

UTJECAJ VJEŽBI DISANJA NA KVALITETU IZVEDBE TJELESNE AKTIVNOSTI

IMPACT OF BREATHING EXERCISES ON THE QUALITY OF PHYSICAL ACTIVITY PERFORMANCE

Marina Horvat*
Tea Pačarić**

SAŽETAK

Disanje, kao osnova ljudskog života, proučavano je desetljećima unazad. Periodizacija treninga, kao osnova sportskog ostvarivanja cilja, sve do danas pokušava pronaći individualni savršeni plan za svakog sportaša pojedinačno. Sukladno toj ideji, s ciljem postizanja nepobjedivih rezultata, znanstvena istraživanja sve više uključuju i respiratorna saznanja u redove taktičko-tehničke pripreme. Dobro poznavanje fiziologije disanja ostavlja znanstvenicima kvalitetnu podlogu za pronalaženje i objašnjavanje utjecaja koje vježbe disanja ostvaruju kao sastavni dio periodizacije treninga. Izvođenje vježbi disanja posljedično rezultira većim plućnim kapacitetom, boljom iskoristivošću VO₂max, ekonomičnijim kretanjem te poboljšanjem izvedbe i profesionalnih i rekreativnih sportaša. Cilj rada je utvrditi kako vježbe disanja utječu na performans pojedinca, te može li se izoliranim vježbama respiratornog sustava poboljšati ukupni primitak kisika. Pregledom baza podataka (PubMed, Cochrane i Elsevier) pronađeni su radovi istraživačkog karaktera na navedeni cilj. Iako sportska i medicinska znanost imaju puno kvalitetnih informacija i znanja o važnosti disanja te pozitivnim učincima respiratornog treninga, ono još uvijek nije uključeno u svakodnevno ponašanje prosječnog čovjeka i profesionalnih sportaša.

Ključne riječi: vježbe disanja, performans, VO₂max, respiratorni trening, respiratorni kapacitet

* Marina Horvat, student, Veleučilište „Lavoslav Ružička“ u Vukovaru, e-mail: marina.dzapo@gmail.com

** Tea Pačarić, dipl.physioth., pred., Veleučilište „Lavoslav Ružička“ u Vukovaru, e-mail: tpacaric1@vevu.hr

ABSTRACT

Breathing, as the basis of human life, has been studied for a decade. Training periodization has been a part of sports science for a long time, but exercise scientists are still trying to find the perfect individual plan for each athlete. According to this knowledge and with the aim of achieving invincible results, scientific research is increasing including respiratory exercises in tactical and technical preparations. Sound knowledge of respiratory physiology leaves a quality background to the researchers for finding and explaining the impact of conducting breath exercises as an important part of training periodization. Certainly, breathing exercises in professional and amateur athletes give consequently better vital capacity results, utilization of VO₂max and economy of movement. The main goal of the study is to explain how breathing exercise impacts physical performance and how respiratory system exercise develops maximal oxygen consumption. Evaluation of databases (PubMed, Cochrane and Elsevier) has given valuable results for this study. Although the sport and medical science have a lot of high-quality knowledge and information about the importance of breathing and the positive effects of respiratory training, it is still not included in everyday behaviour, by nor average person, or professional athletes.

Keywords: breathing exercises, performance, VO₂max, respiratory training, respiratory capacity

UVOD

Disanje, kao fiziološka funkcija svakog čovjeka, odvija se kroz fazu inspiririja, latentne faze i ekspiririja. S obzirom na prodor kisika u tkiva, strukturno se dijeli na mehaničko disanje (plućna ventilacija ili vanjsko), stanično (unutarnje) disanje, te autonomno odnosno voljno disanje. Prolazeći kroz faze odrastanja i sazrijevanja, mnogim fiziološkim stavkama se pridaje svakodnevna važnost. Nažalost, respiratorni trening nije na popisu stvari koje se trebaju obavljati dnevno ili tjedno. Proces disanja je autonomna funkcija ljudskoga organizma koja se fiziološki može opisati kao dopremanje kisika u tkiva i otpremanje oslobođenog ugljikovog dioksida iz istih sa ciljem oslobađanja energije potrebne za fiziološke procese. Respiratorni sustav započinje usno-nosnim prolazom koji prelazi u ždrijelo u kojem se zagrijava udahnuti zrak, koji dalje prolazi kroz grkljan u kojem epiglotis ostaje otvoren i pušta zrak putem dušnicama do glavnog disajnog organa, pluća. Pluća koja se sastoje od dva plućna krila, zaštićena su svojom lokalizacijom u prsnoj šupljini povezanošću rebara, prsne kosti, prsnih mišića, vezivnog tkiva i kralješnice.

