляцію легень (МВЛ) форсовану життєву ємність легень (ФЖЄЛ); об'єм форсованого видиху за першу секунду ($ОФВ_1$); пікову об'ємну швидкість видиху ($ПОШ_{\text{вид}}$), миттєву об'ємну швидкість проходження повітря на ділянці крупних бронхів ($МОШ_{25}$), миттєву об'ємну швидкість проходження повітря на ділянці середніх бронхів ($МОШ_{50}$), миттєву об'ємну швидкість проходження повітря на ділянці дрібних бронхів ($МОШ_{75}$).

Статистичний аналіз. Для аналізу отриманих показників функції зовнішнього дихання, аеробної продуктивності організму, маси тіла, порівнювалися зв'язані вибірки. Статистичну обробку отриманих показників

під час формувального експерименту проводили за параметричним методом, використовуючи t-критерій Стьюдента. При цьому визначали такі показники як середнє арифметичне (M), середньоквадратичне відхилення (δ), похибка середнього арифметичного ($\pm m$), рівень значущості (p). Відмінність вважалася вірогідною при рівні значущості $p < 0,05$. Опрацювання результатів дослідження проводилась з використанням електронних таблиць Excel 2003.

Результати дослідження. Розроблена нами програма фізичної терапії для осіб основної групи складалася з трьох періодів: вступний (1 тиждень), основний (8 тижнів) і підтримуючий (3 тижні). Кожне заняття з лікувальної гімнастики (40-45 хв), незалежно від періоду реабілітації, складалося з трьох складових частин: підготовчої, основної та заключної. У підготовчій частині заняття тривалістю 7-10 хвилин пацієнти застосовували спеціальні дихальні вправи. В основній частині поряд зі спеціальними дихальними вправами використовували загальнорозвивальні гімнастичні вправи. Тривалість основної частини складала 25-30 хвилин. У заключній частині заняття використовувалися дихальні вправи і вправи на розслаблення м'язів. Тривалість заключної частини коливалась від 5 до 8 хвилин. Дозування фізичного навантаження залежало від поставлених завдань, періоду фізичної реабілітації, особливостей перебігу хвороби, функціональних можливостей організму осіб другого зрілого віку. До розробленої програми ми долучили загальнорозвивальні вправи (статичного та динамічного характеру), спеціальні дихальні вправи (діафрагмальний тип дихання, вправи з затримкою дихання, звукова гімнастика), вправи з високим підніманням стегна та глибокі присіди, дозовані ходьба і біг по біговій доріжці, а також аутогенне тренування за методикою І. Шульца (1932). Особливістю даної програми було те, що поряд з вищезазначеними вправами реконвалесценти застосовувала методику створення в організмі стану нормобаричної гіперкапічної гіпоксії. Суть методики полягає у диханні пацієнта через апарат, де створюється додатковий опір за допомогою рідини, для проходження повітря в фазу вдиху та видиху, що викликає посилення роботи дихальних м'язів. При цьому вдихається газова суміш з дещо меншим вмістом порівняно з атмосферним повітрям кисню і значно перевищуючим вмістом вуглекислого газу. Механізм утворення такої газової суміші наступний. Під час вдиху в аерозольній камері апарату відбувається розрідження, яке переміщує воду із зовнішньої у внутрішню камеру. Атмосферне повітря, яке надходить через відкриті бокові отвори потрапляє у зовнішню камеру, де через воду переходить в аерозольну камеру. В цій камері атмосферне повітря, що містить близько 21% кисню та 0,03% вуглекислого газу, переміщується з газовою сумішшю, яка містить близько 16% кисню та 4% вуглекислого газу, яка залишилась після першого видиху. Таким чином у дихальний патрубок, а потім в легені попадає повітря, яке містить близько 18% кисню та 3% вуглекислого газу. Тобто вміст кисню в повітрі, що вдихається, зменшується в 1,1 разів, а вуглекислого газу – збільшується у 100 разів. Таке співвідношення газів у апараті утримується протягом усієї процедури, що супроводжує виникнення в організмі помірної гіпоксії, яку можна класифікувати, як нормобаричну гіпоксичну гіперкапічну

