

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

KATARINA CERAR

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Specialna športna vzgoja
Zdravstvena vzgoja

VKLJUČEVANJE DIHALNIH VAJ V URE ŠPORTNE VZGOJE

DIPLOMSKO DELO

MENTORICA:
doc.dr. Mirjam Lasan
RECENZENTKA:
izr.prof.dr. Mateja Videmšek
KONZULTANT:
asist.dr. Milan Hosta

Avtorica dela:
KATARINA CERAR

Ljubljana, 2008

Zahvala gre moji družini, za vso podporo in inspiracijo,
dr. Mirjam Lasan za pozitivno energijo pri pripravi tega dela
ter vsem ostalim.

Ključne besede: respiracija, dihalni vzorci, trebušna prepona, dihalne vaje, zdravje

VKLJUČEVANJE DIHALNIH VAJ PRI URAH ŠPORTNE VZGOJE

Katarina Cerar

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2008
Specialna športna vzgoja, zdravstvena vzgoja

75 strani; slik 4; 118 virov

IZVLEČEK

Učinkovita izmenjava dihalnih plinov (zunanje dihanje) omogoča ustrezno dostopnost kisika vsem telesnim celicam, v katerih se energija, ki jo celice uporabljajo za izvajanje svojih funkcij sprošča predvsem ob prisotnosti kisika (notranje dihanje). Z izločanjem ogljikovega dioksida, produkta celičnega metabolizma, je zunanje dihanje hkrati v funkciji vzdrževanja relativno stalnega notranjega okolja organizma. Homeostaza notranjega okolja je predpogoj optimalnega delovanja vseh celic. Zunanjo ventilacijo (dihalni vzorec) usmerja dihalni center v možganskem deblu, kjer se integrirajo različne informacije iz centralnega in perifernega živčnega sistema. Dihalni vzorec zagotavlja izmenjavo dihalnih plinov za optimalen potek metaboličnih procesov, hkrati pa se zunanja ventilacija odziva tudi (in predvsem) na naše misli in čustva. Čustveni input informacij pogosto ni v skladu z metaboličnimi potrebami. Dalj časa trajajoča takšna neskladnost spremeni notranje okolje organizma, kar sproži vrsto (avtomatičnih) dogodkov, kateri sčasoma zmanjšajo homeostatske sposobnosti organizma. To vodi v razvoj različnih, tako imenovanih sodobnih bolezni.

Človek ima sposobnost zavestnega zaznavanja in usmerjanja zunanjega dihanja, s čimer lahko pomembno vpliva na funkcionalne sposobnosti svojih celic, organov in organskih sistemov. Zavestno usmerjanje hitrosti in globine dihanja pomembno vpliva na aktivnost avtonomnega živčnega sistema, izboljša se sposobnost zavestnega vzpostavljanja usmerjenega mišljenja (koncentracija) in splošno psihično počutje. Zavedanje dihanja in njegovo usmerjanje je pomembna sposobnost, ki jo lahko predamo otrokom v procesu osnovnošolskega izobraževanja.

KAZALO

1 UVOD	9
2 PREDMET, PROBLEM, CILJ IN METODE DELA	12
3 HOMEOSTAZA	13
<i>Vzdrževanje homeostaze kisika</i>	13
<i>Vzdrževanje kislo – bazičnega ravnovesja</i>	14
4 RESPIRACIJA ALI DIHANJE	15
4.1 Notranje dihanje	15
4.1.1 Celica	15
4.1.2 Celična energija	16
4.1.3 Notranje dihanje ali notranja respiracija	17
4.1.4 Transport kisika in ogljikovega dioksida v krvi	18
4.1.5 Difuzija kisika in ogljikovega dioksida v tkivih	20
4.2 Zunanje dihanje	20
4.2.1 Dihalne poti – anatomski mrtvi prostor	21
<i>Zračni upor v dihalnih poteh</i>	23
4.2.2 Funkcionalni del dihalnega aparata	24
<i>Pljučna raztegljivost</i>	25
4.2.3 Faze zunanjega dihanja	25
<i>Ventilacija</i>	25
<i>Difuzija</i>	26
<i>Perfuzija</i>	27
<i>Pritiski dihalnih plinov v odnosu z difuzijo, ventilacijo in perfuzijo</i>	27
4.2.4 Ventilacijski volumni in ventilacijske kapacitete	28
4.2.5 Nadzor ventilacije	29
4.2.6 Dihalni vzorci	30
5 MEHANIKA DIHANJA	32
5.1 Respiracijske mišice	32
5.1.1 Mišice prsnega koša	33
5.1.2 Mišice trebušne stene	34
5.1.3 Trebušna prepona	35
<i>Odprtine trebušne prepone</i>	36
<i>Oživčenje trebušne prepone</i>	37
<i>Akcije trebušne prepone</i>	38
<i>Poškodbe trebušne prepone</i>	40
<i>Telesna drža in trebušna prepona</i>	40
6 VZORCI DIHANJA IN ČUSTVENA STANJA	43
6.1 Definicija čustev	43
6.2 »Materialne osnove« čustev	43
6.3 Osnovna čustva	45
6.4 Pokazatelji čustvenih stanj	45
6.4.1 Dihanje kot periferni kazalec čustev	46
6.4.2 Hiper- ter hipoventilacija	49
6.4.3 Dihalni vzorec kot usmerjevalec čustev	51
7 DIHANJE IN AVTONOMNI ŽIVČNI SISTEM	53
7.1 Avtonomni (vegetativni) živčni sistem	53
7.2 Vpliv dihanja na avtonomni živčni sistem	53
8 JOGA	56
8.1 Pranajama joga	59

9. REZULTATI NEKATERIH ZNANSTVENIH RAZISKAV O UČINKIH RAZLIČNIH OBLIK DIHALNIH VAJ	63
<i>Živčni sistem</i>	63
<i>Srčno-žilni sistem</i>	63
<i>Respiratorni sistem</i>	64
<i>Duševnost</i>	65
<i>Dihalne vaje kot pomoč pri zdravljenju različnih drugih bolezni</i>	65
<i>Uporabnost dihalnih vaj v športu</i>	66
<i>Homeostaza toplote možganskega tkiva</i>	66
<i>Hiperaktivnost</i>	67
10 VKLJUČEVANJE DIHALNIH VAJ PRI URAH ŠPORTNE VZGOJE	68
10.1 Cilji vključevanja dihalnih vaj pri urah športne vzgoje	68
10.1.1 Splošni cilji	68
10.1.2 Operativni cilji	68
10.2 Izhodišča za opredelitev cilja	69
10.2.1 Objektivna izhodišča	69
<i>Ocena potreb</i>	69
<i>Možnosti</i>	70
10.2.2 Subjektivna izhodišča	71
<i>Vrednote</i>	71
<i>Vsebinsko znanje</i>	72
<i>Učne oblike</i>	72
<i>Učne metode</i>	73
<i>Didaktična načela primernosti, postopnosti in varnosti</i>	74
11 OSNOVNE DIHALNE VAJE	75
11.1 Preponsko dihanje – popoln vdih	75
11.2 Preponsko dihanje z uporabo utežne vrečke s poudarkom na vdihu	76
11.3 Preponsko dihanje s poudarkom na koordinaciji vdiha in izdiha	77
11.4 Preponsko dihanje s poudarkom telesnih senzacij	78
11.5 Preponsko dihanje skozi delno zaporo na področju glasilk – udžaji dihanje	79
11.6 Izmenično preponsko dihanje skozi nosnici	79
11.7 Nekaj idej v zvezi s posredovanjem teoretičnih vsebin in razlage gibanja	81
12 ZAKLJUČEK	83
13 LITERATURA	85

1 UVOD

Dihanje je osnovna fiziološka funkcija. Zunanje dihanje je edini fiziološki proces, ki poteka tako nezavedno, kot z močjo volje. Prostovoljno usmerjanje zunanjega dihanja je omejeno z neprostovoljnimi refleksnimi odzivi. Večino časa človek diha nezavedno; dihanja se zavemo predvsem takrat, ko nas v to prisilijo zunanji dražljaji. Onesnažen zrak, neprijetne ali pa prijetne vonjave, telesni napor, takšni in drugačni močni dražljaji preusmerijo našo pozornost na dihalno aktivnost. Vendarle pa se vzorec dihanja (angleško breathing pattern) pri večini ljudi spreminja ves čas, sledi našim aktivnostim, našemu počutju. Ko človek opusti zavestni nadzor nad dihanjem, dihanje preide pod nadzor nezavednega, kjer dihalni vzorec usmerjajo zavestna in podzavestna čustva in misli (90).

V jogi je zbrano kompleksno znanje o naravi telesnih funkcij, za zahodnega človeka na morda nekoliko nenavaden, nerazumljiv način, pa vendar je jogijska anatomija (in fiziologija) vzporedna z anatomijo (in fiziologijo) kot jo je prepoznal zahodni človek (65). V pranajami, znanosti diha (90), katera je del jogijskega sistema, je v ospredje postavljen dihanje, zavestno usmerjanje dihanja, mehanika dihanja. Prek načrtnega usmerjanja dihalnega vzorca človek doseže notranji mir in samospoznanje. Izkušen Jogi (Jogi je tisti, ki je izurjen v Jogi, kdor je večč Joge (101)) lahko spozna duševno in telesno počutje posameznika prek opazovanja njegovega dihanja (90). Jogiji pri dihalnem vzorcu razločujejo ritem in enakomernost dihanja, ki ju označujeta čas trajanja vdih in izdih, čas mirovanja po izdihu in/ali vdihu, globino diha (preponsko, prsno, ključnično); opisujejo pot zračnega toka (skozi usta ali nos, skozi levo ali desno nosnico), hitrost zračnega toka.

V zahodni medicini dihalni vzorec označujeta predvsem hitrost (frekvenca) ter globina (volumen) dihanja, natančnejše opazovanje dihanja pa se uporablja tudi že v sodobni psihiatriji pri diagnosticiranju nekaterih duševnih motenj (4). Frekvenca in volumen dihanja v osnovi sledita metaboličnim potrebam našega organizma. Globoko preponsko dihanje omogoča večji dihalni volumen, kar pomeni nižjo frekvenco dihanja v mirovanju, oziroma večji minutni volumen ventilacije pri telesnem naporu, oboje pa posledično pomeni nižjo frekvenco srčnih utripov, oziroma manjše naprežanje srčne mišice za isto količino opravljenega dela. Globoko preponsko dihanje je značilno za zdrave otroke, za odrasle v stanju sproščenosti in mirnosti, ter med spanjem zdravega človeka.

Globoko in počasno preponsko dihanje omogoča kar najbolj optimalno izmenjavo dihalnih plinov (106): dostopnost kisika v celicah povsod po telesu; z izločanjem ogljikovega dioksida pa globoko preponsko dihanje omogoča ohranjanje ustrezne koncentracije tega plina ter vodikovih ionov v notranjem okolju. Vstopanje in izstopanje plinov v in iz organizma omogoča sprememba pritiska v prsni votlini; trebušna prepona je tista dihalna mišica, ki omogoča kar največjo spremembo pritiskov.

Sprememba pritiska, istočasno s spremembo v prsni, nastane tudi v trebušni votlini: ob vdihu se pritisk poveča, ob izdihu zmanjša. Ta sprememba ima pomembno funkcijo: deluje kot črpalka za vensko kri ter limfno tekočino; iztisne ju; kri proti desni

polovici srca, limfo v venski sistem. Globlji in počasnejši je vdih (večji je spust trebušne prepone), večji je volumen iztisnjenih tekočin (63). Spremembe pritiska v trebušni votlini vplivajo tudi na boljšo prekrvljenost trebušnih organov. Skupaj s trebušno prepono se giblje tudi srce, ki leži na preponskem kitastem središču. Njegova pot je le nekaj centimetrov navzdol in navzgor; to gibanje pospešuje pretok krvi skozi srce. Mišični del trebušne prepone se giblje veliko bolj izrazito, tudi do deset centimetrov navzdol ob globokem vdihu, kar pomeni, da premik v enaki razdalji opravijo tudi organi, ki ležijo neposredno pod to ploščato mišico. Tudi to gibanje pomembno prispeva k boljši funkciji notranjih organov. Gibanje prepone neposredno vpliva tudi na dvanajstnik, saj iz trebušne prepone izhaja viseč ligament, ki se pripenja na ta del tankega črevesja (75, 77, 81).

Gibanje trebušne prepone, preko do danes še nepopolno razjasnjenih vzvodov, neposredno vpliva na celoten organizem. Dihanje namreč vpliva na delovanje avtonomnega živčnega sistema, počasno in globoko dihanje uravnateža aktivnost simpatičnega in parasimpatičnega dela, izredno počasno dihanje pa v ospredje postavi delovanje parasimpatičnega dela avtonomnega živčnega sistema. Sodobni človek je zaradi načina življenja simpatotoničen. Aktivnost simpatičnega dela avtonomnega živčnega sistema prevladuje, pogosto tudi med počitkom ali mirovanjem. Živčno - hormonski odziv našega telesa na stresne okoliščine (boj ali beg) pripravi organizem na telesno aktivnost: zmanjšajo se prebavne in imunske aktivnosti, poveča se pripravljenost za mišično delo, med drugim se zviša frekvenca dihanja (hiperventilacija). Kadar telesne aktivnosti ni, spremembe v notranjem okolju, ki jih je povzročil stresni odziv, začno motiti celično delo. Skrbi, najrazličnejše težave, veliko sedenja in odsotnost gibanja pogosto, hkrati s povečanjem frekvence dihanja, spremenijo tip dihanja v plitvejše prsno. Plitvo prsno dihanje pa je v močni povezavi s pojavnostjo depresij, anksioznosti in panike (26). Delo celic prav tako zmoti zmanjšana (hipo-) ventilacija, katera je prav tako pogosto odziv na zaznana čustva (vir). Človek, ki se s problemom ne spopada, ki se umakne ali pa kakorkoli drugače ne more vplivati na potek dogodkov, pogosto zatre tudi hitrost in globino svojega diha (1, 4, 5, 26).

