Disanje tijekom različitih sportskih aktivnosti

Livančić, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:265:959648

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Kinesiology Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Matija Livančić

DISANJE TIJEKOM RAZLIČITIH SPORTSKIH AKTIVNOSTI

Završni rad

Osijek, 2022.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Matija Livančić

DISANJE TIJEKOM RAZLIČITIH SPORTSKIH AKTIVNOSTI

Završni rad

Kolegij: Teorija treninga

JMBAG: 0267043331

e- mail: mlivancic@kifos.hr

Mentor: doc. dr. sc. Josip Cvenić

Osijek, 2022.

University Josip Juraj Strossmayer of Osijek
FacultyofKinesiology Osijek
Undergraduate university study of Kinesiology

Matija Livančić

BREATHING DURING DIFFERENT SPORTS ACTIVITIES

Undergraduate thesis

Osijek, 2022.

IZJAVA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je__završni_____ (navesti vrstu rada: završni / diplomski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Kineziološkog fakulteta Osijek, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju „Narodne novine“ broj 123/03., 198/03., 105/04., 174/04., 2/07.-Odluka USRH, 46/07., 63/11., 94/13., 139/13., 101/14.-Odluka USRH, 60/15.-Odluka USRH i 131/17.).
3. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime I prezime studenta/studentice: Matija Livančić

JMBAG: 0267043331

e-mail za kontakt: mlivancic@kifos.hr

Naziv studija: Kineziološka rekreacija

Naslov rada: Disanje tijekom različitih sportskih aktivnosti

Mentor/mentorica završnog / diplomskog rada: doc. dr. sc. Josip Cvenić

U Osijeku, ____15._rujna_2022._____ godine



Potpis_____

Disanje tijekom različitih sportskih aktivnosti

SAŽETAK

Pravilno disanje utječe na posturu i funkcionalnu kretnju, stabilizira trup te učinkovito opskrbljuje stanice kisikom i integrirano je s ljudskom kretnjom, odnosno metaboličkim zahtjevima. Nepravilno disanje ima niz negativnih posljedica te postoje jednostavni načini za utvrđivanje i ispravljanje različitih aspekata disanja, koje se sastoje od sporog, laganog i dubokog disanja, zadržavanja daha tijekom mirovanja i sportskih aktivnosti. Tijekom sportskih aktivnosti kao što su powerlifting, olimpijsko dizanje utega, plivanje i trčanje primjenjuju se načini i tehnike disanja koje ihupotpunjavaju pri izvođenju specifičnih kretnji i metaboličkih zahtijeva koji se javljaju tijekom izvedbe navedenih aktivnosti.

Ključne riječi: pravilno disanje, ugljični dioksid, kisik, stabilizacija.

Breathing during different sports activities

Abstract

Proper breathing affects posture and functional movement, stabilizes the body and efficiently supplies cells with oxygen and is integrated with human movement, i.e. metabolic requirements. Improper breathing has a number of negative consequences, and there are simple ways to identify and correct different aspects of breathing. During sports activities such as powerlifting, Olympic weightlifting, swimming and running, breathing methods and techniques are applied that complement them when performing specific movements and metabolic demands that occur during these activities.

Keywords: proper breathing, carbon dioxide, oxygen, stabilization.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. RESPIRACIJA 2
2. 1. Plućni volumeni i kapaciteti 3
3. PRILAGODBE FUNKCIJE DIŠNOG SUSTAVA TIJEKOM TJELESNE AKTIVNOSTI 5
3.1. Kratkotrajan rad aerobnog tipa umjerenog intenziteta 5
3. 2. Dugotrajan submaksimalni rad (60% do 70% max) 5
3. 3. Aerobna aktivnost uz stalno povećanje intenziteta rada 6
3. 4. Statično opterećenje 7
4. PRAVILNO DISANJE I POSLJEDICE NEPRAVILNOG DISANJA 8
4. 1. Pravilno disanje 8
4. 2. Pravilno disanje kroz nos 8
4. 3. Pravilno disanje i autonomni živčani sustav 9
4. 4. Pravilno disanje, postura i funkcionalna kretnja 10
4. 5. Posljedice nepravilnog disanja 10
5. TESTOVI ZA PROCJENU DISANJA I VJEŽBE DISANJA ZA USPOSTAVLJANJE I ODRŽAVANJE PRAVILNOG NAČINA DISANJA 12
5. 1. BOLT (Body Oxygen Level Test) 12
5. 3. Primjeri vježbi disanja baziranih na rezultatu BOLT testa s ciljem uspostavljanja pravilnog disanja. 15
5. 4. Test biomehanike disanja i vježbe respiratornih mišića 16
5. 4. 1. Test biomehanike disanja 16
5. 5. Vježbe respiratornih mišića 17
6. DISANJE TIJEKOM RAZLIČITIH SPORTSKIH AKTIVNOSTI 18
6. 1. Powerlifting i olimpijska dizanja 18
6. 1. 1. Izvedba Valsalva manevra: 20
6. 1. 2. Dodatna potencijalna tehnika disanja za potisak s ravne klupe 23
6. 2. Plivanje 24
6. 2. 1. Koordinacija disanja s plivačkim tehnikama 25
6. 3. Trkačke discipline 26
6. 3. 1. Usklađenost koraka s disanjem 26
6. 3. 2. Oralno ili nasalno disanje i dijafragmatsko ili prsno disanje tijekom trčanja 27
7. ZAKLJUČAK 28
8. LITERATURA 29

1. UVOD

Disanje i načini disanja tijekom sportskih aktivnosti, a i u mirovanju često se prepuštaju autonomnoj kontroli koja nije uvijek optimalna. Cilj ovog rada je prikazati tehnike i načine disanja pri sportskim aktivnostima, od koji su u radu izdvojene powerlifting, olimpijsko dizanje utega, plivanje i trčanje te ukratko prikazati proces disanja i promjene u funkciji dišnog sustava tijekom tjelesne aktivnosti.Upravo je disanje jedan od čimbenika koji može odvajati one vrhunske sportaše od onih dobrih ili prosječnih.

Kroz sam proces disanja utječe se na čitav spektar funkcija organa i organskih sustava, iako je medicinska norma za frekvenciju disanja u jednoj minuti oko 12 udisaja, neki autori smatraju da je taj broj prevelik te da je optimalan broj oko 6 udisaja u minuti i ukazuju namehanizme i prednosti pravilnog disanjaobahvaćajući njegove biomehaničke, biokemijske i psihološke faktore koji će biti razrađeni u daljnjem radu. Sam mehanizam disanja je često zapostavljen te mu se nedaje dovoljna pažnja, a bitan je kao podloga za učinkovito disanje tijekom sportskih aktivnosti.

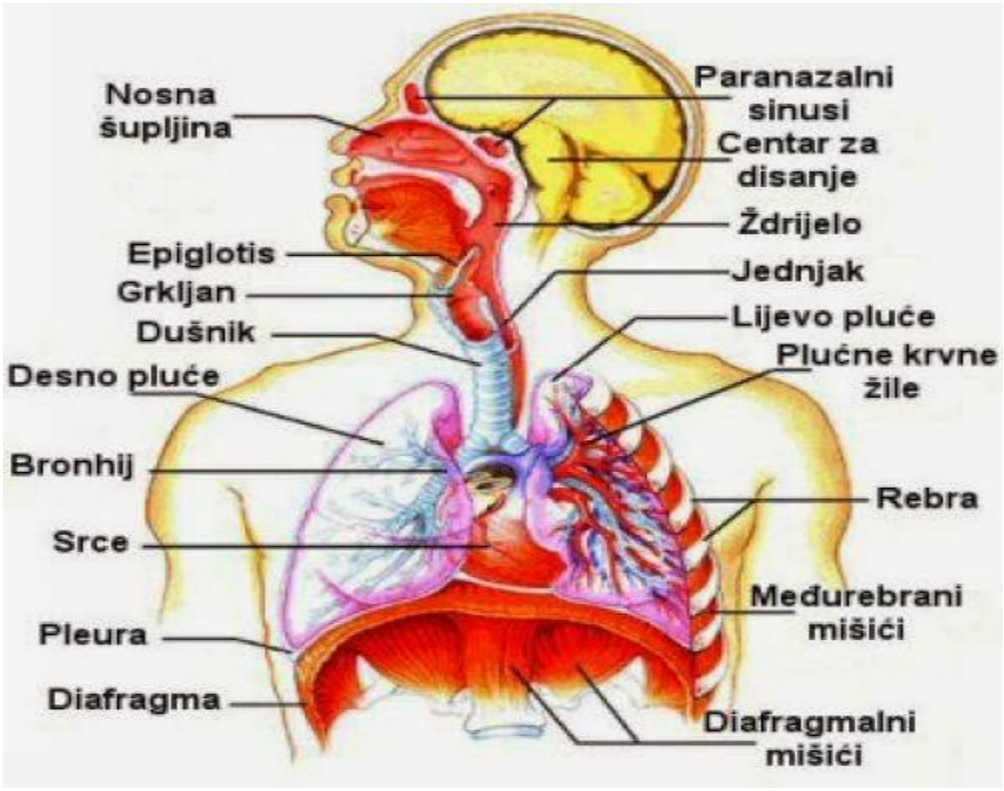
2. RESPIRACIJA

U ovome poglavlju ukratko se govori sažeto o fiziologiji disanja općenito, a potrebno je za daljnje razumijevanje disanja tijekom sportskih aktivnosti, kao i plućnim i dišnim volumenima i njihovim karakteristikama u sportaša.

