

FIZIOLOGIJA ŽIVALI

Laboratorijske vaje

VENTILACIJA PLJUČ

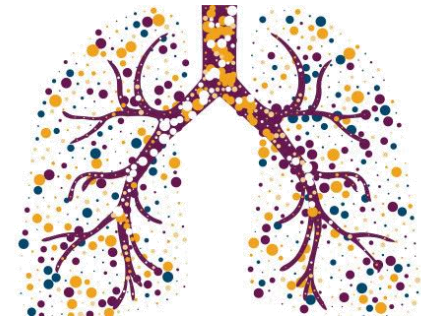
dr. Katja Adam
UP FAMNIT



Vaja: Ventilacija pljuč

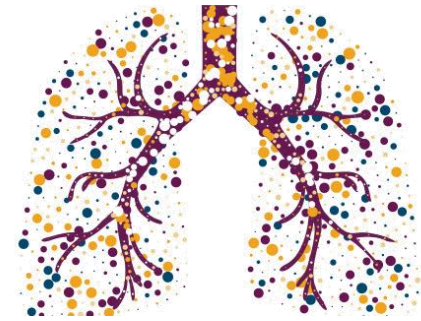
- Namen vaje obrazložiti:
 - kako spremembe v prostornini in pritiskih trupa in pljuč vplivajo na ventilacijo pljuč
 - izmeriti/izračunati volumne in kapacitete pljuč
 - povezavo med količino CO₂ in ventilacijo pljuč

DIHANJE - NALOGE



- dovaja O₂, ki ga celice potrebujejo za tvorbo ATP za metabolizem
- odvaja CO₂, ki se proizvede v metabolnih reakcijah
- difuzija (majhne živali) ALI kardiovaskularni (obtočilni) sistem za prenos O₂ in CO₂ po telesu
- **3 PROCESI DIHANJA (PLJUČA):**
 - **Pljučna ventilacija ali dihanje** – mehanski proces, gibanje zraka med atmosfero in pljuči med vdih oz. izdih
 - **Zunanje dihanje** – premik kisika iz alveolov v pljučne kapilare in CO₂ iz pljučnih kapilar v alveole
 - **notranje dihanje** – premik kisika iz kapilar v celice telesa in CO₂ iz celic v kapilare

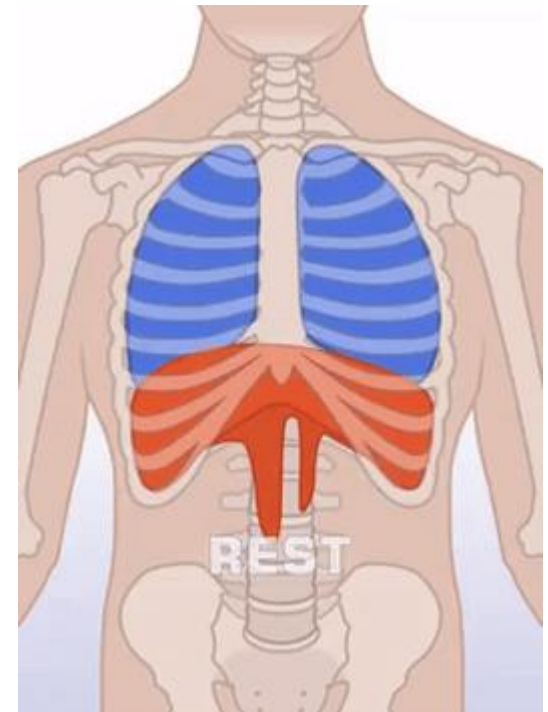
VENTILACIJA PLJUČ



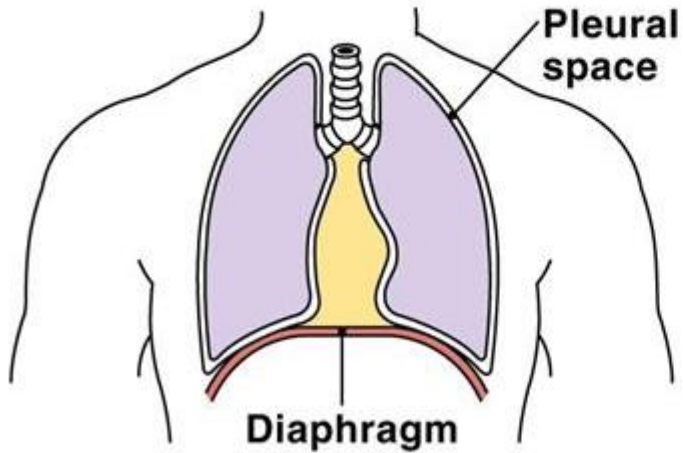
- **smer zraka**: gradient ???
- spremembe v **zračnem tlaku** v alveolih (alveolarni pritisk) se zgodijo, ko se spremeni V pljuč
 - VDIH $\rightarrow V$ pljuč se poveča \rightarrow tlak v pljučih se zmanjša \rightarrow zrak vstopi v pljuča
 - IZDIH $\rightarrow V$ pljuč se zmanjša \rightarrow tlak v notranjosti se poveča \rightarrow zrak gre iz pljuč