при константних параметрах вмісту кисню та вуглекислого газу. Головною умовою під час дихання через апарат «Ендогенік 01» є уповільнений, рівномірний видих [7, 8, 11, 14]. Тривалий видих супроводжує уповільнення дифузії вуглекислого газу із легень, за рахунок чого виникає стан помірної фізіологічної гіпоксії та вираженої гіперкапнії. Разом з тим опір проходженню повітря під час видиху, створений поплавцем, сприяє механічному розширенню бронхів, яке після багаторазового повторення забезпечує підвищення їх пропускної спроможності. Механізм розширення бронхів при застосуванні процедури дихання через апарат пов'язаний також зі збільшенням внутрібронхіального тиску під час видиху. Разом з тим, обмеження постачання організму киснем сприяє поступовому підвищенню ефективності легеневої вентиляції, збільшенню альвеолярної мережі капілярів легень та покращенню дифузії газів через альвеолярно-капілярний бар'єр, що сприяє зростанню оксигенації артеріальної крові. Під час занять на дихальному апараті активізується робота м'язів, які забезпечують черевний тип дихання (діафрагми та черевного пресу). Також під час дихання збільшується кількість в крові еритроцитів, насичених 2,3-дифосфогліцератом (2,3-ДФГ).

Також пацієнти основної групи виконувала вправи з високим підніманням стегна вгору під час фази видиху, що в свою чергу призводило до виведення слизу. Для посилення дренажного ефекту ми долучили до програми глибокі присіди з обхватом колін кінцівками та нахилом голови вперед, що сприяло покращенню евакуаторної функції бронхів. Вправи виконували у середньому і повільному темпах. Кількість повторень становила 10-15 разів.

У підтримуючому періоді реабілітації чоловіки та жінки основної групи продовжували застосовувати вищезгадані вправи.

Відомо, що у осіб, які перенесли коронавірусну інфекцію часто простежується погіршення функціональних можливостей організму за рахунок зниження функції зовнішнього дихання та серцево-судинної системи. З огляду на вищевикладене ми досліджували вплив занять за авторською програмою фізичної реабілітації на швидкісні та об'ємні показники зовнішнього дихання, аеробної продуктивності організму (VO_{2max}). Для визначення ефективності розробленої реабілітаційної програми був проведений порівняльний аналіз показника життєвої ємності легень (ЖЄЛ) у чоловіків контрольної та основної груп. Величина життєвої ємності легень в нормі залежить від статі і віку людини, його статури, фізичного розвитку, а при різних захворюваннях вона може істотно зменшуватися, що знижує можливості пристосування організму хворого до виконання фізичного навантаження. По завершенню реабілітаційного процесу виявилось, що у чоловік основної групи середня величина показника ЖЄЛ покращилась на 3,5% ($p < 0,05$). У представників контрольної групи даний показник зріс на 1,2% ($p \leq 0,05$) але не достовірно. У жінок основної групи також під впливом занять відбулося покращення середнього значення показника ЖЄЛ з 2950 ± 114 мл до 3150 ± 94 мл, тоді як у представниць контрольної групи достовірних змін не виявлено.

Ще одним важливим показником зовнішнього дихання є дихальний об'єм (ДО). Відомо, що середня величина показника дихального об'єму змінюються залежно від рівня вентиляції легень. Так як, у пацієнтів після пневмонії порушена вентиляція легень, нами досліджувалась середня величина дихального об'єму. У чоловіків основної групи через 12 тижнів занять середнє значення показника ДО достовірно покращилось з $446,3 \pm 26,1$ мл до $523,4 \pm 19,1$ мл, що є достовірним. Тоді, як у чоловіків контрольної групи показники достовірно не покращились. У жінок обох груп достовірних змін не було виявлено.

По завершенню занять за розробленою реабілітаційною програмою у чоловіків ми визначали середнє значення показника частоти дихання (ЧД). У пацієнтів, які перенесли коронавірусну інфекцію частота дихання зростає, що може свідчити про дихальну недостатність. Проведені дослідження засвідчила, що у чоловіків контрольної групи частота дихання дещо знизилась з $26,2 \pm 0,97$ разів до $22,7 \pm 0,58$ разів. Такі дані є не достовірними. На відміну від контрольної у представників основної групи були зареєстровані достовірні зміни. Середня величина даного показника знизилась від $28,8 \pm 1,34$ разів до $22,26 \pm 1,24$ разів ($p < 0,05$). У представниць жіночої статі основної групи частота дихання значно знизилась з $25,1 \pm 0,87$ разів до $23,7 \pm 0,58$ разів ($p < 0,05$), що є достовірним. У жінок контрольної групи достовірних змін не виявлено. Важливу інформацію про стан дихальної системи несе так званий показник максимальної вентиляції легень (МВЛ). У чоловіків і жінок основної групи під впливом занять даний показник достовірно зріс, відповідно з $70,4 \pm 2,16$ л до $73,1 \pm 2,12$ л, та $69,0 \pm 2,74$ до $72,1 \pm 2,63$ л. У осіб контрольної групи достовірних змін не виявлено.