Svrha disanja, odnosno respiratornog sustava je da osigura dopremu kisika tkivu, odstrani ugljikov dioksid iz tkiva i regulira koncentraciju vodikovih iona radi održavanja acidobazne baze (McArdle i sur., 2010). Respiracija se dijeli na četiri osnovne funkcije: plućna ventilacija, difuzija kisika i ugljikova dioksida između alveola i krvi, prijenos kisika i ugljikova dioksida krvlju i tjelesnim tekućinama do tjelesnih tkivnih stanica i od njih te regulacija ventilacije i drugi aspekti ventilacije. Plućna ventilacija se odvija u dvije faze: udisaj i izdisaj, odnosno rastezanje i stezanje pluća. Udisaj je aktivni dio respiracije, koji se odvija kontrakcijom dijafragme i njenim spuštanjem, kojime stvara prostor plućima da se raširе, čime se smanjuje tlak u plućima i omogućava protok atmosferskog zraka u njih. Izdisaj je pasivan dio respiracije (u mirovanju). Tijekom sportskih aktivnosti, odnosno tjelesne aktivnosti izdisaj postaje aktivan te se uključuju u respiraciju mišići skaleni, vanjski i unutarnji međurebreni mišići i abdominalni mišići. Mišići koji sudjeluju u respiraciji troše oko 3% do 5% ukupne energije koju troši tijelo za rad u mirovanju, dok kod naporne tjelesne aktivnosti mogu trošiti i do 50 puta više. Zrak koji uđe u pluća dolazi do alveola, gdje se odvija izmjena plinova između njih i krvi putem kapilara. Ugljični dioksid difundira iz krvi u pluća, a kisik iz pluća u krv, gdje se veže s hemoglobinom i prenosi metabolički aktivnom tkivu (Guyton i Hall, 2017).

McArdle i sur. (2010) navode „Tijelo regulira brzinu i dubinu disanja izvrsno kao odgovor nametaboličke potrebe. Tijekom svih intenziteta vježbanja u zdravih osoba arterijskitlakovi za kisik, ugljični dioksid i pH ostaju uglavnom na vrijednostima mirovanja. Neuralne informacije iz viših centara u mozgu, iz pluća iod mehaničkih i kemijskih senzora u cijelom tijelu reguliraju plućnu ventilaciju “. Tijekom, a moguće i prije same aktivnosti povećava se minutna ventilacija s ciljem održavanja optimalnih vrijednosti plinova i pH vrijednosti krvi putem živčanog sustava, kemoreceptora i baroreceptora.

Slika 1. Respiratorni sustav (Izvor: http://biologijazaucenike.blogspot.com/2015/02/disni-respiratorni-sustav.html).



2. 1. Plućni volumeni i kapaciteti

Plućni volumeni i kapacitetdijele se na:

- Ukupni plućni kapacitet (UPK; oko 5.800ml) je određena količina zraka koja stane u pluća. Dok je utjecaj na ukupni kapacitet pluća, odnosno njegovo povećanje treningom minimalno, Armour i sur. (1993) navode da sportaši kao što su plivači i trkači izražavaju nešto više vrijednosti (plivači oko 9.22 l, a trkači oko 7.66 l)
- Dišni ili respiracijski volumen (DV; oko 500ml u mirovanju) je količina zraka koja se udahne ili izdahne jednim udisajem ili izdisajem.
- Rezervni inspiracijski volumen (RIV; oko 3000ml) je količina zraka koja se može još maksimalno udahnuti nakon normalnog udisaja.
- Rezervni ekspiracijski volumen (REV; oko 1100ml) je količina zraka koja se može maksimalno izdahnuti nakon normalnog izdisaja.

- Rezidualni ili ostatni volumen (RV; oko 1200ml) je količina zraka koja ostaje u plućima nakon maksimalnog izdisaja te se nikako ne može izdahnuti.
- Vitalni kapacitet (VK; oko 4600ml) je najveća količina udahnutog zraka poslije maksimalnog izdisaja te se nadalje dijeli na forsirani vitalni kapacitet, ako se izvede maksimalno brzim i snažnim izdisajem i sekundni kapacitet, što je količina zraka koja se izdahne forsirano u jednoj sekundi (trebao bi iznositi više od 80% od forsiranog vitalnog kapaciteta). Armour i sur. (1993) zabilježili su VK kod plivača od 7.26 l te kod trkača na duge staze oko 5.87 l, dok su forsirani vitalni kapacitet gotovo jednaki u obije skupine sportaša.
- Minutni volumen disanja (MVD; prosječno 6l u minuti) je količina zraka koja se proventilira tijekom jedne minute te je on umnožak dišnog volumena (DV) i frekvencije disanja, odnosno broja udisaja u jednoj minuti (FD; prosječno 12 puta u minuti). Prema McArdle i sur. (2010) elitni sportaši mogu dosegnuti od 60 do 80 udisaja u minuti. Osim toga, DV se obično povećava na 2,0 l i više tijekom intenzivnog vježbanja, čime minutna ventilacija tijekom tjelovježbe doseže i 100 l ili oko 17 puta više od vrijednosti u mirovanju. Kod dobro treniranih sportaša u sportovima izdržljivosti, ventilacija se može povećati na 160 l/min tijekom maksimalne vježbe, dok kod nekih od elitnih sportaša u sportovima izdržljivosti volumen ventilacije prelazi čak 200 l/min. Bez obzira na veliku minutnu ventilaciju, DV rijetko prelazi 55% do 65% od vitalnog kapaciteta.
- Alveoarna ventilacija (V_A) je količina novog zraka koji u jednoj minuti dođe na područje izmjene plinova, odnosno u alveole, alveoarne vodove i respiracijske bronhiole.
- Minutna alveoarna ventilacija (oko 4,2 l zraka) je veličina minutnog volumena disanja umanjenog za veličinu mrtvog prostora koji iznosi oko 150ml zraka, a predstavlja prostor nosa, ždrijela, dušnika i dušnica, u kojemu se nalazi dio udahnutog zraka koji ne može difundirati (Matković i Ružić, 2009).

3. PRILAGODBE FUNKCIJE DIŠNOG SUSTAVA TIJEKOM TJELESNE AKTIVNOSTI

Poglavlje prilagodbe funkcije dišnog sustava tijekom tjelesne aktivnosti opisuje prilagodbu dišnog sustava kroz različite intenzitete, trajanje i uvjete rada koji simuliraju fiziološke odgovore organizma koji se javljaju pri izvedbi različitih tjelesnih, odnosno sportskih aktivnosti.

3.1. Kratkotrajan rad aerobnog tipa umjerenog intenziteta

Tijekom kratkotrajnog rada (5-10 min) aerobnog tipa umjerenog intenziteta povećava se minutni volumen disanja, zbog povećanja ventilacije koja osigurava održavanje parcijalnih tlakova kisika i ugljičnog dioksida u krvi. Na samom početku aktivnosti dolazi do naglog porasta minutnog volumena disanja, nakon čega slijedi sporiji prijelaz do pojave stabilnog stanja. Povećanje minutnog volumena disanja se odvija u tri faze: prva faza koju karakterizira trenutačno povećanje minutnog volumena disanja u prvih dvadesetak sekundi, druga faza koju karakterizira postupno eksponencijalno povećanje ventilacije do treće minute, nakon čega slijedi treća faza koju karakterizira stabilno stanje. Dišni volumen raste do 50%-65% od vitalnog kapaciteta te nikad ne doseže 100%, na temelju rezervnog inspiracijskog volumena. Dišni volumen i frekvencija disanja isto dosežu stabilno stanje kroz dvije do tri minute, dok je porast minimalan kod laganog do umjerenog opterećenja. Na početku aktivnosti dolazi i do bronhodilatacije čime se smanjuje otpor dišnih putova te smanjenja mrtvog prostora zbog porasta dišnog volumena, čime se povećava alveoarna ventilacija. Parcijalni tlak kisika u arterijama i alveolama ostaje stabilan (Matković i Ružić, 2009).

3. 2. Dugotrajan submaksimalni rad (60% do 70% max)

Tijekom dugotrajnog submaksimalnog rada u odnosu na kratkotrajnom laganom radu očituju se u veličini, odnosno ventilacija se znatnije povećava uz uspostavu stabilnog stanja nakon dvije do tri minute, dok minutni volumen disanja često ne ostaje stabilan. Postupni porast ventilacije se ponovo pojavljuje poslije približno 30 min, taj ponovni porast ventilacije se naziva ventilacijski drift. Parcijalni tlak kisika u alveolama ostaje stabilan tijekom dugotrajne submaksimalne aktivnosti, dok parcijalni tlak kisika u arterijskoj krvi se postupno smanjuje,

do pojave ventilacijskog drifta, gdje opet ponovo uspostavlja normalne vrijednosti (Matković i Ružić, 2009).

3. 3. Aerobna aktivnost uz stalno povećanje intenziteta rada

Tijekom aerobne aktivnosti uz stalno povećanje intenziteta rada minutni volumen disanja se proporcionalno, odnosno pravocrtno povećava do 50%-75% od maksimalnog intenziteta, nakon čega slijedi dolazi do strmijeg povećanja ventilacije, koji se linearno povećava do 85%-95%, gdje opet dolazi do prekida linearnosti. Slijedi još strmiji porast minutnog volumena disanja sve do maksimalnihvrijednosti koje pojedinac može ostvariti. Navedeni prekidi linearnog porasta minutnog volumena disanja se definiraju kao prvi ventilacijski prag (VT1) i drugi ventilacijski prag (VT2). Ventilacijski pragovi, odnosno razina opterećenja pri kojoj se oni pojavljuju izravno je povezana s izdržljivošću. Što razina opterećenja viša kada se oni pojavljuju, veći je i intenzitet aktivnosti koju pojedinac može izdržati te je na njihove vrijednosti moguće utjecati treningom izdržljivosti. Promjene minutnog volumena disanja tijekom laganog i umjerenog opterećenja su rezultat povećanog dišnog volumena, dok pod visokim opterećenjima dubina disanja se više ne povećava, već se može i smanjiti. Dosezanjem maksimalnog dišnog volumena, povećanje minutnog volumena disanja može se odviti samo kroz povećanje broja udisaja, odnosno frekvencije disanja, što i prikazuje eksponencijalno povećanjefrekvencije disanja pri većim opterećenjima.Većom frekvencijom disanja je potrebna i veća količina energije respiratornim mišićima za obavljanje rada.Promjene koje nastaju u alveoalrnoj ventilaciji, odnosno njezin porast pri aktivnosti s povećanjem intenziteta su dovoljne za održavanje razine parcijalnog tlaka kisika u alveolama i arterijama. Povećavanjem intenziteta eksponencijalno se povećava i parcijalni tlak kisika u alveolama do maksimalnih razina, čime proces difuzije kroz respiracijsku membranu dobiva dodatni impuls te se time omogućava i održavanje parcijalnog tlaka kisika u arterijskoj krvi te zasićenost hemoglobina kisikom je unutar normalnih granica. Dok kod vrhunskih sportaša kao što su biciklisti i atletičari trkači (u njih 40% do 50%) dolazi do hipoksije izazvane tjelesnom aktivnošću, koju karakterizira nedovoljna zasićenost arterijske krvi kisikom, odnosno njima dišni sustav je limitirajući čimbenik (Matković i Ružić, 2009).

