

UGOTAVLJANJE KOLIČINE OGLJIKOVEGA DIOKSIDA V IZDIHANEM ZRAKU PRI ČLOVEKU

1. UVOD:

Najnižje razviti enoceličarji opravljajo **dihanje ali respiratorni sistem** oziroma prenos dihalnih plinov kar z *difuzijo* skozi membrano. Ko pa govorimo o razvitejših večceličarjih, kot smo na primer ljudje, pa difuzija sama ni več učinkovita. Da lahko opravljamo dihanje in prenos dihalnih plinov po tako veliki površini tudi mi, so se razvila dihala oziroma organski sistem za izmenjavo dihalnih plinov, in je tesno povezan z obtočili, saj se po krvi po telesu prenašajo dihalni plini in hranilne molekule do celic. Povezan pa je tudi s prebavnim sistemom, ki omogoči krvi da se po njej prenašajo osnovne molekule hranilnih snovi, ki lahko vstopijo v celico.

Dihanje delimo na **zunanje in notranje**. **Zunanje** je vnos zraka do dihalnih površin (pljuča, škrge, koža...) s pomočjo dihalnih gibov (s pomočjo trebušne prepone). Dihalni sistem se začne z ustno in nosno votlino, ki se v žrelu ločita (dihalna in prebavna pot se ločita). Pot se nadaljuje v grlu, kjer nastaja s pomočjo glasilk glas. Po sapniku pride vdihani zrak v sapnici, iz teh pa po sapničicah do alveolov ali pljučnih mehurčkov. Membrana v pljučih je tanka in vlažna, saj le tako lahko plini prehajajo skozi površino (z difuzijo). **Notranje dihanje** pa je pravzaprav celično dihanje in poteka na stopnji molekul v celicah. Pri celičnem dihanju se iz kisika, ki ga prejmemo iz zraka, in hranilnih molekul (primer: glukoza) dobimo produkte **CO₂** in **H₂O**, ki ju izdahnemo, in pa **energijo** v obliki toplote (ki v večini zapusti naše telo) in molekulah **ATP**. Pri celičnem dihanju gre za popolno oksidacijo, kjer aerobni organizmi dobijo energijo za biotsko delo celic.

Celično dihanje poteka v dveh stopnjah; prva stopnja se dogaja v **mitohondrijalnem matriksu** (pot ogljika). Piruvat glukoze vstopi v celico. Z odcepitvijo CO₂ in 2H⁺ nastane aktivirana očetna kislina ali acetil koencim A, ki preide v **krebsov cikel** in se tam združi z oksalacetatom, tako da nastane piruvat 6C, pri tem pa se odcepi 2H⁺. Od piruvata 6C se nato odcepi še enkrat 2H⁺ in CO₂, tako nastane 5C. CO₂ in 2H⁺ se ponovno odcepita, tako da nastane ponovno oksalacetat. Cikel se ponavlja neprestano. Energijski izkupiček krebsovega cikla je **2 molekuli ATP**.

Druga stopnja pa poteka na notranji nagubani membrani mitohondrija. To je **dihalna veriga** (pot vodika). Tu si citokromi podajajo e⁻ vodika, dokler zadnji (četrti) citokrom ne odda elektron vodika kisiku, tako, da nastane voda (vsaki molekuli kisika pa dva elektrona vodika, protoni vodika pridejo neposredno (t.j. brez prenosa po citokromih) na molekulo kisika). Med podajanjem vodikovih e⁻ se sprošča energija. Izkupiček te stopnje celičnega dihanja je **4 molekul ATP** iz ene same molekule glukoze.

Kot smo lahko opazili, se v procesu celičnega dihanja pojavljata dva plina; **O₂** (ki ga večino prenaša hemoglobin v eritrocitih, nekaj procentov pa ga je raztopljenega v krvi) in **CO₂** (večinoma je raztopljen v krvi kot hidrogenkarbonatni ion :

(CO₂ + H₂O → H₂CO₃ → HCO₃⁻ + H⁺)), ki se tik pred pljuči zopet spremeni v ogljikov dioksid).