Spremembe V prsne votline in pljuč

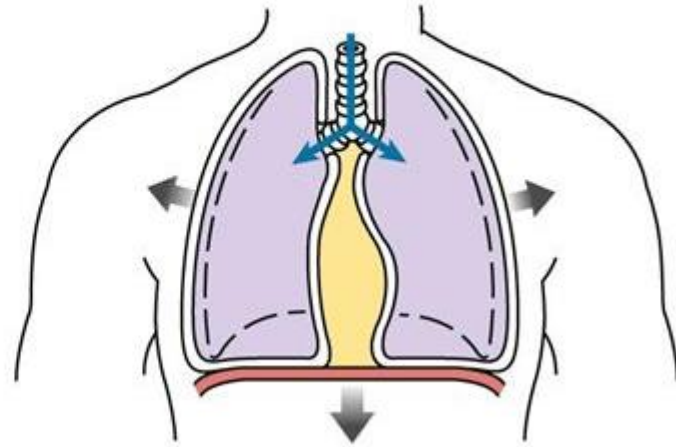
- krčenje ali relaksacija diafragme in drugih dihalnih mišic – sprememba velikosti prsne votline – sprememba V pljuč
- **“normalen” vdih** – večinoma posledica krčenja diafragme (trebušne prepone) – mišična pregrada med prsno in trebušno votlino, relaksirana kupolaste oblike, skrčena sploščena
- dolžina in V prsne votline se povečata



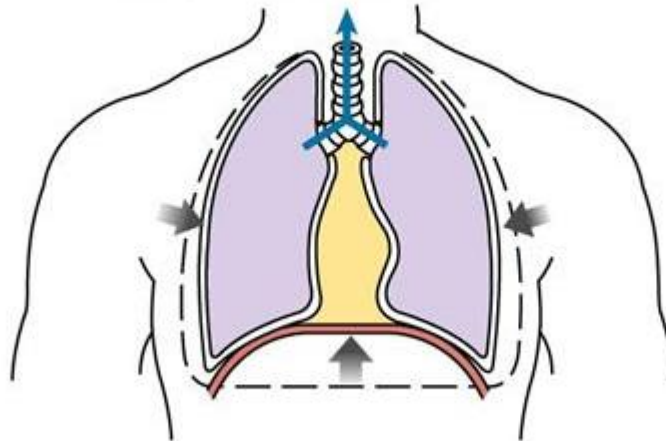
(a) At rest, diaphragm is relaxed.



(b) Diaphragm contracts, thoracic volume increases.

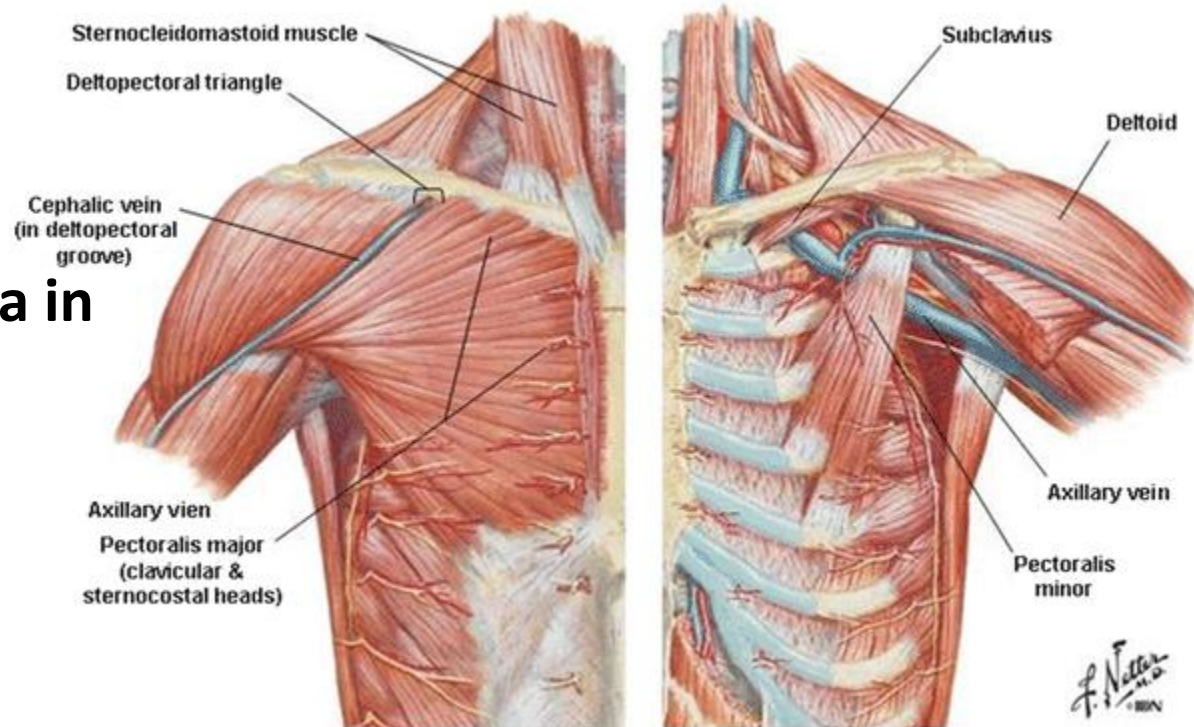


(c) Diaphragm relaxes, thoracic volume decreases.



