

Особливості респіраторного гомеостазу в студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією на тлі гіпервентиляційного синдрому

Л. М. Солтисік^{id}*^{A-E}, В. А. Левченко^{id}^{A,B,C,E,F}

Івано-Франківський національний медичний університет, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Мета роботи – оцінити стан легеневої вентиляції та екскурсії діафрагми в студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією на тлі гіпервентиляційного синдрому і надмірної тривожності.

Матеріали і методи. Обстежили 62 студенток віком 18–24 роки, в яких діагностовано ідіопатичну артеріальну гіпотензію. Хворих шляхом рандомізації поділили на групи залежно від клінічної симптоматики. У першу групу включили 34 студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією на тлі надмірної тривожності та гіпервентиляційного синдрому; у другу – 28 обстежених з артеріальною гіпотензією, без ознак нейрогенної гіпервентиляції. У третю (контрольну) групу обстежених залучили 11 практично здорових студенток-одноліток.

Прояви гіпервентиляційного синдрому визначали за результатами Неймегенського опитувальника. Рівень тривожності оцінювали за шкалою Спілбергера–Ханіна. Основні показники легеневої вентиляції дослідили за допомогою спірометра «Spirolab» (Італія). Динамічну функцію діафрагми визначали шляхом оцінювання екскурсії її правого купола за допомогою апарата Chison QBIT 5 (Китай).

Результати. Шляхом опитування в студенток першої групи встановили ознаки нейрогенного гіпервентиляційного синдрому та надмірної тривожності. Дослідження легеневої вентиляції показали достовірне зниження життєвої ємності легень, форсованої життєвої ємності легень, об'єму форсованого видиху за першу секунду в обстежених цієї групи порівняно з відповідними показниками студенток другої та третьої груп. Це свідчило про рестриктивний тип дихальних змін в осіб першої групи.

Встановлено, що показники екскурсії діафрагми ($18,29 \pm 3,26$ мм) в стані спокою в обстежених із першої групи достовірно менші від результатів, що отримали в групі контролю ($26,82 \pm 2,32$ мм, $p < 0,05$). В умовах форсованого дихання екскурсія діафрагми в студенток першої групи ($56,86 \pm 4,35$ мм) менша за результат обстежених із контрольної групи ($80,18 \pm 3,19$ мм, $p < 0,05$). У другій групі дівчат вихідне достовірне зменшення екскурсії діафрагми визначили тільки у 26,67 % випадків.

Висновки. У студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією на тлі гіпервентиляційного синдрому та надмірної тривожності встановили зниження показників легеневої вентиляції за рестриктивним типом та екскурсії діафрагми.

Ключові слова:

ідіопатична артеріальна гіпотензія, гіпервентиляційний синдром.

Запорізький медичний журнал.
2024. Т. 26, № 2(143).
С. 101-105

*E-mail:
lesiasoltysik@gmail.com

Respiratory homeostasis features in female students with idiopathic arterial hypotension and hyperventilation syndrome

L. M. Soltysik, V. A. Levchenko

Aim. To assess the condition of pulmonary ventilation and diaphragmatic excursion in female students with idiopathic arterial hypotension in the context of hyperventilation syndrome and excessive anxiety.

Materials and methods. In total, 62 female students aged 18–24 diagnosed with idiopathic arterial hypotension were examined. The patients were randomly assigned to three groups based on clinical symptoms. Group 1 consisted of 34 students with idiopathic arterial hypotension accompanied by excessive anxiety and hyperventilation syndrome. Group 2 comprised 28 students with arterial hypotension without signs of neurogenic hyperventilation. Group 3, the control one, included 11 apparently healthy age-matched students.

The manifestations of hyperventilation syndrome were determined using the Nijmegen Questionnaire. The level of anxiety was assessed using the Spielberger–Hanin scale. Primary indicators of pulmonary ventilation were examined using a Spirolab spirometer (Italy). The diaphragm dynamic function was evaluated by assessing the excursion of its right dome using a Chison QBIT 5 apparatus (China).