Важливу інформацію про вплив занять з фізичної реабілітації на функціональні можливості дихальної системи хворих, які перенесли пневмонію несуть так звані швидкісні показники зовнішнього дихання, які характеризують здатність бронхів різного калібру пропускати повітря в фазу видиху. Ці показники є вагомим орієнтиром для пульмонологів. Ми за основу взяли показник форсованої життєвої ємності легень (ФЖЄЛ), який характеризує проходження повітря через бронхи крупного калібру. Як відомо, при пневмонії ФЖЄЛ знижується через бронхоспазм, наявність густого слизу, зниження еластичності легень.

Через 12 тижнів занять за типовою програмою лікарні у представників контрольної групи середня величина показника ФЖЄЛ суттєво не змінилась, тоді як у представників основної групи відбулися достовірні зміни. У чоловіків даний показник зріс на 13,7% ($p < 0,05$), а у жінок на 15,8% ($p < 0,05$). По завершенню реабілітаційної програми у чоловік контрольної групи протягом 12 тижнів швидкісні показники достовірно не покращились. Тоді як, у чоловіків основної групи спірографічне дослідження дихальної системи показало покращення не лише вищезгаданого показника, але й таких як $ОФV_1$, $ПОШ_{вид}$, $МОШ_{25}$, $МОШ_{50}$, $МОШ_{75}$. Зафіксовані позитивні зміни середніх величин швидкісних показників спірографії свідчать про зменшення бронхіальної обструкції та гіперсекреції в дихальних шляхах осіб, які

перенесли коронавірус. Середнє значення показника $ОФВ_1$ покращилося на 5,4% ($p < 0,05$), $ПОШ_{вид}$ на 4,10% ($p < 0,05$), $МОШ_{25}$ на 2,01% ($p < 0,05$), $МОШ_{50}$ на 8,05% ($p < 0,05$), $МОШ_{75}$ на 5,37% ($p < 0,05$). Достовірне покращення вищезазначених швидкісних показників під впливом занять за авторською програмою у чоловіків основної групи, свідчить про краще проходження на ділянці крупних, середніх та дрібних бронхів.

У жінок основної групи застосування занять за розробленою програмою, яка включала загальнорозвивальні вправи (статичного та динамічного характеру), спеціальні дихальні вправи (діафрагмальний тип дихання, вправи з затримкою дихання, звукова гімнастика), вправи з високим підніманням стегна та глибокі присіди, аутогенне тренування за методикою Шульца, а також методику нормобаричної гіперкапічної гіпоксії також сприяло покращенню швидкісних показників зовнішнього дихання. Середні величини таких швидкісних показників, як $ФЖЄЛ$, $ОФВ_1$, $ПОШ_{вид}$, $МОШ_{25}$, $МОШ_{50}$, $МОШ_{75}$. Середня величина $ФЖЄЛ$ зросла на 2,44% ($p < 0,05$), $ОФВ_1$ на 6,2% ($p < 0,05$), $ПОШ_{вид}$ на 4,22% ($p < 0,05$), $МОШ_{25}$ на 5,4% ($p < 0,05$), $МОШ_{50}$ на 7,21% ($p < 0,05$), $МОШ_{75}$ на 5,21% ($p < 0,05$). Такі зміни вищевказаних показників свідчать про зменшення обструктивних явищ, покращення бронхіальної прохідності повітря на ділянці всіх відділів бронхів.