3. 4. Statično opterećenje

Kod aktivnosti u kojima dolazi do stvaranja mišićne sile, ali bez izvršavanja mehaničkog rada, adaptacije funkcije dišnog sustava slične su onima koje se javljaju pri kratkotrajnom dinamičnom aerobnom opterećenju niskog intenziteta, odnosno izržen porast minutnog volumena disanja, ali s izostatkom gotovo trenutačnog povećanja MVD u prvih dvadesetak sekundi (Matković i Ružić, 2009).

4. PRAVILNO DISANJE I POSLJEDICE NEPRAVILNOG DISANJA

Pravilno disanje je baza za učinkovit mehanizam disanja tijekom sportskih aktivnosti te može biti limitirajući faktor, ako je disanje nepravilno tijekom odmora, biti će nepravilno i tijekom aktivnosti. Kako je tehnika određenih elemenata i tehnika kretnji u pojedinim sportovima od iznimne važnosti, disanje je integrirano s tehnikom te mu se često ne daje dovoljno pažnje, već se gotovo prepušta automatizmu iako imamo utjecaj na njega.

4. 1. Pravilno disanje

Pravilno disanje za vrijeme odmora je sporo, lagano i duboko disanje kroz nos, koristeći dijafragmu kao primarni inspiracijski mišić, sa 3 do 12 udisaja u minuti i prosječno 5 do 7 litara zraka u minuti. Kontrolirana pauza bi trebala biti oko 40 sekundi (Rakhimov, 2020). McArdle i sur. (2010) navode "Ako osoba zadrži dah nakon normalnog izdaha, potrebno je oko 40 s prije nego što započne disanje" što znači da normalno trajanje zadržavanja daha (odmah nakon uobičajenog udisaja i nakon izdisaja) je oko 40 sekundi, što ukazuje na normalnu oksigenizaciju stanica i tkiva.

4. 2. Pravilno disanje kroz nos

Autori McKeown i Hamilton (2021) navode da pravilnim disanjem kroz nos zrak se prolaskom kroz sinuse filtrira, vlaži i zagrijava te nos i sinusi zbog svoje konstrukcije pružaju blagi otpor koji je za 50% veći od otpora zraka koji prolazi kroz usta, čime je disanje sporije i dublje uz optimalniju aktivaciju dijafragme, što rezultira 10% do 20% većom ekstrakcijom kisika u krv, nadalje disanjem kroz nos protok zraka u pluća je prisutan i kod izdisaja, što rezultira kontinuiranom difuzijom kisika u krvotok. Održava se optimalna izmjena kisika i ugljikova dioksida, optimalna koncentracija ugljikova dioksida je bitna za oslobađanje kisika u metabolički aktivna tkiva za koju je zaslužan Bohrov efekt, u kojemu hemoglobin gubi afinitet za kisikom pri padu pH vrijednosti u krvi koju uzrokuje nakupljanje ugljikova dioksida, koji između ostalog djeluje i kao vazodilatator. U paranasalnim sinusima se stvara plin dušikov oksid koji se strujanjem zraka dovodi u pluća i proširuje dišne putove i žile te time poboljšava ventilacijsko-perfuzijski omjer (omjer kisika i krvi koji doseže alveole u jednoj minuti).

Dušikov oksid štiti od umutarnjih mikroba te je također važan za sintezu surfaktanta koji smanjuje površinsku napetost u alveolama.

4. 3. Pravilno disanje i autonomni živčani sustav

Autonomni živčani sustav se dijeli na simpatički i parasimpatički živčani sustav. Vagus živac koji ima važnu ulogu pri kontroli parasimpatičkog živčanog sustava, potječe iz malog mozga i moždanog debla te pruža živce i šalje impulse srcu, respiratornom sustavu i probavnom traktu, većinu informacija koju prenosi putuje od tijela prema mozgu izuzev srca, kod kojeg informacije putem vagusa prenose se obratno čime se stvara povratna petlja u dvosmjernom protoku informacija u kojemu informacije iz mozga utječu na fizičke sustave tijela i obratno (McKeown i Hamilton, 2021).

Pri udisaju simpatički živčani sustav facilitira blago ubrzanje otkucaja srca, dok pri izdisaju vagus izlučuje neurotransmiter acetilkolin koji usporava otkucaje srca. Navedena razlika u otkucaja srca se naziva respiratorna sinus aritmija i pod kontrolom vagusa je te ukazuje na zdravlje autonomnog živčanog sustava, veća varijacija je povezana sa dobrim zdravljem i tjelesnim fitnesom i obratno. Sporija frekvencija disanja od 4.5 do 6.5 udisaja u minuti optimizira balans između dvije grane autonomnog živčanog sustava. Respiratorna sinus aritmija kontrolira izmjenu plinova u alveolama te je izmjena najefikasnija kada su srčani otkucaji sinkronizirno sa disanjem, pri čemu srce počinje brže kucati tijekom udisaja i kada su pluća najbogatija kisikom, a sporije kada se aktivira impuls za izdah kada su pluća najbogatija ugljičnim dioksidom (McKeown i Hamilton, 2021).

Važan mehanizam respiratorne sinus aritmije je barorefleks kao homeostatska funkcija koja pomaže pri održavanju zdrave, skoro konstantne razine krvnog tlaka koji varira čak i tijekom odmora iz razloga što disanje uzrokuje promjene tlaka u prsnoj šupljini. Barorefleks je posredovan senzorima krvnog tlaka, odnosno baroreceptorima koji se nalaze u svim većim krvnim žilama koji detektiraju širenje arterija kako se krvni tlak povećava, čime uzrokuju vazodilataciju i pad otkucaja srca kao i obratno, padom tlaka dolazi do sužavanja krvnih žila i povećanja broja otkucaja srca. Barorefleks je optimalan kada je odnos između disanja i otkucaja srca najefikasnij u odnosu na izmjenu krvnih plinova. Sporo disanje uzrokuje oscilacije krvnog tlaka da se uskladi sa srčanim ritmom, stvarajući optimalne uvjete za izmjenu plinova (McKeown i Hamilton, 2021).

4. 4. Pravilno disanje, postura i funkcionalna kretnja

Pravilno disanje i pravilna postura su blisko povezani, kao i stabilnost, koja omogućuje funkcionalnu kretnju. Da bi postura bila pravilna, potrebno je pravilno disanje i obratno. Mišići trbuha i leđa koji čine „core “, koji može biti opisan kao kutija koju čine dijafragma gledajući s vrha, abdominalni mišići s prijeda, glutealni i spinalni mišići odozada i mišićima pelvisa na dnu. Stabilnost kora, disanje i postura povezani su pritiskom koji nastaje u abdominalnoj šupljini nastalo kretanjem dijafragme.Pravilnim disanjem i posturom dijafragma ima optimalan prostor u koji se može spustiti tijekom udisaja i stvoriti optimalan intraabdominalni pritisak koji pruža potporu pelvisu i kralježnici (McKeown i Hamilton, 2021). Kiesel i sur. (2017) su proveli istraživanje povezano s disfunkcionalnim disanjem, provedbom testa zadržavanja daha, upitnika i FMS-a te su utvrdili da prolaz navedenih testova daje 89%-nu šansu da disfunkcionalno disanje nije prisutno, odnosno posoji povezanost između pravilnog kretanja i pravilnog disanja i obratno.

4. 5. Posljedice nepravilnog disanja

Autori McKeown i Hamilton (2021) navode da na disanje utječu tri faktora, a to su: biokemija, biomehanika i psihologija. Pod biokemijom se podrazumijeva izmjena i metabolizam kisika i ugljikova dioksida, pod biomehanikom se podrazumijeva funkcija respiratornih mišića (primarno dijafragma i međurebreni mišići) te pod psihološkim faktorima se podrazumijevaju emocijalni i psihološki aspekti, koji se mogu odraziti kao stres uzrokovan lošim disanjem ili kao loše disanje uzrokovano stresom. Navedeni faktori ispravljaju se sljedećim paralelnim kategorijama: biokemija, biomehanika i ritam. Pod biokemijom se podrazumijeva povećanje tolerancije na ugljikov dioksid, pod biomehanikom se podrazumijeva disanje dijafragmom i pod ritmom se podrazumijeva dovođenje frekvencije disanja na 4 do 6 udisaja u minuti.U sljedećem poglavljupredstaviti će se testovi za procjenu biomehanike disanja i test kontrolirane pauze (BOLT test) za procijenu biokemije i frekvencije disanja, kao i vježbe disanja koje ispravljaju i unaprijeđuju navedene kategorije.

McKeown i Hamilton (2021) navode kako nepravilno, odnosno disfunkcionalno disanje ima niz posljedica. Kroničnim disanjem kroz usta zrak se ne filtrira, ne zagrijava i ne

vlaži kao kad prolazi kroz sinuse te je gubitak tekućine veći za 42%, od disanja kroz nos. Dušikov oksid se djelomično izbjegava kako zrak ne ulazi u pluća kroz sinuse te se time i smanjuje učinkovitost kisika, zbog manje dilatacije dišnih puteva i žila koje uzrokuje navedeni plin. Udiše se i izdiše previše zraka, koji većinom cirkulira mrtvim prostorom i gornjim segmentom pluća koji nije dovoljno prokrvljen za učinkovitu izmjenu plinova. Količina ugljičnog dioksida koja se izdiše povećava pH vrijednost krvi i time povećava afinitet hemoglobina za kisikom, što smanjuje oksigenizaciju tkiva. Tolerancija na ugljični dioksid pada te dolazi veće ventilacije koja prelazi 12 udisaja u minuti što je medicinska norma. Ako je biomehanika disanja neispravna ima negativan utjecaj na posturu tijela te ujedno s time negativno se odražava na stabilnost, samim time povećavajući rizik od ozljeda. Neispravnim radom respiratornih mišića i hiperventilacijom tijekom tjelesnih aktivnosti dolazi do zamora respiratornih mišića čime raste njihova potreba za kisikom kojeg za vrijeme odmora troše oko 3% od ukupne količine do 15% tijekom intenzivne tjelesne aktivnosti, što uzrokuje promjenu protoka krvi iz mišića donjih ekstermiteta u respiratorne mišiće narušavajući učinkovito obavljanje daljnjeg rada. Kako je disanje i povezano s autonomnim živčanim sustavom, neispravnim disanjem povećava se aktivacija simpatikusa što uzrokuje stresan odgovor organizma te ima psihološke posljedice.

