



MUNI
LÉKAŘSKÁ
FAKULTA



Fenix

Kineziologie XI.

Mgr. Veronika Málková





Kineziologie dýchání

Kineziologie XI.

- **Dýchání udržuje základní metabolické procesy a ovlivňuje posturu.**
- **Běžně dechové pohyby probíhají automaticky; při řeči, hře na hudební nástroj, zpěvu, či jiné další činnosti možno dech podřídit volní kontrole a upravovat jeho projevy.**
- **Hlavní úlohou dechových pohybů: výměna plynů.**
- **Dechové pohyby ovlivňovány vnitřním a vnějším prostředím + stavem mysli (radost vede k extenzi těla a zvyšuje dechové pohyby, deprese se projevuje flekčním držením těla, jež omezuje dechové pohyby).**
- **Dechové pohyby šetrně mobilizují všechny pohyblivé segmenty páteře do flexe a extenze.**

Kineziologie XI.

- ▶ Při výdechu dochází ke svalovému útlumu a relaxaci.
- ▶ Při nádechu je nervová soustava stimulována a postura je současně stabilizována (k tomuto jevu dochází i za situace, kdy je výdech prováděn proti odporu (zpěv, hra na hudební nástroj)).
- ▶ Dechové odpory:
 - Statické: elastický odpor plic, povrchové napětí kapaliny ve sklípcích, elastické odpory hrudní stěny (svaly, vazivo, atd.), nezáleží na rychlosti dýchání.
 - Elastance: míra elastického odporu; překonána svalovou prací při inspiriu, využita při pasivním expiriu.
 - Compliance: míra poddajnosti plic, převrácená hodnota elastance (čím je hodnota poddajnosti vyšší, tím jsou plíce poddajnější, nižší hodnoty determinují větší tuhost plic.)

Kineziologie XI.

➤ Dechové odpory:

- **Dynamické:** závisí mj. na rychlosti proudění.
 - **Tkáňový odpor (10%):** neelastická deformace a tření v plicích, hrudní stěně, břišní dutině; roste s frekvencí dýchání.
 - **Proudový odpor (90%):** Tyto odpory jsou značně proměnlivé a mění se i v průběhu jednoho dechového cyklu. Z celkového odporu připadá 50% na nos a ústa, 25% na farynx, 15% na tracheu a 10% na drobnější dýchací cesty. Závisí na typu proudění (turbulentní x laminární), průměru a délce trubice, aj.

Kineziologie XI.

► Faktory dechového cyklu:

- Elasticita plicní tkáně + povrchové napětí tekutiny na stěnách sklípků → smršťují plíci směrem k hilu
- Intrapleurální tlak (mezi viscerální a parietální pleurou, vždy mírně negativní vůči atmosférickému tlaku) + intrapulmonální tlak (během inspira klesá a vzduch proudí z atmosféry do plic) → rozvíjí plíci

► Regulace dýchání:

• Chemický regulační systém:

- Založený na stanovení hodnoty koncentrace kyslíku (O_2), oxidu uhličitého (CO_2) a vodíkových iontů (H^+) v krvi.
- Centrální chemoreceptory uloženy bilaterálně na ventrální straně prodloužené míchy, adekvátní podnět: \uparrow koncentrace H^+ v mozkomíšním moku a $\uparrow pCO_2$ v arteriální krvi.

Kineziologie XI.

► Regulace dýchání:

• Chemický regulační systém:

- Periferní chemoreceptory: glomus caroticum et glomus aorticum; hlavní podnět: ↓ pO₂.

• Nervový regulační systém:

- Kromě základní regulace může být dech a jeho parametry ovlivněny i z vyšších etáží mozkových center, jako například hypotalamem, limbickým systémem (ovlivnění dýchání emocemi) či mozkovou kůrou (ovlivnění dýchání vědomě).

- Dorzální respirační skupina (prodloužená mícha): neurony inspirační (podílí se na klidovém i usilovném nádechu), axony vysílány k alfa motoneuronům inspiračních svalů.

Ventrolaterální respirační skupina (prodloužená mícha): v klidovém expiriu inhibují aktivitu inspiračních neuronů, při usilovném výdechu aktivují expirační svaly.

Pontinní respirační skupina: dorsální část pontu, kontrola frekvence a hloubky dýchání.