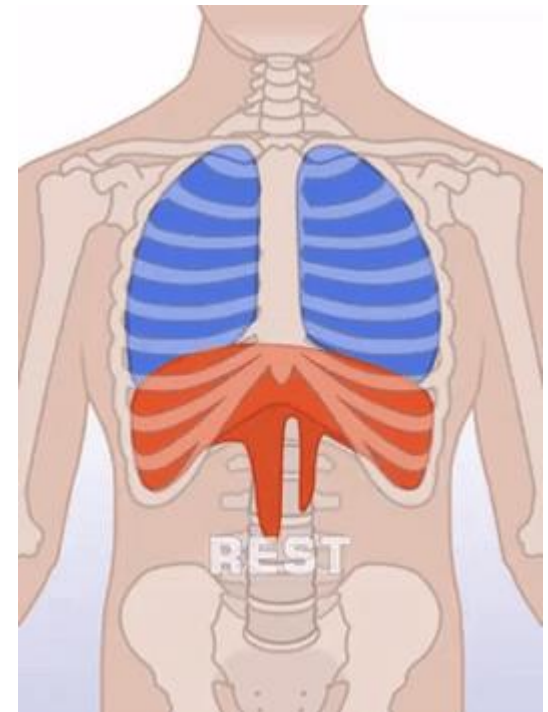
Spremembe V prsne votline in pljuč

- **forsiran vdih** - kontrakcija sternocleidomastoid (obračalka glave), scalenes in pectoralis minor (mala prsna mišica) - **dodatno povečanje V prsne votline, dvignejo rebra in sternum**



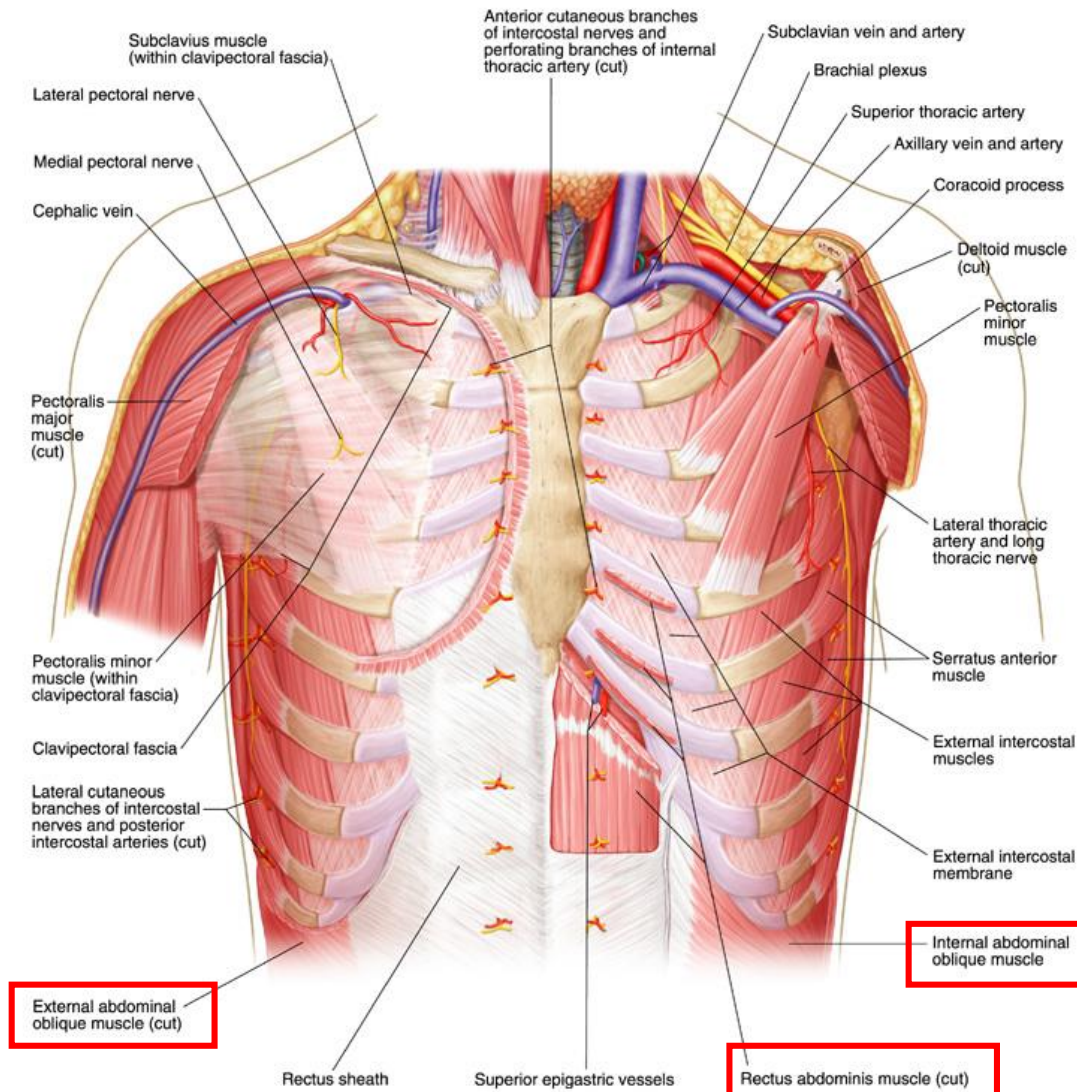
Spremembe V prsne votline in pljuč

- **“normalen” izdih** – pasiven proces
- relaksacija diafragme in elastični odziv stene prsnega koša in pljuč
- diafragma postane kupolasta
- zmanjša se dolžina prsne votline in V prsnega koša

