

# Biologija i funkcija pluća

---

Došlić, Ljudevit

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Visoka škola Ivanić-Grad / Visoka škola Ivanić-Grad**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:258:522056>

Rights / Prava: [Attribution 3.0 Unported](#)/[Imenovanje 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-01**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University of Applied Sciences Ivanić-Grad](#)



**VISOKA ŠKOLA IVANIĆ-GRAD**

**STRUČNI STUDIJ FIZIOTERAPIJE**

Studij za stjecanje akademskog naziva: Stručni prvostupnik (baccalaureus)  
fizioterapije, bacc. physioth.

**Ljudevit Došlić**

**BIOLOGIJA I FUNKCIJA PLUĆA**

završni rad

**Mentor:**

**Dr.sc. Ivan Vukoja, dr. med.**

**Ivanić Grad, 2022.**

---

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u digitalni repozitorij Visoke škole Ivanić-Grad.

## Sažetak

Čovjek bez pluća ne bi mogao živjeti jer naše tijelo ne može preživjeti bez kisika duže od pet do deset minuta. Pluća su organ koji se sastoji od dva plućna krila, koja su u zdravog odraslog čovjeka blijedo-ružičaste. Njihov anatomski oblik podsjeća na stablo koje je puno plodova, a plodovi su male vrećice koje nazivamo alveole i one „donose“ plod, tj. u njima se događa izmjena plinova, kisik ulazi u naše tijelo i ugljikov dioksid se izbacuje iz našeg tijela procesom difuzije. Zrak dišnim putevima otrese prašinu i štetne tvari prije nego dođe do pluća. U procesu disanja sudjeluje mnogo mišića. Dijafragma je najveći dišni mišić i izuzetno važnu ulogu ima pri pravilnom načinu disanja. Dijafragmalno disanje je najefektivnije, najekonomičnije i najzdravije. Disanje kontrolira produžena moždina i most (*pons*). Živčani sustav održava metabolizam u balansu prije, tijekom i za vrijeme mišićnog rada i sinkronizira rad svih sustava u tijelu. Plućni volumeni i kapaciteti služe za postavljanje dijagnoza u pulmologiji. Jedna od mnogih dijagnostičkih metoda koje se koriste u pulmologiji je spirometrija. Spirometrija je ukratko mjerenje daha i funkcije pluća. U sportu je jako bitno da su osobe koje upravljaju trenajnim procesima educirane o fiziologiji disanja općenito pa onda i o tome što se događa s našim tijelom, a posebno s dišnim sustavom za vrijeme rada mišića, odnosno trenajnog procesa.

**Ključne riječi:** disanje, spirometrija, tlak kisika, tlak ugljikovog dioksida, sport

## Abstract

Without lungs, a person could not live because our body cannot survive without oxygen for more than five to ten minutes. The lungs are an organ consisting of two lung wings. They are pale pink in color in a healthy adult. Anatomically, their shape resembles a tree that is full of fruits. These fruits are small bags that we call alveoli and they "bear" fruit, i.e. gas exchange takes place in them: oxygen enters our body and carbon dioxide is expelled from our body through a process called diffusion. The air passing through the respiratory tract gets rid of dust and harmful substances before it reaches the lungs. Many muscles are involved in the breathing process. The diaphragm is the largest respiratory muscle and plays an extremely important role in proper breathing. Diaphragmatic breathing is the most effective, the most economical and the healthiest. Breathing is controlled by the medulla oblongata and the pons. The nervous system keeps the metabolism in balance before and during muscle work and synchronizes the work of all systems in the body. Lung volumes and capacities are used to make diagnoses in pulmonology. One of the many diagnostic methods used in pulmonology is spirometry. Spirometry is simply the measurement of breath and lung function. In sports, it is very important that people who manage training processes are educated about the physiology of breathing in

general, and what happens to our body, and especially to the respiratory system, during muscle work, that is, during the training process.

**Key words:** breathing, spirometry, oxygen pressure, carbon dioxide pressure, sport

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Anatomija pluća .....	3
2.1. Nos (nasus).....	4
2.2. Grkljan (larynx).....	4
2.3. Dušnik (trachea).....	5
2.4. Dušnice (bronchi).....	5
2.5. Rebra (costae).....	6
2.6. Dijafagma (diafragma).....	6
2.7. Alveole .....	7
2.8. Surfaktant .....	7
2.9. Pleura.....	8
3. Difuzija plinova u plućima .....	9
4. Plućni volumeni.....	11
5. Plućni kapaciteti .....	12
6. Plućna cirkulacija .....	13
7. Plućna inervacija .....	14
8. Dijagnostičke metode za pluća.....	15
8.1. Spirometrija.....	15
8.2. Ostale dijagnostičke metode.....	17
9. Razvoj pluća od začeca .....	18
9.1. Disanje po rođenju.....	19
9.2. Primjena terapije.....	19
10. Testovi zrelosti fetalnih pluća .....	21
10.1. Biokemijski testovi.....	21
10.1.1. Omjer lecitin/sfingomijelin .....	21
10.1.2. Fosfatidilglicerol.....	21
10.2. Biofizikalni testovi .....	21
10.2.1. Clementsov test pjene.....	21
10.2.2. Bojanje lamelarnih tjelešaca.....	21
11. Anatomija i fiziologija disanja .....	22
12. Fiziologija disanja kod sportaša .....	26
13. Kako disati pravilno .....	28
14. Načini disanja.....	30
14.1. Gornje disanje.....	30

14.2.	Srednje disanje .....	30
14.3.	Donje disanje .....	30
15.	Vježbe za abodimalno ili dijafragmalno disanje .....	31
15.1.	Vježba 1 .....	31
15.2.	Vježba 2 .....	31
15.3.	Vježba 3 .....	32
16.	VJEŽBE DISANJA .....	34
16.1.	Nadi sodhana .....	34
16.2.	Uddiyana bandha .....	35
16.3.	Aktiviranje trbuha .....	36
16.4.	Pranayama u hodu .....	36
16.5.	Dodir s dijafragmom .....	37
16.6.	Aktiviranje prsnog koša .....	38
16.7.	Bhastrika .....	39
16.8.	Aktiviranje prsnog koša u položaju na boku .....	39
16.9.	Vježba za mozak – promatranje vlastitog disanja .....	40
16.10.	Vježba potpunog yoga disanja .....	41
16.11.	Vježba dizanja ruku iznad glave .....	41
16.12.	Vježba disanja u stojećem stavu .....	42
16.13.	Vježba pročišćujućeg disanja .....	42
16.14.	Vježbe tzv. šest iscjeljujućih izdaha .....	42
16.15.	Vježba petnaest .....	43
16.16.	Vježba šesnaest .....	43
16.17.	Obrnuto trbušno disanje. ....	43
16.18.	Yoga ritmičko disanje .....	44
16.19.	Vježba devetnaest .....	44
16.20.	Vježba dvadeset .....	44
16.21.	Vježba dubokog disanja .....	45
16.22.	Vježba dvadeset i dva .....	45
17.	Nanbudo .....	46
18.	Zanimljivosti .....	47
19.	Zaključak .....	48
20.	Literatura .....	50
21.	Prilozi .....	54

## 1. Uvod

Disanje je vrlo važan proces koji se odvija u našem tijelu jer disanjem unosimo kisik u naše tijelo, a izbacujemo ugljikov dioksid iz tijela. Čovjeku je kisik od životne važnosti jer bez prisustva kisika u našem tijelu stanice u našem tijelu kao i cijelo tijelo kao takvo može ostati na životu svega par minuta, dok npr. naše tijelo bez hrane može ostati na životu pa i desetak dana. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999)

„Proces respiracije može se podijeliti u četiri glavna funkcijska dijela: plućna ventilacija, što zapravo znači strujanje zraka u oba smjera između atmosfere i alveola, difuzija kisika i ugljikova dioksida između alveola i krvi, prijenos kisika i ugljikova dioksida krvlju i tjelesnim tekućinama do stanica i od njih te regulacija ventilacije kao i drugi aspekti respiracije.“ (Guyton, Hall, 2003).

Disanjem širimo i skupljamo prsnu šupljinu pod utjecajem ošita ili dijafragme koja se kada se kontrahira spušta prema dolje i stišće trbušne organe prema dolje, a kada se relaksira ona se diže prema gore. Pri udisaju ili inspiriju se prsni koš povećava, dok se pri izdisaju ili ekspiriju prsni koš smanjuje. Pošto su rebra povezana s prsnom kosti pomoću hrskavice i ona sudjeluju u procesu disanja. I rebra se podižu pri inspiriju, a spuštaju se pri ekspiriju i to je još jedan od načina širenja pluća, pomoću rebara. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999)

„Kada se rebreni koš podigne, rebra se usmjere ravno prema naprijed te se time i prsna kost pomakne naprijed i odmakne od kralježnice čime je anteroposteriorni promjer prsnoga koša pri maksimalnom udisanju 20% veći nego pri izdisanju.“ (Martinović, 2016)

Kada pojačamo intenzitet tjelesne aktivnosti onda se kod disanja uključuje i abdominalna muskulatura kao potpora dijafragmi da lakše i intenzivnije potiskuje pluća da se ona šire i smanjuju. Mišići koji rade pri inspiriju su: *sternocleidomastoideusi*, prednji mm. *serreti*, *scalenuisi*, vanjski međurebreni mišići i dijafragma, a mišići koji rade pri ekspiriju su: mišići trbušne stjenke, unutarnji međurebreni mišići i *serratus posterior*. Tijekom izdisaja rebra su usmjerena prema dolje, a vanjski međurebreni mišići izduženi su prema naprijed i dolje. Kada se vanjski međurebreni mišići kontrahiraju i povlače rebra prema naprijed i gore što ima za posljedicu širenje prsne i trbušne šupljine i plućima se daje prostor za širenje, tj. inspirij, dok bi kod kontrakcije unutarnjih međurebrenih mišića došlo do povlačenja rebara prema nazad i dolje i to kao posljedicu ima smanjenje prsne i trbušne šupljine što bi značilo da se pluća moraju smanjiti, tj. izdahnuti. (Guyton, Hall, 2003).



Pluća su obavijena tankom opnom koja se naziva pleura ili poplućnica i ona je zadužena da zaštiti pluća u prsnoj koži i da podmazuje pluća da se lakše pomiču u prsnoj koži pri inspiraciji i ekspiraciji. S visceralne kao i s parijetalne strane pleure nalazi se sluzasta tekućina koja podmazuje pluća. Limfni je sustav zadužen da održava stalno jednaku količinu te sluzi. (Vučović, 2014).

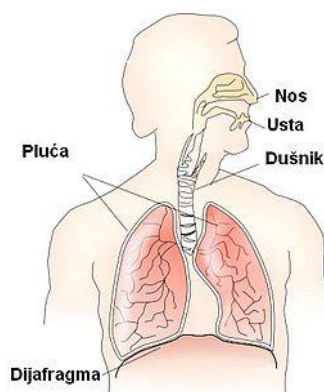
Da bi mogli disati, tlak u plućima se mora ili povećati ili smanjiti ovisno o tome udišemo li ili izdišemo. Pri udisaju tlak se smanji, a pri izdisaju se poveća. Surfaktant je tvar koja je zadužena da održava tlak unutar pluća u ravnoteži. (Martinović, 2016).

Čovjek za jedan sat spavanja udahne otprilike 14 litara kisika. No za isto vrijeme, ali radeći intenzivno neku aktivnost, npr. penjanje uz stepenice - potroši 230 litara kisika, a broj udaha isto radeći intenzivno neku tjelesnu aktivnost raste čak i do šezdeset puta u jednoj minuti. Ali u stanju mirovanja za čovjeka je normalno da udahne od dvanaest do petnaest puta u jednoj minuti. Maksimalnim udahom unesemo 500 ml zraka. Onda u minuti udahnemo oko 6 litara zraka. (Car, 2011).

Centar za disanje se nalazi u mozgu i mozak reagira kada je u tijelu previše ili premalo kisika ili ugljikovog dioksida te može povećati ili smanjiti brzinu i dubinu disanja. Centar za disanje dijelimo na tri dijela - jedan dio je zadužen za inspiraciju, drugi dio za ekspiraciju i treći dio je zadužen za frekvenciju i dubinu disanja. Suvremeni čovjek diše puno brže nego prije stotinjak godina. (Martinović, 2016).

Neki od čestih problema sa disanjem su: kašalj, nestašica daha ili zaduha (dispneja), zviždanje pri disanju, hripanje pri disanju. No kašljanje kao refleks na neki način štiti pluća i dišne puteve od udahnutih čestica koje mogu naštetiti dišnom sustavu.

Na sljedećoj slici vidimo pluća.



Slika 1 Pluća; Izvor: <http://www.homeo-herb.com/2013/04/sistem-organa-za-disanje/>

## 2. Anatomija pluća

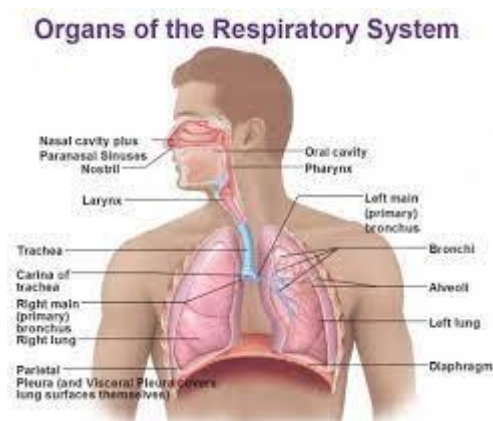
Ljudska se pluća sastoje od dva plućna krila koja su građena od spužvaste i elastične tvorbe kako bi se mogla širiti i sužavati uslijed pomicanja prsnog koša. Kada se pluća smanje uslijed izdaha, smanje se za trećinu svoje veličine. Pluća su smještena u središtu prsnog koša. Kosti koje omeđuju pluća, tj. prsni koš su: prsna kost, ključne kosti, lopatice, rebra i kao oslonac cijelom trupu pa tako i plućima pelvis, tj. zdjelica. Desno je plućno krilo malo veće i teže te se nalazi malo više od lijevog jer se ispod desnog plućnog krila nalazi jetra, dok je lijevo plućno krilo nešto manje jer pored njega mora biti nešto više mjesta za srce. Desno plućno krilo je podijeljeno na tri režnja grubim brazdama i na deset jedinica za pojedine bronhe, a lijevo na dva režnja grubim brazdama i na devet jedinica za pojedine bronhe jer su dvije jedinice srasle u jednu. Najveća cijev koja vodi do plućnih krila se naziva dušnik ili *trachea*. Dušnik se dalje dijeli na dvije dušnice ili dva bronha koji zatim ulaze u sama plućna krila i tamo se još dijele na puno malih bronhiola. To sve možemo zamisliti kao neko stablo okrenuto naopačke kojem je glavno deblo dušnik i dalje se grana na još dva debela koja se granaju na puno malih grančica. I dalje se onda na tim malim grančicama nalaze male „vrećice“ koje zovemo alveole i njih ima oko 400-500 milijuna. Njihov broj je deset puta manji kada se rodimo te brojka raste do 21. godine i u njima se odvija proces izmjene kisika i ugljikovog dioksida. Stjenke alveola su debele 4.2 mm, dok njihov promjer iznosi 0.25 mm. (Andrijin, 2018).