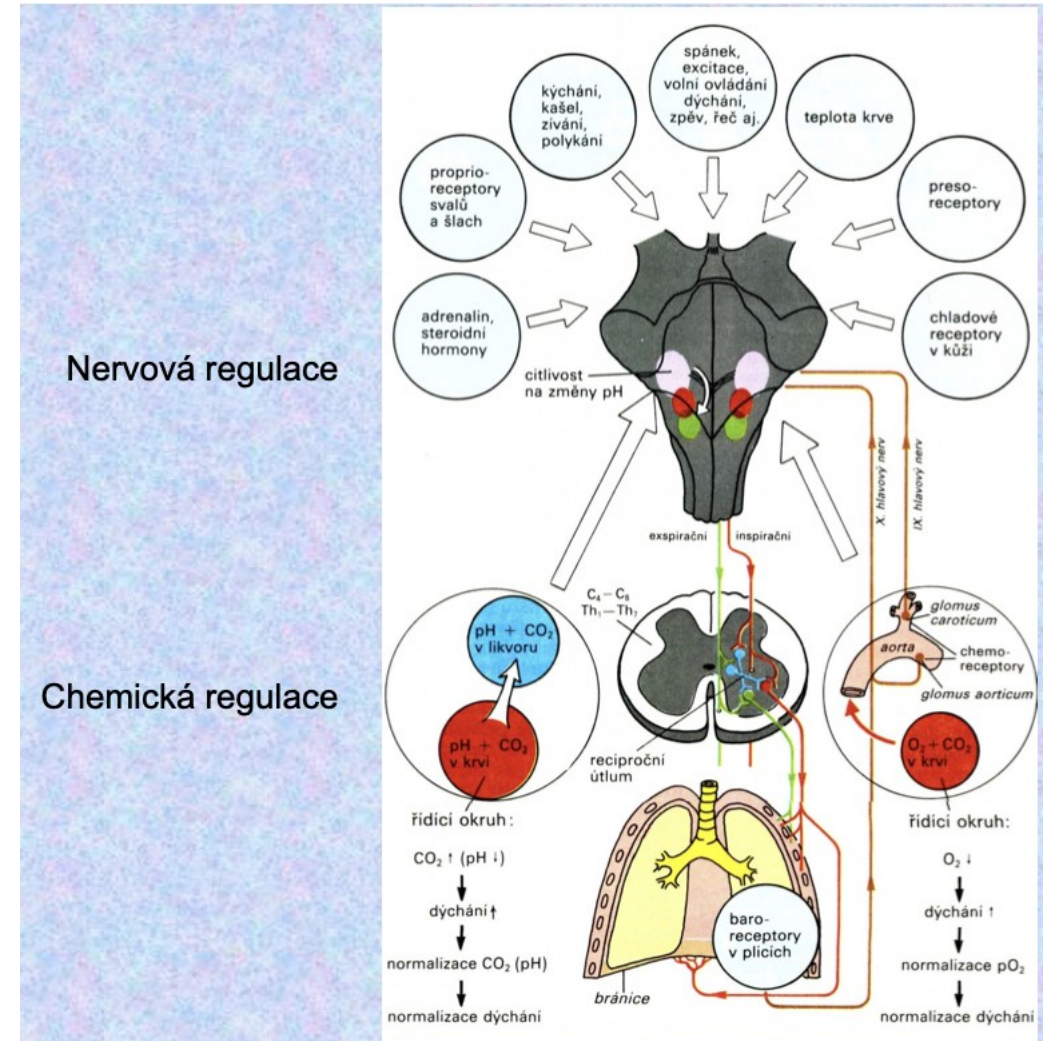
Kineziologie XI.

