



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

HLAS ŘEČ SLUCH: ANATOMIE A FYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ

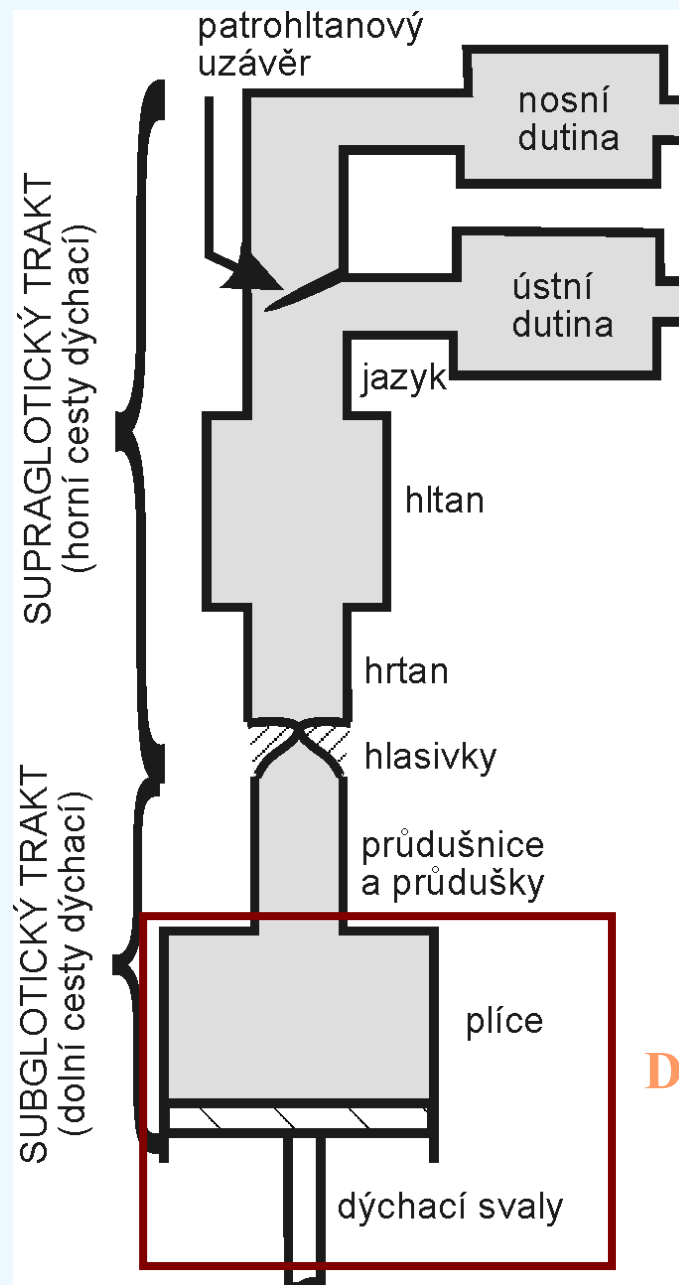
JAN ŠVEC

Katedra experimentální fyziky, Př.F., UP v Olomouci

Glottis = hlasivková štěrbina
Supra = nad
Sub = pod
Subglottický = podhlasivkový
Supraglottický = nadhlasivkový

FYZIKÁLNĚ- AKUSTICKÉ SCHÉMA HLASOVÉHO SYSTÉMU

Flanagan (1965)



Dýchání

DÝCHÁNÍ: ANATOMIE DÝCHACÍ CESTY

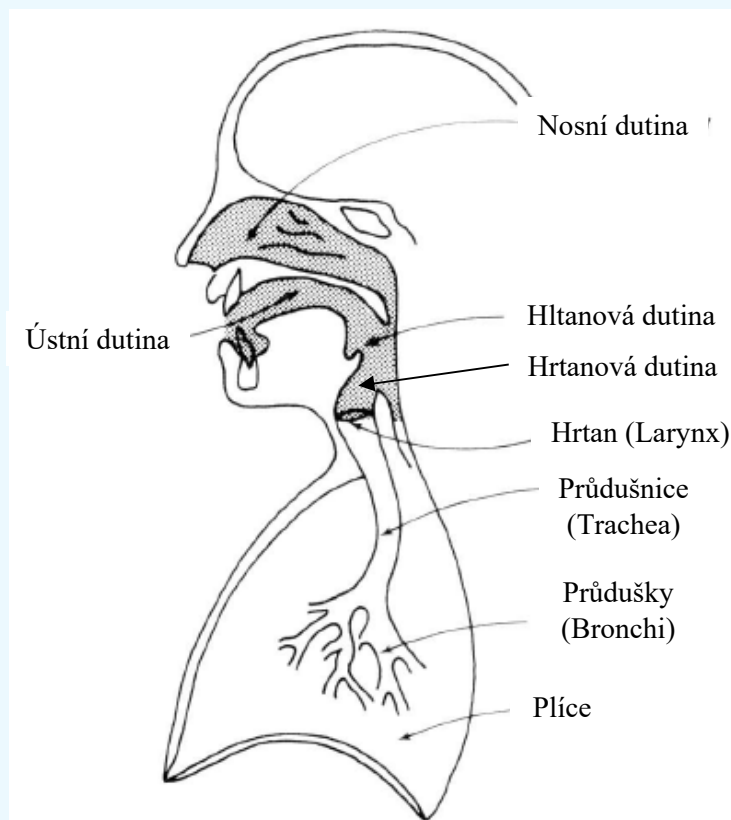


Figure 2-3 Schematic of the respiratory passage. Upper respiratory tract is shown as shaded area.

Rozeznáváme :

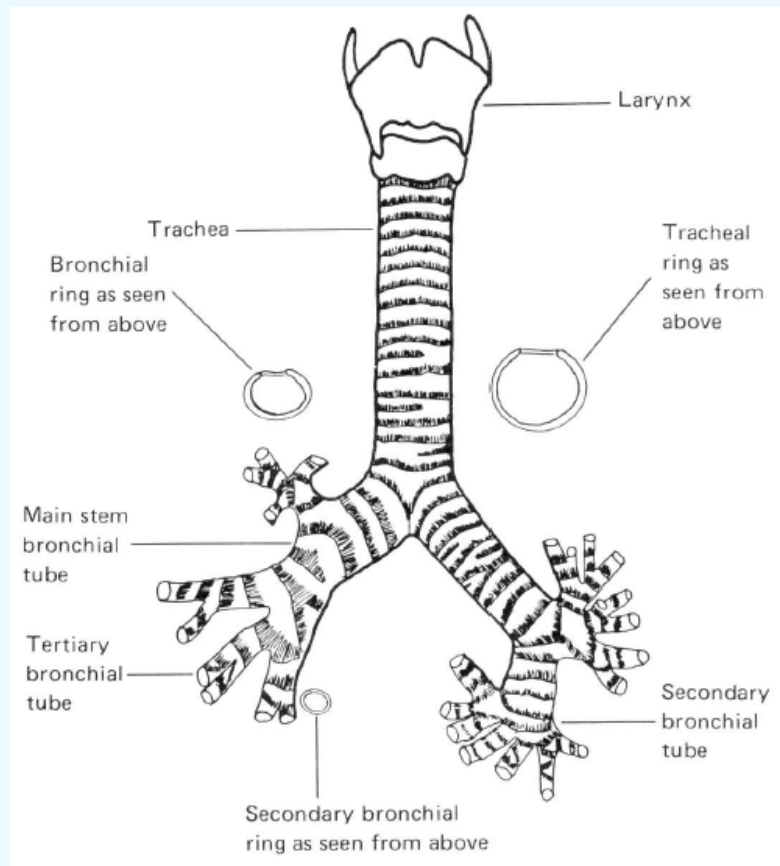
A) Horní cesty dýchací (nad hrtanem, hlasivkami, na obr. zobrazeny šedě)

- Ústní a nosní dutina
- Hltanová dutina (za jazykem)
- Hrtanová dutina

B) Dolní cesty dýchací (pod hrtanem, hlasivkami)

- Průdušnice (Trachea)
- Průdušky (Bronchi)
- Plíce (Lungs) zahrnující průdušinky (Bronchioles) a plicní sklípky (Alveoli)

DÝCHÁNÍ: ANATOMIE DOLNÍ CESTY DÝCHACÍ



1) Hrtan (Larynx) – tvoří horní mez, jsou zde umístěny hlasivky.

2) Průdušnice (Trachea) – tvořena z chrupavčitých prstenců, které nejsou zcela uzavřené – mají vzadu blanitou část.