Tako v primeru hiperventilacije, kot v primeru hipoventilacije, prihaja do sprememb pH vrednosti notranjega okolja (pH je negativni logaritem $[H^+]$). Subtilne spremembe koncentracije vodikovih ionov, katere trajajo dalj časa, puščajo resne posledice na psihofizičnem stanju človeka. Pretirana napetost ter spazmi gladkega mišičevja povsod po telesu se lahko izrazijo med drugim v obolenju srčne mišice, v slabšem delovanju črevesja, (poznano kot »zaprtje«, za katerim trpi dobršen del ljudi v t.i. razvitem svetu). Avtomatske homeostatske aktivnosti lahko povzročijo vazokonstrikcijo, visok krvni tlak, zadrževanje vode v telesu. Migrena, krči lokomotorne mišičevja, motnje v delovanju živčnega sistema, depresivnost, anksioznost..., tako imenovane bolezni sodobnega človeka, so pogosto v povezavi z neustreznim dihalnim vzorcem (26).

Do marsikaterih težav in obolenj ne bi prihajalo, če bi bil človek poučen o pomembnosti dihalnega vzorca, o tem, kako se dihanje odziva na vse njegove misli in čustva. Če bi bil človek sposoben zaznati spremembo v dihanju in ga načrtno usmerjati, tudi v najtežjih trenutkih, v počasno, globoko in ritmično dihanje, bi se lahko izognil marsikateri zdravstveni težavi.

Takšne spretnosti pa bi lahko naučili otroke v okviru osnovnošolskega izobraževanja. Poleg tega, da ima dihanje odločilno vlogo pri vzdrževanju integritete človeškega organizma (90), je hkrati tudi najbolj naraven način vzpostavljanja koncentracije, osredotočenosti misli. Mirno dihanje umiri vzburjena čustva in sproži sprostitveni odgovor telesa (13). Ni nujno, da bi mladostnik znal izvajati vrsto dihalnih vaj, že zavedanje in sposobnost usmerjanja dihanja bi predstavljala pomembno znanje za življenje.

2 PREDMET, PROBLEM, CILJ IN METODE DE LA

Predmet tega dela je zunanje in notranje dihanje, respiracija v celoti. Dinamika notranjega dihanja se spremeni, če je zunanje dihanje (predvsem ventilacija, katera je pod močnim vplivom našega psihičnega stanja) nezadovoljivo. Preveliko ali premalo izločanje ogljikovega dioksida iz organizma spreminja kislo – bazično ravnovesje, kar pa med drugim spreminja afiniteto hemoglobina za kisik. Pri nagibu pH stanja v notranjem okolju proti kislem, ki je značilno za blage oblike hiperventilacije, se afiniteta hemoglobina za kisik poveča; kisik je težje dostopen telesnim celicam (26). To pomeni zmanjšano funkcijo celic. Spremembe pH, tako proti kislem kot proti bazičnem, povzročajo spremembe v koncentraciji in razporeditvi različnih elektrolitov. Na koncentracije vodikovih ionov so izredno občutljive vse telesne aminokisliline ter aktivnost živčnega sistema (56, 69). To nadalje vpliva na vrsto funkcij človeškega telesa. Telesne homeostatske aktivnosti, ki se sprožijo ob blažjih odklonih pH vrednosti od središčne lege, lahko povzročijo različna obolenja. Odkloni pH preko zgornje ali spodnje meje povzročijo smrt organizma.

Problem, ki ga delo (vsaj delno) obravnava, se nanaša na uporabo dihanja kot funkcije, ki ima odločilno vlogo pri ohranjanju integritete človeka (90). Interakcija med zunanjim dihanjem in avtonomnim živčnim sistemom je prepoznana, čeprav morda še ni v celoti razjasnjena. Interakcija med mentalnim in predvsem čustvenim svetom ter zunanjim dihanjem pa je področje, ki je, glede na svojo pomembnost za življenje posameznika (in družbe), izredno slabo raziskano (35). Rezultati raziskav kažejo, da obstaja močna povezava med dihalnimi vzorci in čustvenimi stanji. Večji del raziskav se ukvarja s prepoznavanjem specifičnih dihalnih vzorcev ob doživljanju določenega čustvenega stanja, manj pa s tem ali specifični dihalni vzorci lahko spreminjajo čustveno doživljanje. V tem delu naloge je vključena tudi kratka predstavitev joge, s poudarkom na pranajama jogi ali znanosti diha. Joga je filozofija, metoda in tehnika (117), je sistem, kateri morda najbolj popolno obravnava interakcijo med telesnim in duševnim v človeku. Joga uči, da lahko človek s spremembo dihanja, poleg spremembe svojega telesnega zdravja, doseže tudi spremembo svoje osebnosti (90). Različne vaje joge dokazano izboljšujejo psihofizično zdravje človeka.

Cilj naloge je odpreti vprašanja v zvezi z vključevanjem dihalnih vaj – vaj preponskega dihanja (ali vaj v zavedanju dihanja) v osnovnošolski program športne vzgoje. Kdaj, s katerimi vajami (vsebine), katere oblike in metode dela uporabljati.

Diplomsko delo je monografskega tipa, metoda je deskriptivna. Podatki so pridobljeni iz domačih in tujih virov. Večji del podatkov je pridobljen prek svetovnega spleta.

3 HOMEOSTAZA

“Stalnost notranjega okolja je osnova svobodnega življenja”

Claude Bernard, 19. stoletje (15)

Homeostasis (angl. homoiios (gr.) – podoben ; stasis (lat.) – stanje, mirovanje) ali slovensko homeostaza, pomeni vzdrževanje ravnovesja biološkega sistema z notranjimi mehanizmi (101). Koncept homeostaze temelji na dejstvu, da znotraj telesa obstaja idealno, normalno ali standardno stanje, katerega telo skuša vzdrževati s številnimi fiziološkimi procesi, ki potekajo avtomatično (15, 69). Na spremembo notranjega in/ali zunanjega okolja se organizem odzove tako, da je dejanska sprememba v notranjem okolju čim manj izražena in povzroči čim manjše motnje v delovanju organizma (56). S homeostatskimi aktivnostmi, ki so vodene prek živčnega in/ali endokrinega sistema, organizem vzdržuje pogoje, ki so nujni za optimalno delovanje celic. Zaradi soodvisnosti funkcij na vseh nivojih organiziranosti lahko na videz že manjše neravnovesje v organizmu povzroči resno grožnjo za zdravje. Pomemben vidik homeostaze predstavlja vzdrževanje volumna in vsebnosti telesnih tekočin. Vsi telesni organi ali drugače, vsaka celica posebej izvaja funkcije, s katerimi pripomore k vzdrževanju vsebnosti in volumnu snovi v notranjem okolju (57).

Stres je tisto stanje človeškega organizma, ko zunanji (fizikalni in/ali kemični) ali notranji pogoji (neravnovesje snovi, psihični dejavniki stresa) povzročijo fizične, biokemične, funkcionalne ali emocionalne spremembe v organizmu. Stres je torej vse tisto, kar poruši homeostatsko ravnovesje. Na homeostatsko ravnovesje vpliva veliko različnih stresorjev, delovanje katerih je lahko akutno ali kronično. Močan akuten stresni dražljaj ali pa dolgotrajna izpostavljenost zmernim oblikam stresnih dejavnikov lahko vodi v bolezen (69).

Vzdrževanje homeostaze kisika

je v hierarhiji soodvisnih homeostatskih odzivov človeškega organizma na najvišjem mestu. Antropozofska medicina (anthropos (gr.) – človek in sophia (gr.) – modrost) je prepoznala v človeku tri funkcionalne sisteme: sistem živčevja s čutili, ritmični sistem (srce, ožilje in dihala) ter prebavni sistem z okončinami (57). Ritmični sistem ima povezovalno funkcijo med drugima dvema sistemoma in se smatra kot zdravnik organizma. Ritmični sistem je neposredno odgovoren za homeostazo kisika in ogljikovega dioksida: respiratorni ali dihalni sistem omogoča vstop plinov iz zunanjega v notranje okolje organizma in sočasno izstopanje plinov iz notranjega v zunanje okolje; kardiovaskularni sistem pa je odgovoren za prenos plinov po organizmu in difuzijo le-teh v oziroma iz celic. Celično delovanje je v nekaj minutah pomanjkanja kisika že močno spremenjeno, ob popolni odsotnosti kisika pa celica propade, običajno že v petih minutah (81). Respiratorni in kardiovaskularni sistem sta prav tako pomembna člena pri ohranjanju ustrezne koncentracije vodikovih ionov (pH) v telesnih tekočinah. Respiratorni sistem je soodgovoren tudi za tvorjenje glasu.

Vzdrževanje kislo – bazičnega ravnovesja

ali izohidrija (vzdrževanje ustrezne ravni – koncentracije vodikovih ionov) je eden pomembnejših homeostatskih odzivov organizma. Za vzdrževanje homeostaze organizma so potrebni kompleksni encimski in elektrofiziološki mehanizmi, ki so odvisni predvsem od koncentracije ionov v telesnih tekočinah. Koncentracija vodikovih ionov, kateri ves čas nastajajo pri metaboličnih procesih v celicah (beta oksidacija maščobnih kislin, glikoliza, Krebsov cikel, celična presnova metionina in cistina), spreminja kislost in bazičnost notranjega okolja (56). Koncentracija vodikovih ionov se še posebej poveča pri intenzivnih telesnih obremenitvah. Nenormalne koncentracije vodikovih ionov povzročajo motnje v encimskem delovanju in mišičnem krčenju (vsi telesni proteini so izredno občutljivi na vsebnost vodikovih ionov), prav tako pa je na že majhne odmike od normalnih ionskih koncentracij občutljiv prenos živčnih signalov (56, 69).

Normalna koncentracija vodikovih ionov v notranjem okolju organizma (zunajcelični tekočini) znaša 40 nmol/l, kar odgovarja vrednosti pH 7,40. Naraščanje koncentracije vodikovih ionov zniža pH, notranje okolje postaja bolj kislo (acidno), zniževanje koncentracije vodikovih ionov pa vodi v višji pH, telesne tekočine postajajo bolj bazične (alkalne). Normalne vrednosti koncentracije vodikovih ionov se nahajajo v območju pH 7,36 do 7,44 (56). Preseganje teh mej navzgor vodi v acidozo (preveč kislo notranje okolje), preseganje mej navzdol pa v alkalozo (preveč bazično notranje okolje). Neravnovesje je lahko posledica respiratornih (respiratorna acidoza/alkaloza) ali pa metaboličnih (metabolična acidoza/alkaloza) (dis)funkcij. Acidoza vodi v zmanjšano aktivnost centralnega živčnega sistema, alkalozna pa v njegovo previsoko vzdražnost (106).

V normalnem območju koncentracijo vodikovih ionov ohranjajo trije osnovni mehanizmi: funkcija pljuč in ledvic ter kemični pufri. Pufri so spojine, ki uravnavajo spremembe koncentracije vodikovih ionov; vodikove ione so sposobni sprejemati ali oddajati, pač glede na koncentracijo le-teh. Glavni kemični pufri so bikarbonatni, hemoglobinski in fosfatni ter plazemske beljakovine (56, 106). Bikarbonatni puffer, kateri ves čas (glede na zaznane potrebe) nastaja v organizmu, ima pomembno mesto v vzdrževanju kislo – bazičnega ravnovesja (56). Z vezavo vodikovih ionov na bikarbonatni ion nastaja ogljikova kislina, le-ta disociira v vodo in ogljikov dioksid. Slednji se z izdihavanjem izloči iz telesa. Ledvice sodelujejo pri tem procesu z izločanjem bolj ali manj kislega seča (pH 4,5 do 8,5). Vzdrževanje kislo – bazičnega ravnovesja pa je v celoti posledica povezav ledvičnih, pljučnih, skeletnih gastrointestinalnih in jetrnih funkcij (56).

4 RESPIRACIJA ALI DIHANJE

Respiracija je izmenjava dihalnih plinov med atmosfero, krvjo in celicami in poteka v treh osnovnih korakih (106):

- notranja (celična) respiracija je izmenjava plinov med krvjo in celicami;
- zunanja (pljučna) respiracija je izmenjava plinov med pljuči in krvjo;
- pljučna ventilacija je izmenjava zraka med atmosfero in pljuči.

Celična in pljučna respiracija sta poznani tudi kot **notranje dihanje**, pljučno ventilacijo pa se pogosto označuje s terminom **zunanje dihanje**.

