

Л. Г. Полягушко, В. Б. Шатило*, В. О. Ішук*

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", 03056 Київ

**Державна установа "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України", 04114 Київ*

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ГІПОКСИЧНИХ ТРЕНУВАНЬ "ГІПОТРОН" ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В КОМПЛЕКСНОМУ ЛІКУВАННІ ХВОРИХ ЛІТНЬОГО ВІКУ З ІШЕМІЧНОЮ ХВОРОБОЮ СЕРЦЯ

Розроблено апаратно-програмний комплекс для проведення гіпоксичних тренувань "Гіпотрон", який складається з дихального контуру, блоків медичного контролю та автоматики, а також програмного забезпечення для комп'ютерної обробки даних. Ефективність використання комплексу оцінено на 65 хворих літнього віку зі стабільною стенокардією напруги I та II функціональних класів (ФК), яких було розподілено на дві групи: в основну було включено 45 хворих, які пройшли повний курс лікування за допомогою базисної терапії (БТ) та проведення інтервальних нормобаричних гіпоксичних тренувань (ІНГТ) на апаратно-програмному комплексі "Гіпотрон"; в контрольну (БТ) — 20 хворих, які отримували БТ та імітований курс гіпоксичних тренувань (дихання тільки атмосферним повітрям). Під впливом курсу ІНГТ у більшості (80 %) хворих спостерігалось суб'єктивне поліпшення клінічного перебігу ішемічної хвороби серця, зменшення кількості та тривалості нападів стенокардії, підвищення потужності граничного фізичного навантаження і зменшення ішемії міокарда (за даними добового моніторингу ЕКГ). Отримані результати дозволяють рекомендувати застосування апаратно-програмного комплексу "Гіпотрон" для проведення ІНГТ як доповнення до стандартів лікування літніх хворих зі стабільною стенокардією напруги I та II ФК.

Ключові слова: апаратно-програмний комплекс "Гіпотрон", інтервальні нормобаричні гіпоксичні тренування, літній вік, ішемічна хвороба серця.

Гіпоксичні тренування — широко відомий метод підвищення неспецифічної резистентності організму як у здорових, так і у хворих з найрізноманітнішою патологією [1, 4]. Багато років гіпоксичні тренування ефективно використовуються в спорті вищих досягнень [10, 12, 16].

Ефективність гіпоксичних тренувань пов'язують головним чином з активацією загальних компенсаторно-приспосувальних процесів, що забезпечують резистентність організму і позитивні морфофункціональні зрушення [9]. У механізмі розвиваючої компенсації велике значення надають змінам системної і тканинної гемодинаміки, а також перебутові обміну речовин і клітинної енергетики. Метод гіпокситерапії заснований на перехресних захисних ефектах адаптації, коли пристосування до дії одного фактора — гіпоксії — підвищує резистентність організму до негативних впливів інших чинників: граничного фізичного навантаження, стресу, інтоксикації, радіації та ін. [15].

