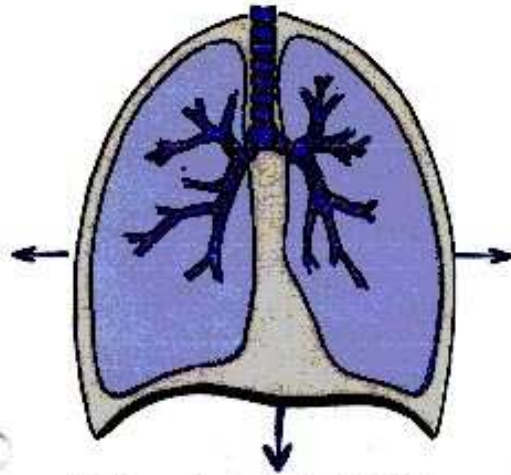
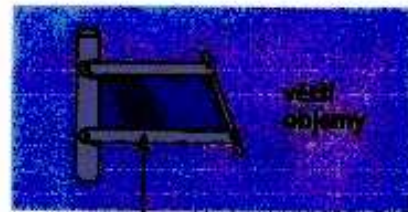


# **Dýchací systém a zátěž**

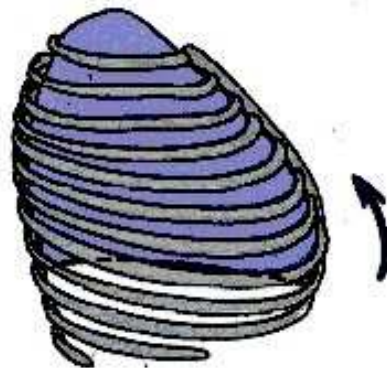
Inspirace



bránice se kontrahuje, brániční klenba klesá

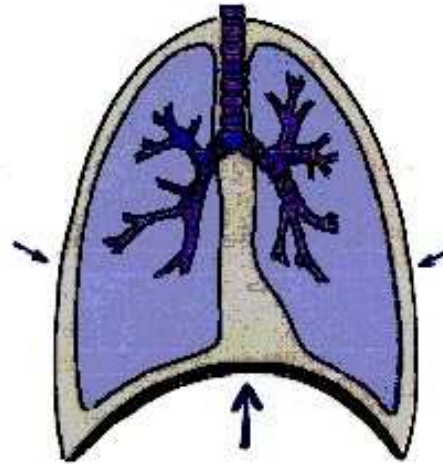


průběh vláken mm. Intercostales externi

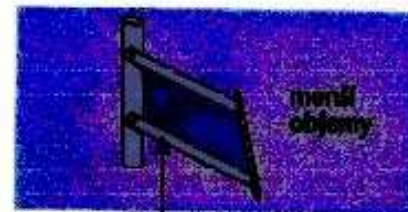


mm. Intercostales externi se stahují a zvedají hrudní koš; tím se zvětšuje objem hrudníku