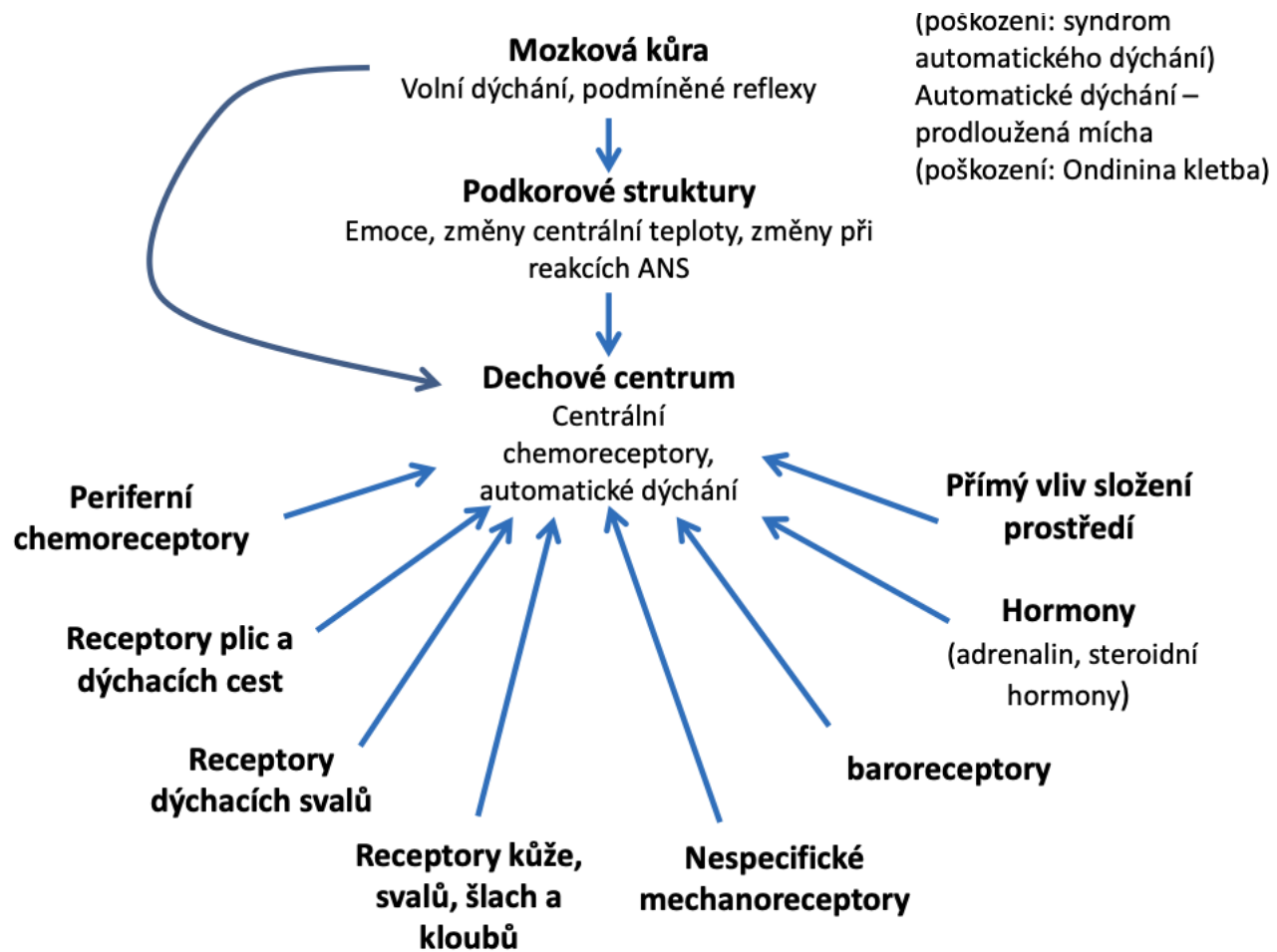
Regulace dýchání:

Nervový regulační systém:

- Nervus phrenicus - bránice, mezižební svalstvo inervováno z oblasti Th1 – Th7.
- Činnost neuronů dýchacího centra se mění podle dostředivých informací cestou n. X z mechanoceptorů v dýchacích cestách a plicích. Změna napětí při zvětšení objemu plic inhibuje inspirační neurony a je zahájena expirace. Při poklesu objemu plic se aktivita inspiračních neuronů zvyšuje.

N. IX.





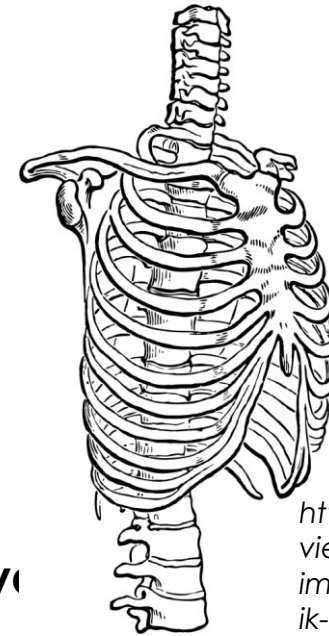
Kineziologie XI.

