

Mișcările cutiei toracice

Mișcările cutiei toracice asigură pătrunderea și ieșirea aerului din plămân atât în condiții obișnuite de repaus sau efort fizic minim, cât și în condiții de inspir sau expir forțat, ca urmare a expansiunii și retracției toraco-pulmonare realizate de contracția și relaxarea mușchilor respiratori.

Forța motrice a inspirului o constituie contracția următorilor mușchi inspiratori: intercostali externi, diafragm, supracostali, pectorali, scaleni, stencleidomastoidian, mare dințat. Forța maximă dezvoltată de către aceștia este de până la 10 kg/cm, cu scurtarea până la 50% a fibrei musculare.

Gradarea forței de contracție se poate obține prin variația numărului de unități motorii, într-o mai mică măsură, și prin variații ale frecvenței de contracție.

Măsurarea activității electrice din mușchii inspiratori a arătat că aceasta este dependentă atât de numărul de fibre musculare activate, cât și de frecvența de excitație, constatându-se că, pentru o anumită forță pe care o dezvoltă mușchiul, activitatea electrică crește liniar cu viteza de scurtare.

În ventilația de repaus intervine contracția mușchilor intercostali externi și diafragm, determinând creșterea de volum a cutiei toracice prin mărirea diametrelor acesteia.

Diametrul antero-posterior se mărește datorită orizontalizării coastelor (de la a II-a, până la a VI-a) și mișcărilor de la nivelul articulației primei coaste cu sternul.

Prima pereche de coaste se articulează anterior cu sternul (prin articulația manubrio-sternală) și posterior cu coloana vertebrală, alcătuind operculul toracic, în inspir, manubriul sternal este împins în sus și înainte, luând o poziție de 1° până la 16° față de orizontală. Această mișcare mărește diametrul antero-posterior al jumătății superioare a toracelui și antrenează expansiunea porțiunii anterioare a vârfului pulmonar. Amplitudinea mișcării este redusă în timpul respirațiilor de repaus și prezintă variații individuale în legătură cu profunzimea respirației. Anchiloză care se poate instala la nivelul acestei articulații poate explica eventualele afecțiuni prin hipoventilația zonei.

Contracția mușchilor intercostali externi imprimă coastelor a II-a — a VI-a o mișcare de rotație și orizontalizare în jurul unui ax paralel cu gâtul lor.

Faptul că fiecare coastă este mai lungă și cu o direcție mai oblică decât cea superioară explică de ce sternul, executând o mișcare din articulația manubrio-sternală, este împins înainte, mărinđ diametrul antero-posterior al cutiei toracice.

Contractia mușchilor intercostali externi antrenează în mod obligatoriu ridicarea coastelor, deoarece contractia concomitentă a mușchilor scapulari face din prima coastă un punct superior fix. Dispoziția oblic în jos și înainte a fibrelor intercostalilor externi ușurează, de asemenea, mișcarea de ridicare a coastelor.

Diametrul transversal al cutiei toracice se mărește datorită unei mișcări de rotație care are loc atât la nivelul coastelor a II-a - a VII-a, cât și al coastelor de la a VII-a la a X-a.

Porțiunea medie a coastelor a II-a - a VI-a, fiind mai ridicată față de capete, favorizează creșterea diametrului transversal prin rotirea în jurul unui ax oblic antero-posterior.

Mișcarea de rotație pe care o efectuează coastele de la a VII-a la a X-a se face în jurul unui ax care anterior străbate linia mediană, iar posterior găturile coastelor, lărgind astfel unghiul realizat de coaste cu coloana vertebrală și mărand diametrul transvers al porțiunii inferioare a toracelui.

Creșterea diametrului vertical, cranio-caudal, este consecința alungirii exclusiv în jos a cavității toracice, care rezultă din coborârea plan-șeului format de mușchiul diafragm. Acest mușchi este considerat principalul mușchi inspirator, deoarece, prin acțiunea sa, asigură vehicularea unei cote importante din volumele respiratorii (60% din cantitatea de aer ventilat într-o respirație profundă).