„Unutarnja površina svih alveola iznosi između 75 i 90 kvadratnih metara, dok površina kože odraslog čovjeka iznosi oko 1.8 kvadratnih metara“ (Car, 2011) iz čega zaključujemo da je to ogromna površina.

Plućne kapilare iz cijelog tijela donose ugljikov dioksid i predaju ga alveolama koje ga šalju plućima u izdahu van, a predaju kapilarama novi udahnuti kisik koji kapilare dalje trebaju transportirati do srca koje će ga potisnuti dalje po cijelom tijelu. Samo plućno krilo ima oblik stošca kojemu je baza okrenuta prema dolje, oslonjena na ošit. Ta baza se zove plućni korijen ili *hilus*. Vrhovi, *apex* plućnih krila, sežu do vrata. Pluća su obavijena s dvije ovojnice kojima je svrha da uvijek pri izdahu u plućima ostane nešto zraka zbog ravnoteže tlaka i da budu sinkronizirane na način da pluća budu povezana s cijelim tijelom kao jedan sustav. Pluća su zbog tih ovojnica sjajna i glatka. Ovojnice se zovu *pleura visceralis* (unutarnja) i *pleura parietalis* (vanjska). (Andrijin, 2018).

Pluća su blijedo ružičaste boje pri rođenju te se kroz život ta boja zna promijeniti uslijed udisanja onečišćenog zraka i tada pluća budu sivkasta, a ako pušimo cigarete cijeli život pluća znaju poprimiti i crnu boju ili uslijed tumora na plućima. (Bokun, 2012).

Pluća nemaju sposobnost regeneracije. (Leksikografski zavod Miroslav Krleža; „Pluća“). Cijela pluća imaju težinu manje od jednog kilograma i imaju otprilike 6 l zraka u sebi za muškarce ili 4.2 l zraka za žene. Dužina pluća u odrasloga čovjeka iznosi otprilike 28 cm, a širina oko 15 cm. (Car, 2011). Na slici je prikazana anatomija pluća.



Slika 2 Anatomija pluća; Izvor:

[http://www.veslanje.hr/dokumenti/seminari/zg\\_23\\_24\\_11\\_2013/Zagreb%202013\\_Kukin\\_Radionica%20boljeg%20disanja.pdf](http://www.veslanje.hr/dokumenti/seminari/zg_23_24_11_2013/Zagreb%202013_Kukin_Radionica%20boljeg%20disanja.pdf)

## 2.1. Nos (*nasus*)

Dišni putevi počinju s nosom. Nos se dijeli na vanjski dio nosa i nosnu šupljinu. Vanjski dio nosa ima koštanu bazu i hrskavični nastavak. Nosna je šupljina podijeljena pregradom (*septum nasi*) na lijevu i desnu nosnu šupljinu. S unutarne strane nosnih šupljina se nalaze trepetljike i žlijezde nosne sluznice kojima je zadatak da podgrijavaju zrak i daju mu potrebnu dozu vlage da ne bude presuh što bi moglo potaknuti kašalj, dok trepetljike zaustavljaju prašinu i nečiste molekule da uđu u dišni sustav i tako prouzrokuju niz problema. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999)

## 2.2. Grkljan (*larynx*)

Grkljan je početni dio cijevi na koju se nastavlja dušnik. S gornje strane se spaja na ždrijelo. Grkljan se sastoji od četiri hrskavična prstena koji su međusobno povezani ligamentima i zglobnim plohami. Najveći i prvi hrskavični prsten je najpoznatiji pod nazivom Adamova jabučica te je izbočen prema naprijed u području grla i veći je kod muškaraca nego kod žena. No povrh njega se nalazi još jedna hrskavica zvana *epiglottis* ili poklopac grkljana kojemu je

zadaća da zatvori tu cijev za disanje kada jedemo da hrana ne bi prošla u dišni sustav. U grkljanu nastaju glasovi. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999)

### **2.3. Dušnik (*trachea*)**

Dušnik se sastoji od kolutova koji spojeni čine elastičnu i pokretljivu cijev. U toj se cijevi zrak još dodatno ugrije i na unutarnjoj stijenci dušnika se hvataju čestice prašine i na taj način se sprječava da dođu do pluća i da ne dođe do nekog oštećenja. (Bokun, 2012).

To je 16 do 20 zaobljenih hrskavica u obliku potkova. Njihov promjer je petnaestak milimetara i nastavljaju cijev, niz hrskavica koje su počele sa poklopcem grkljana. Također su kao i grkljanski povezani ligamentima koji im omogućuju elastičnost koja ima je potrebna pri disanju. Unutrašnjost je kao i nosna šupljina prekrivena žlijezdama koje izlučuju sluz za održavanje vlage i trepetljikama koji još probiru prljave čestice i zaustavljaju ih da ne dođu do pluća gdje bi mogli uzrokovati dodatne probleme. U prsnoj je šupljini jednjak iza dušnika te se račva na dvije dušnice, lijevu i desnu. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999)

### **2.4. Dušnice (*bronchi*)**

Tri dušnice se granaju u tri glavna reznja desnog plućnog krila i dvije dušnice se granaju u dva glavna reznja lijevog plućnog krila, zatim se u plućnim krilima granaju na još puno malih „grančica“ koje vode do alveola i tako nastaje oblik nalik stablu (*arbor bronchialis*). (Andrijin, 2018).

Unutrašnjost je dušnice ispunjena trepetljikama kojima je cilj da spriječe čestice prašine i štetne čestice koje su se uspjele probiti prvo kroz nos pa kroz grkljan pa kroz dušnik da prođu u krvotok te zatim čestice izbacuju izvan organizma iskašljavanjem. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999)

## 2.5. *Rebra (costae)*

Prsna kost s međurebrenim mišićima čini prsni koš pokretljivim i na taj način omogućuje proces disanja. 11. i 12. rebro strše slobodno u trbušnoj šupljini. (Bokun, 2012).

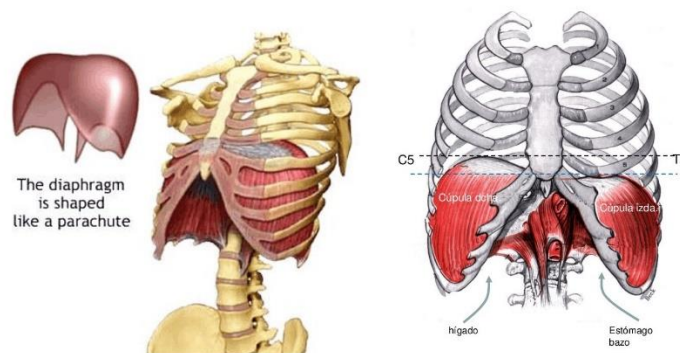
## 2.6. *Dijafragma (diafragma)*

Dijafragma ili ošit je neparni veliki mišić koji odvaja trbušnu i prsnu šupljinu. „Konkavnog je oblika u odnosu na abdomen.“ (Martinović, 2016). I jedan je od glavnih mišića koji omogućuju inspirij. Prsni koš se počne dizati, a abdominalni organi spuštati dolje u trenutku kada se dijafragma počne kontrahirati. I na taj način dijafragma omogućava plućima da se šire, tj. da se pune zrakom. Kada se dijafragma opušta prsni koš se spušta, abdominalni organi se dižu gore i na taj način stisnu se opet pluća i zrak se gura van. Dijafragma se hvata za donji dio prsne šupljine i za gornje lumbalne kralješke. U središnjem dijelu dijafragme se nalazi velika aponeuroza, tj. velika tetiva kružnog oblika. Na desnom je kraju dijafragma nešto viša jer se na tom dijelu ispod nalazi jetra. Koliko će se dijafragma spustiti i dignuti ovisi o tome u kojem smo položaju (sjedjećem, stojećem ili ležećem) i o intenzitetu aktivnosti koju izvodimo. (Bokun, 2012).

„Donji dio pluća je oko šest do sedam puta učinkovitiji u transportu kisika nego gornji dio pluća zbog bogatije ponude krvi uglavnom uslijed gravitacije. Njegovim pomakom za samo 1 mm omogućava se udah od 200-250 ml zraka više.“ (Martinović, 2016). Suvremeni autori govore kako je dijafragmalno disanje u mirovanju najzdravije za ljudski organizam.

„Kompletnu motoričku inervaciju dijafragme daju desni i lijevi frenični živci, *n. phrenicus*, a oba se odvajaju od prednjih *ramusa* C3-C5 segmenata kralježnične moždine i distribuiraju se ipsilateralno na dijafragmu s njezine donje površine.“ (Bokun, 2012).

„Na početku 20. stoljeća ljudi su disali iz dijafragme, međutim to danas nije slučaj jer ljudi većinom dišu iz prsa. Tijekom disanja iz dijafragme, sve alveole su homogeno pružene vertikalno što dovodi do svježeg zraka s većom koncentracijom O<sub>2</sub> za više arterijske krvi s kisikom. Dijafragmalno disanje stimulira rad limfnog sustava stvaranjem negativnog tlaka povlačenjem limfnih putova limfnog sustava.“ (Martinović, 2016). Dijafragmalno disanje isteže i proširuje donje dijelove pluća. Na sljedećoj slici vidimo dijafragmu.



Slika 3 Dijafagma; Izvor: <https://www.crisfit.es/diafragma-ejercicio-fisico/>

## 2.7. Alveole

Kao što je već ranije u radu spomenuto alveole su male „vrećice“, mjehurići promjera oko 0.25 mm, u plućima ih ima 400 do 500 milijuna što govori da se radi o jako velikoj površini koja je zadužena samo za proces izmjene plinova. One na neki način i vlaže udahnuti zrak i zbog toga zrak koji izdišemo ima čestica vodene pare. Pošto je površina kojom dišemo velika više se topline troši na tu površinu. (Car, 2011).

Na dnevnoj bazi mi udahnemo oko 8 tisuća litara zraka i kroz pluća dnevno prođe 10 tisuća litara krvi. (Bokun, 2012).

Alveole mogu biti raznih veličina, ovisno o položaju tijela u kojem se nalazi i o fazi dišnog ciklusa, inspirij ili ekspirij. Dok stojimo alveole su veće u gornjem dijelu pluća nego u donjem. Ako ležimo na leđima alveole s prsne strane su veće nego one koje su bliže leđima. U alveolama se nalaze makrofagi koji su zaduženi da bakterije izbacuju prema limfnim ganglijima ili ih eliminiraju bronhalnom sekrecijom. (Vučović, 2014).

## 2.8. Surfaktant

„Surfaktant je aktivna tvar slična sapunu koja prirodno prekriva unutrašnjost zrelih pluća, smanjuje površinsku napetost pluća i tako smanjuje tendenciju zatvaranja alveola na kraju ekspirija.“ (Stošić, 2020). „Ugljikohidrati i proteini u sastavu surfaktanta služe za održavanje strukture, sintezu, prijenos i izlučivanje.“ (Davidović, 2018).

Glavna svrha mu je održavanje plućnog tlaka u ravnoteži. Sastoji se od fosfolipida, bjelančevina i iona. Od najveće su važnosti dipalmitoil-fosfatidilkolin, apoproteini te kalcijevi ioni. Fosfolipid koji je zadužen za smanjenje površinske napetosti vode i tekućina u plućima je dipalmitoil-fosfatidilkolin. On se širi po površini vode, dio njega je hidrofilan, a dio hidrofoban.

Hidrofobni dio je okrenut prema zraku te stvara površinsku napetost. Surfaktante stvaraju epitelne stanice i zato je od velike važnosti da je u tijelu uvijek dovoljna količina surfaktanta jer u suprotnom ne bi mogli disati. Količina surfaktanta se posebno provjerava kod nedonoščadi ili novorođenčadi da bi se provjerila zrelost pluća da sama funkcioniraju. (Guyton, Hall, 2003).

## **2.9. Pleura**

Pleura je dvostruka ovojnica koja obavija pluća. Dvije su pleure: visceralna i parijetalna pleura. Visceralna pleura obavija unutarnju površinu pluća, a parijetalna pleura obavija vanjski sloj pluća. Pleura je prozirna i glatka što omogućava lakše širenje i klizanje unutar prsnog koša pri inspiriju i ekspiriju. Površina obje pleure iznosi 1m kvadratni. Parijetalna pleura je povezana s arterijskom krvi i dobro je inervirana, dok je visceralna isto vaskularizirana, ali je slabije inervirana. Između visceralne i parijetalne pleure je negativan tlak, no on se mijenja ovisno o inspiriju ili ekspiriju, ali kod zdravih osoba taj tlak je negativan u većini slučajeva. (Vučović, 2014).

Razlog zašto je pleura glatka i vlažna te omogućava plućima lagano i neometano širenje i skupljanje po prsnoj i trbušnoj šupljini je taj što se između vanjske i unutarnje poplućnice nalazi jako, jako tanak sloj tekućine koji omogućava sve navedeno. Tlak između vanjske i unutrašnje poplućnice je negativan kao što smo već ranije u radu naveli za 0.5kPa je niži od vanjskoga tlaka. Razlog zbog kojega intrapleuralni tlak mora biti negativan je taj što kada se pluća prazne ne bi u potpunosti ispraznila, stisnula, a također pripomaže i u širenju pluća kada se širi prsni koš. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999)

Tlak pleuralne tekućine mora biti negativan jer se pluća zbog svojih elastičnih i rastezljivih svojstava ne bi mogla sama održavati raširenima, taj negativni tlak oko njih im omogućava da ostanu rastegnuta, da ne kolabiraju. A glavni razlog zašto se taj tlak uvijek održava negativnim kao i za ostale negativne tlakove u tijelu je što limfni sustav neprestano radi, usisava i izbacuje tekućinu te na taj način održava tlak negativnim i na istoj razini. (Guyton, Hall, 2003).

### 3. Difuzija plinova u plućima

Prije svega moramo spomenuti pojam difuzijskog kapaciteta. Difuzijski kapacitet je volumen zraka koji može proći kroz membranu za vrijeme jedne minute, a da je pri tome razlika u tlakovima 1 kPa. Kod odraslog čovjeka u stanju mirovanja normalan difuzijski kapacitet iznosi 7 mmol/min/kPa. Kada ovaj podatak ubacimo u formulu za izračunavanje difuzijskog kapaciteta kisika za naše tijelo, a koja glasi: razlika tlaka kisika između membrana pomnožena s difuzijskim kapacitetom u jednom udahu i izdahu, dobijemo podatak da za vrijeme jedne minute u čovjekova pluća uđe 10.5 mmol kisika. Dok se pri mišićnom radu difuzijski kapacitet povisi na 22 mmol/min/kPa, a uzrok tog povećanja je proširenje i otvaranje zatvorenih plućnih žila što omogućava da se više molekula kisika može izmijeniti u jednom udahu i izdahu te idealna prokrvljenost pluća. Sve to se događa iz razloga jer u napornoj tjelesnoj aktivnosti čovjekovo tijelo troši puno više energije pa uzročno-posljedično kako troši više energije potrebno je i više kisika da bi mogli nastaviti sa tom aktivnošću. Potrebna je veća proizvodnja kisika što bi značilo da se proizvodnja kisika mora povećati u kraćem vremenskom periodu nego za vrijeme mirovanja jer srce u minuti izbacuje puno više krvi tijelu i zbog toga se prijenos kisika kroz membranu mora povećati da bi se cijelo tijelo i dalje za vrijeme napornog tjelesnog rada moglo opskrbiti dovoljnom količinom kisika. A da se broj molekula kisika koje prolaze kroz membranu poveća potrebno je, uz to što se žile prošire, i da se skрати vrijeme boravka molekula kisika u plućnim žilama. Molekule kisika jednostavno moraju puno brže prolaziti kroz membranu. Količina kisika koja se u jednoj litri krvi unese u tijelo za vrijeme naporne tjelesne aktivnosti bi iznosila 6,6 mmol. (Guyton, Hall, 2003).