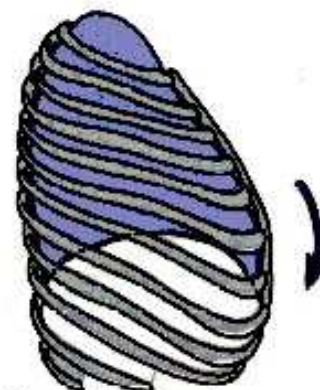
Exspirace



bránice se povoluje, brániční klenba se zvedá



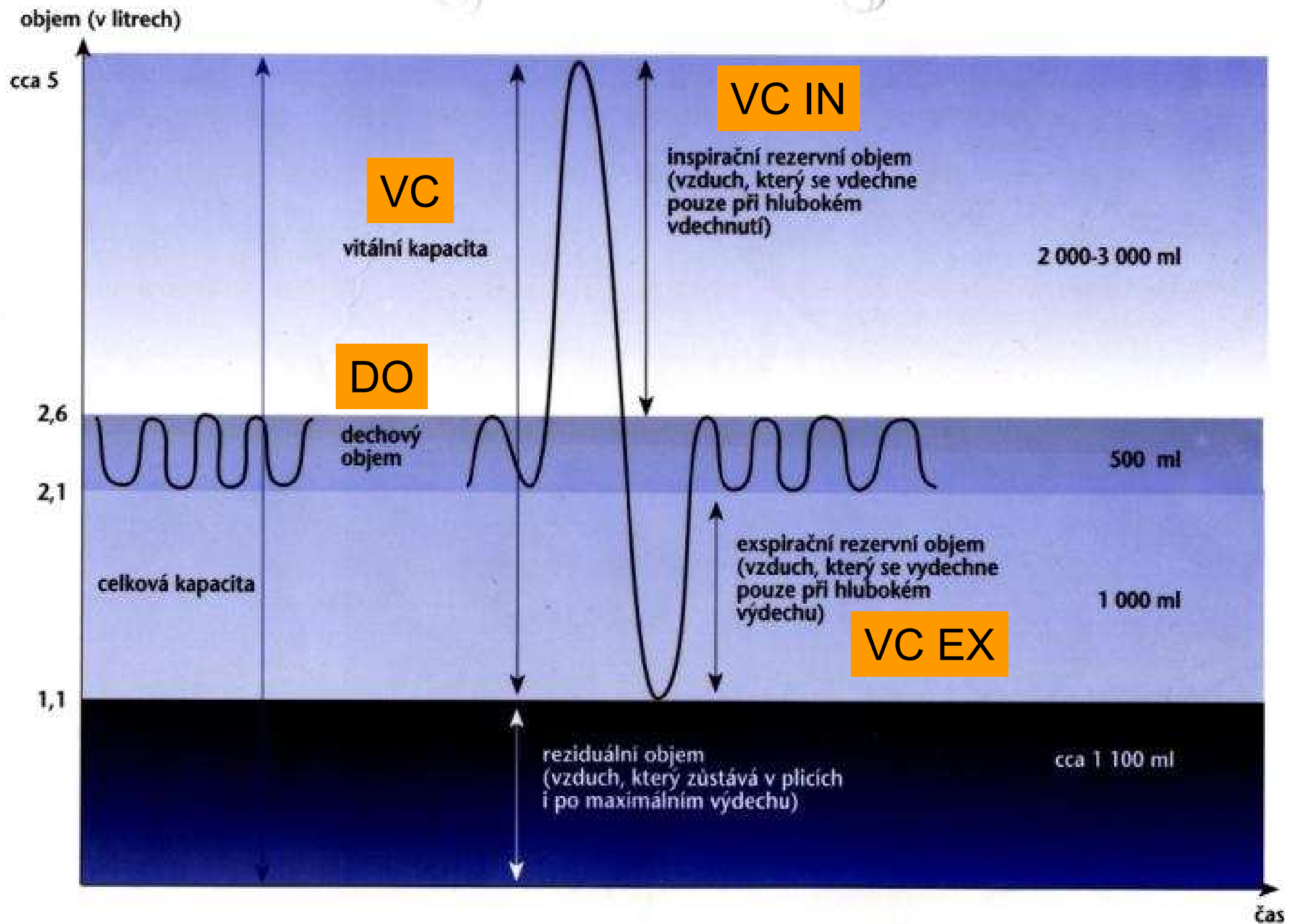
průběh vláken mm. Intercostales interni



mm. Intercostales interni se kontrahují a způsobí pokles hrudního koše; objem hrudníku se zmenšuje

# Základní pojmy

- Dechová frekvence (DF)
- Dechový objem (DO)
- Minutová ventilace (MV)
- Maximální minutová ventilace (MMV)
- Vitální kapacita (VC)
  - IRV, ERV, DO, RV



# Mechanika dýchání při práci:

- plicní ventilace v klidu: brániční dýchání u netrénovaného 30-40%, u trénovaného 50-60%
- při práci se podíl bráničního dýchání ↑, postupně přechod dýchání do inspirační polohy (do IRV), do DF 40 se nepoužívá výdechové svalstvo, při ↑DF se zapojují výdechové svaly → ↑spotřeba energie; →lepší je ↑DO a ↓DF

# Dechová frekvence (DF)

- zvyšování v průběhu práce je individuální, u žen bývá vyšší
- lehká práce 20-30/min, těžká 30-40/min, velmi těžká 40-60/min
- u zátěže cyklického charakteru může být vázána na pohyb
- ↑DF může vést ke ↓DO a tím i minutové ventilace

# Dechový objem (DO)

- v klidu asi 0.5 l, střední výkon asi 1-2 l (30%VC), těžká práce asi 2-3 l (50%VC, u trénovaných až 60-70%VC)