Results. Through the survey, signs of neurogenic hyperventilation syndrome and excessive anxiety have been identified in the students of Group 1 showing changes in pulmonary ventilation parameters, such as significantly decreased vital capacity (VC), forced vital capacity (FVC), and forced expiratory volume in 1 second (FEV1), compared to the results obtained in Groups 2 and 3, indicating restrictive respiratory disorders.

It has been found that diaphragmatic excursion values (18.29 ± 3.26 mm) at rest in Group 1 were significantly lower compared to those obtained in the control group (26.82 ± 2.32 mm) ($p < 0.05$). During forced breathing, diaphragmatic excursion (56.86 ± 4.35 mm) in Group 1 was lower than that (80.18 ± 3.19 mm) in the control group ($p < 0.05$). In Group 2, a significant initial decrease in diaphragmatic excursion was revealed only in 26.67 % of the girls.

Conclusions. In female students with idiopathic arterial hypotension accompanied by hyperventilation syndrome and excessive anxiety, restrictive pattern of decreased pulmonary ventilation parameters and reduced diaphragmatic excursion were observed.

Keywords:

hyperventilation syndrome, idiopathic arterial hypotension.

Zaporozhye medical journal.
2024;26(2):101-105

Урбанізація, науково-технічний прогрес, інформаційна експансія, екологічні й соціально-економічні негаразди, гіподинамія та інші негативні фактори сучасності є частою причиною хронічного і тривалого психоемоційного напруження в молодих людей. Нерідко розвиток психосоматичних змін пов'язують із дисфункцією лімбіко-ретикулярного комплексу, який є інтегративним регуляторним центром психічної та вегетативної діяльності [1]. Стрес-індуковані порушення взаємодії між центральною нервовою системою, її структурами і внутрішніми органами та системами можуть призводити до формування соматоформної вегетативної дисфункції, що спричиняє багатогранні псевдосоматичні порушення, серед яких визначають артеріальну гіпотензію, гіпервентиляційний синдром (ГВС), цефалгічний та абдомінальний синдроми тощо [2,3]. Одне з них може мати домінуючий перебіг на тлі мінімальних скарг з боку інших органів і систем через спільні механізми патогенезу, що часто, переплітаючись між собою, здатні ускладнювати перебіг одне одного, знижуючи ефективність призначеного лікування [4].

В останні десятиліття визначають тенденцію до збільшення кількості осіб з ідіопатичною артеріальною гіпотензією (ІАГ) серед молоді юнацького віку. За даними різних авторів, поширеність артеріальної гіпотензії варіює в діапазоні від 3,6 % до 41,9 % дорослого населення, частіше її виявляють у дівчат і молодих жінок [5].

У сучасній фаховій літературі наведено різні погляди, пов'язані з первинною артеріальною гіпотензією, – від так званого терапевтичного “нігілізму” до відчуття поміркованого занепокоєння щодо ризику розвитку в майбутньому певних соматичних ускладнень [6]. Нині чимало дослідників вважають, що причини виникнення окремих серцево-судинних та інших соматичних захворювань у старших людей потрібно шукати в юнацькому віці. Це обґрунтовує доцільність вивчення проблеми первинної артеріальної гіпотензії вже в осіб підліткового віку [7].

Серед клінічних проявів ІАГ часто фіксують супутні ознаки вегетативної дисфункції – розладів адаптації та вегетовісцеральної симптоматики, зокрема гіпервентиляційного синдрому. Хронічне психоемоційне напруження спричиняє розлади нейрогенно-метаболического забезпечення механізмів гомеостазу. Тривала ішемія та пов'язана з нею дисфункція судинорухових і респіраторних центрів впливають на тонус судин, бронхів, дихальних м'язів, і в тому числі діафрагми. Подібні зміни збалансованості інтегративних структур, виникнення нових форм адаптації до стресорного впливу призводять до коливання артеріального тиску (АТ), формування нейрогенної гіпервентиляції з відповідною симптоматикою та інших вегето-соматичних проявів [8].

Дихальним розладам у хворих на ІАГ часто приділяють недостатню увагу. Встановлено, що патогенетичні механізми ГВС через гіпокапнію, респіраторний алкалоз, ефект Бора спричиняють формування багатьох клінічних симптомів, вираженість яких може посилюватися в умовах зниженого АТ [9]. Тому ГВС з етіологічних і патогенетичних позицій означає набагато більше, ніж посилене дихання. Легенева вентиляція та екскурсія діафрагми є важливими компонентами гомеостазу, що здатні компенсувати зниження артеріального тиску, мобілізувати венозне повернення [10].