Difuzija plinova u plućima se događa u alveolama između alveola i kapilara. Difuzija je složen proces jer plinovi prelaze u tekućinu i obrnuto. Difuzija plinova ponajprije ovisi o malim dišnim putevima (krajnjim bronhiolima, duktusima i alveolama), zatim ovisi o prolasku plinova kroz membranu između alveola i kapilara. Sama brzina i količina prijenosa plinova ovisi o tlaku, tj. pritisku koji se mijenja i ovisi o načinu i brzini kojom će se plin vezati za krvne stanice i na taj način prenositi krvlju tijelom. Proces difuzije funkcionira na način da tvari, molekule, atomi, tekućine prelaze iz područja veće koncentracije u područja s manjom koncentracijom. (Vučović, 2014).

Istraživanje: Promjene u difuzijskom kapacitetu pluća vrhunskih umjetničkih plivača tijekom treninga (2020)



Umjetnički plivači izloženi su konstantnim apnejama (nedostatak kisika) u vodenom okruženju tijekom vježbe visokog intenziteta izazivajući specifične fiziološke reakcije na trening, apneje i uranjanje. Ovo je istraživanje imalo za cilj procijeniti promjene u difuzijskom kapacitetu pluća kod umjetničkih plivača prije, za vrijeme i nakon treninga. U studiji je sudjelovalo jedanaest elitnih ženskih umjetničkih plivačica iz španjolske reprezentacije. Zaključeno je da se promjene difuzijskog kapaciteta pluća događaju tijekom treninga umjetničkih plivača, uključujući veliki porast difuzijskog kapaciteta nakon apnoičnog plivanja. Nije bilo razlika u difuzijskom kapacitetu pluća prije i nakon treninga. (Drobnic, Pons, Viscor, García, 2020).

#### **4. Plućni volumeni**

Plućni volumen možemo mjeriti metodom koju nazivamo spirometrija. Plućni volumen bi bio volumen, količina zraka koju čovjekova pluća mogu primiti odjednom, tj. jednim udahom. Guyton i Hall dijele plućni volumen na četiri volumena koji kada se zbroje daju rezultat koji je jednak ukupnom volumenu koji čovjek može udahnuti jednim udahom:

1. Respiracijski volumen – količina zraka jednog udaha i izdaha zdrave osobe u stanju mirovanja (500 ml).
2. Inspiracijski rezervni volumen – količina max. udahnutog zraka (3000 ml).
3. Ekspiracijski rezervni volumen – max. izdahnuti zrak forsiranim izdahom (1100 ml).
4. Rezidualni volumen – zrak koji uvijek ostane u plućima, čak iza izdaha (1200 ml).

## 5. Plućni kapaciteti

To bi bile neke mjere koje označavaju krajnje granice čovjekovih pluća. No kapaciteti se ne mjere direktno već indirektno pomoću plućnih volumena koji su izmjereni spirometrijom. Postoje formule kako dobiti plućne kapacitete, uglavnom uvijek se zbrajaju najmanje dva plućna volumena da bi dobili rezultat koliki je plućni kapacitet. Guyton i Hall rade podjelu na četiri osnovna plućna kapaciteta:

1. Inspiracijski kapacitet – max. količina zraka koja se može udahnuti (respiracijski volumen + inspiracijski volumen = 3500 ml).
2. Funkcionalni rezidualni kapacitet – max. volumen zraka koji ostaje uvijek u plućima (ekspiracijski rezervni volumen + rezidualni volumen = 2300 ml).
3. Vitalni kapacitet – max. volumen zraka koji čovjek može izbaciti iz sebe u jednom izdahu (inspiracijski rezervni volumen + respiracijski volumen + ekspiracijski rezervni volumen = 4600 ml).
4. Ukupni plućni kapacitet – max. širenje pluća pri max. naporom (vitalni kapacitet + rezidualni volumen = 5800 ml).

## 6. Plućna cirkulacija

U plućima postoje funkcionalne krvne stanice koje imaju neku svoju „mehaničku zadaću“ u tijelu, npr. prijenos kisika cijelim tijelom i nutritivne krvne stanice koje su zadužene za prehranu stanica. U svakom plućnom krilu se nalazi po jedna arterija (*a. pulmonalis*) i dvije vene (*vv. pulmonales*) koje su funkcionalne krvne stanice i dvije arterije (*aa. bronhiales*) i dvije vene (*vv. bronhiales*) koje su nutritivne krvne stanice. Plućne arterije imaju puno tanje membrane i mišićni sloj od sistemskih. Zbog toga plućna vaskularizacija može primiti više krvi od sistemske jer se tlak u njima vrlo malo povisi. Promjer plućnih kapilara iznosi oko 6 do 15  $\mu\text{m}$ , a dužina iznosi oko 2400 km. Plućni krvotok može primiti 215 ml krvi. Hidrostatski tlak plućnih kapilara je nizak (6 do 9 mmHg) i niži je od osmotskog tlaka plazme (25 do 30 mmHg) te stoga pojava tekućine u alveolama nije moguća jer krv odmah apsorbira u sebe plin. Zbog takvih tlakova plućne cjevčice i prostor pluća je suh i ne može se stvoriti edem. Ako bi se dogodilo da se hidrostatski tlak u kapilarama poveća iznad osmotskog tlaka plazme, tada će se tekućina kretati u smjeru alveola. To se događa kod plućne hipertenzije. Postoji još jedan razlog zašto tekućina ide u smjeru alveola, a to je da se ošteti membrana između alveola i kapilara. (Vučović, 2014).

Kod odraslog čovjeka u plućnim krvnim žilama teče od 60 do 140 ml krvi. Protjecanje krvi u plućima se poveća tri puta za vrijeme rada mišićnog sustava, a u periferijama pluća protjecanje krvi se poveća čak i za osam puta. Razlog ovih povećanja je da se tlak u krvnim žilama povećava uslijed ubrzanog metabolizma koji je uzrokovan mišićnim radom. (Guyton, Hall, 2003).

## 7. Plućna inervacija

Parasimpatikus i simpatikus inerviraju pluća. Glatke mišiće i žlijezde dišnih putova inervira parasimpatički sustav, tj. *nervus vagus*. Parasimpatikus održava normalni tonus glatke muskulature pluća. Grane *nervusa vagusa* ulaze kroz hilus, bazu pluća, a one sadržavaju motorička i senzorna parasimpatička vlakna. Stimulacijom parasimpatičkih vlakana steže se glatka muskulatura i događa se spazam dišnih puteva te je pojačano lučenje žlijezda. Ova vlakna utječu na glatke mišiće dušnika i dušnica, ali na alveolarne puteve i terminalne bronhiole ne utječu uopće. Simpatička inervacija je manje važna. Simpatičkom stimulacijom uzrokuje dilataciju dišnih puteva jer se oslobađa noradrenalin. (Vučović, 2014).

## 8. Dijagnostičke metode za pluća

### 8.1. Spirometrija

Spirometrija je jedna od najčešćih metoda za testiranje plućnih volumena i kapaciteta. Razlog zašto je spirometrija broj jedan, kada je dijagnostika u pitanju, je vrlo lagano i jednostavno obavljanje testa te ne traje dugo. „Kvaliteta izvođenja spirometrije je između 35 i 60% (što nije zadovoljavajuće)“ (Enright, 2012). Za očitavanje rezultata testiranja spirometrijom su nam potrebne i matematičke sposobnosti jer je potrebno koristiti određene formule za dobivanje krajnjeg rezultata mjerenja spirometrijom. Formula koja se koristi za dobivanje potrebnog rezultata je nazvana Tiffeneau indeks i ona glasi: FEV1 podijeljeno sa FVC pa sve to puta 100%. Tiffeneauovim indeksom dobivamo koliki je udio od sveukupnog FVC kojeg je pacijent izdahnuo iz pluća za vrijeme prve sekunde forsiranog izdaha pa nam taj postotak pokazuje o kojoj se bolesti radi i u kojem stadiju je bolest. FVC – forsirani vitalni kapacitet je maksimalna količina zraka koju pacijent izdahne, ali s prethodnim maksimalnim udahom. FEV1 – forsirani respiratorni volumen u jednoj sekundi je max. količina zraka koju pacijent izdahne za vrijeme prve sekunde pri forsiranom vitalnom kapacitetu. Kao i kod većine dijagnostičkih postupaka pa tako i kod spirometrije imamo određene indikacije i kontraindikacije za provođenje istoga. Indikacije - neki od simptoma plućnih bolesti (kašalj, teško disanje, iskašljavanje sputuma), procjenjujemo stadij bolesti i djelotvornost liječenja neke od plućnih bolesti te prevencija plućnih bolesti kod osoba sa rizičnim faktorima (pušenje). Kontraindikacije - proširenja krvnih žila, svježije operacije abdomena ili toraksa, srčani infarkt, iskašljavanje krvi iz dišnog sustava, očna operacija. (Popović-Grle, Fijačko, Marinić, 2015).

Prema doc. dr. sci. med. Jusufović Edinu, pulmologu – bronhologu, indikacije za provođenje spirometrije bi bile plućne bolesti (astma, KOPB...), srčane bolesti (plućna hipertenzija, kongenitalna plućna oboljenja, kongestivno zatajenje srca), neuromuskularne bolesti (Guillan Barre sindrom, amiotrofična lateralna skleroza, multipla skleroza, miastenia), mjerenje koliko štetni faktori imaju utjecaj na razvoj plućnih bolesti (pušenje, epidemiološka testiranja, sredina u kojoj pacijent živi), mjerenje i praćenje utjecaja lijekova na određenu plućnu bolest (pozitivno ili negativno), određivanje razine oštećenja ili invaliditeta (invalidi, sportaši). Neposredno prije nego počnemo s testiranjem potrebno je provjeriti je li sve na spirometru čisto i sterilno, postoji li na aparatu nekakvo oštećenje te provjera još nekih detalja ako je to potrebno ovisno o proizvođaču samog aparata. U aparat je potrebno unijeti podatke o temperaturi, vlažnosti, pritisku i nadmorskoj visini.

Prije početka testiranja potrebno je obaviti neke pripreme. Potrebno je uzeti i zapisati neke podatke od pacijenta kako bi pripremili samu aparaturu za korištenje jer se aparatura svaki puta namješta posebno za svakog pacijenta. Podaci koji su potrebni: dob, visina i težina. Podaci moraju biti precizno uvedeni u aparaturu prije samog provođenja testa. Još je bitno napomenuti pacijentu da prije početka provođenja testa ne smije koristiti bronhodilatatore, lijekove koji šire dišne puteve pa zbog toga rezultati testiranja ne bi bili relevantni. Kada smo sve pripremili, prošli indikacije i kontraindikacije možemo početi sa provođenjem testa. Test spirometrije se provodi u sjedećem položaju, pacijent je punim stopalima na podlozi, naslonjen na naslonjač, koljena su pod pravim kutom. Bitno je naglasiti pacijentu da sjedi uspravno, glava, ramena i kukovi da budu u jednoj liniji i na početku testiranja i tijekom testiranja i na kraju testiranja. Također je važno naglasiti da tijekom testiranja pacijent mora biti miran. Prije nego li započnemo s testiranjem pacijentu dozvolimo da se iskašlje ako to želi. Potom uzmemo štipaljku i postavimo je na nos pacijenta da bi pacijent disao samo i isključivo na usta. Zatim od pacijenta tražimo da u usta stavi kraj cijevi koja se koristi za testiranje spirometrijom, u potpunosti sve mora biti zatvoreno i ne smije ni na jednom mjestu zrak izlaziti izvan cijevi za testiranje. Kada je sve spremno pacijentu napomenemo da par puta normalno udahne i izdahne te da zatim najdublje što može udahne i eksplozivno i oštro izdahne produžavajući taj izdah sve dok ne istekne minimalno šest sekundi. Rezultat se smatra normalnim ako je pacijent imao eksplozivan početak izdaha, bez da se zakašljavao i da je na spirogramu imao glatke krivulje te ako je uspio zadržati izdah najmanje šest sekundi. Mjerenje se ponavlja pa i do osam puta te se prati da odstupanja ne budu veća od pet posto ili ako bi gledali u mililitrima više od 100 ml. Uzimaju se dva najbolja rezultata. (Popović-Grle, Fijačko, Marinić, 2015).

Prema jednom istraživanju u poboljšanju spirometrije nakon mišićne vježbe kod vrhunskih plivača iz 2017. godine (Rubini, Rizzato, Fava i sur.) cilj je bio istražiti mogući učinak mišićne vježbe (plivanja) na spirometriju. Mjerenja su provedena na devet visoko treniranih muških plivača natjecatelja (dob:  $41 \pm 12,79$  godina, visina:  $1,69 \pm 0,06$ m, težina:  $66,14 \pm 14,28$ kg, BMI:  $22,8 \pm 3,61$ kg/m<sup>2</sup>) tijekom službenog natjecanja. Podaci su prikupljeni na rubu bazena prije (kontrola, C) i nekoliko minuta nakon sesija plivanja (vježba, E), koje se sastojalo od 800m (7 ispitanika) ili 1500m (5 ispitanika) slobodnim stilom. Uočen je opći trend koji ukazuje na povećanje spirometrije nakon vježbanja. Pronađena su značajna povećanja FEV1 i MEF75 nakon vježbanja za plivanje na 800 i 1500m te FEF25-75 i MEF25 za kraće udaljenosti. Sukladno dobivenim rezultatima zaključeno je kako mišićna tjelovježba uzrokuje poboljšanje spirometrije zbog modulacije promjera dišnih putova i otpora protoku zraka izazvane

relaksacijom glatkih mišića kao i zbog pojačane snage kontrakcije ekspiratornih mišića. Oba ova mehanizma povezana su s povećanom simpatičkom aktivnošću za koju je dobro poznato da prati mišićnu vježbu. (Rubini, Rizzato, Fava, i sur. 2017).