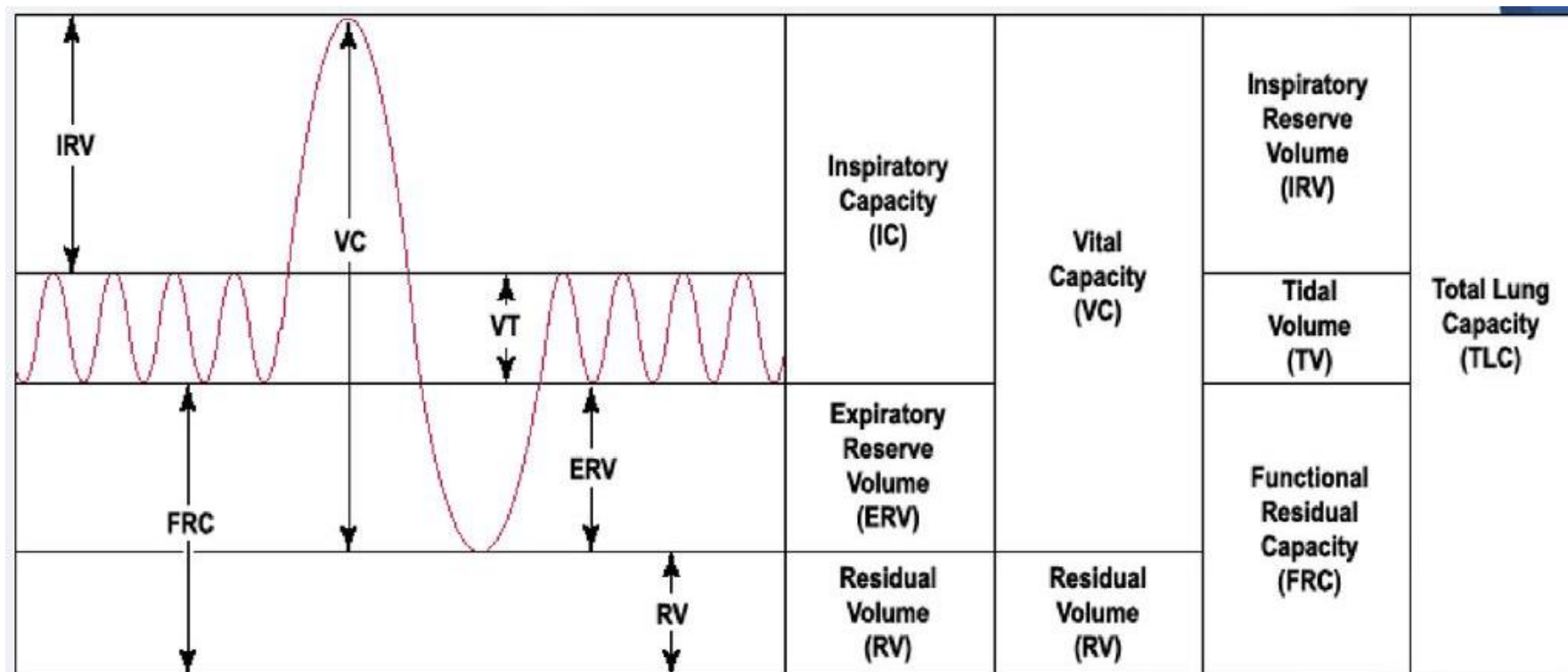


Spremembe V prsne votline in pljuč

- **forsiran izdih**: notranje medrebrne mišice potisnejo rebra navzol
- krčenje trebušnih mišic - zunanja poševna trebušna mišica (external oblique), notranja poševna trebušna mišica (internal oblique), prečna trebušna mišica (transverse abdominis), prečna trebušna mišica (rectus abdominis) potisne diafragmo navzgor
- dodatno zmanjšanje V – večji V izdihanega zraka



