

Ю.М. ПАНИШКО, Л.І. ГУСАК

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ
ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

Стаття присвячена проблемі оцінки функціонального стану дихальної системи.

Ключові слова: дихання, дихальна система, методи дослідження, показники, дихальна недостатність.

Статья посвящена проблеме оценки функционального состояния дыхательной системы.

Ключевые слова: дыхание, дыхательная система, методы обследования, показатели, дыхательная недостаточность.

The article devoted to the assessment of the functional state of the respiratory system..

Key words: respiratory, respiratory system, methods, parameters, respiratory failure.

Клітини живих організмів отримують енергію внаслідок окиснення харчових продуктів, до яких повинен постійно надходити кисень. Нормальна життєдіяльність клітин можлива при умові видалення продуктів метаболізму. Важливим продуктом в життєдіяльності є вуглекислий газ. Обмін газами між клітинами і зовнішнім середовищем називається диханням. Важливий механізм газообміну у тварин – це дифузія. Перенос газів на великі відстані здійснюється конвекційним транспортом в альвеоли (вентиляція). Вентиляція альвеол здійснюється за рахунок вдиху (інспірація) та видиху (експірація). Рух повітря під час вдиху та видиху обумовлений поперемінним збільшенням та зменшенням розмірів грудної клітки, що забезпечується : 1) підняттям ребер; 2) скороченням діафрагми. Існує простий спосіб визначення рухливості грудної клітки. Визначаються окружність грудної клітки при максимальному вдосі і максимальному видосі. У чоловіків різниця показників складає 7-10 см, у жінок – 5-8 см. Переміщення нижньої межі легень можна виявити шляхом перкусії грудної клітки. У здорових людей ця межа може зміщуватися на 3 міжреберні проміжки.

Легенева вентиляція визначається глибиною дихання і частотою дихальних рухів. В стані спокою дихальний об'єм є малим у порівнянні із загальним повітрям в легенях.

Розрізняють наступні величини:

1. **Дихальний об'єм** – кількість повітря, яке людина вдихає і видихає при спокійному диханні (N = 500 мл).
2. **Резервний об'єм вдиху** – кількість повітря, яку людина може додатково вдихнути після нормального вдиху (N = 1000-1500 мл).
3. **Резервний об'єм видиху** – кількість повітря, яку людина може додатково видихнути після спокійного видиху (N = 1000-1500 мл).
4. **Залишковий об'єм** – кількість повітря, що залишається в легенях після максимального видиху (N = 1000-1200 мл).
5. **Життєва ємність легень** – найбільша кількість повітря, яку можна видихнути після максимального вдиху. Дорівнює сумі 1,2,3 показників; (N = 3500 мл).
6. **Функціональна залишкова ємність** – кількість повітря, що залишається в легенях після спокійного видиху. Дорівнює сумі 3 і 4.

7. *Загальна ємність легень* – кількість повітря, що знаходиться в легенях на висоті максимального вдиху. Дорівнює 4 і 5.

Найбільш поширений метод визначення дихальних об'ємів – це спірографія, яка окрім цього дозволяє визначити вентиляцію легень та низку інших показників.

Показами до проведення спірографії служать: експертиза працездатності, військова експертиза, відбір у різні види спорту на основі оцінки функції зовнішнього дихання; виявлення початкових змін функцій зовнішнього дихання у людей, що мають ризик розвитку легеневих захворювань, визначення впливу захворювання на функцію зовнішнього дихання; динаміка показників функції зовнішнього дихання для оцінки прогресування захворювання; проведення диференціальної діагностики між дихальною і серцевою недостатністю, оцінка ефективності лікування бронхо-обструктивного синдрому різними препаратами.

Динамічні показники.

Легенева вентиляція. Хвилиний об'єм дихання (ХОД) – кількість повітря, що видихають за 1 хв: $\text{ХОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД}$, де ЧД – частота дихання ($N = 10-16$ в 1'). $\text{ХОД} = 500 \text{ мл} \times 12 = 6000 \text{ мл}$ (6 л).