5. TESTOVI ZA PROCJENU DISANJA I VJEŽBE DISANJA ZA USPOSTAVLJANJE I ODRŽAVANJE PRAVILNOG NAČINA DISANJA

5. 1. BOLT (Body Oxygen Level Test)

BOLT test se koristi za procjenu relativnog volumena disanja tijekom odmora i zadihanosti tijekom tjelesne aktivnosti, procjenom kontrolirane pauze (vrijeme koje se može zadržavati dah nakon normalnog udaha i izdaha). Test je jednostavan te se može primjeniti bilo kada i bilo gdje, predstavlja vrijeme koje je potrebno do prve definitivne fiziološke potrebe za disanjem nakon normalnog izdisaja i zadržavanja daha. Potrebno je napomenuti da test ne mjeri maksimalno vrijeme zadržavanja daha, već prvu potrebu za disanjem (McKeown, 2015). Test je izveden pravilno ako je disanje nakon izvedenog testa normalno, a ako odstupa od normalnog disanja (veliki udasji), test nije dobro izveden. Minimalan rezultat koji ukazuje na pravilno disanje je 25 sekundi, rezultati ispod te vrijednosti ukazuju na nepravilno disanje (McKeown, 2015).

Provedba testa

1. Udahnite normalno kroz nos i dopustite da normalno izdahnete kroz nos.

2. Držite nos prstima kako zrak ne bi ušao u pluća.

3. Brojite sekunde dok ne osjetite prvu jasnu želju za disanjem.

4. Pri prvoj jasnoj želji za udahom možete osjetiti i prve nevoljne pokrete mišića za disanje. (trbuh vam se može trzati, a područje oko vrata skupljati).

5. Otpustite nos i udahnite kroz njega.

6. Vaš udah na kraju zadržavanja daha treba biti miran.

5. 2. Vježbe disanja

Svrha vježbi disanja iz ovogpoglavlja je dovesti kontroliranu pauzu do 40 sekundi i usvojiti pravilnu biomehaniku disanja, kao i optimalnu biokemiju. Prema McKeownu (2015) čak i neki od vrhunskih sportaša imaju kontroliranu pauzu ispod 40 sekundi. Podizanjem na optimalnu razinu od 40 sekundi stvara se prostor za napredak u sportskoj izvedbi. Vježbe služe

za poboljšanje tolerancije na ugljični dioksid tako što utječu na osjetljivost kemoreceptora te ostvarivanje optimalnog broja udisaja. Vježbe simulacije visinskog treninga je preporučeno izvoditi sa kvalitetnim oksimetrom te kontrolirati da razina kisika ne pada ispod 80%, zadržavanjem daha dolazi do kontrakcije slezene u kojo se skladište crvena krvna zrnca te nakon 5 maksimalnih zadržavanja daha u intervalima od 2 minute koncentracija hematokrita i hemaglobina se povećava za 6.4% i 3.3% te ostaje povišena do 10 minuta (McKeown, 2015), dok Espersen i sur. (2002) navode povećanje epinefrina i norepinefrina za 0.1–0.3 mmol/l, kao povećanje hematokrita za 0.4–1.0%, nakon maksimalne apneje. McKeown (2015) navodi da se kroničnim izvođenjem vježbi koje simuliraju visinski trening dolazi i do povećanja eritropoetina koji je zaslužan za stvaranje eritrocita, čime se povećava VO2max, povećanje puferskih kapaciteta i iskoristivost kisika). McKeown (2015) vježbe disanja dijeli na:

1. Vježba disanja za odčepljivanje nosa

Vježba se izvodi tako da se uzme mali, tihi udah kroz nos te mali, tihi izdah kroz nos. Nons se pričepi prstima, kako bih se spriječio protok zraka u pluća.Hodajte uz zadržavanje daha što više koraka, do jake potrebe za disanjem. Nastavite disati kroz nos te ga nastojte odmah smiriti suzbijanjem dubokih udisaja (prvi udasi će biti dublji, ako ne možete normalizirati disanje nakon 2 do 3 udaha, dah ste zadržali pre dugo). Nastavite hodati te ponovite zadržavanje daha svaku minutu. Vježba se ponavlja od 5 do 6 puta.

2. Vježba laganog disanja

Postavite jednu ruku na prsni koš i drugu ruku na trbuh iznad pupka, radi lakšeg praćenja disanja. Udahnite i lagano gurajte abdomen prema van, izdahnite i lagano uvlačite abdomen prema unutra. Pratite ritam tisanja, obratite pažnju na veličinu i dubinu svakog daha. Nježno rukama pružajte otpor pri udisaju, kako bih smanjili pokrete disanja. Nastojte smanjiti dubinu svakog daha, uzmite manji ili kraći udah no što bih ste htjeli. Dopustite opušteni izdah, izdišući nježno, sporo i lagano. Dovedite osjećaj opuštanja u svoje disanje. Stvorite laganu potrebu za zrakom koju možete održavati minnimalno 5 minuta. Ne smije doći do prevelike potrebe za zrakom koju obilježavaju steznje inspiratornih mišića i kaotično disanje, ako dođe do prevelike potrebe za zrakom nastavite normalno disati nekoliko minute te ponovite ispravno

vježbu. Iako je disanje smanjeno treba ostati ritmično bez zadržavanja daha ili pauza tjekom disanja te tijelo treba biti opušteno.

Vježba laganog disanja kroz nos se može primjeniti i tijekom izvođenja tjelesnih vježbi kao što su jogging, trčanje, vožnja bicikla i druge. Bitno je da se aktivnost obavlja intenzitetom kojim se može održavati disanje kroz nos, uz smanjenje veličine udisaja i izdisaja stvarajući blagu potrebu za kisikom. Ako intenzitet postane visok do razine da je potrebno disati na usta, smanjite tempo ili hodajte od 2 do 3 minute te nastavite s aktivnosti s prilagođenim intenzitetom (maksimalan tempo uz koji se može održavati dugotrajno disanje kroz nos).

3. Vježba disanja za oporavak

Vježba se izvodi tako da se izdahne kroz nos te nos se pričepi prstima i zdaržava se dah od 2 do 5 sekundi. Dišite normalno kroz nos 10 sekundi te ponavljate prethodne postupke od 2 do 3 minute.

4. Vježba disanja za simulaciju visinskog treninga uz hodanje.

Vježba se izvodi tako da hodate disajući kroz nos 1 minutu, nježno izdahnite i zadržite dah. Dah zadržavajte do srednje jake potrebe za kisikom, nakon što udahnete nastavite disati 15 sekundi minimalnim disanjem, uzimajući kratke udahe. Nakon 15 sekundi kratkih udaha nastavite normalno disati sljedećih 15 sekundi te ponovite postupak zadržavanja daha. Vježba se ponavja od 8 do 10 puta, s time da se prva 2 do 3 zadržavanja daha dolazi do srednje potrebe za zrakom, a sljedeća ponavljanja do snažne potrebe za zrakom.

5. Vježba disanja za simulaciju visinskog treninga uz trčanje

Vježba se izvodi tako da se nakon 10 do 15 minuta trčanja nježno izdahne te se zadržava dah do jake potrebe za zrakom. Vrijeme zadržavanja daha može trajati 10 do 40 koraka, ovisno o brzini trčanja i rezultatu BOLT testa. Nakon udaha nastavite disati kroz nos 1 minutu, dok vam se disanje djelomično oporavi. Ponovite zadržavanje daha 8 do 10 puta tijekom trčanja. Zdržavanje daha bi trebalo biti teško, ali toliko da se disanje može normalizirati nakon nekoliko udaha nakon zadržavanja daha.

6. Vježba disanja za simulaciju visinskog treninga uz vožnju bicikla i plivanje

Vježba slijedi slične principe kao i kod trčanja, samo što se kod vožnje bicikla broje okretaji pedala tijekom zadržavanja daha koji traju od 8 do 15 okretaja, a kod plivanja se broje zaveslaji, gdje se povećava broj zaveslaja nakon udisaja od 3 do 7 zaveslaja.

7. Napredna vježba disanja za simulaciju visinskog treninga

Vježba se izvodi tako da se hoda 1 minutu, izdahne se kroz nos te se dah zadržava oko 40 koraka, nakon kojih se uzima jedan plitki i kratki udah i dah se nakon toga zadržava još 10 koraka, nakon toga se uzima još jedan takav udah ili se izdiše kratko i hoda se sljedećih 10 koraka. Postupak se ponavlja 1 do 2 minute. Ako potreba za disanjem postaje prejaka, zadržavanje daha se smanjuje na 5 koraka ili manje.

5. 3. Primjeri vježbi disanja baziranih na rezultatu BOLT testa s ciljem uspostavljanja pravilnog disanja.