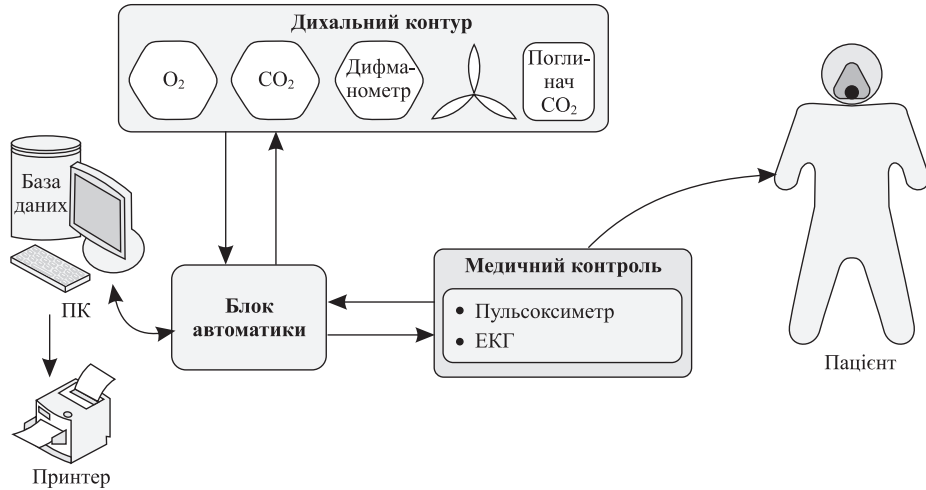
На сьогодні одним із перспективних варіантів реалізації гіпокситерапії є нормобарична інтервальна гіпокситерапія, що передбачає створення інтервальних режимів гіпоксії з урахуванням поточного індивідуального стану пацієнта на основі контролюючого патерну дихання гіпоксичною газовою сумішшю [6, 13]. При проведенні керованої інтервальної гіпокситерапії необхідно контролювати динаміку показників вхідних та вихідних, що відображають функціональний стан пацієнта. Вхідними показниками, якими не можна управляти, є частота серцевих скорочень (ЧСС), сатурація крові (SpO_2), частота дихання (ЧД), об'єм дихання (ОД), хвилиний об'єм дихання (ХОД), артеріальний тиск (АТ). Вихідними показниками, якими можна керувати, є концентрація кисню в газовій суміші, котрою дихає пацієнт, режим та термін подачі суміші. Дослідження в галузі вивчення вентиляції легенів показали, що функціональний стан кардіореспіраторної системи пацієнта, описаний вхідними параметрами, залежить від умов, що описані вихідними параметрами [6].

Таким чином, використовуючи набір цих показників, можна створити систему, що передбачає управління процесом гіпокситерапії з урахуванням індивідуального підходу до кожного пацієнта.

У Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут" у співпраці з Державною установою "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботорьова НАМН України" був розроблений апаратно-програмний комплекс для проведення інтервальної нормобаричної гіпокситерапії, який дає можливість створювати і подавати гіпоксичну суміш пацієнтові з урахуванням фізіологічного стану людини, що визначається за допомогою електронної системи медичного контролю (рисунок).

Апаратно-програмний комплекс складається з таких блоків:

- дихальний контур, в якому відбувається формування газової суміші при диханні пацієнта;
- блок медичного контролю, що складається з комп'ютерного електрокардіографа та пульсоксиметра;
- блок автоматики;
- персональний комп'ютер зі спеціальним програмним забезпеченням.



Структурна схема апаратно-програмного комплексу "Гіпотрон" для проведення інтервальної нормобаричної гіпокситерапії.

Дихальний контур складається з таких елементів: камера дихання з клапанами вдиху і видиху, шланг дихання, клапан надмірного тиску, ємність для поглинача вуглекислого газу, дихальний кульок та датчики кисню і вуглекислого газу, приймач повітряного потоку та вентилятор. У дихальному контурі концентрація кисню визначається електрохімічним датчиком. Зменшення концентрації кисню відбувається під час дихання в закритому контурі за рахунок спожитого організмом кисню. Зниження цієї концентрації відбувається до тих пір, поки вона не стане меншою, ніж заданий рівень; підвищення відбувається за рахунок підкачки повітря із зовнішнього середовища підключеним вентилятором. Таким чином підтримується задана концентрація кисню в газовій суміші.

Датчик вуглекислого газу використовується для моніторингу концентрації CO_2 в газовій суміші, що дозволяє підвищити безпеку проведення процедур.

Блок автоматики отримує інформацію про стан газової суміші в дихальному контурі та про фізіологічний стан пацієнта з блоку медичного контролю, регулює вміст газової суміші. Також при досягненні критичних значень показників фізіологічного стану організму людини та (або) концентрації вуглекислого газу вмикається звуковий сигнал і виводиться повідомлення на моніторі персонального комп'ютера, а вентилятор переходить в режим постійної подачі атмосферного повітря.

