

# Važnost pravilnog disanja kod vježbanja

---

**Ninčević, Ante**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split / Sveučilište u Splitu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:176:559496>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**



Sveučilišni odjel zdravstvenih studija  
SVEUČILIŠTE U SPLITU

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University Department for Health Studies, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

FIZIOTERAPIJE

**Ante Ninčević**

**VAŽNOST PRAVILNOG DISANJA KOD VJEŽBANJA**

**Završni rad**

Split, 2021.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

FIZIOTERAPIJE

**Ante Ninčević**

**VAŽNOST PRAVILNOG DISANJA KOD VJEŽBANJA**  
**THE IMPORTANCE OF PROPER BREATHING WHEN**  
**EXERCISING**

**Završni rad/Bachelor's Thesis**

Mentor:

**doc. dr. sc. Ivanka Marinović, dr.med.**

Split, 2021.

*Zahvaljujem svojoj mentorici doc.dr.sc. Ivanki Marinović na pristupačnosti i velikoj pomoći pri izradi ovog završnog rada.*

*Hvala svim prijateljima, kolegama i predavačima koji su me pratili kako u srednjoškolskom tako i u fakultativnom razdoblju mog života.*

*Posebno hvala mojoj obitelji na bezuvjetnoj ljubavi i podršci koju mi pružaju.*

# SAŽETAK

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Splitu

Sveučilišni odjel zdravstvenih studija

Fizioterapija

**Znanstveno područje:** Biomedicina i zdravstvo

**Znanstveno polje:** Kliničke medicinske znanosti ( fizikalna medicina i rehabilitacija)

**Mentor:** doc.dr.sc. Ivanka Marinović, dr.med.

### VAŽNOST PRAVILNOG DISANJA KOD VJEŽBANJA

Ante Ninčević, 511135

#### Sažetak:

**UVOD:** Disanje spada u najvažnije funkcije našega tijela, a o disanju uopće ne razmišljamo jer je disanje spontani, nesvjesni, ritmički mehanički proces. Temeljna zadaća dišnih organa je dovođenje atmosferskog zraka u pluća, gdje se vrši izmjena plinova između udahnutog zraka (kisika) u alveolama i krvi (ugljičkovog dioksida) u plućnim kapilarama, prema zakonu difuzije.

**RASPRAVA:** Uobičajeno se izraz „održavanje kondicije“ povezuju sa održavanjem zdravog srčanožilnog sustava, regulacijom tjelesne težine i smanjenjem rizičnih čimbenika različitih bolesti, ali vježbanje također pomaže u održavanju zdravih pluća. Tijekom vježbanja povećani zahtjevi za ventilacijom utječu na povećani živčani podražaj na respiratorne mišiće. To posljedično uzrokuje povećanu mehaničku snagu koju razvijaju mišići. Disanje je najteži dio vježbanja zato što je to mehanička, nesvjesna radnja, koju je teško osvijestiti i uklopiti u vježbanje tako da tijelu omogući ostvariti bolje rezultate.

**ZAKLJUČAK:** Pravilno disanje tijekom vježbanja važna je stavka za postizanje maksimalnog učinka svih vrsta vježbi. Iako je nesvjesna i urođena sposobnost ipak kod većine ljudi nije pravilno razvijena. Tijekom vježbanja je uvijek potrebno uskladiti ritam i frekvenciju disanja sa izvođenjem vježbe.

**Ključne riječi:** disanje, mišići, pluća, vježbanje

**Rad sadrži:** 35 stranica, 15 slika, 0 tablica, 0 priloga, 14 literaturnih referenci

# SUMMARY

## BASIC DOCUMENTATION CARD

### BACHELOR THESIS

University of Split

University Department for Health Studies  
Physiotherapy

**Scientific area:** Biomedicine and health

**Scientific field:** Clinical medical science (physical medicine and rehabilitation)

**Supervisor:** doc. dr. sc. Ivanka Marinović, dr. med.

### THE IMPORTANCE OF PROPER BREATHING WHEN EXERCISING

Ante Ninčević, 511135

**INTRODUCTION:** Breathing is one of the most important functions of our body, and we do not think about breathing at all because breathing is a spontaneous, unconscious, rhythmic mechanical process. The basic task of the respiratory organs is to bring atmospheric air into the lungs, where gases are exchanged between the inhaled air (oxygen) in the alveoli and the blood (carbon dioxide) in the pulmonary capillaries, according to the law of diffusion.

**DISCUSSION:** The term “fitness maintenance” is commonly associated with maintaining a healthy cardiovascular system, regulating body weight, and reducing risk factors for various diseases, but exercise also helps maintain a healthy lung. During exercise, increased ventilation requirements result in increased nerve stimulation to the respiratory muscles. This causes increased mechanical strength developed by the muscles. Breathing is the hardest part of exercising because it is a mechanical, unconscious action, which is difficult to become aware of and incorporate into the exercise so as to allow the body to achieve better results.

**CONCLUSION:** Proper breathing during exercise is an important goal to achieve the maximum effect of all types of exercises. . Although it is an unconscious and innate ability, it is not properly developed in most people. During exercise, it is always necessary to harmonize the rhythm and frequency of breathing with the performance of the exercise.

**Keywords:** breathing, exercise, lungs, muscles

**Thesis contains:** 35 pages, 15 figures, 0 tables, 0 supplements, 14 references

**Original in:** Croatian

# SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY .....	II
SADRŽAJ .....	III
1. UVOD .....	1
1.1. PROCES DISANJA.....	1
1.2. ANATOMIJA RESPIRATORNOG SUSTAVA .....	2
1.2.1. PROVODNI ORGANI.....	2
1.2.2. PLUĆA .....	3
1.2.3. KOSTI PRSNOG KOŠA.....	4
1.2.4. RESPIRATORNI MIŠIĆI .....	5
1.2.4.1. Inspiratorni mišići .....	5
1.2.4.2. Ekspiratorni mišići .....	7
2. CILJ RADA .....	10
2.1. UTJECAJ VJEŽBANJA NA RESPIRATORNI SUSTAV .....	10
2.2. MEĐUSOBNI UTJECAJ RESPIRATORNE MUSKULATURE I MIŠIĆA LOKOMOTORNOG SUSTAVA TIJEKOM VJEŽBANJA .....	11
2.3. PRAVILNO DISANJE KOD VJEŽBANJA .....	15
2.4. PRIMJERI PRAVILNOG DISANJA KOD IZVOĐENJA RAZLIČITIH VJEŽBI.....	16
2.4.1. Vježbe s utezima .....	16
2.4.2. Trčanje .....	17
2.4.3. Istezanje .....	17
2.5. PRAVILNO DISANJE KAO OBLIK FIZIKALNE TERAPIJE.....	19
2.5.1. Respiratorne vježbe .....	19
2.5.2. DNS- dinamička neuromuskularna stabilizacija.....	21
3. RASPRAVA .....	25
4. ZAKLJUČAK.....	26
5. LITERATURA .....	27
6. ŽIVOTOPIS.....	29

# 1. UVOD

Disanje spada u najvažnije funkcije našega tijela, a o disanju uopće ne razmišljamo jer je disanje spontani, nesvjesni, ritmički mehanički proces. Usvajanje tehnika pravilnog disanja utječe na poboljšanje kvalitete života, sprječavanje bolesti, ublažavanje tegoba različitih bolesti te na osposobljavanje bolesnika za normalno funkcioniranje u aktivnostima svakodnevnog života.

## 1.1. PROCES DISANJA

Disanje je ritmičko prozračivanje respiratornog sustava. Temeljna zadaća dišnih organa je dovođenje atmosferskog zraka u pluća, gdje se vrši izmjena plinova između udahnutog zraka (kisika) u alveolama i krvi (ugljikovog dioksida) u plućnim kapilarama, prema zakonu difuzije [1]. Kisik sudjeluje u procesu staničnog disanja i stvaranju energije što je od životne važnosti. Ugljikov dioksid je štetni produkt istih procesa kojeg je potrebno eliminirati iz organizma. Disanje ima dvije faze od kojih je prva inspirij ili udisaj, a druga ekspirij ili izdisaj. Pri udisaju se pluća pune zrakom te se povećava dijаметar prsnog koša, dok se pri izdisaju smanjuje. Izmjena tih faza omogućena je postojanjem razlike između atmosferskog tlaka i tlaka plinova u alveolama (intrapulmonalni ili alveolarni tlak) [2]. Zrak se kreće od područja većeg tlaka u područje manjeg tlaka. U normalnim uvjetima atmosferski tlak je veći od alvearnog i zato je izdisaj pasivan tj. odvija se pod utjecajem atmosferskog tlaka i elastičnih vlakana koje teže ka smanjenju plućnog obujma, osim pri forsiranom izdahu gdje nam pomažu ekspiratorni mišići. S druge strane udisaj je aktivna faza disanja u kojoj sudjeluju respiratorni mišići koji svojom kontrakcijom povećavaju promjer prsnog koša, a time i alveolarni tlak. Postoje dvije vrste disanja, torakalno i abdominalno. Torakalno dijelimo na gornje (klavikularno) i donje (bazalno) disanje. Djeca dišu abdominalnim tipom zbog slabo razvijenog prsnog koša i malog nagiba rebrenih lukova, dok odrasli dišu miješano uključujući donje torakalno i abdominalno disanje



[3]. Za ovakvu vrstu disanja kod odraslih je zaslužna dijafragma kao glavni respiratorni mišić koja ima jednak utjecaj na donje lukove rebra kao i na trbušne organe. Regulacija disanja je složen proces koji mora zadovoljiti stalnu potražnju tkiva za kisikom te potrebu za uklanjanjem ugljikovog dioksida [2]. Ritam automatskog disanja pod kontrolom je ritmičnog središta koje se nalazi u produženoj moždini. Isto to središte pod nadzorom je viših središta u ponsu. Osim toga na disanje utječu podaci iz receptora osjetljivih na promjene kemijskog sastava krvi, tzv. kemoreceptori. Normalno, nesvjesno disanje ima frekvenciju 10-20 izmjena udah-izdah u minuti i naziva se eupnoično disanje. Disanje s frekvencijom većom od 20 izmjena nazivamo tahipneja, a dok s manjom frekvencijom nazivamo bradipneja. Tu još se spominju termini hiperventilacija, što označava povećanu ventilaciju pluća i hipoventilaciju koja označava smanjenu ventilaciju pluća.