► Hrudní koš (žebra, sternum, hrudní obratle):

- Oploštění
- Boční vyklenutí hrudníku
- **Novorozenec: kuželovitý tvar hrudníku s téměř kruhovým tvarem**
- **Dospělost: předozadní oploštění.**

► Hrudní apertura:

- **Horní hrudní apertura (horní hrudní otvor): ohraničena 1. žebrem + hrudní kostí + 1. hrudní obratel.**
- **Dolní hrudní apertura: vymezena dolním okrajem žeber + mečovitým výběžkem hrudní kosti + 12. hrudním obratlem.**



<https://www.publicdomainpictures.net/cs/view-image.php?image=130312&picture=hrudnik-hrudni-kos>

Kineziologie XI.

► Inspirační svaly:

- Hlavní: bránice, mm. intercostales externi.
- Pomocné: mm. scaleni, mm. pectorales major et minor, m. serratus anterior, m. serratus posterior superior, SCM.

► Expirační svaly:

- Hlavní: mm. intercostales interni.
- Pomocné: břišní lis, m. serratus posterior inferior, m. transversus thoracis.

Kineziologie XI.

- ▶ Různé názory na funkci interkostálních svalů: klasicky považovány mm. intercostales externi za nádechové a mm. intercostales interni za výdechové (jejich přední část je ovšem někdy popisovaná jako inspirační). Zřejmě však mají spíše fixační funkci, tj. udržují vzájemné postavení žeber a pružně zpevňují hrudní koš během dýchacích pohybů.
- ▶ Další různé názory: většinou bývá např. m. serratus posterior inferior považován za sval výdechový, protože při své akci stahuje dolní žebra kaudálně. Lze jej ale považovat i za fixační sval, který fixací dolních žeber umožňuje počáteční pohyb centrum tendineum kaudálně a podporuje tak nádech.
- ▶ Naopak m. pectoralis major je obvykle považován za pomocný inspirační sval, ovšem jeho klavikulární část má významnou úlohu při usilovném výdechu, resp. při kašli.
- ▶ M. quadratus lumborum zajišťuje spojení mezi hrudníkem a pánví. Při nádechu zajišťuje fixaci bederního úseku pro rozvinutí hrudníku. Při usilovném výdechu se účastní stahování žeber a pomáhá vytlačit bránici co nejvíce kranálně.

Kineziologie XI.

Bránice:

3 části:

Pars sternalis

Pars costalis (7.-12. žebro):

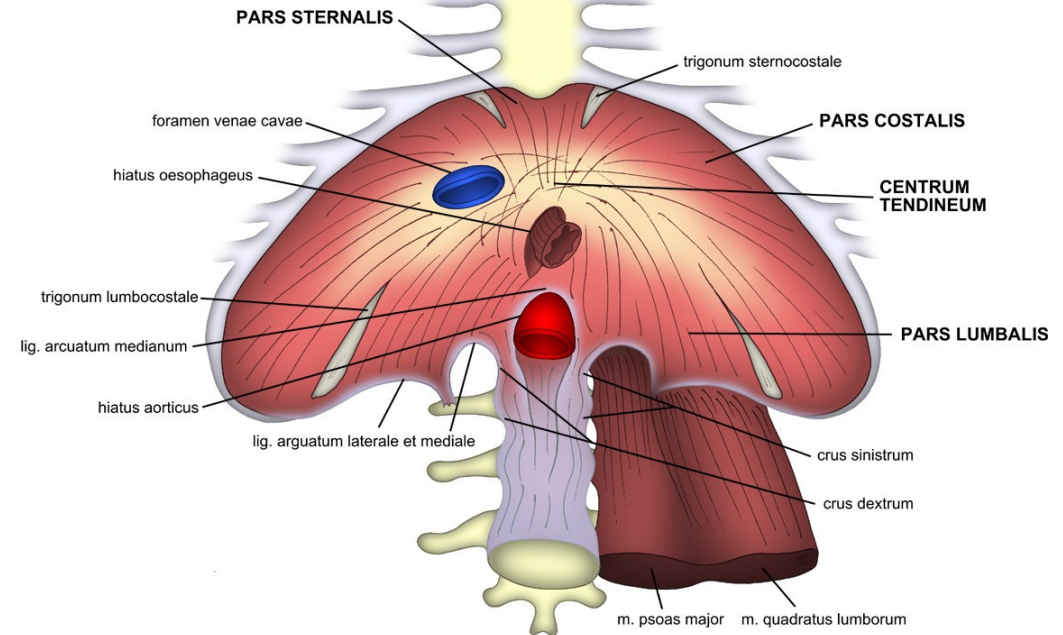
- Rychlá vlákna.
- Vzájemně přibližuje CT a dolní žebra.