При соматоформних вегетативних дисфункціях виявлені дихальні розлади часто пов'язують зі слабкістю інспіраторних м'язів. Серед них найважливіше значення має діафрагма, яка у здорової людини забезпечує вдих у межах 70–80 % [11].

Отже, оцінювання показників легеневої вентиляції, екскурсії діафрагми на тлі проявів первинної артеріальної гіпотензії може викликати науково-практичний інтерес, оскільки саме порушення респіраторної функції на тлі психоемоційного напруження може впливати на структурно-функціональний стан серцево-судинної та інших соматичних систем, а також змінювати якість життя молодих людей [12,13].

Мета роботи

Оцінити стан легеневої вентиляції та екскурсії діафрагми в студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією на тлі гіпервентиляційного синдрому і надмірної тривожності.

Матеріали і методи дослідження

У дослідженні брали участь студентки Івано-Франківського національного медичного університету з ідіопатичною артеріальною гіпотензією. Предмет дослідження – стан легеневої вентиляції та екскурсії діафрагми, враховуючи психоемоційний статус та артеріальний тиск, в обстежених дівчат.

Критерій залучення – ідіопатична артеріальна гіпотензія, діагностована в 62 студенток із рівнем систолічного артеріального тиску <98 мм рт. ст., коли не було причин для гіпотензії. Шляхом рандомізації в першу групу залучили 34 студенток з ІАГ, в яких виявили ознаки гіпервентиляційного синдрому. У другу групу включили 28 студенток з ІАГ без достовірних ознак нейрогенної гіпервентиляції. Вік усіх обстежених становив 18–24 роки. У третю (контрольну) групу залучили 11 студенток-однокласниць із нормальними показниками артеріального тиску.

Діагноз ІАГ верифікували на підставі скарг, анамнезу захворювання, даних за ф. 086/о, ф. 025/о, анкетування, результатів моніторингу АТ, лабораторних та інструментальних обстежень, відповідно до рекомендацій МОЗ України, наказу від 14.02.2012 р № 110. У дівчат виключали захворювання органів дихання, патологію серця, нирок, хребта, анемію.

Студентки першої та другої груп протягом останнього року систематично не лікувались, епізодично приймали лікарські засоби (седативні, антиоксиданти, вітаміни, настоянку лимонника, елеутерококу, анальгетики тощо) без тривалого клінічного ефекту або взагалі без будь-якого покращення. Дівчата в обох групах регулярно не займалися або зовсім не займалися фізичною культурою та спортом.

На перших етапах дослідження в студенток із першої та другої груп, крім моніторингу АТ, визначали прояви гіпервентиляційного синдрому, рівень тривожності як маркерів надсегментарних розладів і дезадаптації.

Нейрогенну гіпервентиляцію в обстежених визначили за результатами Неймегенського опитувальника. Оцінювання здійснили за стандартною методикою – 5-бальною шкалою (від 0 – ніколи, до 4 – дуже часто).

Мінімально та максимально можлива сума балів – 0 та 64 відповідно. Результат тестування із сумою балів ≤ 22 визначали як низьку імовірність наявності ГВС; якщо сума балів становила ≥ 23 , імовірність ГВС оцінювали як високу. Цей опитувальник передбачає оцінювання основних клінічних проявів ГВС: респіраторних, кардіальних, гастроентерологічних, психоемоційних, неврологічних, а також м'язових розладів і загальних симптомів [14,15].

Стан тривожності визначали за шкалою Спілберґера–Ханіна. Вивчали стан особистісної та реактивної (ситуативної) тривожності, що оцінювали окремо: для оцінювання реактивної тривожності – запитання № 1–20, особистісної – № 21–40. Для інтерпретації результатів використовували стандартизовану градацію: 0–30 балів – низький рівень тривожності; 31–45 балів – помірний; понад 45 балів – високий рівень тривожності.