## **1.2. ANATOMIJA RESPIRATORNOG SUSTAVA**

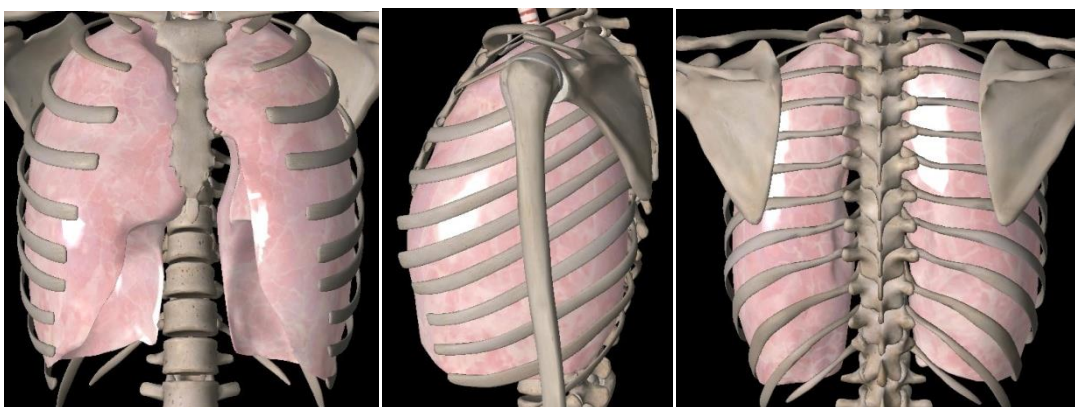
### **1.2.1. PROVODNI ORGANI**

Respiratorni sustav započinje vanjskim nosom koji usmjerava udahnuti zrak u nosne šupljne spojene sa paranazalnim šupljinama. Najvažnija funkcija tih šupljina je vlaženje, zagrijavanje i čišćenje udahnutog zraka. Pored dišne funkcije nosna šupljina je osjetni organ mirisa te sudjeluje u proizvodnji glasa. Tako pripremljen zrak prelazi u ždrijelo gdje se križaju dišni i probavni sustav. Ždrijelo nema veću ulogu u dišnom sustavu osim da spaja nosnu šupljinu sa grkljanom. Grkljan je sastavljen od pet hrskavica od kojih je najveća štitasta (cartilago thyroidea). Osim hrskavica, grkljanu pripada i grkljanski poklopac (cartilago epiglottica). To je plosnata hrskavica pričvršćena uz gornji kraj štitaste hrskavice. Pri disanju je poklopac odignut i omogućuje prolazak zraka, a pri gutanju se zatvara. Pri slučajnom ulasku hrane u dišni sustav javlja se refleks kašljanja kojim se hrana izbacuje. U grkljanu isto tako postoje hrskavice poput vokalne i rožičaste hrskavice koje prolaskom zraka proizvode glas. Za glas su nam važne i glasnice (chordae vocales). Unutrašnjost grkljana obložena je sluznicom u kojoj se mogu zaustaviti čestice prašine, kao i druge čestice uključujući

bakterije i druge mikroorganizme te ih pokreti trepetljika nose prema ulazu u grkljan. Konačno, čestice bivaju uklonjene kašljanjem, kihanjem ili su pak progutane. Zrak dalje nastavlja put kroz dušnik i dušnice sve do izvršnog organa, pluća [2].

### 1.2.2. PLUĆA

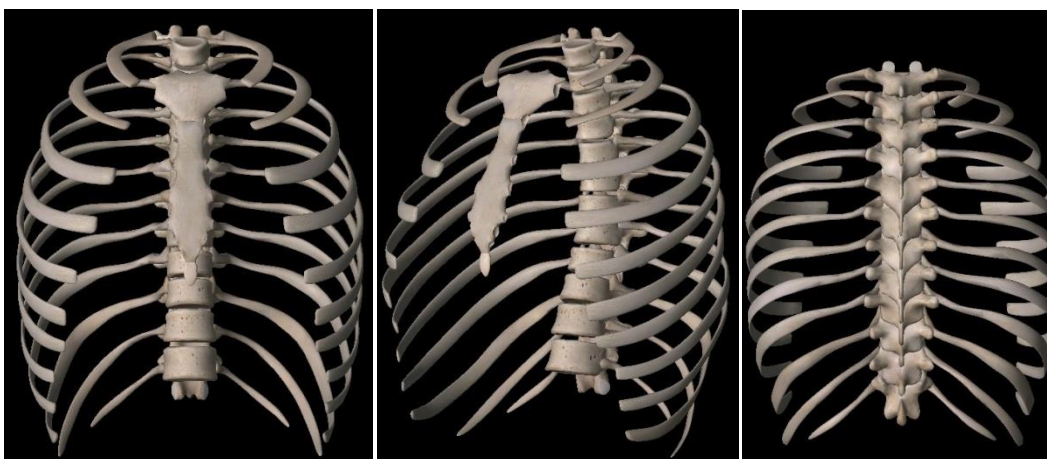
Pluća su glavni dišni organ smješten u prsnoj šupljini. To je paran organ građen od parenhimatoznog tkiva. Desno plućno krilo podijeljeno je na tri režnja dok je lijevo nešto manje (zbog srca) i sačinjeno je od dva režnja. Režnjevi se dijele na segmente ili odsječke. Najmanja funkcionalna jedinica plućnog tkiva je plućni mjehurić ili alveola. Alveole su građene od tankih stijenki jednoslojnog epitela u koje je ugrađena gusta mreža kapilara i elastičnih vezivnih vlakana. U toj stijenci se nalaze i pneumociti koji luče surfaktant, tvar koja održava napetost alveola i sprječava njihovo kolabiranje. Pluća su izvana obavijena porebricom (pleurom) koja ima dva lista, a podvostručenjem te porebrice pluća su pričvršćena uz stražnju stijenku prsnog koša. Između pleuralnih listova nalazi se tanki sloj tekućine koji omogućuje jednostavno pomicanje pluća za vrijeme disanja, a isto tako sadrži negativni intrapleuralni tlak koji sprječava da se pluća stisnu te omogućuje njihovo širenje za vrijeme disanja. Još je važno spomenuti kako u plućima postoje dva krvna optoka, nutritivni i funkcionalni [1].



Slika 1. Pluća  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

### 1.2.3. KOSTI PRSNOG KOŠA

Kostur prsnog koša čine prsna kost, rebra i pripadajući torakalni i vratni kralješci. Toraks štiti organe prsne šupljine, među ostalima i organe dišnog sustava. Prsna kost (sternum) smještena je u sredini prednjeg zida prsnog koša. Povezana je s rebrima i ključnom kosti. Prvi dio sternuma naziva se manubrium sterni ili držak. Na njemu se nalaze zglobne plohe za ključne kosti, prva i polovinu drugih rebara. Središnji dio naziva se corpus sterni ili tijelo. Završni dio je processus xyphoideus koji služi uglavnom kao pripoj mišićima trbušne stijenke. Postoji 12 pari rebara. Na prsnu kost se vežu prava rebra (costae verae) dok se ostala rebra koja nisu direktno spojena na prsnu kost, već su spojena hrskavicama gornjih rebara nazivaju lažna rebra (costae spuriae). Zadnja dva rebra završavaju slobodno među mišićima trbušne stijenke i zato su nazvana lebdeća rebra (costae fluctuantes). Rebra nisu postavljena vodoravno, nego su položena blago prema dolje što je iznimno važno u mehanici disanja. Takav položaj rebara omogućava im kretanje gore i lateralno te dolje i medijalno. Ove kretanje odgovaraju širenju i skupljanju prsnog koša tijekom disanja.



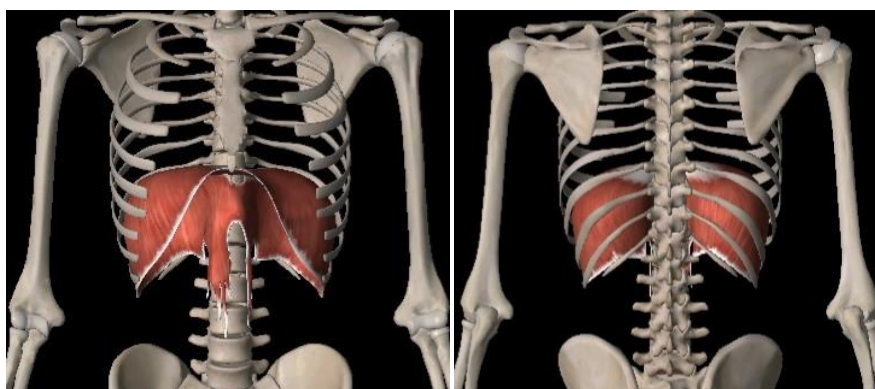
Slika 2. Prsni koš  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

## 1.2.4. RESPIRATORNI MIŠIĆI

Osim pluća i provodnog sustava veliku ulogu u disanju imaju respiratorni mišići. Ovi mišići svojim djelovanjem smanjuju ili povećavaju volumen prsnog koša, stvarajući podtlak potpomažu širenje pluća. Dije se na udisajne (inspiratorne) i izdisajne (ekspiratorne) mišiće.