Diafragmul este alcătuit dintr-o porțiune centrală tendinoasă și din țesut muscular dispus circumferențial. Are formă de hemisferă (cu diametrul egal cu 20 cm), cu bolta orientată spre cavitatea toracică, cu o suprafață de aproximativ 270 cm².

Funcțional se disting două porțiuni: costo-sternală și lombară (crurală). În timpul inspirului, porțiunea costo-sternală are o mișcare în jos și înainte, coborând viscerele abdominale și determinând creșterea capacității părții inferioare a toracelui. Rezistența opusă de mușchii abdominali la întinderea peretelui limitează mișcarea viscerelor abdominale în jos, iar contractia în continuare a diafragmului va avea ca urmare ridicarea coastelor inferioare și împingerea înainte a sternului. Porțiunea lombară acționează numai pentru mărirea diametrului vertical al toracelui.

În cursul unei respirații normale, nivelul diafragmului variază cu 1,2—1,5 cm, dar cursa sa poate să depășească 10 cm în respirațiile ample.

Considerând că toate zonele diafragmului coboară în mod egal în timpul unui inspir, s-a evaluat că la o deplasare de 1 cm a diafragmului, capacitatea toracică crește cu aproape 270 cm³, antrenând spre plămân un volum egal de aer.

Forma hemisferică a diafragmului a permis calcularea prin legea Laplace a tensiunii dezvoltate de mușchi: 0,5 kg/cm. Știind care este forța maximă exercitată de mușchii striati (10 kg/cm), rezultă că o coborâre de 0,5 mm a mușchiului este suficientă pentru a echilibra presiunea transdiafragmatică.

Poziția diafragmului sub forma unui plan care separă cavități cu regimuri presionale ușor influențabile, structura sa funcțională și relațiile de vecinătate sunt factori care pot ușor modifica poziția medie a mușchiului și amplitudinea excursiilor, cu consecințe importante asupra eficienței ventilației.

Dispoziția în boltă a diafragmului este favorizată de clinostatism, de presiunea viscerelor abdominale creată prin contracția mușchilor abdominali și de tracțiunea exercitată de presiunea intratoracică, care este mai mică decât cea atmosferică. Atunci când este paralizat, se deplasează mult în sus, deoarece urmează pasiv depresiunea presională intratoracică (mișcare paradoxală).

Poziția ortostatică, în special dacă musculatura abdominală este relaxată, tracționează în jos diafragmul, dar împiedică sau îngreuiază ascensiunea. Această situație devine patologic accentuată la persoanele cu musculatura abdominală slabă și/sau cu ptoză viscerală.

Ventilația forțată presupune o serie de modificări. Pe de o parte, în inspirul profund coloana vertebrală nu mai constituie punct fix. Aceasta va efectua o mișcare de extensie accentuând orizontalizarea coastelor și, prin creșterea suplimentară a volumului toracic, va permite antrenarea unei cantități suplimentare de aer. Pe de altă parte, sunt cointeresați și alți mușchi, în afară de intercostalii externi și diafragm. Mușchii inspiratori accesorii sunt considerați: mușchii pectorali, marele dințat, sterno-cleidomastoidianul, trapezul, scalenul, micul dințat posterior, micul dințat superior.

Încetarea stimulării mușchilor respiratori este urmată de revenirea, la dimensiunile anterioare inspirației, a tuturor elementelor elastice ale sistemului toraco-pulmonar. Ca urmare, presiunea din interiorul sistemului capătă o valoare superioară celei atmosferice, conducând aerul din interior spre exterior. Expirația de repaus apare astfel ca o mișcare pasivă.