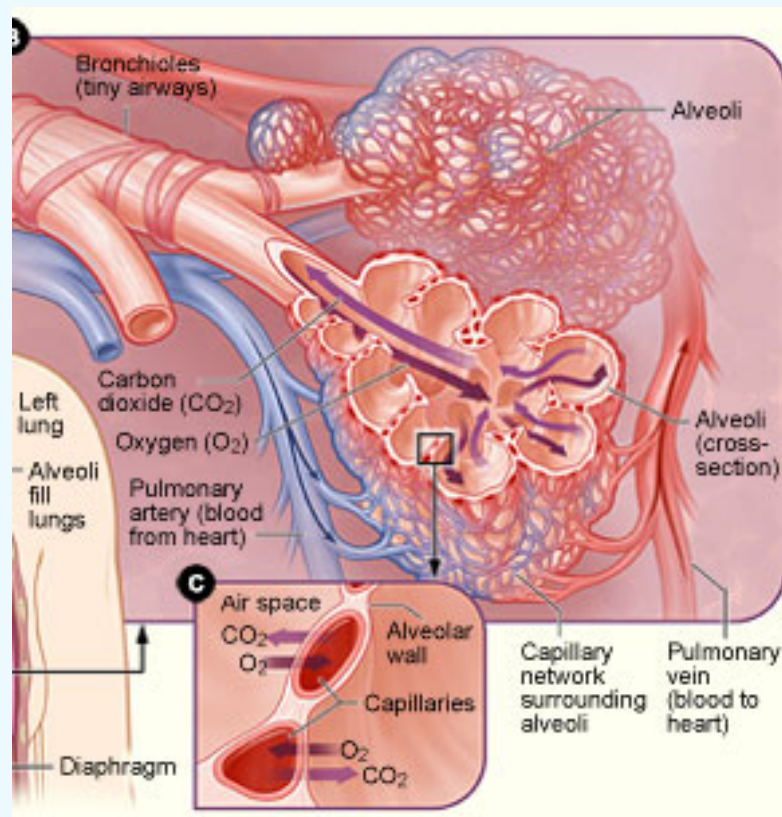
3) Průdušky (Bronchi)

Vznikají rozvětvením průdušnice. Jejich struktura připomíná zmenšenou průdušnici (nekompletní chrupavčité prstence uzavřené blanitou částí) ale jsou více propojeny s hladkým svalstvem, které může měnit průřez jejich průchodné části.

Dělí se na a) hlavní, primární, b) sekundární a c) terciální větve, které pak ústí do plic.

Pravá průduška má o něco větší průměr než levá (vzhledem k tomu, že pravá plic je větší než levá, kterou ohraničuje srdce) a je kratší a přímější s tracheou.

DÝCHÁNÍ: ANATOMIE DÝCHACÍ CESTY PLIC



http://www.daviddarling.info/encyclopedia/R/respiratory_system.html

4a) Průdušinky (Bronchioles)

Terciální průdušky se dělí na menší a menší větve, které se nazývají průdušinky a které tvoří tzv. bronchiální strom. Průměr průdušinek je menší než 1 mm. Po finálním rozdělení pak průdušinky ústí do plicních sklípků.

S každým dalším dělením se chrupavčitá část průdušinek redukuje a narůstá objem tkáně hladkého svalstva.

4b) Plicní sklípky (lat. Alveoli pulmonis)

V každé plíci je přes 300 miliónů sklípků. Stěny každého plicního sklípku obklopuje síť kapilár. Ty jsou odděleny od sklípku pouze jednou až dvěma vrstvami buněk. Zde si červené krvinky vyměňují oxid uhličitý za kyslík.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

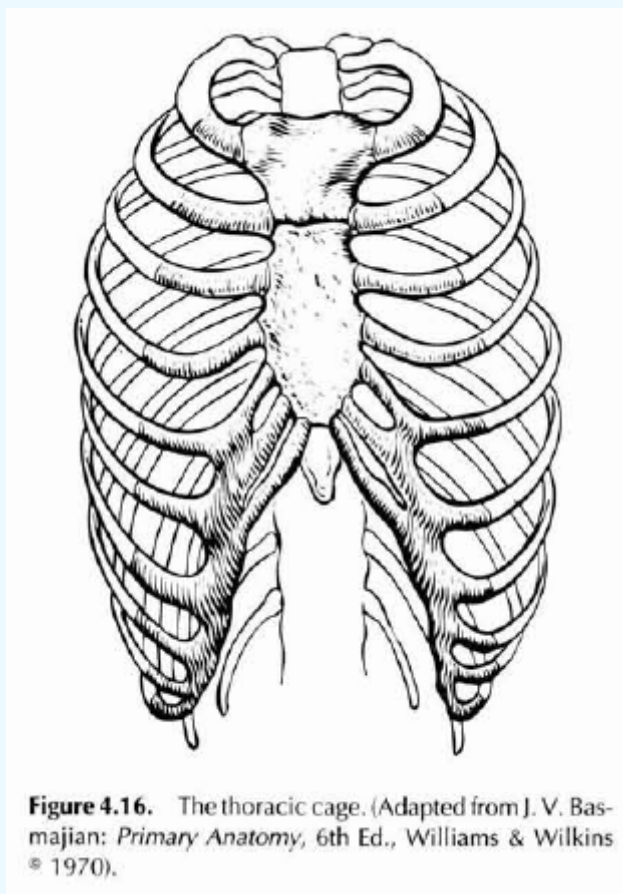
ANATOMIE A FYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ

Ukázka z TV pořadu
Neuvěřitelné lidské tělo
(Incredible human machine, National Geographic, 2007)
čas 27:13 – 29:19

Soubor:

D:\Jan\Reference Manager\ReceivedPapers\Videos\IncredibleHumanMachine\
DychaniNeuveritelne-lidske-telo-National-Geographic-cz.wmv

DÝCHÁNÍ: ANATOMIE HRUDNÍ KOŠ



Hrudní koš (lat. a angl. „thorax“, Fig. 4.16) je ohraničen zezadu páteří a vepředu hrudní kostí (sternum).

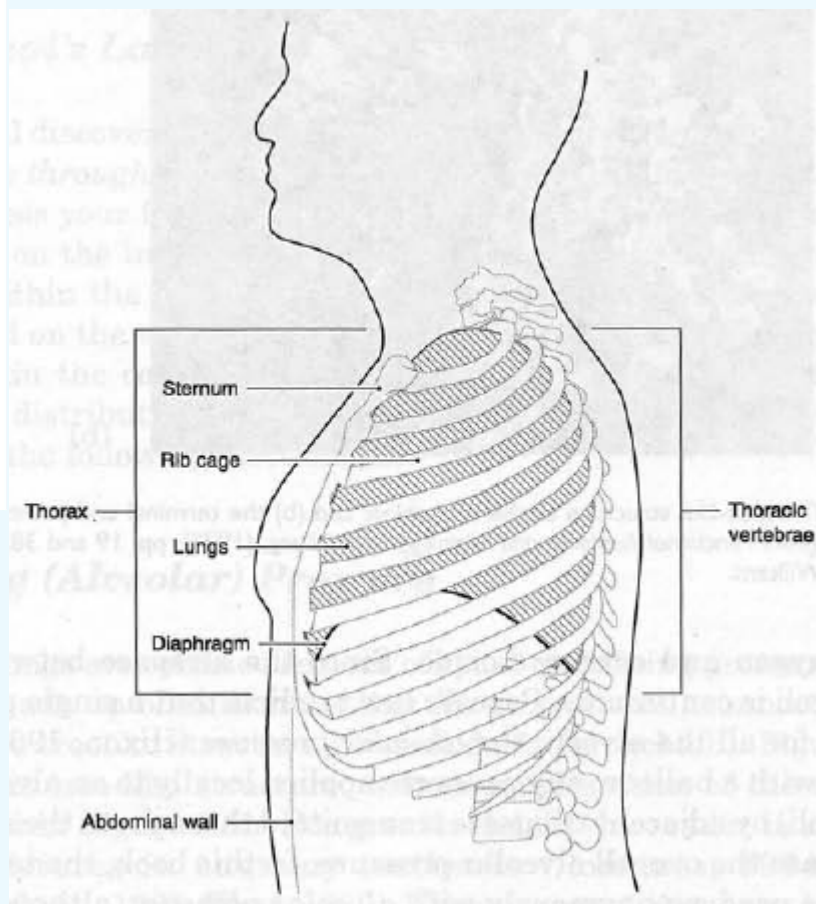
Dokola je 12 párů žeber.

Žebra jsou kostěná, kromě části kde žebra přiléhají k hrudní kosti – zde je chrupavka.

Dolní žebra sdílejí chrupavčité spoje s hrudní kostí a dvě nejspodnější žebra jsou upevněna pouze vzadu k páteři.

Zdroj: Borden G, Harris KS, Raphael LJ: *Speech science primer. Physiology, acoustics, and perception of speech*, Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 1994.