4.1 Notranje dihanje

4.1.1 Celica

Celica je osnovni element našega bitja, je najmanjša samostojna enota našega organizma. Človeško telo je sestavljeno iz milijard celic in vsaka posamezna izmed njih kaže skoraj vse značilnosti živega bitja. Osnovni znaki življenja so (15):

- Hranjenje: gre za vnos energentov, hranilnih substanc, kar omogoča vse preostale funkcije.
- Dihanje: ta pojem dejansko zajema kompleksne procese, rezultat katerih je energija, ki živemu organizmu omogoča vzdrževanje življenjskih funkcij. Celično dihanje je oksidacijska razgradnja organskih snovi, ki se začne v citoplazmi celice (glikoliza), nadaljuje pa se v mitohondriju.
- Gibanje: gre za sposobnost organizma, da se v celoti ali s posameznimi svojimi deli giblje v okolju, v katerem živi. Celični deli se ves čas gibljejo, nekatere celice pa se v celoti gibljejo v določenem delu telesa, kot je to značilno na primer za krvne celice.
- Izločanje: je proces odstranjevanja odvečnih produktov kemičnih reakcij in odvečnih hranilnih substanc.
- Občutljivost in odzivnost: sposobnost opazovanja in zaznavanja svojega notranjega in zunanjega okolja in odzivanje na spremembe v njem.
- Rast: na splošno pojem označuje porast v velikosti ali kompleksnosti organizma.
- Reprodukcijski proces: proces, ki je nujen za obstanek vrste.

Vsaka posamezna celica je sposobna izvesti večino, če že ne vsa ta dejanja. Anatomija oziroma struktura celic ni enotna za vse celice. Celice z istim poreklom in istimi funkcijami so enake, torej jim naloga, ki jo opravljajo hkrati določa tudi velikost, volumen in obliko (10). Celice tvorijo tkiva, organe, organske sisteme. Vsak organ je

združba mnogih različnih celic, ki jih držijo skupaj medcelične podporne strukture. Vsak tip celice je prilagojen tako, da izvaja eno določeno funkcijo, končna naloga vsake celice pa je vzdrževanje ravnovesja v svojem notranjem in zunanjem okolju.

Organizem odraslega človeka predstavlja približno 45 do 75 odstotkov vode, odvisno od starosti in prisotnosti maščobnega tkiva (106). Telesne tekočine so tako sestavljene iz vode ter različnih v vodi raztopljenih substanc. Večji del tekočine (2/3) se nahaja znotraj celic – celična tekočina (citoplazma), preostalo je zunajcelična tekočina. Le-ta se nahaja v prostoru med celicami (medceličnina), v krvnem ožilju (plazma), v limfi, v centralnem živčnem sistemu (cerebrospinalna tekočina) ter v gastrointestinalnem traktu ter v nekaterih drugih telesnih prostorih (106). Vse celice pravzaprav žive v istem okolju, zato je medceličnina poimenovana tudi notranje okolje organizma – milieu intérieur (15). Medceličnina je v neprestanem gibanju skozi celo telo, prenaša se v dveh stopnjah. Prva stopnja se nanaša na kroženje krvi, medceličnina neprestano z difuzijo prehaja prek tkivnih kapilar v krvno plazmo. Druga stopnja se nanaša na prehod medceličnine prek kapilarnih membran nazaj v tkiva (106). S seboj nosi vse potrebno za celične funkcije. Koncentracija v telesnih tekočinah raztopljenih substanc je osnovnega pomena za optimalno delovanje celic. Celice so sposobne živeti, rasti in izvajati svoje specifične naloge vse dokler je v notranjem okolju ustrezna koncentracija kisika, glukoze, različnih ionov, aminokislin, maščobnih substanc in drugih komponent (57, 106).

Kljub svoji različnosti so celice v osnovni zgradbi podobne. Zapis celičnega delovanja, kot tudi vse informacije o njej, se nahajajo v celičnem jedru, katero vsebuje genski material. Celice sintetizirajo kemične spojine (strukturne elemente, sekret, hormone, krvne beljakovine, encime, glikogen..), mišične celice opravljajo mehansko delo, na celičnih membranah pa se vrši aktivni transport in v povezavi z njim prenos biokemičnih impulzov. Genetski kontrolni sistem (celično jedro) omogoča samonadzor celičnega delovanja. Kontrolnih mehanizmov je na tisoče. Jedro je obdano z jedrno membrano, ki ga ločuje od celične tekočine. Celična tekočina je od zunanjega okolja, medceličnine, ločena s celično membrano, katera je selektivno propustna. Celična tekočina se močno razlikuje od medceličnine, predvsem glede koncentracije ionov. V celični tekočini se nahajajo celični organeli, strukture tipičnih oblik, ki opravljajo svoje določene naloge. Jedro je največji organel. Snovi, ki jih organeli proizvajajo in snovi, ki so v to proizvodnjo vključene, se v določenem trenutku vedno nahajajo v celični tekočini. Produkte svojega dela celica ali uporabi naprej za svoje procese ali pa jih izloči v medceličnino, kjer jih uporabijo druge celice ali pa se produkti kot odpadne snovi izločijo iz organizma. S prehajanjem snovi skozi membrano celica ohranja ravnovesje v svojem notranjem in zunanjem okolju (15, 106).

4.1.2 Celična energija

Ustrezna koncentracija ionov v medceličnini in celičnini se vzdržuje z značilnimi transportnimi mehanizmi preko celičnih membran. V osnovi govorimo o aktivnem in pasivnem transportu. Pasivni transport se ravna po fizikalnih zakonih, snovi prehajajo z difuzijo v smeri koncentracijskega gradienta. Pri aktivnem transportu je gibanje

molekul in ionov povezano s porabo energije. Edina energija, ki jo celice za to in za vsa ostala dela uporabljajo, se nahaja v fosfatnih vezeh adenzinskih molekul. Adenzinske molekule se nahajajo v vsaki posamezni celici, njih število variira glede na celične metabolične potrebe. Molekule delujejo kot začasni shranjevalec energije, katero nato sprostijo tam in takrat, ko jo celice potrebujejo. Zaradi svoje funkcije se adenzinske molekule pogosto imenuje tudi univerzalna energijska valuta. Adenzinska molekula ima možnost vezave treh fosfatov (ATP – adenzin trifosfat); ob razpadu posamične vezi, do česar pride pod vplivom encima adenzilaze, se sprosti energija (7,3 kcal oz 30,66 kJ), nastane ADP – adenzin difosfat. Zelo redko prihaja do razpada še naslednje fosfatne vezi, ko nastane AMP – adenzin monofosfat, to pa zaradi učinkovitega sistema obnove fosfatnih vezi (resinteza ATP iz ADP). Obnova fosfatnih vezi adenzinskih molekul poteka po treh poteh: fosfagenški, glikolitični in oksidacijski. Vsaka od teh poti – kemičnih reakcij ima svoj namen. Ob potrebi po hitri utilizaciji (sprostitvi) energije se celice poslužujejo prvih dveh poti, kateri pa imata relativno omejeno sposobnost glede časa trajanja obnove in števila obnovljenih fosfatnih vezi. Količina kreatinfosfata, ki je predmet fosfagenškega kemičnega procesa (anaerobni alaktatni proces), je zelo omejena; proces obnove se zaključi v desetih do dvajsetih sekundah, proces obnove z glikolizo (anaerobni laktatni proces) pa zavrejo stranski produkti, ki pri glikolizi nastajajo. Oksidacijska obnova adenzinskih molekul sicer poteka počasneje kot glikolitični ali fosfagenški kemični proces, a je hkrati končni izkupiček dobljene energije vezane v fosfatnih vezeh največji in najčistejši – stranski produkti kemične reakcije so hitro odstranjeni iz organizma. Ob vstopu ene molekule glukoze v proces oksidacijske obnove je obnovljenih 36 fosfatnih vezi (ADP v ATP) v adenzinskih molekulah, stranski produkt pa predstavljata metabolična voda in CO₂. Slednji se odstranjuje iz telesa (v mirovanju) v natanko tolikšni količini, kot nastaja. Prehod preko celičnih membran je pasiven, torej se ob tem ne porablja dodatna energija, metabolična voda pa se uporablja nadalje kot telesna tekočina oziroma se preko različnih poti, z različnimi nameni izloči iz telesa (106).

Človeški organizem je izoblikoval najbolj učinkovit način tvorjenja svoje notranje energije ob prisotnosti kisika. Kisik sam po sebi ne predstavlja energije, ravno tako kot hrana ali encimi, ki vodijo reakcije ne. Šele njihova skupna povezava ustvari našo življenjsko moč (45).

4.1.3 Notranje dihanje ali notranja respiracija

Oksidacijska obnova fosfatnih vezi adenzinskih molekul poteka v enem od celičnih organelov, v mitohondriju. Oksidacijska obnova fosfatnih vezi se izvrši takrat, ko ima celica na razpolago dovolj kisika. Zaradi svoje funkcije, zagotavlja namreč kar 95 odstotkov celične energije (15), je mitohondrij imenovan tudi energijski center celice (angl. the power house). Večina telesnih celic vsebuje mitohondrije, katerih število je odvisno od vrste celice in njene aktivnosti. Nekateri celice jih imajo 100, druge, na primer jetrne, ledvične, mišične pa tudi nekaj tisoč; mitohondriji se razmnožujejo z delitvijo, glede na celične potrebe. Lahko so razpršeni po citoplazmi ali pa se nahajajo na posebnih mestih v celici. Tudi velikost mitohondrijev je zelo različna, od

nekaj stotink milimikrona do mitohondrijev, ki so vidni že z navadnim mikroskopom. V osnovi so vsi zgrajeni enako. Edini izmed organelov imajo dvojno membrano. Zunanja gladka membrana določa notranji prostor in omogoča prehod večini molekul prek nespecifičnih kanalov. Notranja membrana je nagubana (lamelasto razvejana) z navznoter obrnjenimi gubami grebenastih ali cevastih oblik in ima funkcijo povečati površino te strukture. V mitohondrij goriva (ogljikovi hidrati, maščobe ali beljakovine) vstopajo večinoma v obliki piruvične kisline, do katere se razgradijo v različnih procesih (glikoliza, lipoliza in beta oksidacija, glukoneogeneza). Piruvična kislina preko zunanje membrane vstopi v mitohondrij, kjer pod nadzorom encimov in ob prisotnosti kisika nastane acetil koencim A. Acetil koencim A je substanca, v katero se spremenijo vse kemične substance, katere celica lahko uporabi za gorivo in šele kot taka goriva vstopajo v Krebsov cikel v matriksu mitohondrija. V procesu oksidacije v Krebsovem ciklu iz molekul acetil koencim A nastaja ogljikov dioksid, nekaj ATP in molekule NADH+H⁺ ter FADH₂. Molekule koencim NAD⁺ (nikotin amid adenin dinukleotid) in koencim FAD (flavin adenin dinukleotid) reverzibilno vežejo atome vodika, ki se v Krebsovem ciklu sproščajo in tako omogočajo vzdrževanje kislo – bazičnega ravnovesja. Molekule NADH₂+H⁺ in FADH₂ nadalje vstopajo v proces oksidacijske fosforilacije, kateri se odvija na notranji membrani mitohondrija pod nadzorom encimov dihalne verige, ki se nahajajo na membrani. Molekule NADH₂ in FADH₂ oksidirajo in iz procesa izstopajo ponovno kot NAD⁺ in FAD. Vodik se veže s kisikom, nastaja voda, hkrati pa se sprošča energija, ki zagotavlja obnovo fosfatnih vezi in nastajanje ATP-ja (15, 106).

Lahko bi rekli, da je človek »le« suprasumacija delovanja svojih celic, katerih delo pa je odvisno od prisotnosti adenzinskih molekul in energije, ki se sprosti ob cepitvi ATP v ADP ter od celične sposobnosti, da sproti obnavlja prej razpadle fosfatne vezi. Proces obnove ADP v ATP mora čim manj motiti celično okolje in s tem njeno delovanje, kar pa se dogaja ob oksidacijskih procesih te obnove. Če organizmu zaradi kateregakoli vzroka začne primanjkovati kisika, se to odraža v sposobnosti obnove adenzinskih molekul. V procese obnavljanja fosfatnih vezi se vključita preostala dva načina obnove adenzinskih molekul, pri tem nastajajoči stranski produkti spreminjajo notranje in zunanje okolje celice, tako da odpovedo homeostatski mehanizmi. Celica v zadnji fazi takega neravnovesja (koncentracija vodikovih ionov sproži verigo dogodkov) nabrekne zaradi nenadzorovanega prehajanja snovi (ionov) v njeno notranjost in se dobesedno razpoči (57).

4.1.4 Transport kisika in ogljikovega dioksida v krvi

Kri je tekoče tkivo, katerega funkcija je prenašanje kisika, hranljivih snovi, produktov celične presnove, hormonov in sodelovanje pri obrambnih procesih organizma. (55). Ima osrednjo funkcijo pri vzdrževanju homeostaze, je povezovalni del med notranjim in zunanjim okoljem organizma (57).

Sestavljena je iz medceličnine ali krvne plazme ter krvnih celic. Funkcija krvne plazme je transport metabolitov, hormonov, encimov, hranljivih substanc, protiteles ter transport kisika in ogljikovega dioksida. Transport slednjih dveh je funkcija tudi

rdečih krvnih celic ali eritrocitov, hkrati pa eritrociti sodelujejo pri uravnavanju kislo – bazičnega ravnovesja.