## **8.2. Ostale dijagnostičke metode**

Standardizirani testovi u pulmologiji: radiološke pretrage, radioizotopske pretrage, endoskopske pretrage prsnog koša, biopsijske, citološke i histološke metode, mikrobiološke metode, imunološke pretrage, biokemijske pretrage, ispitivanje plućne funkcije, ventilacijska funkcija pluća, farmakodinamski test bronhodilatacije, testovi bronhalne hiperreaktivnosti te funkcionalni testovi koji se ne upotrebljavaju rutinski. Neke od ovih metoda ćemo malo pobliže objasniti u nastavku. U radiološke pretrage spadaju tomografija ili slojevito snimanje, dijaskopija(veliko zračenje), fluorografija(male dimenzije), bronhografija(kontrastna metoda), plućna i bronhalna angiografija(kontrasti), dijagnostički pneumomedijastinum(zrakom se napravi prostor i bolje se vide organi), UZV pretraga prsnog koša, CT(najdetaljnije), MR. U radioizotopske pretrage spadaju perfuzijska scintigrafija pluća, ventilacijska scintigrafija pluća i scintigrafija pluća. U endoskopske pretrage prsnog koša spadaju bronhoskopija, medijastinoskopija, i torakoskopija. Biopsijskim metodama se uzima uzorak nekog dijela pluća koji se potom analizira. Citološke i histološke metode su najučinkovitije kod zloćudnih tumora. Mikrobiološkim pretragama tražimo uzročnike plućnih bolesti i tu spadaju mikrobiološka dijagnostika nespecifičnih upala i mikrobiološka dijagnostika tuberkuloze. Imunološke pretrage izvode se in vivo i in vitro. Biokemijskim pretragama analiziraju se razni enzimi. Ispitivanje plućne funkcije – ventilacija(dolazak zraka izvana do pluća), distribucija(distribuiranje zraka po plućima), difuzija(prolazak kroz membranu), perfuzija(krvne žile pluća) te iskorištenost kisika u tkivima(utilizacija) – sve to se može testirati. Ventilacijska funkcija pluća se testira spirometrijom i tu spadaju statički i dinamički plućni volumeni, kapaciteti i protoci, difuzijski kapacitet, testovi za otkrivanje restriktivnih smetnji ventilacije i testovi za otkrivanje opstruktivnih smetnji ventilacije. Difuzijski kapacitet nam ukazuje na stanje difuzije plinova kroz membranu, mjerimo ga metodom jednog udaha. Funkcionalnim testovima koje ne upotrebljavamo rutinski testiramo: rastezljivost pluća, dinamičku rastezljivost pluća, statičku rastezljivost pluća i volumen zatvaranja. (Vrhovac, Francetić, Jakšić i sur., 2003)



## 9. Razvoj pluća od začeca

Razvitak pluća kod beba je jedan od najvažnijih vitalnih organa za preživljavanje kada se rode. Razvoj pluća odvija se u pet stadija. Prvi je stadij embrija gdje započinje uopće nova jedinka, razvitak bebe pa tako i pluća, zatim se pluća razvijaju u posteljici preko koje dobivaju kisik i hranu, a tu fazu razvoja zovemo pseudokemijska pozornica. Ova faza traje od 5. do 17. tjedna trudnoće i u ovoj fazi pluća nalikuju jednom deblu koje se grana na puno manjih grana, no s rastom te grane sve se više počinju razvijati, rasti i budu sve složenije. Sljedeća faza razvoja pluća se događa od 26. do 36. tjedna trudnoće i kada završi to razdoblje možemo reći da je beba spremna za izlazak jer u tim tjednima možemo reći da su pluća zrela za samostalan rad mada će se ona još razvijati dalje do prve tri godine života, a broj alveola raste i do 21. godine što znači povećanja površine samih pluća. Više alveola znači i da se više zraka razmjenjuje. Pluća su organ koji se u bebe razvija do zrelosti pred kraj trudnoće, stoga mogu nastati problemi ako se beba prerano rodi. Pluća su jedini organ koji ne radi samostalno sve dok ne izađe beba na svijet. (Brusie, 2020).

„Epizodični pokreti nalik disanju u fetalno doba predstavljaju refleksne pokrete moždanog debla. U ljudskih fetusa opaženi su za vrijeme 10. tjedna gestacije uz pomoć 2D UZV-a“ (De Vries, Visser, Prechtl 1982).

Krajem prvog tromjesečja prvi puta se mogu vidjeti prvi pokušaji imitacije disanja, dok su te imitacije „zaključaju“ i ne rade ih bebe u zadnja tri do četiri mjeseca i pluća su tada skoro cijela ispražnjena. Razlog te stagnacije je da se spriječi da se pluća pune ostacima mekonija koji beba izlučuje u plodnu vodu. (Guyton, Hall, 2003). „Fetalni pokreti poput disanja imaju ulogu u procesu plućne organogeneze“ (Inanlou, Baguma-Nibasheka, Kablar, 2005). „Jedna od funkcija ovih pokreta je i poticanje razvoja respiracijskih mišića, širenje alveolarnih prostora unosom amnijske tekućine i održavanje volumena pluća.“ (Dawes, 1974). (Jain 1999). „Novorođenčad pri mirovanju udahne 40-50 puta u minuti. Do pete godine života taj se broj smanji na oko 25 puta u minuti.“ (Car, 2011). Novorođenče u jednom udahu u pluća može unijeti 16ml zraka, dok je količina zraka koju novorođenče može unijeti u organizam u jednoj minuti 640ml, a to bi bilo za duplo više od odraslog čovjeka. (Guyton, Hall, 2003). Dijete kisik u utrobi dobiva kroz posteljicu jer mu pluća nisu spremna za rad. Posteljica kroz pupčanu vrpцу daje bebi hranu i kisik. Rođenjem djeteta kada se prekine pupčana vrpca dijete mora samo početi disati - koristiti vlastita pluća. No da bi pluća proradila mora se isprazniti sva tekućina iz njih koja je do sada u njima bila i plućne alveole se moraju ispuniti zrakom do kraja života. Protok krvi se mora povećati. Pluća su zrela kada su spužvasta, elastična i mogu se samostalno širiti i sužavati

dok se alveole šire dok se pune zrakom. Alveole su ispunjene tekućinom zvanom surfaktant. Surfaktant je sluzava tvar koja prekriva unutrašnjost pluća, smanjuje napetost pluća i smanjuje pokušaj zatvaranja alveola na kraju izdaha. Proizvodnja surfaktanta počinje oko 28. tjedna trudnoće i proizvodi se sve više i više što se bliži porod. (Mardešić i sur. 2016). „Surfaktant se sintetizira u Golgijevom aparatu i znatom endoplazmatskom retikulumu pneumocita II, a zatim se pohranjuje unutar lamelarnih tjelešaca. Surfaktant se također nalazi u plodovoj vodi, a izlučuju ga najvećim dijelom fetalna pluća i manjim dijelom dolazi s fetalne kože i ekskrecijom urina.“ (Hill, 2022). (Šelović, 2014). „Količina surfaktanta u plućima vrlo je malena, a prsni koš je mekan i uzak što onemogućava plućima da se otvore i dovoljno dobro ugrabe količinu kisika potrebnu da se apsorbira u krvotok i raspodijeli vitalnim organima“ (Mardešić i sur. 2016). (Stošić, 2020).

### **9.1. *Disanje po rođenju***

Dijete počinje disati na poticaj promjene okoline, okruženja – više se ne nalazi u plodnoj vodi, već je odjednom izložen vanjskom svijetu (temperatura, zrak, tlakovi...). Ako novorođenče ne počne odmah po rođenju disati njeno tijelo počinje biti hipoksično i hiperkapnično. Primjena anestezije kako na majku tako također utječe i na bebu pa se može dogoditi da beba ne diše i deset minuta poslije rođenja, a sve dulje od toga može uzrokovati smrt ili veoma teške posljedice na bebin mozak. Sindrom respiracijskog distresa je jedno od najčešće pojavljivanih problema po rođenju. Ono što može potaknuti pojavljivanje ovog sindroma je prijevremeno rođenje bebe ili ako je majka dijabetičarka. Kod nedonoščadi je vrlo česti uzrok smrtnosti sindrom respiracijskog distresa, a kojem je uzrok upravo jako mali broj surfaktanta ili ga uopće nema i pluća ne mogu funkcionirati, nisu dovoljno sazrela jer količina surfaktanta nam je pokazatelj razine zrelosti bebinih pluća. (Guyton, Hall, 2003).

### **9.2. *Primjena terapije***

„Egzogeni surfaktant primjenjuje se profilaktički i terapijski i time znatno poboljšava oksigenaciju i ventilaciju, smanjuje incidenciju pneumotoraksa i intersticijskog enfizema i razinu mortaliteta“ (Juretić, 2009). „Profilaktičko davanje surfaktanta označava primjenu unutar prvih 15 minuta od rođenja prije pojave prvih znakova respiratornog distresa. Terapijska primjena surfaktanta može biti i kasna odnosno nakon dva sata po rođenju“ (Stošić, 2020). „Također vrijedi spomenuti i primjenu kortikosteroida kada postoji rizik od prijevremenog porođaja. Kortikosteroidi koji prelaze placentnu barijeru (deksametazon ili betametazon) ubrzavaju proizvodnju surfaktanta i sazrijevanje pluća „ (Fraser, Walls, McGuire, 2004). Ako

majka pije metadon, alkohol ili puši cigarete može doći do manje frekvencije fetalnih pokreta disanja, kao i što mogu štetiti razvoju pluća bebe još u trbuhu. (Šurina, 2018). „Nedostatna prehrana u kasnoj fazi trudnoće može utjecati na razvoj pluća i nisku porođajnu masu djeteta.“ (Horvat, 2010). „Procjenjuje se da 12-14 milijuna majki u svijetu puši tijekom trudnoće, a više od 150 studija publiciralo je spoznaje o utjecaju pušenja na respiracijske bolesti u djece.“ (Aberle, 2014).



Slika 4 Razvoj bebe; Izvor: <https://maminamaza.com/trudnoca-po-tjednima>

## **10. Testovi zrelosti fetalnih pluća**

Zrelost fetalnih pluća se može odrediti biokemijskim i biofizikalnim testovima. Biokemijskim testovima mjerimo koncentraciju kemijskih sastojaka surfaktanta, a biofizikalnim testovima procjenjujemo površinsku aktivnost fosfolipida. (Davidović, 2018).

### **10.1. Biokemijski testovi**

#### **10.1.1. Omjer lecitin/sfingomijelin**

Ovaj test se bazira na provjeri razine fosfolipida u plodnoj vodi. Razina lecitina raste u odnosu na razinu sfingomijelina od trideset i drugog tjedna trudnoće. Sfingomijelin i dalje ostaje u istoj razini kao i do trideset i drugog tjedna trudnoće. Test je pozitivan ako razina lecitina raste u odnosu na razinu sfingomijelina, tj. razvoj pluća dobro napreduje. (Kuvačić, Lovrić-Gršić, 2009).

#### **10.1.2. Fosfatidilglicerol**

Dio surfaktanta je i fosfatidilglicerol i mjeri se njegova razina u plodnoj vodi koja bi trebala rasti par tjedana iza povećanja razine lecitina. Tankoslojna kromatografija je metoda kojom mjerimo razinu fosfatidilglicerola. Test je pozitivan ako je razina fosfatidilglicerola viša od 2.0 miligrama po litri ili ako je razina fosfatidilglicerola ista ili viša od tri posto u odnosu na sve fosfolipide, dok je test negativan ukoliko je razina fosfatidilglicerola niža od 0.5 miligrama po litri. (Davidović, 2018).

### **10.2. Biofizikalni testovi**

#### **10.2.1. Clementsov test pjene**

Ovaj test se provodi na način da se spajaju alkohol etanol i surfaktant u pet posudica, ta smjesa se promućka i bitno je da se pojavi pjena ili stabilni prsten i tada je test pozitivan te se pluća razvijaju u najboljem redu. (Kuvačić, Lovrić-Gršić, 2009).

#### **10.2.2. Bojanje lamelarnih tjelešaca**

Uzimamo uzorak plodne vode te iz nje izdvajamo lamelarna tjelešca u kojima je pohranjen surfaktant kojeg proizvode pneumociti tipa II. Bojanjem lamelarnih tjelešaca iz plodne vode dobivamo podatak koliko ima surfaktanta, a broj surfaktanta nam pokazuje razinu zrelosti pluća. (Davidović, 2018).

## 11. Anatomija i fiziologija disanja

Zrak do pluća dolazi kroz nos i usta te kroz ždrijelo i grkljan. Zrak se u ustima i nosu navlaži i ugrije te zatim ugrijan i navlažen putuje dalje dišnim putem do pluća. Na ulazu u grkljan nalazi se mišić epiglottis koji je zadužen da zatvori ulaz prema plućima kada jedemo hranu. Iza grkljana zrak ide kroz dušnik koji se zatim grana na dvije dušnice, bronhije koje se još granaju u puno malih bronhiola na kraju kojih se nalaze milijuni malih „vrećica“, alveola koje su vrlo dobro prokrvljene sa sitnim kapilarama kako bi se brzo mogao odvijati proces izmjene kisika i ugljikovog dioksida. (Čuić, 2017).

Kisik zatim iz alveola prelazi u krvne žile kapilare procesom difuzije te se dalje transportira plućnim venama do lijevog dijela srca koje taj kisik pumpa, istiskuje dalje krvotokom po cijelom tijelu. Dok se dalje ugljikov dioksid putem gornje i donje šuplje vene vraća do desnog dijela srca koje tu krv obogaćenu ugljikovim dioksidom šalje putem plućne arterije do pluća, konkretnije do alveola u kojima se odvija proces difuzije i ugljikov dioksid prelazi u pluća i izbacuje se izvan tijela putem nosne ili usne šupljine, a na istom mjestu kod alveola novi kisik, ulazi u krvotok i tako dalje sve u krug.

Postoji više podjela disanja pa ćemo ih opisati jednu po jednu. Jedna od podjela je da postoji stanično i fiziološko disanje. Kao što smo već naveli prisustvo kisika u našem tijelu je od krucijalne važnosti. Uz prisustvo kisika se u našem tijelu stvara energija potrebna za rad svih stanica i organa u našem tijelu, krv obogaćena kisikom prenosi kisik do svih „kutaka“ ljudskog tijela te takvo disanje zovemo stanično disanje jer se odvija u našem tijelu, transport kisika unutar našeg tijela. A da bi ljudsko tijelo uopće imalo taj kisik pa da njime raspolaže u tijelu staničnim disanjem za proizvodnju energije i održavanjem našeg tijela u životu potrebno je kisik stalno iznova unositi u naše tijelo iz atmosfere jer kisik se troši u našem tijelu i cirkulira tijelom procesom difuzije po principu da iz područja veće koncentracije prelazi u područja manje koncentracije – i takvo disanje zovemo fiziološko disanje (disanje između atmosfere, okoline i našeg tijela). Općenito transport kisika možemo podijeliti u 4 etape:

1. Dolazak zraka iz atmosfere do plućnih alveola.
2. Dolazi do razmjene plinova kroz alveole do plućnih kapilara.
3. Preko plućnih kapilara plinovi putuju dalje do svih dijelova ljudskog organizma.
4. Na kraju dolazi do mijenjanja plinova na periferijama našeg tijela. (Bokun, 2012).