В обстежених вивчали також основні показники зовнішнього дихання за допомогою спірометра Spirolab (Medical International Research, Італія). Оцінювали основні показники зовнішнього дихання: життєву ємність легень (ЖЄЛ, мл), форсовану життєву ємність легень (ФЖЄЛ, мл), об'єм форсованого видиху за першу секунду (ОФВ1, мл) [16].

Динамічний стан діафрагми визначали шляхом визначення екскурсії її правого купола за допомогою апарата Chison QBIT 5 (Китай). Ультразвукове сканування діафрагми виконали під час спокійного та форсованого дихання [17].

Статистичне опрацювання даних виконали, застосувавши пакет прикладних програм Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США).

Результати

У результаті дослідження встановили, що в усіх студенток першої групи, за даними Неймегенського опитувальника, є ознаки ГВС. Середній результат тестування становив у них $36,50 \pm 3,67$ бала. У другій групі студенток з ІАГ сума балів, за результатами опитування, становила $19,12 \pm 1,33$ бала. Це достовірно менше від показника, що визначили в першій групі обстежених. У третій групі сума балів, визначена за Неймегенським опитувальником, також низька і становила $17,17 \pm 2,64$ бала; різниця порівняно з другою групою невірогідна.

Опитування, здійснене за шкалою Спілберґера–Ханіна, виявило в дівчат першої групи ознаки надмірної тривожності. Так, у $23,53\%$ студенток встановили низькі показники надмірної ситуативної тривожності – $28,23 \pm 0,46$ бала; у $35,29\%$ дівчат зафіксували помірний рівень – $38,32 \pm 0,52$ бала; у решти осіб ($41,18\%$) одержали високі показники надмірної тривожності – $52,76 \pm 0,43$ бала. Крім того, у студенток першої групи визначили надмірну особистісну тривожність: легка форма – у $17,65\%$ осіб, помірна – у $47,06\%$, тяжкий варіант виявили в $35,29\%$ випадків. Отже, в першій групі студенток ознаки надмірної тривожності поєднувалися з проявами ГВС, що свідчить про складний патогенетичний механізм психосоматичних змін і розлади надсегментарних структур вегетативної нервової системи.

У другій групі студенток опитування за Спілберґером показало, що прояви надмірної тривожності зафіксовано

Таблиця 1. Окремі показники легеневої вентиляції в студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією та в дівчат контрольної групи

Показник, мл	ІАГ + ГВС	ІАГ	Контроль
ЖЄЛ	$2966,75 \pm 41,20$ $p_{1-2,3} < 0,05$	$3192,00 \pm 35,60$ $p_{2,3} > 0,05$	$3270,60 \pm 56,33$
ФЖЄЛ	$2857,90 \pm 31,50$ $p_{1-2,3} < 0,05$	$2946,25 \pm 42,35$ $p_{2,3} > 0,05$	$2835,56 \pm 62,50$
ОФВ1	$2484,42 \pm 30,26$ $p_{1-2,3} < 0,05$	$2335,60 \pm 38,15$ $p_{2,3} > 0,05$	$2438,51 \pm 63,24$

тільки в $67,86\%$ осіб. Зазначимо, що переважали легкі та помірні зміни (на відміну від результатів, отриманих у першій групі). Це свідчить про менш виражену психоемоційну реактивність без специфічних симптомів нейровегетативної гіпервентиляції.

У контрольній групі показники тривожності достовірно нижчі. Так, ситуативна тривожність в цій групі оцінена як $20,36 \pm 0,42$ бала, помірний результат визначили в однієї особи.

Виявлені випадки надмірного емоційного напруження, свідомого чи несвідомого відчуття надмірної тривожності в обстежених із першої групи можуть бути маркером ризику формування супутніх психосоматичних розладів у майбутньому або вже їх наявності.

Дослідження функції зовнішнього дихання в студенток першої групи показало достовірне зниження показників ЖЄЛ, ФЖЄЛ, ОФВ1 порівняно з результатами, що одержали в обстежених із другої та третьої груп (табл. 1). Зазначимо, що показники легеневої вентиляції в студенток другої групи вірогідно не відрізнялися від результатів, отриманих у дівчат із контрольної групи.