Pars lumbalis (od Lp):

- Pomalá vlákna.
- Neupínají se na dolní žebra, pouze táhnou CT kaudálně.

- Při kontrakci se zvyšuje intraabdominální tlak a snižují intrapleurální tlak.

DIAPHRAGMA



<https://www.wikiskripta.eu/w/Bránice#/media/Soubor:Diaphragma.jpg>

Kineziologie XI.

► Bránice:

- Pokud odpor obsahu břišní dutiny nezamezí poklesu centrum tendineum na úroveň úponů bránice na žebra, dochází aktivitou krurální částí ke vtahování dolních žeber.
- Vazivovou část bránice tvoří centrum tendineum a malé úseky v postranních partiích pocházející z pleuroperitoneální membrány. Porucha vývoje této vazivové části bránice vede k jednomu typu brániční hernie.
- U 95 % zdravých dospělých je levá polovina bránice na předozadním rtg snímku při maximálním inspiriu na úrovni předního konce 5. žebra či 6. mezižebří, pouze u 5 % je na úrovni 7. žebra či níže.
- Pravá polovina bránice je většinou výše postavená než levá, pouze u asi 10 % jsou obě poloviny na stejné úrovni či levá výše.
- Příčina asymetrie kupolí bránice je nejasná. Kromě vlivu srdce ji většina autorů vysvětluje uložením jater v pravé klenbě????

Kineziologie XI.

➤ Bránice:

- Na vrcholu klidného inspira poklesá vrchol bránice o 1 cm, při hlubokém nádechu až o 3 cm (Ganong až 7 cm).
- Významnou součástí kostální bránice je tzv. zone of apposition, představovaná plochou jejího kontaktu s hrudní stěnou. Tato velikost se během dechového cyklu mění.
- Při závažných onemocněních se brániční kopule oplošťuje až invertuje, takže zaniká zone of apposition. Zánik „zone of apposition“ při maximálním inspiriu potvrzen i při poloze v lehu na zádech.

Kineziologie XI.

➤ Bránice:

• Pístová teorie:

- Předpokládaný kraniokaudální pohyb bránice.
- Šlašité CT se nekontrahuje, posouvá se jako píst kaudálně.
- Během kontrakce bránice neprobíhá pouze pohyb o jednom stupni volnosti (předpokladem toho by byl neměnný statický hrudník), skutečný hrudník vykazuje při dýchání větší či menší změny.

Kineziologie XI.

➤ Hrudník a žebra:

- Pohyby hrudníku jsou dvojí: jednak vázány na pohyby páteře a jednak probíhají v kostovertebrálních kloubech nezávisle na pohybu páteře.
- Při anteflexi páteře klesají žebra a mezižební prostory se zužují. Při napřímení páteře se celý děj obrací – hrudník se nastavuje kraniálně.
- Pro fyziologickou funkci pohybu hrudníku: hrudník by se měl pohybovat nezávisle na pohybu hrudní páteře a opačně (aby se segmenty hrudní páteře napřimovaly bez souhybu hrudníku).

Kineziologie XI.

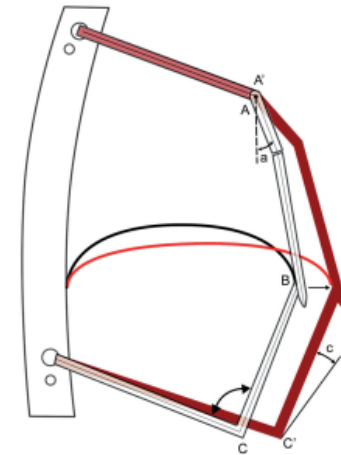
► Hrudník a žebra:

- Žebra se při dýchání zdvihají, klesají a otáčejí kolem osy kostovertebrálních spojů. Přitom se přední konce žeber zdvihají (zároveň s hrudní kostí) a v předozadním směru zvětšují hrudní dutinu (pohyb nejvydatnější u 6.–8. žebra). První tři páry žeber se pohybu příliš neúčastní. Osa žebního krčku se u dolních žeber sklání dozadu a zevně → při pohybu dolních žeber se rozšiřuje hrudní dutina i v příčném směru.
- Obdobně se žebra pohybují při aktivaci svalstva během zpevnění trupu, tj. nezávisle na dýchání.
- Žebra vepředu spojena s hrudní kostí = jejich pohyb vždy spojen s pohybem hrudní kosti: při fyziologickém pohybu se hrudní kost pohybuje dopředu, ale nikoliv kraniálně (paradoxní typ dýchání)
- Při tomto pohybu se zapojují hlavní dechové svaly (bránice a mezižební svaly bez účasti auxiliárních dechových svalů).
- Dutina hrudní se při aktivaci bránice a mezižebních svalů zvětšuje dopředu a vlivem zakřivení žeber současně i do stran.

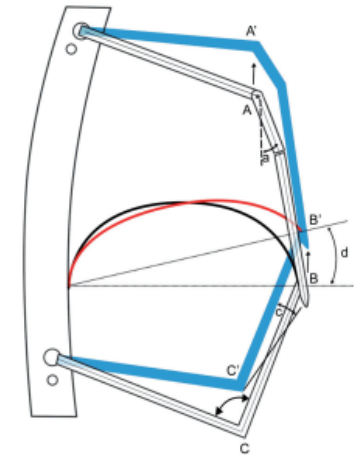
Kineziologie XI.

► Hrudník a žebra:

- Dýchací a stabilizační pohyby jsou malé v oblasti manubria a prvních žebér, největší u nejdelších žebér (především 7. a 8. pár).
- Při předozadním pohybu sternu probíhá pohyb sternu ve sternoklavikulárním skloubení. Při dýchání a stabilizaci je během této pohybové exkurze aktivována bránice bez účasti auxiliárních nádechových svalů. Při nefyziologickém vertikálním pohybu sternu (hrudníku) probíhá při dýchání a během stabilizace pohyb v kloubu akromioklavikulárním.



Obr. 4. Sternum se při fyziologickém dýchání a náboru stabilizačních svalů pohybuje ventrálně



Obr. 5. Za patologické situace se hrudník jak při dýchání, tak během stabilizace zvedá a nerozšiřuje se v předozadním směru

Kolář, 2009

Kineziologie XI.

► Kineziologie fyziologického nádechu:

- **Punctum fixum** na žeberních, sternálních a bederních úponech bránice → **centrum tendineum** se pohybuje kaudálně → **zvětšuje se** objem hrudní dutiny, **klesá** intrapleurální tlak a **zvyšuje se** tlak nitrobřišní.
- **Pasivní nádech** začíná ještě před kontrakcí bránice – aktivita **expiračních svalů** na konci předchozího výdechu **aktivně zmenší** inspirační rezervní objem (IRV) a část práce těchto svalů se „uloží“ jako **elastická energie** ve strukturách hrudníku a břicha.
- Při **relaxaci expiračních svalů** se tato energie **uvolní** a způsobí **pokles** intrapleurálního tlaku ještě před aktivací bránice. **Aktivní kontrakce expiračních svalů** na konci výdechu také **protáhne** vlákna bránice a změnou jejich charakteristiky **zlepší podmínky** pro následnou kontrakci bránice.

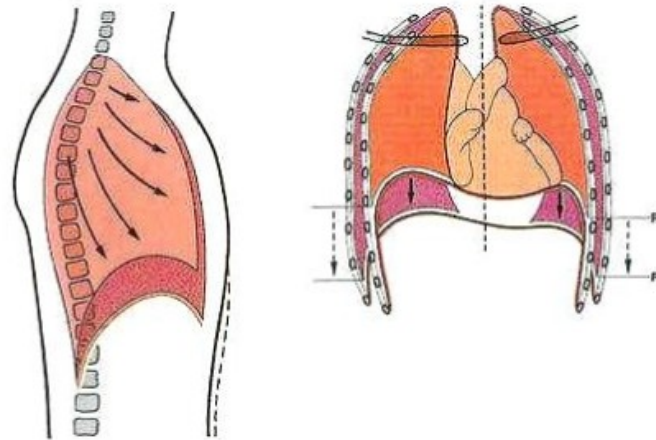
Kineziologie XI.