Disanje ima četiri glavne funkcije: plućna ventilacija (strujanje zraka u oba smjera između atmosfere i plućnih alveola tzv. mehaničko disanje), difuzija kisika i ugljikova dioksida između alveola i krvi (disanje na razini pluća tzv. vanjsko disanje), prijenos kisika i ugljikova dioksida krvlju i tjelesnim tekućinama do tjelesnih tkivnih stanica i od njih (unutarnje disanje tzv. stanično disanje), te regulacija ventilacije (nadzor nad disanjem tzv. semiautonomno disanje). Kontrakcija pluća spuštanjem i podizanjem dijafragme za posljedicu ima produljenje i skraćivanje prsne šupljine, te podizanje i spuštanje rebara čime se povećava odnosno smanjuje anteroposteriorni promjer prsne šupljine. Normalno disanje vrši se kretanjem dijafragme gdje

pri udisanju kontrakcija iste povlači donju površinu pluća naniže i pruža mogućnost elastičnom istežanju pluća. Dijafragma se pri izdisaju relaksira, a elastično stezanje pluća, prsnoga koša i trbušnih mišića kompresira pluća i izbacuje zrak. Stoga za prodor zraka u pluća je važno podizanje rebrenog koša, a samim time i njezina mobilnost (Žura i sur., 2012). Prilikom mirovanja rebra su usmjerena koso prema dolje, zbog čega je prsna kost usmjerena unatrag prema kralježnici. Inspiracijski mišići, zaduženi za podizanje prsnog koša, prednji mm. serreti i mm. scalene te vanjski međurebreni mišići (Guyton i Hall., 2012). Unutarnji međurebreni mišići nalaze se pod kutem u odnosu na rebra čineći sistem poluge u suprotnom smjeru vršeci forsiranu ekspiraciju (Krmpotić-Nemanić i Marušić, 2007). Pri disanju u optimalnom tjelesnom stanju bez napora, respiracijski mišići kontrahiraju se samo pri inspiriju, dok je ekspiririj pasivan proces uzrokovan stežanjem elastičnih struktura u plućima i prsnom košu. Rad ili mehanizam potreban za savladavanje sile odvija se u tri etape: rad za rastezanje ili rad za svladavanje elastičnosti, rad za svladavanje tkivnog otpora i rad za svladavanje otpora u dišnim putovima.

Kod žena su plućni volumeni i kapaciteti manji za oko 20-25 % od muškaraca. Veće vrijednosti zabilježene su kod visokih i atletski građenih osoba nego u niskih osoba, zbog same antropološke veličine organa. Minutni volumen disanja jednak je umnošku frekvencije disanja i respiracijskog volumena. Normalni respiracijski volumen iznosi oko 500 ml sa frekvencijom disanja oko 12 udisaja u minuti. Minutni volumen disanja prosječno je oko 6L u minuti (Guyton i Hall, 2012). Za povećanje samog volumnog kapaciteta ključnu ulogu ima dijafragma koja je pozicionirana između donjih rebara i kralješnice, te ne oblaže niti jednu kost. Pomakom dijafragme za samo 1 mm, omogućava čovjeku dodatnih 200 do 250 ml zraka. Jednogodišnjim istraživanjem disanja korištenjem dijafragme, omogućilo je ispitanicima povećanje volumena za 1000 ml (Lewis, 1997). Pal, Velkumary i Mandanmohan (2004) navode kako redovito provođenje sporih vježbi disanja u trajanju od tri mjeseca poboljšava autonomne funkcije. Ispitanici (n=60) su podijeljeni u dvije skupine od kojih je jedna provodila vježbe sporog, a druga vježbe brzog disanja. U skupini koja je provodila vježbe sporog disanja došlo je do povećanja parasimpatičkog sustava, te smanjenja simpatičkog sustava, dok u skupini koja je provodila vježbe brzog disanja nije došlo do značajnih promjena. Stoga je cilj ovoga rada utvrditi utjecaj vježbanja respiratorne muskulature na poboljšanje tjelesne izvedbe. Proučavanjem kapaciteta pluća, znanstvenici su zaključiti kako osim vježbanja jačanja inspiratorne muskulature, u trening se može uvrstiti i dijagnostičko aparaturno vježbanje plućnog kapaciteta te inspirijska izdržljivost mišića.