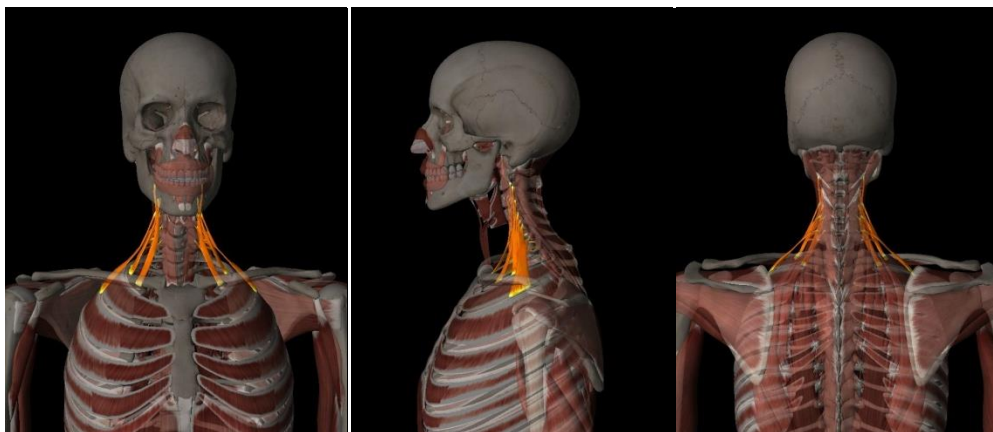
### 1.2.4.1. Inspiratorni mišići

Dijafragma (ošit) cijelom svojom površinom prekriva dno prsne šupljine te je tako odvaja od trbušne šupljine. Ima oblik polukugle (svoda) koja je izbočena prema gore. Krajevi joj polaze sa rebara dok se u sredini nalazi aponeureza (centrum tendineum). Središnji dio aponeureze čini mišićni dio koji prema polazištima dijelimo na tri dijela. Pars sternalis polazi sa ksifoidnog nastavka sternuma, pars costalis polazi sa rebrenih hrskavica donjih 6 rebara i pars lumbalis koji polazi sa slabinskih kralježaka. U tom mišićno dijelu nalaze se otvori koji služe za prolaz aorte, ductusa thoracikusa, jednjaka i nervusa vagusa. Uz taj mišićni dio nalazimo i tetivni dio oblika djeteline koji služi za prolaz donje šuplje vene. Tijekom kontrakcije dijafragma se izravnavava, središnji tetivni dio ide prema dolje potiskujući trbušne organe, dok se rebra i sternum odižu put gore. Takvom kontrakcijom povećava se dijametar prsnog koša u svim smjerovima. Pri mirnom disanju ošit se pomiče oko 1,5 cm dok pri forsiranom udahu dolazi do pomaka od čak 6-10 cm [3]. Iako ovaj mišić primarno sudjeluje u inspiriju isto tako svojom relaksacijom pasivno gura pluća put gore, istiskujući zrak van te tako sudjeluje i u ekspiriju. Osim u respiraciji sudjeluje i u fiziološkim radnjama kao što su defekacija, mokrenje, porod, kihanje i slično. Inerviran je od strane n.phrenicusa.



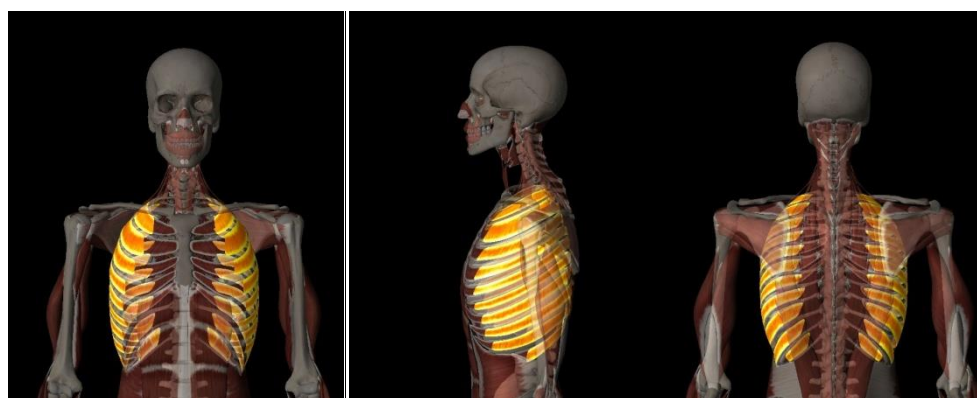
Slika 3. Dijafragma  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

Mm. scalenusi se dijele na tri mišića. To su m.scalenus anterior, m.scalenus posterior i m.scalenus medius. Protežu se od poprečnih nastavaka vratnih kralježaka prema dolje i lateralno. Hvatište prednjeg i srednjeg mišića nalazi se na prvom rebru, a hvatište stražnjeg mišića nalazi se na drugom rebru. Svojom kontrakcijom odižu prvo i drugo rebro, odnosno cijeli prni koš prilikom udisaja [4].



Slika 4. mm.Scaleni  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

Mm. intercostales externi (vanjski međurebreni mišići) sastoje se od 11 pari mišića. Polaze sa donjeg ruba gornjeg rebra, a hvataju se na gornji rub susjednog nižeg rebra. Mišićni snopovi usmjereni su prema dolje i naprijed. Ispunjavaju prostor između koštanih dijelova rebra, a između rebrenih hrskavica mišić nadomješta vezivna membrana. Svojom kontrakcijom povećavaju prostor prsnog koša odižući rebra [4].



Slika 5. mm. intercostales externi  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

Osim ovih glavnih agonista disanja postoji i pomoćna inspiratorna muskulatura. Ona se aktivira kod patoloških stanja ili fizičkih aktivnosti u kojima je potreban veći napor

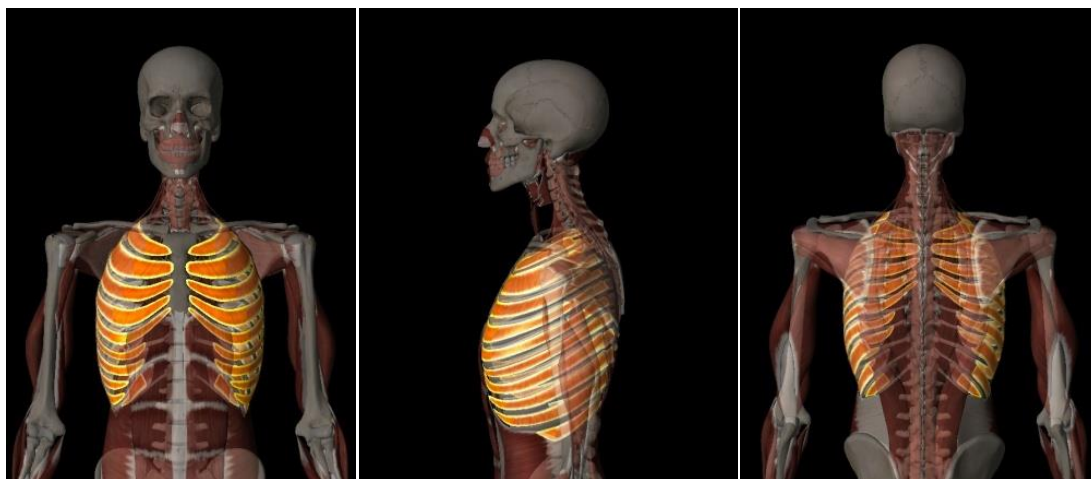


kako bi se odvila faza udisaja. Tu ubrajamo m.pectoralis maior et minor, m.serratus anterior i m.sternocleidomastoideus.

#### 1.2.4.2. Ekspiratorni mišići

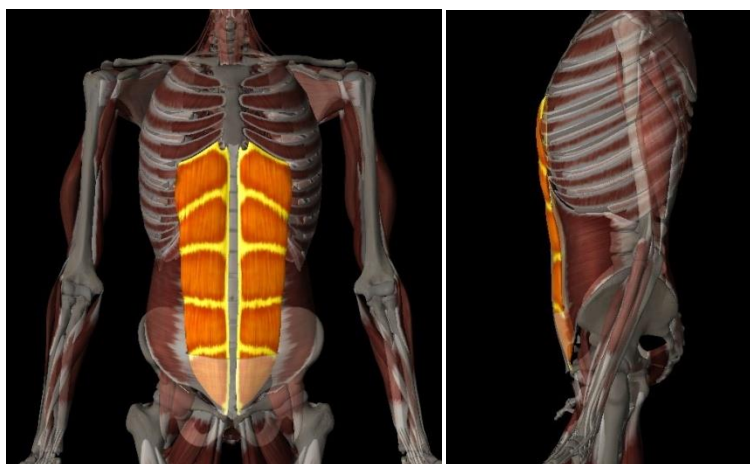
Prilikom izdisaja svi inspiratorni mišići se relaksiraju te se elastičnošću struktura prsnog koša promjer smanjuje. U situacijama kada ovaj pasivni proces nije dovoljan aktivira se ekspiratorna muskulatura. Ovdje je prvenstveno riječ o unutarnjim međurebrenim mišićima (mm. intercostales interni) i trbušnoj muskulaturi. Međurebreni mišići direktno djeluju na prsni koš dok trbušna muskulatura djeluje na potiskivanje trbušnih organa, a onda posljedično i dijafragme i pluća.