DÝCHÁNÍ: ANATOMIE HRUDNÍ KOŠ



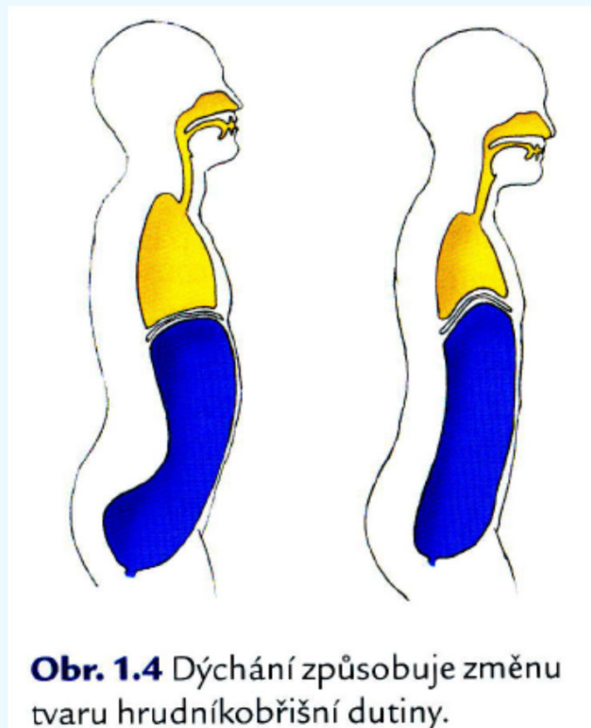
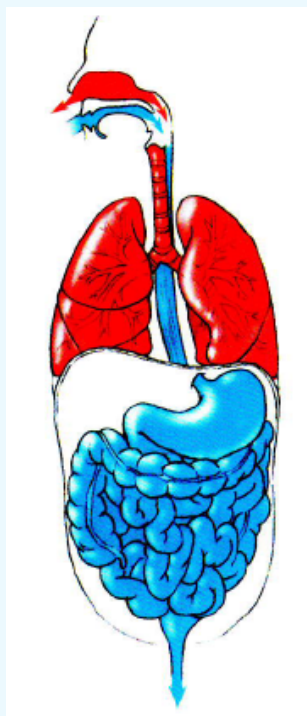
Hrudní koš ohraničuje prostor pro plíce a srdce (není ukázáno).

FIGURE 3.2. Diagram of the thorax and the abdomen. The thorax contains the rib cage, which houses the heart and the lungs.

Zdroj: Titze IR. *Principles of voice production (second printing)*, Iowa City, IA: National Center for Voice and Speech, 2000.

DÝCHÁNÍ: FYZIOLOGIE

Dýchání je proces vtahování vzduchu do plic a jeho vypouštění z plic ven.
Je umožněno trojrozměrnou změnou tvaru hrudní a břišní dutiny.



Obr. 1.4 Dýchání způsobuje změnu tvaru hrudní a břišní dutiny.

**Hrudní a břišní dutina -
odděleny bránicí**

- **Hrudní dutina** - mění tvar i objem (roztlačitelné a stažitelné plíce pod hrudním košem)
- **Břišní dutina** - nestlačitelná – mění tvar ale ne objem! (podobně jako balónek s vodou – při stlačení zeshora se vyboulí do strany)

Zdroj: Kaminoff L. Anatomie jógy, Brno: Computer Press, 2010.

SVALY UMOŽŇUJÍCÍ DÝCHÁNÍ

Bránice – inspirační (nádechový) sval

Mezižební svaly:

vnitřní (musculi intercostales interni) – primárně expirační
(výdechové) svaly

vnější (musculi intercostales externi) – primárně inspirační
(vdechové)

Další podpůrné svaly:

Břišní svaly

Zádové svaly

Svaly páteře

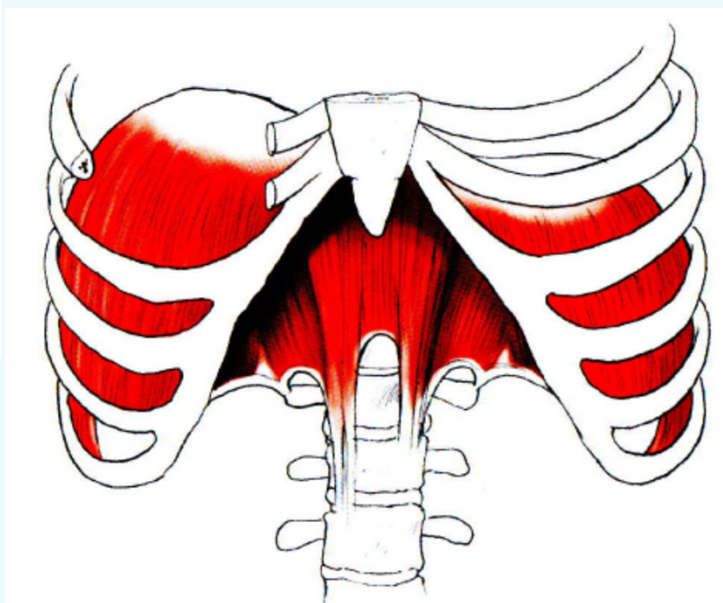
Externí svaly krku

A další

BRÁNICE

Hlavní dýchací sval

Umístění a tvar:



Obr. 1.8 Všechna svalová vlákna bránice směřují vertikálně od svých začátků až po místa připojení na centrální šlaše.

Komplexní tvar (připomíná houbu, padák, helmu či medůzu)

Poloha bránice: od „bradavky po pupek“

- dvě klenby - pravá výše než levá (játra zespodu vpravo, srdce zeshora vlevo)
- nejvyšší část v úrovni 3-4. žebra
- nejnižší vlákna se připojují na přední část 3. bederního obratle

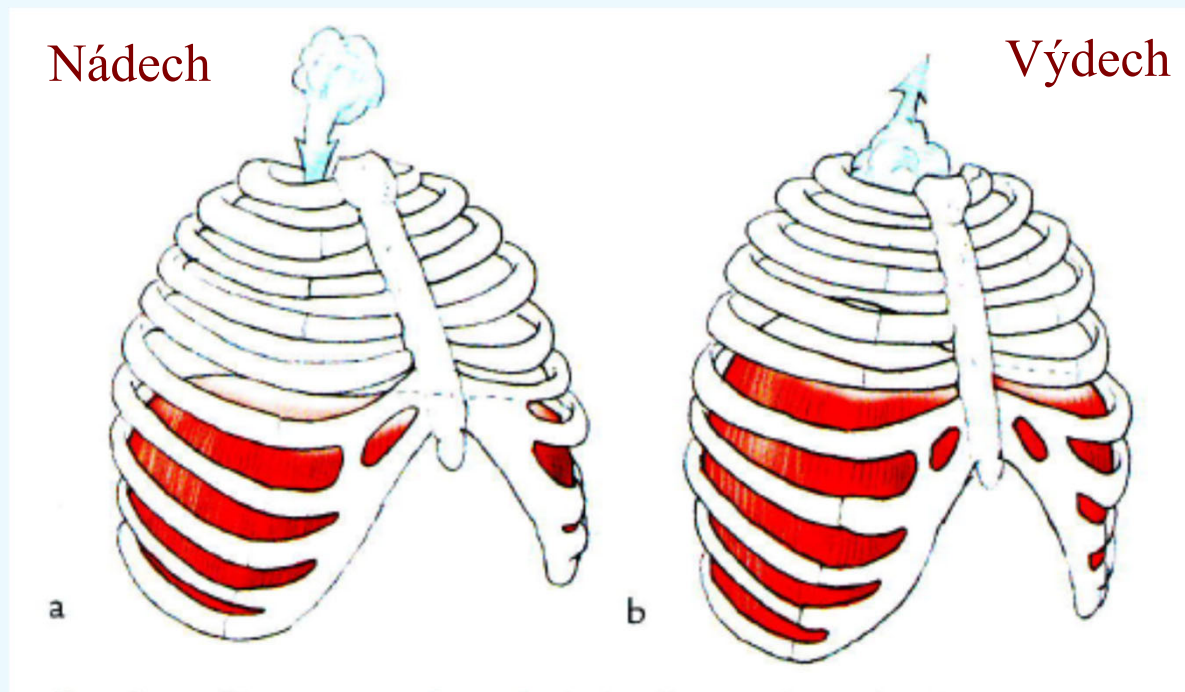
Tvořena:

- svalovými vlákny (mají vertikální směr)
- centrální šlachou (horní část na kterou se upínají svaly – žilnatá nestlačitelná tkáň)

Zdroj: Kaminoff L. Anatomie jógy, Brno: Computer Press, 2010.