U plućima se još nalazi zrak mrtvog prostora. Kada čovjek udahne nikada sav taj udahnuti zrak ne dođe do alveola i da se iskoristi sav udahnuti zrak. Dio tog zraka ostane u dišnom sustavu

samo zato da bi ispunio cijeli prostor dišnog sustava, ali se ne iskorištava i njegov volumen kod odraslog čovjeka iznosi 150ml. Taj zrak se kada krenemo izdisati prvi izbacuje van iz pluća. (Guyton, Hall, 2003). „Kada nema protoka zraka u pluća i iz pluća tlakovi su u svim dijelovima respiracijskog stabla do alveola jednaki atmosferskom tlaku 0kPa.“ (Martinović, 2016). A to ne smije biti jer ako se izjednače tlakovi, ovaj u plućima i onaj atmosferski pluća bi kolabirala. Pošto je vanjski atmosferski tlak stalan, tlak u plućima je taj koji se mora mijenjati, a mijenjanju tlaka u plućima pripomaže dišna muskulatura koja uzrokuje širenje i skupljanje trbušnih i prsnih šupljina što u konačnici rezultira promjenom tlakova i dolazi do procesa difuzije. (Keros, Pećina, Ivančić-Košuta, 1999). Kada je tijelo u nekoj napornoj tjelesnoj aktivnosti mišići izbacuju jako puno ugljikovog dioksida. Tjelesna temperatura pa tako onda i temperatura mišića bude viša za par stupnjeva, a što šalje informacije mozgu da je tijelu potrebno više kisika, preciznije samim mišićima i njihovim vlaknima. Trošenje kisika i ugljikovog dioksida kada mišići dodatno rade se može povećati i dvadeset puta. Razlozima zašto se protok zraka i općenito disanje povećava proporcionalno radu mišićnog sustava smatra se kao prvo da je cijelo tijelo umreženo živčanim spletovima i na neki način onda u principu sve, tj. svaka pa i najmanja promjena u tijelu ima utjecaj na cijelo tijelo pa tako onda konkretno kod povećanja aktivnosti mišića, u mozak stižu impulsi o radu mišića i mozak reagira na to vraćajući impulse prema mišićima, dok istovremeno obavještava ostale sustave u tijelu da se događaju neke promjene u tijelu (mišićni rad) pa se tome moraju prilagoditi svi ostali sustavi pa čak i dišni sustav. Kao drugo mnogi autori navode da svaka promjena u zglobovima, aktivacija proprioceptora posljedično šalje impulse do mozga, a ujedno i do centra za disanje. (Guyton, Hall, 2003).

Kisik se kroz tijelo transportira uz pomoć hemoglobina i eritrocita što ćemo kasnije detaljnije opisati. Procesom difuzije se u našem tijelu odvaja kisik od ugljikovog dioksida jer imaju različite tlakove. Sljedeća podjela disanja bi bila podjela na vanjsko i unutarnje disanje. Kod vanjskog disanja postoji aktivni i pasivni dio disanja. U aktivni dio ubrajamo udah za vrijeme kojeg zrak putuje do pluća. Zbog djelovanja procesa difuzije zrak ulazi u pluća jer udahom se širi prostor u trbušnoj šupljini, a povećanje prostora za sobom vuče smanjenje tlaka dok je u tom trenutku tlak izvan tijela veći. Veličina prsne šupljine se pri udahu može povećati čak i do 20 posto više od normalne veličine. U pasivni dio vanjskog disanja ubrajamo izdah za vrijeme kojeg se također procesom difuzije sada zrak izbacuje iz pluća, preciznije ugljikov dioksid, a razlog tome je da se prostor trbušne i prsne šupljine smanjuje što uzrokuje povećanje tlaka u plućima i u tom trenutku je taj tlak veći od vanjskog. Unutarnje disanje se odvija između krvi i stanica i samih stanica međusobno. Ono je jako važno jer se tim procesom stvara energija

potrebna za održavanje metabolizma na funkcionalnoj razini. Kisik se u alveolama odvaja od ostalih plinova i difuzijom prelazi u plućne kapilare gdje se veže na eritrocite (crvene krvne stanice), konkretnije na hemoglobin (krvni pigment) koji onda transportira taj kisik po cijelom tijelu. Eritrocita u našem tijelu ima jako puno (oko 25000 milijardi) te se njihova brojka učesterostručuje uz pomoć hemoglobina koji se sastoji od 4 atoma željeza, a jedan atom željeza uza sebe veže jednu molekulu kisika. Sama brojčanost eritrocita i hemoglobina je razlog zašto baš oni transportiraju kisik po tijelu. Ugljikov dioksid na isti način izlazi iz organizma kroz alveole procesom difuzije. Tlak ugljikovog dioksida u venskoj krvi je veći od tlaka ugljikovog dioksida u alveolama i to je razlog zašto se onda izbacuje ugljikov dioksid, tj. prelazi iz područja većeg tlaka u područje manjeg tlaka. Zbog toga u sportu, kada se sportaš preforsira, probija svoje granice, tijelo ne može dobavljati dovoljno kisika. Tada zbog male koncentracije kisika pada i sami tlak kisika, a kada taj tlak padne ispod 3 mm/Hg onda mišići kao i cijelo tijelo prelaze u anaerobnu zonu rada. Uslijed toga kapilare u mišićima se šire (i do 200 puta) jer na taj način traže od organizma kisik. Prema zakonima fizike kada povećavamo volumen tlak se smanjuje i automatski će, kada organizam to bude mogao, kisik „grnuti“ u mišiće jer će biti jako velika razlika u tlakovima kisika unutar tih kapilara i nadolazećeg „svježeg“ kisika. No kao posljedica svega toga zbog velike količine ugljikovog dioksida može doći do pojave mliječnih kiselina, tj. do upale mišića, a koja se može tretirati utrljavanjem sapuna koji je lužina u mišiće te na taj način smanjiti količinu kiseline u njima. (Bokun, 2012).

U našem tijelu postoje rezerve kisika koje tijelo koristi pri napornoj tjelesnoj aktivnosti, a naziv za te rezerve je dug kisika. Rezerve tog kisika se nalaze u plinovitom stanju u plućima (0.5 l), u tekućem stanju u tijelu (0.25 l), u molekularnom stanju na hemoglobinu (1 l) i još isto u molekularnom stanju u samim mišićima na mioglobinu (0.3 l). Taj kisik se iskorištava kada je tijelo u napornoj tjelesnoj aktivnosti i potrošilo je sav kisik iz udahnutog zraka te tijelo zatim u vremenu od jedne minute iskorištava taj pohranjeni kisik da bi se čim duže održao aerobni metabolizam. Još devet litara kisika se dodatno mora iskoristiti za regeneraciju fosfagena i razgradnju mliječnih kiselina. Zatim sveukupno bi to bilo jedanaest i pol litara kisika koji je iskorišten dodatno nakon potrošenog udahnutog zraka, sav taj kisik se mora nadoknaditi te zbog toga volumen tog kisika zovemo dug kisika. Dug kisika se nadoknađuje u dva navrata, prvi povrat nazivamo dug kisika bez mliječne kiseline (3.5 l za povrat fosfagena u normalu), dok drugi povrat nazivamo dug kisika zbog mliječne kiseline (8 l za razgradnju mliječnih kiselina). Nakon završetka naporene tjelesne aktivnosti čovjekovo tijelo nastavi još jedan period udisati iste ako ne i veće količine zraka kao za vrijeme naporene tjelesne aktivnosti iz razloga da bi se

povratio dug kisika koji je potrošen. (Guyton, Hall, 2003). Disanjem upravljaju produžena moždina i most te im je glavna svrha da se u svakom trenutku u našem tijelu nalaze određene koncentracije kisika, ugljikovog dioksida i vodikovih iona. Jer čim se koncentracija bilo koje od ove tri supstance poveća ili smanji ispod ili iznad dozvoljenog, produžena moždina preko živčanog sustava odmah reagira na način da ili ispušta iz organizma prekomjerne količine neke od supstanci ili od organizma traži da nabavi još dodatne supstance koja nedostaje. Isto tako produžena moždina regulira pH vrijednost krvi jer količina ugljikovog dioksida utječe na pH vrijednost krvi. (Bokun, 2012).

Na slici vidimo prikaz disanja.



Slika 5 Prikaz disanja; Izvor: <https://belina-masaza.hr/2020/04/10/vjezbe-disanja/>



## 12. Fiziologija disanja kod sportaša

Prosječan čovjek u mirovanju potroši 250 ml kisika u jednoj minuti, dok u stanju treninga ili maksimalnog opterećenja te se brojke mogu znatno povećati. Za prosječnog čovjeka koji se ne bavi nikakvom tjelesnom aktivnošću ili sportom potrošnja kisika u jednoj minuti za vrijeme maksimalnog opterećenja bi iznosila 3600 ml. Amaterski sportaš u maksimalnom opterećenju bi u jednoj minuti potrošio 4000 ml kisika, dok bi profesionalni sportaš potrošio 5100 ml kisika u jednoj minuti. Dišni sustav za vrijeme tjelesne aktivnosti, treninga, je opterećen za oko 50% više nego li u stanju mirovanja. Treningom se ne može znatno utjecati na poboljšanje  $VO_2$  max (volumen kisika koji se potroši u jednoj minuti maksimalnog aerobnog metabolizma za vrijeme napora) jer je  $VO_2$  max uvjetovan genetski. Difuzijski kapacitet kisika se višestruko povećava pri maksimalnom radu mišića u omjeru na stanje mirovanja. Razlog tome je što u stanju mirovanja krv slabo i usporeno kola krvnim žilama, a kada se tijelo stavi u maksimalni mišićni rad krvne žile se prošire i uključe se sve krvne žile u transport kisika i puno je veća površina kojom kisik može prolaziti. Zbog toga se difuzijski kapacitet tako puno povećava – omogućeno je da odjednom velika količina kisika u jednoj minuti prelazi membranu i transportira se dalje krvotokom do ostatka tijela. Na difuzijski kapacitet kisika je moguće treningom u određenoj mjeri utjecati da se poveća. Povećanom tjelesnom aktivnošću ili treningom tijelo zahtijeva više kisika što i dobije, a da bi se to ostvarilo krvne žile se šire i na taj način više krvi kola tijelom i dolazi do srca što povećava srčani minutni volumen. Kao što smo već navodili potrošnja kisika se neminovno mora povećati za vrijeme mišićnog rada, rezultat toga je proširenje krvnih žila i za pretpostaviti bi bilo da će se zbog toga tlak kisika smanjiti, a ugljikov dioksid povećati. No ne dođe do toga, već dišni sustav i dalje unatoč mišićnom radu održava tlakove kisika i ugljikova dioksida u balansu. „Parcijalni tlakovi plinova u krvi ne moraju uvijek postati abnormalni da bi se stimuliralo disanje u tijeku mišićnog rada.“ (Guyton, Hall, 2003). Na održavanje tlakova u balansu uvelike ima utjecaj živčani sustav. Preko živčanog sustava mišići šalju „podatke“ o svojoj aktivnosti mozgu koji to sve obrađuje i potom informira sve sustave tijela da jedan dio sustava radi pa „upozorava“ sustav pa tako i dišni da se prilagode novonastaloj situaciji. Isto tako svaka kontrakcija mišića, promjena položaja zglobnih tijela i aktiviranje proprioceptora preko živčanog sustava obavještava i dišni centar da kontrolira svoj sustav i da se prilagodi novonastaloj situaciji. Sportaš mišićnim radom uvelike povećava protjecanje kisika i krvi kako u cijelom tijelu tako i u svakom pojedinom mišiću. Ukratko ćemo objasniti što se događa u skeletnom mišiću za vrijeme mišićnog rada. Svaki puta kada skeletni mišić napravi kontrakciju, stisne krvne žile i dokle god je skeletni mišić pod kontrakcijom žile

su također stisnute, što bi značilo da u tom trenutku skeletni mišić sam sebi blokira, uspori dolazak kisika i hranjivih tvari koje su mu potrebne da bi nastavio kontrakcije, tj. rad. Čim se skeletni mišić opusti krvne žile se opet šire i sve što je u njima „grune“ u skeletni mišić da ga „nahrani“ kisikom, hranom i energijom. (Guyton, Hall, 2003).

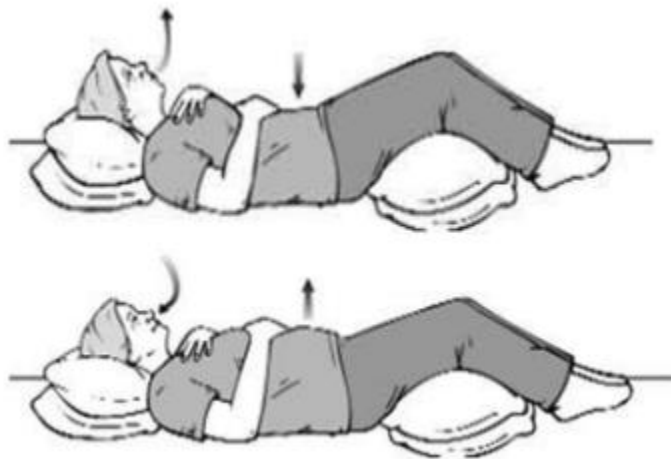
Da pušenje šteti cijelom organizmu, a posebno dišnom sustavu, dokazano je mnogim studijama. Posebno ima jako loš utjecaj na sportaše, kako na njihovo zdravlje tako i na njihove rezultate što je sportašu mnogo bitnije. Sportaši koji puše imaju kraći dah, a posljedično tome i smanjene mogućnosti iskorištavanja svojih vlastitih mišićnih kapaciteta. Tri su razloga tome. Prvi je taj što glavni sastojak cigareta – nikotin potiče zatvaranje perifernih dušnica i zbog toga je smanjena ventilacija zraka prema i od pluća. Drugi razlog je dim iritira unutrašnje stjenke dušnika koje počinju oticati i stvarati više tekućine što isto smanjuje protjecanje zraka. I treći razlog bi bio opet glavni sastojak cigareta nikotin koji uništava cilije (stanice) kojima je zadatak da izbacuju sekret i otpadne tvari iz dišnog sustava – zbog toga se u dišnim putevima nakuplja sekret i druge otpadne tvari koje ometaju protok zraka. Osobe koje puše cijeli svoj život mogu se dovesti i do stanja da im dišni sustav toliko propadne da im i par koraka može predstavljati veliki napor i da počnu teško disati. Ukratko njihova kvaliteta života je smanjena na minimum. (Guyton, Hall, 2003).

### 13. Kako disati pravilno

Disanje je automatska radnja koju obavljamo svakodnevno, htjeli mi to ili ne htjeli. Ali s druge strane možemo utjecati na to kako ćemo disati, npr. možemo zadržati dah ako želimo. Postoje ograničenja koliko može naše tijelo bez kisika. Disanje kontroliraju dvije skupine živaca. Jedna skupina pripada voljnom sustavu, a druga nevoljnom, tj. autonomnom. (Vučović, 2014).