# Vitální kapacita (VC)

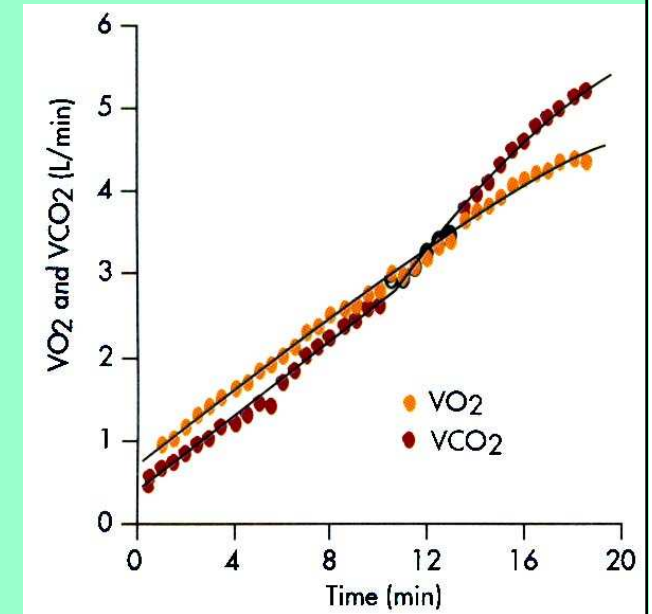
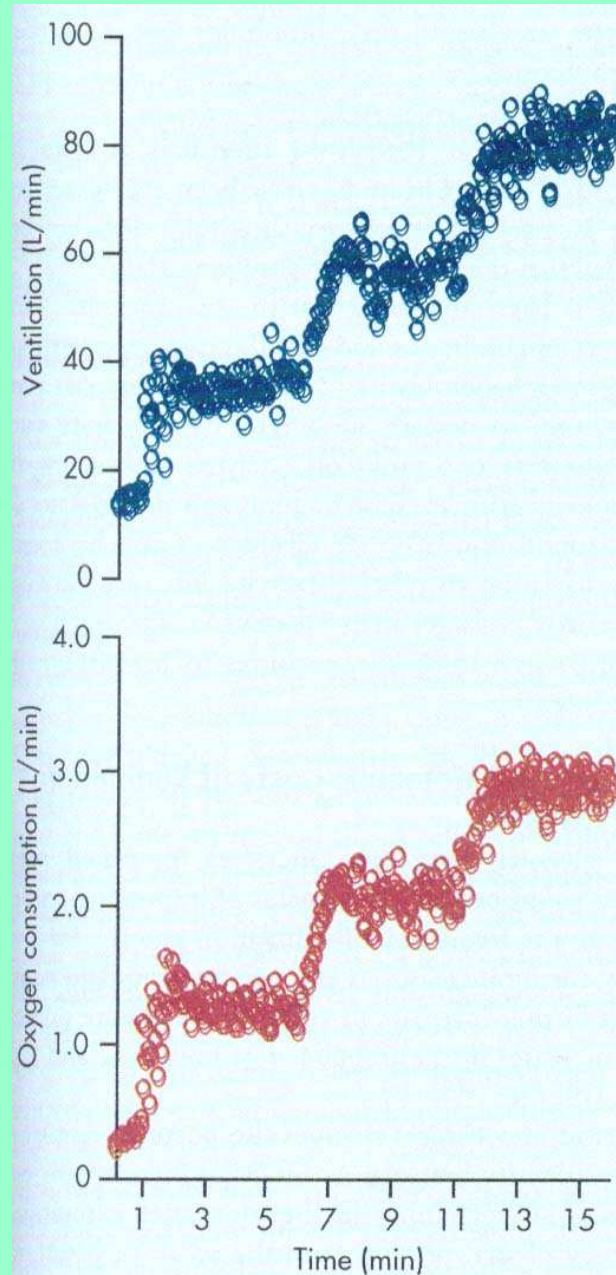
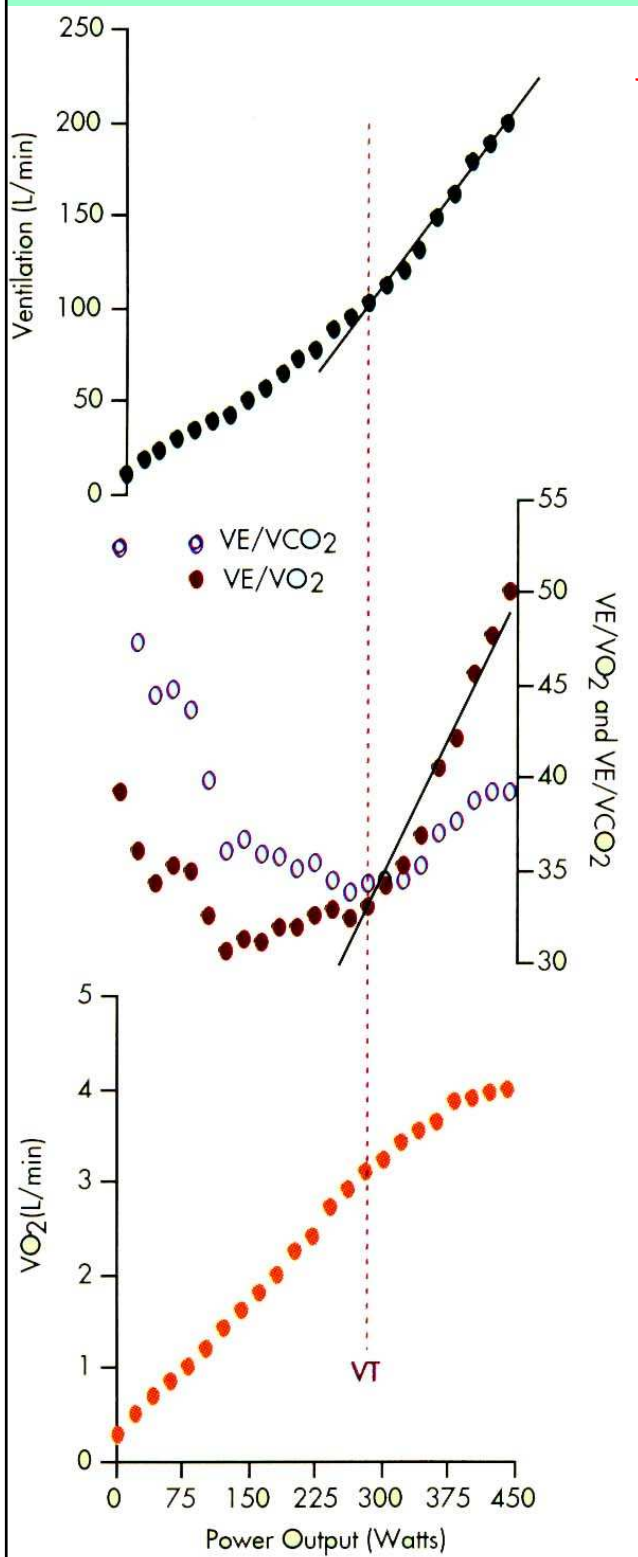
- je statický parametr, ovlivnitelný předchozí zátěží: při mírné (rozdýchání) se může ↑, při střední se nemění, při vysoké pro únavu dýchacích svalů může i klesnout na 60% výchozí hodnoty
- závisí na pohlaví, věku, tělesném povrchu a trénovanosti