Hematokrit je odstotek krvnega volumna, sestavljen iz krvnih celic in znaša nekaj manj kot polovico skupne količine krvi. Rdečih krvnih telesc je med krvnimi celicami največ. So ene izmed redkih celic v človeškem organizmu, ki ne vsebujejo jedra, mitohondrijev, endoplazmatskega retikuluma in ribosomov. Se ne delijo in ne uporabljajo kisika za energijske procese. Vse energijske potrebe si zagotavljajo z razgradnjo glukoze po anaerobni glikolitični poti. Njihova ploščata, disku podobna zgradba, jim dopušča učinkovito prilagajanje oblike, tako da lahko prehajajo skozi tanke kapilare. Vsebujejo 60% vode in 34% hemoglobina; molekul specializiranih za prenos O₂ in CO₂. Glede na to, da vsaka rdeča krvna celica vsebuje skorajda isto količino hemoglobina, je celotna količina hemoglobina proporcionalna krvnemu hematokritu. Hemoglobinska molekula je sestavljena iz beljakovinskega dela, globina, katerega tvorijo štiri polipeptidne verige, na vsako verigo pa je vezan hem, nebeljakovinski del. Na vsako od štirih hemov je vezan atom železa. Hemoglobin ali krvno barvilo daje krvi njeno značilno barvo (55, 59).

Kisik se po krvi prenaša na dva načina. Večji del, nekaj več kot 98%, se prenaša vezan na hemoglobin, nekaj pa ga je fizikalno raztopljenega v krvi (59, 106). Molekule kisika se v procesu oksigenacije reverzibilno vežejo na atome železa v hemoglobinski molekuli, pri čemer (običajno) ne prihaja do kemične spremembe železa. Z oksigenacijo hemoglobina v pljučnih kapilarah nastane oksihemoglobin. Ko se kisik veže na hemoglobin, pride do spremembe v barvi krvi, postane svetlejša, že s prostim očesom lahko določimo vensko in arterijsko kri. Pri zdravem človeku je nasičenost hemoglobina s kisikom v arterijski krvi približno 97% (pO₂ v krvi je med 60 in 100mm Hg) (106). Do 100% nasičenosti pride če parcialni tlak kisika v alveolarnem prostoru znaša 105 mmHg (58). Nasičenost hemoglobina s kisikom je v venski krvi, v stanju mirovanja, še vedno okoli 75%. Težko mišično delo pa lahko povzroči tudi do 90% porabo kisika. Afiniteta (affinitas (lat.) – tendenca atoma ali molekule, da reagira z atomi in molekulami z drugačno kemijsko strukturo) (101) hemoglobina za kisik se spreminja glede na število molekul kisika (ter tudi vodikovih ionov), ki so nanj vezane. Prva molekula kisika se veže najtežje, vsaka naslednja pa lažje. Pri razpadanju vezi med kisikom in hemoglobinom je proces obraten: prva vez od štirih razpade najtežje, vsaka naslednja lažje. To je pomembno zaradi prenosa kisika na periferijo. Količina kisika vezanega na hemoglobin je odvisna od števila mest za vezavo (število eritrocitov) in odstotka njihove zasedenosti. V urbanem okolju, kjer je v zraku večja količina ogljikovega monoksida, le - ta zasede mesta za vezavo kisika, saj je njegova afiniteta za vezavo 200x večja od kisikove, kar pomeni da vedno prehitijo kisik pri vezavi na hemoglobin (59). Hemoglobin kadilcev je na primer kar 10% nasičen z ogljikovim monoksidom. Velika količina ogljikovega monoksida vezana na hemoglobin povzroča iste simptome kot anemičnost (slabokrvnost – znižana koncentracija eritrocitov), vendarle pa se ogljikov monoksid ob vdihavanju svežega, čistega zraka v roku osmih ur odstrani iz telesa (59). Količina v krvi raztopljenega kisika je proporcionalna količini na hemoglobin vezanega kisika.

Kar okoli 70% ogljikovega dioksida (106) se po krvi do pljučnega tkiva prenaša v obliki bikarbonatnega iona; CO₂ se po vstopu v eritrocite pod nadzorom encimov veže z molekulami vode; nastaja ogljikova kislina, ki razpada v bikarbonatni ter

vodikov ion. Hemoglobin veže vodikove ione (puferska sposobnost hemoglobinskih molekul), ta reakcija pa zmanjšuje afiniteto hemoglobina za kisik. Približno 25 % CO₂ se reverzibilno veže na beljakovinski del hemoglobina (tvori karbamino skupino) in na beljakovine v plazmi, del CO₂ pa se prenaša raztopljen v plazmi in v rdečih krvnih telescih (56, 106).

4.1.5 Difuzija kisika in ogljikovega dioksida v tkivih

Oksigenirana kri prehaja iz srca v aorto in preko sistemskih arterij do kapilar v tkiva. Parcialni pritisk kisika v tkivih v stanju mirovanja običajno znaša 40 mm Hg, v arterijski krvi pa 100 mm Hg, zato kisik prehaja iz eritrocitov prek kapilarne membrane in medcelične tekočine ter membrane celic v tkivne celice. Parcialni pritisk kisika v krvi pade na 40 mm Hg, v tkivih pa naraste na 100 mm Hg. Istočasno prehaja preko membran ogljikov dioksid: parcialni pritisk ogljikovega dioksida v celicah tkiv znaša (v mirovanju) 45 mm Hg, medtem, ko je parcialni pritisk ogljikovega dioksida v arterijski krvi 40 mm Hg; CO₂ v kri prehaja toliko časa, dokler v tkivnih celicah ne znaša 40 mm Hg, v krvi pa naraste na 45 mm Hg (59).

Pritisk v krvi raztopljenega kisika je tista ključna točka, ki povzroči prehod O₂ iz krvi v tkiva in ko se količina raztopljenega kisika zmanjša, začno razpadati vezi v oksihemoglobinskih molekulah. Hemoglobin pospešeno izgublja afiniteto za kisik, ko kri dospe do regij telesa, kjer je povišana temperatura, zvišana metabolična proizvodnja CO₂, znižan pH in povišana koncentracija 2,3-DPG; di(bi)fosfoglicerata, kateri nastaja pri anaerobni glikolizi v eritrocitih. 2,3-DPG je eden najvažnejših regulatorjev afinitete hemoglobina za kisik. Le - to zmanjšuje, ko se reverzibilno veže na globinsko verigo. Do zgoraj naštetih pogojev prihaja v celicah, ki so aktivnejše in zatorej tudi potrebujejo kisik v večji meri. Kisik je tako hitreje dostopen v točno tistih predelih, kjer so te spremembe najmočnejše. Ko kisik izstopa (disociira) iz oksihemoglobina prek kapilar in to pospešeno prav tam, kjer je višja koncentracija CO₂, se hkrati hemoglobinu močno poveča afiniteta za ogljikov dioksid (59).

Čim več kisika se torej sprosti iz hemoglobinskih molekul, toliko večja je sposobnost hemoglobina za vezavo ogljikovega dioksida.

4.2 Zunanje dihanje

Zunanje dihanje zagotavlja respiratorni ali dihalni sistem: dihalne poti – dihalna cev (anatomski mrtvi prostor) omogoča pljučno ventilacijo ali izmenjavo dihalnih plinov med zunanjim in notranjim okoljem, funkcionalni del dihalnega sistema – pljučno tkivo, pa prehod plinov v in iz organizma. Sestavni deli respiratornega sistema so (50) poleg dihalnih poti in pljuč, še dihalno mišičevje, skeletno ogrodje prsnega koša, periferno živčevje in odgovarjajoče strukture v centralnem živčnem sistemu, kot tudi odgovarjajoči kemoreceptorji.

4.2.1 Dihalne poti – anatomski mrtvi prostor

V dihalnih poteh ali respiratorni cevi se zrak očisti, segreje in navlaži na poti do pljuč. Dihalno cev lahko razdelimo na zgornji in spodnji del (106). Zgornji del sestavljajo zunanji nos, nosna votlina, grlo, žrelo in zgornji del sapnika, spodnji del pa spodnji del sapnika, sapnici ter bronhialno drevo.

Zrak lahko do pljuč vstopa po dveh poteh, skozi usta ali skozi **nos**. Vstop skozi usta naj bi človek uporabljal le v skrajnih primerih, fiziološko ustrežnejše je dihanje skozi nos (10). Težko bi dokazali učenja vzhodnih filozofij, da je dihanje skozi nos način in sredstvo, s katerim človek prejme iz zraka največ chi-ja ali prane (subtilne energije), že sama anatomija in fiziologija človeškega telesa pa ponuja dovolj dokazov o prednostih vstopanja zraka v dihalne poti prek nosu.

Nos sestavlja zunanji ter notranji del, ki se nahaja v lobanji. Zunanji nos sestavljajo koščeno in hrustančno ogrodje, ki omogočata stalno odprtost dihalne poti. Zunanji nos je pokrit z mišičevjem, ki je del mimičnega mišičja in s kožo. Na spodnji površini zunanjega nosu se nahajata odprtini imenovani nosnici. McIntosh idr. (70) poročajo o spremembi volumna zraka, ki vstopa v organizem skozi nos glede na obrazno mimiko. Za vnos zraka skozi nos je potrebno tudi do 150 odstotkov več mišičnega dela kot za dihanje skozi usta (90), vendar je kljub temu dihanje skozi nos bolj funkcionalno in za večino posameznikov tudi prijetnejše (70) kot dihanje skozi usta. Zunanji nos prehaja v veliko nosno votlino v sprednjem delu lobanje, votlina je s tanko kostno – hrustančno strukturo (nosni septum) razdeljena na desno in levo polovico. Spodnji del nosne votline meji na ustno votlino, zgornji del meji na očesne votline ter nudi mesto za vezavo možganskih ovojnic (crista galli). Nosne školjke so tri lahke kosti v sprednjem delu nosne votline, ki izhajajo horizontalno iz lateralnih sten nosne votline. Oblikujejo tri prostore, skozi katere teče zračni tok in delujejo kot turbine, preko katerih se vrtinči zrak, medtem ko vstopa globlje v dihalne poti. Zrak ima tako dovolj časa in prostora, da se navlaži, očisti in segreje, kar so poleg vonjanja tri osnovne, najvidnejše funkcije nosu (90, 106). Nosna votlina je v celoti pokrita s sluznico, ki sega tudi v obnosne votline – sinusne votline. Nosna sluznica se po zgradbi deli v sluznico dihalnega in vohalnega področja. Dihalno področje je pokrito z večskladnim migetalnim epitelijem, sluznico vlaži sekret nosnih žlez, katere se nahajajo pod krovnim tkivom. Bakterije, pršice in druge trdne delce ujame sekret - mukus, migetalke (migetalni epitelij), ki se ves čas ritmično gibljejo naprej in nazaj, pa mukus potiskajo proti žrelu in požiralniku, kjer nato prehaja v želodec, tam pa mukus skupaj z vsemi ujetimi delci in mikroorganizmi uniči želodčna kislina. Tako sekret nosnih žlez neprestano čisti nosno votlino, vstopajoči zrak se očisti trdih delcev, se navlaži in segreje. Del vlage prihaja tudi preko solznega voda, slana tekočina, ki neprestano nastaja v solznih žlezah, kaplja v nosno votlino in jo pomaga očiščevati. V nosno votlino neprestano kaplja tudi sekret iz sinusnih votlin in sodeluje pri procesu očiščevanja (90, 106). Vlažen in topel zrak, izdihnjen skozi nos, dodatno navlaži in segreje sluznico. Spremenjene homeostatične funkcije organizma se lahko kažejo kot presuh, pregost ali preveč tekoč mukus, kateri ima zato zmanjšano funkcijo očiščevanja; mikroorganizmi se zadržujejo na sluznici in lahko prihaja do različnih okužb ali poškodb sluznice (90). Suh mukus se lepi tudi na nosne školjke, kar zmanjšuje prehodnost dihalnih poti, spremenjena površina nosnih školjk pa lahko

vpliva tudi na močnejše vrtinčenje vstopajočega in izstopajočega zraka, kar pomeni večji zračni upor in povečano mišično delo pri vdihu in izdihu. Vstopajoči zrak segreva kri v kapilarah krovnega tkiva po sistemu konvekcije. Kri neprestano kroži iz globljih delov glave v tkivo zunanlega nosu in nosne votline. Pod mukozno membrano v notranjem delu nosu leži plast »spužvastega tkiva«, katero se lahko napolni z velikimi količinami krvi (90). Tkivo oblikuje mikroskopske cevčice, skozi katere priteče kri: tkivo nabrekne. Nabrekanje poteka periodično, enkrat v levi, drugič v desni nosnici; nabrekanje občutimo kot oteženo prehajanje zraka skozi nosnico. V budnem stanju se nabrekanje nosnic izmenjuje na dve do tri ure (22, 90). Meritve možganskih tokov so pokazale, da je aktivnejša tista polovica možganov, ki je nasprotna nabrekli nosnici. Raziskave kažejo, da prehajanje zraka skozi eno (levo ali desno) nosnico spodbuja delovanje možganske hemisfere na nasprotni strani telesa (22, 90).