Отже, результати, одержані при попередньому застосуванні Неймегенського опитувальника, можуть опосередковано свідчити про можливі відхилення показників легеневої вентиляції при ІАГ в окремих пацієнток і необхідність корекції респіраторних змін.

Зміни легеневої вентиляції, коли не виявлено патології органів дихання, в студенток з ІАГ свідчать про рестриктивний характер порушень. Імовірно, це пов'язано з розладами нейровегетативної регуляції та слабкістю дихальних м'язів.

Важлива роль у формуванні нейрогенної гіпервентиляції належить діафрагмі, її функціональному стану. Ритмічні скорочення діафрагми контролюються парасимпатичною вегетативною нервовою системою, а її дисфункції належить важлива роль у розвитку ІАГ.

За даними ультразвукового дослідження динамічної функції діафрагми, в студенток першої групи ($n = 21$) виявили ознаки синдрому її «стомлення». Про це свідчили результати ультразвукового сканування, оскільки, за статистичними даними (mean \pm SD та медіана), екскурсія діафрагми в стані спокою становила $18,29 \pm 3,26$ мм і $20,0$ (16,0; 24,0) мм. Це менше від результату, що одержали в контрольній групі – $26,82 \pm 2,32$ мм і $27,5$ (25,0; 30,0) мм ($p < 0,05$). В умовах форсованого дихання екскурсія купола діафрагми становила $56,86 \pm 4,35$ мм – на $29,08\%$ менше у дівчат першої групи порівняно з результатом, що встановили в обстежених контрольної групи ($80,18 \pm 3,19$ мм; $p < 0,05$). Це підтверджує поглиблення респіраторної дисфункції в умовах стресорного напруження в студенток із проявами ГВС на тлі зниженого артеріального тиску.

У 26,67 % дівчат другої групи ($n = 15$) одержали такі результати ($\text{mean} \pm \text{SD}$ та медіана) – $20,50 \pm 3,12$ мм та $23,0$ (18,0; 25,0) мм. Це вірогідно менше за показники екскурсії, встановлені в дівчат контрольної групи. Зазначимо, що результат, визначений в обстежених у стані спокою, достовірно не відрізнявся від відповідного показника першої групи. Разом із тим, в умовах форсованого дихання показник екскурсії становив $63,5 \pm 3,0$ мм та $62,0$ (60,0; 66,0) мм. Це вірогідно менше за показник, встановлений у дівчат контрольної групи. У решти (73,33 %) студенток другої групи вихідний показник екскурсії становив $25,82 \pm 1,35$ мм та $26,0$ (24,0; 28,0) мм, достовірно не відрізнявся від параметрів контрольної групи. У 36,36 % із них результат, отриманий в умовах форсованого дихання, становив $72,00 \pm 3,56$ мм та $73,6$ (68,5; 80,0) мм, достовірно переважав середній показник екскурсії в студенток із першої групи ($56,86 \pm 4,35$ мм), але був нижчим за показник контрольної групи. У решти (63,64 %) студенток другої групи з нормальними вихідними показниками екскурсії діафрагми результат при форсованому диханні ($76,5 \pm 3,33$ мм) вірогідно не відрізнявся від параметрів, що одержали у групі контролю ($p > 0,05$).

У 23,81 % студенток із першої групи визначили достовірне потовщення м'язової частини діафрагми правого купола, що становило $7,90 \pm 0,64$ мм. Це свідчило про гіпертрофію окремих ділянок діафрагми, яке, імовірно, пов'язане з тривалим перенапруженням її м'язів. У решти дівчат першої та другої груп показники товщини діафрагми ($5,64 \pm 1,21$ мм і $6,05 \pm 0,78$ мм відповідно) достовірно не відрізнялися від параметрів, що зафіксували в групі здорових студенток ($5,26 \pm 1,14$ мм).

Отже, супутня клінічна симптоматика, виявлена в студенток з ІАГ, досить варіабельна і залежить не тільки від рівня артеріального тиску, але й від характеру розладів надсегментарних структур і нових форм адаптації, що не забезпечують фізіологічного гомеостазу.

