

ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАННЯ: практичне значення

Н.В. Снігир¹, к. мед. н., доцент; В.О. Сірик¹, к. мед. н.; М.О. Одинець²

¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ;

²ВГО «Асоціація превентивної та антиейджинг медицини», Київ/

Серед систем, які забезпечують життєдіяльність організму людини, важко обрати найважливішу, адже дихальна, серцево-судинна, центральна нервова та інші системи функціонують суміжно. Дихальна система забезпечує організм необхідним киснем, який потрібен для перебігу біохімічних реакцій у кожному органі та системі. Сам процес дихання є сукупністю фізіологічних процесів, які забезпечують: потрапляння кисню в організм та його подальше використання в біологічних реакціях окислення органічних сполук, а також видалення вуглекислого газу. Як наслідок цих двох важливих компонентів дихання вивільнюється енергія, що є основою процесів життєдіяльності.

Процес дихання відбувається у декілька етапів.

1. Вентиляція легень – газообмін між атмосферним та альвеолярним повітрям.
2. Дифузія газів у легенях – газообмін між альвеолярним повітрям та кров'ю.

Ці два етапи є системою зовнішнього дихання.

3. Транспорт газів кров'ю.
4. Дифузія газів у тканинах – газообмін між кров'ю та тканинами.
5. Внутрішнє тканинне дихання – окисні метаболічні реакції в тканинах.

Останні три етапи складають внутрішню систему дихання.

Тобто дихання – це складний процес, який обов'язково має включати всі перелічені етапи; якщо ж на одному з них виникають ускладнення – за ланцюговою реакцією відбуваються патологічні зміни в усьому механізмі дихання.

Зовнішнє дихання: механізм та значення

Апарат зовнішнього дихання складається з грудної клітки, плевральної порожнини, повітроносних шляхів та легень. Зовнішнє дихання відбувається за допомогою двох циклів: вдиху та видиху, де вдих – це активний процес потрапляння повітря в легені, а ви-

дих – вихід повітря з легень. Вдих може бути звичайним або форсованим, під час форсованого в легені потрапляє резервний об'єм повітря. Видих також поділяється на пасивний та активний (або глибокий). Активний видих сприяє підвищенню тиску в легенях, за рахунок чого з них максимального виходить резервне повітря. Зміна частоти та глибини дихання відбувається фізіологічно відповідно до умов, в яких знаходиться людина, а також залежно від тренуваності людини та її дихальної системи. Так, у спортсменів або людей у хорошій спортивній формі збільшення вентиляції легень відбувається за рахунок поглиблення дихання, в той час як у нетренованих людей цей процес відбувається за рахунок збільшення частоти дихання. Саме поглиблене дихання найбільш ефективно для газообміну в легенях, оскільки при цьому краще вентилюються саме альвеоли.

Зовнішнє дихання можна оцінити за допомогою спірометрії, коли визначаються легеневі об'єми та ємності. До основних показників зовнішнього дихання відносять:

ДО – дихальний об'єм – такий об'єм повітря, що вдихується або видихується при спокійному диханні, він дорівнює в середньому 400–500 мл, забезпечує вентиляцію легень, підтримує сталість альвеолярного повітря, бере участь в газообміні;

ЗО – залишковий об'єм – об'єм повітря, який залишається в легенях після максимального видиху;

ЗЄЛ – залишкова ємність легень – кількість повітря в легенях після глибокого вдиху, дорівнює 5000–6000 мл;

ЖЄЛ – життєва ємність легень – кількість повітря, що максимально видихується після глибокого вдиху. Вона різна у чоловіків та жінок: 4500–5000 мл та 3500 та 4000 мл відповідно, а також дещо залежить від тренуваності людини, її віку та зросту.

Функціонально-залишкова ємність легень (ФЗЄЛ) – кількість повітря в легенях після звичайного видиху, дорівнює 2500–3000мл. На цю величину суттєво впливає рівень фізичної активності людини, положення тіла в просторі: зменшується в горизонтальному положенні. Ця величина є особливою, оскільки під час апное ФЗЄЛ стає резервуаром запасів кисню для потрапляння в кров. У разі зниження ФЗЄЛ змінюється перерозподіл газу в легенях між доставкою кисню (вентиляцією) і перфузією, в результаті чого розвивається субкомпенсована гіпоксія.