Sluznica vohalnega področja se nahaja na zgornji nosni školjki in zgornjem delu nosne kosti, v njej so vohalne receptorske celice, od katerih poteka vohalni živec k vohalnemu betiču na bazi možganov. Vohalni živec je prvi možganski živec, vohalni center je eden od najstarejših možganskih centrov. Človek ima sposobnost usmerjanja zračnega toka v nosu, zračni tok lahko namerno usmeri na vohalno področje ali kamorkoli drugam po notranji površini nosu. Nos je naš najpomembnejši senzor okolja. Funkcija vohalnega področja je zaznati ugodne in neugodne ali strupene vonjave, na katere se človekov organizem ustrezno odziva. Raziskava pokaže, da se spremeni vzorec dihanja, ko človek zazna neprijetne in/ali strupene vonjave (16). Vdih je krajši, izdih se podaljša. Sprememba v vzorcu dihanja je odvisna od količine strupenih hlapov, več jih je, bolj se dihanje spremeni. Veliko zaznanih vonjav deluje na človeka na nezavednem nivoju, zaradi neposredne povezave vohalnega centra v možganih z limbičnim sistemom, vonjave močno vplivajo na človekovo aktivnost in doživljanje (27, 57).

Žrelo je približno 12 centimetrski mišična cev, povezuje nosno in ustno votlino in se nadaljuje v požiralnik in sapnik. Je križišče prebavne in dihalne cevi, s spreminjanjem namembnosti služi tako požiranju kot dihanju. V žrelo iz srednjega ušesa vodi evstahijeva cev, kar omogoča izenačevanje pritiskov na obeh straneh bobniča.

Iz nosnih votlin zrak potuje prek žrela v **grleno cev**, ki sega od 4. do 6. vratnega vretenca in je sestavljena iz petih hrustancev, različnih oblik in funkcij glede na katere so le-ti tudi poimenovani: ščitasti, obročasti, dva piramidasta hrustanca ter poklopec. Hrustanci so med seboj povezani s sklepi in vezmi ter grlenim mišičevjem, m.laryngis, katero omogoča premikanje posameznih hrustancev. Ščitasti in piramidasta hrustanca so še v dodatni zvezi in sicer jih povezujeta glasilki, ki sta razpeti med njimi. To je najožje mesto dihalne cevi, glasilna špranja. Dve posebni mišici, m.vocalis, s spreminjanjem položaja piramidastih hrustancev, uravnava napetost glasilk in njuno medsebojno razdaljo, grleno mišičevje pa uravnava širino glasilne špranje in s tem tudi prehodnost za zrak. Zvok nastaja s prehajanjem zraka prek glasilk, jakost zračnega toka ustvarjajo dihalne mišice. Že najmanjše napetosti grlenih mišic povzročajo spremembe v glasu (14). Ko ne govorimo, sta glasilki razmaknjeni, pomaknjeni na rob grla. Notranjost grla je prav tako pokrita s sluznico

ter migetalnim epitelijem in je izredno občutljiva na morebitne tujke. V sluznici je tudi limfno tkivo za obrambo pred mikrobi.

Ko zrak preide grlo, vstopi v **sapnik**. To je prožna, trdna cev, sestavljena iz 16 do 20 hrustancev, vloženi v vezivno elastično plast. Hrustanec omogoča, da je dihalna pot odprta ves čas, tudi ko je v prsni votlini podtlak. Podkvasta oblika hrustancev, z odprtim delom obrnjenim nazaj ter elastično tkivo sapnika omogočajo, da se sapnik prilagaja obliki požiralnika, ki se nahaja neposredno za njim. Takšna zgradba omogoča tudi širjenje in oženje sapnika pri dihanju. Sprednji del hrustancev zagotavlja ohranjanje oblike cevi ter ščiti sapnik pred poškodbami. Sluznica sapnika vsebuje številne sluzne žleze, je izredno občutljiva in se vzdraži že v stiku z mrzlim zrakom. Vzdraženje se izrazi s krčevitim kašljem, žleze pa izločajo gost in žilav sekret. Migetalni epitelij odnaša mukus navzgor proti grlu, od koder potuje v želodec, s čimer so pljuča zaščitena pred morebitnimi tujki. Dihanje skozi nos močno zmanjša možnost vstopa tujka v ta del dihalne poti. Sapnik teče od 6. vratnega do 5. prsnega vretenca, kjer se za prsnico deli v levo in desno sapnico ali v levi in desni primarni bronhij.

Leva in desna sapnica tvorita **bronhialno drevo**; predstavljata začetek levega in desnega pljučnega krila. Ko zrak dospe v sapnici, je že segret, navlažen in očiščen večine trdih delcev in mikroorganizmov. Vsaka sapnica se cepi v dve novi, v premeru ožji in po dolžini krajši sapnici; anatomsko identificiramo 23 do 27 sapničnih delitev ali generacij sapnic (59, 106). Hkrati z obliko se spreminja tudi zgradba sapničnih delitev oziroma bronhijev. Bronhija in začetne generacije, lobarni in segmentalni bronhusi, imajo v stenah hrustančne ploščice, le-teh je z vsako delitvijo vse manj. Bronhioli, katerih premer je že manjši od 1,5 mm, so brez hrustanca, njihovo popolno zaprtje oziroma stisnjenje onemogoča gladko mišičevje v obliki spiral (odpirajo pa se podobno kot alveoli s pritiskom plinov). V vseh področjih sapnika, bronhijev, bronhusev in bronhiolov se nahaja gladko mišičevje. Lobarni in segmentalni bronhusi vsebujejo sluznice s številnimi žlezami, sluznica bronhiolov pa je pokrita z migetalnim epitelijem, ki požira tujke večje od 5 mikronov. Bronhusi in bronhioli iste generacije imajo približno enake polmere. Z delitvijo dihalnih poti se kljub manjšanju premera in površine preseka posamezne dihalne poti, njihova skupna površina povečuje. Na ravni 19. generacije je skupna površina preseka več kot 1 m² kljub temu, da je premer posamezne dihalne poti le 0,6 mm. Površina preseka sapnika, katerega premer znaša cca 20 mm ima, za primerjavo le 2 do 3 kvadratne centimetre. Prvih 19 generacij je še vedno le prevodni del dihalnih poti. Bronhioli 19. delitve se imenujejo terminalni bronhioli, so namreč zadnji v sklopu prevodnih, ti. mrtvih dihalnih poti. Terminalni bronhioli imajo le malo vlaken gladkega mišičevja (59).

Zračni upor v dihalnih poteh

V dihalnih poteh, še posebej v bronhialnem deblu, prihaja do upora proti zračnemu toku. Med vdihom se upor dihalnih poti zmanjša zaradi razširitve njihovega premera, kar je posledica razširitve pljučnega tkiva. Med izdihom se nasprotno premer dihalnih poti zmanjša. Na razširitev oziroma zožitev dihalnih poti vpliva tudi gladko mišičevje v dihalni cevi. Krčenje gladkega mišičevja usmerja avtonomno živčevje; ko je aktiven simpatski del avtonomnega živčevja, so dihalne poti široke, parasimpatski

delovanje pa povzroči manjšanje premera. Kadarkoli so dihalne poti, zaradi kateregakoli vzroka zožene ali obstruirane, se poveča upor in potrebno je ustvarjanje večjih razlik v pritiskih (povečano mišično delo), da prihaja do zadovoljive ventiliranosti pljuč (106).

4.2.2 Funkcionalni del dihalnega aparata

V stenah terminalnih bronhiolov se pojavijo redki alveoli, pljučni mešički. Ti deli so poimenovani respiratorni bronhioli, kjer že prihaja do izmenjave plinov. Od nekje 24. do 27. delitve, ki je običajno zadnja delitev sapnic, le - te preidejo v alveolarno tkivo.

Pljučni mešiček definira izredno tanka struktura, alveolarni epitelij; ostenje enega pljučnega mešička je vedno hkrati tudi ostenje drugega. Alveolarni epitelij je sestavljen iz dveh vrst celic: večina celic je brez jedra in sestavlja epitelij alveol, v katerih prihaja do izmenjave plinov, nekatere celice krovnega tkiva pa jedro vsebujejo in njihova naloga je izločanje alveolarne tekočine, ki vlaži alveole. Alveole so tako z notranje strani obložene s tanko plastjo surfaktanta, tekočine, ki zmanjšuje njihovo površinsko napetost. To olajša difuzijo plinov ter hkrati zmanjšuje delo, ki je potrebno za premagovanje elastičnega upora pljuč. Odsotnost oziroma pomanjkanje surfaktanta, povzroči zlepljene alveol. V steni alveol se prosto gibljejo tudi alveolarni makrofagi, ki požirajo tujke manjše od 5 mikronov, fagocite odplavlja limfa prek limfnih kapilar v bezgavke v medpljučju. Med alveolarnim tkivom se nahaja še večje število retikularnih in elastičnih vlaken, skupaj z membrano, ki prekriva alveolarno tkivo, pa te strukture omogočajo ohranjanje oblike pljuč in pljučno elastičnost. Alveolarna membrana se tesno prilega membrani kapilarnega tkiva – endotelija, med njima je medceličnina. Kar 90% alveolarne površine pokrivajo pljučne kapilare, skupaj oblikujejo alveolno – kapilarno membrano, debelina katere znaša le 0,1 do 0,5 mikrona (nanometra) ali 1/16 premera rdeče krvne celice. Pljuča vsebujejo okoli 330 milijonov alveol kroglaste oblike s premerom okoli 0,3mm. Površina, s katero se pljuča stikajo z zunanjim okoljem, znaša kar od 70 do 120 m²; tolikšna je površina pljučnih mešičkov in je kar 40 - krat večja od površine kože (59, 106).

Dihalne poti, ki se razvijejo iz enega respiratornega bronhiola, predstavljajo respiracijsko enoto ali acinus; odrasel človek ima od 40 do 60 tisoč acinusov. Na pljučnih krilih so jasno vidni posamezni deli: desno pljučno krilo ima tri, levo pa dva pljučna režnja ali lobusa. Spodnji del pljuč, baza pljuč, sloni na trebušni preponi in se prilagaja njeni obliki. Vrh pljuč je koničast in je poimenovan pljučni vršiček. Zunanja stena pljuč je konveksne oblike in se prilagaja obliki reber, notranja ploskev vsakega pljučnega krila je konkavna, v prostoru med levim in desnim režnjem je s tem oblikovan prostor, medpljučje – mediastum, v katerem se nahajajo srce z velikimi žilami, sapnik s sapnicama, požiralnik, priželjc, bezgavke, prostor prehajajo žile, mezigovnice in živci. Z medpljučjem je prsna votlina razdeljena na dva samostojna dela. Eno pljučno krilo lahko tako omogoči izmenjavo plinov, četudi je drugo poškodovano. Levo in desno pljučno krilo posebej ovija popljučnica, prsna mrena ali plevra, prav tako prsna mrena obdaja tudi notranjo stran prsnega koša, tu je poimenovana obstenska mrena ali porebnerica (10, 59, 106).

Med popljučnico in obstensko mreno se nahaja ozek prostor, obpljučna votlina, ki je napolnjena s serozno tekočino, katera vlaži površino pljuč in preprečuje trenje. Poleg tekočine stik med mrenama vzdržuje pritisk (intraplevralni pritisk), ki je običajno ob koncu izdiha za 4 mm Hg nižji kot atmosferski pritisk. Ob vdihu, ko se strukture v prsni votlini razširijo, pritisk med prsnima mrenama še dodatno pade, za natanko isto vrednost, kot pritisk v alveolarnem prostoru. Negativni pritisk v obpljučni votlini omogoča, da so pljuča venomer elastično napeta kljub temu, da se pritisk v prsni votlini neprestano spreminja. Če je mrena predrta in pride zrak v obpljučno votlino, se pljuča sesedejo ali kolabirajo. Obstenska prsna mrena tvori tudi tako imenovane žlebove, dele mreže, v katere se ob globokem dihanju razširijo pljuča (10, 59, 106).

Pljuča imajo dva krvna obtoka: prehranjevalni, ki ga sestavljajo sapnične arterije in vene, ter funkcionalni, to so pljučna arterija in pljučne vene. Pljučna arterija dovaja vensko kri iz srca v pljučne kapilare, po katerih kri potuje do pljučnih mešičkov. Pljučne vene dovajajo v srce oksigenirano kri iz pljuč. Krvni pritisk v pljučnih kapilarah je znatno nižji kot v sistemskem ožilju, kri skozi pljuča potuje veliko počasneje. Značilnost pljučnih kapilar je tudi, da se ob pomanjkanju kisika (hipoksiji) zožijo, v nasprotju s sistemskim ožiljem, kjer ob hipoksiji prihaja do dilatacije oziroma razširitve. Zožitev kapilar je namenjena preusmeritvi toka krvi na ventilirane predele pljučnega tkiva (106).

Poleg izmenjave plinov, se v pljučih, v pljučnem tkivu dogajajo še številne druge aktivnosti, ki z dihanjem niso neposredno povezane. Približno 5 odstotkov porabe kisika v mirovanju pripada pljučni aktivnosti (50).

Pljučna raztegljivost

Ventilacijski volumni in kapacitete so odvisni od pljučne raztegljivosti. Pljučna raztegljivost se nanaša na napor, ki je potreben za razširitev pljuč in stene prsnega koša. Zdrava pljuča imajo visoko stopnjo raztegljivosti, za doseganje velikih volumnov je potreben sorazmerno majhen napor; potrebne so relativno majhne spremembe pritiska za kar največjo razširitev pljučnega tkiva. Nizka stopnja raztegljivosti pomeni, da se pljuča upirajo raztegu, za doseganje zadostnih pljučnih volumnov (zadostne ventilacije) je potrebna intenzivnejša aktivacija dihalnih mišic (106).