Блок медичного контролю складається з комп'ютерного електрокардіографа та пульсоксиметра, що підключаються до блоку керування та передають дані про фізіологічний стан пацієнта на мікроконтролер для подальшої обробки, збереження та виведення на екран персонального комп'ютера.

Спеціальне програмне забезпечення на персональному комп'ютері виконує такі основні функції:

- відображення на екрані в режимі реального часу фізіологічних показників та їх графіків (ЕКГ, ЧСС, SpO_2 , ЧД, ОД, ХОД та ін.);
- задання концентрації кисню в газовій суміші та режиму проведення сеансу гіпокситерапії (тривалість та кількість циклів, інтервали між ними та ін.);
- збереження в базі даних інформації про пацієнта, проведені сеанси і виміряні фізіологічні показники;
- повторна візуалізація та додатковий аналіз даних проведених сеансів гіпокситерапії.

Апарат працює в режимах тестування, діагностики та лікування.

Режим тестування призначений для перевірки працездатності та налаштування елементів апарата. Тестуванню підлягають датчик перепаду тиску, датчики кисню та вуглекислого газу. В режимі тестування можна провести калібрування датчиків, визначити достовірність виміру ОД, використавши калібрувальний шприц, та провести комплексну перевірку працездатності апарата, при котрій циклічно вимірюються об'єм вдиху, концентрації кисню та вуглекислого газу, а також із заданим інтервалом вмикаються/вимикаються клапани та вентилятор.

У режимі діагностики визначається стійкість до гіпоксії. Гіпоксична проба проводиться при поступовому зниженні концентрації кисню в газовій суміші протягом 10 хв або до досягнення одного з критеріїв припинення проби (чи їх поєднання). Під час проведення гіпоксичної проби контролюють стан обстежуваного (зокрема, його скарги), постійно монітують ЕКГ, SpO_2 , показники зовнішнього дихання (ЧД, ОД).

Критеріями припинення гіпоксичної проби є такі [7, 8]:

- запаморочення, нудота, відчуття нестачі повітря, задишка, біль у серці або інші суб'єктивні відчуття погіршення стану;
- підвищення ЧСС на 30 % і більше;
- підвищення систолічного АТ на 30 % і більше;
- поява на ЕКГ змін ішемічного характеру або частоті екстрасистолії (1:6) чи порушень провідності;
- зниження ХОД на 20 %;
- зниження SpO_2 нижче 76 %.

Якщо час появи критеріїв припинення проби становить менше 5 хв, то це свідчить про низьку стійкість обстеженого до вибраної концентрації гіпоксичної суміші, а тому рекомендують виконати повторну пробу з концентрацією кисню, що на 2 % вища за попередню. Якщо гіпоксична проба до появи критеріїв припинення триває від 5 до 10 хв, то таким пацієнтам рекомендовано проведення гіпоксичних тренувань саме з попередньо визначеною концентрацією кисню. У разі тривалості гіпоксичної проби 10 хв та за відсутності появи критеріїв припинення обстежені мають високу стійкість до даного рівня гіпоксії. Для цих пацієнтів рекомендовано проведення тренувань з концентрацією кисню, що на 1–2 % нижче за попередньо визначену концентрацію.

У людей літнього віку при проведенні гіпоксичної проби застосовується суміш з 12 % O_2 . В якості критерію безпеки при проведенні проби використовують зниження SpO_2 до 80 % (на відміну від 76 % у людей

середнього і молодого віку) [7]. При досягненні одного із критеріїв (крім суб'єктивних відчуттів стану пацієнта) вмикається звуковий сигнал.