Unutarnji međurebreni mišići nalaze se dublje nego vanjski međurebreni mišići. Ima ih 11 pari i polaze sa unutarnje strane gornjeg rebra, a hvataju se na gornji rub susjednog nižeg rebra. Mišićni snopovi usmjereni su prema dolje i natrag što im omogućava spuštanje rebra i smanjenje promjera prsnog koša. Ovi mišići ispunjavaju prostor između rebrenih hrskavica i rebra, izuzev stražnjeg dijela uz kralježnicu gdje te mišiće nadomješta vezivna membrana [2].



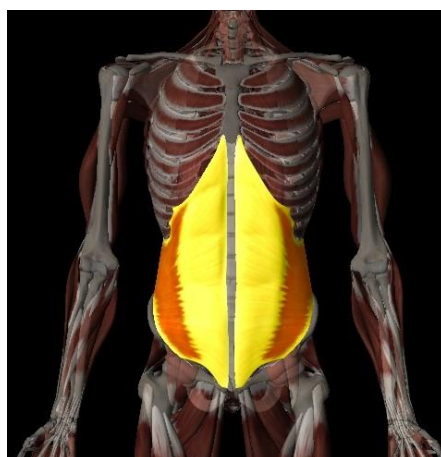
Slika 6. mm.intercostales interni  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

M.rectus abdominis se proteže od simfize pubične kosti do ksifoidnog nastavka sternuma, te hrskavica 5., 6. i 7. rebra. Mišićna vlakna su usmjerena okomito prema dolje i tvore tijelo mišića, a potom prelaze u tetivu koja se hvata na gornji rub preponske kosti. Na prednjoj strani mišića nalaze se tri do četiri tetivne pločice smještene u samom mišićnom trbuhu (tetivne intersekcije) [4].



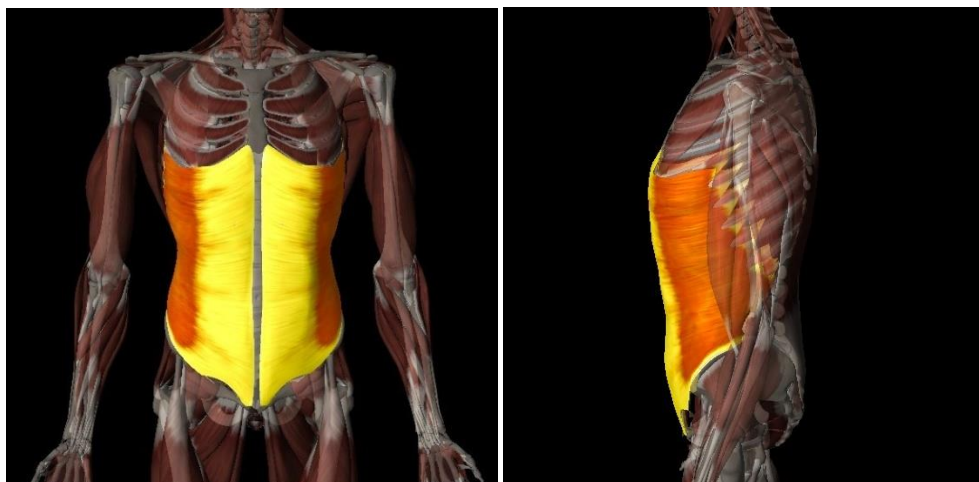
Slika 7. mm. rectus abdominis  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

M.obliquus abdominis internus izgrađuje srednji meki dio trbušne stijenke. Polazište tog mišića je torakolumbalna fascija, ingvinalni ligament i bočni greben. Mišićna vlakna prelaze u široku aponeurezu koja se hvata uzduž ruba 9.-12. rebrenog luka i lineae albe. vlakna se protežu od dolje i lateralno prema gore i medijalno.



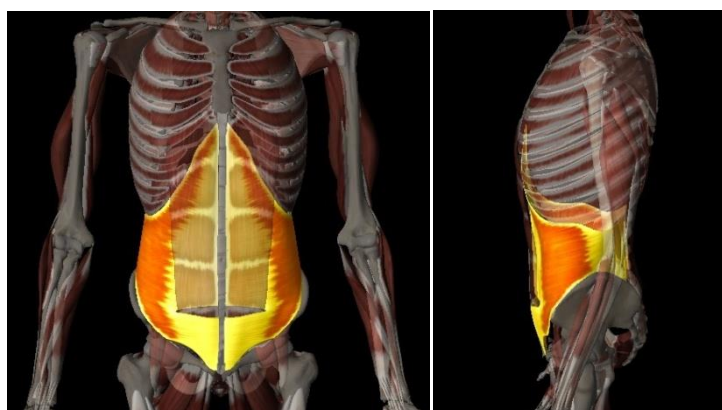
Slika 8. mm.obliques abdominis internus  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

M. obliquus abdominis externus polazi sa vanjskih strana donjih rebara (5.-12.). Također prelazi u aponeurezu koja ima hvatište duž lineae albae, uzduž ingvinalnog ligamenta i bočnog grebena. Mišićna vlakna usmjerena su odozgo i lateralno prema dolje i medijalno.



Slika 9. mm.obliques abdomini externi  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)

M.transversus abdominis čini najdublji sloj meke trbušne stijenke. Polazi sa ingvinalnog ligamenta, bočnog grebena, torakolumbalne fascije i unutarnje strane rebrenog luka te prelazi u aponeurozu koja se pripaja na lineu albu. Smjer vlakana je od lateralno prema medijalno.



Slika 10. m.transversus abdominis  
(Izvor: preuzeto iz aplikacije Essential Anatomy)



## **2. CILJ RADA**

Cilj ovog rada je prikazati važnost pravilnog disanja kod provođenja vježbi i utjecaj vježbanja na respiratorni sustav. Nadalje, cilj je ukazati na međusobni utjecaj respiratorne muskulature i mišića lokomotornog sustava tijekom vježbanja te utjecaj pravilnog disanja na funkcioniranje organizma u cijelosti. Pokušati će se prikazati način na koji pravilno disanje maksimizira učinak vježbanja i tako na određeni način štiti tijelo od štetnih posljedica.

### **2.1. UTJECAJ VJEŽBANJA NA RESPIRATORNI SUSTAV**

Redovita tjelesna aktivnost i vježbanje poboljšavaju kvalitetu života. Uobičajeno se izraz „održavanje kondicije“ povezuju sa održavanjem zdravog srčanožilnog sustava, regulacijom tjelesne težine i smanjenjem rizičnih čimbenika različitih bolesti, ali vježbanje također pomaže u održavanju zdravih pluća. Svaka vrsta tjelesne aktivnosti računa se kao vježbanje. To mogu biti različite rekreativne ili profesionalne sportske aktivnosti, programirano i ciljano vježbanje. Vježbanje uključuje i različite svakodnevne aktivnosti poput vrtlarstva, čišćenja i šetnji. Za održavanje zdravlja preporuča se pet dana u tjednu odraditi 30 minuta umjerenog vježbanja. Za zdravu osobu umjereni tjelovježba može biti hodanje tempom 4 do 6 km na sat. Normalno je tijekom vježbanja ostati bez daha. Međutim, redovita tjelovježba povećava mišićnu snagu i funkciju, čineći ih učinkovitijima. Mišićima će biti potrebno manje kisika za kretanje i oni će proizvoditi manje ugljičnog dioksida. To će odmah smanjiti količinu zraka koju treba udahnuti i izdahnuti za određenu vježbu. Trening također poboljšava cirkulaciju i jača srčanu pumpu. Vježbanje će poboljšati cjelokupno, kako tjelesno tako i psihološko zdravlje. Vježbanjem se smanjuje rizik razvoja različitih bolesti poput moždanog udara, srčanih bolesti i depresije. Redovito vježbanje također je jedna od najvažnijih intervencija za sprečavanje pojave dijabetesa tipa II.

Kada govorimo o utjecaju vježbanja na ljudski organizam ističe se uvijek utjecaj na kardiovaskularni i respiratorni sustav. Pluća unose kisik u tijelo kako bi osigurali

energiju i uklonili ugljični dioksid, otpadni proizvod koji nastaje kao nusprodukt nastanka energije. Srce pumpa krv bogatu kisikom mišićima koji izvode vježbu. Kada prilikom vježbanja mišići rade pojačano, tijelo troši više kisika i proizvodi više ugljičnog dioksida. Da bi organizam funkcionirao s ovom dodatnom potražnjom, frekvencija disanja mora se povećati s oko 15 puta u minuti (12 litara zraka) u odmoru te do oko 40-60 puta u minuti (100 litara zraka) tijekom vježbanja. Cirkulacija se također ubrzava i odvodi kisik u mišiće kako bi se mogli nastaviti kretati. Zdrava pluća imaju veliku rezervu disanja pa iako nakon vježbanja može doći do osjećaja nedostatka zraka, upravo ta rezerva tijelu omogućava potrebnu količinu zraka i u takvim stanjima. Velikim dijelom ovo se odnosi na zdrave ljude bez respiratornih ili kardiovaskularnih bolesti i tegoba, ali važno je napomenuti da s druge strane i osobe s dugotrajnim plućnim patološkim stanjima mogu poboljšati svoje simptome redovitim vježbanjem. Kod osoba s kroničnim patološkim stanjem pluća, pomisao da će brzo ostati bez daha može biti zastrašujuća i demotivirajuća za izvođenje bilo kakvih vježbi. Izbjegavanjem vježbanja smanjuje se opća kondicijska sprema bolesnika te se naposljetku otežava izvođenje svakodnevnih aktivnosti. Prije početka vježbanja takvim bolesnicima se preporučava zatražiti smjernice liječnika ili fizioterapeuta kako bi se osmislio plan i program vježbanja prikladan za njihovo trenutno stanje. Svi programi vježbanja moraju se s vremenom regulirati s obzirom na promjenu stanja bolesnika, ali ne samo kod osoba s patologijom nego i kod zdravih pojedinaca [5].