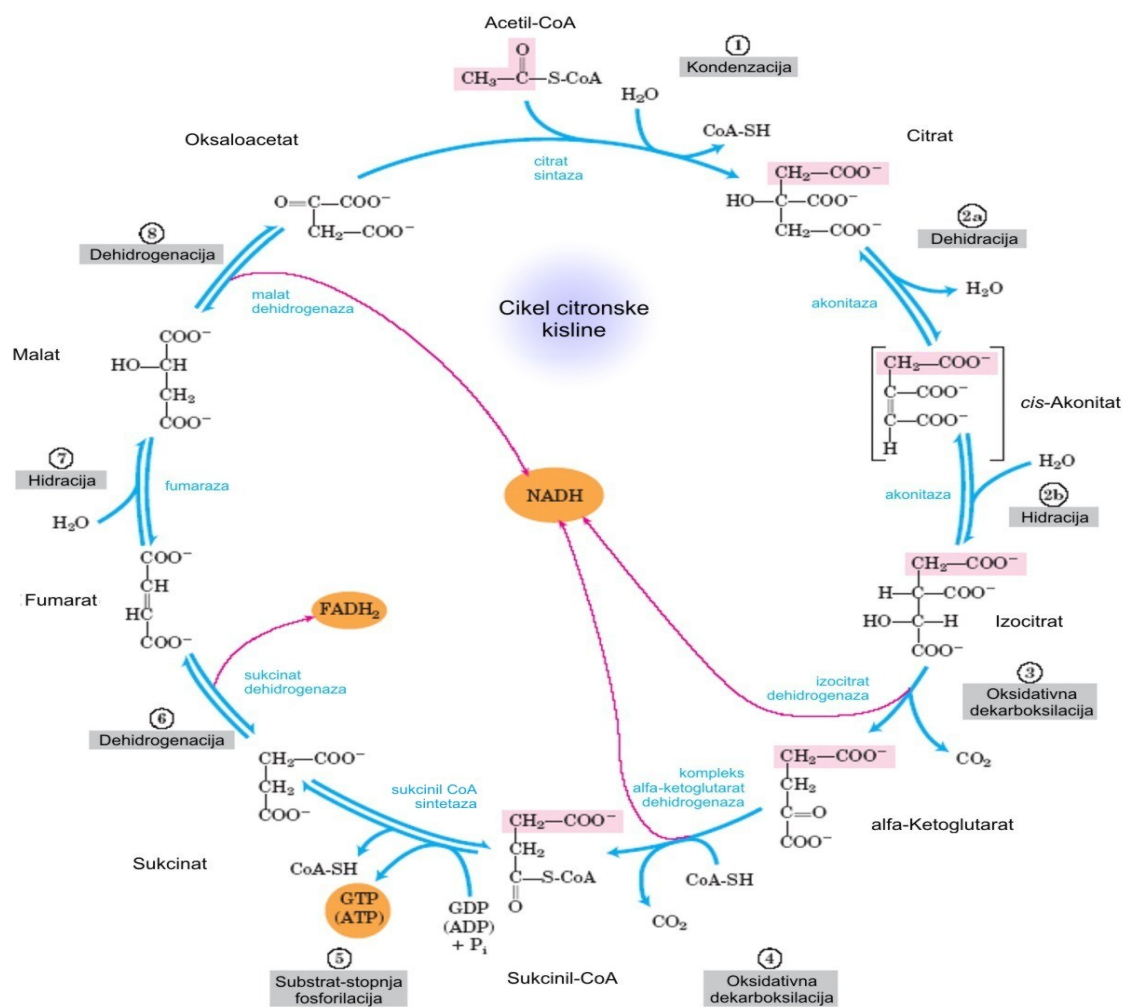
Da celično dihanje poteka nemoteno mora v celico, kri, telo... prihajati zadosti O₂ ni odhajati prav toliko CO₂ in H⁺ e⁻.

Koliko CO₂ bomo izdihali je odvisno od naše telesne aktivnosti. Po fizičnem naporu dihamo hitreje kot pa med počitkom. Poveča se frekvenca vdihov in izdihov. Kadar izdahnemo, se iz pljuč izloča CO₂, čim hitreje dihajo, več se ga izloča. V tem laboratorijskem delu smo se prav s tem problemom nadrobneje seznanili.

Izdihani CO₂ smo prestregli v z vrečko in ga spustili skozi vodo, v kateri je bil indikator. CO₂ se, kot že rečeno (glej formulo o prenosu CO₂ po krvi), veže z vodo v ogljikovo kislino H₂CO₃. Nastalo kislino smo nevtralizirali z dodajanjem baze znane koncentracije in po količini te izračunali količino CO₂ v izdihanem zraku.