У режимі лікування проводиться сеанс гіпоксичної терапії із заданою концентрацією кисню, що була рекомендована пацієнтові після проведення діагностики. Розроблений апаратно-програмний комплекс "Гіпотрон" був використаний в Інституті геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України для проведення гіпоксичної проби та інтервальних нормобаричних гіпоксичних тренувань (ІНГТ) при лікуванні хворих літнього віку з ішемічною хворобою серця (ІХС).

Загальноприйнятими показаннями до призначення ІНГТ при патології серцево-судинної системи (ССС) є ІХС, стабільна стенокардія напруги I–III функціональних класів (ФК), нейроциркуляторна дистонія, гіпертонічна хвороба I–II стадії з артеріальною гіпертензією I–II стадії, недостатність кровообігу I стадії за класифікацією Василенко — Стражеско та облітеруючі захворювання периферичних судин I–II ступеня. Також є експериментальні та клінічні роботи, в яких досліджено застосування ІНГТ в лікуванні екстрасистолічної аритмії [10].

У той же час, гіпокситерапія протипоказана при гострих серцево-судинних захворюваннях (інфаркт міокарда, гостре порушення мозкового кровообігу, гіпертонічний криз, тромбоемболія в системі легеневої артерії), вроджених аномаліях серця і великих судин, набутих вадах серця, хворобах міокарда та перикарда у стадії декомпенсації (недостатність кровообігу II–III стадії, стенокардія напруги IV ФК, стійкі та пароксизмальні порушення серцевого ритму). За нашими спостереженнями, у осіб похилого віку (на відміну від хворих середнього та молодого віку) не слід проводити ІНГТ при стенокардії напруги III ФК, АТ вище 160/100 мм рт. ст. і при частій екстрасистолічній аритмії.

У літературі досить широко показана ефективність застосування гіпокситерапії у хворих із серцево-судинними захворюваннями [5, 10]. Однак у цих дослідженнях брали участь переважно пацієнти віком до 60 років. У хворих відзначені зменшення частоти нападів стенокардії та кількості інших суб'єктивних скарг, збільшення потужності граничного навантаження. Серед позитивних ефектів гіпоксичних тренувань, виявлених у експериментальних тварин, а потім підтверджених у хворих на ІХС, слід відзначити поліпшення стану мікроциркуляції і процесів реполяризації в міокарді, підвищення стійкості міокарда до гіпоксії. У хворих на ІХС спостерігали зростання рівня гемоглобіну, нормалізацію ліпідного профілю при дисліпідемії, поліпшення реологічних властивостей крові, підвищення толерантності до фізичного навантаження та стійкості до стресових впливів [5, 10, 14].

Метою нашого дослідження було з'ясувати ефективність використання апаратно-програмного комплексу "Гіпотрон" для проведення курсів ІНГТ у хворих літнього віку зі стабільною стенокардією напруги I та II ФК.

Обстежувані та методи. Обстежено 65 хворих віком 60–74 років зі стабільною стенокардією напруги I та II ФК, які перебували на стандарт-

ній базисній терапії (БТ). Протягом не менше трьох тижнів до включення в дослідження вони приймали ацетилсаліцилову кислоту (100 мг/добу), один із β -адреноблокаторів (метопролол, бісопролол, атенолол) у середньотерапевтичній дозі, а при необхідності — нітрати короткої дії. Обстежених було розподілено на дві групи: в основну було включено 45 хворих, які пройшли повний курс лікування (БТ + ІНГТ), в контрольну (БТ) — 20 хворих, які отримували імітований курс гіпоксичних тренувань (дихання тільки атмосферним повітрям). Обидві групи до проведення курсу тренувань не відрізнялися за віком, статтю, основними антропометричними показниками і толерантністю до фізичного навантаження (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика досліджуваних груп хворих, $M \pm m$