# Minutová ventilace (MV)

- závisí na obsahu  $O_2$  a  $CO_2$
- minutová ventilace po skončení práce klesá nejdříve rychle, pak pozvolněji

# Ventilace a spotřeba kyslíku



# Maximální minutová ventilace (MMV)

- volní:

měřena v klidových podmínkách;  
muži asi 100-150 l/min,  
ženy 80-100 l/min

- pracovní:

je asi o 20 % ↓ než volní

# Maximální spotřeba kyslíku

= max. aerobní výkon

nejvyšší v 18 letech: muži 46.5 ml/kg/min

ženy 37 ml/kg/min

- postupně klesá s věkem

závisí na: ventilace, alveolokapilární difúze,  
transport oběhovým systémem, tkáňová  
difúze, buněčná oxidace

# Dýchací systém

složka transportního kardiorespiračního systému

změny:

- **reaktivní** – bezprostřední reakce organismu
- **adaptační** – výsledek dlouhodobého opakovaného tréninku

# Změny reaktivní

-fáze úvodní = ↑ DF a ventilace před výkonem

mechanismus: emoce (více u osob netrénovaných) a podmíněné reflexy (převládají u trénovaných osob)

startovní a předstartovní stavy

# Změny reaktivní

**-fáze průvodní**= při vlastním výkonu roste DF a ventilace nejdřív rychle (fáze iniciální),  
→ zpomalení, → při déletrvající zátěži (více než 40-60s) se může projevit mrtvý bod