Максимальна вентиляція легень (МВЛ) – максимальна кількість повітря, яку вентилюють легені за 1 хв. $\text{МВЛ} = 1000 \text{ мл} \times 40 = 40000 \text{ мл}$ (40 л).

У спортсменів циклічних видів спорту ця величина може сягати 150-200 л.

Резерв дихання – різниця між величиною МВЛ і ХОД. $\text{РД} = \text{МВЛ} - \text{ХОД}$.

Бронхіальну прохідність визначають за допомогою форсованої ЖЕЛ (ФЖЕЛ). ФЖЕЛ – це об'єм повітря, який видихається при форсованому видиху за 1 с (проба Тифно-Вотчала). Ця проба свідчить про прохідність дихальних шляхів, про спротив в бронхіальних дихальних шляхах, про еластичність легеневої тканини, про силу дихальної мускулатури. У здорових людей ФЖЕЛ коливається в межах 70-80% дійсної ЖЕЛ.

Пневмотахометрія – метод визначення швидкості повітряного струменя при максимально швидкому вдиху і видиху. В нормі цей показник дорівнює 4-8 л в 1'. При порушенні бронхіальної прохідності в більшій мірі знижується потужність форсованого видиху.

Пневмотахографія (ПТГ) – метод дослідження функцій зовнішнього дихання, що полягає у графічній реєстрації швидкості руху потоку повітря (кривої “потік-об'єм”) при спокійному диханні і під час виконання навантаження. Метод застосовується для діагностики виду й ступеня вентиляційних порушень зовнішнього дихання на підставі аналізу кількісних і якісних змін ПТГ-показників. На пневмотахограмі можна оцінити: часові параметри дихального циклу; пікові швидкості вдиху і видиху; середні швидкості цих фаз.

Нееластичний опір. При вдосі і видосі дихальна система переборює нееластичний опір, який складається із аеродинамічного опору дихальних шляхів та в'язкого опору тканин. В нормі: опір легень на 80-90% створюється опором дихальних шляхів і лише на 10-20% – опором тканин. Для вимірювання нееластичного опору потрібна постійна реєстрація внутрішньо альвеолярного тиску. Можна використати непрямий спосіб – інтегральну плетизмографію (бодіплетизмографію). Вимірювання пікової швидкості видиху (ПШВ) здійснюється за допомогою пікфлоуметрії. Оцінюється ступінь обструкції дихальних шляхів.

Силу видихальної мускулатури можна реєструвати за допомогою ртутного манометру. У спортсменів високого класу сила видихальної мускулатури (СВМ) коливається в межах 130-160 мм рт.ст.

Легеневий газообмін визначається за показниками поглинання кисню (ПК), який в спокої складає 200 мл/хв.; коефіцієнту використання кисню (КВК), газового складу артеріальної крові, газового складу венозної крові.

Альвеолярна вентиляція та вентиляція мертвого простору.

Хвилиний об'єм дихання (ХОД) дорівнює добутку дихального об'єму на частоту дихання (ЧД). Експіраторний об'єм дещо менше інспіраторного, оскільки ПК більше ніж виділення CO₂. Для більшої точності розрізняють інспіраторний та експіраторний хвилиний об'єм дихання.

Експіраторний хвилиний об'єм дихання складає: $\dot{V}_e = V_e \cdot f$, де V_e – експіраторний дихальний об'єм, f – частота дихання. Частина хвилиного об'єму дихання \dot{V}_e , що досягає альвеол, називається альвеолярною вентиляцією \dot{V}_a , інша частина складає вентиляцію анатомічного (“мертвого”) простору \dot{V}_m : $\dot{V}_e = \dot{V}_a + \dot{V}_m$. Дихальний об'єм V_e складається на 70% із альвеолярного об'єму V_{ea} і на 30% із об'єму мертвого простору V_m . Якщо $V_e = 500$ мл, то $V_{ea} = 350$ мл, а $V_m = 150$ мл. При ЧД = 14 в 1'; ХОД складе 7 л/хв., альвеолярна вентиляція – 5 л/хв., а вентиляція мертвого простору – 2 л/хв.