Показник	БТ ($n = 20$)	БТ + ІНГТ ($n = 45$)
Вік, років	68,7 \pm 1,1	69,0 \pm 1,2
Чоловіки/жінки, %	55/45	60/40
Зріст, см	169 \pm 1,5	166 \pm 1,4
Маса тіла, кг	79,4 \pm 2,4	77,2 \pm 2,3
Толерантність до фізичного навантаження, Вт	75,8 \pm 6,2	77,3 \pm 4,1

Вміст кисню в газовій суміші, якою хворі дихали під час тренувань, дозували з урахуванням індивідуальної чутливості організму до гіпоксії [11]. Для цього проводили гіпоксичну пробу, під час якої аналізували зміни ХОД, АТ, ЧСС, моніторували ЕКГ та SpO_2 . При гіпоксичній пробі використовували стандартну газову суміш — 12 % кисню і 88 % азоту. Вибір такої концентрації кисню обумовлений більш високою чутливістю до гіпоксії в похилому віці [11].

Ефективність ІНГТ оцінювали за змінами значень таких показників:

- потужності граничного фізичного навантаження, для визначення якого використовували велоергометричний тест до появи загальноприйнятих критеріїв ішемічних змін у міокарді [2] (початкове навантаження — 25 Вт з подальшим його підвищенням на 15 Вт кожні 5 хв);
- частоти та тривалості епізодів ішемії міокарда протягом доби (епізодом ішемії вважали депресію сегмента *ST* понад 1 мм в одному або кількох відведеннях тривалістю більше 1 хв [2]);
- стійкості до гіпоксії, про яку судили за ступенем зниження SpO_2 при гіпоксичній пробі до і після тренувань.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням *t*-критерію Стюдента.

Результати та їх обговорення

Безпека гіпоксичної проби. При вдиханні гіпоксичної суміші 12 % кисню проба була припинена у 51 % літніх хворих у зв'язку зі зниженням SpO_2 нижче 80 %. У 10 % обстежених гіпоксична проба завершена передчасно через погіршення самопочуття (поява відчуття нестачі повітря, загальна слабкість або запаморочення), у 3 % хворих — у зв'язку

з надмірним підвищенням АТ (більше 30 %) або його зниженням на 3–5-й хв проби, що трактувалося як стан надмірної чутливості до гіпоксії. У решти хворих (36 %) проба була припинена через 10 хв. При проведенні гіпоксичної проби у хворих не було зареєстровано змін ЕКГ ішемічного характеру. У деяких пацієнтів виявлено поодинокі екстрасистоли, поява яких не потребувала припинення проби.

Безпека ІНГТ. Курс ІНГТ більшість хворих на ІХС (82,4 %) перенесли задовільно. Тільки 4,3 % пацієнтів відзначали посилення болю в ділянці серця, головний біль та запаморочення під час перших сеансів ІНГТ, що стало причиною відмови від тренувань. Однак при їх об'єктивному обстеженні не було зареєстровано несприятливих змін у функціонуванні ССС, у тому числі погіршення ЕКГ. У 13,3 % хворих протягом перших 2–3 сеансів ІНГТ відзначали погіршення загального стану, зокрема збільшення частоти і тривалості нападів стенокардії, головний біль і загальну слабкість. Однак ці симптоми проходили самостійно в процесі тренувань без додаткової медикаментозної корекції.

У 15 % хворих контрольної групи при імітації тренувань (дихання атмосферним повітрям через апарат "Гіпотрон") також відзначено короткочасне погіршення загального стану, що не супроводжувалося зміною на ЕКГ.

Ефективність ІНГТ. Під впливом курсу ІНГТ у більшості (80 %) хворих спостерігалася суб'єктивне поліпшення клінічного перебігу ІХС. У них зменшилась кількість і тривалість нападів стенокардії, а також кількість прийнятих пігулок нітрогліцерину (табл. 2). У контрольній групі при дотриманні умов стаціонарного режиму, а також обмеженні зовнішніх стресових факторів спостерігалися менш значні сприятливі зміни суб'єктивного стану (див. табл. 2).