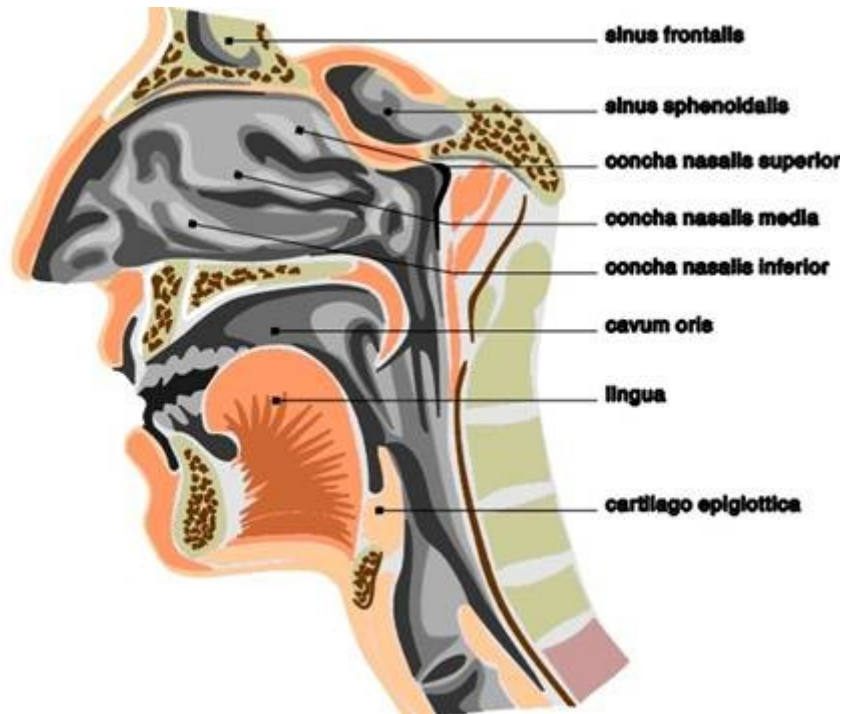
Želeli smo ugotoviti, ali spol, telesna teža, fizična aktivnost vpliva na količino izdihanega CO₂. Predvidevali smo, da spol in teža nimata večjega vpliva na to, pač pa smo pričakovali, da bomo največ CO₂ izdihali pri fizičnem naporu, nato pri zadržanem dihu in nato pri mirovanju.

Krebsov cikel - cikel citronske kisline

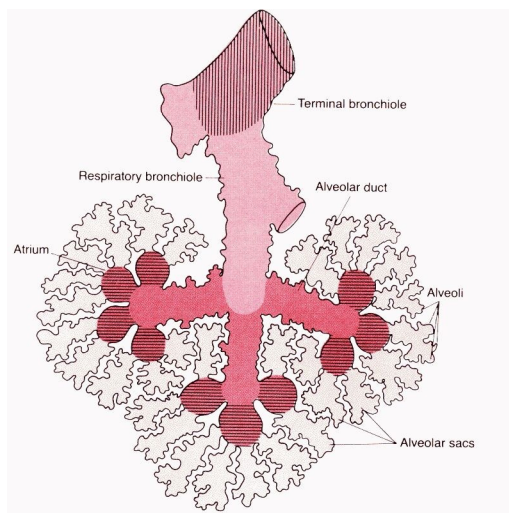


slika 1: krebsov cikel.

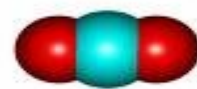
Poročilo: Ugotavljanje količine ogljikovega dioksida v izdihanem zraku pri človeku



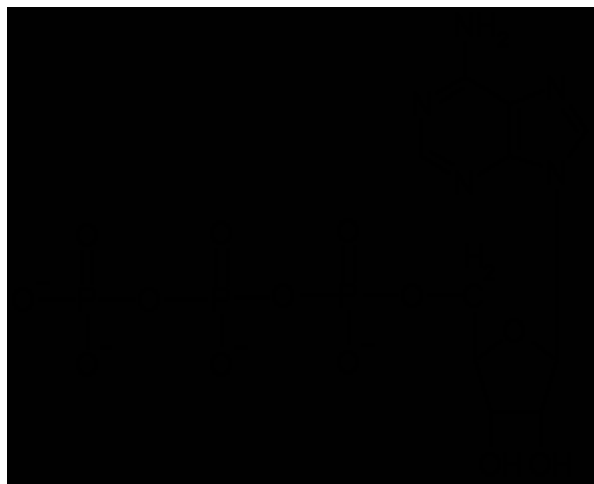
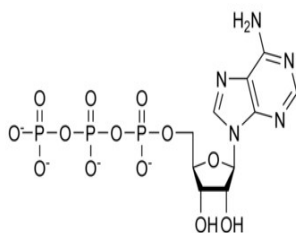
slika 2: dihalna pot



slika 3: alveol ali pljučni mehurček.



slika 4: molekula CO₂.



slika 5: prikaz celičnega dihanja.

slika 6: molekulska zgradba ATP.