## **2.2. MEĐUSOBNI UTJECAJ RESPIRATORNE MUSKULATURE I MIŠIĆA LOKOMOTORNOG SUSTAVA TIJEKOM VJEŽBANJA**

Respiratorne mišiće funkcionalno dijelimo na tri skupine: dijafragma, mišići prsnog koša i trbušni mišići. Svaka skupina djeluje na stijenku prsnog koša, na pluća, dijafragmu i trbuh. Kontrakcija dijafragme proširuje trbuh i donji dio prsnog koša. Mišići prsnog koša, uključujući interkostalne, parasternalne, skalene i mišiće vrata, uglavnom djeluju na gornji dio rebara i istovremeno su inspiratorni i ekspiratorni. Trbušni mišići djeluju na trbuh i donji dio rebara te tako sudjeluju u izdisaju. Kada se

svaka mišićna skupina samo kontrahira ili je kontrakcija dominantna u usporedbi s ostalim skupinama, najmanje na jednom odjeljku javljaju se nepoželjni učinci. Da bi se izbjegli ovi učinci, potrebno je visoko koordinirana aktivacija dvije ili tri mišićne skupine. U mirovanju se to postiže koordiniranom aktivnošću dijafragme i međurebrenih mišića dok su ekspiratorni mišići neaktivni. Tijekom vježbanja povećani zahtjevi za ventilacijom utječu na povećani živčani podražaj na respiratorne mišiće. To posljedično uzrokuje povećanu mehaničku snagu koju razvijaju mišići. Snaga mišića jednaka je brzini skraćivanja pomnoženoj s pritiskom. Dijafragma je, tijekom vježbanja, ponajprije "generator protoka" tijekom vježbanja. To znači da se njegova mehanička snaga uglavnom izražava brzinom skraćivanja, a ne pritiskom. Suprotno tome, međurebreni i trbušni mišići primarno su „generatori pritiska“, tj. razvijaju pritiske koji su potrebni za pomicanje prsnog koša, odnosno trbuha. Za razliku od faze odmora, tijekom vježbanja ekspiratorni mišići igraju aktivnu ulogu u disanju. Unutar svakog pojedinačnog daha njihovo je djelovanje u velikoj mjeri koordinirano s djelovanjem mišića prsnog koša. Tijekom udisaja međurebreni mišići se skraćuju, trbušni se mišići postupno opuštaju, a situacija je obrnuta za vrijeme izdisaja. Ovaj mehanizam ima nekoliko učinaka: sprječava iskrivljenje prsnog koša, dijafragma je neopterećena i može djelovati kao generator protoka te je volumen trbuha smanjen u fazi odmora.

Kao rezultat toga, volumen pluća na kraju izdisaja smanjuje se tijekom vježbanja, a mehanika disanja optimizirana je iz nekoliko razloga. Plimni volumen javlja se u najkompliciranijem dijelu kada je dijafragma produžena i tako djeluje blizu svoje optimalne duljine; pri svakom udisaju dio potrebnog inspiracijskog rada prethodno se pohrani u obliku elastične energije tijekom prethodnog izdisaja. Nadalje važna stavka prilikom vježbanja je povećana metabolička potražnja mišića tijekom vježbanja, što utječe na promjenu rada respiratornog sustava. Na umjerenim razinama vježbanja, metaboličke se potrebe povećavaju paralelno s ventilacijom alveola, napetost arterijske krvi i plina te acido-bazna ravnoteža održavaju se blizu svojih razina u mirovanju. Mehanika načina disanja regulirana je tako precizno da je rad dišnih mišića minimaliziran. Na višim razinama vježbanja do maksimalnog napora, pritisci koje stvaraju respiratorni mišići znatno su ispod maksimuma. Pri maksimalnom vježbanju kisik koji respiratorni mišići troše za disanje iznosi samo ~10% od ukupnog broja [6]. Međutim, to vrijedi samo za zdrave osobe, a ne za one koji su trenirani sportaši.

Zapravo, u visokotreniranih sportaša s izdržljivošću pritisak koji stvaraju udisajni mišići može se približiti maksimalnom, a ekspiracijski pritisci povećavaju se do razina na kojima dinamička kompresija dišnih putova određuje ograničenje ekspiracijskog protoka. Ovaj se fenomen također često javlja kod starijih osoba zbog starosnog gubitka elastičnog svojstva pluća, a uobičajena je značajka bolesnika s kroničnom opstruktivnom plućnom bolešću, ne samo tijekom vježbanja već i u mirovanju kod najtežih slučajeva. Kad je protok zraka ograničen, volumen pluća na kraju izdisaja mora se povećati kako bi se omogućio daljnji porast protoka. Drugim riječima, ograničenje ekspiratornog protoka uzrokuje takozvanu „dinamičku hiperinflaciju“. Pri forsiranom disanju i velikim volumenima pluća inspiratorni mišići moraju nadvladati elastičnu silu pluća i prsnog koša. Štoviše, oni su kraći, a time i manje sposobni za stvaranje tlaka. U tim uvjetima razine kisika koji troše dišni mišići su povećane. Visoka razina napora koja se mora održavati tijekom teških vježbi uzrokuju umor dišnih mišića. Umor kod respiratornih mišića mogli bi pokrenuti metabolički refleksi, što bi dovelo do vazokonstrikcije u mišićima lokomotornog sustava, otežavajući rad mišića udova i putem povratnih informacija, pojačavajući percepciju napora, doprinoseći time ograničavanju izdržljivosti visokog intenziteta izvedba vježbe. Međutim još nije razjašnjeno da li je metaborefleks respiratornih mišića dovoljan da prevladava nad lokalnim vazodilatacijskim učincima prisutnim u lokomotornih mišića i preraspodijeli protok krvi u respiratorne mišiće. Tu se javlja pitanje preraspodijele opskrbe kisikom koja je kod vježbanja smanjena u korelaciji sa potražnjom mišića za istim. Protok krvi u skeletnim mišićima može se kretati od 2 do 4 L/kg kroz 1 min u ljudi. Slična istodobna potražnja svih mišića zahtijevala bi minutni volumen mnogo veći od najvećeg ikad zabilježenog. Stoga postoji konkurencija za ograničeni, dostupni minutni volumen koji se mora podijeliti između svih mišića tijekom vježbanja cijelog tijela. Dalje pitanje je postoji li hijerarhija između respiratornih i lokomotornih mišića i koja skupina mišića udova prima veći ili manji dio ukupnog raspoloživog srčanog volumena. Jasno je da je protok krvi raspodijeljen među različitim mišićima udova [6]. Zapravo, dodatak vježbanja ruku uz vježbanje nogu umanjuje protok krvi u nogama, dok dodatak vježbanja nogu vježbama ruku smanjuje protok krvi u rukama. Suprotno tome još nije potpuno jasno imaju li dišni mišići veći prioritet od lokomotornih mišića. Povećavanje ili smanjenje rada disanja imalo je recipročni učinak na protok krvi u nogama prilikom

vježbanja, što sugerira da dišni mišići pokazuju neku vrstu dominacije nad mišićima lokomotornog sustava. U obučeni biciklista, međutim, krvni protok mišića prsnog koša je niži tijekom vježbanja nego kad se održava ista razina ventilacije u odsustvu pomicanja udova, što sugerira da se protok krvi kontrolira na sličan način u ostalim mišićima bez dokaza o tome da imaju prioritet nad mišićima udova. Vjerojatno je da, kako nekoliko studija na životinjama sugerira, protok krvi u dijafragmi je pod manjim utjecajem simpatičke stimulacije od ostalih skeletnih mišića; međutim ovo još treba potvrditi. Svakako, manji protok krvi kroz dišne mišiće promiče neadekvatni transport kisika i doprinosi određivanju faze umora tijekom teških kontinuiranih vježbi kada zasićenost arterijskog kisika može pasti na manje od 85%. Nadalje smanjenje protoka krvi, a time i kisika u ekstremitetima kao odgovor na zamor respiratorne muskulature dovelo bi do slabljenja funkcije mišića udova. Vježbanje u hipoksiji pogoršava ove učinke i povećani rad disanja tijekom hipoksije značajno doprinosi umoru mišića udova i smanjenju tolerancija vježbanja. Pitanje je onda kakvu ulogu imaju respiratorni mišići u cirkulaciji općenito. Trbušni mišići, zajedno s dijafragmom, mogli bi igrati ulogu "pomoćnog srca" za vrijeme vježbanja. Zapravo, pri svakom činu disanja značajna količina krvi, vjerojatno iz vena, pomaknuta između trupa i ekstremiteta pridonosi povećanju minutnog volumena. Isto tako u manjem omjeru, kontrakcija mišića donjih ekstremiteta doprinosi povratku krvi iz vena, olakšavajući pogon krvi iz krvnih žila mišića udova, kroz takozvanu "pumpu skeletnih mišića". Međutim, ti mehanizmi vrijede samo na umjerenim razinama vježbanja. Tijekom intenzivnog vježbanja, ograničenje ekspiratornog protoka i produženi ekspirij rezultiraju višim prosjekom pozitivnog intratorakalnog tlaka koji smanjuje ventrikularni transmuralni pritisak i djeluju poput Valsalvina manevra, smanjujući brzinu punjenja klijetki tijekom diastole i smanjenje udarnog volumena, venski povratak i srčani izbačaj. Ovi učinci respiratornih mišića na kardiovaskularni sustav ugrožavaju sistemsku isporuku kisika i čine mišiće udova sklonije umoru. Još jedna bitna stavka prilikom vježbaja je usklađivanje rada respiratorne muskulature i mišića udova i trupa. U nekoliko kralježnjaka trčanje i disanje su "faza zaključavanja" tako da se ponavlja isti broj koraka tijekom svakog udisaja. Iako su frekvencije koraka i disanja ponekad neovisne, podešavanje lokomotornih i ventilacijskih mišića često se vidi kod ljudi tijekom aktivnosti koje uključuju udarno opterećenje sa svakim udarcem noge o podlogu, kao kod hodanja i

trčanja. To smanjuje utrošak energije disanja, optimizira djelovanje mišića koji doprinose objema funkcijama, omogućava stabilizaciju tijela tijekom kretanja i koristi savijanje trupa i inercijske pokrete mekih tkiva za povećavanje inspiratornog i ekspiratornog protoka pasivnim djelovanjem respiratornih mišića, osobito dijafragme jer se trbušna stijeka izravno veže za ovaj mišić.