4.2.3 Faze zunanjega dihanja

Ventilacija

je proces vstopanja in izstopanja zraka oziroma plinov v in iz organizma; nastaja zaradi razlike v pritisku med zunanjim okoljem in pljuči. Gre za periodičen vzorec,

podoben valovanju, ki se ohranja z delom respiratornih mišic pod nadzorom respiratornih kontrolnih centrov v možganskem deblu.

Vdih ali inspirij nastane kot simultana akcija večjega števila dejavnikov (56). Tik pred vdihom je pritisk v prsni votlini izenačen z atmosferskim pritiskom (760 mm Hg na morski višini). S krčenjem inspiracijskih mišic se poveča volumen prsnega koša, kar sprva povzroči znižanje pritiska v obpljučni votlini (intraplevralni pritisk). Znižanje interplevralnega pritiska se prek popljučne mreže prenese na pljuča, zniža se alveolarni pritisk. Pri mirnem dihanju alveolarni pritisk pade za približno 2 mm Hg, na 758 mm Hg (106) in zrak steče iz mesta z višjim pritiskom (atmosfera ali zunanje okolje) na mesto z nižjim pritiskom, v pljuča (Boylov zakon o plinih). Zrak teče toliko časa, dokler se pritiska ne izenačita, takrat se vdih zaključi. Ob koncu vdiha se izenači tudi sila, ki jo ustvarjajo dihalne mišice z elastično silo, ki jo ustvarjajo pljuča in prsna stena. Pri različnih telesnih obremenitvah je razlika v pritiskih večja.

Izdih ali ekspirij je v mirovanju pasiven proces. Sprostitev dihalnih mišic povzroči zmanjšanje prsne votline, hkrati pa ima pljučno tkivo težnjo po kolapsu. Pljučno tkivo ima namreč tendenco, da pade skupaj potem, ko je bilo raztegnjeno. Naraščanje pritiska v pljučni votlini tako povzroča elastična potencialna energija, shranjena v elastičnem pljučnem tkivu ter površinska napetost na alveolah. Nekaj sile k povečevanju pritiska dodajo tudi sila teže stene prsnega koša ter strukture v trebušni votlini, ki pritiskajo od spodaj prek trebušne prepone na pljuča. Pri mirnem dihanju pritisk naraste na približno 762 mm Hg (106), zato zrak zapušča pljuča, vse dokler se pritiska zopet začasno ne izenačita. (56, 59). Pri aktivnem ali forsiranem izdihu se v fazo izdiha vključijo ekspiracijske, glavne in pomožne mišice, ki aktivno zmanjšajo prostornino prsne votline.

Difuzija

(diffusion (angl.) – razpršitev; pronicanje, enakomerno razporejanje molekul, delcev v mešanici plinov, v raztopinah in suspenzijah v smeri nižje koncentracije) (101).

Izmenjava O₂ in CO₂ med alveolarnim zrakom in pljučnimi kapilarami poteka pasivno, z difuzijo, iz predela z višjim, v predele z nižjim parcialnim pritiskom prek alveolno – kapilarne membrane. Volumen plinov znotraj alveol je tisti, ki je predmet izmenjave. Za učinkovito difuzijo sta potrebna dva elementa: ventiliranost alveol in sočasna prekrvljenost pljučnih kapilar (perfuzija) (56, 59, 106).

Atmosferski zrak je mešanica kisika, dušika, argona ter drugih plinov v sledovih, tudi ogljikovega dioksida. Pritiski posameznega plina v zraku določajo hitrost in smer prehajanja plinov v ali iz krvi. Sestava zraka, oziroma posamezni pritiski plinov v alveolarnem prostoru, ob vdihu niso enaki atmosferskemu; zrak v alveolah se neprestano spreminja zaradi neprestanega absorbiranja kisika in izločanja ogljikovega dioksida. Stalno gibanje krvi, katerega povzroča srce s svojim krčenjem ter dotok svežega zraka (plinov) v alveole, omogoča vedno znova vzpostavljati razliko v parcialnih pritiskih med plini, ki so v alveolarnem prostoru in med plini, ki

izstopajo in vstopajo v kri. Hitrost toka krvi tako pomembno vpliva na velikost difuzije. Velikost in oblika molekul plinov, ki prehajajo membrano, vplivajo na hitrost prehajanja. Govorimo o difuzijskem koeficientu plina, kateri je za CO₂ 25 - krat večji, kot je difuzijski koeficient kisika. Nadalje na velikost difuzije vpliva tudi debelina membrane ter njena površina, ki se ob širjenju prsnega koša tanjša in večja.

Hitrost difuzije dihalnih plinov pa je dokončno odvisna od celičnega metabolizma oziroma od potreb celic po kisiku ter hkratnemu odvajanju ogljikovega dioksida.

Perfuzija

(perfusio (lat.) – pretakanje krvi ali druge tekočine skozi žilje) (101).

Za uspešnost oziroma učinkovitost difuzije je poleg površine, ki jo predstavljajo alveole, pomembno tudi število kapilar in njihova prekrvljenost. Alveole, v katere plini sicer vstopijo, niso pa prekrvavljene, predstavljajo namreč fiziološki mrtvi prostor, v njih ne prihaja do izmenjave plinov. Difuzijo, glede na prekrvljenost, spreminja tudi položaj telesa; kri se namreč ravna po zakonu težnosti, baza pljuč je pri stoječem oziroma sedečem posamezniku tako bolj prekrvavljena. Zato je dihanje s prepono oziroma tako imenovano trebušno dihanje učinkovitejše kot prsno ali ključnično. Ko človek leži, so pljuča enakomernejše prekrvljena in izmenjava plinov je bolj homogena, med spanjem torej prihaja do učinkovitejše izmenjave dihalnih plinov. Kot že omenjeno, telesna aktivnost pospeši pretok krvi in s tem se poveča tudi difuzija.

Pritiski dihalnih plinov v odnosu z difuzijo, ventilacijo in perfuzijo

Pritisk kisika (v nadaljevanju pO₂), atmosferskega zraka znaša 159,8 mm Hg. Zaradi vlažnosti notranjega okolja organizma pO₂ pade že takoj ob vstopu v dihalne poti na 149,6 mm Hg, v alveolah pa znaša pO₂ 100 mm Hg. Kisik iz alveol prehaja v vensko kri v pljučnih kapilarah, (pO₂ venske krvi običajno, v času mirovanja, znaša 40 mm Hg) toliko časa, dokler ne pride do izravnave parcialnih pritiskov na obeh straneh membrane. Izmenjava se običajno zgodi v četrtini sekunde, kar predstavlja približno eno tretjino časa, ko kri oziroma eritrocit prehaja po pljučnih kapilarah, pO₂ krvi po prehodu alveol znaša 100 mm Hg (57, 59).

Vendar pa pritisk kisika v alveolah ni vedno v teh zapisanih vrednostih, saj se njegova koncentracija spreminja tudi glede na velikost ventilacije in pa glede na hitrost toka krvi. Ob vsakem izdihu v dihalni cevi vedno ostane določena količina zraka. Le-ta se ob vsakem naslednjem vdihu prva vrne v alveole, kjer se nato pomeša s svežim atmosferskim zrakom. Govorimo o anatomskem mrtvem prostoru, ki ga predstavlja ta volumen zraka in znaša približno 150 mililitrov. Ko se pri majhnih ventilacijskih volumnih vdihan zrak pomeša z zrakom, ki se že nahaja v dihalnih poteh, je pO₂ v alveolah lahko znatno nižji od navedenih vrednosti, kar pomeni tudi nižji pO₂ v arterijski krvi. Tok krvi v pljučih je veliko počasnejši, kot v sistemskem krvnem obtoku, s telesno aktivnostjo se pretok pospeši skozi oba sistema, a se le v izrednih primerih zgodi, da je hitrost pretoka skozi pljuča krajša od 0,25 sekunde. V tem primeru ne pride do popolne izmenjave plinov (59).

Pritisk ogljikovega dioksida (v nadaljevanju $p\text{CO}_2$) v arterijski krvi je determiniran z metabolično produkcijo CO_2 in hitrostjo njegovega odstranjevanja. Količina CO_2 , ki difundira iz krvi v alveolarni prostor, je odvisna od razlike v pritiskih tega plina v alveolah in v venski krvi. V mirovanju je pritisk CO_2 v alveolah običajno 40 mm Hg, v venski krvi pa 45 mm Hg, $p\text{CO}_2$ v venski krvi se spreminja glede na metabolično produkcijo CO_2 , (glede na celično aktivnost), $p\text{CO}_2$ v alveolah pa se spreminja glede na pritisk tega plina v venski krvi. Povečane ali zmanjšane vrednosti ogljikovega dioksida, ki jih zaznajo centralni in periferni kemoreceptorji, kateri nadzorujejo $p\text{CO}_2$ v arterijski krvi, povzročijo spremembe v ventilaciji. Dihalni center v možganih na podlagi informacij, ki jih sprejema iz kemoreceptorjev, regulira minutno ventilacijo v skladu s stopnjo metabolične produkcije CO_2 , s čimer se ohranja alveolarni $p\text{CO}_2$ pri 40 mm Hg. Koncentracijo CO_2 v alveolah določa tudi razmerje med tokom krvi v pljučnih kapilarah (perfuzija) ter minutni volumen ventilacije (59). Večji je količnik med ventilacijo in perfuzijo, bolj se $p\text{CO}_2$ približuje atmosferskemu, to je blizu nič (0,2 mm Hg) in nasprotno, manjši je količnik med ventilacijo in perfuzijo, bolj se $p\text{CO}_2$ v alveolarnem prostoru približuje $p\text{CO}_2$ venske krvi. Večja je torej minutna ventilacija glede na tok krvi, do večjega izhajanja CO_2 iz telesa prihaja. Kri, ki zapusti alveolarni prostor, ima pri zdravemu človeku enak $p\text{CO}_2$ kot je v alveolarnem prostoru. Volumen CO_2 , ki izide iz telesa (v mirovanju) z alveolarno ventilacijo v eni minuti (VCO_2/min), je enak volumnu CO_2 , ki ga proizvedejo celice v tej minuti.

4.2.4 Ventilacijski volumni in ventilacijske kapacitete

Volumen ventilacije je odvisen od več dejavnikov. Določajo ga prostornina pljuč oziroma prsnega koša, elastičnost pljučnega tkiva in/ali prsnega koša, odprtost dihalnih poti, moč dihalnih mišic. Volumen ventilacije dejansko določa interakcija med pljuči in pljučno steno ter močjo dihalnih mišic (59).

Zdrav odrasel človek v stanju mirovanja povprečno vdihne in izdihne (en respiratorni ali dihalni ali ventilacijski cikel) 12-krat na minuto. V vsakem ciklu se med pljuči in atmosfero izmenja 500 mililitrov zraka, ta volumen zraka je poimenovan **dihalni (respiracijski) volumen** (angl. – tidal volume; tide – valovanje). Dihalni volumen ni enak pri vseh ljudeh, razlikuje pa se tudi pri istem posamezniku ob različnih priložnostih. Od volumna zraka, ki vstopi v organizem, je približno 70% (350 ml) zraka predmet izmenjave plinov v funkcionalnem delu respiratornega aparata. Preostalih 30% (150 ml) ostaja v mrtvih dihalni poteh (**anatomski mrtvi prostor**). Ta volumen zraka je nato prvi izdihan. Ob izdihu prav tako ostane v dihalnih poteh približno 150 ml zraka, ki je že bil predmet izmenjave, tako da v funkcionalni predel respiratornega aparata pravzaprav vstopi 200 ml svežega atmosferskega zraka pri vsakem vdihu, kateri se pomeša z zrakom anatomskega mrtvega prostora. Pri zelo globokem vdihu je zdrav odrasel človek sposoben vdahniti še dodatnih 2000 do 3000 ml, kar predstavlja **inspiracijski rezervni volumen**. **Ekspiracijski rezervni volumen** pa predstavlja količina zraka, ki jo je posameznik sposoben izdihniti z aktivnim (forsiranim) izdihom in povprečno znaša 1200 do 1500 ml. Tudi po najglobljem izdihu v pljučih ostane precejšna količina zraka, kateri je poimenovan

rezidualni volumen (1200 ml), zrak ostaja v pljučih zaradi podtlaka, ki obstaja v prostoru med pljučnima mrenama. Ta količina zraka ohranja ravnovesje med lastnostjo pljuč, da se sesedejo in lastnostjo prsne stene, da se širi. Rezidualni volumen znaša okoli 20% totalne pljučne kapacitete in se s starostjo zaradi izgubljanja elastičnosti pljučnega tkiva večja tudi do 40% skupne pljučne kapacitete (56, 59, 106).

Pljučne kapacitete so seštevek posameznih ventilacijskih volumnov. **Totalna pljučna kapaciteta**, ki jo predstavlja seštevek vitalne kapacitete in rezidualnega volumna, je determinirana z uravnoveženostjo delovanja dihalnih mišic, ko večajo prsni koš, z elastičnostjo pljučnega tkiva (pljučna raztegljivost). Pri zdravem odraslem človeku znaša okoli 6000 ml. **Vitalna kapaciteta** je vsota inspiracijskega rezervnega volumna, dihalnega volumna in ekspiracijskega rezervnega volumna in znaša povprečno 4800 ml. Vitalna kapaciteta je skupna količina zraka od najglobljega vdihava do najglobljega izdihava in je močno odvisna od telesne aktivnosti, njene oblike in intenzivnosti. **Inspiracijska kapaciteta** je skupna inspiracijska sposobnost, predstavlja jo seštevek dihalnega volumna in inspiracijskega rezervnega volumna (3500 ml). **Funkcionalna rezidualna kapaciteta** pa je seštevek ekspiracijskega rezervnega volumna in rezidualnega volumna in znaša povprečno 2500 ml (56, 59, 106).