McKeown (2015) dijeli vježbe prema:
BOLT rezultat do 10 sekundi:

- Vježba disanja za odčepljivanja nosa
- Disanje kroz nos cijelo vrijeme
- Izbjegavanje uzdisanja i uzimanja dubokih udaha
- Lagano disanje
- Vježba disanja za oporavak

BOLT rezultat od 10 do 20 sekundi:

- Vježba disanja za odčepljivanje nosa
- Disanje kroz nos cijelo vrijeme
- Izbjegavanje uzdisanja i uzimanja dubokih udaha
- Lagano disanje tijekom odmora i tjelesne vježbe

BOLT rezultat od 20 do 30 sekindi:

- Vježba disanja za odčepljivanje nosa
- Disanje kroz nos cijelo vrijeme
- Lagano disanje tijekom odmora i tjelesne vježbe
- Vježba disanja za simulaciju visinskog treninga uz brže hodanje i jogging

BOLT rezultat od 30 sekundi i više:

- Disanje kroz nos cijelo vrijeme
- Lagano disanje tijekom odmora i tjelesne vježbe
- Vježba disanja za simulaciju visinskog treninga uz jogging i trčanje
- Napredna vježba disanja za simulaciju visinskog treninga

5. 4. Test biomehanike disanja i vježbe respiratornih mišića

U ovome poglavlju predstavljen je jednostavan test za provjeru biomehanike disanja, kojemu je cilj ukazati na pravilan ili nepravilan rad respiratornih mišića te prikazati vježbe za uspostavljanje pravilnog dijafragmatskog disanja ukoliko su utvrđene nepravilnosti.

5. 4. 1. Test biomehanike disanja

Test se izvodi tako da postavite jednu ruku na trbuh, a drugu sa strane na prsni koš. Dišite normalno od 20 do 30 sekundi i pratite svoje disanje, pratite pokrete ruku, da li vam se miče samo ona postavljena na trbuhu ili ona postavljena na prsnome košu ili obje. Pravilno disanje je dijafragmatsko, kao što je navedeno u prethodnom poglavlju te bi prilikom ovog testa samo ruka koja se nalazi na trbuhu se trebala pomicati kao znak pravilnog disanja. Ako se pomiče samo ruka postavljena na prsnom košu onda je disanje prsno i/ili klavikularno, odnosno neispravno (Rakhimov, 2020).

5. 5. Vježbe respiratornih mišića

1. Vježba respiratornih mišića s knjigom

Vježba se izvodi tako da legnete na leđa te postavite 2 do 3 srednje teške knjige na trbuh. Usmjerite pažnju na način disanja, pri svakom udisaju pomičite knjige trbuhom prema gore otprilike od 2 do 3 centimetra te se opustite i izdahnite. Tijekom disanja prsni koš treba ostati miran, svi pokreti dolaze iz abdomena. Vježbu izvodite od 3 do 5 minuta (Rakhimov, 2020).

2. Vježba abdominalnog disanja s remenom

Postavite remen oko donjih rebara te ga stegnite dovoljno da nedozvoljava prsno disanje. Usmjerite pažnju na lagano disanje koristeći isključivo dijafragmu, u čemu pomaže remen limitirajući prsno disanje. Vježba se može provoditi od nekoliko minuta do nekoliko sati (Rakhimov, 2020).

6. DISANJE TIJEKOM RAZLIČITIH SPORTSKIH AKTIVNOSTI

Dok se promjene disanja, odnosno prilagodbae respiratornog sustava tijekom tjelesne aktivnosti općenito izražavaju porastom minutnog volumena disanja (Kenney i sur., 2015), u sportu se primjenjuju specifične tehnike disanja koje su integrirane s kretnjom, odnosno tehnikom i energetskim potrebama metabolizma. U ovome poglavlju su predstavljeni powerlifting i olimpijska dizanja, plivanje i trčanje od sportskih aktivnosti u kojima će biti detaljnjije opisan način disanja, odnosno tehnike koje se u njima primjenjuju.

6. 1. Powerlifting i olimpijska dizanja

Everret (2016) navodi „Torzo ima samo jednu potpornu strukturu duž svoje visine, kralježnicu sa strane, a ta struktura artikulira u svim smjerovima, zahtijevajući dodatnu potporu za održavanje krutosti. Slaba točka je opseg ispod prsnog koša u kojem nema krute strukture koja veže trup za zdjelicu, što stvara kompresibilno područje u koje se trup može urušiti naprijed i na strane". Everret (2016) također navodi da navedena slaba točka ispunjena je organima, odnosno tkivom koje je relativno nekompresibilno, ali iznad tog prostora se nalaze pluća odvojena dijafragmom koja omogućavaju prigodan način smanjenja kompresibilnosti sadržaja trupa spuštanjem dijafragme i punjenjem pluća zrakom što dijelomično pritišće organe abdominalne šupljine i povećava krutost torakalne šupljine te se kompresija može dodatno poboljšati zatezanjem muskulature koja okružuje trup, kao i dijafragmu i mišiće pelvisa čime se smanjuje mogućnost kolapsa torza.

Najčešća tehnika disanja koja se koristi u sportskim aktivnostima kao što su powerlifting i olimpijsko dizanje je Valsalva manevar (forsiran izdah kroz začepljen nos i zatvorena usta, koji se često koristi u medicini za povratak srčanog ritma i odčepljivanja ušiju). Svrha ove tehnike je stabilizacija trupa kroz stvaranje intraabdominalnog tlaka, uz to Zatsiorsky i sur. (2020) navode da intraabdominalni tlak može smanjiti pritisak na interverterbralne diskove od 20% do 40% te količina sile povećava se od udisaja do izdisaja do Valsalva manevra za koju je zaslužan pneumomuskularni refleks, kod kojeg povišen intraplućni tlak služi kao podražaj za potenciranje ekscitabilnosti mišića.

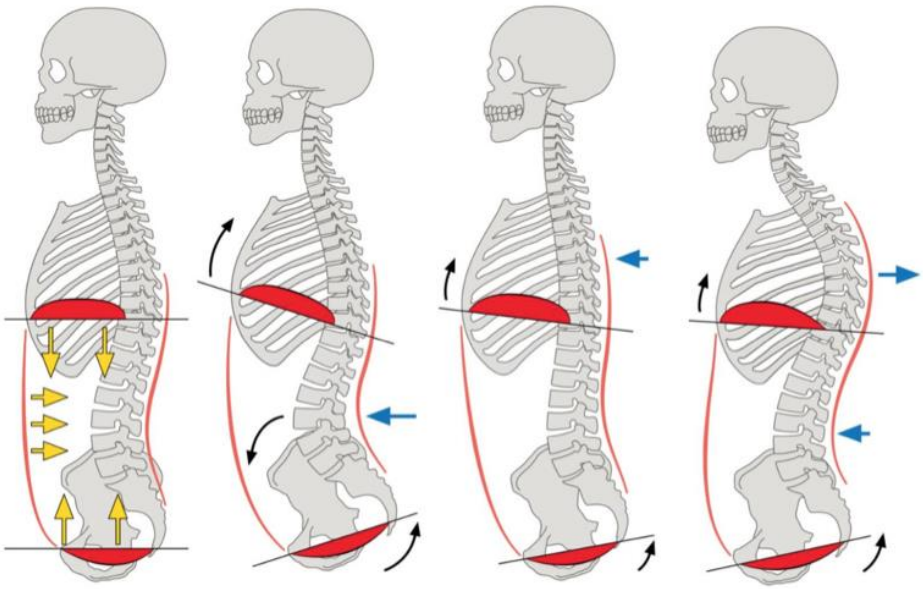
Prema Zatsiorsky i sur. (2020) Valsalva manevar također izaziva kardiovaskularni odgovor koji mnogi liječnici smatraju štetnim, zato što zrak ne može izaći, intratorakalni tlak

naglo raste (do 40-100 mmHg i čak i viši, dok je normalno 2-15 mmHg niži od atmosferskog tlaka), Linsenbardt i sur. (1992) su zabilježili sistolički i dijastolički tlak tijekom manevra pri dvostrukoj ekstenziji koljena i biceps pregibu od 10 RM-a od 166/112 mmHg. Zatsiorsky i sur. (2020) dalje navode da zbog visokog intratorakalnog tlaka i kompresije na venu cavae, koja vraća krv u srce, smanjuje se venski povratak u srce, čime se smanjuje minutni i udarni volumen.Kao rezultat malog venskog povratka i visokog intratorakalnog tlaka nastaje Valsalvin efekt, odnosno smanjenje dimenzija srčanih komora. Smanjeni udarni volumen kompenzira se povećanjem broja otkucaja srca, koji mogu dosegnuti i 170 otkucaja u minuti. Osim toga, krvni tlak doseže skoro trostruko veće vrijednosti od normalne. Navedeno povišenje krvnog tlaka objašnjavavisoki intramuskularni tlak, koji rezultira povećanim ukupnim perifernim otporom i povišenim krvnim tlakom. Dok umanjeni minutni volumen može dodatno rezultirati anemijom mozga i gubitkom svijesti te se može spriječiti kratkim izdahom. Prekidom Valsalva manevra nakon nekog vremena sve vrijednosti vraćaju se u normalu. Intratorakalni tlak naglo pada i velika količina krvi prepuni srce teporastom udarnog volumena i minutnog volumena srca, krvni tlak opada. Zatsiorsky i sur. (2020) uz to navode „Sportaši se takvim promjenama prilagođavaju, i to pravilno planirani i izvedeni treninzi snage ne izazivaju hipertenziju. Suprotno uobičajenim zabludama, težak trening otpora (opet, ako je ispravno planiran i izveden) rezultira pozitivnom prilagodbom kardiovaskularnog sustava “. Hackett i Chow (2013) tvrde da, izvedbom Valsalva manevra povećava se intraabdominalni tlak te zbog promjene hemodinamike, ne preporučuje se osobama koje pate od kardiovaskularnih, cerebrovaskularnih bolesti i hernija, da izvode ovaj manevar te da se izbjegava uporaba manevra i kod zdravih osoba pri podizanju težina ispod 80% 1RM-a.

Kako je svrha tehnike disanja priprema za dizanje utega, odnosno eng. „bracing“u dizačkim sportovima, čime se postiže stabilnost i povećava se proizvodnja mišićne sile, da bi ona bila učinkovita potrebno je pravilno disanje. Duffin (2016) navodi „Ako imate disfunkcije disanja, postoji gotovo beskonačan popis problema koji se mogu i hoće razviti. Osim toga, ako imate disfunkciju s jednom funkcijom dijafragme, kao što je disanje, imat ćete disfunkciju s bracingom “, nadalje isti autor navodi da bi stabilizacija bila učinkovita, bitno je pravilno držanje tijela.