1. **NAMEN**

- ❖ Spoznavanje metode za določevanje CO₂ v izdihanem zraku
- ❖ Razumevanje vpliva telesne aktivnosti na dihanje
- ❖ Spoznavanje različnih dejavnikov, ki vplivajo na količino CO₂ v izdihanem zraku (teža, spol)
- ❖ Spoznavanje dihalnega

3. **MATERIAL:**

- ❖ plastična vrečka
- ❖ stišček
- ❖ gumica
- ❖ kratek in daljši kos plastične cevke
- ❖ erlenmajerice z raztopino bromtimolmodrila
- ❖ čaša z 0,04% NaOH
- ❖ menzura
- ❖ kapalka

4. **DELO:**

1. V odprtino plastične vrečke potisnemo plastično cevko in jo pritrdimo z gumijasto elastiko. Krajšo plastično cevko pritrdimo na cevko v vrečki. Napihnemo vrečko in se prepričamo, da ne pušča. **POZOR!** Po uporabi plastično cevko zavržemo. Nikdar ne smeta dve osebi uporabljati iste cevke. To je potrebno zaradi preprečevanja različnih okužb.
2. V vsako 250 ml erlenmajerico vlijemo 100 ml vode in dodamo 30 kapljic indikatorja. Premešamo in dodamo 10 kapljic NaOH. Pri tem raztopina pomodri. V obe posodi

moramo dati enako količino indikatorja in NaOH. Steklenici označimo z A (poskus) in B (kontrola).

3. Dihamo normalno. Plastično cevko, ki je pritrjena na vrečko, vtaknemo v usta in izdihnemo vanjo. To ponavljamo, dokler vrečka ni polna. Nato cevko zamašimo in vtaknemo konec daljše plastične cevke v steklenico A.
4. Nato odmašimo cevko in počasi stiskamo z zrakom napolnjeno vrečko v vodo z indikatorjem. Raztopina pozeleni.
5. Ko je vrečka izpraznjena, potegnemo cevko iz raztopine. S pipeto odmerimo 10 ml 0,04 % raztopine NaOH in po kapljicah dodajamo raztopino v erlenmajerico A. Po vsaki dodani kapljici vsebino v steklenici dobro premešamo in primerjamo barvo raztopine v steklenici A z barvo v kontrolni steklenici B. NaOH dodajamo toliko časa, da postane barva v obeh posodah enaka. Odčitamo koliko ml raztopine NaOH smo porabili, da smo nevtralizirali nastalo kislino.
6. Število porabljenih ml NaOH pomnožimo z 10, kar delimo z volumnom vrečke (1,7 l) in dobimo število mikromolov CO₂, ki so v eni vrečki izdihanega zraka. Število dobljenih mikromolov CO₂ na volumen izdihanega zraka si zapišemo.
7. V erlenmajerici A pripravimo novo (enako kot v prvem poskusu) raztopino vode, indikatorja in raztopine NaOH. 30 sekund zadržujemo dihanje in nato izdihnemo v vrečko, da se le ta napolni. Ponovimo ves postopek od točke 3 do 6.
8. V erlenmajerici A pripravimo novo (enako kot v prvem poskusu) raztopino vode, indikatorja in raztopine NaOH. Naredimo 10 počepov, nato izdihnemo v vrečko dihanje in nato izdihnemo v vrečko, da se le ta napolni, nato ponovimo postopek od točke 3 do 6.

5. REZULTATI:

POSKUSN A OSEBA	TELESNA TEŽA	SPOL	MIKROMOLI CO ₂ / L IZDIHANEGA ZRAKA		
			MIROVANJ E	OBREMENTE V	ZADRŽA N DIH
Marko	80	moški	51	131	373
Miha	83	moški	60	427	182
Judita	50	ženski	70	175	450
Tilen	68	moški	58	116	340
Tadej	86	moški	39	109	336
Tjaša	62	ženski	53	345	562
Teja	50	ženski	56	99	318
Matea	57	ženski	56	66,7	177,8
Živa	55	ženski	200	/	/
Teja	55	ženski	154	190	280
Nastja	55	ženski	232	404	82
Urša	53	ženski	146	243	53
Miša	55	ženski	78	283	489

Tabela 1: Rezultati izločanja CO₂ pri človeku pred obremenitvijo, po njej in po zadržanem dihanju.