1. METODOLOGIJA

Za potrebu ovoga rada pregledane su baze podataka PubMed, Cochrane i Elsevier. Od pregledanih radova izdvojeni su radovi znanstvenog karaktera razine Meta analiza i randomiziranih kontrolnih studija uz nekoliko preglednih članaka. Svi radovi datiraju u periodu od 2012. do 2022. godine, uz nekolicinu radova koji datiraju prije 2012. godine.

2. RASPRAVA

Proučavajući trening kao jedinicu trenažnog procesa, za svoj akcijski potencijal pojedinca zahtjeva kemijsku energetska reakciju razgradnjom hranjivih tvari. Osnovni izvor energije u tjelesnim stanicama je ATP (adozin-trifosfat) koji nastaje resintetiziranjem iz drugih biokemijskih izvora. Sposobnošću cijepanja na adenzindifosfat i anorganski fosfor, za kemijsku posljedicu ima 10 kcal energije, što omogućuje mišićnoj stanici rad. (Pećina, Heimer, 1995). Za sintezu ATP-a potrebna je energija iz kemijskih izvora koji zahtijevaju prisustvo kisika (oksidacijski ili aerobni energetske procesi) te kemijskih izvora koji se oslobađaju bez prisustva kisika (anaerobni izvori) (Nirody, Budin i Rangamani, 2020). Aerobni energetske izvori za sintezu ATP-a, energetske su sustav u aerobnom treningu. Oksidacija ugljikohidrata i masti (iznimno i bjelančevina) daje energiju za dugotrajnu tjelesnu aktivnost niskog ili srednjeg intenziteta. Transportni sustav za kisik (krvožilni i dišni sustav) osigurava dovoljnu količinu kisika. U lancu oksidativnih procesa unutar mitohondrija (staničnih organela u kojima se odvijaju oksidacijski procesi) od jednog mola glukoze nastaju 38 molova ATP-a. Zalihe glikogena u mišićima i jetri dovoljne su za oko 60 do 90 minuta maksimalne aerobne aktivnosti. Stoga je za aktivnosti duljeg trajanja poželjno uzimanje dodatnih količina ugljikohidrata u toku same aktivnosti radi nadoknade ispražnjenih zaliha i odgode umora (Guyton i Hall, 2012).

Osim energetske razgradnje molekula ATP-a uz prisustvo kisika, za povećanje mišićne izdržljivosti, u energetske krug potpada i respiratorni trening. Vježbe disanja strukturno se dijele na vježbe vlastitim tijelom i aparturne vježbe. Također, od velike je važnosti imati na umu kako respiratorni mišići, izuzev dijafragme, su poprečno prugasti mišići, podložni voljnoj kontrakciji i u osnovi se mogu trenirati u smislu snage i izdržljivosti, stoga patofiziološkim promatranjem izdisaja i udisaja, daleko je važnije trenirati inspiratorne od ekspiratornih mišića (Gohl i sur., 2016). Funkcionalnost disanja i njezina dijagnostika mjeri se spirometrijom (Radišić i sur., 2016). S druge pak strane, trening ekspiratornih mišića doprinosi smanjenju i usporenju ulaska u fazu zamora tijekom vježbanja (Suzuki i sur., 1995).