Expulzarea forțată a aerului din plămâni presupune, pe de o parte, participarea suplimentară a unor structuri (contracția mușchilor: abdominali, pătratul lombar, intercostalii interni, micul dințat posterior, micul dințat inferior, triunghiularul sternului) iar, pe de altă parte, modificarea comportamentului unor structuri implicate anterior (coloana vertebrală execută o mișcare de flexie, proporțională cu profunzimea expirației). Ultimele două perechi de coaste servesc ca punct de inserție pentru mușchii abdominali și, astfel, se va

micșora diametrul antero-posterior. Ascensiunea suplimentară a diafragmului se datorește, pe de o parte, „aspirației” create prin presiunea subatmosferică din torace, iar, pe de altă parte, faptului că viscerele abdominale sunt împinse în sus prin contracția mușchilor abdominali

Modificarea dimensiunilor cutiei toracice este urmată de modificări în același sens ale țesutului pulmonar. Acest fenomen, esențial pentru desfășurarea normală a ventilației, se datorește prezenței între foițele seroasei pleurale a unei cantități minime și permanent reîmprospătate de lichid pleural. Împărțirea plămânului în lobi face ca tracțiunea exercitată asupra parenchimului să fie relativ uniformă. Diferențele care apar între diferite zone se datoresc fie plămânului, fie cuștii toracice.

Porțiunea superioară a toracelui își crește mai mult capacitatea comparativ cu partea inferioară. Faptul că poziția coloanei vertebrale rămâne relativ fixă are ca urmare expansiunea părții anterioare. Expansiunea inegală face posibilă distingerea următoarelor zone:

- zonă neexpansibilă, situată în jurul hilului;
- zonă de distensibilitate maximă, cu o grosime de aproximativ 3 cm, situată imediat subpleural;
- zonă intermediară, în care distensibilitatea este mai mare în sectorul dinspre periferie față de cel orientat central.

Așa cum s-a arătat, cutia toracică nu se distinde uniform, iar efectele creșterii sale de volum se exercită în principal asupra țesutului pulmonar care vine în contact cu părțile mobile. Se poate spune că aceste zone sunt direct expandate.

Porțiunile din plămân care vin în contact cu porțiuni mai puțin mobile sau statice ale toracelui vor suferi o expansiune indirectă, în sensul că vor fi distinse numai prin deplasarea altor zone pulmonare. Aceste zone sunt: fața posterioară a vârfului pulmonar, fețele posterioare ale plămânilor și suprafețelor pulmonare mediastinale.

Expansiunea țesutului pulmonar este ajutată de alungirea arborelui bronșic și de faptul că în timpul inspirului hilul face o mișcare cu direcție anterioară, inferioară și externă. Pe de altă parte, rețeaua elastică din vase și sistemele de canale ale arborelui bronșic constituie un sistem elastic continuu, care face ca fiecare element să fie legat de structurile vecine, în așa fel încât tensiunile dezvoltate într-un anumit punct să fie transmise tuturor părților componente ale sistemului.

Elasticitatea țesutului pulmonar depinde atât de forța vâsco-elastică pulmonară, cât și de prezența surfactantului pulmonar ca factor de reducere a tensiunii superficiale a peliculei lichidiene alveolare și de evitarea tendinței de colabare a plămânului. La acestea se adaugă

extensibilitatea sau complianța toraco-pulmonară, ca variație de volum determinată de variațiile presiunii intraalveolare. În condiții normale, creșterea cu 1 cm^3 a presiunii alveolare determină o creștere a volumului pulmonar cu 0,22 litri. Aceeași creștere a presiunii alveolare realizează o variație de volum toracic doar de 0,13 litri, datorită rezistenței mai mari a cuștii toracice.

Rolul determinant în realizarea variațiilor de volum pulmonare produse de expansiunea și retracția cuștii toracice revine însă variațiilor de presiune negativă, subatmosferică, de la nivelul spațiului virtual pleural.

BIBLIOGRAFIE

1. **HARRISON's** – „*Principles and Practice of Internal Medicine*”, 15th Edition (2001);
2. **I. HAULICĂ** – „*Fiziologia Umană*”, ediția a II-a, Ed. Medicală”, 2002.