Prije Valsalva manevra zauzima se pravilna položaj tijela u kojemu je dijafragma paralelna s pelvisom, što prikazuje lijevi prikaz na slici 2., ovisno o individualnom držanju tijela potreban je blagi anteriorni ili posteriorni nagib pelvisa te torakalna fleksija ili ekstenzija. Nakon zauzimanja pravilnog položaja i udaha, steže se muskulatura trupa i pelvisa.

Slika 2. Položaj trupa (Izvor: https://www.elitefts.com/education/breathing-is-not-bracing/)



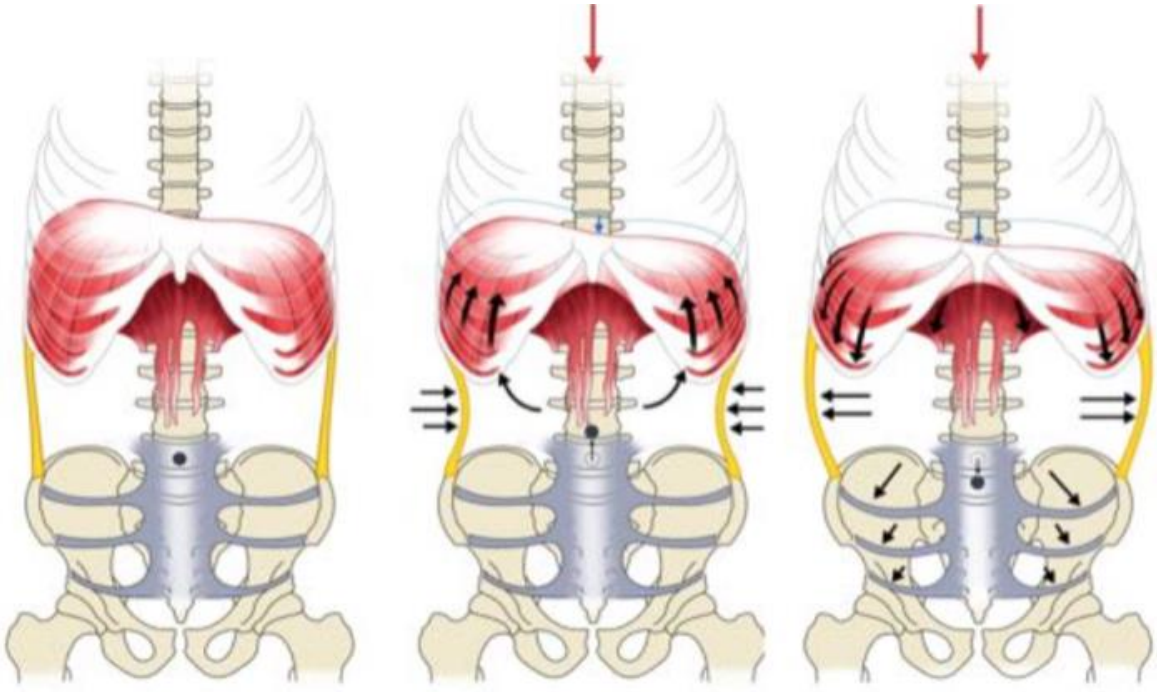
6. 1. 1. Izvedba Valsalva manevra:

1. Udah

Udiše se što je više zraka moguće, tako da se pluća potpuno ispune zrakom, čime se kontrahira dijafragma te se širi abdomen. Udah se može inicirati kroz nos, što pomaže aktivaciji dijafragme. Henoch i sur. (2017) navode„Nakon udisaja, trebalo bi doći do trodimenzionalnog širenja abdomena i stijenke prsnog koša u svim smjerovima: sprijeda, straga i sa strane. Muskulatura trupa suprotstavlja se ovom širenju ekscentričnom kontrakcijom koja olakšava stabilnost“. Tijekom udisaja trbušni mišići bi trebali biti opušteni, da ne pružaju otpor širenju trupa (Everret, 2016). Slika 3. treći prikaz s desna prikazuje pravilan udah i ekspanziju abdomena.

Proces stabilizacije i izvođenje Valsalva manevra kod powerliftinga: pri potisku s ravne klupe, čučnju i mrtvom dizanju započinje tijekom postave, neposredno prije izvođenja dizanja. Za olimpijska dizanja: trzaj i izbačaj vrijede ista pravila (Austin i Mann, 2012).

Slika 3. Odnos abdomena i udisaja(Izvor: https://www.elitefts.com/education/breathing-is-not-bracing/)



2. Zadržavanje daha

Nakon udisaja slijedi stezanje abdominalne muskulature, leđne muskulature i muskulature pelvisa i forsirani izdisaj, čime se povećava unutarnji pritisak i istiskuje zrak iz pluća kroz traheju te je potrebno zatvoriti glotis kako bi se spriječio izdisaj, odnosno zadržao dah. Henoch i sur. (2017) navode „pokazalo se da izdisaj povećava lumbalnu ukočenost u usporedbi s inhalacijom. To je zato što izdisaj skuplja trbušne mišiće i dno zdjelice koncentrično i povlači donja rebra prema dolje slažući ih preko zdjelice. Stvara početnu krutost i postavlja položaj, dok 360 stupnjeva udisanje stvara pritisak i pojačava tu ukočenost i položaj“. Dok je uobičajeno izvođenje Valsalva manevra sa zatvorenim ustima, kao što je prikazano na slici 5., kako je glotis zatvoren i spriječava protok zraka, postupak se možeizvesti saotvorenim ustima radi lakšeg uzimanja velikog daha te se često može vidjeti pri olimpijskom dizanju (slika 4.).

Slika 4. Olimpijski dizač utega (Izvor:https://luxiaojunbarbell.com/blogs/infos/about-me)



Slika 5. Powerlifter (Izvor: http://catalysttrainingsystems.ca/2014/09/strength-get/dan-green-deadlift/)



3. Izdisaj

Zadržavanje daha bi se trebalo održavati kroz što duži period dizanja utega. Kako je naveden porast tlaka i pritisak na venu cavae, što može uzrokovati gubitak svijesti, neophodan je mali izdah pri kraju izvođenja dizanja, čime se smanjuje tlak i spriječava gubitak svijesti.

Izdah bi trebao biti minimalan iz razloga da ne utječe negativno na stabilnosttrupa (Everret, 2016).

6. 1. 2. Dodatna potencijalna tehnika disanja za potisak s ravne klupe

Blažek i sur. (2021) proveli su istraživnje povezano s tehnikama disanja i njihovim utjecajem na kinematiku i na regije zastajkivanja kod potiska s ravne klupe pri dizanju 1RM-a, u kojemu su sudjelovale 24 zdrave osobe muškog spola, starih 18 ili više godina te sa minimano 3 godine iskustva iz različitih sportova, kao što su power lifting, CrossFit, boks i atletika. Sudionici su bili nasumično podijeljeni te upoznati s tehnikama disanja koje će izvoditi. Tehnike koje su proveli bile su Valsalva manevar, zadržavanje daha, obrnuto disanje i pakiranje pluća te su zaključili da je tehnika pakiranja pluća imala pozitivan utjecaj na kinematiku i najmanje zadržavanje na regijama zastajkivanja kod potiska s ravne klupe te da Valsalva manevar je imao najkraće izvođenje potiska s ravne klupe.

Zadržavanje daha se izvodi tako da se uzme udah prije početka dizanja te se zadržava tijekom ekscentrične faze, nakon koje u koncentričnoj fazi pokreta se izdiše kroz masku (koja simulira zatvoren glottis) do završetka pokreta.

Valsalva manevar u ovome istraživanju se izvodio tako da je udah uzet kroz usta i nostijekom ekscentrične faze, na kraju koje je dah zadržan i sljedio je aktivan izdah tijekom koncentrične faze.

Obrnuto disanje se izvodi tako da se uzme duboki udah prije samod dizanja, nakon čega slijedi izdah tijekom ekscentrične faze, a udah tijekom koncentrične faze pokreta.

Pakiranje pluća se izvodi tako da se koriste mišići za gutanje koji forsiraju od 30 do 60 mililitara zraka u pluća, sličan proces kao gutanje hrane te se izvodi od 3 do 6 udaha, što omogućuje povećanje volumena pluća više od 2,59 litara iznad limita maksimalnog kapaciteta udaha i povećanje unatarnjeg pritiska u prsima do 8 kPa. Tijekom ekscentrične faze dah se zadržava te početkom koncentrične faze izvodi se izdah sa zatvorenim glotisom (Blažek i sur. 2021).

6. 2. Plivanje

Lucero i Bleul-gohlke (2006) navode „U plivanju, čin određivanja vremena udisaja i izdisaja s vremenom kada je lice u vodi ili izvan nje, i to bez ometanja zaveslaja, izazov je koji nije dio drugih sportova. Osim toga, u svim zaveslajima, izdisaj mora biti tempiran sa propulzivnom fazom zaveslaja, a udisaj tempiran sa fazom oporavka ruke za najkorisnije rezultate“. Tijekom plivanja, najučinkovitije je udisati kroz usta te izdisati kroz nos i usta istovremeno, što omogućuje najučinkovitiju izmjenu starog i novog zraka u plućima, kao i izbjegavanje ulaska vode u sinuse (Lucero i Bleul-gohlke, 2006.). Mineo (2022) navodi „Dišite lagano. Dišite prirodno. Vaš udah trebao bi se činiti kao mali gutljaj zraka. Vaš izdah bi trebao izgledati kao da uzdišete, bez prisiljavanja ili guranja zraka van“. Osjećaj tijekom disanja bi trebao biti kao da se iskorištava 50% kapaciteta pluća, zato što veliki udisaji stvaraju suvišan uzgon, dok potpuni izdisaji stvaraju suvišan negativan uzgon, što negativno utječe na tehniku plivanja. Optimalan omjer udisaja i izdisaja je 1:1 (Mineo, 2022).