2.1. Vježbe disanja jačanjem dišnih mišića

Joyner i Coyle (2008) navode kako većina ljudi diše prsno tijekom mirovanja, čak njih 50 %. Vježbe disanja mogu se provoditi u sjedećem, stojećem ili ležećem položaju, dok se ležeći položaj smatra najoptimalnijim zbog lakšeg postizanja rasterećenja i relaksiranja tijela u odnosu na gravitaciju (Messaggi-Sartor i sur., 2018). Najčešći oblik treniranja dijafragmalnog disanja uključuju potrebu vizualizacije, pa se po prema Lewis (1997) za aktiviranje trbušnog disanja zamišlja cijev koja od nosa dovodi zrak do balona smještenog na samom dnu abdomena i pri vježbi ga je potrebno napuhati. Sličan princip napuhivanja balona odnosno dodavanje intraabdominalnog tlaka u donji dio abdomena, izvodi se po DNS metodi tzv. prašknoj školi fizioterapije (Novak i sur., 2020). Za samo osvještavanje posjedovanja dijafragme, koristi se vježba nazvana „dodir dijafragme“ pri kojoj se zauzima ležeći položaj sa podignutim potkoljenicama te se navedeni balon pritiskom trbušnih mišića pogura u prsa (izdah), a potom ponovno vrati u trbuh (udah) (Lewis, 1997).

Za postizanje mješovitog disanja (abdominalnog i torakalnog istovremeno) potrebno je aktivirati prsni koš, te proprioceptivnim putem osvijestiti središnji živčani sustav o snazi intrapleuralnih mišića. Vježbe za aktiviranje prsnog disanja izvode se na boku pri čemu se gornja ruka prislanja na istostrani prsni koš te potom navedeni balon je potrebno napuhati u ruku. Od iznimne važnosti za provođenje ovakve vrste vježbe je jednakomjerno korištenje oba prsa košta tj. zauzimanje bočnog položaja na lijevoj i desnoj strani tijela. Postizanjem svjesnosti o položaju dijafragme i respiratornih mišića, potrebno je započeti vježbanjem kombiniranog disanja. Vježba se prvenstveno izvodi u ležećem položaju, dok savladavanjem iskustva započinje se vježbanje u stojećem položaju. Prema Lewis (1997) najuspješnije izvođenje vježbi postiže se maksimalnom abdukcijom prstiju obje šake postavljenih od dna abdomena sve do vrha plućnih krila.

Kao djelom brojnih respiratornih treninga i tehnika, također se koriste vježbe šest zvučnih izdaha (Lewis, 1997) pri čemu se nakon maksimalnog udaha, kroz zatvorenu čeljust izgovaraju slova S, H, Š, A, U i slovo I. Takav oblik jačanja dišne muskulature pokazuje napredak kod osoba oboljelih od KOPB-a, posebno u jenjavanju kratkog daha, poboljšanju sveopćeg fizičkog stanja te posljedično i kvalitete života (Gloeckl i sur.,2018). Vježbe ovoga tipa pokazale su i vrlo koristan učinak na pripremu trudnica za porod (Yaping i sur., 2020), ali su i sastavni dio vježbi za korekciju skolioza po Schroth metodi.

2.2. Trening pomoću uređaja za jačanje dišnih mišića

Jedan od poznatijih uređaja za jačanje dišnih mišića je Spirotiger, švicarskog proizvođača Idail AG. Trening se provodi voljnim disanjem kroz uređaj koji organizmu osigurava dodatni kisik za postizanje maksimalne voljne ventilacije u iskoristivosti 60-90%. Ispitivanjem Markov i sur. (2001) zaključili su kako provođenjem treninga putem Spirotiger uređaja u trajanju od 30 min, 3 do 5 puta tjedno, je povećalo vrijeme potrebno za ulazak u fazu iscrpljenosti.