Чистота та якість повітря, яким дихає людина, безпосередньо впливає на стан дихальної системи та її функціонування. Атмосферне повітря має постійний відсотковий газовий склад, лише відсоток вуглекислого газу може дещо збільшуватися у великих містах. **В альвеолах також знаходиться повітря, яке представляє собою стале внутрішнє повітряне середовище організму, саме з цим альвеолярним повітрям відбувається обмін газів крові.** Тому від сталості складу альвеолярного повітря залежить сталість газового складу крові. Газовий склад альвеолярного повітря в стані спокою може змінюватися на 0,2–0,4%, коли людина робить спокійний вдих функціонально-залишкова ємність легень змінюється на 1/7 частину. Сталий стан альвеолярного повітря забезпечується завдяки:

- зниженню швидкості проходження повітря через повітряно-носні шляхи;
- регулярності дихання.

При форсованому видиху та вдиху, при диханні повітрям, яке максимально насичене киснем, сталість цього альвеолярного повітря змінюється в бік підвищення вмісту кисню.

Невідкладні стани при розладах дихання

Загрозливим для життя станом, коли відбувається порушення дихання, є гостра дихальна недостатність, яка визначається Уніфікованим клінічним протоколом з лікування гострої дихальної недостатності як синдром з ознаками максимального напруження компенсаторних механізмів організму, при якому відсутня можливість достатнього насичення киснем органів і систем та виведення вуглекислого газу. Тобто це стан, при якому швидко розвивається артеріальна гіпоксемія та гіперкапнія, і який потребує невідкладної допомоги.

Основні ознаки гострої дихальної недостатності:

- задишка;
- зниження PaO_2 менше 60 мм рт.ст.;
- збільшення $PaCO_2$ вище 45 мм рт.ст.
- низькі показники рН плазми крові.

За даними статистики серед захворювань, які можуть ускладнюватися гострою дихальною недостатністю, найчастіше зустрічаються бронхіальна астма, поза госпітальна пневмонія, респіраторний дистрес-синдром дорослих. Хворі на серцево-судинні захворювання також можуть мати ризик розвитку гострої дихальної недостатності на фоні декомпенсації.

За патогенетичною класифікацією гостра дихальна недостатність поділяється на 2 групи [А.П.Зильбер, 1996]:

1. Ураження позалегеневих механізмів:
 - порушення центральної регуляції дихання, тобто пригнічення дихального центру: травматичного генезу (черепно-мозкова травма), токсичні (отруєння медикаментами, наркотичними речовинами тощо), метаболічні, нейроінфекційні, гостре порушення мозкового кровообігу, пухлини мозку тощо;

- порушення нервово-м'язової іннервації (правець, поліомієліт, міастенія, інтоксикація міорелаксантами та інші);
 - ураження дихальних м'язів та реберного каркасу: пневмоторакс, гемоторакс, ексудативний плеврит, травма грудної клітки, перелом ребер;
 - захворювання системи крові (анемія);
 - серцево-судинні захворювання: гостра недостатність правих відділів серця, порушення ритму, гострий коронарний синдром;
 - гіповолемія від крововтрати.
2. Ураження легеневих механізмів:
- обструкція дихальних шляхів на різному рівні (сторонні тіла, експіраторний синдром, бронхіолоспазм, странгуляційна асфіксія та ін.);
 - рестрикція альвеолярної тканини (інтерстиціальний набряк, плеврит, пневмоторакс, гемоторакс, пневмофіброз);
 - ураження легеневих капілярів при утрудненні дифузії кисню (мікротромбоз, капіляротоксикоз, пневмоконіоз, пневмосклероз, респіраторний дистрес-синдром тощо);
 - зменшення об'єму функціонуючої легеневої тканини (стан після лобектомії, пульмонектомії, пневмонії, кісти легень, туберкульоз, онкологічні захворювання).