VAJA: Volumen in kapaciteta pljuč

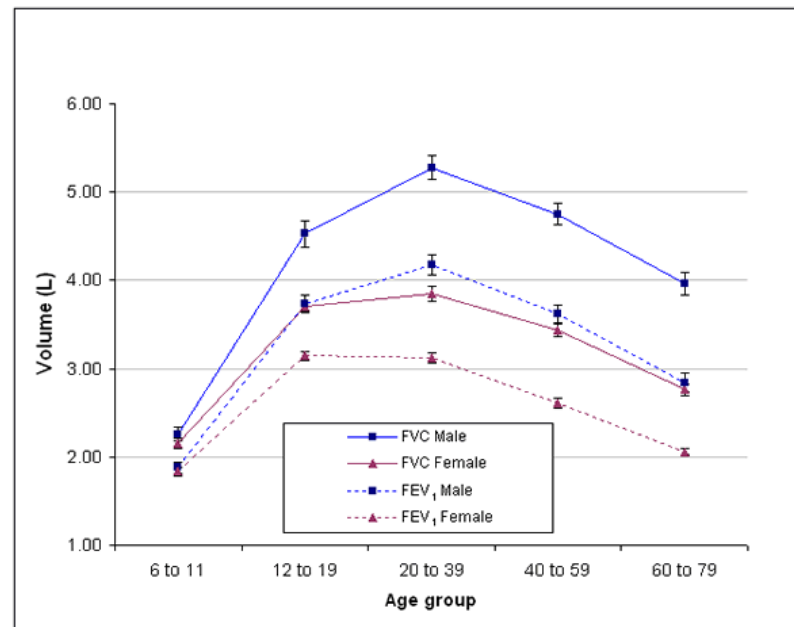


VOLUMEN ALI KAPACITETA	KRATICA	DEFINICIJA	POVPREČNE VREDNOSTI (MIROVANJE) (mL)
dihalni volumen	VT	prostornina zraka, ki ga vdihnemo ali izdihnemo pri normalnem spontanem vdihu oziroma izdihu	500
inspiracijski rezervni volumen	IRV	prostornina zraka, ki ga lahko dodatno vdihnemo po normalnem vdihu	3100
ekspiracijski rezervni volumen	ERV	prostornina zraka, ki ga lahko dodatno izdihnemo po normalnem izdihu	1200
razidualni volumen	RV	prostornina zraka, ki ostane v pljučih po maksimalnem izdihu	1200
inspiratorna kapaciteta	IC	$IC = TV + IRV$	3600
funkcionalna rezidualna kapaciteta	FRC	$FRC = RV + ERV$	2400
vitalna kapaciteta	VC	max V izdihanega zraka po maksimalni inhalaciji $VC = IRV + TV + ERV$	4800
totalna pljučna kapaciteta	TLC	$TLC = IRV + TV + ERV + RV$	6000

VITALNA KAPACITETA PLJUČ (VC)

Odvisna od:

- spola
- velikosti prsnega koša
- fizične pripravljenosti
- rase (Kavkazijci najvišja, Polinezijci najmanjša)
- abnormalnosti pljuč (astma, pljučnica)



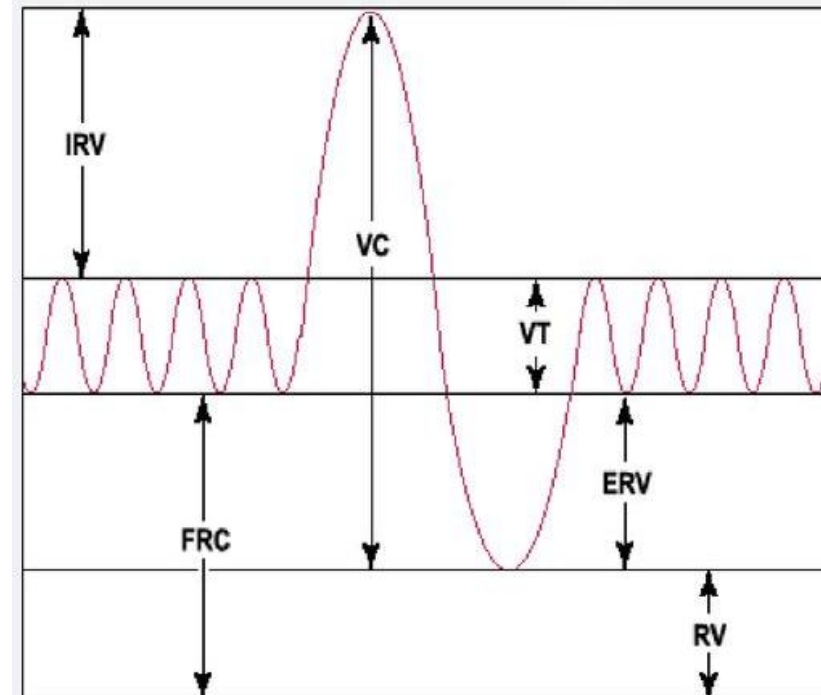
PRIČAKOVANA VITALNA KAPACITETA

- 1. Izračunamo površino telesa (BSA):

- $BSA (m^2) = \sqrt{\frac{\text{višina (cm)} * \text{teža (kg)}}{3600}}$

- 2. izračunamo PRIČAKOVANO VC:

- MOŠKI – $BSA * 2500$ ŽENSKE – $BSA * 2000$



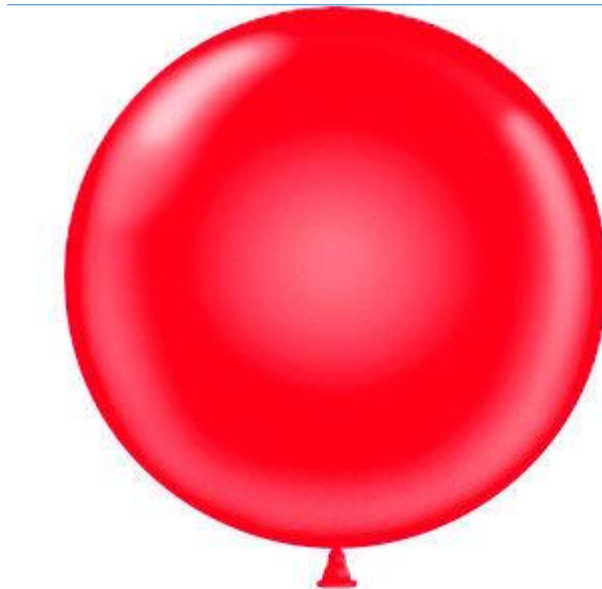
MERJENJE VC IN ERV S POMOČJO BALONA

- MERJENJE ERV IN VC

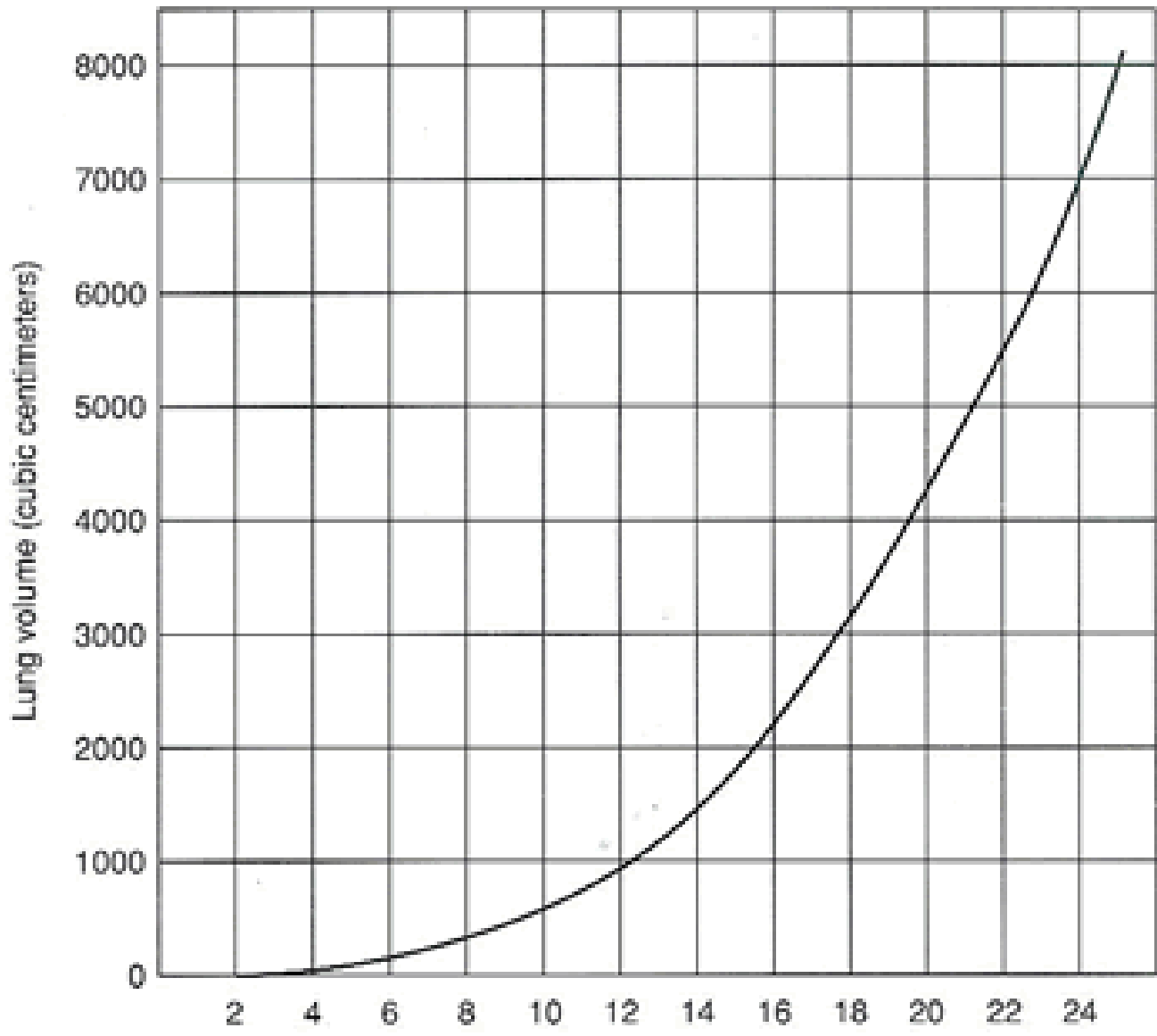
Prostornina krogle s polmerom dolžine r

$$V = \frac{4\pi r^3}{3}$$

POLMER



Izmerite V s pomočjo grafa ali formule za V krogle!!!

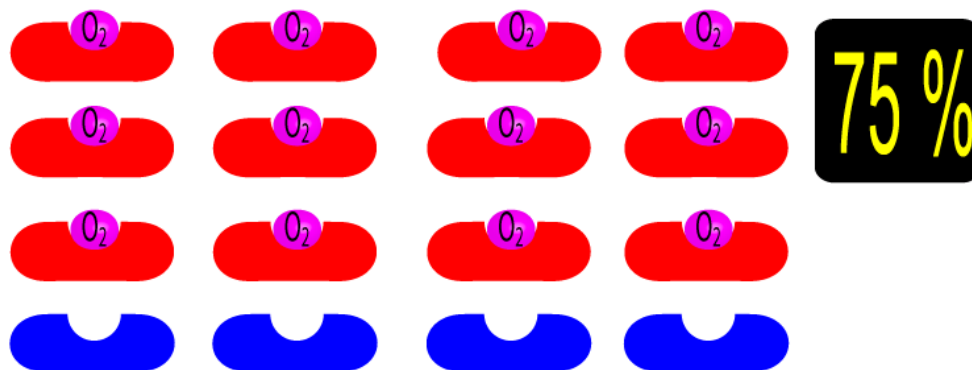


PREMER

Balloon diameter (centimeters)