Trening udisanja zraka kroz opterećenje provodi se na način da ispitanik diše preko uređaja sa varijabilnim promjerom pomoću kojeg se regulira otpor. Kada je promjer manji, otpor koji je potrebno savladati za udah je veći i obrnuto. Prema pregledu radova brojnih istraživača, ovom metodom utvrđeno je povećanje inspiratornih mišića za 30% (Faghy i sur., 2021). U novije doba, najkorišteniji uređaj za povećanje inspiratorne muskulature je PowerLung Active Series Trainer, pomoću kojega je potrebno učiniti 30 maksimalnih dinamičkih udaha dva puta dnevno bez pauze u ciklusu udaha i izdaha u trajanju od 6 do 8 sekundi. Istraživanjem ovog uređaja zaključeno je kako u periodu od 4 tjedna kod 12 triatlonaca je ostvareno povećanje ventilacije za 3,3%, te dišnog volumena za 26,7% (Amonette i Dupler, 2002). Do istog zaključka dolaze i Menzes i sur. (2018) istraživanjem 12 uređaja za trening respiratorne muskulature, uz opasku nedostatka navedenih koji leži u njihovoj cijeni. Osim aerobnog kapaciteta, korištenjem uređaja za povećanje otpora u treningu inspiratorne muskulature za vrijeme 25km bicikliranja u tri etape, kontrolna skupina povećala je anaerobni kapacitet za 5% u odnosu na placebo (Johnson, Sharpe i Brown, 2007). Uočeno je kako visoki ventilacijski zahtjevi tijekom treninga mogu indicirati sušenje dišnih puteva i oštetiti plućnu ovojnicu i bronhiole, te stoga pri odabiru aparaturnog treninga dišnih puteva treba biti od velikog opreza.

2.3. Utjecaj pravilnog i nepravilnog disanja

Fiziološki, neiskorištavanjem plućnog kapaciteta i kroz godine nekorištenjem pune funkcije i razvijanje istog, rezultira se ubrzanim radom srca (povećanim udarnim minutnom volumenom), neekonomičnost u korištenju energije, prolongira se protok krvi za razgradnju štetnih tvari u organizmu, sprječava se pravilan rad limfnog sustava što posljedično čini čovjeka plodnom zonom za razvoj akutnim i kroničnih bolesti, ali i govoreći o sportašima i vježbačima, dovodi do ranijeg ulaska u fazu zamora (Guyton i Hall, 2012). Prema Lewsi (1997) čovjek 70% štetnih tvari u organizmu izbacuje disanjem, a ostalih 30% izlučuje se putem fekalija, urina i kroz kožu ventilacijom i znojenjem.

Brojni istraživači zaključili su kako se vježbama inhalacijskog tipa smanjuju simptomi respiratornih bolesti, kao i komplikacija dugotrajnog ležanja. (Wada, Borgson i Porras, 2016). Prema istraživanju utjecaja aerobnog treninga i respiratornog jačanja inspiracijskih mišića na osobama oboljelim od karcinoma pluća provedenom kroz 8 tjedana, zapažen je znatno povećani VO₂max u prosječnom izračunu od 2,3ml/kg/min, te pomak u maksimalnom inspiriju i maksimalnom ekspiriju.

Istraživanjem 16 nogometaša juniorskog uzrasta testirane su plućna ventilacija i aerobne performanse treningom voljne kontrole disanja putem Thershold IMT uređaja pri čemu je došlo do poboljšanja aerobne izdržljivosti mjerene Cooperovim testom. Kod kontrolne skupine nije utvrđen plućni napredak niti napredak u postizanju boljeg ciljnog vremena (Mackala i sur., 2020). Pregledom brojnih istraživačkih radova, može se zaključiti kako izdržljivost dišnih mišića (imajući na umu kako su to u većini poprečno prugasti mišići) može biti znatno poboljšana, a vrijeme za ulazak u zonu iscrpljenosti na anaerobno-aerobnom pragu je produženo. Keramidas i sur. (2010) iznose kako respiratorni trening izdržljivosti mišića u kombinaciji sa treningom izdržljivosti na biciklu ergometru poboljšava aerobni kapacitet u hipoksiji, odnosno u stanju smanjene količine kisika u stanicama i tkivima koji za posljedicu ima poremećaj u funkcioniranju organa, sustava i stanica.