BRÁNICE

Změna při nádechu a výdechu



Aktivace bránice způsobí její smrštění

Zvětší se prostor v hrudní dutině

Vzniká podtlak

Nasávání vzduchu do plic

Deaktivace bránice způsobí její rozepnutí

Zmenší se prostor v hrudní dutině

Vzniká přetlak

Vytlačování vzduchu ven z plic



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DÝCHÁNÍ – ZOBRAZENÍ POMOCÍ VÝPOČETNÍ TOMOGRFIE

Jan Kybic, ČVUT Praha

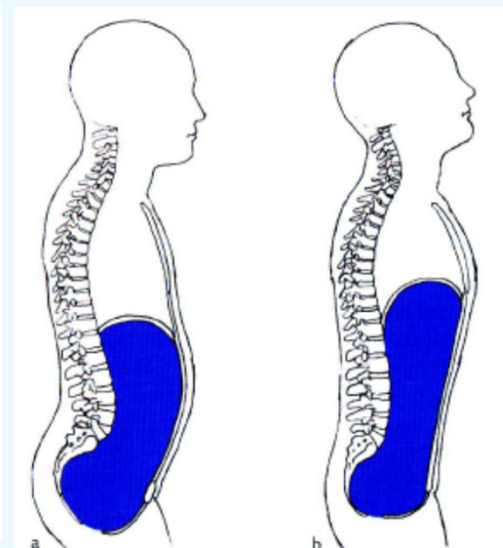
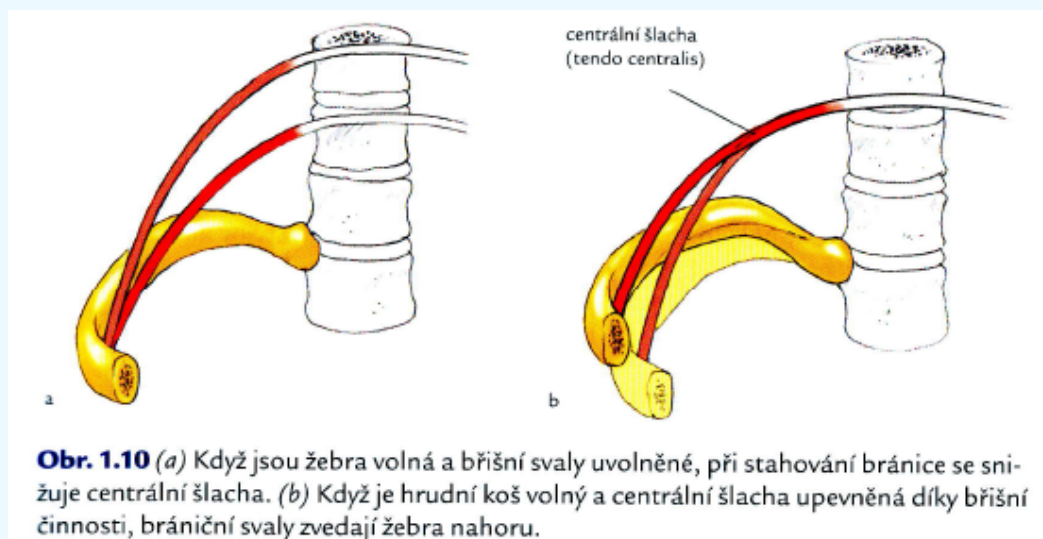
Ukázka z přednášky „Medical Imaging: An Overview“
na Semináři lékařských aplikací,
Praha 2008

Soubor:

KybicJan2008_MedicalImaging_Breathing

ČINNOST BRÁNICE

Břišní a hrudní dýchání vlivem upevnění různých částí bránice:



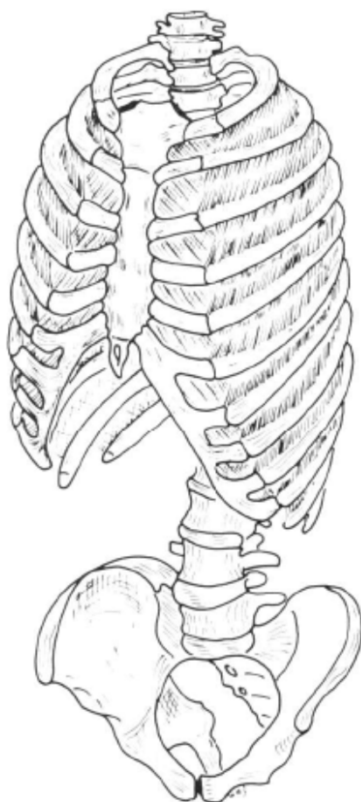
- Břišní dýchání – pohyb centrální části bránice dolů, vyboulení břicha (fixovaný hrudní koš mezižebními svaly)
- Hrudní dýchání – pohyb předního spodního konce bránice (t.j. volných žeber) nahoru, zvedání hrudníku (fixovaná centrální šlacha vlivem stažených břišních svalů – bránice se nemůže pohybovat směrem dolů kvůli fixovaným vnitřním orgánům v břišní dutině)
- Pozn.: Brániční dýchání – speciální typ dýchání používaný při školeném zpěvu. Přesný popis je předmětem zkoumání.

Vedle bránice se při dýchání aktivně účastní v různé míře i další dýchací svaly

Zdroj: Kaminoff L. Anatomie jógy, Brno: Computer Press, 2010.

MEZIŽEBERNÍ SVALY

Figure 2-42 The external intercostal muscles.

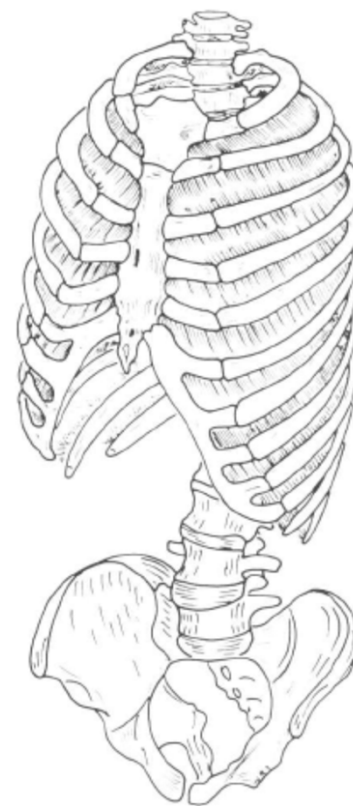


Vnější (musculi intercostales externi) –
primárně inspirační svaly

Vedou šikmo od páteře dolů

Zvedají žebra nahoru

Figure 2-44 The internal intercostal muscles.



Vnitřní (musculi intercostales interni) –
primárně expirační svaly

Vedou šikmo od páteře nahoru (od hrudní
kosti dolů)

Stahují žebra dolů

Zdroj: Zemlin WR. Speech and hearing science: Anatomy & physiology, Englewood Cliffs, New
Jersey: Prentice Hall, 1981.