Možemo utjecati na dišni sustav i pozitivno i negativno. Pozitivno u smislu zdravog života, šetnji svakog dana u šumi ili uz more barem sat vremena te bavljenje sportskom aktivnošću i na taj način ojačati dišnu muskulaturu. Kao što je dobro da se automobilski motor koristi, tj. da se podmazuje pumpa za gorivo da bi auto išao bolje, a ako automobil stoji u garaži godinu dana on će korodirati. Tako je potrebno i našim plućima da se više koriste da bi nas što bolje i duže služili u našim svakodnevnim aktivnostima. Ako živimo u urbanim sredinama i ne idemo gotovo uopće u prirodu, ako cijeli život udišemo taj zagađeni zrak, ako pušimo, ako konzumiramo alkohol ili droge sve će to u konačnici imati neke posljedice. I način života utječe na našu dišnu muskulaturu, ako puno sjedimo, a ne krećemo se dovoljno, ne istežemo se i razgibavamo, naša muskulatura će poprimiti neke nepravilne oblike, mišići će se skratiti gdje ne treba pa tako i izdužiti gdje ne treba. Važno je i održavati elastičnost dijafragme kako bi to disanje bilo što lakše i jednostavnije jer tek tada možemo disanjem ostvariti puni učinak; punu gibljivost rebara, ključne kosti, kralježnice i ošita, a samim time i veći plućni kapacitet. Moramo naše tijelo držati u nekom balansu. Normalno je da nitko od nas nije savršen, ali bitno je da uvijek težimo nekom balansu. Kada dišemo na usta unesemo više bakterija i štetnih čestica nego kada dišemo na nos jer je veća površina kojom udišemo i lakše uđu bakterije i štetne čestice. Preporuča se disati umjereno i polagano, ali abdominalno jer se na taj način unosi dovoljno kisika, cijela pluća budu ispunjena zrakom i radi najveći broj dišne muskulature. (Bokun, 2012). Tim načinom disanja aktiviramo parasimpatički živčani sustav. (Vučović, 2014). Pravilan način disanja je od presudne važnosti kod profesionalnih sportaša, no također ovisi i o kojem je sportu riječ. Npr. kod sportova čije aktivnosti na turnirima traju veoma kratko (sprint) disanje neće biti od tolike presudne važnosti za postizanje najboljeg mogućeg rezultata, ali je isto važno na koji način će sportaš disati. Dok kod sportova čije aktivnosti na turnirima traju dugo i traže od sportaša izdržljivost (maraton) pravilan način disanja je od ključne važnosti za postizanje najboljih mogućih rezultata u pojedinom sportu. (Guyton, Hall, 2003). Primjer pravilnog disanja bi bio da se legne na leđa, ruke opuste uz tijelo, a podloga bi trebala biti tvrđa. Zatim jednu ruku postaviti na prsni koš i drugu ruku postaviti na abdomen, treba težiti da ruka na prsima čim više miruje, a ruka na truhu da se miče gore i dolje. Inspirij neka traje 1 do 2

sekunde na način da se trbuh lagano zaobli, ekspirij neka bude na usta tako da su usta stisnuta i izgovara se lagano „š“ u trajanju od 4 do 6 sekundi. Zatim se trbuh uvlači prema kralježnici, dok ruku na prsnom košu ne smijemo uopće pomaknuti. Preporuča se da pluća prije svakog početka vježbanja disanja u potpunosti isprazniti tj. izdahnuti sav zrak. (Kalezić, Vučović, i sur. 2020).



*Slika 6 Pravilno disanje; Izvor: <https://artemeda.hr/pravilno-disanje-jacanje-imuniteta/>*

## **14. Načini disanja**

Postoji više načina disanja, svaki autor navodi svoje načine disanja. U ovome radu će se navesti one koji su najčešći i koji se najviše pojavljuju u literaturi. Tri su glavna načina disanja, a to su: gornje, srednje i donje disanje. Za svako od ova tri načina disanja postoje još neki nazivi koji su istoznačnice svakom od ovih disanja. Neki autori kažu da je najkorisnije disati odjednom sa sva tri načina u punom njihovom kapacitetu, no takav način zahtijeva puno vježbe da bi se ostvarilo.

### ***14.1. Gornje disanje***

Gornje disanje se još naziva i klavikularno disanje. To je disanje vrlo plitko i ubrzano, čak zna biti i blago hiperventilirajuće. Tako dišemo kada smo pod nekim jakim stresom, kada imamo neki veliki strah od nečega ili može biti i kada treniramo. Takvim načinom disanja trošimo puno energije. (Bokun, 2012).

### ***14.2. Srednje disanje***

Srednje disanje se naziva još i prsno disanje. To je nešto dublje disanje od gornjeg. Takvim načinom disanja se širi prsni koš, donji dio pluća miruje. Potrošimo manje energije na ovakvo disanje od gornjeg, ali više od donjeg te dobijemo i manje kisika ovim načinom disanja. Ovim disanjem prsni koš se širi bočno i većina ljudi diše na ovaj način. (Martinović, 2016)

### ***14.3. Donje disanje***

Donje disanje još zovemo i trbušno ili abdominalno disanje. To je najdublje disanje i dovodimo zrak u cijela pluća. Ovakvim disanjem „masiramo“ abdominalne organe, relaksiramo tijelo i um te na ovaj način dovodimo najviše, tj. dovoljnu količinu kisika u tijelo. Ovako dišemo kada radimo neke intenzivnije aktivnosti. Ovim disanjem ošit se kontrahira prema dolje te na taj način se ostavlja slobodan prostor za donji dio prsnog koša i šire se kompletno cijela pluća. Ovako više dišu muškarci od žena jer se ovim disanjem širi trbuh prema van. (Bokun, 2012).

## 15. Vježbe za abodimalno ili dijafragmalno disanje

### 15.1. Vježba 1

Početni položaj u prvoj vježbi je supinirani položaj, ruke su uz tijelo i glava je na podlozi u ravnini s tijelom. Zatim od pacijenta zahtijevamo da jedan dlan postavi na prsa i drugi dlan na trbuh. Zadajemo pacijentu zadatak da diše na način da se dlan koji je na trbuhu giba gore - dolje, a da dlan koji se nalazi na prsima miruje. To bi bila početna vježba da pacijent uopće osvijesti kakvo je to dijafragmalno disanje. (Rakhimov, 2020).



*Slika 7 Prikaz dijafragmalnog disanja.  
Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija*

### 15.2. Vježba 2

Početni položaj u drugoj vježbi je također supinirani položaj, ruke su uz tijelo i glava je na podlozi u ravnini s tijelom. Zatim pacijentu na abdomen postavimo neki predmet otprilike težine između jedne do tri kile i zadamo zadatak da diše na način da se predmet koji mu se nalazi na trbuhu podiže i spušta za otprilike dva do tri centimetra s naglaskom da cijeli prsni koš širi čim više tijekom udisaja. Napraviti tri do pet ponavljanja, malo odmoriti i zatim odraditi tri serije ovakvog ponavljanja. Preporuča se ovu vježbu provoditi čim više puta na dan i kao predvježbu svakom obliku tjelesne aktivnosti ili treninga. Bitno je pravilno izvoditi vježbu kako bi doveli svoje dišne organe i mišiće do automatizacije i da na taj način pacijenti počnu u svakodnevnom životu disati „punim plućima“, odnosno dijafragmalno. (Martinović, 2016).



*Slika 8 Dijafragmalno disanje s otporom.  
Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija*

### **15.3. Vježba 3**

Početni položaj ove vježbe je stojeći položaj, ruke su uz tijelo, noge su u raskoračnom stavu u širini kukova. Pacijentu postavimo remen ili nekakav pojas vodoravno u odnosu na tlo i u razini par centimetara ispod mamila. Na taj način onemogućujemo pacijentu disanje rebrima i prsima. Zatim pacijentu zadamo zadatak da diše trbuhom, abdominalno koristeći dijafragmu kao glavni mišić pri disanju. Moramo napomenuti pacijentu da diše polagano i kontrolirano jer vrlo lako može doći do hiperventilacije, a to ne želimo postići u ovoj vježbi. (Rakhimov, 2020).



*Slika 9 Dijafragmalno disanje uz pomagala  
Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija*



## 16. VJEŽBE DISANJA

### 16.1. *Nadi sodhana*

Početni položaj je sjedeći položaj s nogama maksimalno flektiranim i preklopljenim jedna preko druge ispred tijela, ruke su uz tijelo dok se glava nalazi u laganoj semifleksiji. Pacijenta zamolimo da lijevu ruku položi na lijevo koljeno dlanom okrenutim prema gore te da začepi desnu nosnicu palcem suprotne ruke dok su kažiprst i srednji prst iste ruke naslonjeni na čelo i prstenjak i mali prst su slobodni. Prije početka izvođenja ove vježbe potrebno je naglasiti pacijentu da mu usta za vrijeme izvođenja ove vježbe moraju biti zatvorena. Zatim zadajemo pacijentu zadatak da zrak udahne lijevom nosnicom, da zadrži taj zrak tri do pet sekundi te u isto vrijeme pusti palcem desnu nosnicu i prstenjakom iste ruke zatvori lijevu nosnicu i izdahne zrak van kroz desnu nosnicu. Vježba se ponavlja tri do pet puta na istoj strani zatim se sve isto ponovi samo na drugoj strani nosa u tri serije ponavljanja. Između svakog ponavljanja se napravi odmor, pauza od pet do deset sekundi. (Martinović, 2016)

Ovom vježbom utječemo na pročišćavanje energetskih kanala i u Yogi se ova vježba smatra najtežom, a ujedno dugoročno gledano i najefektivnijom vježbom disanja za čovjekovo zdravlje. Ovom vježbom utječemo i na rad mozga jer osvježujemo rad desne i lijeve strane mozga. (Puljo, 1975). 2011 godine je provedeno istraživanje o utjecaju provođenja vježbe Nadi sodhana na kardiovaskularni sistem i dokazano je da je uslijed provođenja vježbe Nadi Sodhana bolji vitalni kapacitet pluća, rad srca, krvni tlak te da pozitivno utječe na sveukupno zdravlje čovjeka. Testove su provodili u dvije skupine ljudi, jedni koji su provodili vježbu Nadi Sodhana i drugi koji nisu. Istraživanje se provodilo svakodnevno u trajanju od šest tjedana i vježbanje u trajanju od pola sata svaki dan. Testovi koji su se provodili su otkucaji srca, vitalni kapacitet pluća te krvni tlak. (Singh, Gaurav, Parkash, 2011). „Subbalakshmi i sur. (2005) navode kako "Nadi shodhana pranayama" brzo izmijenjuje srčanoplućne odgovore.“ (Subbalakshmi, Saxena, Urmimala, i sur. 2005).



*Slika 10 Vježba 1.*

*Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija*

## **16.2. Uddiyana bandha**

Početni položaj je sjedeći položaj s nogama maksimalno flektiranim i preklopljenim jedna preko druge ispred tijela, dlanovi su oslonjeni na koljena, glava je u ravnini s ramenima i kukovima. Tražimo od pacijenta da duboko udahne te zatim odmah izdahne, a istovremeno dok izdiše da ide u laganu semifleksiju trupa zatim na kraju izdaha zadržati dah par sekundi, uvući pupak čim više unutra te na kraju opustiti trbuh i ponoviti vježbu pet do deset puta u tri serije. (Puljo, 1975).



*Slika 11 Vježba 2*

*Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija*

### **16.3. Aktiviranje trbuha**

Ova vježba ima dva početna položaja, jedan je stojeći položaj, a drugi je sjedeći položaj, ruke su položene na abdomenu. Zadajemo pacijentu da zamisli trbuh kao balon i nos kao cijev, tj. kao završetak tog balona. Zatim objasnimo pacijentu da kada radi udah da se tada balon puni i odmičemo ruke koje se nalaze na abdomenu/balonu od sebe, a kada izdiše da se balon ispušta i ruke čim više ulaze u zonu trupa. Cilj je ovom vježbom čim više aktivirati dijafragmu. (Lewis, 1997).



*Slika 12 Vježba 3*

Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija

### **16.4. Pranayama u hodu**

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je stojeći položaj, ruke su uz tijelo, glava je u ravnini s ramenima, kukovima i petama. Ovo je vježba dinamične prirode, izvodi se u hodu. Sad je sve stvar igre ritma i omjera hoda i disanja. Bitno je imati faze udaha, izdaha, zadržavanja daha i pauze. Npr. tri koraka udah – tri koraka izdah – tri koraka udah – jedan korak zadržavanje daha – tri koraka izdah – jedan korak pauze. Kao nadogradnju vježbi možemo nadodati da pacijent u hodu pri udahu diže ruke iznad glave, a pri izdahu spušta ruke nazad dolje. (Puljo, 1975).

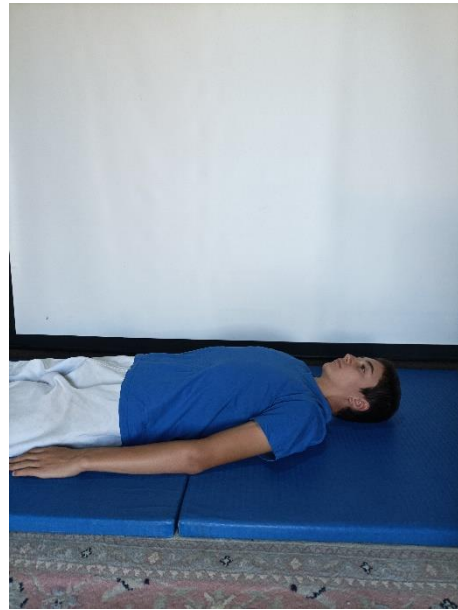
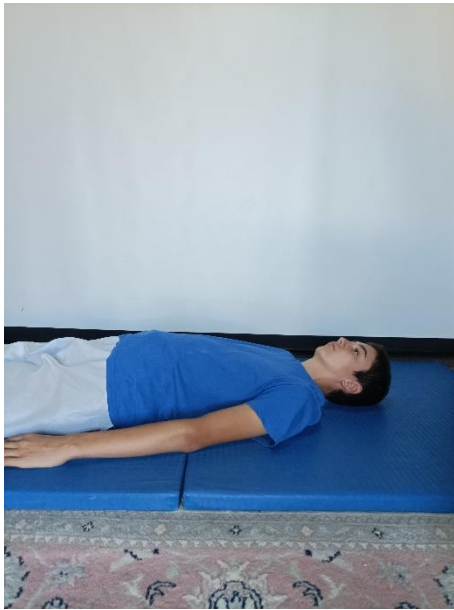


*Slika 13 Vježba 4*

*Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija*

### **16.5. Dodir s dijafragmom**

Početni položaj za izvođenje ove vježbe supinirani položaj, ruke su uz tijelo, koljena su skupljena dok su potkoljenice lagano raširene. Zadajemo pacijentu zadatak da duboko udahne i zadrži zrak u trbuhu. Dok pacijent drži dah zahtijevamo od njega da taj zrak pošalje u prsni koš i vrati ga u trbuh te ga šalje par puta gore – dolje i na kraju izdahne. Zatim slijedi pauza koja traje tri do pet minuta. Vježba se ponavlja tri do pet puta u tri serije ponavljanja. U ovoj vježbi je također cilj osvijestiti korištenje najvećeg dišnog mišića, dijafragmu. (Martinović, 2016)

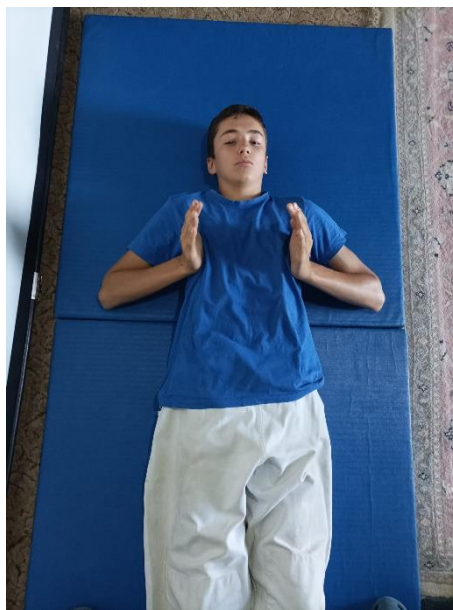


Slika 14 Vježba 5

Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija

### ***16.6. Aktiviranje prsnog koša***

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je supinirani položaj s dlanovima na lateralnim dijelovima prsnog koša, glava je položena na podlogu u razini tijela. Zadatak pacijentu je da diše na način da mora čim više odgurnuti svoje dlanove od sebe, a koji su položeni na prsnoj koši. Cilj izvođenja ove vježbe je da pacijent osjeti aktiviranje dišne muskulature po segmentima, konkretno u ovom slučaju aktiviranje mišića prsnog koša. (Martinović, 2016)



Slika 15 Vježba 6

### **16.7. *Bhastrika***

Početni položaj je sjedeći položaj s nogama maksimalno flektiranim i preklopljenim jedna preko druge ispred tijela, ruke su uz tijelo dok se glava nalazi u laganoj semifleksiji. Pacijenta zamolimo da lijevu ruku položi na lijevo koljeno dlanom okrenutim prema gore te da začepi desnu nosnicu palcem suprotne ruke dok su kažiprst i srednji prst iste ruke naslonjeni na čelo i prstenjak i mali prst su slobodni. Prije početka izvođenja ove vježbe potrebno je naglasiti pacijentu da mu usta za vrijeme izvođenja ove vježbe moraju biti zatvorena. Zatim pacijentu zadamo zadatak da udahne na lijevu nosnicu i odmah zatim bez zadržavanja daha izdahne na desnu nosnicu s time da prije izdaha prstenjakom desne ruke zatvori lijevu nosnicu na koju je udahnuo i otvori desnu nosnicu micanjem palca s nje. Proces se ponavlja pet puta na jednoj strani i pet puta na drugoj strani kroz tri serije ponavljanja. (Puljo, 1975).