Згідно літературних джерел у осіб, які перенесли пневмонію, відмічається зниження функціональних можливостей організму. Інтегральним показником функціональних можливостей людини може служити аеробна продуктивність організму, яка оцінюється за величиною фізичної працездатності (PWC_{150}) та максимального споживання кисню (VO_2). Результати досліджень засвідчили, що чоловіки, які виконували заняття за типовою програмою лікарні протягом 12 тижнів не сприяли підвищенню рівня фізичної працездатності й аеробної продуктивності організму. Тоді як, у чоловіків основної групи протягом усього періоду застосування розробленої програми сприяло покращенню абсолютних і відносних показників аеробної продуктивності організму. Через 12 тижнів від початку занять абсолютний показник PWC_{150} перевищив вихідний рівень на 8,50% ($p < 0,05$), а відносний на – 22,0% ($p < 0,05$). Абсолютний і відносний показники VO_2 підвищились відповідно на 4,21% ($p < 0,05$) та на 9,35% ($p < 0,05$).

Оцінюючи рівень аеробної продуктивності чоловік основної групи за відносними показниками, використовуючи критерії Я.П. Пярната, встановлено, що рівень аеробної продуктивності організму в чоловіків до початку формувального експерименту і по завершенню був «нижче посереднього».

У жінок основної групи через 12 тижнів від початку занять абсолютний показник PWC_{150} перевищив вихідний рівень на 17,8% ($p < 0,05$), а відносний на – 18,5 % ($p < 0,05$). Абсолютний і відносний показники VO_2 підвищились відповідно на 6,9% ($p < 0,05$) та на 7,5% ($p < 0,05$). У жінок контрольної групи протягом усього дванадцяти тижневого періоду застосування типової програми фізичної реабілітації, не сприяло покращенню абсолютних та відносних показників аеробної продуктивності організму.

Такі зміни показників ми пов'язуємо з тим, що до розробленої програми реабілітації нами були долучені дозована ходьба та біг по біговій доріжці, де під час ходьби пацієнти намагалися регулювати ритм дихання, вимовляти звуки.

Дискусія. Вперше для осіб, які перенесли коронавірусну пневмонію науково обґрунтовано та розроблено програму фізичної терапії, особливістю якої є застосування в комплексі з лікувальною гімнастикою нормобаричної гіперкапічної гіпоксії, вправ з високим підніманням стегна та глибоких присидів з обхватом колін, які посилюють дренажний ефект та аутогенного тренування за методикою Шульца (1932).

На сьогодні фізіотерапевти стверджують, що одним з ефективних засобів профілактики пацієнтів, які мають захворювання дихальної системи є баротерапія. Суть даної терапії полягає у перебуванні хворого в барокамері де створюються умови підвищеного або пониженого барометричного тиску .

Вітчизняні фахівці стверджують, що дана процедура ефективна і може бути застосована навіть для літніх людей.

Для покращення функціональних можливостей дихальної системи хворих, які перенесли коронавірусну пневмонію у період реконвалесценції слід застосовувати методи гіпоксичного та гіперкапічного тренування. Адже застосування гіпоксії та гіперкапнії в комплексі з фізичними навантаженнями покращує адаптаційні можливості кардіореспіраторної системи та фізичну працездатність, підвищує стійкість до стресових ситуацій . Відомо, що адаптація до гіпоксії супроводжується пристосувальними змінами насамперед у тих системах організму, які відповідають за транспорт кисню та його розподіл. Зокрема, гіпоксія сприяє гіпертрофії міокарда та дихальних м'язів. При цьому посилюється функція кісткового мозку, що стимулює еритропоез; покращується дифузійна здатність альвеолярно-капілярного бар'єру; активізуються окисні ферменти . Внаслідок таких змін підвищується аеробна продуктивність організму. У свою чергу адаптація до гіперкапнії супроводжується підвищенням продукції адреналіну та норадреналіну, які сприяють окисненню жиру; посиленню мозкового і коронарного кровообігу; розширенням бронхів й артеріальних судин.

Рекомендують застосовувати нормобаричну гіпоксію і гіперкапію як при респіраторних, так і серцево-судинних захворюваннях Нормобаричне гіпоксично-гіперкапічне тренування почали використовувати з кінця 80-х років, і його можна класифікувати як преривчасте, коли гіпоксичний вплив здійснюється з перервами в 1-2 дні, і інтервальне, де після короткочасного дихання гіпоксичною сумішшю (14-10% O₂) здійснюється перерва з інтервалами дихання атмосферним повітрям .

Частіше застосовується саме метод інтервального гіпоксичного тренування (ІГТ), в основі якого лежить вплив на організм хворих штучно створеної гіпоксії за рахунок дихання газовими сумішами зі зниженим вмістом кисню . Дослідження дії інтервального гіпоксичного тренування на функціональний стан та фізичну працездатність спортсменів стали проводитися на початку 90-х років А.З. Колчинською і співробітниками

Київського державного інституту фізичної культури. На сьогодні дану методику широко застосовують не тільки для підготовки висококваліфікованих спортсменів, але й для профілактики і лікування хворих з різними нозологічними формами.