Обговорення

Нейровегетативний континуум під впливом надмірних і тривалих стресорних чинників призводить до формування полісистемних функціональних змін із певною вегетовісцеральною симптоматикою, в аспекті нашого дослідження – поєднання ідіопатичної артеріальної гіпотензії та проявів ГВС, надмірної тривожності. Так формується ланцюг пов'язаних змін у структурі та функції одночасно кількох органів і систем організму, що виявляють за загальними патофізіологічними процесами, механізмами розвитку і прогресування органних ушкоджень у «гіпотонічному каскаді», які поглиблюють функціональні соматичні порушення.

Для своєчасного визначення ризиків хронічного низького АТ, тяжкості супутніх клінічних полісистемних розладів і симптомів потрібне детальне клініко-інструментальне обстеження пацієнтів. Для скринінг-діагностики та підвищення ефективності лікування та профілактики розвитку соматовегетативних змін, зокрема наслідків гіпокапнії та респіраторного алкалозу в хворих на ІАГ, до практичного застосування можна рекомендувати стандартизовані опитувальники для

виявлення психоемоційної нестабільності, проявів соматоформної вегетативної дисфункції, в тому числі ГВС, а також інструментальних методик оцінювання не тільки показників гемодинаміки, але й легеневої вентиляції, екскурсії діафрагми. Це дасть змогу визначити характер регуляторних змін і способи корекції виявлених функціональних порушень.

Висновки

1. Встановлено, що в окремих студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією визначають розлади патерну дихання, що підтверджено результатами опитування, зниженими показниками легеневої вентиляції та екскурсії діафрагми.

2. У студенток з ідіопатичною артеріальною гіпотензією без проявів гіпервентиляційного синдрому показники легеневої вентиляції не мали вірогідних змін. Втім, у частини дівчат цієї групи екскурсія діафрагми в умовах форсованого дихання помірно поступалася показникам, що одержали у контрольній групі дівчат із нормальним рівнем артеріального тиску.

3. Встановлені функціональні розлади легеневої вентиляції та екскурсії діафрагми у дівчат юнацького віку з ідіопатичною артеріальною гіпотензією можна визначити як одну з форм дезадаптації.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо доцільним поширення застосування методик скринінг-діагностики вегетосоматичних порушень у хворих на ідіопатичну артеріальну гіпотензію для раннього виявлення алоstaticких станів. Для цього можливе використання стандартизованих схем опитування. Це сприятиме своєчасній корекції виявлених змін. Продовження досліджень у цьому напрямі дасть змогу об'єктивізувати та відкоригувати комплексну програму нормалізації респіраторної функції при ідіопатичній артеріальній гіпотензії.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 10.01.2024

Після доопрацювання / Revised: 12.02.2024

Схвалено до друку / Accepted: 27.02.2024

Відомості про авторів:

Солтисік Л. М., старша викладачка каф. медицини катастроф та військової медицини, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0003-1357-0208

Левченко В. А., д-р мед. наук, професор, зав. каф. медицини катастроф та військової медицини, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-6896-9710

Information about the authors:

Softysik L. M., MD, Senior Lecturer at the Department of Disaster Medicine and Military Medicine, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine.

Levchenko V. A., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Disaster Medicine and Military Medicine, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine.