Romer, McConnell i Jones (2003) su istražili utjecaj specifičnog treninga udisajnih mišića na vrijeme potrebno za oporavak tijekom repetitivnog treninga sprinta te fiziološki odgovor tijela na submaksimalnu izdržljivost. Sudjelovalo je 24 atletičara koji su bili podijeljeni u dvije grupe u trajanju od šest tjedana. Trening je bio određen individualnim vremenom ispitanika koje je potrebno za oporavak nakon repetitivnog testa sprinta. Kontrolna grupa je dva puta dnevno radila trening od 30 udisaja, s otporom 50% od maksimalnog udisajnog pritiska. Placebo grupa je koristila isti trenažni uređaj, a trening se sastojao od 60 udisaja dnevno, uz otpor od 15 % od maksimalnog udisajnog otpora. Kontrolna grupa je poboljšala ukupno vrijeme oporavka između sprinteva u odnosu na placebo grupu, a količina laktata u krvi je smanjena. Treningom udisajnih mišića smanjuje se vrijeme potrebno za oporavak tijekom treninga visokog intenziteta, u ovom slučaju sprinta. Prilikom istraživanja utjecaja treninga inspirija na anaerobne sportove, 18 nogometaša provodilo je 15 minutni trening izdržljivosti respiratornih mišića, dva puta tjedno u trajanju od 5 tjedana. Sudionicima je aerobna izdržljivost testirana pomoću 20 metarskog shuttle testa, poznatijeg kao beep test, te spirometrijskog maksimalnog udaha i maksimalnog izdaha. U odnosu na kontrolnu skupinu, poboljšanje je zabilježeno porastom 14% kod maksimalnog inspirija, te ovim istraživanjem nije uočeno poboljšanje na beep testu (Ozmen i sur., 2017). Razumijevanjem ovog istraživanja, može se zaključiti kako beep test nije mjerodavna aerobno testna metoda, te kako respiratorni trening nema značajan utjecaj na sportove anaerobnog kapaciteta i izdržljivosti.

Suprotno tome, istraživanjem pojave umora inspiratornih mišića na testu 400 i 800m srednjoprugašica. Osnovna hipoteza istraživanja bila je potvrditi da li srednjoprugaške discipline mogu prouzročiti fazu zamora inspiratornih mišića kao što je prethodnim studijama potvrđeno kod plivačica. Za mjerni instrument korišten je maksimalni inspiririj prije i nakon istrčane dionice od 400 i/ili 800m. Istraživanjem je potvrđena prisutnost zamora inspiratornih mišića, te nije zabilježena poveznica između respiracijskog zamora i brzine istrčane dionice, što potvrđuje kako se zamor pojavljuje jednako neovisno o kondicijskoj spremnosti, ali se očituje u kvaliteti rezultata. Zaključno, istraživači su dali prijedlog trenažnom timu uvođenje treninga disanja u trenažni ciklus, te ga pozicionirali kao najbolje mjesto u procesu zagrijavanja za trening kako bi se proveo maksimalni učinak trenažne jedinice kao posljedice dobro zagrijanih plućnih mišića (Ohya i sur., 2016).

Osim produktivnih dokaza o utjecaju disanja na kvalitetnu izvedbu trenažnih jedinica, značajnu ulogu zauzima i u treninzima starijih dobnih skupna. S obzirom na činjenicu kako VO₂max opada po desetljeću za 10% (Betik i Hepple, 2008), takvo stanje predstavlja potreban veći zamor za samo održavanje kapaciteta, a zasigurno još veći energetskei utrošak za povećanje maksimalnog primitka kisika. Sukladno tom saznanju, Fleg (2012) istraživanjem aerobne tjelovježbe i učinka respiratornog treninga na starije osobe, zaključuje kako u plan i program vježbanja starijih osoba treba uvesti i respiratorni trening, prvenstveno radi postizanja većeg kapaciteta za aerobnu tjelovježbu, a s druge strane radi zaštite od pada imuniteta i opasnosti od virologije. Brojnim istraživanjima i zaključcima, ishodio je zaključak kako trening disanja je neophodan za kvalitetnu ljudskoga života (Patout i sur., 2018), što je Karg (2015) dovelo do studije o poboljšanju edukacijskog spektra provođenja treninga disanja i same respiratorne medicine. Istraživanjem se ponudio zaključak kako nove metode učenja se trebaju inkorporirati u trenažne jedinice te se podupire program „train the trainer“ kao superlativ važnosti prvenstveno razvoja znanja edukatora u ishodu učenja vježbača.