6. DISKUSIJA:

Tako kot vsi aerobni organizmi, tudi človek za presnovo potrebujejo kisik. Večino energije za delovanje, človeško telo namreč dobi s popolno oksidacijo hranilnih molekul. Ta proces se dogaja znotraj celic (v mitohondrijih), zato tako dihanje imenujemo celično dihanje. Da celično dihanje poteka nemoteno, mora do celic prihajati dovolj kisika. Prehajanje kisika iz zunanosti v kri pa ne more potekati kjerkoli v telesu, površina za tak prenos mora biti prirejena. Stena mora biti čim tanjša in ves čas vlažna. Razmere za tak proces so samo v pljučih. Tako dihanje imenujemo zunanje dihanje. Obe vrsti dihanja povezuje krvožilni sistem (obtočila).

Dihanje je refleksno, uravnava ga vegetativno živčevje – dihalno središče, ki se nahaja v podaljšani hrbtenjači. Izdihani CO_2 v krvi se z vodo veže v ogljikovodikovo kislino (H_2CO_3), zniža se pH krvi, kar zaznajo posebne čutnice, dražljaj posredujejo centru za dihanje, ki sproži vdih.

Ker se pri povečani aktivnosti porablja več energije, celično dihanje poteka intenzivneje in sprošča se večja količina CO_2 . Posledično nastaja več H_2CO_3 , pH krvi se hitreje niža in poveča se število vdihov - dihanje je hitrejše. Da je to res, lahko razberemo tudi iz tabele 1, saj smo ob merjenju po obremenitvi zaznali povečanje koncentracije CO_2 .

Povečano količino CO_2 v izdihanem zraku smo opazili tudi v primeru, ko smo opravljali meritev po zadržanem dihu. V nasprotju s pričakovanji je bila količina CO_2 še celo večja kot ob obremenitvi. Predvidevam, da zato, ker je šlo v našem primeru le za kratkotrajno obremenitev. Do povečanja količine CO_2 v tem primeru pride, ker je bil z zadržanjem diha podaljšan čas difuzije na dihalni površini (dihalne sapničice in pljučni mehurčki) in je izmenjava plinov med krvjo in zrakom lahko potekala dalj časa.

Hitrost dihanja je odvisna še od nekaterih dejavnikov dejavnikov – od starosti, vznemirjenja, telesne dejavnosti, telesne temperature. Določene bolezni in dolgotrajno kajenje uničujejo pljučno tkivo, s čemer se zmanjša dihalna površina. Zaradi vnetnega odziva so dihalne poti zožene, kar moti izmenjavo zraka. Posledica je hitrejše dihanje in večja količina izdihanega CO_2 .

O vplivu spola, telesne višine in telesne teže na količino CO_2 bi iz našega poskusa težko skleпали, saj je bil vzorec testiranih oseb premajhen za relevantne rezultate. Vendar pa iz literature vemo, da moški, zaradi večje mišične mase (v mišicah celično dihanje poteka najintenzivneje), navadno izdihajo večjo količino CO_2 . Podobno je pri ljudeh z večjo rtelesno težo in višino – zaradi večjega števila celic je celičnega dihanja več in posledično tudi več izdihanega CO_2 .

7. REZULTATI:

Naši rezultati so pokazali, da je največja koncentracija ogljikovega dioksida / l izdihanega zraka pri zadržanem dihu, sledi mu fizična aktivnost in na zadnje še pri mirovanju (koncentracija se torej zvišuje z napori). S tem pa delno potrdili in delno ovrgli hipotezo. Ugotovili smo tudi, da ni razlike v izdihanem CO_2 / l zraka pri osebi, ki ima 30 in pri osebi, ki ima 60 kilogramov. Hipotezo smo potrdili.

Vendar pa so se pri vaji pojavila tudi odstopanja oziroma napake, saj je šlo pri vaji za kvalitativno opazovanje, volumen vrečk ni bil vedno enak, in prav tako je bila lahko vrečka slabo zatesnjena, tako, da je uhajal izdihani zrak ven. Vendar pa kljub vsemu menim, da smo z vajo dobili zadosti kvalitetne rezultate, saj smo med seboj primerjali rezultate 16 oseb, s tem so se morebitne napake zmanjšale.

8. VIRI:

- ❖ osebni zapiski
- ❖ STUŠEK, Peter
- ❖ Biologija. 2 in 3, Funkcionalna anatomija s filozofijo, - 1. izd. – Ljubljana : DZS, 1997
- ❖ http://www.mf.uni-mb.si/slike/Gradivo/Shema_krebsov_cikel.jpg
- ❖ <http://www.steve.gb.com/images/molecules/nucleotides/ATP.png>
- ❖ <http://www.goguscerrahisi.com/mak/alveol.jpg>
- ❖ http://www.s-szs.lj.edus.si/mainweb/gradiva/anatomija/anatomija_files/image002.jpg
- ❖ http://www.dijaski.net/gradivo/bio_vaj_dolocanje_kolicine_co2_pri_izdihanem_zraku_08