Još uvijek nije u potpunosti jasno koliko se može utjecati na izvedbu respiratornih mišića tijekom vježbanja. Iako još uvijek nema konačnih dokaza o tome je li moguće poboljšati toleranciju na vježbanje, nedavne studije su pokazale da trening dišnih mišića ima mali, ali značajan utjecaj na izvedbu vježbi izdržljivosti. Treba još utvrditi da li mehanizam ili kombinacija mehanizama pomoću kojih treniranje respiratornih mišića poboljšava izvedbu vježbi, ublažavaju umor respiratornih mišića, ublažavaju umor mišića udova, slabe metabolizam dišnog mišića ili olakšavaju nelagode povezane s visokom razinom rada dišnih mišića [6].

### **2.3. PRAVILNO DISANJE KOD VJEŽBANJA**

Pravilno disanje je izuzetno bitno prilikom vježbanja, ali je najčešće i najteži dio vježbanja. Započinje pravilnim držanjem tijela. Pravilan položaj tijela omogućuje plućima da se svakim udahom brzo i učinkovito šire. Isto tako pomaže da zrak nesmetano putuje u pluća, a ugljični dioksid iz pluća. Iako se mnogi usredotoče na fazu udaha kako bi poboljšali ventilaciju pluća, većina ljudi iz pluća izdahne samo 70 posto ugljičnog dioksida. Stoga je važnije potisnuti sav zrak iz pluća za potpuno prozračivanje [7]. Osim osjećaja trenutne energije osjeti se i kvalitetnija ispunjena pluća zrakom. Često se kod vježbanja spominje i potiče „udah na nos, izdah na usta“ ali treba obratiti pozornost i na druge faze disanja. Tijelo na vježbanje reagira kao što reagira u stresnoj situaciji, plitkim i brzim udisajima. Dok trpimo neugodu ili bol mišića, nesvjesno pokušavamo zadržati dah, umjesto da ga produžimo i tako olakšamo tijelu da se opskrbi kisikom. Pravilno disanje pomaže u postizanju maksimalnog učinka vježbanja, omogućava duže i teže napore bez većeg zamora, bez obzira o kojoj se vrsti vježbi radi. S druge strane kod teškog dizanja, pravilna tehnika disanja stabilizira trup, štiti leđa od

ozljeda, omogućava guranje ili povlačenje maksimalnom snagom [8]. Disanje je najteži dio vježbanja zato što je to mehanička, nesvjesna radnja, koju je teško osvijestiti i uklopiti u vježbanje tako da tijelu omogući ostvariti bolje rezultate. Studije su pokazale da se pravilnim disanjem iz tijela toksini izbacuju čak 15 puta brže nego nepravilnim, odnosno plitkim disanjem. Dubokim pravilnim disanjem tijelo se opušta, pa se čak i kod intenzivnijeg vježbanja organizam brže može opustiti, brže se poveća koncentraciju kisika i vježbe se lakše izvode. Tijelo u pokretu troši više kisika, stoga je izuzetno važno i priskrbiti mu ga, što se može postići samo dubljim i pravilnim udisajima [9]. Jednom kada se tehnike disanja savladaju, one kod određenih vježbi postaju prirodne, stoga će se i vježbe uvijek izvoditi pravilno. Ipak je važno napomenuti kako se disanje mijenja u različitim vježbama ovisno o tome koji se cilj želi postići, tako disanje nije isto kod izvođenja vježbi relaksacije ili kod vježbi stabilizacije trupa [10].

Vježbama pravilnog disanja i osvješćivanjem disanja u svakodnevnom životu mogu se spriječiti, otkloniti ili umanjiti mnoge zdravstvene tegobe.

## **2.4. PRIMJERI PRAVILNOG DISANJA KOD IZVOĐENJA RAZLIČITIH VJEŽBI**

### **2.4.1. Vježbe s utezima**

Kod vježbi sa velikim opterećenjima važno je osigurati stabilnost trupa. To se postiže povećanjem abdominalnog tlaka pri maksimalnom udahu na samom početku izvođenja vježbe te lagani ekspirij prilikom izvođenja vježbe. Za primjer će se navesti „bench press“ uz iznošenje razlika kod podizanja maksimalnog opterećenja i podizanja manjih opterećenja niz puta. Prilikom podizanja maksimalnog opterećenja cilj je jednokratno podizanje što većeg opterećenja korištenjem maksimalne snage. Kad je uteg na najnižoj razini uzima se maksimalni udah te stvara abdominalni tlak aktiviranjem trbušne muskulature. Ovim se osigura stabilnost trupa i osigurava se dobro uporište za inicijalno odizanje utega. Kad se uteg počne odizati zrak se lagano ispušta sve dok uteg nije na najvišoj točki. Ekspirij je važan zbog toga što aktivacija ekspiratornih mišića dodatno stabilizira trup i daje tijelu dodatnu inerciju za izbačaj utega. Također se kod velikih opterećenja može zadržati duže vrijeme ali ovdje

treba biti oprezan jer se zadržavanjem daha krvni tlak povisuje te kod prevelikih napora može doći do gubitka svijesti što nije poželjno. Kod manjih opterećenja savjetuje se praćenje ritma odizanja i spuštanja utega. Ekspirij traje dok se uteg diže dok inspirij traje koliko i spuštanje utega na prsa [7].

### **2.4.2. Trčanje**

Prilikom trčanja trbušni organi mogu stvarati pritisak na dijafragmu i time otežati disanje. Usklađenim ritmom trčanja i disanja ova se nepoželjna popratna reakcija može eliminirati. S obzirom da studije nisu pokazale koja tehnika disanja je najučinkovitija savjetuje se odabir jedne od nekoliko različitih tehnika koja osobi najviše odgovara. Prva tehnika preferira udah na nos izdah na usta. Udahom kroz nos osigurava se dublji, duži udisaj, a time i veća količina kisika u plućima. Isto tako izbjegava se plitko i površno disanje koje se javlja prilikom disanja na usta. Osim toga, poznato je kako nos služi za vlaženje, zagrijavanje i čišćenje udahnutog zraka što je iznimno važno prilikom udisanja hladnog i suhog zraka u zimskim danima. Izdah ide kroz usta zbog bržeg izdisanja, a time i izbacivanja ugljikovog dioksida van iz pluća. Također je potrebno obratiti pažnju na ritam disanja. Najviše se preporučuje ritam 2:2. Pri tom ritmu udah i izdah traju po dva koraka tj. udah traje dok traje iskorak lijevom zatim desnom nogom, a sve isto vrijedi i za izdah. Neki stručnjaci pak spominju kako bi bilo bolje disati na usta jer se udisanjem na nos nepotrebno gubi energija, ali ta tvrdnja još mora biti dokazana. Nepravilno disanje može utjecati na kvalitetu same izvedbe te na brzinu izvođenja iste [10].

### **2.4.3. Istezanje**

Istezanje mišiće održava fleksibilnima, snažnima i zdravima, a ta fleksibilnost je potrebna da bi se održao opseg pokreta u zglobovima. Bez toga se mišići skraćuju i postaju zategnuti te kod ponovne kontrakcije ne mogu razviti maksimalnu snagu ili postići maksimalnu duljinu. Takvo stanje dovodi do bolova u zglobovima, naprezanja i oštećenja mišića. Prema Massachusetts Institute of Technology, pravilno disanje tijekom istezanja povećava cirkulaciju, opušta tijelo i pomaže eliminaciji nakupljene mliječne kiseline [11]. Glavno pravilo kod istezanja je da u svim pozama u kojima se tijelo širi uzimamo zrak, a u pozama gdje se vraćamo u položaj istezanja ispuštamo



zrak. Svaki put kada se uvuče zrak u pluća, dijafragma se spušta, pritiskajući unutarnje organe i krvne žile, dok se kod izdisaja krvni protok povećava u cijelom sustavu. Novi protok krvi poboljšava elastičnost mišića. Zbog toga, gotovo uvijek kod podizanja i vježbi otvaranja uzima se zrak, a kod spuštanja i vraćanja u početni položaj zrak se izdiše. Iako se disanje čini kao posve prirodna radnja, ponekad je tijelo ne izvršava onako kako je najbolje za njega. Upravo zato disanje je potrebno osvijestiti i iskoristiti ga za bolje i učinkovitije vježbanje. Prednosti pravilnog disanja kod raznih vježbi su velike, a sve što je potrebno je malo upornosti i prakse kako bi i to kontrolirano disanje postalo automatsko. Preporučuje se zadržavanje istežanja najmanje 30 sekundi, jer se smatra kako zadržavanje položaja istežanja kraće od tog vremena neće utjecati na elastičnost mišića. Pravilno disanje osigurava maksimalnu dobit kod svakog istežanja. Preporuča se polako udisati na nos. Udah treba biti dubok, popunjavajući njime sve dijelove prsne i trbušne šupljine. Izdisaj se izvodi polagano prateći pokret istežanja [11].