Iako trening disanja kao dio trenažnog procesa još nije dao preveliki utisak na uvođenje u stavke redovnog trenažnog ciklusa, kao dio mentalnog zastupljen je godinama, ako ne i stoljećima (ukoliko uzmemo meditaciju kao staru i drevnu vještinu). Disanje je sastavni dio mentalnog treninga sportaša, koji za cilj ima postići homeostazu stresne situacije, bolje racionalizaciju iste, što posljedično je potrebno upotrijebiti na terenu. Metodom dubokog disanja postiže se relaksacija skeletnih mišića, nakon čega slijedi plitko disanje sa prolongiranom latentnom fazom prije novog inspirija, pri čemu se započinje sa metodama vizualizacije. Bez početnog respiratornog treninga, nije moguće postići homeostatičnu relaksiranog tijela. (Balent i Bosnar, 2009).

ZAKLJUČAK

Disanje kao dio fiziologije ljudskog organizma od iznimne je važnosti kako za zdravlje pojedinca, tako i za unaprjeđenje vlastiti sposobnosti. Pregledom istraživačkih radova i zaključaka, može se ustvrditi kako trening disanja je od primarne važnosti i mora se uključiti u trenažni proces svakog sportaša i rekreativca, ali i pojedinca zbog ostvarivanja povećane plućne izdržljivosti što za posljedicu ima spremnost na veće otpore. Neizostavno je napomenuti kako vježbama disanja se postiže homeostaza i relaksacija, što čini čovjeka otpornijim na stres i spretnijim u racionalizaciji svakodnevnih problema i zadataka. Pregledom brojnih radova, nije ustvrđena prevalencija i pojavnost respiratornog treninga u trenažnim jedinicama niti životima pojedinaca. Nadalje vježbanjem snaženja i izdržljivosti skeletnih mišića zaduženih za

udisaj, povećava se cjelokupni kapacitet pluća te stvara energetska učinkovitost koju je moguće transformirati u poboljšanje tjelesnog performansa. Gledajući sa aspekta energetske rezerve sportašu, kao i rekreativcu, preostali energetski kapacitet može se dalje usmjeriti na razvoj i poboljšanje taktičko tehničkih sposobnosti, ali i ostvarenje zadanih ciljeva i rezultata.

LITERATURA

1. Amonette, W. E., & Dupler, T. L. (2002). The effects of respiratory muscle training on VO₂max, the ventilatory threshold and pulmonary function. *Journal of Exercise Physiology*, 5(2), 29-35.
2. Betik, A. C., & Hepple, R. T. (2008). Determinants of V̇O₂ max decline with aging: an integrated perspective. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 33(1), 130-140.
3. Bosnar, K., & Balent, B. (2009). Uvod u psihologiju sporta: Priručnik za sportfiske trenere. Zagreb: Društveno veleučilište, Odjel za izobrazbu trenera: Kineziološki fakultet.
4. Faghy, M. A., Brown, P. I., Davis, N. M., Mayes, J. P., & Maden-Wilkinson, T. M. (2021). A flow-resistive inspiratory muscle training mask worn during high-intensity interval training does not improve 5 km running time-trial performance. *European Journal of Applied Physiology*, 121(1), 183-191.
5. Fleg, J. L. (2012). Aerobic exercise in the elderly: a key to successful aging. *Discovery medicine*, 13(70), 223-228.
6. Gloeckl, R., Schneeberger, T., Jarosch, I., & Kenn, K. (2018). Pulmonary rehabilitation and exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Deutsches Ärzteblatt International*, 115(8), 117.
7. Göhl, O., Walker, D. J., Walterspacher, S., Langer, D., Spengler, C. M., Wanke, T., & Kabitz, H. J. (2016). Atemmuskultraining: State-of-the-Art. *Pneumologie*, 70(01), 37-48.
8. Guyton, A. C., & Hall, J.E. (2012). Medicinska fiziologija. Zagreb: Medicinska naklada.
9. Johnson, M. A., Sharpe, G. R., & Brown, P. I. (2007). Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *European journal of applied physiology*, 101(6), 761-770.
10. Joyner MJ., & Coyle EF. (2008) Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol*; 1;586(1):35-44.
11. Karg, O. (2015). Further training for medical specialists in respiratory medicine: how can we improve it?. *Pneumologie (Stuttgart, Germany)*, 69(9), 515-520
12. Keramidias, ME., Debevec, T., Amon, M., Kounalakis, SN., Simunic, B., & Mekjavic, IB. (2010). Respiratory muscle endurance training: effect on normoxic and hypoxic exercise performance. *Eur J Appl Physiol*; 108(4):759-69.
13. Krmpotić-Nemanić, J., & Marušić, A. (2007). Anatomija čovjeka, 2. izdanje.
14. Lewis, D. (1997). Tao prirodnog disanja. Zagreb: Nova arka.