Таблиця 2

Суб'єктивні прояви ІХС до і після гіпоксичних тренувань, $M \pm m$

Показник	Група	До тренувань	Зміни після тренувань
Кількість епізодів стенокардії за добу	БТ	2,4 ± 0,3	-0,4 ± 0,2*
	БТ + ІНГТ	2,6 ± 0,3	-0,8 ± 0,3*
Середня тривалість епізодів стенокардії, хв	БТ	5,6 ± 0,6	-0,8 ± 0,4
	БТ + ІНГТ	6,1 ± 1,5	-1,2 ± 0,4*
Кількість пігулок нітрогліцерину, прийнятих протягом останніх п'яти діб	БТ	3,3 ± 0,9	-1,2 ± 0,6
	БТ + ІНГТ	3,8 ± 0,7	-2,0 ± 0,7*
Ходьба в звичайному темпі без зупинки, м	БТ	687 ± 65	34 ± 47
	БТ + ІНГТ	669 ± 58	126 ± 57*
Висота підйому по пандусу без зупинки в звичайному темпі, <i>поверх</i>	БТ	3,0 ± 0,3	0,3 ± 0,2
	БТ + ІНГТ	2,9 ± 0,3	0,7 ± 0,3*

Примітка (тут і в табл. 3): * — достовірність зміни під впливом тренувань $P < 0,05$.

Під впливом ІНГТ у хворих на ІХС потужність граничного фізичного навантаження підвищилася на 10,1 % — від (77,3 ± 4,1) Вт до

(85,1 ± 4,5) Вт ($P < 0,05$). Зокрема, підвищення потужності навантаження на 15 Вт і більше відзначено у 50 %, а збільшення тривалості навантаження в межах одного ступеня на 2 хв — у 15 % пацієнтів. У контрольній групі зростання потужності граничного навантаження на 15 Вт і більше виявлено лише у 20 % хворих, тому в середньому у групі толерантність до фізичного навантаження не змінилася.

Поряд з підвищенням рівня граничного фізичного навантаження про ефективність ІНГТ у літніх хворих на ІХС свідчить зменшення ішемії міокарда (за даними добового моніторингу ЕКГ). Так, у хворих, які пройшли гіпоксичні тренування, сумарна тривалість усіх епізодів ішемії протягом доби зменшилася на (14,2 ± 6,1) хв ($P < 0,05$), а середня тривалість епізоду ішемії — на (2,5 ± 1,0) хв ($P < 0,05$). У хворих контрольної групи достовірного зменшення значень цих показників не спостерігалось (табл. 3).

Таблиця 3

Показники ішемії міокарда (за даними добового моніторингу ЕКГ) у літніх хворих на ІХС до і після тренувань, $M \pm m$

Показник	Група	До тренувань	Зміни після тренувань
Кількість епізодів ішемії міокарда за добу	БТ	3,6 ± 0,7	-0,3 ± 0,6
	БТ + ІНГТ	3,7 ± 0,8	-0,8 ± 0,2*
Кількість епізодів больової ішемії міокарда за добу	БТ	2,4 ± 0,3	-0,4 ± 0,3
	БТ + ІНГТ	2,6 ± 0,3	-0,8 ± 0,3*
Кількість епізодів безбольової ішемії міокарда за добу	БТ	1,2 ± 0,4	0,1 ± 0,3
	БТ + ІНГТ	1,2 ± 0,5	-0,1 ± 0,2
Сумарна тривалість усіх епізодів ішемії міокарда за добу, хв	БТ	25,4 ± 7,2	-8,2 ± 4,9
	БТ + ІНГТ	27,8 ± 8,0	-14,2 ± 6,1*