Альвеолярна вентиляція служить показником ефективності дихання. При частому і поверхневому диханні вентилюватися буде, головним чином, мертвий простір. Таке дихання спостерігається при циркуляторному шоці і є поганим симптомом.

Дихальні проби. Види порушень вентиляції. Вентиляція легень порушується внаслідок патологічних змін дихального апарату. Для діагностичних цілей розрізняють 3 типи порушень вентиляції: рестриктивний, обструктивний, змішаний. До рестриктивного типу порушень вентиляції відносяться всі патологічні стани, при яких зменшуються дихальні екскурсії легень. Такі порушення відбуваються при ураженні паренхіми (фіброз легень), при плевральних спайках. Обструктивний тип порушень вентиляції обумовлений звуженням дихальних шляхів, тобто збільшенням аеродинамічного спротиву. Подібний стан зустрічається при накопиченні в дихальних шляхах слизу, запаленні слизової оболонки, спазмі бронхіальних м'язів (бронхіальна астма, астмоїдний бронхіт). Патологічний стан, який характеризується надмірним розтягненням легень, структурними змінами (зменшення числа еластичних волокон альвеолярних перегородок, зменшення капілярної мережі) називається емфіземою легень. Зниження життєвої ємності легень – це ознака рестриктивного порушення вентиляції. Об'єм повітря, що видаляється з легень при форсованому видиху (ОФВ), слугує показником обструктивних порушень вентиляції.

Максимальна вентиляція легень (МВЛ) знижується як при рестриктивному, так і при обструктивних порушеннях вентиляції. Для визначення прихованої дихальної недостатності застосовуються проби з дозованим фізичним навантаженням, із затримкою дихання. Показники дихання приходять до норми через 3-5 хв. Для прихованої дихальної, серцевої, легенево-серцевої недостатності характерне збільшення ХОД, сповільнений і недостатній ПК, а період відновлення становить більше 5 хв.

Проби із затримкою дихання проводять за допомогою секундоміра. Затримка дихання на видиху (проба Штанге, 1913) в нормі складає понад 45 с. Затримка дихання на вдосі (проба

Генчі, 1925) в нормі складає понад 30 с. Зменшення цих показників може свідчити про порушення функціонального стану як дихальної, так і серцево-судинної системи.

Розрізняють первинну і вторинну дихальну недостатність. Причинами дихальної недостатності (ДН) можуть бути фактори центрального і периферичного походження: крововиливи в головний мозок, пухлини головного мозку, травми мозку, інфекційні захворювання мозку, отруєння хімікатами, ураження спинного мозку, гемопневмоторакс, тромбоемболія легеневої артерії, множинні переломи ребер, масивна пневмонія, бронхіальна астма, емфізема легень. В клініці визначають гостру дихальну недостатність (ГДН) та хронічну дихальну недостатність (ХДН).

А.Г. Дембо (1995) запропонував поділяти хронічну дихальну недостатність на 3 ступені:

- 1) поява задишки при значному фізичному навантаженні;
- 2) поява задишки при незначному фізичному навантаженні;
- 3) поява задишки в стані спокою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Физиология дыхания в серии: "Руководство по физиологии". – Ленинград: Наука, 1973. – 352 с.
2. Словарь справочник по физиологии и патофизиологии дыхания / под общ. ред. В.А. Березовского. – Киев: Наукова думка. – 1984. – 256 с.
3. Чоговадзе А.В. Аппарат внешнего дыхания / А.В. Чоговадзе // Спортивная медицина (Руководство для врачей) / под ред. А.В. Човадзе, Л.А. Бутченко. – М.: Медицина, 1984. – С. 60-74.
4. Тевс Г. Легочное дыхание / Г. Тевс // Физиология человека: в 4-х томах. Т.3: пер. с англ. / под ред Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1986. – С. 191-240.
5. Уэст Дж. Физиология дыхания. Основы / Дж. Уэст; пер. с англ. Н.Н. Алинова / под ред. А.М. Генника. – М. Мир, 1988. – 200 с.