ABDOMINAL MUSCLES USED FOR RESPIRATION

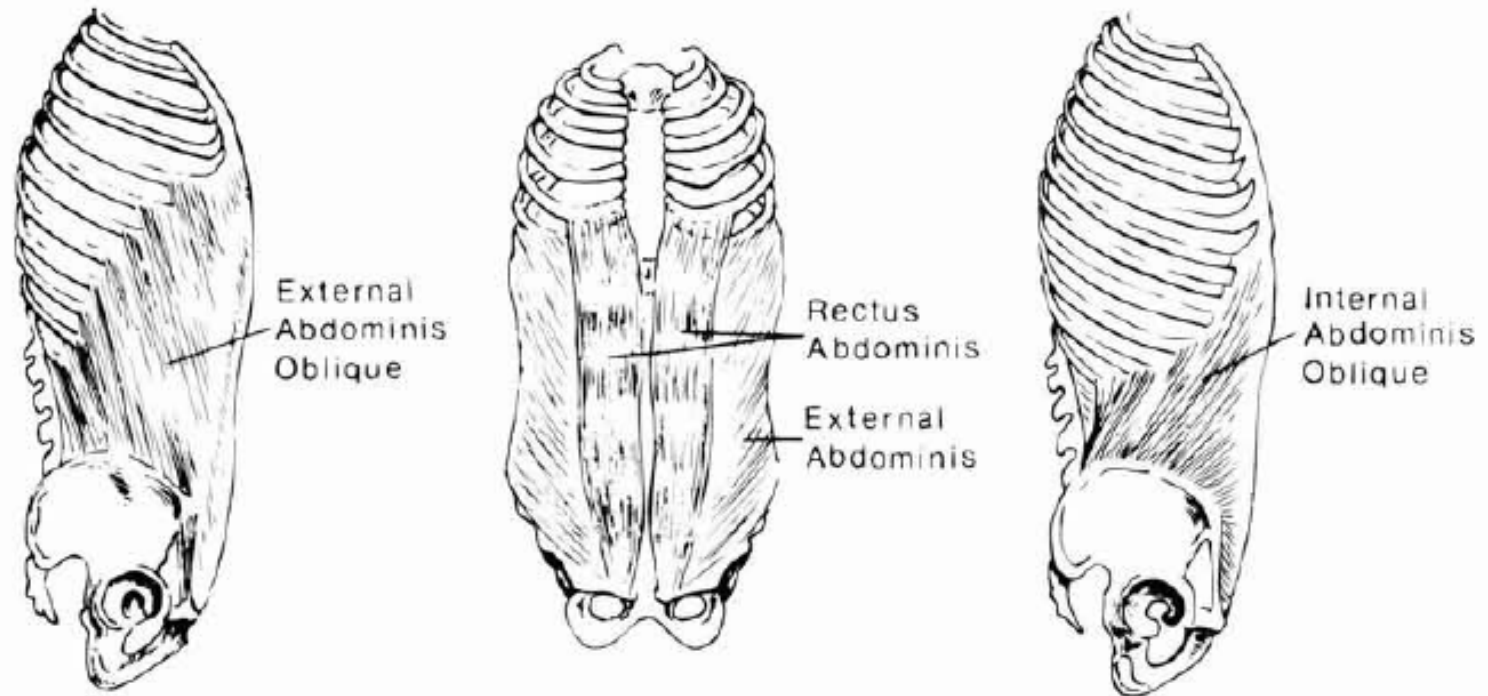


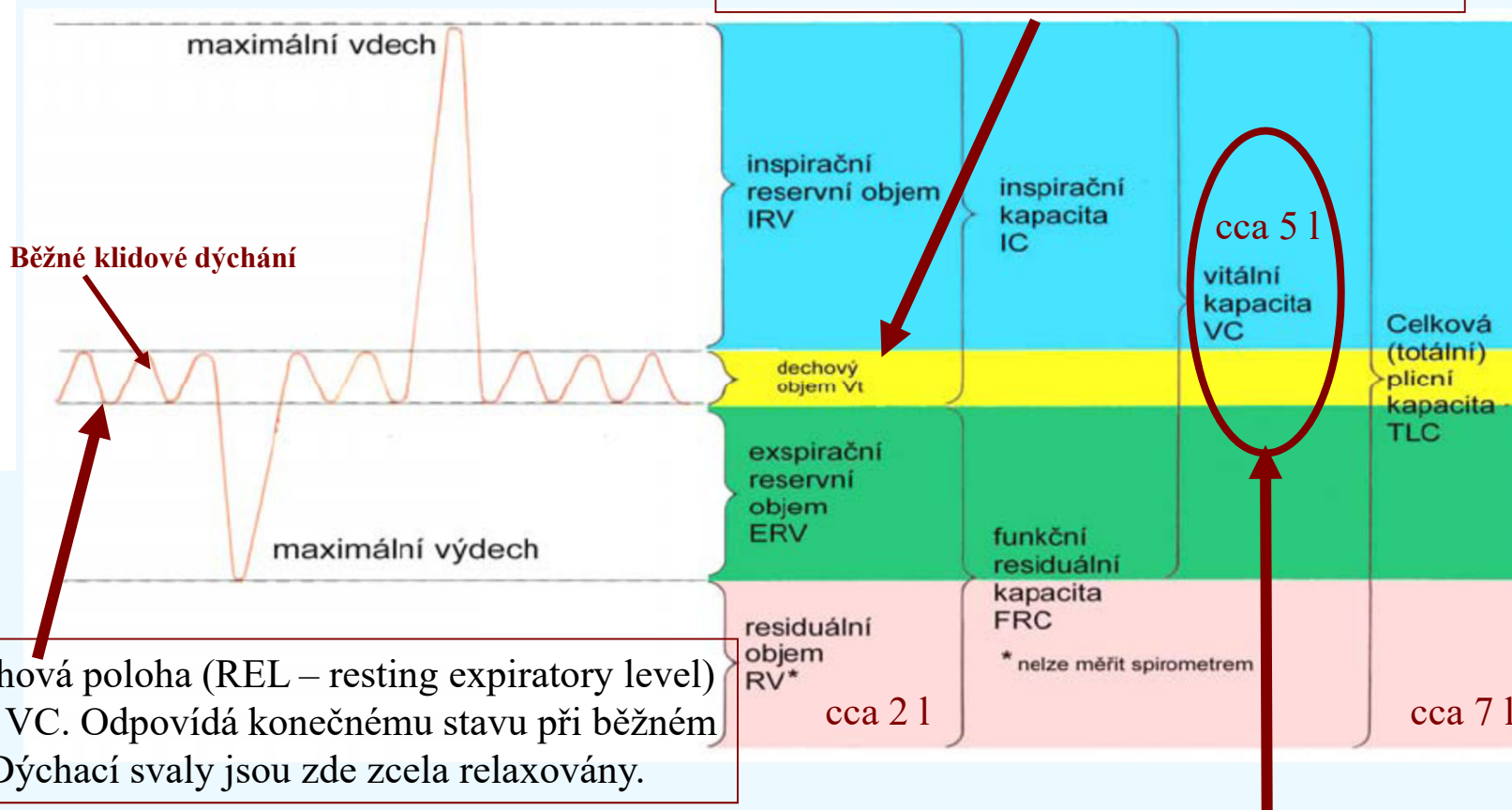
Figure 4.27. Two lateral views and one frontal view of the abdominal muscles used in respiration for speech.

Figure 4.27 (Borden et al 1994).

Source: Borden G, Harris KS, Raphael LJ. *Speech science primer. Physiology, acoustics, and perception of speech*, Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 1994.

DÝCHÁNÍ: ZÁKLADNÍ PARAMETRY (SPIROMETRIE)

Dechový objem u klidového dýchání:
kolem 15-18% VC.



Klidová výdechová poloha (REL – resting expiratory level) kolem 38-40% VC. Odpovídá konečnému stavu při běžném výdechu. Dýchací svaly jsou zde zcela relaxovány.

Vitální kapacita (VC): největší objem vzduchu, který lze vdechnout po maximálním výdechu nebo vydechnout po maximálním vdechu (cca $5 \text{ l} \pm 0.6 \text{ l}$).

DÝCHÁNÍ: SPIROMETRIE - ZÁKLADNÍ PARAMETRY

- **Vitální kapacita (VC)** je největší objem vzduchu, který může vyšetřovaný vdechnout po maximálním výdechu nebo vydechnout po maximálním vdechu. Vitální kapacita nás informuje jedině o objemovém rozdílu mezi maximálním vdechem a maximálním výdechem, statické jednotce plicní ventilace.

■ Standardizace:

■ Muži:

- $VK = 5,2 \text{ tv} - 0,022 \text{ v} - 3,6 (\pm 0,58) \text{ [litry]}$

■ Ženy:

- $VK = 5,2 \text{ tv} - 0,018 \text{ v} - 4,36 (\pm 0,42) \text{ [litry]}$

- tv = tělesná výška (m)
- v = věk (roky)
- hodnota v závorce = směrodatná odchylka

Zdroj: <http://zdravotnictvi.studentske.cz/2010/12/kapitola-vi-dychani.html>
http://www.osu.cz/fzs/ufy/dokumenty/fyz_dychani.pdf

DÝCHÁNÍ: SPIROMETRIE - ZÁKLADNÍ PARAMETRY

- **DECHOVÝ OBJEM (VT)** je objem jednoho vdechu nebo výdechu při normálním dýchání. (Norma se pohybuje od 350 do 800 ml, c. 15-18% VC).

Hodnoty do 350 ml – tzv. mělké dýchání.

Důsledek: nedostatečný přívod vzduchu k alveolám, ale při minimálním zapojení dýchacích svalů.

Hodnoty nad 800 ml – tzv. hluboké dýchání.

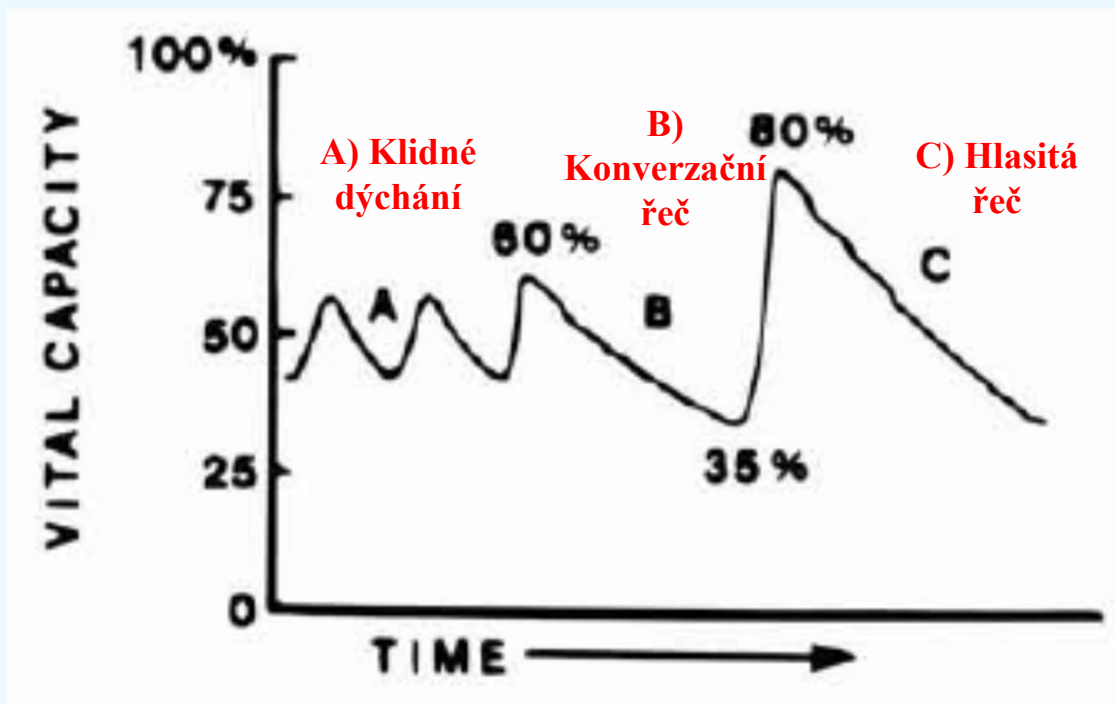
Ventilace alveol je velká při vysoké námaze dýchacího svalstva.