# mrtvý bod

- subjektivní příznaky = nouze o dech, svalová slabost, bolesti ve svalech, tíha a tuhnutí svalů
- objektivní příznaky = pokles výkonu, ↓ koordinace, narušená ekonomika dýchání, tzn. ↓ DO a ventilace, ale ↑ DF, ↑ TF, ↑ TK;
- příčina = nedostatečná sladěnost systémů při přechodu neoxidativního metabolismu na oxidativní



# druhý dech

- jestliže se pokračuje dále, pak příznaky mrtvého bodu mizí, → druhý dech, tzn.  
↑DO, ↓DF, ↓TF, ↓TK
- rovnovážný stav po 2-3 min méně intenzivní a po 5-6 min intenzivnější práce

# Změny reaktivní

**-fáze následná** = návrat ventilačních parametrů k výchozím hodnotám, zpočátku rychleji, postupně pomalejší

- Pozátěžový kyslík (kyslíkový dluh)

# Změny adaptační

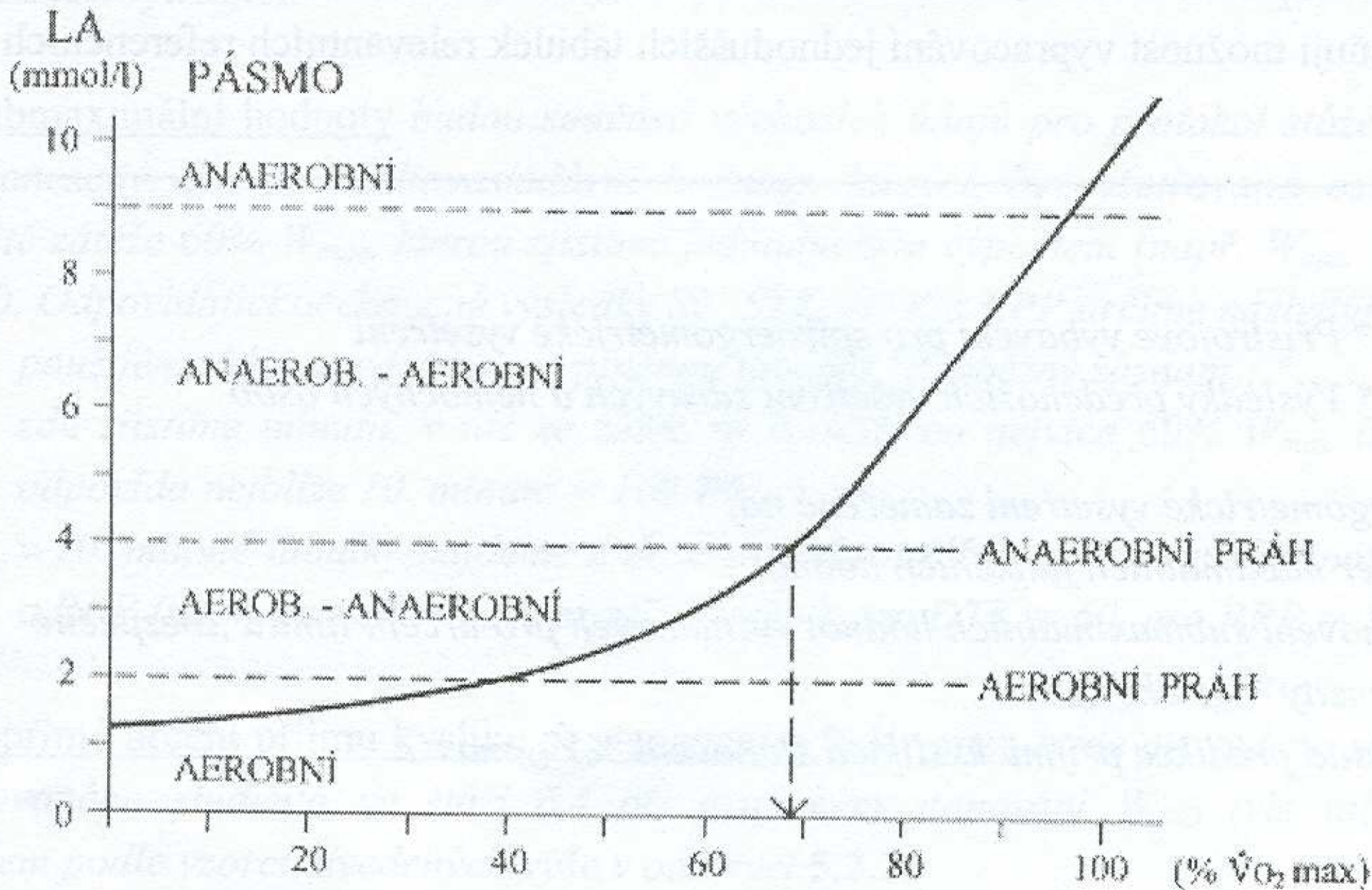
- lepší mechanika dýchání
- lepší plicní difúzi
- ↓ DF
- ↑ max. DO (3-5 l)
- ↑ VC ♂ 5-8 l, ♀ 3.5-4.5 l
- ↓ minutovou ventilaci při standardním zatížení, vyšší max. hodnotu ♂ 150-200 l, ♀ 100-130 l
- rychlejší nástup setrvalého stavu
- minimální až nulové projevy mrtvého bodu