Таким чином, до порушення функції дихання та його подальших наслідків може призвести безліч факторів, при цьому розвиток дихальної недостатності може виникнути раптово без будь-яких передвісників, а може розпочинатися з певних ознак та проявів, які дозволяють лікарю та пацієнту вчасно попередити цей стан.

Симптоми дихальної недостатності та методи лікування

Найголовнішим критичним проявом появи дихальної недостатності є напад задухи, як крайня ступінь вираженості задишки у вигляді відчуття нестачі повітря. Такий напад супроводжується відчуттям смерті та значним зниженням сатурації (насичення крові киснем). Якщо компенсована гіпоксія зберігається тривалий час, клінічно це проявляється такими симптомами:

- підвищена втомлюваність;
- виражена загальна слабкість;
- запаморочення;
- сонливість;
- гіпотензія.

Ризик виникнення приступу задухи збільшується у випадку, коли людина знаходиться в несприятливих зовнішніх умовах, наприклад у приміщеннях із недостатнім доступом повітря, при стресах та надмірних фізичних навантаженнях, при забрудненні повітря продуктами життєдіяльності виробництв тощо. В таких випадках сатурація (концентрація кисню в крові) може падати нижче норми (норма 96 – 100%). Вимірювання проводять пульсоксиметром, при цьому занепокоєність повинна викликати сатурація нижче 95%

В групі ризику виникнення задухи особливе місце займають діти, вагітні жінки та пацієнти похилого віку. Особливу небезпеку напад задухи може становити хворим за наявності у них хронічної серцевої та легеневої недостатності, хронічного обструктивного захворювання легень ХОЗЛ, бронхіальної астми, туберкульозу легень, онкологічних захворювань бронхо-легеневої системи, а також у тих пацієнтів, які перенесли резекцію легень.

Медична допомога та самопомога при нападах задухи

Якщо пацієнт вже мав епізод задухи та обізнаний з питання пе-

редвісників цього стану, він може самостійно попередити розвиток дихальної недостатності, що становить загрозу для життя. До методів самопомоги при задузі відносяться такі дії пацієнта:

- **припинити фізичне навантаження;**
- **спробувати заспокоїтися;**
- **вийти на свіже повітря або провітрити приміщення;**
- **у випадку забрудненого повітря варто використати фільтраційну маску;**
- **дихання має бути повільним та глибоким.**

У випадку, якщо пацієнт, використовуючи вищевказані заходи, не зміг уникнути нападу задухи, згідно з Уніфікованим протоколом екстреної медичної допомоги необхідно використати 100% кисень. З цією метою можна рекомендувати портативний балон Activox (Актівокс), який швидко збільшує парціальний тиск кисню в альвеолярному просторі, адже балончик Activox (Актівокс) містить 99,5 % кисню.

Він має безпосередній вплив на систему зовнішнього дихання:

- *збільшує концентрацію кисню в повітрі, що вдихає пацієнт через маску Activox (Актівокс) за рахунок високої концентрації O_2 в балоні*
- *прискорює газообмін між вдихуваним з маски та альвеолярним повітрям;*
- *збільшує концентрацію кисню в альвеолярному повітрі, підвищуючи його парціальний тиск та збільшуючи насичення еритроцитів плазми крові.*

Під час застосування Activox (Актівокс) необхідно перед використанням зробити форсований видих (з метою звільнення легень для резервного повітря), а потім здійснити форсований вдих через маску, таким чином максимальна кількість резервного насиченого киснем повітря потрапить до ле-

гень. Так, за допомогою глибокого форсованого видиху та вдиху можна змінити склад альвеолярного повітря на 100%. У випадку вдиху з балоном Activox (Актівокс) підвищена концентрація кисню в альвеолярному повітрі тривало зберігається. Важливо, що для забезпечення сталості кількості кисню в альвеолярному повітрі необхідно обов'язково дотримуватися інструкції застосування: «затримувати дихання після форсованого вдиху на 2 секунди».