SATURACIJA KRVI S KISIKOM

- SATURACIJA: odstotek vsega Hb, ki nosi kisik
- 100 - 95 % - normalno
- nizka (HIPOKSIJA) → tkiva slabo preskrbljena s kisikom (npr. pri astmi, pljučnici, pri slabotnih bolnikih, ki ne morejo dobro dihati)
- 91 - 94 % - manjša hipoksija
- 86 – 90 % - zmerna hipoksija
- < 85 % - hujša hipoksija



PULZNI OKSIMETER

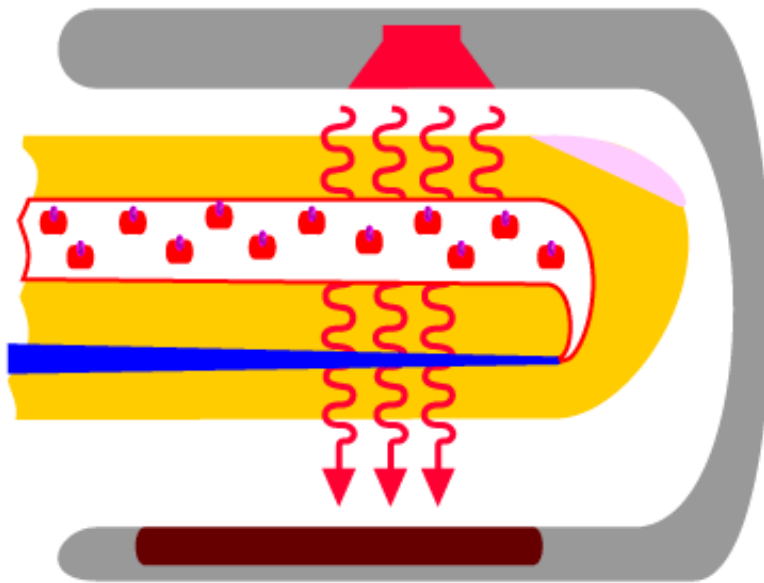
- meri odstotek Hb, ki nosi kisik (saturacijo)
- enostavni za uporabo, neinvazivni, hitri, poceni, kompaktni
- uporaba: zdravstvo, šport, domovi za starostnike, piloti...

rdeča in infrardeča svetloba...