# Výpočet denního energetického výdeje

(tréninkové jednotky)

# Pásma energetické krytí

| intenzita zatížení                 | trvání<br>výkonu            | převážné využití                             | tvorba<br>laktátu | svalová<br>vlákna |
|------------------------------------|-----------------------------|--|-------------------|-------------------|
| rychlostní (max.)                  | <b>Anaerobní alaktátové</b> |  | malá              | II B              |
| rychlostně-vytr.<br>(submaximální) | 15 – 50 s                   | ATP, CP, anaerobní<br>glykolyza a alaktátové | maximální         | II B a II A       |
| krátkodobá                         | do 120 s                    | anaerobní a aerobní gl.                      | submax.           | II B a II A       |
| střední                            | do 10 min                   | aerobní glykolýza                            | střední a <       | II A              |
| dlouhodobá                         | nad 10<br>min               | aerobní gl., později tuky                    | malá              | I                 |



příjem = výdej  $\pm$  zásoby organismu

# Přeměna energie-energetický výdej

- BM = bazální metabolismu
- KM = klidový metabolismus  
(110 - 120% BM)
- PM = pracovní metabolismus  
(130 – 30 000%BM)



# Kalorimetrie

## PŘÍMÁ

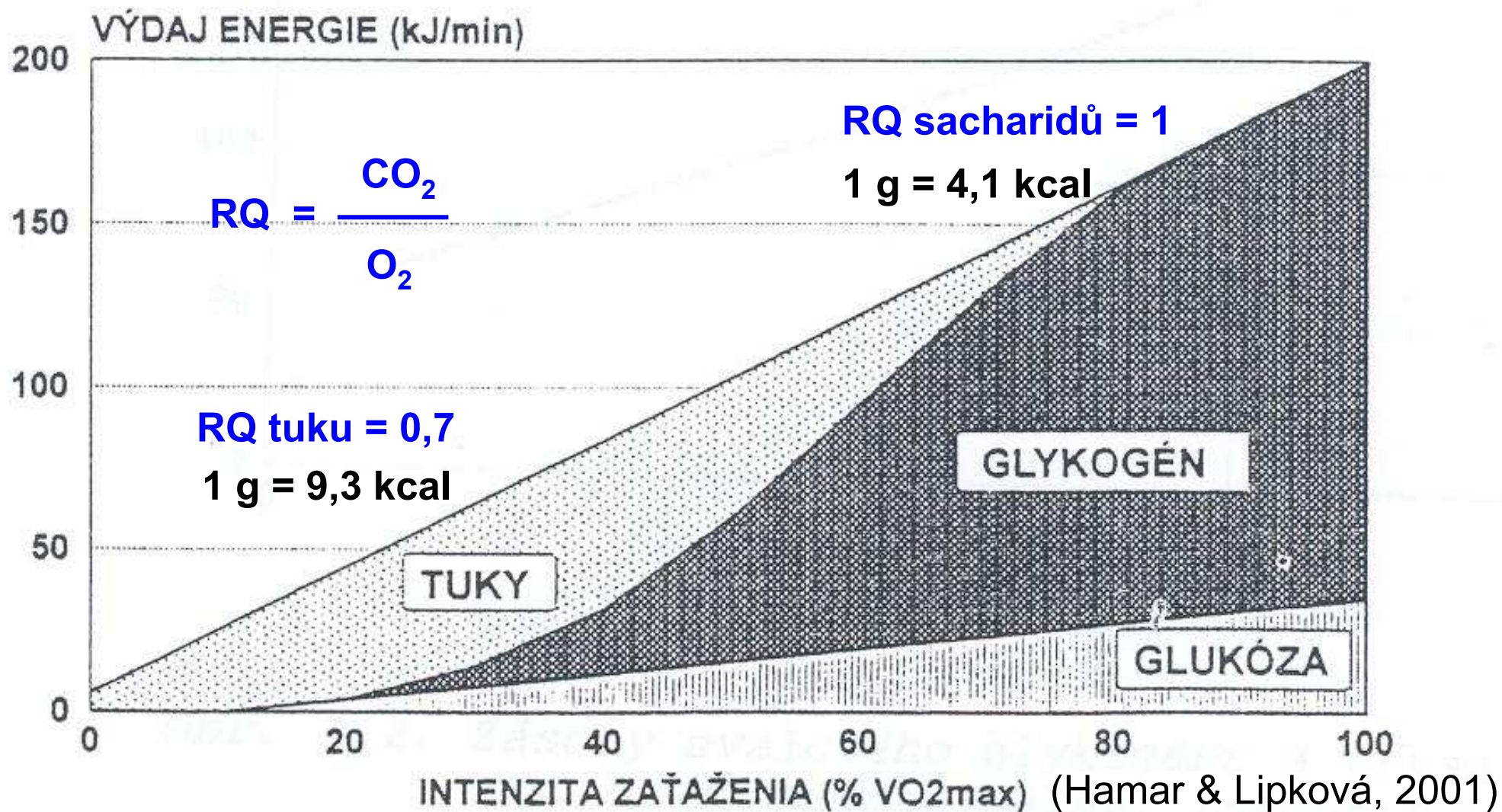
- měření tělem vydané energie v podobě tepla (jen u lab. zvířat)

## NEPŘÍMÁ

- měření podle spotřeby kyslíku
- spotřeba  $O_2$  a intenzita zátěže jsou na sobě přímo závislé

# Zdroje energetického krytí při zvyšující se intenzitě

Respirační kvocient = poměr mezi vydýchaným oxidem uhličitým a spotřebovaným kyslíkem