Velikost pljučne ventilacije izražena v litrih predihanega zraka v minuti je **minutni volumen ventilacije** (MVV) in je produkt med količino zraka, ki se premika v pljuča pri enem vdihu in frekvenco dihanja (56). Klasična zahodna medicinska znanost je vse naše energijske potenciale povezala s količino porabljenega kisika v organizmu (57). Največja količina kisika, ki smo jo sposobni porabiti v eni minuti, predstavlja naš energijski potencial.

4.2.5 Nadzor ventilacije

Ventilacija je pri sesalcih regulirana tako, da je dihanje optimizirano z vidika preživetja organizma in minimalne porabe energije (optimalno zagotavljanje metaboličnih potreb) ter pri človeku še tako, da lahko realizira funkcije, ki jih ukazuje cerebralni korteks. Usmerjanje (regulacija) ventilacije je odvisno od zunanjih pogojev in od funkcionalnega stanja posameznikovega telesa (49). Ventilacija je usmerjana prek avtonomnega živčnega sistema, kot tudi prek somatskega (hotenega) živčnega sistema. Dihanje je tako prek ventilacije edina fiziološka funkcija, ki jo je človek sposoben, do neke mere, zavestno usmerjati. Stopnja, do katere lahko zavestno manipuliramo z dihom, je omejena z neprostovoljno refleksno dejavnostjo (90).

Vzorec dihanja je determiniran s koordiniranim krčenjem respiratornih mišic. Koordiniran nadzor respiratornih mišic za produkcijo dihanja in govora je kompleksen proces, ki ga prek eferentnih povezav uravnava respiratorni kontrolni center ali dihalni center v podaljšani hrbtenjači. Dihalni center predstavlja skup možganskih celic, ki delujejo kot nihajoče okrožje, del celic sproža vdih, del izdih; delovanje ene

skupine izključi delovanje druge, zato se vzorec dihanja običajno pojavlja kot ritmičen vzorec (59). V dihalnem centru prihaja do integracije velikih količin informacij.

Informacije iz višjih delov centralnega živčnega sistema prihajajo iz cerebralnega korteksa, hipotalama, amigdale, limbičnega sistema, motoričnih centrov in drugih regij ter spreminjajo dihalni vzorec kot odgovor na vizualne, emocionalne, bolečinske, taktilne, temperaturne ali hotene motorične dražljaje. Retikularna formacija vpliva na vzorec dihanja med spanjem, dihalni ritmi se namreč spreminjajo skupaj s fazami spanja. Čustveno razburjenje lahko izzove nehoteno hiperventilacijo, močna bolečina ali nenaden vizualni dražljaj lahko izzove trenutno odsotnost ventilacije, vzorec dihanja pa spremeni tudi govor, hotena motorična dejavnost ali že sama sprememba telesne drže. Kako močan je vpliv višjih centrov na dihanje je vidno v dejstvu, da človek običajno spremeni vzorec dihanja že v trenutku, ko nanj postane pozoren.

Informacije do dihalnega centra prek aferentnih povezav prihajajo iz živčnih, kemičnih in mehano-receptorjev vsepovsod po telesu in sprožajo refleksne odzive dihalnega centra. Centralni kemoreceptorji v centralnem živčnem sistemu zaznavajo spremembe v koncentraciji ogljikovega dioksida in vodikovih ionov v možganski tekočini. Periferni kemoreceptorji v aortnem loku in vratnih arterijah (karotidna telesa) zaznavajo spremembe v koncentraciji kisika, ogljikovega dioksida in vodikovih ionov v arterijski krvi. Informacije se prek možganskih živcev prenašajo do dihalnega centra (59, 78).

4.2.6 Dihalni vzorci

Dihalni vzorec je način, kako človek diha. Prevladujoč dihalni vzorec je tisti način dihanja, ki pri posamezniku prevladuje v nekem daljšem časovnem obdobju. Prevladujoč dihalni vzorec je tekom dnevnih aktivnosti posameznika običajno večkrat prekinjen, dihanje se spreminja glede na psihofizične obremenitve. Prevladujoč dihalni vzorec se v življenju posameznika spreminja; otroci na primer dihajo veliko hitreje kot odrasli, pojav astmatičnega obolenja spremeni dihalni vzorec in podobno. Tudi telesna aktivnost spreminja prevladujoč dihalni vzorec.

Optimalni dihalni vzorec je tisti dihalni vzorec, pri katerem je napor, potreben za vdih (inspirij) kar najmanjši (49).

Prsno dihanje nastane kot posledica vključevanja v dihalne gibe pretežno prsnih mišic; prevladovanje prsnega dihanja v vsakdanjem življenju vodi v manjši dihalni volumen, pri čemer je za zadovoljevanje potreb organizma po kisiku potrebno povečati frekvenco dihanja. To vodi v utrujenost medrebrnih dihalnih mišic ter drugih pomožnih dihalnih (prsnih, vratnih, hrbtnih: sternocleidomastoid, scalene, trapezius) mišic. Prsni vzorec dihanja vsili biomehantični stres na področju vratu in ramen (95), kar vpliva na mišično-kostne spremembe zgornjih ekstremitet. Povečana frekvenca dihanja povzroči hkrati tudi povečano frekvenco krčenja srčne mišice.

Trebušno dihanje je dihanje s trebušno prepono, označuje ga značilen premik trebuha navzven ob vdihu.

Človek lahko zavestno usmerja svoj dihalni vzorec in sicer z nadzorovanjem (49):

- frekvence dihanja;
- dihalnega volumna;
- časa trajanja vdiha in izdiha;
- upora zračnih poti,
- mišičnega tona dihalnih mišic.

Tem elementom bi lahko dodali še nadzorovanje časa trajanja posamičnih apnej ali zadrževanja sape ob vdihu in/ali izdihu.

Eupnea je termin, ki opisuje normalno dihanje v stanju mirovanja. Nanaša se tako na plitvo ali globoko dihanje. Apnea je termin, s katerim se označi začasno prenehanje dihanja, katero lahko nastane po zaključenem vdihu ali izdihu. Dispnea je termin, ki označuje težavno, boleče dihanje. Tahipnea pa označuje hitro dihanje (106).

5 MEHANIKA DIHANJA

Kostno – hrustančno ogrodje, ki definira prsni koš oziroma prsno votlino, v kateri se nahajajo pljuča, sestavljajo: prsna vretenca oziroma prsni del hrbtenice, dvanajst parov reber, rebrni hrustanci ter prsnica (90).

Pri dihanju se oblika in prostornina prsnega koša spreminja. Pri vdihu se prsni koš razširi, pri izdihu se zoži. Gibanje omogočajo sklepi med vretenci, med vretenci in rebri, zveze med rebri in rebrnimi hrustanci, gibanje rebrnih hrustancev, sklepi med rebrnimi hrustanci in prsnico ter gibanje prsnice, k spremembi oblike prsnega koša pa pomembno prispeva tudi ukrivljenost reber po dolžini, po robu in po vzdolžni osi kot tudi različne dolžine posameznih parov reber. Pri vdihu se rebra odmikajo v stran in naprej, rebrna loka se razmakneta in prsnica se premakne navzgor in naprej. Pri izdihu prihaja do obratnega gibanja, rebra se zožijo, rebrna loka primakneta in prsnica se spusti nazaj proti hrbtenici. Pljuča pasivno sledijo gibanju prsnega koša (10). Pri mirnem dihanju je gibanje prsnega koša le neznatno, le nekaj milimetrov, medtem ko je pri globokem dihanju gibanje zlahka opaziti. Številni sklepi prsnega koša se neprestano premikajo in kakršnekoli nepravilnosti, ki zmanjšajo njihovo gibljivost, vplivajo na dihalni volumen (90).

Rebra dojenčkov še niso ukrivljena navzdol, kot je to značilno za odraslega človeka, zato dihajo večinoma s trebušno prepono (57).

5.1 Respiracijske mišice

Za gibanje prsnega koša je potrebno delo dihalnih ali respiratornih mišic glede na akcijo, ki jo opravljajo pa med njimi razločujemo vdikalne ali inspiracijske in izdikalne ali ekspiracijske mišice (10). Govorimo o glavnih in pomožnih dihalnih mišicah.

Glavne dihalne mišice so mišice globoke skupine prsnih mišic, katere s svojim krčenjem povzročajo gibanje (razširitev in ožetje) prsnega koša ali dihalne gibe. V največji meri so pri tem udeležene zunanje in notranje medrebrne mišice, katere zagotavljajo tako imenovano prsno dihanje (gibanje prsnega koša navzven in navzgor) ter trebušna prepona, katera omogoča tako imenovano trebušno (abdominalno) ali preponsko dihanje. Za zagotavljanje ustrezne ventilacije je potrebno koordinirano delovanje med tema dvema skupinama mišic, v literaturi pogosto označeno kot prsno – abdominalna koordinacija (4, 35).

Glavne inspiracijske mišice so tiste mišice katerih krčenje je v osnovi namenjeno razširitvi, oziroma večanju volumna prsnega koša in s tem posledično vdoru zraka v pljuča (10, 106). To so trebušna prepona in zunanje medrebrne mišice. Poleg te osnovne naloge ima njihovo krčenje še nekaj drugih funkcij.

Izdih je pri mirnem dihanju pasiven, je posledica sprostitve inspiracijskih mišic. Dva glavna faktorja povzročita stisnjenje pljuč: največjo silo predstavlja pritisk med popljučnicama (kateri narašča z zmanjševanjem prostornine pljuč) ter elastičnost pljučnega tkiva, katero se med vdihom raztegne, ob sprostitvi dihalnih mišic pa ima tendenco skočiti skupaj. Nekaj sile prispeva tudi pritisk v trebušni votlini, ki je nastal pri vdihu. Glavne mišice izdiha pri mirnem dihanju so prav tako trebušna prepona in zunanje medrebrne mišice (106), vendar pa je v fazi izdiha pomembno njihovo nadzorovano sproščanje. Sprostitev inspiracijskih mišic poteka postopoma, saj bi v nasprotnem primeru zrak iz pljuč izšel z izredno hitrostjo (71). Na začetku izdiha pravzaprav prihaja do porasti v aktivnosti inspiracijskih živčnih impulzov v centralnem živčnem sistemu, kar poveča tonus inspiracijskih mišic (59). Pri govorjenju, petju, igranju pihal in trobil ter pri telesnih obremenitvah, torej pri aktivnem izdihu, se v fazo izdiha vključijo še mišice, katerih krčenje povzroča zmanjševanje volumna prsnega koša, govorimo o ekspiracijskih mišicah. Glavne mišice aktivnega izdiha so notranje medrebrne mišice ter prečna mišica prsnega koša, izredno pomembno vlogo pa imajo tudi mišice trebušne stene.

Pomožne dihalne mišice so vse tiste, katerih primarna funkcija ni neposredno povezana z dihalno akcijo, ob večjih telesnih obremenitvah ali pri različnih bolezenskih stanjih pa pomagajo pri gibanju prsnega koša. Vse mišice, ki imajo izhodišča ali nasadišča na rebrih, pri svojem krčenju povečujejo prostornino prsnega koša in so zato funkcionalno pomožne dihalne mišice (10). To so skoraj vse mišice povrhnje skupine hrbtnih mišic (kapucasta, široka hrbtna, zadajšnja zgornja in spodnja nazobčana mišica); vzravnalka hrbtenice (trnova, najdaljša in črevničnorebrna mišica); dvigovalke reber; trebušne mišice; povrhnja skupina prsnih mišic (velika prsna, mala prsna, podključnična, sprednja nazobčana); nekatere vratne mišice (obračalka glave ter sprednja, srednja in zadajšnja dvigalka reber) (77).

5.1.1 Mišice prsnega koša

Skupina medrebrnih mišic leži med sosednjimi rebri v treh plasteh. Prostor, kjer potekajo mišice med rebri, se imenuje medrebrni prostor.

Zunanja plast medrebrnih mišic je poimenovana *zunanje medrebrne mišice* (m. intercostales externi). So inspiracijske mišice, njihovo krčenje povzroči dvig reber. Vlakna potekajo na zunanji strani prsnega koša in tečejo, s spodnjega roba zgornjega rebra, poševno navzdol, od zadaj naprej ter se pripenjajo na zgornji rob spodnjega rebra in rebrnega hrustanca (10). Vlakna potekajo proti medialni ravnini telesa, kjer se zaključijo z membransko strukturo. Na spodnjih rebrih se zunanje medrebrne mišice stapljajo z zunanjimi poševnimi trebušnimi mišicami. Smer krčenja je od spodaj navzgor, posledično se začno prva dvigovati spodnja rebra. Mehanizem reber in zunanjih medrebrnih mišic povzroči ob krčenju slednjih razširitev prsnega koša anteriorno – posteriorno ter lateralno (75, 106). Pomoč pri dvigovanju reber jim posteriorno nudi 12 parov mišic poimenovanih *dvigalke reber* (m. levatores costarum);

najgloblja skupina hrbtnih mišic, katere tečejo med prečnimi odrastki prsnih vretenc in rebri (med C7 in T11).