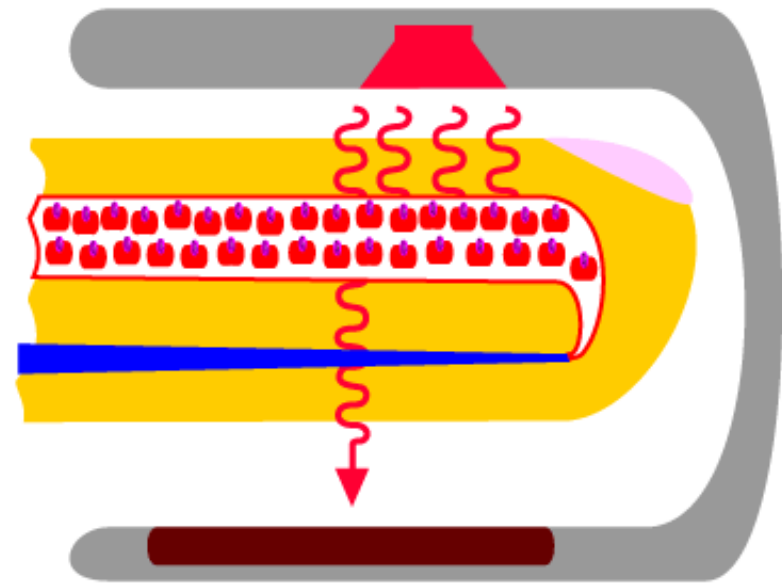
MERJENJE S PULZNIM OKSIMETROM

low concentration



low absorption

high concentration

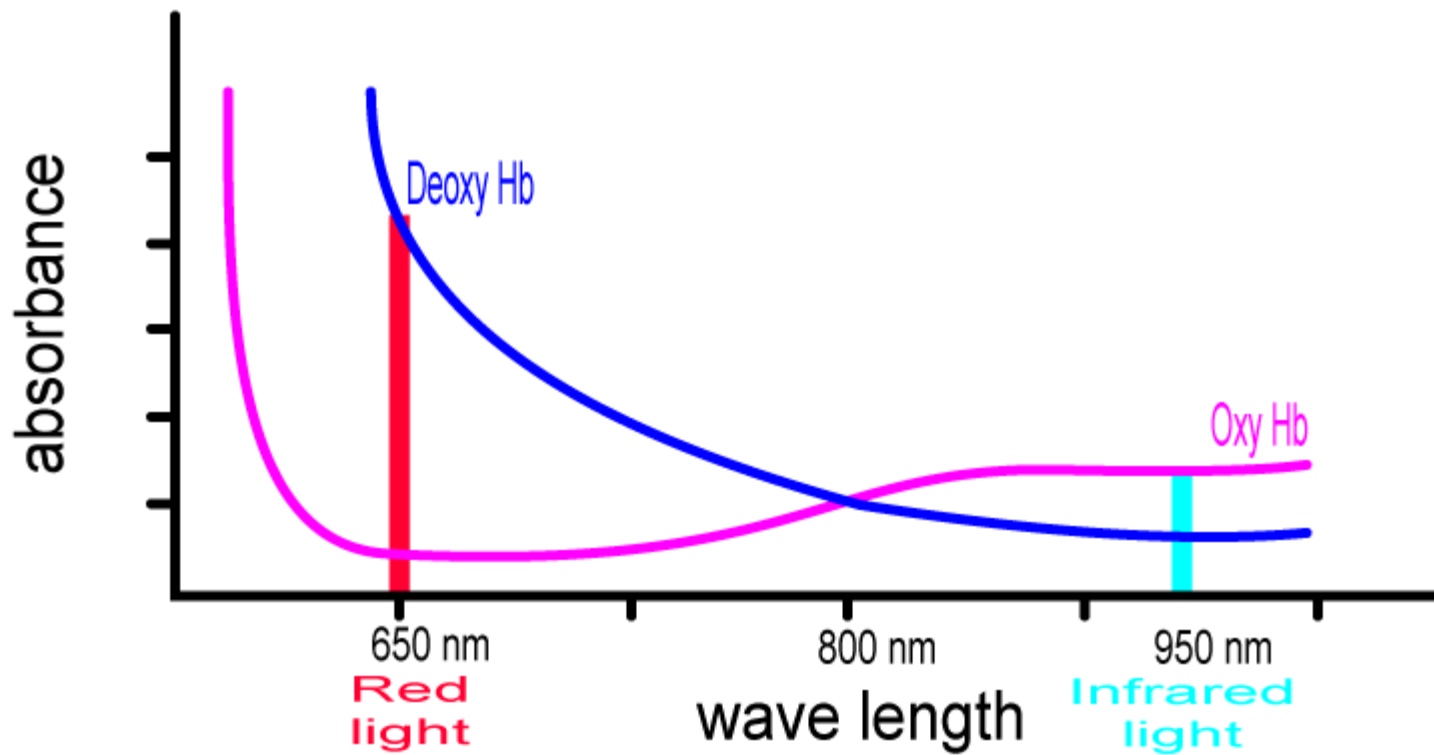


high absorption

how equipment works .com

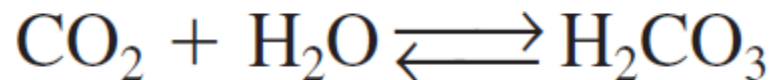
Oxy Hb absorbira več infrardeče svetlobe kot rdeče

Deoxy Hb absorbira več rdeče svetlobe kot infrardeče



NADZOR VENTILACIJE PLJUČ: vpliv CO₂

- CO₂ se tvori med aerobnim cel. dihanjem (glukoza, amino kisline, mašč. kisline se razgradijo za tvorbo ATP)
- CO₂ gre z difuzijo iz celic v intersticielno tekočino, nato v krvni obtok – pljuča – alveole – z izdihom ven
- izdihan zrak ima večjo vsebnost CO₂ kot zrak
- CO₂ se v krvi transportira kot raztopljen CO₂, vezan na Hb ali kot bikarbonatni ioni (večina)



pH krvi



- določa ga koncentracija H⁺ ionov
- koncentracija **CO₂ v krvi se poveča** med telesno aktivnostjo → več vodikovih in bikarbonatnih ionov
- več vodikovih ionov - znižanje pH krvi
- večje št. vodikovih ionov – stimulacija kemoreceptorjev v možganih, aortnem loku in karotidnih telesih – večja stopnja ventilacije pljuč – bolj globoko dihanje
- povečanje globine in stopnje dihanja – pljuča izdihajo več CO₂
- **z znižanjem koncentracije CO₂** v krvi – več bikarbonatnih in vodikovih ionov tvori ogljikovo kislino
- manj vodikovih ionov v krvi – pH se vrne na normalne vrednosti, pljučna ventilacija na stanje mirovanja

VAJE – RAZLIČNE MERITVE - MIROVANJE

- A. V IN KAPACITETA PLJUČ, SATURACIJA S KISIKOM
 1. Izračun pričakovane kapacitete pljuč
 2. merjenje **satracije** z oksimetrom v mirovanju (1 MERITEV)
 3. merjenje **VC in ERV z balonom** v mirovanju (3 MERITVE)

- B. MERJENJE Ph vode po izdihu
 - nalijte vodo v čašo – izmerite Ph (kontrolni)
 - Preštejete št. vdihov/min
 - 3x10 sek pihanje po slamici v vodo (globok vdih)
 - Izmerite pH – odlijte vodo

- skupine po 2-3 osebe, menjavanje, vsak svoje rezultate zapisuje na svoje protokole

2. DEL VAJE – VPLIV TELESNE AKTIVNOSTI NA POSAMEZNE SPREMENLJIVKE

- **TAKOJ PO TELESNI AKTIVNOSTI:**
- A. V IN KAPACITETA PLJUČ, SATURACIJA S KISIKOM
 1. merjenje **saturacije** z oksimetrom v mirovanju (1 meritev)
 2. merjenje **VC in ERV z balonom** v mirovanju (3 meritve)
- B. MERJENJE pH vode po izdihu
 - pripravite svežo vodo
 - 3x10 sek pihanje po slamici v vodo (globok vdih)
 - preštejete št. vdihov/min
 - izmerite pH – odlijte vodo
- skupine po 2-3 osebe, menjavanje, vsak svoje rezultate zapisuje na svoje protokole