Slika 11. Istežanje rotatora trupa



Slika 12. Istežanje m.quadricepsa i m.iliopsoasa

## **2.5. PRAVILNO DISANJE KAO OBLIK FIZIKALNE TERAPIJE**

Disanje kao dio fizikalne terapije provodimo u obliku respiratornih vježbi ili kao dio ostalih metoda kinezioterapije, a najznačajnije je izraženo kod vježbi dinamičke neuromuskularne stabilizacije.

### **2.5.1. Respiratorne vježbe**

Ovakav tip vježbi prvenstveno se koristi kao dio rehabilitacije kardioloških i pulmoloških bolesnika te u rehabilitaciji nakon operativnih zahvata. Također su važan dio liječenja kroničnih stanja poput astme ili KOPB-a, ali i kod posturalnih deformacija kod bolesti kao što je ankilozantni spondilitis. Vježbe disanja sastavni su dio rehabilitacije ležećih bolesnika i provode se s ciljem sprječavanja nastanka komplikacija i održavanja respiratorne funkcije. Respiratornim vježbama želi se postići veći kapacitet pluća, poboljšati prohodnost dišnih puteva, osnažiti respiratornu muskulaturu te utjecati na opću oksigeniranost cjelokupnog organizma. Postkirurški pacijenti na odjelima kardiokirurgije i pulmologije vježbama povećavaju ventilaciju pluća koja je nakon operacije znatno smanjena. Isto tako respiratorne vježbe uz neke druge tehnike (perkusije) i različite uređaje (acapella) pomažu pri eliminiranju neželjenog sekreta iz pluća. Kod ovakvih bolesnika smanjen je prvenstveno udisajni volumen koji se uz respiratorne vježbe ponovno uspostavlja pomoću sprave nazvane „three ball“. Ova sprava funkcionira na način da pacijent udisanjem kroz cijev stvara negativni tlak unutar sprave te se tim negativnim tlakom tri loptice odižu unutar sprave. Pacijent vizualno prati svoj napredak što mu je dodatna motivacija za pravilnije i bolje izvođenje vježbi. U postkirurškom liječenju provode se klasične respiratorne vježbe. Vježbe disanja zahtijevaju aktivno sudjelovanje i veliku koncentraciju pacijenta na ono što izvodi. Osnovno je naučiti koristiti glavne udisajne mišiće, tzv. dijafragmalno ili trbušno disanje. Za izvođenje ove vježbe potrebno je zauzeti relaksirani položaj u sjedećem ili ležećem položaju. Dlanovi se postavljaju na područje ispod donjih rebara kako bi se osjetilo gibanje ošita prilikom disanja. Kod izdaha treba pritisnuti rukama taj dio trbuha kako bi se izbacio „sav zrak“ iz pluća. Prilikom udaha mora se osjetiti odizanje

trbuha ispod dlanova [12]. Trbušno disanje izvodi se u ležećem položaju sa savinutim nogama ili odignutim nogama na stolicu ili loptu. U početku ovakvo disanje zahtijeva veliku koncentraciju, međutim s vremenom postaje sve lakše za izvođenje. Kontinuirano slanje informacije mozgu o ovakvom disanju svakodnevnim vježbanjem može „automatizirati“ ispravan način disanja [12]. Glavni učinak im je poboljšanje plućne funkcije u vidu odstranjivanja bronhijalnog sekreta, reekspanzije plućnog parenhima, pokretljivost prsnog koša, poboljšanje perfuzijsko-ventilacijskih odnosa te jačanje respiratorne muskulature. Dijafragmalnim disanjem aktivira se dijafragma, kao glavni respiratorni mišić, čime se disanje dodatno produbljuje. Ova tehnika zahtjeva više napora i koncentracije te kod većine osoba nije najbolje razvijena. Torakalno ili bazalno disanje koristi dodatnu aktivnost mišića prsnog koša uz samu aktivnost dijaframe što zahtjeva manju snagu, omogućava minimalni dišni rad, služi kao pomoć u svladavanju dispneje u mirovanju i naporu, utječe na pravilan ritam i frekvenciju disanja te poboljšava ventilaciju plućnih baza. Ovakvim tipom disanja izbjegava se neželjeno površno klavikularno disanje koje je tipično za stresne situacije i situacije visokog napora.

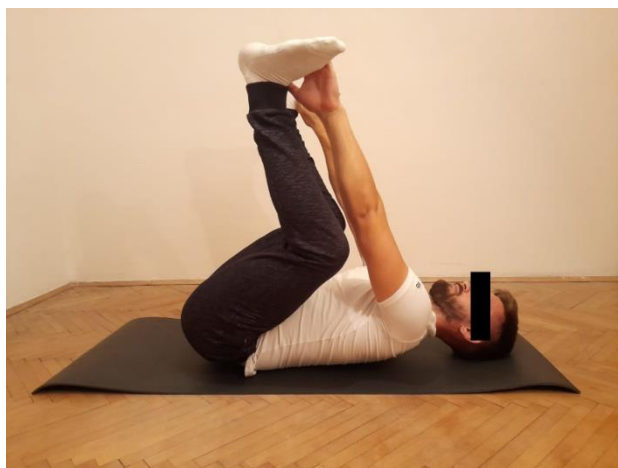
Vježbe disanja provode su i u „postcovid“ rehabilitaciji koja je zadnju godinu izričito učestala s obzirom na pandemiju COVID-19 virusa i posljedice koje taj virus ostavlja na kardiorespiratorni sustav. Bolesnici sa infekcijom SARS-COV-2 mogu imati različite promjene u respiratornom sustavu kao što su hipersekrecija sluzi, respiratorna insuficijencija, cilijarna diskinezija i slično. Najozbiljnija posljedica infekcije je plućna fibroza koja se također treba pokušati prevenirati fizioterapijskim intervencijama. Fizioterapijska intervencija započinje inicijalnom fizioterapijskom procjenom respiratorne disfunkcije te se kao nefarmakološka intervencija selektira prema stupnju težine bolesti. Kroz respiratorne vježbe prilikom dubokog i polaganog udaha potrebno je maksimalno aktivirati dijafragmu s ciljem smanjenja frekvencije disanja (optimalna frekvencija disanja 12-15 udaha/izdaha u minuti). Ekspanzija prsnog koša kombinirana s vježbama gornjih ekstremiteta pomaže u eliminaciji sekreta i povećanju vitalnog kapaciteta. Za vrijeme vježbanja potrebno je posebno obratiti pažnju na frekvenciju disanja i zadržati ju u preporučenom rasponu [13].

### **2.5.2. DNS- dinamička neuromuskularna stabilizacija**

Dinamička neuromuskularna stabilizacija (DNS) je neurofiziološki pristup koji objašnjava postojanje središnjih obrazaca kretanja koji su urođeni i usko povezani. Stabilnost kralježnice ovisi o dinamičkoj koordinaciji brojnih sinergističkih i antagonističkih mišića, dok istovremeno omogućuje stvaranje potrebnih obrtnih momenata za željeni višezglobni pokret. Ova tehnika koristi se kod raznih problema lokomotornog sustava, kao što je smanjen mišićni tonus, problemi s kralježnicom (protruzija, ekstruzija, skoliza, povećana kifoza, lordoza), ali isto tako i kod vrhunskih sportaša i rekreativaca u prevenciji ozljeda, povećanju sportskih performansi u vidu snage, izdržljivosti, stabilnosti i slično [14]. Ovaj pristup vježbanja koristi abdominalno disanje prilikom čega dolazi do povećanja intraabdominalnog tlaka koji značajno utječe na mehaniku i stabilnost kralježnice. Porast intraabdominalnog tlaka tijekom procesa inspiriranja rasterećuje kralježnicu tijekom statičkih i dinamičkih vježbi. Integrirani sustav za stabilizaciju kralježnice (ISSS) sastoji se od uravnotežene aktivacije između dubokih cervikalnih fleksora i ekstenzora kralježnice u cervikalnoj i gornjoj torakalnoj regiji, dijafragme, mišića dna zdjelice te lumbalnih fleksora i ekstenzora kralježnice. DNS pristup naglašava važnost preciznog mišićnog određivanja vremena i koordinacije za učinkovito kretanje kao i podnošenje kompresijskog opterećenja koje se događa u statičnim i trajnim položajima. Studije su pokazale da bi abnormalna posturalna aktivacija dijafragme pri primjeni izometrijskog otpora na ekstremitetima mogla poslužiti kao temeljni mehanizam kronične boli u križima jer se napreže trbušno područje kralježničnog stupa. ISSS pruža fiksno mjesto iz kojeg mišići mogu generirati kretanje. Složeni pokreti zahtijevaju i lokalnu i globalnu sinergijsku koordinaciju različitih mišićnih skupina potrebnih za višezglobnu koordinaciju pokreta. Ključna uloga DNS pristupa je da svaki položaj zgloba ovisi o stabilizaciji funkcije mišića i koordinaciji lokalnih i udaljenih mišića kako bi se osigurao neutralan položaj zgloba. Tijekom inspiratorne faze spuštanjem dijafragme povećava se intraabdominalni tlak s obzirom da mišići dna zdjelice i trbušni zid održavaju odgovarajuću napetost. Tijekom ekspiratorne faze rebra se vraćaju u stanje mirovanja. Mogu se uočiti neispravni obrasci pokreta poput uzvišenja ramena uslijed kompenzacije pomoćnih respiratornih mišića (sternokleidomastoida i skalena), prekomjerno stezanje paraspinalnih mišića i