Л. Я.-Г. Шахліна стверджує, що внаслідок ІНГТ покращується вентиляторно-перфузійні відношення в легенях, що обумовлено зростанням дихального об'єму та збільшенням кровопостачання альвеол в усіх ділянках легень; збільшується дифузійна поверхня легень і підвищується їх дифузійна здатність; відбувається збільшення та перерозподіл кровотоку, посилюється кровопостачання життєво важливих органів, підвищується фізична працездатність, покращується діяльність серцево-судинної та дихальної систем. З огляду на те, що застосування курсу ІГТ відбувається газовою сумішшю вмістом від 14% до 10% кисню, дана гіпоксична стимуляція для хворих може супроводжуватись зниженням адаптаційних резервів організму. Тому, на нашу думку, для створення гіпоксичного стану доцільно використовувати дихальні газові суміші з більшим вмістом кисню.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отож, можемо зробити висновок, що застосування розробленої програми, яка включала загальнорозвивальні вправи (статичного та динамічного характеру), спеціальні дихальні вправи (діафрагмальний тип дихання, вправи з затримкою дихання, звукова гімнастика), вправи з високим підніманням стегна та глибокі присіди, аутогенне тренування за методикою І. Шульца (1932), дозовану ходьбу і біг по біговій доріжці, а також методику створення в організмі стану нормобаричної гіперкапнічної гіпоксії сприяло покращенню кардіореспіраторної системи у пацієнтів, які перенесли коронавірусну інфекцію.

Список літературних джерел

1. Епифанов ВА. Лечебная физическая культура: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2004. 560 с.
2. Колчинская АЗ, Цыганова ТН, Остапенко ЛА. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. М.: Медицина; 2003. 408 с.
3. Малявин АГ. Респираторная медицинская реабилитация: практ. руководство для врачей. М.: Практическая медицина; 2006. 416 с.
4. Мухін ВМ. Фізична реабілітація: підручник. К.: Олімпійська література; 2009. 488 с.
5. Назар ПС, Шахліна ЛГ. Загальний та спеціальний догляд за хворими з елементами фізичної реабілітації: навч.

References

1. Epifanov VA. Lechebnaia fizicheskaia kultura: uchebnoe posobie. M.: GEOTAR-Media; 2004. 560 s.
2. Kolchinskaia AZ, Cyganova TN, Ostapenko LA. Normobaricheskaia interval'naia gipoksicheskaia trenirovka v medicine i sporte. M.: Medicina; 2003. 408 s.
3. Maliavin AG. Respiratornaia medicinskaia rehabilitaciia: prakt. rukovodstvo dlia vrachej. M.: Prakticheskaia medicina; 2006. 416 s.
4. Mukhin VM. Fizichna rehabilitaciia: pidruchnik. K.: Olimpijs'ka literatura; 2009. 488 s.
5. Nazar PS, Shakhlina LG. Zagal'nij ta special'nij dogliad za khvorimi z elementami fizichnoi rehabilitacii: navch. Olimpijs'ka literatura; 2006. 240 s.

посібник. К.: Олімпійська література; 2006. 240 с.

6. О कोरोков АН. Диагностика болезней внутренних органов. Диагностика болезней органов дыхания. М.: Мед. лит.; 2001. Т.3. 464 с.

7. Онищук В. Експрес вплив «ендогенно-гіпоксичного» дихання та фізичного навантаження на показники спірографії у хворих на бронхіальну астму. Фізичне виховання та спорт: Запорізький нац. ун -ту. 2010; 1. (3): 176-179.

8. Онищук В. Можливості застосування «ендогенно-гіпоксичного» дихання для лікування студентів хворих на бронхіальну астму. Актуальні проблеми фізичного виховання та методики спортивного тренування: зб. наук. праць. Вінниця. 2007: 63-68.

9. Порада АМ, Солодовник ОВ, Прокопчук НЄ. Основи фізичної реабілітації. К.: «Медицина»; 2008. 246 с.

10. Сахарчук П, Ільницький РІ, Бондаренко ЮМ, Дудка ТФ. Клінічна пульмонологія. Київ: Книга плюс; 2003. 368 с.