Висновки

1. Розроблений апаратно-програмний комплекс "Гіпотрон" дозволяє проводити гіпоксичні тренування з урахуванням поточного індивідуального стану пацієнта на основі контролюючого патерну дихання гіпоксичною газовою сумішшю, що підвищує ефективність проведення гіпокситерапії.
2. Проведення гіпоксичної проби з диханням 12 % кисневої суміші у літніх хворих зі стабільною стенокардією напруги I та II ФК може використовуватися для вибору режимів ІНГТ.
3. За умови індивідуального підбору режиму гіпоксичних тренувань і належного клініко-інструментального контролю за станом пацієнтів ІНГТ безпечні для літніх хворих зі стабільною стенокардією напруги I та II ФК.
4. ІНГТ сприяють зменшенню клінічних проявів стенокардії, тривалості добової ішемії міокарда, підвищують толерантність до фізичного навантаження.
5. Отримані результати дозволяють рекомендувати застосування ІНГТ як доповнення до стандартів лікування літніх хворих зі стабільною стенокардією напруги I та II ФК.

Список використаної літератури

1. Агаджанян Н. А., Стрелков Р. Б., Чижов А. Я. Перывистая нормобарическая гипокситерапия (исторические предпосылки, теоретическое обоснование и результаты применения) // Прерывистая нормобарическая гипокситерапия: Т. 1. — М., 1997. — С. 16–37.
2. Аронов Д. М., Лупанов В. П. Функциональные пробы в кардиологии. — М.: Медпресс-информ, 2003. — 296 с.
3. Бухтияров И. В., Усов В. М., Дворников В. М. и др. Технология биоадаптивного управления функционированием средств обеспечения жизнедеятельности человека в условиях измененной газовой среды // Безопасность жизнедеятельности. — 2004. — № 5. — С. 32–36.
4. Горанчук В. В., Сапова Н. И., Иванов А. О. Гипокситерапия. — СПб.: ООО "Элби_СПб", 2003. — 536 с.
5. Дудко В. А., Соколов А. А. Моделирование гипоксии в клинической практике. — Томск: СГГ, 2000. — 352 с.
6. Захаров В. Н., Кантор П. С. Интеллектуальная система управления процессом искусственной вентиляции легких // Интеллектуальные системы автоматического управления / Под ред. И. М. Макарова и В. М. Лохина. — М.: Физматлит, 2001. — С. 494–503.
7. Іщук В. О., Шатило В. Б. Рекомендації щодо застосування інтервальних нормобаричних гіпоксичних тренувань у пацієнтів літнього віку з ішемічною хворобою серця // Кровообіг та гомеостаз. — 2007. — № 1. — С. 49–53.
8. Іщук В. О., Шатило В. Б., Коркушко О. В. Методики проведення гіпоксичної проби та вибору режиму гіпоксичних тренувань на апараті "Гіпотрон" // Гіпоксія як метод підвищення адаптаційної здатності організму людини. — К.: Політехніка, 2011. — С. 108–119.
9. Караш Ю. М., Стрелков Р. В., Чижов А. Я. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации. — М.: Медицина, 1988. — 352 с.
10. Колчинская А. З., Цыганова Т. Н., Остапенко Л. А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. — М.: Медицина, 2003. — 408 с.
11. Коркушко О. В., Коваленко А. В. Система свертывания крови при старении. — Киев: Здоровье, 1988. — 215 с.
12. Платонов В. Н., Колчинская А. З. Гипоксическая тренировка в спорте высших достижений // Гипоксия: деструктивное и конструктивное действие: Мат-лы Междунар. конф. и Призьбрусских бесед. — Киев: Терскол, 1998. — С. 154–156.
13. Gates P. E., Strain W. D., Shore A. C. Human endothelial function and microvascular ageing // Exp. Physiol. — 2009. — **94**, № 3. — P. 311–316.
14. Manukhina E. B., Downey H. F., Mallet R. T. Role of nitric oxide in cardiovascular adaptation to intermittent hypoxia // Exp. Biol. Med. — 2006. — **231**. — P. 343–365.
15. Serebrovskaya T. V., Lei Xi. Individualized intermittent hypoxia training: Principles and practices // Intermittent hypoxia and human diseases. — Springer, 2012. — P. 281–290.
16. Wiesner S., Haufe S., Engeli S. et al. Influences of normobaric hypoxia training on physical fitness and metabolic risk markers in overweight to obese subjects // Obesity. — 2009. — **18**. — P. 116–120.