15. Mackała, K., Kurzaj, M., Okrzymowska, P., Stodółka, J., Coh, M., & Rożek-Piechura, K. (2020). The effect of respiratory muscle training on the pulmonary function, lung ventilation, and endurance performance of young soccer players. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 234.
16. Markov, G., Spengler, C. M., Knoëpfli-Lenzin, C., Stuessi, C., & Boutellier, U. (2001). Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise. *European journal of applied physiology*, 85(3), 233-239.
17. Menzes, K. K. P., Nascimento, L. R., Avelino, P. R., Polese, J. C., & Salmela, L. F. T. (2018). A review on respiratory muscle training devices. *J Pulm Respir Med*, 8(2), 2-7.
18. Messaggi-Sartor, M., Marco, E., Martínez-Télez, E., Rodriguez-Fuster, A., Palomares, C., Chiarella, S., ... & Güell, M. R. (2018). Combined aerobic exercise and high-intensity respiratory muscle training in patients surgically treated for non-small cell lung cancer: a pilot randomized clinical trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 55(1), 113-122.
19. Nirody, J. A., Budin, I., & Rangamani, P. (2020). ATP synthase: Evolution, energetics, and membrane interactions. *Journal of General Physiology*, 152(11).
20. Novak, J., Jacisko, J., Busch, A., Cerny, P., Stribrny, M., Kovari, M., ... & Kobesova, A. (2021). Intra-abdominal pressure correlates with abdominal wall tension during clinical evaluation tests. *Clinical Biomechanics*, 88, 105426.
21. Ohya, T., Yamanaka, R., Hagiwara, M., Oriishi, M., & Suzuki, Y. (2016). The 400- and 800-m track running induces inspiratory muscle fatigue in trained female middle-distance runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1433-1437.
22. Ozmen, T., Gunes, G. Y., Ucar, I., Dogan, H., & Gafuroglu, T. U. (2017). Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(5), 507-513.
23. Pal, GK., Velkumary, S., & Mandanmohan. (2004). Effect of short-term practice of breathing exercises in normal human volunteers. *Indian J Med Res.*; 120(2):115-21
24. Patout, M., Sesé, L., Gille, T., Coiffard, B., Korzeniewski, S., Lhuillier, E., ... & Didier, A. (2018). Does training respiratory physicians in clinical respiratory physiology and interpretation of pulmonary function tests improve core knowledge?. *Thorax*, 73(1), 78-81.
25. Pećina, M., & Heimer, S. (1995). Športska medicina. *Zagreb: Medicinska biblioteka*.
26. Radišić, D., Miletić, M., Berković-Šubić, M., & Hofmann, G. (2017). Resporatorna fizioterapija kod adolescentnih idiopatskih skolioza (AIS). *Physiotherapia Croatica*, 14(1.), 165-168.
27. Romer, L. M., & McConnell, A. K. (2003). Specificity and reversibility of inspiratory muscle training. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(2), 237-244. Suzuki, S., Sato, M., & Okubo, T. (1995). Expiratory muscle training and

- sensation of respiratory effort during exercise in normal subjects. *Thorax*. 50: 366-370.
28. Wada, J. T., Borges-Santos, E., Porras, D. C., Paisani, D. M., Cukier, A., Lunardi, A. C., & Carvalho, C. R. (2016). Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 11, 2691.
29. Yaping, X., Huifen, Z., Chunhong, L., Fengfeng, H., Huibin, H., & Meijing, Z. (2020). A meta-analysis of the effects of resistance training on blood sugar and pregnancy outcomes. *Midwifery*, 91, 102839.
30. Žura, N., Jakuš, L., Curiš, K., & Matijević, A. (2012). Evaluacija učinka respiratorne fizioterapije na mobilnost u ankilozantnom spondilitisu. *Reumatizam*, 59(2), 199-200.