- **Inspirační rezervní objem (IRV)** - množství vzduchu, které dovede vyšetřovaný po normálním vdechu ještě vdechnout. (c. 63% VC, c. 2,5 l)
- **Expirační rezervní objem (ERV)** - množství vzduchu, které dovede vyšetřovaný po normálním výdechu ještě vydechnout (c. 1,5 l). Hodnota je ovlivněna polohou těla (jako u IRV). Nejnižší je vleže (20,5% VC), v sedě se pohybuje okolo 32% VC, ve stoji 34% VC.
- **Reziduální objem (RV)** je objem vzduchu, který zůstane v plicích po maximálním výdechu. Udává se v procentech celkové kapacity. Podíl reziduálního objemu na celkové kapacitě plic je klinicky významný. Normálně činí maximálně c. 2 l (25%).
- **Celková (totální) plicní kapacita (TC)** je veškeré množství vzduchu obsažené v plicích po hlubokém vdechu. (okolo 6-7 l)

Zdroj: http://www.osu.cz/fzs/ufy/dokumenty/fyz_dychani.pdf

MECHANISMUS DÝCHÁNÍ:

Změny objemu vzduchu při dýchání, konverzační řeči a hlasité řeči



A) Klidné dýchání: konec na hladině REL

B) Konverzační řeč: větší nádech, konec lehce pod REL

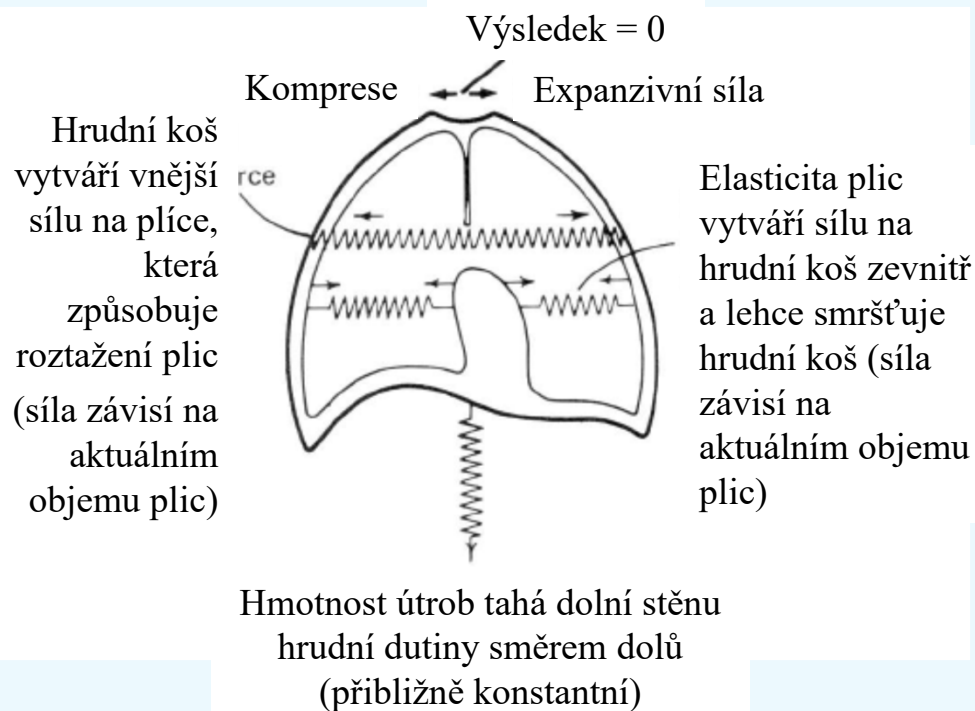
C) Hlasitá řeč: největší nádech, konec lehce pod REL

Figure 4.30. Lung volume changes during tidal breathing (A), conversational speech (B), and loud speech (C).

(Adapted from Thomas J. Hixon: Respiratory Function in Speech. In Normal Aspects of speech, Hearing, and Language. F.D.Minifie, T.J.Hixon and F.Williams (Eds.), @ 1973

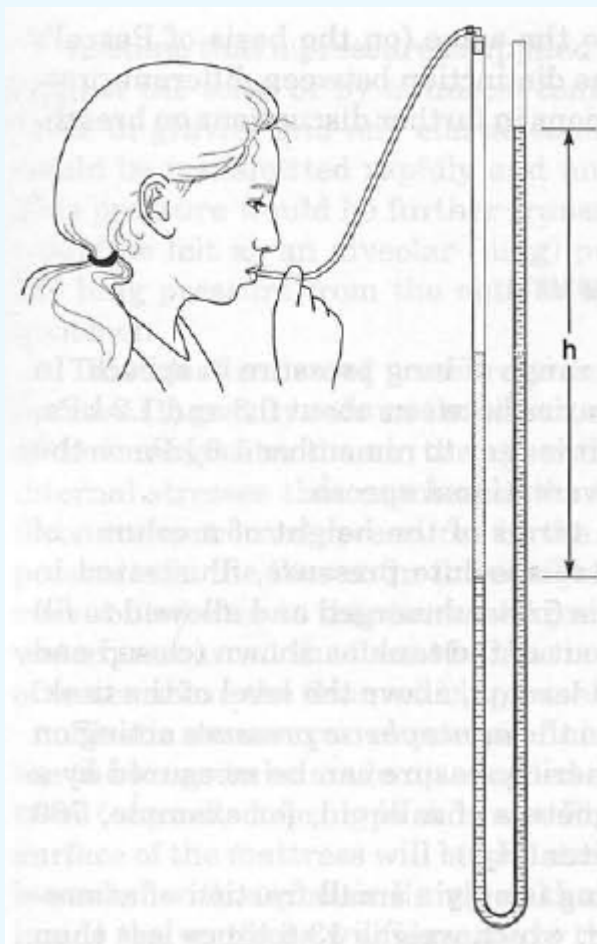
Zdroj: Borden G, Harris KS, Raphael LJ. *Speech science primer. Physiology, acoustics, and perception of speech*, Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 1994

MECHANISMUS DÝCHÁNÍ: Síly na plíce a hrudní koš



Tyto pasivní síly vytváří výsledný tlak v plicích ve formě tzv. relaxační křivky. (Neuvažujeme zde síly vznikající aktivací dýchacích svalů a měnící aktivně objem plic a hrudního koše.)

DÝCHÁNÍ: TLAK V PLICÍCH



Jak velký tlak vzniká
v plicích?

Lze jednoduše změřit
např. pomocí vodního
manometru.

FIGURE 3.5. Measurement of relative
(gauge) pressure with an open-tube
manometer.

Pozn: Konverze
jednotek:

$10 \text{ cm H}_2\text{O} \sim 1 \text{ kPa}$

Zdroj: Titze IR. *Principles of voice production (second printing)*, Iowa City, IA: National Center for Voice and Speech, 2000.

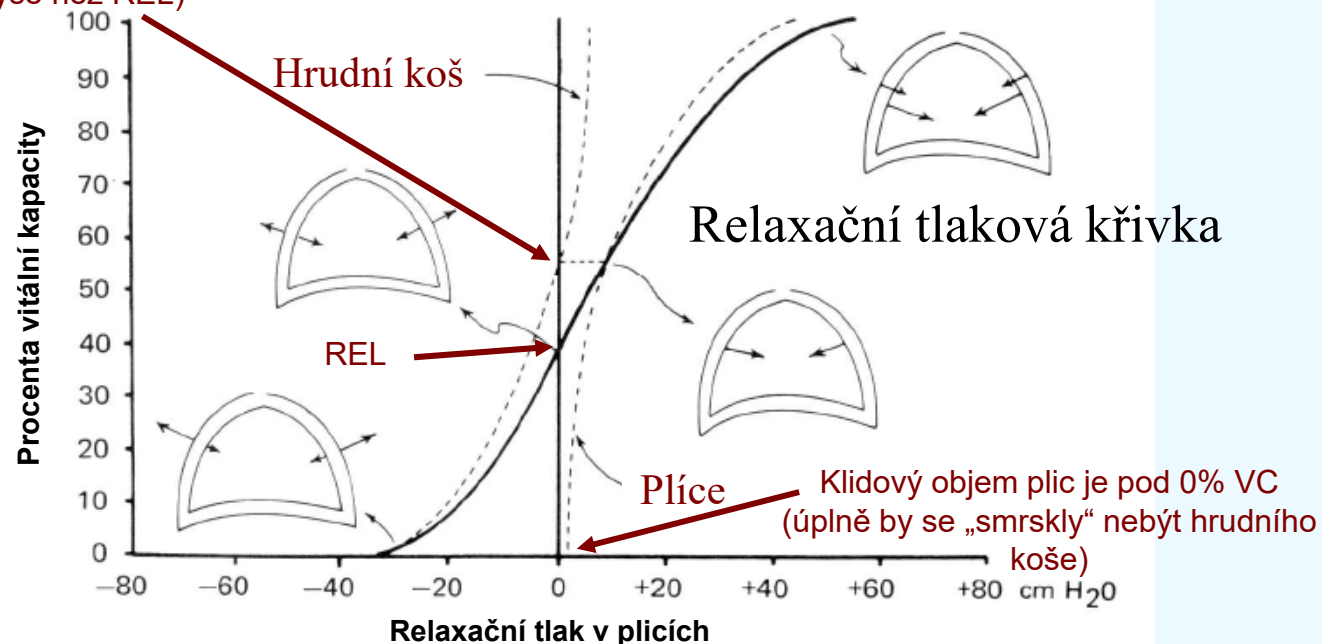
REL = klidová
výdechová poloha
(resting expiratory
level)

MECHANISMUS DÝCHÁNÍ:

Relaxační tlaková křivka – kombinace sil vlivem elasticity hrudního koše a elasticity plic (stavy při různém množství vzduchu v plicích, po uzavření úst a nosu a po uvolnění dýchacích svalů)

Klidový objem hrudního koše je 55%

VC (výše než REL)