References

1. Sorokivskiy MS, Chernyaga-Royko UP. [Daily blood pressure monitoring: practical aspects and clinical significance]. *Zdorovia Ukrainy*. 2021;1(74). Ukrainian. Available from: <https://health-ua.com/article/64672-dobove-montoruvannya-arteralnogo-tisku-praktichn-aspekti-taklnchne-znachenn>
2. Duschek S, Hoffmann A, Reyes Del Paso GA, Ettinger U. Autonomic Cardiovascular Control and Executive Function in Chronic Hypotension. *Ann Behav Med*. 2017;51(3):442-53. doi: [10.1007/s12160-016-9868-7](https://doi.org/10.1007/s12160-016-9868-7)
3. Duschek S, Hoffmann A, Reyes Del Paso GA. Affective impairment in chronic low blood pressure. *J Psychosom Res*. 2017;93:33-40. doi: [10.1016/j.jpsychores.2016.12.008](https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2016.12.008)
4. Cherednichenko T, Sereda V, Svyrydova N, Pamikoza T, Chuprina G, Khanenko N, et al. Vegetative-vascular dystonia: etiopathogenesis, clinical picture, diagnosis, treatment (clinical lecture). *East European Journal of Neurology*. 2017;1(13):34-9. Ukrainian. doi: [10.33444/2411-5797.2017.1\(13\).34-39](https://doi.org/10.33444/2411-5797.2017.1(13).34-39)
5. Marushko YV, Hyshchak TV, Izirinska YR. [Problematic issues of pathogenesis, diagnosis, prevention and approaches to the treatment of arterial hypotension in children (literary data, own researches)]. *Ukrainian journal of perinatology and pediatrics*. 2023;3(95):86-92. Ukrainian. doi: [10.15574/PP.2023.95.86](https://doi.org/10.15574/PP.2023.95.86)
6. Rovella V, Gabriele M, Sali E, Barnett O, Scuteri A, Di Daniele N. Is Arterial Stiffness a Determinant of Hypotension? *High Blood Press Cardiovasc Prev*. 2020;27(4):315-20. doi: [10.1007/s40292-020-00388-9](https://doi.org/10.1007/s40292-020-00388-9)
7. Krzesinski JM. Les troubles fonctionnels et l'hypotension artérielle constitutionnelle [Functional disorder and arterial hypotension]. *Rev Med Liege*. 2023;78(5-6):345-50. French.
8. Grundmann CD, Wischermann JM, Fassbender P, Bischoff P, Frey UH. Hemodynamic monitoring with Hypotension Prediction Index versus arterial waveform analysis alone and incidence of perioperative hypotension. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021;65(10):1404-12. doi: [10.1111/aas.13964](https://doi.org/10.1111/aas.13964)
9. Petersen L. Arterial and Intracranial Hypotension During and Following Exercise. *Physiology*. 2023;38(S1). doi: [10.1152/physiol.2023.38.s1.5793685](https://doi.org/10.1152/physiol.2023.38.s1.5793685)
10. Hamasaki H. Effects of Diaphragmatic Breathing on Health: A Narrative Review. *Medicines (Basel)*. 2020;7(10):65. doi: [10.3390/medicines7100065](https://doi.org/10.3390/medicines7100065)
11. Sembera M, Busch A, Kobesova A, Hanychova B, Sulc J, Kolar P. Postural-respiratory function of the diaphragm assessed by M-mode ultrasonography. *PLoS One*. 2022;17(10):e0275389. doi: [10.1371/journal.pone.0275389](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275389)
12. Goligher EC, Dres M, Patel BK, Sahetya SK, Beitler JR, Telias I et al. Lung- and diaphragm-protective ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;202(7):950-61. doi: [10.1164/rccm.202003-0655CP](https://doi.org/10.1164/rccm.202003-0655CP)
13. Stavrou VT, Turlakopoulos KN, Danil Z, Gourgoulianis KI. Respiratory Muscle Strength: New Technology for Easy Assessment. *Cureus*. 2021;13(5):e14803. doi: [10.7759/cureus.14803](https://doi.org/10.7759/cureus.14803)
14. Bennett A. Hyperventilation syndrome. *InnovAiT*. 2021;14(4):246-9. doi: [10.1177/1755738020986820](https://doi.org/10.1177/1755738020986820)
15. Fabrin SC, Palinkas M, Fioco EM, Gomes GG, Regueiro EM, da Silva GP, et al. Functional assessment of respiratory muscles and lung capacity of CrossFit athletes. *J Exerc Rehabil*. 2023;19(1):67-74. doi: [10.12965/jer.2244594.297](https://doi.org/10.12965/jer.2244594.297)
16. Rivero-Yeverino D. Espirometría: conceptos básicos [Spirometry: basic concepts]. *Rev Alerg Mex*. 2019;66(1):76-84. Spanish. doi: [10.29262/ram.v66i1.536](https://doi.org/10.29262/ram.v66i1.536)
17. Peck M, Macnaughton P, Walden A. Lung assessment. In: Peck M, MacNaughton P, (editors). *Focused Intensive Care Ultrasound*. Oxford: Oxford University Press eBooks; 2019 [cited 2024 Feb 2]; p. 141-50. doi: [10.1093/med/9780198749080.003.0016](https://doi.org/10.1093/med/9780198749080.003.0016)