► Kineziologie fyziologického nádechu:

- **Obsah břišní dutiny je primárně nestlačitelný → při nádechu dochází k posunu orgánů dutiny břišní kaudálně a pohybu břišní stěny zevně. V závislosti na rostoucím odporu obsahu břišní dutiny (a aktivitě svalů břišní stěny a pánevního dna) dojde po určité době k zastavení kaudálního pohybu bránice. Pokud i nadále trvá její kontrakční aktivita, je již punctum fixum bránice na centrum tendineum a dochází k pohybu dolních žebber v laterolaterálním směru. Přes sternum se pohyb přenáší i na horní žebra, což vede k rozšíření horní části hrudního koše především v předozadním směru.**

Kineziologie XI.

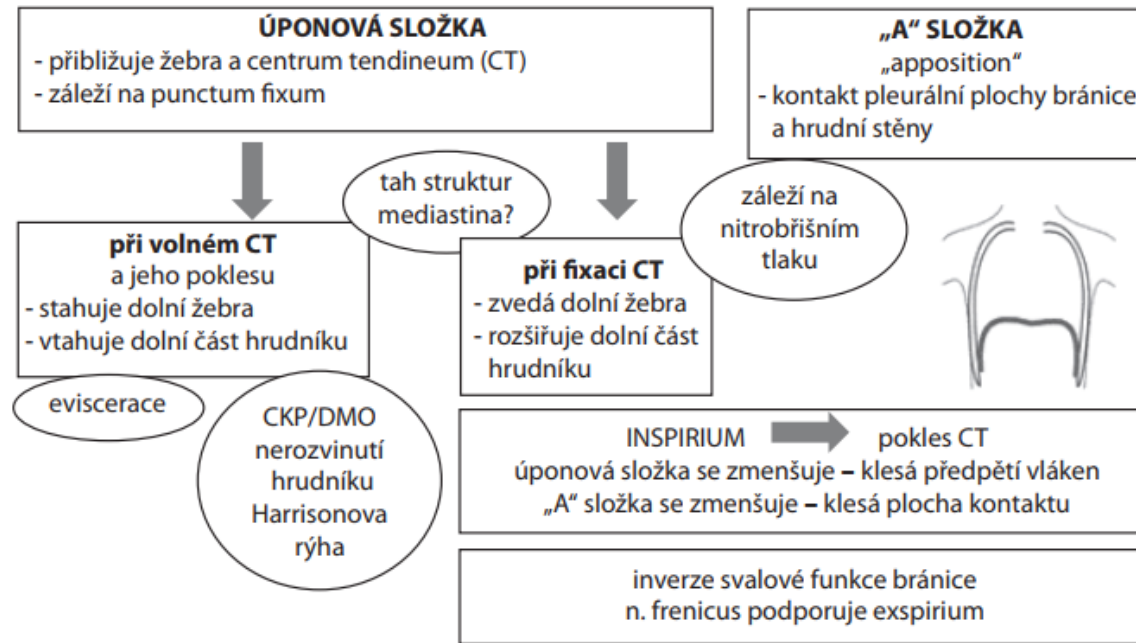
- Kineziologie fyziologického nádechu:



Kolář, 2009

Kineziologie XI.

► Mechanismus působení bránice na dolní žebra:



Obr. 6. Mechanismus působení bránice na dolní žebra

Kolář, 2009

Kineziologie XI.

- ▶ **Kineziologie fyziologického výdechu:**
- **Dle Dylevského (1995, 2000) pasivní děj, při kterém povolí kontrakce bránice a vzduch je z plic vytlačován díky viskoelasticitě plic a hrudníku, jež se vrací do svého původního tvaru.**
- **Při usilovném výdechu nebo na konci výdechového manévru jsou do mechanismu zapojeny i výdechové svaly, zejména břišní svalstvo a mezižební svaly. Dále uvádí tvrzení, že výdech je při řeči, zpěvu či hře na hudební nástroje aktivní a je řízen vědomě, stejně jako nádech.**

Seznam literatury

- ČIHÁK, R. *Anatomie 1*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3817-8.
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-140-2.
- DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing, 2009a.
- DYLEVSKÝ, I. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing, 2009b.
- KAPANDJI, A.I. *The Physiology Of The Joints, 6Ed. Vol. 1: The Upper Limb, 6ed.* Elsevier Exclusive. ISBN: 9788131221006.
- KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KOLÁŘ, P. *Analýza zobrazení pohybu bránice magnetickou rezonancí v kombinaci se spirometrickým vyšetřením*. Dizertační práce, 2. LF, 2009.
- VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9