nemogućnost održavanja uspravnog položaja kralježnice. Izravnata dijafragma vrši pritisak na sadržaj trbušne šupljine koja djeluje kao viskozno-elastični stup i povećava intraabdominalni tlak. Položaj prednje-stražnje osi dijafragme proizlazi iz početnog pozicioniranja prsnog koša tijekom kontrakcija. Tijekom fiziološkog scenarija postavljena je gotovo vodoravno. Kutni položaj osi dijafragme u sagitalnoj ravnini i nedovoljno širenje donjeg otvora toraksa tijekom stabilizacije povezani su s povećanom aktivnošću, odnosno prekomjernom aktivnošću ekstenzora kralježnice. Da bi se zadržao kaudalni položaj prsnog koša tijekom aktivacije dijafragme, aktivnost trbušnih mišića mora biti uravnotežena sa prsnim mišićima, skalenima i sternokleidomastoideusima. Toraks tvori fiksnu jedinicu koja tijekom aktivacije omogućuje pravilno izvođenje zadanog pokreta. Tipična je patološka slika uvučena obrnuto, što znači da se njezin vanjski dio aktivira u smjeru središnje tetive (centrum tendineum). To dovodi do uvlačenja rebara na stranu na kojoj je umetnuta dijafragma. Dijafragma se izravna u lumbalnom dijelu s izrazitim sudjelovanjem paravertebralnih mišića koji stabiliziraju svoje inercijsko područje. Nakon izravnavanja dijafragme, trbušni mišići koncentričnom ili izometrijskom aktivnošću pomažu u povećanju intraabdominalnog tlaka te tako započinje faza stabilizacije. Stupanj kontrakcije dijafragme i aktivnost trbušnih mišića koji djeluju na donji torakalni i trbušnu šupljinu ovise o veličini vanjskih sila. Tijekom djelovanja vanjskih sila, respiratorni pokreti javljaju se s izravnanom konveksnom konturom dijafragme, što znači da nastupa povećanje bazalne napetosti. Tijekom faze djelovanja, suradnja dijafragme i trbušnih mišića apsolutno je bitna pa tako tijekom povećane tonične napetosti trbušni mišići ekscentrično uvlače inspiracijsku kontrakciju dijafragme. Ako se ta suradnja prekine, gornji stabilizatori prsnog koša uključit će se u disanje, što opet dovodi do nedovoljne frontalne stabilizacije kralježnice i preopterećenja ekstenzora kralježnice. Ako se aktivnost mišića kralježnice i prsnog koša tijekom reakcije na vanjske podražaje poremeti, dolazi do nerazmjernog opterećenja i posturalne nestabilnosti. Pod utjecajem stereotipnog preopterećenja poremećena funkcija tada postaje vlastiti etiološki čimbenik anatomske nalaza i izvor poteškoća. DNS je dosta zahtjevna tehnika koja traži od izvođača maksimalnu koncentraciju kako na izvođenje određenih pokreta i zauzimanje određenih položaja tako i na popratno disanje koje je ključna stavka u pravilnom izvođenju ovih vježbi. Jačanjem stabilizatora kralježnice smanjuje se veliki dio tereta koji je „padao“ na trupove kralježaka i

vertebralne diskove. Ovaj učinak DNS-a uvelike se koristi u rješavanju križobolje koja je vodeći uzrok radne onesposobljenosti.



Slika 13. Hvat rukama medijalne strane stopala te ispružanje noga u svrhu istezanja mišića stražnje strane natkoljenice i donjeg dijela leđa



Slika 14. Podizanje iz dubokog čučnja u stojeći položaj



Slika 15. Izdržaj u četveronožnom položaju, jačanje ekstremiteta i stabilizacija trupa

### 3. RASPRAVA

Disanje je fiziološka i nesvjesna radnja koja se učenjem može poboljšati i kontrolirati. Kontrolirano disanje u različitim situacijama može povećati učinak obavljanja radnji, smanjiti popratne negativne efekte te zaštititi tijelo od štetnih posljedica. Tjelovježba zahtijeva koordiniranu funkciju srca, pluća, periferne i plućne cirkulacije s ciljem osiguranja dovoljne opskrbe mišića kisikom. To se postiže povećanjem minutnog volumena, plućne cirkulacije i ventilacije. Općenito se pretpostavlja da je disanje najmanje važan čimbenik koji ograničava vježbanje jer se čini da ventilacija ima dovoljno rezerve. Pluća imaju presudnu ulogu u izvođenju vježbi. Često se uloga pluća u vježbanju razmatra samo kod osoba s respiratornim tegobama. Zapravo, dišni sustav može biti ograničavajući čimbenik tijekom vježbanja i kod zdravih asimptomatskih ispitanika, a ne samo kod osoba koje pate od kardiovaskularnih i respiratornih bolesti. Mnogi zanemaruju disanje tijekom vježbanja, ali brojne poteškoće koje nastaju u vježbanju mogu se poboljšati učenjem pravilnog disanja tijekom vježbanja.

Vježbanjem se održava zdrav respiratorni sustav. Vježbe disanja koriste se kao neizostavni oblik fizikalne terapije u kardiopulmonalnoj rehabilitaciji. Dokazano je da se učenjem i vježbanjem disanja mogu postići bolji rezultati u sportu te poboljšati zdravstveni status. Tijekom izvođenja svih vježbi u rehabilitaciji neophodno je pravilno disanje jer se pravilnim disanjem poboljšava držanje tijela u svim položajima i usredotočenost na vježbu.



## 4. ZAKLJUČAK

Pravilno disanje tijekom vježbanja važna je stavka za postizanje maksimalnog učinka svih vrsta vježbi. Način disanja ima veliki utjecaj na funkcioniranje organizma u cijelosti, posebice na pravilnu oksigeniranost mišića tijekom rada. Iako je nesvjesna i urođena sposobnost ipak kod većine ljudi nije pravilno razvijena. Nepravilnim disanjem gubi se prijeko potrebna energija te se u mišićima javlja zamor. Također, tijekom bolnog podražaja ili podnošenja visokog napora zadržavanjem daha se ti negativni podražaji pojačavaju. Tijekom vježbanja je uvijek potrebno uskladiti ritam i frekvenciju disanja sa izvođenjem vježbe. Jako malo pažnje je posvećeno ovom bitnom dijelu svake vježbe.

## 5. LITERATURA

1. Vuković I. Pulmologija. Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2005.
2. Kovačić N, Lukić IK, Anatomija i fiziologija. Medicinska naklada, Zagreb, 2006.
3. Roje T. Klinička kineziologija s kineziometrijom. Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2003.
4. Bajek S, Bobinac D, Jerković R, Malnar D, Marić I, Sustavna anatomija čovjeka. Medicinski fakultet Sveučilšta u Rijeci, 2007.
5. Your lungs and exercise. *Breathe* (Sheff) 2016;12(1):97–100. doi: 10.1183/20734735.ELF121
6. Aliverti A, The respiratory muscles during exercise, June 2016 *Breathe* 12(2):165-168
7. Reid G, The importance of proper breathing during exercise [Internet] [pristupljeno 20.5.2021.] Dostupno na: <https://www.gfitwellness.ca/blog-post/the-importance-of-proper-breathing-during-exercise>
8. Elliott physical therapy. The Importance of Proper Breathing for Your Overall Health,[Interet] [pristupljeno 17.5. 2021.] Dostupno na: <https://elliottphysicaltherapy.com/importance-proper-breathing-overall-health/>
9. Greatist ,How to Breathe for Every Type of Exercise, [Internet] [pristupljeno 17.5.2021.] Dostupno na: <https://greatist.com/fitness/how-breathe-every-type-exercise>
10. Kornati S,Pravilno disanje prilikom vježbanja [Internet] [pristupljeno 24.5.2021.] Dostupno na: <https://kadulja.com/fitness/pravilno-disanje-prilikom-vježbanja/>
11. Harvard Health Publishing, The importance of stretching [Internet] [pristupljeno 24.5.2021.] Dostupno na: <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/the-importance-of-stretching>
12. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R, Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med* 2005; 171:972-977

13. O'Reilly N, Jackson K, Lowe R, Ritchie L, Hampton L, Acharya V, Respiratory management of COVID 19. [Internet] [pristupljeno 13.6.2021.] Dostupno na: [https://www.physio-pedia.com/respiratory\\_Management\\_of\\_COVID\\_19#.Xni50lpWYTQ.email](https://www.physio-pedia.com/respiratory_Management_of_COVID_19#.Xni50lpWYTQ.email).

14. Kobesova A, Davidek P, Morris CE, Andel R, Maxwell M, Oplatkova L, et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol., J Bodyw Mov Ther. 2020 Jul;24(3):84-95.

## 6. ŽIVOTOPIS

Osobni podaci

Ime i Prezime: Ante Ninčević

Email: antenincevic135@gmail.com

Datum rođenja. 27.05.1999.

Obrazovanje:

2014.-2018. - Zdravstvena škola Split, smjer: fizioterapuetski tehničar

2019.-2021. – Preddiplomski studij, Sveučilište u Splitu, Svučilišni odjel zdravstvenih studija; Smjer: Fizioterapija

Radno iskustvo:

U period srednje škole odrađivana ljetna praksa u KBC-u Split kao i praksa na preddiplomskom studiju.

Dodatne edukacije:

Završen tečaj „Cupping therapy“.