11. Фурман Ю, Онищук В. Ефективність застосування методики «ендогенно-гіпоксичного» дихання за показниками спірографії в системі фізичної реабілітації студенток, хворих на бронхіальну астму. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2010; 10: 101-107.

12. Фурман Ю, Онищук В. Пошук нових технологій фізичної реабілітації студентів із захворюваннями кардіореспіраторної системи. Актуальні проблеми функціональної морфології та інтегративної антропології. Прикладні аспекти морфології. 2009; 299-300.

13. Фурман Ю, Онищук В. Фізична реабілітація студенток з бронхіальною астмою в умовах вищого навчального закладу. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2011; 12: 109-115.

14. Ходоровський ГІ, Коляско ІВ, Фуркал ЄС. Ендогенно-гіпоксичне дихання: теорія і практика. Чернівці: СПД; 2006. 144 с.

15. Burtscher M, Pachinger O, Ehrenbourg I, Mitterbauer G, Faulhaber M, Puhlinger R. Tkatchouk Intermittent hypoxia increases

6. Okorokov AN. Diagnostika boleznej vnutrennikh organov. Diagnostika boleznej organov dykhaniia. M.: Med. lit.; 2001. T.3. 464 s.

7. Onishchuk V. Ekspres vpliv «endogenno-gipoksichnogo» dikhannia ta fizichnogo navantazhennia na pokazniki spirografii u khvorikh na bronkhial'nu astmu. Fizichne vikhovannia ta sport: Zaporiz'kij nac. un -tu. 2010; 1. (3): 176-179.

8. Onishchuk V. Mozhlivosti zastosuvannia «endogenno-gipoksichnogo» dikhannia dlia likuvannia studentiv khvorikh na bronkhial'nu astmu. Aktual'ni problemi fizichnogo vikhovannia ta metodiki sportivnogo trenuvannia: zb. nauk. prac'. Vinnicia. 2007: 63-68.

9. Porada AM, Solodovnik OV, Prokopchuk NІe. Osnovi fizichnoi rehabilitacii. K.: «Medicina»; 2008. 246 s.

10. Sakharchuk П, Іл'ницький РІ, Бондаренко ІуМ, Дудка ТФ. Klinichna pul'monologіia. Kіiv: Kniga plus; 2003. 368 s.

11. Furman Іu, Onishchuk V. Efektivnist' zastosuvannia metodiki «endogenno-gipoksichnogo» dikhannia za pokaznikami spirografii v sistemi fizichnoi rehabilitacii studentok, khvorikh na bronkhial'nu astmu. Fizichna kul'tura, sport ta zdorov'ia nacii. 2010; 10: 101-107.

12. Furman Іu, Onishchuk V. Poshuk novikh tekhnologij fizichnoi rehabilitacii studentiv iz zakhvoriuvanniami kardiorespiratornoi sistemi. Aktual'ni problemi funkcionāl'noi morfologii ta integrativnoi antropologii. Prikladni aspekti morfologii. 2009; 299-300.

13. Furman Іu, Onishchuk V. Fizichna rehabilitaciia studentok z bronkhial'noi astmoi u umovakh vishchogo navchal'nogo zakladu. Fizichna kul'tura, sport ta zdorov'ia nacii. 2011; 12: 109-115.

14. Khodorovs'kij GI, Koliasko IV, Furkal ІeS. Endogenno-gipoksichne dikhannia: teoriia i praktika. Chernivci: SPD; 2006. 144 s.

15. Burtscher M, Pachinger O, Ehrenbourg I, Mitterbauer G, Faulhaber M, Puhlinger R. Tkatchouk Intermittent hypoxia increases exercise tolerance in elderly men with and

exercise tolerance in elderly men with and without coronary artery disease. *Int. J. Cardiol.* 2004; 96 (2): 247-254.

16. Furman Yu, Onishuk V, Gavrilova N. Influence of special physical exercises on speed indicators of external breath of young patients on bronchial asthma. *Physical education, sports and human health.* 2019; 13: 61-66. doi: 10.32626/2227-6246.2019-13.61-64.

17. Grabowski DC, Maddox KE. Postacute care preparedness for COVID-19: thinking ahead. *JAMA.* 2020. doi: 10.1001/jama.2020.4686.