Černé šipky označují směr a velikost sil působící na plíce (vnitřní obal) a hrudní koš (vnější obal)

Pod REL jsou dominantní síly roztahující hrudní koš

V poloze REL jsou síly na plíce a hrudní koš v rovnováze – hrudní koš roztahuje plíce a plíce smršťují hrudní koš

Nad REL působí jak na hrudní koš tak na plíce smršťující síly



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

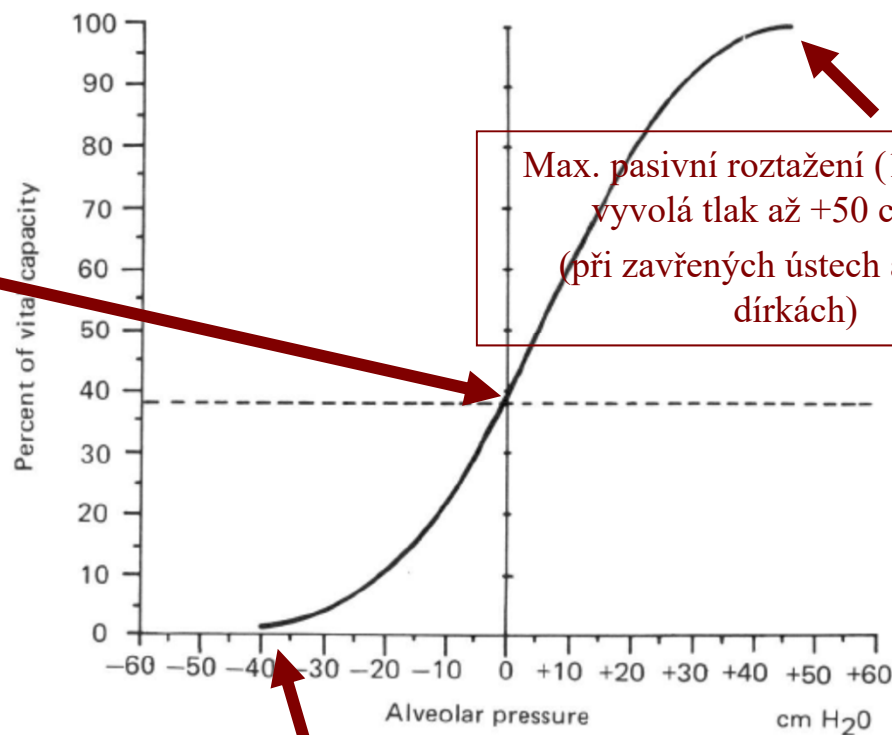
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

MECHANISMUS DÝCHÁNÍ:

Relaxační tlaková křivka:

Závislost tlaku v plicích na množství vzduchu v plicích (při zavřených ústech a nosních dírkách a při uvolnění všech dýchacích svalů)

Figure 2-73 Relaxation pressure curve showing relationship between passive pressures generated by the lung-thorax complex and the volume of air in the lungs.



Klidová výdechová poloha (kolem 38% VC) – tlak v plicích stejný jako venku (0 cm H₂O)

Max. pasivní roztažení (100% VC) - vyvolá tlak až +50 cm H₂O (při zavřených ústech a nosních dírkách)

Max. pasivní stlačení (0% VC) – vyvolá podtlak (až -40 cm H₂O) (při zavřených ústech a nosních dírkách)

DÝCHÁNÍ A HLAS

Dech je velmi důležitou součástí produkce hlasu a řeči

Vzduch proudící z plic umožňuje rozkmitání hlasivek a tím vznik hlasu a řeči.

Tlak vzduchu v plicích a proud vzduchu kolem hlasivek působí jako síly na povrch hlasivek, díky kterým se hlasivky rozkmitají.

Když se nadechneme hodně, tlak v plicích je větší než když se nadechneme málo.

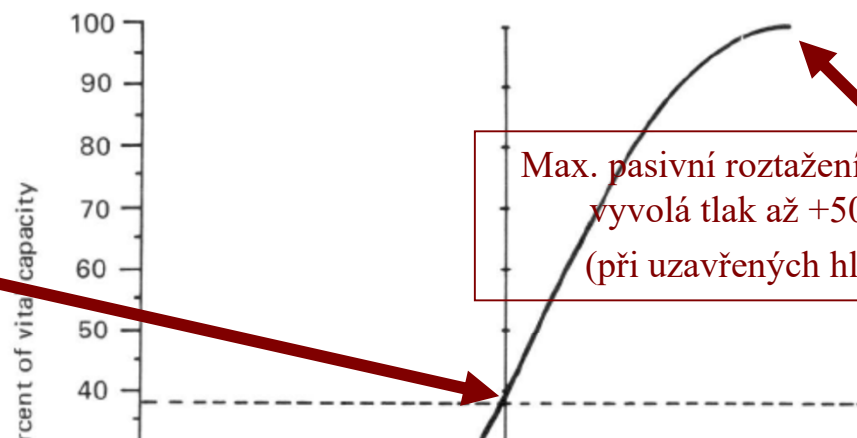
Větší tlak v plicích umožňuje automaticky vytvoření hlasitější fonace.

POKUD CHCEME DLOUHO MLUVIT NEBO ZPÍVAT NA JEDEN DECH, POTŘEBUJEME K TOMU PŘÍBLIŽNĚ KONSTANTNÍ TLAK V PLICÍCH – JAK TO ALE UDĚLAT, KDYŽ PŘI VÝDECHU TLAK AUTOMATICKY KLESÁ?

Breathing mechanisms: Relaxační tlaková křivka:

Závislost tlaku v plicích na množství vzduchu v plicích

Figure 2-73 Relaxation pressure curve showing relationship between passive pressures generated by the lung-thorax complex and the volume of air in the lungs.



Klidová dechová
poloha (kolem 38%
VC) – tlak v plicích
stejný jako venku (0
cm H₂O)

Max. pasivní roztažení (100% VC) -
vyvolá tlak až +50 cm H₂O
(při uzavřených hlasívkách)

**PRO KONSTANTNÍ FONACI POTŘEBUJEME
PŘÍBLIŽNĚ KONSTANTNÍ TLAK V PLICÍCH – JAK TO
UDĚLAT, KDYŽ TLAK S VÝDECHEM KLESÁ?**

**JE TO MOŽNÉ PŘI AKTIVNÍM ZAPOJENÍ A
KOORDINACI DÝCHACÍCH SVALŮ**

MECHANISMUS DÝCHÁNÍ:

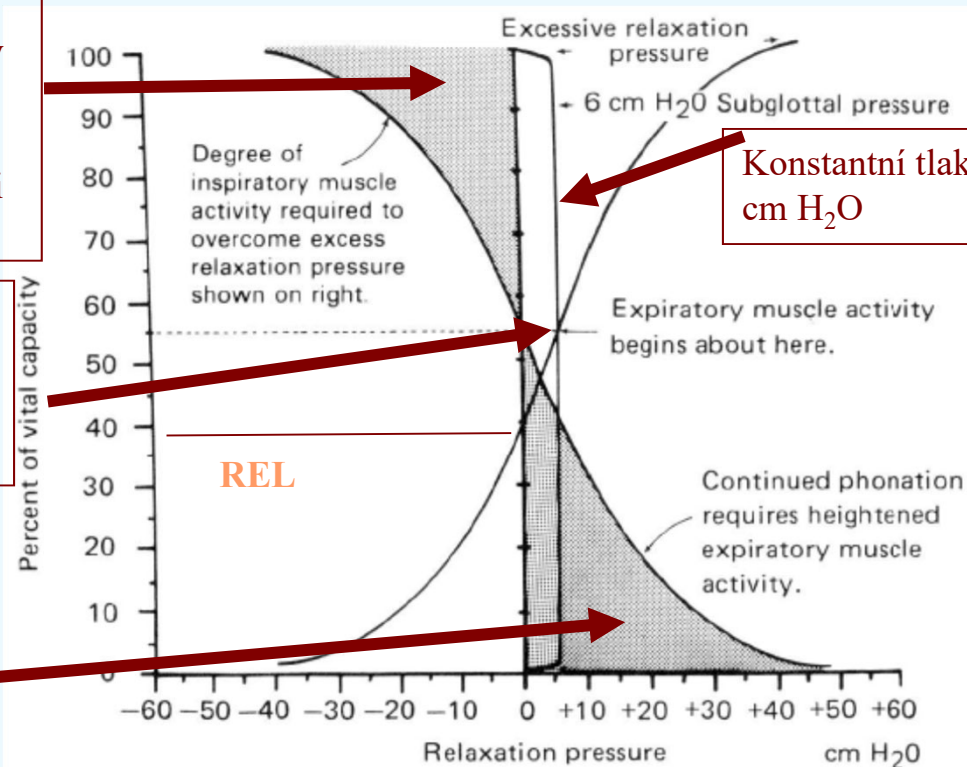
Ilustrace svalových aktivit pro udržení konstantního tlaku v plicích při fonaci

Pohodlná fonace (tlak cca 6 cm H₂O)

Při objemu plic větším než 55% VC je třeba zapojit inspirační svaly, aby tlak nebyl příliš vysoký (aktivní roztahování plic). Čím větší objem, tím větší je třeba inspirační aktivita svalů při fonaci pro snížení tlaku.