Застосування Activox (Актівокс) дозволяє підвищити парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі до 300 мм рт.ст.), за рахунок чого відбувається швидше насичення киснем гемоглобіну. За законом Дальтона, суміш газів утворює на стінці закритої ємності тиск, який дорівнює сумі парціальних тисків всіх газів суміші, а парціальний тиск кожного газу в суміші прямо пропорційний його концентрації в суміші. Отже, *парціальний тиск – це тиск окремого компонента в газовій суміші повітря у відсотках*. Так, парціальний тиск кисню атмосферного повітря становить 20,94% від загального тиску повітря, тобто 159 мм рт.ст., а парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі дорівнює 100–110 мм рт.ст. Відповідно, Activox (Актівокс) підвищує парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі майже в 3 рази.

Важливо, що концентрація кисню в балоні Activox (Актівокс) та в масці під час вдиху різна. Оскільки в масці є отвори, відбувається змішування 99,5% кисню з балону, який виходить в маску при натисненні на кнопку з атмосферним повітрям (концен-

трація кисню становить 20,94%), який потрапляє через отвори під час вдиху. При спокійному вдиху в масці концентрація кисню становить 60%, що збільшує концентрацію кисню в альвеолярному повітрі до 45%.

За допомогою звичайної гіпервентиляції (постійного форсованого вдиху та видиху) можна також збільшити парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі до 25%, в той час як Activox (Актівокс) збільшує цей показник до 45%.

Варто зазначити, що під час тривалої гіпервентиляції рівень кисню залишається сталим, а концентрація вуглекислого газу може значно знизитися, що призведе до розвитку гіпокапнії. Клінічно цей стан характеризується запамороченням, шумом у вухах, неприємним. **Якщо використовувати балон Activox (Актівокс) з певними інтервалами за призначенням лікаря, можна підтримувати сталість концентрації кисню без зниження рівня вуглекислого газу.**

Висновки

Activox (Актівокс) як варіант портативної кисневої терапії є допомогою для хворих, які знаходяться в групі ризику стосовно виникнення нападів задухи. Особливо у тих, хто має серцево-судинні захворювання, захворювання дихальної та нервової систем тощо. Висока концентрація кисню в балоні, яка розрахована на 80 вдихів, дозволяє швидко насичити кров киснем, запобігаючи наслідкам гіпоксії.

Застосування Activox (Актівокс) доцільне також у пацієнтів з панічними атаками, оскільки

у них має місце часте поверхневе дихання, а використання балона сприяє відновленню поглибленого дихання, збільшуючи об'єм резервного кисню, який потрапляє до легень. Своє застосування Activox (Актівокс) також знайшов у фізично активних людей, надмірні фізичні навантаження яких потребують підвищеного вмісту кисню в клітинах крові. Пацієнти, які вимушені перебувати тривалий час в умовах забрудненого атмосферного повітря, на шкідливих виробництвах, у приміщеннях, які не оснащені вентиляційною системою, а також жінки в період вагітності – ці групи пацієнтів є також цільовими для використання балона Activox (Актівокс).

В ургентних ситуаціях Activox (Актівокс) застосовується таким чином: 3–5 вдихів з інтервалом 1–2 хвилини, у випадку ж планового використання рекомендується впродовж 7 днів робити 3–5 вдихів з інтервалом 1–2 хвилини в першій половині дня, повторюючи курс через 5 днів.

Отже, Activox (Актівокс):

- відновлює вільне дихання під час нападу задухи;
- забезпечує швидке насичення крові киснем;
- збільшує сатурацію крові киснем більше ніж 96%;
- зменшує відчуття нестачі повітря, тривоги, страху смерті.

Невеликі розміри балона та зручність у застосуванні дозволяє зробити портативну кисневу терапію доступною для кожного пацієнта.








*Список літератури
знаходиться в редакції*

®

АСТІВОХ

ДРУГЕ ДИХАННЯ, ЯКЕ ЗАВЖДИ З ТОБОЮ



-  Портативна оксигенотерапія
-  Вдих 99,5% O₂ по потребі (ex tempore)
-  Рефлекторне зниження рівня стрес-гормонів
-  Підвищення адаптативних можливостей організму
-  Заповнення резерву O₂, розчиненого в плазмі крові (буферна подушка O₂)
-  Протитривожний девайс
-  Активація аеробного метаболізму