18. Miroshnichenko V, Salnykova S, Brezdeniuk O, Nesterova S, Onyshchuk V, Gavrylova N. The maximum oxygen consumption and body structure component of women at the first period of mature age with a different somatotypes. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports.* 2018; 22 (6): 306-312 doi: 10.15561/18189172.2018.0505.

19. Gavrylova N, Bohuslavskaya V, Pityn M, Moseichuk Y. Effectiveness of the application of the endogenous-hypoxic breathing technique in the physical training of 13-16-year-old cyclists. *Journal of Physical Education and Sport.* 2017; 7 (4): 2568 - 2575. doi: 10.7752/jpes.2017.04291.

20. Onyshchuk V, Bohuslavskaya V, Pityn M, Kyselytsia O. Substantiation of the integrated physical rehabilitation program for the higher educational establishment students suffering from bronchial asthma. *Journal of Physical Education and Sport (JPES).* 2017;(4):2561–2567. doi: 10.7752/jpes.2017.04290.

21. Salnykova S, Furman YuM, Sulyma A, Hruzevych I, Gavrylova N., Onyshchuk V, Brezdeniuk O. Peculiarities of aqua fitness exercises influence on the physical preparedness of women 30-49 years old using endogenous-hypoxic breathing method. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports.* 2018;22(4):210-215. doi: 10.15561/18189172.2018.0407.

22. Vitacca M, Carone M, Clini E, et al. Joint statement on the role of respiratory rehabilitation in the COVID-19 crisis: the

without coronary artery disease. *Int. J. Cardiol.* 2004; 96 (2): 247-254.

16. Furman Yu, Onishuk V, Gavrilova N. Influence of special physical exercises on speed indicators of external breath of young patients on bronchial asthma. *Physical education, sports and human health.* 2019; 13: 61-66. doi: 10.32626/2227-6246.2019-13.61-64.

17. Grabowski DC, Maddox KE. Postacute care preparedness for COVID-19: thinking ahead. *JAMA.* 2020. doi: 10.1001/jama.2020.4686.

18. Miroshnichenko V, Salnykova S, Brezdeniuk O, Nesterova S, Onyshchuk V, Gavrylova N. The maximum oxygen consumption and body structure component of women at the first period of mature age with a different somatotypes. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports.* 2018; 22 (6): 306-312 doi: 10.15561/18189172.2018.0505.

19. Gavrylova N, Bohuslavskaya V, Pityn M, Moseichuk Y. Effectiveness of the application of the endogenous-hypoxic breathing technique in the physical training of 13-16-year-old cyclists. *Journal of Physical Education and Sport.* 2017; 7 (4): 2568 - 2575. doi: 10.7752/jpes.2017.04291.

20. Onyshchuk V, Bohuslavskaya V, Pityn M, Kyselytsia O. Substantiation of the integrated physical rehabilitation program for the higher educational establishment students suffering from bronchial asthma. *Journal of Physical Education and Sport (JPES).* 2017;(4):2561–2567. doi: 10.7752/jpes.2017.04290.

21. Salnykova S, Furman YuM, Sulyma A, Hruzevych I, Gavrylova N., Onyshchuk V, Brezdeniuk O. Peculiarities of aqua fitness exercises influence on the physical preparedness of women 30-49 years old using endogenous-hypoxic breathing method. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports.* 2018;22(4):210-215. doi: 10.15561/18189172.2018.0407.

22. Vitacca M, Carone M, Clini E, et al. Joint statement on the role of respiratory rehabilitation in the COVID-19 crisis: the Italian position paper. *Respiration.* 2020; 1-7. doi: 10.1159/000508399.

Italian position paper. Respiration. 2020; 1-7.
doi: 10.1159/000508399.

DOI: 10.31652/2071-5285-2021-11(30)-320-332

Відомості про авторів:

Онищук В. Є.; orcid.org/0000-0002-9615-6653; victoriaonichuk@gmail.com; Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького 32, м. Вінниця, 21000, Україна.

Фурман Ю. М.; orcid.org/0000-0002-5206-7712; dok.furman@gmail.com; Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького 32, м. Вінниця, 21000, Україна.

Гаврилова Н. В.; orcid.org/0000-0001-6209-5875; gavrilova.natal83@gmail.com; Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького 32, м. Вінниця, 21000, Україна.

Ломинога С. І.; orcid.org/0000-0003-4309-6463; sclub.patriot@gmail.com; Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького 32, м. Вінниця, 21000, Україна.