Надійшла 12.11.2013

**АПАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК
"ГИПОТРОН" И ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ
БОЛЬНЫХ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ИШЕМИЧЕСКОЙ
БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА**

Л. Г. Полягушко, В. Б. Шатило*, В. А. Ищук*

Национальный технический университет Украины
"Киевский политехнический институт", 03056 Киев
*Государственное учреждение "Институт геронтологии
им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины", 04114 Киев

Разработан аппаратно-программный комплекс для проведения гипоксических тренировок "Гипотрон", который состоит из дыхательного контура, блоков медицинского контроля и автоматики, а также программного обеспечения для компьютерной обработки данных. Эффективность использования комплекса оценена на 65 больных пожилого возраста со стабильной стенокардией напряжения I и II функциональных классов (ФК), которые были распределены на две группы: в основную было включено 45 больных, которые прошли полный курс лечения с помощью базисной терапии (БТ) и проведение интервальных нормобарических гипоксических тренировок (ИНГТ) на аппаратно-программном комплексе "Гипотрон"; в контрольную (БТ) — 20 больных, которые получали БТ и имитированный курс гипоксических тренировок (дыхание только атмосферным воздухом). Под влиянием курса ИНГТ у большинства (80 %) больных наблюдалось субъективное улучшение клинического течения ишемической болезни сердца, уменьшение количества и продолжительности приступов стенокардии, повышение мощности предельной физической нагрузки и уменьшение ишемии миокарда (по данным суточного мониторинга ЭКГ). Полученные результаты позволяют рекомендовать использование аппаратно-программного комплекса "Гипотрон" для проведения ИНГТ как дополнения к стандартам лечения пожилых больных со стабильной стенокардией напряжения I и II ФК.

**COMPUTER APPLIANCE FOR HYPOXIC EXERCISE
TRAINING "HYPOTRON" AND ITS EFFICACY
IN COMBINED TREATMENT
OF ELDERLY PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART
DISEASE**

L. G. Poliahushko, V. B. Shatilo*, V. A. Ishchuk*

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic
Institute", 03056 Kyiv

*State Institution "D. F. Chebotarev Institute of Gerontology
NAMS Ukraine", 04114 Kyiv

A newly developed computer appliance for hypoxic exercise training "Hypotron" consists of breathing circuit, medical check-up and automation units, and software for data processing. Efficacy of using this device was assessed on 65 elderly patients with stable exertional angina pectoris functional classes I and II, divided in two groups: group 1 — 45 patients, who underwent a complete course of basic therapy (BT) and interval normobaric hypoxic exercise training (INHT) using computer appliance "Hypotron", and group 2 (control — BT) — 20 patients who received a simulated course of hypoxic exercise training (i.e. breathing ambient air only). A course of INHT resulted in a subjective improvement of the course of IHD, decrease in the number and duration of angina attacks, increase of the amount of maximum physical load and decrease of myocardial ischemia (based on data of continuous ECG monitoring) in 80 % of patients. The results obtained make it possible to recommend using computer appliance "Hypotron" for INHT as a supplementation to standard treatment of elderly patients with stable exertional angina pectoris functional classes I and II.

Відомості про авторів

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

Л. Г. Полягушко — аспірант кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів та систем

ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України"

В. Б. Шатило — зав. відділення загальної терапії, д.м.н., професор (vshatilo@ukr.net)

В. О. Іщук — с.н.с. відділу клінічної фізіології і патології внутрішніх органів, к.м.н.