### **16.8. *Aktiviranje prsnog koša u položaju na boku***

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je na boku, ruka koja se nalazi na boku na kojem pacijent leži se postavlja ispod glave kao oslonac i fiksator dok je suprotna ruka dlanom postavljena na lateralnu stranu prsnog koša na kojoj pacijent ne leži, npr. ako pacijent leži na desnom boku desna ruka će biti pod glavom, a lijeva će biti na lijevoj strani prsnog koša. Pacijentu zadajemo da zamišlja da diše samo stranom na kojoj ne leži. Zatim tražimo od pacijenta da na jednom boku napravi petnaest do dvadeset udaha te da nakon toga legne u supinirani položaj s koljenima odignutim od podloge i promatra minutu do dvije disanje jedne i druge strane prsnog koša. I nakon toga istu vježbu mora ponoviti samo na drugom boku te na kraju opet u supiniranom položaju s koljenima odignutim od podloge promatrati ima li kakve razlike u disanju između lijeve i desne strane prsnog koša. Cilj ove vježbe je osvijestiti svaku stranu prsnog koša pojedinačno pri disanju. (Martinović, 2016)





*Slika 16 Vježba 8*

Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija

### ***16.9. Vježba za mozak – promatranje vlastitog disanja***

Ovu vježbu možemo provoditi u tri položaja, u supiniranom, sjedećem i stajaćem, palčevi su spojeni kod pupka. Ova vježba je više mentalni trening nego što je fizički zahtjevna. Dokazano je da ako razmišljamo o nečemu to je isto kao da to i radimo. Tražimo od pacijenta da najnormalnije radi udah i izdah te zahtijevamo da bude koncentriran i da pomno prati što se sve događa s trupom dok diše i da razmišlja o svemu tome dok diše. To bi otprilike trajalo desetak minuta. (Martinović, 2016)



*Slika 17 Vježba 9*

Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija

### ***16.10. Vježba potpunog yoga disanja***

Početni položaj za ovu vježbu je stojeći položaj u kojem su stopala postavljena u širini kukova, ali se možemo izvoditi i u sjedećem položaju. Ruke su postavljene na trbuhu i prsnom košu radi bolje kontrole aktiviranja određenih dijelova trupa u određenim trenucima. Glava je u ravnini sa ramenima i kukovima te i s petama ako smo u stojećem položaju. Ova vježba se izvodi disanjem samo na nos. Bilo bi dobro ovu vježbu izvoditi ispred ogledala zbog lakše kontrole izvođenja vježbe. Ovo je jedna od najtežih i najzahtjevnijih vježbi, ali i najučinkovitijih za naše tijelo cjelokupno, ali i dišni sustav zasebno kao takav. Od pacijenta tražimo da u jednom udahu i izdahu iskoristi puni kapacitet pluća, tj. da koristi sva tri načina disanja odjednom – donje, srednje i gornje disanje. Tražimo od pacijenta da za početak razlomljeno koristi načine disanja, da krene puniti donji dio pluća pa da se zrak širi prema srednjem dijelu i završava u gornjem dijelu pluća. A u kasnijoj fazi od pacijenta zahtijevamo da sva ta tri načina disanja teku tečno, kontinuirano bez nekakvih prekida i da su spojeni u jedan udah, a da se aktiviraju cijela pluća i svi potrebni trbušni i ostali mišići koji bi trebali raditi pri disanju. Cilj ovakvog načina disanja je da se iskorištava maksimalni kapacitet naših pluća, a da se pritom potroši najmanje energije. Ovakvo disanje je idealno, ali da bi se u svakodnevnicu ovladalo tim načinom disanja potrebno je jako puno vježbanja, ponavljanja da bi se u potpunosti usvojilo i u konačnici postalo automatizirano ovakvo disanje. (Ramacharaka, 2001).

### ***16.11. Vježba dizanja ruku iznad glave***

Početni položaj za ovu vježbu je stojeći, noge su u širini kukova, ruke su uz tijelo. Tražimo od pacijenta da se pri udahu kontrolirano diže na pete te u isto vrijeme diže ruke u zrak dlanovima okrenutim prema naprijed, a pri izdahu da se spušta kontrolirano na puna stopala i vraća ruke u početni položaj. (Martinović, 2016)





Slika 18 Vježba 11

Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija

### ***16.12. Vježba disanja u stojećem stavu***

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je stojeći položaj, ruke su uz tijelo, stopala su u širini kukova. Zahtijevamo od pacijenta da prebaci svu svoju težinu na desnu nogu i da lijevu nogu stavi preko desne te da se zatim dignu na prste lijeve noge i digne ruke iznad glave s spojenim dlanovima, zatim da u tom položaju diše trbušno. Na jednoj nozi vježba se izvodi tri minute te se proces ponavlja na drugoj nozi. (Martinović, 2016)

### ***16.13. Vježba pročišćujućeg disanja***

Za izvođenje ove vježbe nije bitan početni položaj. Ovu vježbu najčešće provodimo na kraju treninga ili bilo koje tjelesne aktivnosti. Od pacijenta tražimo da udahne koristeći odjednom sva tri načina disanja što smo opisali u vježbi prije, zatim da zadrži dah tri do pet sekundi te kroz skoro zatvorena usta energično i oštro izdahnuti malo zraka pa dvije do tri sekunde pauza i onda još izdaha i tako dalje dok se ne izdahne sav zrak. Tražimo od pacijenta da izdiše na mahove energično i oštro. (Ramacharaka, 2001).

### ***16.14. Vježbe tzv. šest iscjeljujućih izdaha***

Ove vježbe se mogu izvoditi u svim položajima. Temelje se na tome da izdisajem pacijent proizvodi razne zvukove, a svaki od tih zvukova je povezan sa nekim dijelom tijela. Svaki zvuk bi se trebao proizvoditi tri minute pa minuta do dvije pauze pa sljedeći zvuk. Vježbe se

preporučaju izvoditi svakodnevno. Od pacijenta tražimo da proizvodi sljedeće zvukove, svaki pojedinačno za sebe: ssss, huuu, šššš, aaaa, uuuu, iiii. Proizvodnjom zvuka ssss poboljšavamo rad pluća i debelog crijeva te je usko povezan s nosom. Zvukom huuu poboljšavamo rad bubrega i mjehura te je usko povezan s ušima. Zvukom šššš poboljšavamo rad jetre i žučnog mjehura te je povezan s očima. Zvukom aaaa poboljšavamo rad srca i tankog crijeva te je povezan s jezikom. Zvukom uuuu poboljšavamo rad slezene i želudca te je povezan usko s ustima. Zvukom iiii poboljšavamo cjelokupni dišni sustav. (Martinović, 2016)

#### ***16.15. Vježba petnaest***

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je stojeći položaj, stopala su u širini kukova, dlanovi se nalaze na abdomenu. Za početak pacijentu zadamo zadatak da polagano udahne i izdahne čisto da osjeti punjenje, širenje trbuha i uvlačenje, pražnjenje trbuha. Neka pacijent ovo ponovi pet do deset puta. Zatim tražimo od pacijenta da napravi polagani udah, ali da izdahne intenzivno, žustro i oštro koristeći snažnu i eksplozivnu kontrakciju trbušne šupljine, ponajviše koristeći dijafragmu kao glavnog agonista u ovoj kontrakciji. Ovu vježbu ponoviti deset do petnaest puta u jednoj seriji. (Martinović, 2016)

#### ***16.16. Vježba šesnaest***

Početni položaj je sjedeći položaj s nogama maksimalno flektiranim i preklapljenim jedna preko druge ispred tijela, jedna ruka se nalazi na koljenu dok drugu koristimo u vježbi te zatim zamijenimo ruke i sve odradimo i s drugom rukom. Vježba se ponavlja dva puta dnevno, ujutro kada se pacijent probudi i navečer prije spavanja. Tražimo od pacijenta da palcem desne ruke zatvori desnu nosnicu, udahne polagano kroz lijevu nosnicu zatim malim prstom prstenjakom zatvori lijevu nosnicu, zadrži dah maksimalno dugo koliko može i na kraju polagano izdahnuti kroz desnu nosnicu. Zatim vježbu ponoviti samo počevši udah u suprotnoj nosnici. (Sivananda 1997).

#### ***16.17. Obrnuto trbušno disanje.***

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je stojeći položaj, ruke su uz tijelo, stopala su razmaknuta u širini kukova, no u fazi kada je pacijent dovoljno izvježbao ovu vježbu može se izvoditi i u sjedećem položaju. Od pacijenta tražimo da diše suprotno od svih prethodnih vježbi, da kada udiše da tada uvlači trbuh, a kada izdiše da širi trbuh. Dakle kada pacijent udiše dijafragma se spušta, a trbuh uvlači, a kada pacijent izdiše dijafragma se diže, a trbuh spušta i širi. Važno je naglasiti da pri izdisaju prsni koš mora biti opušten. (Martinović, 2016)

### ***16.18. Yoga ritmičko disanje***

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je sjedeći položaj s rukama položenim u krilu. Ova vježba se bazira na tome da od pacijenta tražimo da si izmjeri svoje bilo, otkucaje srca i da mu to budu jedinice u kojem ritmu će si odbrojavati vrijeme udaha, izdaha i pauze. Od pacijenta tražimo da udiše i izdiše polagano odbrojavajući si vrijeme koliko traje udah, a koliko izdah. Udah i izdah bi trebali trajati isto vrijeme. Kasnije se to vrijeme može produživati i uključivati zadržavanje daha i pauze između. Cilj ove vježbe je da možemo povećati trajanje udaha i trajanje izdaha te da imamo bolju kontrolu nad disanjem. (Martinović, 2016)

### ***16.19. Vježba devetnaest***

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je supinirani položaj, ruke su uz tijelo, pete moraju biti skupa, a prsti odvojeni. Tražimo od pacijenta da se opusti i najnormalnije diše na nos, lagani udah i lagani izdah. Vježba se izvodi dva puta dnevno, ujutro kada se pacijent probudi i prije nego li zaspe. (Sivananda 1997).

### ***16.20. Vježba dvadeset***

Početni položaj je sjedeći položaj s nogama maksimalno flektiranim i preklopljenim jedna preko druge ispred tijela, ruke se nalaze na koljenima. Od pacijenta tražimo da palcem desne ruke začepi desnu nosnicu i zatim da radi što sporiji i duži udah na lijevu nosnicu i zatim što sporiji i duži izdah isto na lijevu nosnicu. Ova vježba se ponavlja dvanaest puta u jednoj seriji i onda se ponavlja dvanaest puta sve isto samo sa suprotnom nosnicom. Kada je pacijent dovoljno izvježbao ovu vježbu onda se povećava broj serija, ali je onda potrebno uzeti kratku pauzu između svake serije, otprilike dvije do tri minute. (Martinović, 2016)



*Slika 19 Vježba 20*

Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija

### **16.21. Vježba dubokog disanja**

Početni položaj za izvođenje ove vježbe je stojeći položaj s rukama na bokovima, stopala su postavljena u širini kukova. U ovoj vježbi se diše stalno na nos. Tražimo od pacijenta da smireno, polagano, duboko i čim sporije udiše i na isti način izdiše. Važno je pacijentu napomenuti da za vrijeme udaha: prsa diže gore, kukove gura dolje, nosnice budu širom otvorene, isteže trup, abdomen bude opušten, diže i ramena gore, da udiše čim je moguće više nečujno. A za izdah je bitno naglasiti da se rebra i trupa spuštaju dolje, a dijafragma ide gore te se aktivira prsna muskulatura te se nečujno izdiše a pri izdahu je važno se opustiti. U kasnijim fazama vježbanja može se dodati i zadržavanje daha između udaha i izdaha. Izvođenje ove vježbe se izvodi u pet do deset ponavljanja i za početak u jednoj seriji, dok se kasnije može uključivati po još jedna serija svaki tjedan. (Sandeep, Pandey, Verma, 2002).



*Slika 20 Vježba 21*

Izvor: slika iz privatne kolekcije fotografija

### **16.22. Vježba dvadeset i dva**

Početni položaj za izvođenje ove vježbe nije bitan jer se može izvoditi u svim položajima. Tražimo od pacijenta da „sfrka“ jezik i udiše na usta na način da proizvodi slovo c ili s te potom da zadrži dah i izdahne na nos. (Sivananda 1997).

## 17. Nanbudo

U ovom dijelu se govori o sportu Nanbudo te se posebno ističe koliko je bitno pravilno disanje pri izvođenju svake vježbe. Nanbudo je osnovao Japanac po imenu Yoshinao Nanbu 1978. godine. Vještina je kombinacija raznih borilačkih vještina spojenih u jednu. Široki je spektar vježbi od kojih se sastoji ova vještina: poluge, meditacije, vježbe disanja, gimnastika, istezanje, vježbe sa štapom. Nanbudo je prilagodljiv svim uzrastima i kategorijama sportaša. Mogu ga prakticirati djeca, stari, srednjih godina, rekreativci, a ako netko želi može biti vrhunski sportaš na profesionalnoj razini. Posebnost Nanbudoa je što ima svestranost pokreta, svi pokreti su prirodni i kružni, cirkularni te su otvorenog tipa. Filozofija Nanbudoa je da se kroz pokret odvija dijalog između osobe i okoline ili između dvije osobe. Za razliku od nekih drugih borilačkih vještina u kojima se napad blokira i lomi, u Nanbudou se dozvoljava da se razvije. On se prihvaća, ali se njegov cilj okreće u smjeru odakle je došao, pokazujući apsurdnost napada na čovjeka te omogućavajući daljnji dijalog dvojice partnera. Također u Nanbudou je stavljen veliki naglasak na kontroli disanja za vrijeme provođenja vježbi te postoje i zasebne vježbe koje su namijenjene upravo za kontrolu disanja. Sportaše se uči disati punim plućima, dijafragmalno. Disanje je posebno važno u izvođenju kata (borba sa zamišljenim partnerom) gdje se točno u milisekunde uvježbava gdje će biti udah, gdje izdah i koliko će gdje trajati u izvedbi kate, a sve to da bi performans bio najbolje moguće izveden. Posebno se ističe vježba Nanbu Genki Niban kojom se stimulira rad pluća kroz meridijan pluća koji kreće iz palca ruke po vanjskoj strani ruke do pluća. Rad pluća se stimulira preko točaka na stopalu (ispod tri srednja prsta). Ovom vježbom odvija se buđenje i masaža pluća kroz saginjanje i podizanje trupa postepeno s glavom na prsima. Još jedna vježba kojom se koristi dijafragmalno disanje i puno utječe na dišni sustav i ujedno i širi dišne puteve, a naziv vježbe je Ki Nanbu Taiso i za ovu vježbu se kaže da je to japanska respiratorna gimnastika. Stoga, osim što se tijelo isteže, u punom kapacitetu se iskorištava i respiratorni sustav.