Nadalje disanje se može podijeliti u bilateralno, pri čemu se udah uzima svaki puta na suprotnu stranu nakon određenog broja zaveslaja te jednostrano, pri čemu se udah uzima svaki put s iste strane nakon određenog broja zaveslaja (Gaal, 2018). Prednost bilateralnog disanja je u tome što pomaže u izvođenju i održavanju ujednačenih zaveslaja i poboljšava mehaniku plivanja na obije strane tijela, dok je negativna strana bilateralnog disanja dvostruko duže vrijeme između udaha u odnosu na jednostrano disanje, što uzrokuje smanjen protok kisika. Prednost jednostranog disanja je veći protok kisika te mana jednostranog disanja je disbalans koji nastaje kod dugotrajnog preferiranja jedne strane, odnosno jedna stana postaje jača od druge strane tijela (Gaal, 2018). Prema Seifert i sur. (2008) plivač može plivati brže ako se ne izvodi pokret disanja, a primarno zato što suprotni zaveslaj bio bi propulzivniji kada se ne koristi sila za povećanje kuta nagiba tijela povezanog s disanjem, ipovećanje kuta nagiba tijela za disanje moglo bi povećati otpor prema naprijed. Counsilman (1995) predlaže disanje svaka dva zaveslaja u dužim natjecateljskim disciplinama, dok bi se u sprinterskim utrkama trebala odrediti najbolja strategija za svakog plivača u odnosu na njegovu izvedbu. Međutim, uobičajeno je da plivači sprinteri zadržavaju dah u utrkama na 50 metara, zato što ne utječe na mehaniku plivanja. Nadalje plivači mogu hiperventilirati prije utrke radi smanjenja razine ugljičnog dioksida ispod normalne razine, čime se smanjuje osjetljivost kemoreceptora i produžuje se vrijeme trajanja zadržavanja daha te se samim time smanjuje i potreba za disanjem, a rezultira manjim brojem udaha tijekom plivanja (McArdle i sur., 2010).

6. 2. 1. Koordinacija disanja s plivačkim tehnikama

Slobodni stil

Disanje bi trebalo biti integrirano sa zaveslajem i izvodi se unutar okreta zaveslaja. Glava plivača prati za vrijeme zaveslaja kotrljanje tijela do točke da usta imaju dovoljno prostora za udisanje novog zraka. Ako se disanje izvodi u desnu stranu, lijeva sljepoočnica, obraz i čeljusna kost trebaju ostati unutar vode pri udisanju te su brada i prsna kost poravnate, aako se disanje izvodi na lijevu stranu, desna strana lica ostaje u vodi. Vrijeme udisaja i izdisaja treba biti tajmirano sa zaveslajima ruku, udah se izvodi kada ruka sa suprotne strane ispruži se naprijed, a izdah se izvodi početkom sidrenja suprotne ruke te traje do kraja povlačenja (Lucero i Bleul-gohlke, 2006).

Leđno plivanje

Iako je glava iznad vode, te se može slobodno disati, treba obratiti pozornost na pravilno disanje, zbog održavanja ritma zaveslaja. Za disanje pri leđnom plivanju često se odabire ruka za udisaj i ruka za izdisaj. Udiše se kada pazuh odabrane ruke za udisaj dosegne najvišu točku, a izdiše se kada odabrana ruka za izdisaj započne s povlačenjem (Lucero i Bleul-gohlke, 2006). Udisaj i izdisaj se može odvijati i za vrijeme jednog zaveslaja: udisaj tijekom pokreta ruke prema gore i nazad, te izdisaj tijekom pokreta ruke kroz vodu uz tijelo.

Leptir

Disanje u leptiru se izvoditi unutar linije zaveslaja, a odvija se s ispruženim vratom prema naprijed, kako bi se održao prednji moment zaveslaja. Brada bi trebala ostati na površini vode, s pogledom usmjerenim na njenu površinu, čime se izbjegava previsoko podizanje. Lice se uzdiže iznad razine vode tijekom prvog dijela povlačenja radi udisaja, dok se prsa podižu. Lice se u trenu vraća u vodu prije nego što ruke dođu do širokog "Y" na kraju oporavka (Lucero i Bleul-gohlke, 2006).

Prsno plivanje

Zbog prirodnog učinka poluge koju uzrokuje zaveslaj kod prsnog plivanja, nije potrebno bradu dodatno izranjati ili uranjati u vodu. Disanje bi se trebalo dogoditi kada su prsa u najvišoj točki a bokovi u najnižoj. Držeći glavu čvrsto u liniji zaveslaja, plivač bi trebao gledati dolje u vodu, a ne na kraj bazena tijekom udisaja. Čvrstim držanjem glave ne remeti se proces disanja frontalnom linijom zaveslaja (Lucero i Bleul-gohlke, 2006).

6. 3. Trkačke discipline

6. 3. 1. Usklađenost koraka s disanjem

Svrha disanja tijekom trčanja je usklađivanje metaboličkih zahtjeva sa aktivnošću te se ono prilagođava automatski. Kod elitnih sportaša, za razliku od rekreativaca i amatera, uočena je lokomotorno-respiratorna sprega, odnosno ritmično disanje, što se odnosi na to da pokreti udova i disanje, od kojih svaki pokazuje cikličke obrasce, nisu izolirane radnje, već ishod jednoga ima neki utjecaj na ishod drugoga (Stickford i Stickford, 2014). Daley i sur. (2013) navode „Odgovarajuća koordinacija ritma koračanja i disanja može djelovati na smanjenje antagonističkog opterećenja respiratornih mišića uzrokovanog pokretima abdomena i stijenke prsnog koša“, te također navode da istraživanja ukazuju na smanjenje energetskih troškova disanja, povećanu stabilizaciju tijela tijekom kretanja, i omogućavanje savijanja trupa i inercijskih pokreta mekih tkiva za povećanje pumpanja zraka u i iz pluća. Neki od tipičnih obrazaca koraka po dahu je 2:1 (dva koraka na jedan dah), s omjerima (broj koraka prema jednom cilkusu disanja ili broj koraka za vrijeme udisaja i izdisaja zasebno) 4:1, 3:1, 5:2 i 3:2, koji se mjenjaju ovisno o intenzitetu. Optimalan omjer za većinu utrka koji omogućuje učinkovitu ventilaciju je 2:2 (dva koraka udah, dva koraka izdah) te za brži tempo 2:1 ili 1:2, s iznimkom za maraton i duže utrke, tijekom sporijeg tempa prigodan omjer je 3:3 (Daniels, 2013), dok Harbour i sur. (2022) predlažu korištenje neparnih omjera kao što su 5:1 i 7:1 s dužim izdisajima što je pokazalo da tijekom takvog načina disanja RPE, odnosno subjektivan osjećaj naprezanja je niži nego kod parnih omjera. Jedna od mana obrazaca disanja s parnim omjerima je ta što najveći udarni stres trčanja događa se kada se kontakt stopala tijekom trčanja podudara s početkom izdisaja, što znači da jedna strana je pod većim stresom tijekom trčanja (Coates i Kowalchik, 2021). Harbour sur. (2022) navode i moguću iritaciju parijetalnog peritoneuma koja može uzrokovati neugodnu bol i nelagodu tijekom trčanja, a može se riješiti neparnim obrascima disanja.

6. 3. 2. Oralno ili nasalno disanje i dijafragmatsko ili prsno disanje tijekom trčanja

Treba li disanje biti kroz usta, nos ili oboje tijekom trčanja različiti treneri i stručnjaci daju različite odgovore, iako pravilno disanje kroz nos ima pozitivan utjecaj na cijeli organizam, s različitim prednostima koje su navedene u poglavlju povezanim s pravilim disanjem tijekom same tjelesne aktivnosti rijetko se primjenjuje, što se može primjetiti jednostavnim opažanjem načina disanja od rekreativnih sportaša do onih profesionalnih. Rakhimov (2020) navodi „Kada moji učenici koji se bave disanjem (ponekad sportaši) imaju više od 60 sekundi na BOLT testu, disanje na usta im neće dati nikakve prednosti čak ni za sportska natjecanja. Oni prirodno dišu kroz nos čak i maksimalnim intenzitetom tijekom dužih sesija (do 1-2 sata ili više)“, nadalje autor navodi da, za isti intenzitet trčanja, disanje na usta uzrokuje povećanje broja otkucaja srca do 7-10 otkucaja u minuti u usporedbi s disanjem samo na nos, zbog dušikova oksida koji koji proširuje krvne žile i dišne puteve i ugljičnog dioksida, koji također djeluje kao snažan vazodilatator. Disanjem na usta smanjuje se koncentracija ovih kemikalija u plućima i arterijskoj krvi uzrokujući dvostruki spazam krvnih žila (Rakhimov, 2020).

Prema Dallam i Kies (2020) postoji ograničen broj istraživanja koja istražuju utjecaj nasalnog disanja tijekom vježbanja naspram oralnog i/ili oro/nasalnog disanja, neka istraživanja podupiru ograničenje disanja samo kroz nos, kao izvediv način poboljšanja respiratornog zdravlja, pogotovo kod osoba koje boluju od astme, nadalje istraživanja ukazuju da nasalno disanje ima bolju ventilacijsku efikasnost od oralnog ili oro/nasalnog, što rezultira boljom fiziološkom ekonomijom. Dallami Kies (2020) nadalje navode „dostupni dokazi upućuju na to da bi većina zdravih pojedinaca trebala biti u stanju dovršiti i aerobne vježbe umjerenog intenziteta i/ili kratkotrajne anaerobne vježbe u stanju disanja na nos bez potrebe za specifičnom prilagodbom. Međutim, teške i/ili maksimalne aerobne vježbe mogu zahtijevati specifičnu dugoročnu prilagodbu (> 6 mjeseci) pristupu disanja na nos kako bi se prevladala početna ograničenja vršnog VO2 i radnog kapaciteta “.

Rakhimov (2020) navodi „Budući da donji dijelovi pluća dobivaju oko 6-7 puta bogatiju opskrbu krvlju zbog utjecaja gravitacije, dijafragmalno disanje tijekom vježbanja vitalni je dio ispravnih tehnika disanja za trčanje.Trbušno disanje stoga je neophodno za izvrsno fizičko zdravlje i maksimalnu oksigenaciju tijela. Međutim, ako nemate automatsko

trbušno disanje u mirovanju ili tijekom spavanja, vjerojatno ćete disati na prsa tijekom vježbanja “, što rezultira smanjenom izdržljivošću i tjelesnim fitnesom.

