

УДК 612.2:57.086

## ТЫНЫС АЛУ МЕХАНИЗМІН СИПАТТАЙТЫН ПАРАМЕТРЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

ЕЛУБЕКОВА АЛИМА, ЗУЛХАРНАЕВ ЕРАЛЫ

С.Ж.Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университетінің студенті

Ғылыми жетекші пед.ғылымдарының магистрі АЛМАБАЕВА Н.М.

Алматы, Қазақстан

**Аннотация.** Бұл мақалада тыныс алу механизмінің биофизикалық негіздері қарастырылған. Тыныс алу үдерісі өкпе көлемінің өзгеруі мен қысым айырмасына байланысты жүзеге асатыны, оның физикалық заңдылықтарға негізделетіні түсіндірілген. Өкпенің негізгі көлемдік көрсеткіштері, минуттық вентиляция, тіршілік сыйымдылығы және олардың тыныс алу тиімділігін бағалаудағы маңызы сипатталған.

**Түйін сөздер:** тыныс алу, дем шығару, қысым, көлем

Тыныс алу – ағза мен қоршаған орта арасындағы газ алмасуды қамтамасыз ететін күрделі үдерістің бірі болып табылады. Оның биофизикалық негізі өкпе көлемінің өзгеруі мен қысым айырмасына байланысты жүзеге асады. Дем алу және дем шығару кезінде кеуде қуысының көлемі өзгеріп, соған сәйкес өкпе ішіндегі қысым өзгереді. Бұл құбылыс Бойль–Мариотт заңымен түсіндіріледі: ( $PV = \text{const}$ ). Яғни көлем артқанда қысым төмендейді, ал көлем азайғанда қысым артады. Дем алу кезінде өкпе көлемі ұлғайып, альвеолалық қысым атмосфералық қысымнан шамамен 1–2 мм сын.бағ. төмен болады, нәтижесінде ауа өкпеге енеді. Дем шығару кезінде керісінше үдеріс жүреді.

Тыныс алу механизмін сипаттайтын негізгі параметрлер:

– *тыныс алу жиілігі* – 1 минуттағы тыныс алу саны. Қалыпты жағдайда ересектерде 16–18 рет/мин, ал балаларда жоғары болады;

– *тыныс алу көлемі* – бір тыныс алу кезіндегі ауа мөлшері. Қалыпты жағдайда 500 мл болады. Спирометр арқылы анықталады;

– *минуттық тыныс көлемі* – тыныс алу көлемі (мл) мен тыныс алу жиілігінің (рет/мин) көбейтіндісіне тең;

– *соққылық көлем* (VT). Бұл бір қалыпты тыныс алу кезінде өкпеге кіретін немесе шығатын ауа мөлшері. Ересек адамда оның орташа мәні шамамен 500 мл немесе 0,5 литрді құрайды. Соққылық көлем тыныс алу тиімділігін анықтайды және клиникалық практикада, әсіресе жасанды тыныс алдыру аппараттарын реттеу кезінде маңызды рөл атқарады. Өкпенің минуттық вентиляциясы мына формула арқылы есептеледі:

$$V_e = VT \cdot \nu,$$

мұндағы  $\nu$  – тыныс алу жиілігі. Мысалы, тыныс жиілігі 16 рет/мин болса, минуттық вентиляциясы 8 л/мин тең.

– *тыныс алу және дем шығару кезіндегі резервтік көлемдер* де тыныс алу мүмкіндіктерін сипаттайды. Тыныс алғандағы резервтік көлем (IRV) – қалыпты дем алғаннан кейін қосымша терең дем алуға болатын ауа мөлшері, ол шамамен 1500–2000 мл. Дем шығарғандағы резервтік көлем (ERV) – қалыпты дем шығарудан кейін қосымша шығарылатын ауа, оның орташа мәні 1000–1500 мл. Осы көлемдердің қосындысы өкпенің тіршілік сыйымдылығын (VC) құрайды:

$$VC = VT + IRV + ERV$$

– *Өкпенің тіршілік сыйымдылығы* – терең тыныс алғаннан кейін шығарылатын ауаның ең көп мөлшері. Орташа алғанда бұл көрсеткіш 3500–5000 мл аралығында болады.

– *Тиффно индексі* ( $FEV_1/FVC$  қатынасы) бронхтардың өткізгіштігін бағалау үшін қолданылады.

-

- Бұл параметрлерді де спирометрия әдісі арқылы анықталады. Тыныс алу ауруларын диагностикасында қолданылады.