## 18. Zanimljivosti

„Pluća su jedini organ koji može plutati na vodi.“ (Car, 2011).

„Stresan život rezultira prekomjernom aktivacijom simpatikusa – dijela živčanog sustava koji nije pod utjecajem naše volje, a ubrzava disanje i rad srca, usporava rad probavnog sustava i vezan je uz reakcije poput straha i tjeskobe.“ (Kalezić, Vučović, i sur. 2020).

„U jednom danu čovjek udahne oko 20 milijardi čestica prljavštine.“ (Car, 2011).

„Kihanjem izbačeni zrak postiže brzinu od 160 km/h.“ (Car, 2011).

„Vježbe dubokog disanja pomažu boljoj potrošnji kalorija, zbog bolje opskrbljenosti tijela kisikom. Kalifornijska studija je pokazala da 15 minutno duboko disanja troši 140% više kalorija u odnosu na istovremenu vožnju sobnog bicikla.“ (Kalezić, Vučović, i sur. 2020).

„Nemoguće je kihnuti otvorenih očiju.“ (Car, 2011).

„70% toksina tijelo oslobađa disanjem ( kožom 20%, urin 7%, feces 3%).“ (Kalezić, Vučović, i sur. 2020).

„Nije moguće izvršiti samoubojstvo zadržavanjem daha.“ (Car, 2011).

„Mozak čovjeka može izdržati samo 3-4 minute bez kisika. Nakon toga nastupa smrt.“ (Car, 2011).

## 19. Zaključak

Kao što je već navedeno bez disanja ne možemo živjeti. Disanje je proces o kojem uopće ne razmišljamo, a svakodnevno ga provodimo. Što više pluća koristimo to će ona bolje i duže raditi. Pluća su kao motor koji ako stoji ne radi te se kvari, hrđa, propada, no ako je motor u svakodnevnoj upotrebi i redovno se održava, podmazuje on će vrlo dobro raditi, zupci će se glatko i bez škripanja okretati. Tako i pluća, ako čovjek vodi brigu o svom zdravlju i veliku pažnju između ostalog pridodaje posebno dišnom sustavu, redovno „održava“ pluća, „podmazuje ih“ onda ne bi trebalo biti poteškoća u disanju, osim ako je u pitanju nešto na što čovjek ne može utjecati npr. bolest. Potrebno je voditi brigu o vanjskim utjecajima koji mogu utjecati direktno ili indirektno na naša pluća. A jedan od glavnih negativnih utjecaja je pušenje, bilo to cigareta ili droga. Nije dobro ako živimo u gradskoj sredini gdje ne idemo često u šetnje u prirodu na svjež zrak. Moramo voditi brigu o našem zdravlju.

Najzdraviji način disanja prema većini autora je dijafragmalno disanje, no neki kažu da je zdravije koristiti sva tri načina disanja, ali to nije ostvarivo za sve. Potrebna je edukacija i puno vježbe da bi se svakodnevno disalo koristeći cijela pluća. Normalno da možemo još u trbuhu kao bebe dobiti neke predispozicije za lošiji razvitak pluća. No mi smo ti sami koji kada odrastemo biramo koliko ćemo uložiti vremena i truda u naše zdravlje. Zdravstvena organizacija preporuča i svakodnevno bavljenje aktivnosti da se pluća čim više koriste. Autor rada smatra kako bi se puno više trebalo educirati o dišnom sustavu prije zdravstvene djelatnike, a onda prenositi to znanje općoj i široj populaciji. Da bi došlo do nekih promjena potrebno je govoriti o pušenju, nezdravim navikama koje negativno utječu na dišni sustav. I neka svaki zdravstveni djelatnik krene od sebe i od svoje okoline u kojoj živi te educira i priča o važnosti pravilnog disanja to bi sigurno imalo utjecaja na ljude da se osvijeste o važnosti disanja u svakodnevnom životu.

Problem u sportu je manjak sredstava da se plate stručnjaci koji će posebno educirati sportaše o pravilnom načinu disanja. Samo baš vrhunski sportaši i klubovi mogu si priuštiti sva moguća testiranja i stručne osobe. Jedan od načina kako bi se to moglo riješiti bi bio da stručne osobe koje tek kreću u sport da se jave klubovima koji nemaju dovoljno resursa da plate stručne osobe. Kao volonteri i za početak svojih karijera rade u takvim klubovima, stječu dodatna znanja i iskustva koja će njima kasnije koristiti u profesionalnom životu dok će klub imati korist od znanja stručne osobe. Profesionalnim sportašima pravilan način disanja je od ključne važnosti i može značiti onu prijelomnu točku za ostvarivanje svog maksimuma i probijanje

vlastitih granica. Također se preporuča bavljenje sportom Nanbudo kao preventivan rad na poboljšanju plućnih volumena i kapaciteta kako kod sportaša tako i u općoj populaciji.



## 20. Literatura

- „*Biologija pluća i dišnih putova*“. Dostupno na: <http://www.msdpriprucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/bolesti-pluca-i-disnih-putova/biologija-pluca-i-disnih-putova>
- Aberle, N. (2014). „*Utjecaj okoliša tijekom prenatalnog i postnatalnog razdoblja na razvoj respiracijskih bolesti*“.
- Andrijin, S. (2018). „*Zdravstvena njega oboljelih od tuberkuloze pluća*“ –završni rad. Varaždin
- Bokun, M. (2012). „*Anatomija i fiziologija organa respiratornog sustava u pjevačkom disanju*“-diplomski rad. Zagreb
- Brusie, C. „Kada su pluća bebe potpuno razvijena?“ Dostupno na: <https://hr.drafare.com/kada-su-pluca-bebe-potpuno-razvijena/>
- Car, H. (2011). „*Ljudsko tijelo: pluća i disanje*“. Zagreb
- Čuić, I. (2017). „*Od zračne struje do zvuka: Anatomija, fiziologija i primjena*“.-diplomski rad. Zagreb
- Davidović, L. (2018). „*Rast i maturacija fetusa*“- završni rad. Split
- Dawes, GS. (1974). „*Breathing before Birth in Animals and Man.*“ N Engl J Med. ; 290 (10): 557–9
- De Vries, J., Visser GHA, Prechtl HFR. (1982). „*The emergence of fetal behaviour. I. Qualitative aspects.*“ Early Hum Dev. 7 (4): 301–22..
- Disanje čovjeka*. Dostupno na: <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/3b8a4b4e-84b0-4580-aa6f-e38efe028ed9/biologija-8/m04/j04/index.html>
- Drobnic, F., Pons, V., Viscor, G., García, I. (2020). „*Changes in Lung Diffusing Capacity of Elite Artistic Swimmers During Training*“. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32851635/>
- Enright, PL. (2012). „*Should we keep pushing for a spirometer in every doctor's office?*“ Respir Care. 57(1): 146-151

- Fraser, J. Walls, M. McGuire, W. (2004). „*Respiratory complications of preterm birth.*“  
BMJ. 23;329(7472):962-5. doi: 10.1136/bmj.329.7472.962. PMID: 15499114;  
PMCID: PMC524111.
- Guyton, A.C., Hall, J.E. (2003). „*Medicinska fiziologija*“. Zagreb str. 432-481, 958-975
- Hill, M.A. (2022). Dostupno na:  
[https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Embryonic\\_Development](https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Embryonic_Development)
- Horvat, Ž. (2010). „*Procjena prehrane trudnica metodom upitnika učestalosti namirnica.*“  
Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
- Inanlou, MR., Baguma-Nibasheka, M., Kablar, B. (2005). „*The role of fetal breathing-like movements in lung organogenesis.*“. Histol Histopathol (20): 1261–6..
- Jain L. (1999). „*Alveolar fluid clearance in developing lungs and its role in neonatal transition.*“. Clin Perinatol. 26 (3) :585–99
- Juretić, E. (2009). „*Sekcija za neonatologiju i neonatalnu intenzivnu medicinu Hrvatskog društva za perinatalnu medicinu HLZ-a. Preporuke za primjenu surfaktanta u liječenju idiopatskog respiratornog distres sindroma u nedonoščadi.*“  
Gynaecologiaetperinatologia. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/65963>
- Jusufović. E. (2016). „*Spirometrija i interpretacija spirometrijskih nalaza*“. Kranjska Gora, Slovenija
- Kalezić, N., Vučović, D. i sur. „*Pravilno disanje*“; Dostupno na :  
<https://www.ljekarnezagrebackezupanije.com/zdravlje/pravilno-disanje/>
- Keros, P., Pećina, M. i Ivančić-Košuta, M. (1999). „*Temelji anatomije čovjeka*“ str. 78-83
- Kuvačić, I., Lovrić-Gršić, H. (2009). „*Fetalna maturacija.*“ U: Kuvačić I, Kurjak A, Đelmiš J. i sur. Porodništvo. Medicinska naklada. Zagreb str 97-100.
- Leksikografski zavod Miroslav Krleža; „*Pluća*“
- Lewis, D. (1997). „*Tao prirodnog disanja.*“ Zagreb: Nova arka
- Mardešić D. i sur. (2016) „*Pedijatrija*“ 8.izdanje. Zagreb
- Martinović, M. (2016). „*Važnost vježbi disanja u sportu.*“-diplomski rad. Zagreb

- Popović-Grle, S., Fijačko, B., Marinić, T. (2015). „XXII. Kongres obiteljske medicine s međunarodnim sudjelovanjem“. Varaždin, str. 275-276.
- Puljo, J. (1975). „Mini joga za svakoga. Vježbe disanja“. Beograd: Sportska knjiga, str. 18-23.
- Rakhimov, A., (2020). „Diaphragmatic Breathing: Techniques and Instructions“ Dostupno na: <http://www.normalbreathing.com/learn-8-diaphragmatic-breathing.php>
- Ramacharaka, Y. (2001). „Disanje i zdravlje; Indijske vježbe disanja.“ Zagreb
- Rubini, A., Rizzato, A., Fava, S., Olivato, N., Mangar, D., Camporesi, E.M., Bosco, G. (2017) „Sprometry improvement after muscular exercise in elite swimmers“. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27882916/>
- Sandeep B., Pandey, US., Verma, NS. (2002). „Improvement in oxidative status with yogic breathing in young healthy males.“ Indian J Physiol Pharmacol 46:349- 354.)
- Singh, S., Gaurav, V., Parkash, V. (2011). „Effects of 6-week nadi-sodhana pranayama training on cardio-pulmonary parameters“. Journal of physical Education and Sport Management; Vol. 2(4), pp. 44-47.
- Sivananda, S.S. (1997). „The science of Pranayama.“ Divine Life Society. Himalayas
- Stošić, M. (2020). „Zdravstvena njega nedonoščeta u inkubatoru“.-završni rad. Split
- Subbalakshmi, N.K., Saxena, S.K., Urmimala, D'Souza, U.J.A. & Urban J.A. (2005). „Immediate effect of "nadi-shodhana pranayama" on some selected parameters of cardiovascular, pulmonary, and high functions of brain.“ Thai journal of physiological sciences. Vol. 18 (2), pp. 10-16.
- Šelović, A., (2014). Doktorska disertacija, „Povezanost antropometrijskih pokazatelja trudnica i fetusa“. Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; Zagreb
- Šurina, A. (2018). „Novije spoznaje u neurofiziologiji fetusa i fetalno ponašanje“. – diplomski rad. Zagreb

Vrhovac, B., Francetić, I., Jakšić, B., Labar, B., Vucelić, B., (2003). „*Interna medicina*“.  
Zagreb. str. 690-695.

Vučović D. (2014). Basic and advanced monitoring of mechanically ventilated patient  
„*Fiziologija respiratornog sistema*“, Str. 20-28,

## **21. Prilozi**

1. <https://youtu.be/1RjsQWqMiNU>
2. [https://youtu.be/Z\\_Mk5p0eZLc](https://youtu.be/Z_Mk5p0eZLc)

**Europass  
Životopis**

**Osobni podaci**

Prezime / Ime **Ljudevit Došlić**  
Adresa Juća Ćirila 1, Planina Gornja, 10362 Kašina  
Telefonski broj Broj mobilnog telefona: 092/3415-514  
E-mail [ljdoslic@gmail.com](mailto:ljdoslic@gmail.com)  
Državljanstvo Hrvatsko  
Datum rođenja 01.06.2000.

**Obrazovanje i osposobljavanje**

Datumi 2007. – 2015. Osnovna škola Luka, Sesvete  
2015. – 2019. Klasična gimnazija Zagreb  
2019. – danas Visoka škola Ivanić-Grad, studij fizioterapije  
2018. Program osposobljavanja za trenera nanbudoa

Naziv dodijeljene kvalifikacije /

Ime i vrsta organizacije  
pružatelja obrazovanja i  
osposobljavanja Visoka škola Ivanić-Grad

**Osobne vještine i  
kompetencije**

Materinski jezik(ci) **Hrvatski**  
Drugi jezici **Engleski, njemački, francuski, grčki i latinski**

Društvene vještine i  
kompetencije Odlična komunikacija i timski rad s kolegama, kreativnost u izvođenju zadataka. U slobodno vrijeme se bavim sportskim i terapijskim jahanjem. Od 2016. godine također u slobodno vrijeme radim kao potkivač konja i redovno prisustvujem stručnim seminarima za potkivanje.

Organizacijske vještine i  
kompetencije Od 5. godine vježbam nanbudo (borilačka vještina) i imam crni pojas (drugi dan). Od 10. godine sviram tamburice (bisernica i brač), a nakon par godina sviram i gitaru i bas (berda). Imam položen vozački ispit B kategorije. 2018 godine završio sam za trenera Nanbudoa. Trenutačno sam pomoćni trener u Nanbudo klubu „Vještina“. Od 2020. godine se bavim uzgojem sportskih i terapijskih konja te ujahivanjem i treniranjem istih.

Umjetničke vještine i  
kompetencije Sviranje tamburica (brač i bisernica), gitara i bas (berda).

Hobi i interesi Odrastao sam u mnogobrojnoj obitelji u kojoj sam shvatio važnost odgoja za formiranje zdrave ličnosti. Rad s ljudima me oduševljava i potiče da uvijek iznova učim. Otvoren sam za nova iskustva i okruženja u kojima ću u suradnji s kolegama pridonijeti kvalitetnijem životu.