Tijekom utrka od 60m do 100m nije neobično da neki od atletičara otrče utrku s jednim udahom neposredno prije starta, dok drugi uzmu nekoliko udaha ili dišu normalno tijekom utrke. Zadržavanje daha odnosno Valsalva manevar može potencijalno pogodno djelovati na sami start iz blokova i početno ubrzanje u kojemu je cilj stvaranja što veće sile, povećanjem stabilnosti trupa i ekscitabilnosti mišića. Tehnike i načini disanja pri kratkim sprinterskim utrkama nisu istražene, iako različiti sportaši intuitivno koriste različite načine disanja te u ovim disciplinama nije jasno da li jedan način disanja ili zadržavanja daha daje prednost nad drugim.

7. ZAKLJUČAK

Nad disanjem koje je većinom pod utjecajem autonomnog živčanog sustava, imamo i svojevoljnu kontrolu nad respiratornim sustavom i njegovim funkcijama. U sportskim aktivnostima disanje je integrirano u tehniku, s pokretima i metaboličkim potrebama koje se javljaju pri njihovoj izvedbi. Manipulacijom disanja povećava se stabilnost trupa i ekscitabilnost mišića u dizačkim sportovima, utječe se na ekonomičnost trčanja i plivanja te se smanjuju različiti mogući mehanizmi povreda u sportu. Samo disanje, odnosno pravilno disanje tijekom mirovanja često je zanemareno, a ima znatan utjecaj na cijeli organizam, kao i na same načine i tehnike disanja koje se primjenjuju tijekom sportskih aktivnosti. Jednostavnim vježbama disanja ne samo da se može nepravilno disanje ispraviti, nego već mogu služiti kao trenažni alati koji mogu podići sportsku izvedbu na višu razinu. Pravilnim disanjem uključujući sve njegove aspekte od biomehanike, biokemije i psihologije stvaraju se optimalni uvjeti koji se mogu integrirati u tehnike i načine disanja koji se primjenjuju tijekom izvedbe različitih sportskih aktivnosti.

U profesionalnom sportu gdje se razlike između onih najboljih izražavaju tek u milisekundama, milimetrimaili frakcijama razlika podignutih težina, disanje na koje se rijetko daje dovljno pažnje može imati presudnu ulogu. Ako je disanje neispravno tijekom odmora, biti će neispravno i tijekom sportskih aktivnosti te izvedba neće biti na razini na kojoj bi mogla biti samim načinom disanja.

8. LITERATURA

1. Armour, J., Donnelly, P. M., & Bye, P. T. (1993). The large lungs of elite swimmers: an increased alveolar number?. *The European respiratory journal*, *6*(2), 237–247.
2. Austin, D. i Mann, B. (2012). Powerlifting.Human Kinetics.
3. Blazek, D., Kolinger, D., Petruzela, J., Kubovy, P., Golas, A., & Petr, M. et al. (2021). The effect of breathing technique on sticking region during maximal bench press. Biology of Sport, 38(3), 445-450. https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.100362.
4. Coates, B. i Kowalchik, C. (2021). How to Breathe While Running Using a Rhythmic Method. Runner**'s** World.Preuzeto 29. Srpnja, 2022. Sa: https://www.runnersworld .com/training/a28413381/rhythmic-breathing/.
5. Counsilman, JE. (1995). La Natacion.Ciencia y Técnica para la Preparación de Campeones. Barcelona: Editorial Hispano Europea SA. 7th ed.
6. Daley, M., Bramble, D. i Carrier, D. (2013). Impact Loading and Locomotor-Respiratory Coordination Significantly Influence Breathing Dynamics in Running Humans. PloS one. 8. e70752. 10.1371/journal.pone.0070752.
7. Dallam, G. i Kies, B. (2020). The Effect of Nasal Breathing Versus Oral and Oronasal Breathing During Exercise: A Review. Journal of Sports Research. 7.10.18488/journal.90.2020.71.1.10.
8. Daniels, J. V.O2. (2013). Stride Rate & Breathing [video].Youtube.Preuzeto 29. srpnja, 2022. Sa: https://www.youtube.com/watch?v=hXza2niLmpc.
9. Daniels, J. V.O2. (2013). Optimal Breathing [video].Youtube.Pristupljeno 29. srpnja, 2022. Sa:https://www.youtube.com/watch?v=eTsWDWDBpI8.
10. Duffin, C. (2016.), Breathing is not braceing. Elite FTS. Preuzeto 29. srpnja, 2022. Sa: https://www.elitefts.com/education/breathing-is-not-bracing/.
11. Espersen, K., Frandsen, H., Lorentzen, T., Kanstrup,IL. i Christensen, N. J. (2002). The human spleen as an erythrocyte reservoir in diving-related interventions. Journal of Applied Physiology 92:5, 2071-2079.
12. Everett, G. (2016). Olympic Weightlifting - A Complete Guide for Athletes & Coaches.Catalyst Athletics.
13. Gaal, M. (2018). Proper Breathing Technique for Swimming. Active.Preuzeto 29. srpnja, 2022. Sa: https://www.active.com/triathlon/articles/proper-breathing-technique-for-swimming-875008.
14. Guyton, A. C., & Hall, J.E. (2017). Medicinska fiziologija. 13. Izdanje. Zagreb: Medicinska naklada.

15. Hackett, D. A., & Chow, C. M. (2013). The Valsalva maneuver: its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise. *Journal of strength and conditioning research*, *27*(8), 2338–2345. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827de07d.
16. Harbour, E., Stöggl, T., Schwameder, H., & Finkenzeller, T. (2022). Breath Tools: A Synthesis of Evidence-Based Breathing Strategies to Enhance Human Running. *Frontiers in physiology*, *13*, 813243. https://doi.org/10.3389/fphys. 2022. 813243.
17. Henoch, Q., Everett, G. i Oomen, G. (2017). Weightlifting Movement Assessment & Optimization - Mobility & Stability for the Snatch and Clean & Jerk. Catalyst Athletics.
18. Kenney, W. L., Wilmore, J. H.,Costill, D. L. (2015). Physiology of sport and exercise, Sixth edition.U D. Kenney (Ur.), *Respiratory Responce to Acute Exercise* (str. 555). Human Kinetics.
19. Kiesel, K., Rhodes, T., Mueller, J., Waninger, A., & Butler, R. (2017). Development of a screening protocol to identify individuals with dysfunctional breathing. *International journal of sports physical therapy*, *12*(5), 774–786.
20. Linsenbardt, S. T., Thomas, T. R., & Madsen, R. W. (1992). Effect of breathing techniques on blood pressure response to resistance exercise. *British journal of sports medicine*, *26*(2), 97–100. https://doi.org/10.1136/bjsm.26.2.97.
21. Lucero, B. i Bleul-gohlke, C. (2006). Masters Swimming - A Manual-Meyer. Oxford: Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd.
22. Matković, B. i Ružić, L. (2009.). Fiziologija sporta i vježbanja. Naklada: Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
23. McArdle W. D., Katch F. I. i Katch L. V. (2010). Essentials of Exercise Physiology, 4th Edition.Lippincott Williams & Wilkins.
24. McKeown, P. i Hamilton, L. (2021). The Breathing Cure - Develop New Habits for a Healthier, Happier, and Longer Life. Humanix Books.
25. McKeown, P. (2015). The Oxygen Advantage - The Simple, Scientifically Proven Breathing Techniques for a Healthier, Slimmer, Faster, and Fitter You.William Morrow.
26. Mineo, B.(2022). 3 Secrets to Breathe Better and Swim Faster. Ironman.Preuzeto 29. Srpnja, 2022. Sa: https://www.ironman.com/news_article/show/1039363 19.

27. Odnos abdomena i udisaja. (2016). Elite FTS. Preuzeteo 29. srpnja, 2022. sa: https://www.elitefts.com/education/breathing-is-not-bracing/.
28. Olimpijski dizač utega. (bez datuma). Luxiaojunbarbell. Preuzeto 29. srpnja, 2022. sa: https://luxiaojunbarbell.com/blogs/infos/about-me.
29. Položaj trupa. (2016). Elite FTS. Preuzeteo 29. srpnja, 2022. sa: https://www.elitefts.com/education/breathing-is-not-bracing/.
30. Powertifter. (bez datuma). Catalyst Training Systems. Preuzeto 29. srpnja, 2022. sa: http://catalysttrainingsystems.ca/2014/09/strength-get/dan-green-deadlift/.
31. Rakhimov, A. (2020). Normal Respiratory Frequency, Volume, Chart. Normalbreathing. Preuzeto 29. srpnja, 2022. Sa: https://www.normalbreathing.com/respiratory-rate-volume-chart/.
32. Rakhimov, A. (2020). How to Learn Diaphragmatic Breathing (or 24/7): Techniques and Instructions. Normalbreathing. Preuzeto 29. srpnja, 2022. Sa: https://www. normalbreathing.com/learn-diaphragmatic/.
33. Rakhimov, A. (2020.).Breathing Techniques For Running: Maximize Oxygen Intake and VO2max. Normalbreathing. Preuzeto 29. srpnja, 2022. Sa: https://www.normalbreathing.com/techniques-for-running/.
34. Respiratorni sustav. (2015). Blogger. Preuzeto 29. srpnja, 2022. sa: http://biologijazaucenike.blogspot.com/2015/02/disni-respiratorni-sustav.html.
35. Seifert, L., Chehensse, A., Chollet, CT., Lemaitre, F., Chollet, D. (2008). Effect of breathing pattern on arm coordination symmetry in front crawl. J Streng and Cond Res 2008;22(5):1670-6.
36. Stickford, A.S.L. i Stickford, J.L. (2014). Ventilation and Locomotion in Humans: Mechanisms, Implications, and Perturbations to the Coupling of These Two Rhythms. *Springer Science Reviews* **2,** 95–118. https://doi.org/10.1007/s40362-014-0020-4.
37. Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J. i Fry, A. C. (2020). Science and Practice of Strength Training.Human Kinetics.