- *Өкпе вентиляциясының тиімділік коэффициенті* – вентиляцияның қаншалықты тиімді екенін көрсетеді

$$- k = \frac{V_a}{MTK}$$

Өкпенің тыныс алу қызметін спирография әдіс арқылы зерттейді. Онда алынатын көрсеткіштерге өкпенің тіршілік сыйымдылығы, тыныс алу көлемі, қосымша тыныс алу көлемі, қосымша дем шығару көлемі, минуттық тыныс алу көлемі және т.б. жатады. Бұл әдіс өкпенің көлемдік және жылдамдық көрсеткіштерін анықтайды.

Пневмография әдісі арқылы тыныс алу қозғалысы тіркеліп, оның негізгі көрсеткіштерін талдайды. Пневмограф аппараты арқылы тыныс алу үдерісінің механикалық шамалары анықталады. Анықталатын көрсеткіштерге тыныс алу жиілігі (минутына неше рет дем алу); тыныс алу ырғағы (тыныс алудың бірқалыптылығы); тыныс алу тереңдігі (кеуде қуысының қозғалыс амплитудасы); тыныс алу фазалары (дем алу және дем шығару ұзақтығы) және тыныс алу типі (кеуделік, құрсақтық немесе аралас тыныс) жатады. Медицинада тыныс алу бұзылыстарын анықтау, физиологиялық зерттеулер жүргізу, неврология мен реаниматологияда бақылау және спорт медицинасында қолданылады.

Тыныс алу биофизикасында ерекше маңызға ие құбылыстардың бірі – альвеолалардағы беттік керілу күші. Альвеола ішкі беті сұйық қабықпен қапталғандықтан, онда беттік керілу пайда болады. Бұл құбылыс Лаплас заңымен сипатталады:

$$P = \frac{2\sigma}{r}$$

мұндағы  $P$  – альвеола ішіндегі қысым,  $\sigma$  – беттік керілу күші,  $r$  – альвеола радиусы. Формула бойынша радиус кішірейген сайын қысым артады, сондықтан ұсақ альвеолалар жабылып қалуға бейім келеді. Өкпеде сурфактант (беттік белсенді заттар) деп аталатын арнайы зат бар, ол беттік керілу күшін азайтатын фосфолипидті – ақуызды кешен, альвеолалардың тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Егер сурфактант жетіспесе, альвеолалар коллапсқа ұшырап, тыныс алу қиындайды.

Тыныс алу механизмі өкпенің механикалық қасиеттерімен (серпімділік, созылу және т.б.) де тығыз байланысты. Созылу қабілеті:

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

формуласы арқылы сипатталады. Қалыпты жағдайда өкпе созылғыштығын (комплаенсі) қамтамасыз етеді, шамамен 0,2 л/см су бағ. тең. Егер бұл шама төмендесе (мысалы, өкпе фиброзында), дем алу қиындайды. Ал эмфизема кезінде керісінше артады, бірақ серпімділік қасиеті төмендейді. Газдардың диффузиясына келсек, ол Фик заңымен сипатталады:

$$V = \frac{DS(P_1 - P_2)}{d}$$

мұндағы  $V$  -диффузия жылдамдығы,  $D$  – диффузия коэффициенті,  $S$  – бет ауданы,  $d$  – мембрана қалыңдығы,  $P_1 - P_2$  –қысым айырмасы.

Газдардың парциал қысымы Дальтон заңына бағынады (әр газ қоспада өз парциалдық қысым тудырады):

$$P_{\text{жалпы}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

Мысалы, альвеолада  $O_2 \approx 100$  мм сын.бағ., ал  $CO_2 \approx 40$  мм сын.бағ. тең болады. Ал Генри заңы сұйықтықта еріген газ мөлшері оның сұйық бетіндегі парциалды қысымына тура пропорционал екенін сипаттайды:

$$C = kP$$

$CO_2$  суда  $O_2$ -ге қарағанда жақсы ериді.

Қорыта айтқанда тыныс алу биофизикасын білу арқылы өкпе ауруларының даму механизмін түсінуге, реанимация мен жасанды вентиляцияны дұрыс жүргізуге, спорттық және клиникада функционалдық жағдайды бағалауға мүмкіндік береді. Тыныс алу – бұл бұлшықет

қозғалысы, қысым айырмасы және диффузия заңдарына негізделген күрделі, бірақ нақты физикалық үдеріс.

#### **ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР:**

1. Волькенштейн М.В. Биофизика, СПб.:, 2008. - 608
  2. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика, I том, 2017. - 186
  3. Ремизов Р.Н. Медициналық және биологиялық физика (аударған Байдуллаева Г.Е., Алмабаева Н.М., Раманқұлов К.), М.: Дрофа, 2019. – 486
  4. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology / John E. Hall. — Philadelphia: Elsevier, 2021. - 1150
-