Požadovaný tlak (6 cm H₂O) je pasivně dosažen při objemu plic kolem 55% VC. (Asi 17% výše než je REL).

Při objemu plic menším než 55% VC je třeba zapojit expirační svaly, aby se tlak udržel na požadované úrovni (aktivní stlačování plic). Čím méně vzduchu v plicích zbývá, tím větší je třeba expirační aktivita svalů při fonaci.



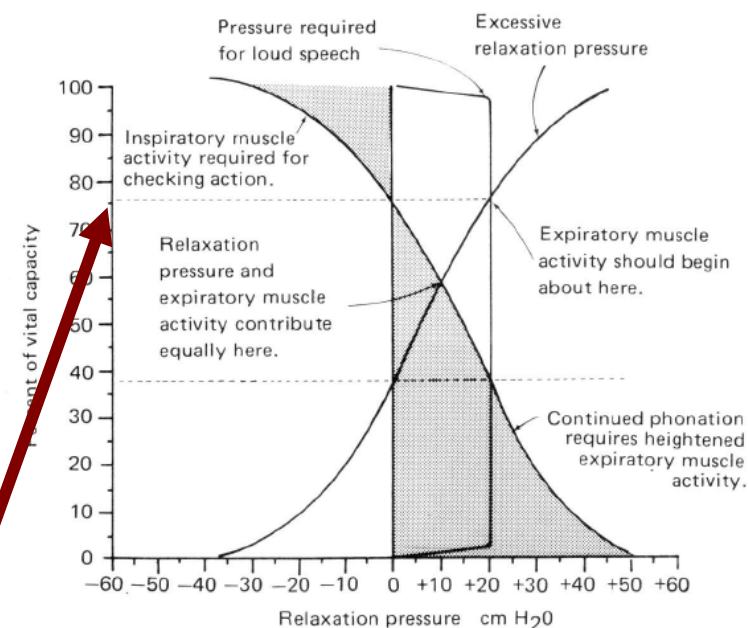
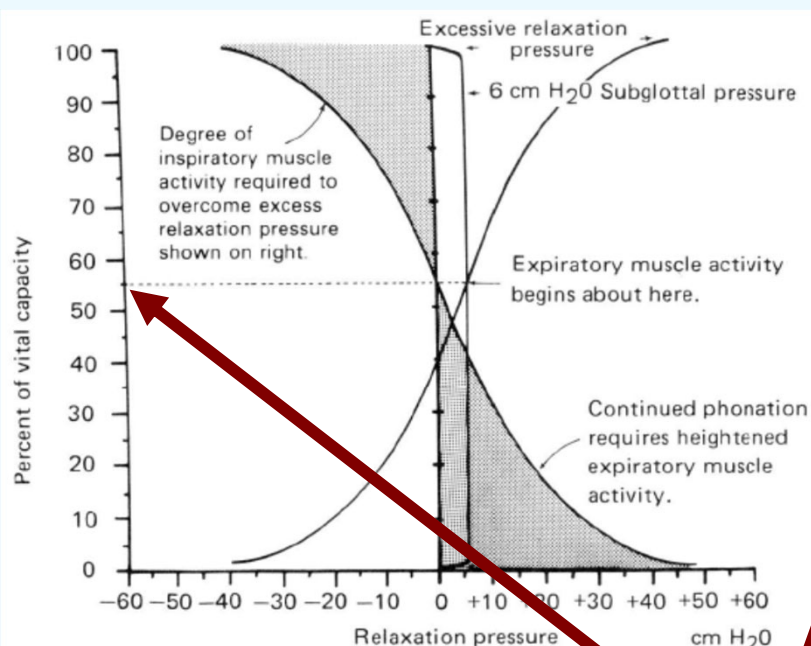
MECHANISMUS DÝCHÁNÍ:

Ilustrace svalových aktivit pro udržení konstantního tlaku v plicích

Porovnání pohodlné a hlasité fonace

Pohodlná fonace (tlak cca 6 cm H₂O)

Hlasitá fonace (tlak cca 20 cm H₂O)

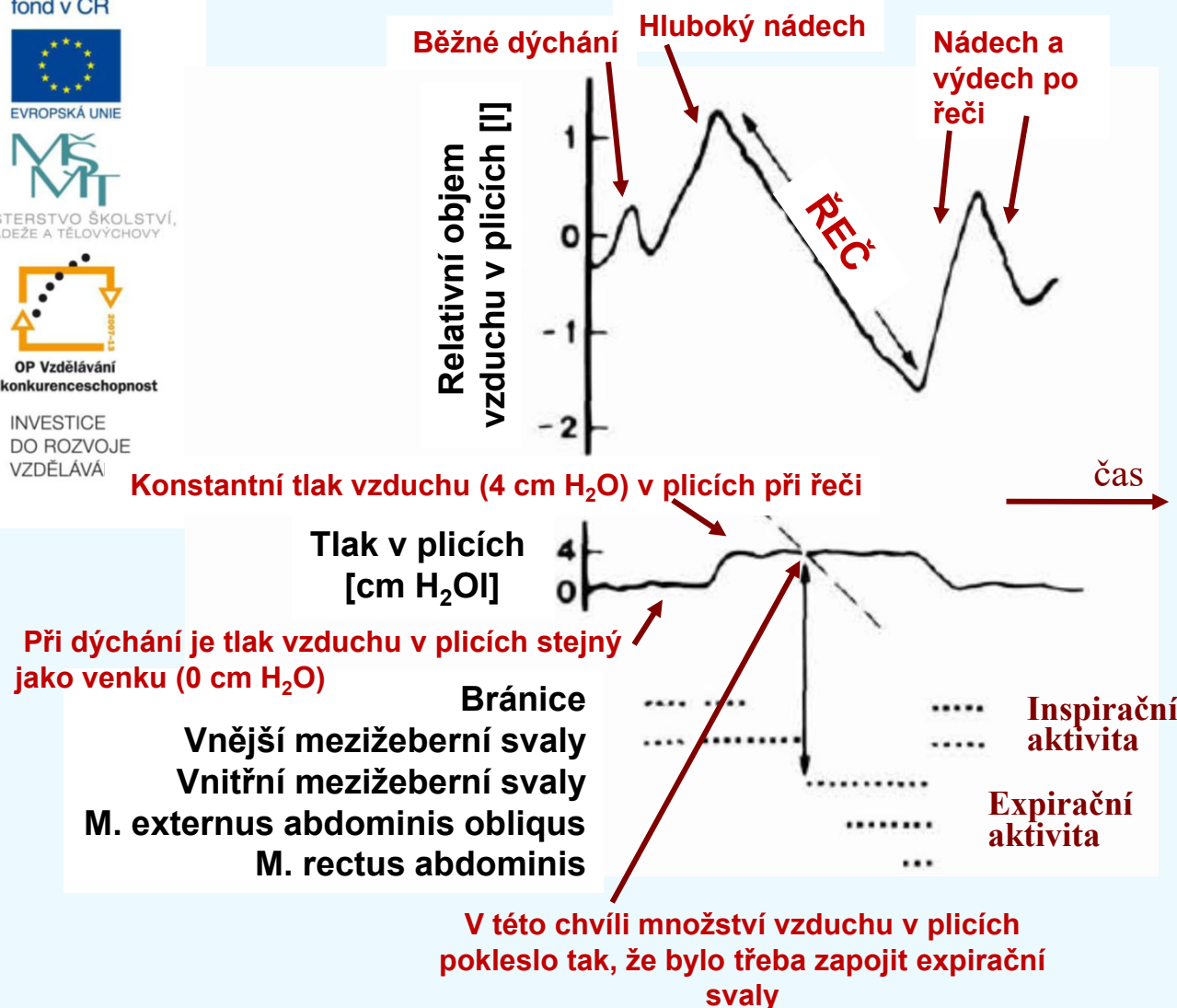


U hlasité fonace je potřebný tlak dosažen při větším objemu plic (zde 75 vs 55% VC) – potřeba expirační a inspirační aktivity svalů je posunuta do jiných hodnot.

Nutnost velmi dobré koordinace dechových svalů při zpěvu (dechová technika).

MECHANISMUS DÝCHÁNÍ:

Relativní objem vzduchu v plicích, tlak vzduchu v plicích a aktivita dýchacích svalů při dlouhé promluvě na jeden dech



Jak klesá relativní objem vzduchu v plicích při řeči, aktivita se přesouvá z inspiračních svalů na svaly expirační.

To umožňuje udržet tlak v plicích (a tedy subglotický tlak) na požadované úrovni (4 cm H₂O).

Jednotlivé aktivní svaly jsou označeny dole (tečky označují aktivitu).

(Upraveno z publ. Ladefoged: Three Areas in Experimental Phonetics, Oxford University Press, 1967.)

Nejnovější nálezy ukazují, že břišní (abdominální) svaly jsou často aktivní jak při vdechu tak při výdechu.

Zdroj: Figure 4.28. Borden G, Harris KS, Raphael LJ. *Speech science primer. Physiology, acoustics, and perception of speech*, Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 1994



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

KONEC DÍLU END OF PART



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Děkuji za pozornost
Thank you for your attention