# Výpočet BM

## Kalorimetrie (nepřímá energometrie)

- pro praxi se používají tabulkové hodnoty, tzv. náležité hodnoty bazálního metabolismu (nál. BM)
- nál.BM udává průměrný energetický výdej za bazálních podmínek s přihlédnutím k věku, výšce, hmotnosti a pohlaví

# Spirometrie

- je základní vyšetřovací metodou informující o fyziologických a patofyziologických podmínkách a hodnotách výměny vzduchu mezi zevním prostředím a plícemi
- některé výsledky vyšetření mohou být získány pomocí jednoduchého spirometru
- kvalitní hodnoty jsou však v současnosti převážně poskytovány složitějšími přístroji



# Korekční faktor

- BTPS (body temperature, atmospheric pressure, water saturated)

# Spirometrie

VC - vitální kapacita = množství maximálně vydechnutého vzduchu po předchozím maximálním nádechu (muži: 4,8l, ženy 3,1l)

FVC – vitální kapacita při usilovném výdechu = objem usilovného výdechu („co nejvíce a co nejrychleji“) při přechodu z max. inspira do max. exspira

FEV<sub>1</sub> – jednosekundová usilovná vitální kapacita = objem vzduchu při maximálním výdechu během první sekundy po předchozím usilovném nádechu

PEF – maximální výdechová rychlost (muži: 420-720l/min, ženy: 390-480l/min)

FER – průchodnost periferních průdušek (84%)

Tiffeneau-index:  $100 \times (\text{FEV}_1:\text{FVC})$

# Bioelektrická impedance

- průchod velmi slabého střídavého (5 V, 25 kHz) elektrického proudu naším tělem
- proud volně prochází tekutinami ve svalové tkáni, při prostupu tukovou tkání se setkává s jejím odporem (bioelektrickou impedancí)
- tukové tkáně mají velmi nízkou až nulovou vodivost
- měření touto metodou je závislé na množství kapaliny v netukových tkání