Notranje medrebrne mišice (m. intercostales interni) so vmesna plast medrebrnih mišic. Potek vlaken kaže na to, da notranje medrebrne mišice s svojim krčenjem vlečejo rebra navzdol, kar zmanjšuje prostornino prsnega koša in se zato obravnavajo kot ekspiracijske mišice. Izhajajo iz spodnjega roba zgornjega rebra in se pripenjajo na zgornji rob spodnjega rebra in rebrnega hrustanca. Potujejo poševno navzdol in nazaj, ležijo pod kotom 90° na zunanje medrebrne mišice. Tudi notranje medrebrne mišice se posteriorno končujejo z membransko strukturo. Njihova vlakna so debelejša spredaj kot zadaj, posledično so spredaj tudi močnejša (75).

Najgloblja plast, poimenovana *globoke medrebrne mišice*, večinoma potekajo med notranjimi površinami sosednjih reber. Slabše so razvite med zgornjimi rebri kot med spodnjimi. Vlakna tečejo podobno kot vlakna notranjih medrebrnih mišic, med obema plastema pa ležijo medrebrni živci in žile. Vloga notranjih plasti še ni popolnoma pojasnjena (75, 77, 81).

Ena od funkcij notranjih dveh plasti je ojačanje prsne votline (75, 81, 104). V primeru okvare teh mišic so med dihanjem med rebri vidne izbokline, prihaja do nekakšnega napihovanja vsebine prsnega koša skozi medrebrne prostore. Stabilizacija prsne stene pa hkrati omogoča učinkovitejše delo trebušne prepone.

Prečna mišica prsnega koša (m. transversus thoracis) izhaja iz notranje ploskve prsnice in se prirašča na notranjo površino več rebrnih hrustancev. Sodeluje pri izdihu (10).

5.1.2 Mišice trebušne stene

Mišice trebušne stene, ki sodelujejo pri dihanju (prema trebušna, zunanja poševna trebušna, notranja poševna trebušna in prečna trebušna mišica), so močne ploščate mišice, ki so razpete med prsnim košem in medenico. Izvajajo gibe trebuha (upogibanje naprej, bočno upogibanje in vzravnavo), njihov skupni tonus zagotavlja ustrezen položaj trebušnih organov. **Zunanje poševne trebušne mišice** (m. obliquus externus abdominis) s svojim krčenjem povzročijo gibanje spodnjih reber navzdol, s tem prisilijo trebušno prepono v gibanje navzgor (106), skupno krčenje trebušnih mišic pa vrši pritisk na trebušne organe, kateri potisnejo trebušno prepono navzgor, zato se smatrajo kot pomožne ekspiratorne mišice. Mišice trebušne stene so aktivne tudi med kašljanjem, bruhanjem, smejanjem (10, 77, 106). Izredno so pomembne tudi pri govoru, petju in igranju pihalnih inštrumentov.

5.1.3 Trebušna prepona

Trebušna prepona (m. diaphragma abdominale) (10, 17, 18, 19, 21, 75, 77, 81, 106) omogoča največjo spremembo volumna prsnega koša. S svojo aktivnostjo je odgovorna za približno 75% zraka, ki vdre v pljuča (106). Ta ploščata mišica, ki ima obliko kupole in jasno viden kitast in mišični del, leži horizontalno preko baze prsnega koša in tako tvori dno prsne in hkrati strop trebušne votline. Na njeni zgornji površini slonijo pljuča in srce. Na spodnjo površino so z vezivnim tkivom pripete ali pa se trebušne prepone le dotikajo, vse strukture, ki so v neposrednem stiku z njo. Požiralnik prehaja skozi požiralnikovo odprtino v trebušni preponi in se tik pod njo razširi v želodec. Želodec se tako s svojim zgornjim delom dotika prepone. Jetra se z zgornjo površino prepone dotikajo, z zadnjo stranjo pa se nanjo priraščajo z vezivom tako, da na njej visijo. Ledvici, v svojem maščobnem ovoju, sta na zgornjem robu z vezivom pritrjeni na prepono (10). Tudi nadledvični žlezi se dotikata trebušne prepone (77), prav tako vranica (10). Del vezivnih vlaken trebušne prepone se spušča navzdol in se prirašča na dvanajstnik (77).

Zgoraj je trebušna prepona centralno prekrita z osrčnikom (perikardij), ki je trdno pripet na kitasto središče. Lateralno, prek mišičnih vlaken je trebušna prepona pokrita s prsno mrežo, natančneje z obstensko mrežo (plevra parietalis), ki obdaja stene prsnega koša. Spodnja površina je v celoti prekrita s potrebušnico, s stenskim listom potrebušnice, kateri odeva notranje stene trebušne in medenične votline. Stenski list potrebušnice prehaja v drobovni list, le-ta pokriva prebavila v trebušni votlini (10). Posredno je torej trebušna prepona v stiku tudi z vsemi preostalimi prebavnimi organi.

Kitasto središče (centrum tendineum) je močna plahtasta kita ali aponevroza, katera nima kostnih pripenjališč in služi kot nasadišče (81, 106) za vsa mišična vlakna trebušne prepone. Nahaja se spredaj v prsnem košu, v mirovanju (konec izdih) običajno na višini 8. prsnega vretenca (106). Če pogledamo tkivo od zgoraj, ima obliko črke c in je oblikovano v tri dele, podobno deteljnemu listu. Lateralni listi se krivijo navzad in navzdol, sprednji list leži točno pod srcem. Centralni del je prekrit s perikardom ali osrčnikom, zveza med njima je še dodatno ojačana z ligamenti. Srce tako sloni na diafragmi in se skupaj s pripadajočim ožiljem giblje s trebušno prepono (75).

Iz kitastega središča se mišična vlakna žarkasto razhajajo v vse smeri. Zaradi svojih različnih izhodišč se **mišični del prepone** deli na tri dele:

- **Prsnični odsek** predstavljata dva manjša mišična trakova, ki izhajata iz notranje ploskve prsnice, natančneje iz njenega mečastega odrastka ali žličke (processus xiphoideus), vlakna se spuščajo do kitastega središča. Je najmanjši odsek mišičnega dela trebušne prepone.
- **Rebrni odsek** je največji in ga predstavljajo široki mišični trakovi, kateri izhajajo iz notranje ploskve spodnjih šestih reber in rebrnih hrustancev, vlakna se

prepletajo z vlakni prečne trebušne mišice. Na kitasto središče se pripenjajo spredaj in lateralno ter tvorijo kupolo; pravzaprav govorimo o levi in desni hemidiafragmi ali kupoli. Desna kupola je nekoliko višja, običajno za 1 centimeter (77) kot leva in tako daje prostor jetrom, katera se tesno prilegajo trebušni preponi. Neposredno pod levo kupolo se nahaja želodec, nad kupolo pa srce, na višini T10 ali T11. Kupoli se krčita simultano, oživčenje prek levega in desnega preponskega živca pa mišici omogoča, da v primeru poškodbe ali paralize ene strani, druga stran prepone deluje nemoteno (77).

- **Ledveni odsek** je sestavljen iz več mišično-kitastih krakov (crura). Srednji del (crus mediale) predstavljata dva mišična snopa, katera izhajata iz zgornjih dveh oziroma treh ledvenih vretenc in medvretenčnih ploščic in tečeta navzgor do pripenjaljšča na centralnem delu trebušne prepone. Vlakna desnega snopa tečejo od svojih narastišč (L1-L3) navzgor, obkrožijo požiralnikovo odprtino in se priraščajo na kitasto središče. V bližini odprtine za požiralnik iz desnega snopa izhaja viseč ligament dvanajstnika (duodenum), ki se na dvanajstnik pripenja na njegovem skrajnem zgornjem delu (77, 81). Desni snop je daljši in debelejši kot levi, kateri izhaja iz L1 in L2 in pripadajočih medvretenčnih ploščic in teče navzgor proti kitastem središču. Snopa se neposredno za telesom 12. prsnega vretenca križata in oblikujeta odprtino za aorto. Mišična trakova sta v tej točki ojačana z močnim vezivnim tkivom (median arcuate ligament). Drug del ledvenega odseka predstavljata dva tetivna loka (medial in lateral arcuate ligament), ki izhajata; medialni lok iz mišične ovojnice ledvene mišice in teče do prečnih odrastkov prvega ledvenega vretenca ter lateralni lok, ki izvira iz notranje ovojnice kvadratne ledvene mišice in se pripenja na 12. rebro. Na področju svojega izhodišča se prepletata z longitudinalnim ligamentom hrbtenice. Ledvena mišica (m. psoas major) je del črevničnoledvene mišice (m. iliopsoas) in upogiba stegno ali hrbtenico, skupaj s črevnično mišico (m. iliacus) sta najmočnejši upogibalki stegna v kolku, je pa tudi pomembna posturalna mišica, ki ohranja vzravnano držo v kolčnem sklepu. Kvadratna ledvena mišica (m. quadratus lumborum) je globoka trebušna mišica, ki tvori trebušno steno posteriorno v trebušni votlini, izteguje in lateralno upogiba hrbtenico in fiksira 12. rebro med dihanjem (77, 81).

Med rebrnim in prsničnim odsekom je na vsaki strani majhna razpoka, tako imenovan prsnorebrni trikotnik (sternocostal triangle), kjer prehajajo nekatere strukture, na tem mestu je pogosta kila trebušne prepone. Pogosto je del rebrnega odseka (izvirajoč iz reber 11 in 12) ločen od ledvenega odseka, (vertebrocostal trigone), površina med njima je zaraščena z vezivnim tkivom, kateri ločuje plevro od nadledvične žleze in zgornjega dela ledvice (77).

Odprtine trebušne prepone

Trebušna prepona ima več odprtin, katere so namenjene prehodu različnih struktur (krvne in limfne žile, živci) iz prsne v trebušno votlino in obratno. Največje so odprtine za spodnjo veliko veno (vena cava caudalis), požiralnik in aorto.

Odprtina spodnje velike vene se nahaja v tendinastem središču, na stičišču desnega in sprednjega lista, na višini osmega prsnega vretenca, 2 do 3 centimetre desno od medialne ravnine. Vena je sprijeta s kitastim tkivom trebušne prepone in se skrčenjem diafragme ob vdihu razširi hkrati z odprtino. Skozi odprtino prehaja tudi desni preponski živec in limfne žile.

Požiralnikova odprtina je ovalne oblike, običajno v višini desetega prsnega vretenca, 2 do 3 centimetre levo od medialne ravnine. Leži v mišičnem delu trebušne prepone, mesnata vlakna desnega snopa ledvenega odseka tvorijo požiralnikov sfinkter. Požiralnik potuje skozi odprtino poševno, med vdihom pa vlakna stisnejo požiralnik, kar pomaga preprečevati spahovanje. Tik pod prepono požiralnik preide v želodec, precej pogost zdravstveni zaplet predstavlja požiralnikova kila, to je prehod želodca skozi požiralnikovo odprtino, zaradi pretrganja le-te. Skozi požiralnikovo odprtino prehaja tudi X. možganski živec, klatež (n.vagus); edini možganski živec, ki iz glave prehaja v prsno in trebušno votlino, njegove parasimpatične niti pa oživčujejo vse organe v prsni votlini ter zgornje organe v trebušni votlini.

Odprtina za aorto, katero tvorita mišična trakova ledvenega odseka trebušne prepone, je ojačana z ligamenti (medial arcuate ligament), gibanje trebušne prepone pa ne vpliva na aorto. Skozi to odprtino med drugim prehaja tudi prsni mezigovod (ductus thoracicus).

Oživčenje trebušne prepone

Motorična in skoraj vsa senzorična inervacija trebušne prepone prihaja prek parnega preponskega živca (n.phrenicus). Parni preponski živec izhaja iz tretjega do petega vratnega vretenca (vratni pletež), se spusti skozi medpljučje in oživčuje trebušno prepono posebej na levi in desni strani (levi in desni preponski živec). Kupoli se krčita simultano, oživčenje prek levega in desnega preponskega živca pa mišici omogoča, da v primeru poškodbe ali paralize ene strani, druga stran prepone deluje nemoteno (77). Potek živcev omogoča preživetje (dihanje) v primeru poškodbe hrbtenjače. Del senzorične inervacije prihaja prek X. možganskega živca (37). Krčenje trebušne prepone je le delno pod zavestno kontrolo. Informacije prek preponskega živca prihajajo iz dihalnega centra, kjer se ustvari osnovni ritem dihanja, moduliran na podlagi informacij različnih receptorjev (glej nadzor ventilacije). Tako dihanje poteka avtonomno, brez zavestnega nadzora posameznika, višji centri v centralnem živčnem sistemu, ki predstavljajo človekov zavestni jaz, pa lahko vsaj za nekaj časa preglasijo te osnovne impulze (78). Periferni deli trebušne prepone so senzorično oživčeni z zgornjimi šestimi ali sedmimi medrebrnimi živci.

Nenadzorovano krčenje trebušne prepone se kaže kot kolcanje. Kakršnokoli draženje živčnih vlaken, ki senzorično oživčujejo trebušno prepono, povzroči nehoteno krčenje njenih mišičnih vlaken (spazem) in s tem vdiranje zraka v pljuča. V manj kot desetinki sekunde to dogajanje sproži refleks sapničnih mišic, (njihovo krčenje in s tem zapiranje sapnika), kar se izrazi v značilnem zvoku. Vzrokov kolcanja oziroma nenadzorovanih krčenj trebušne prepone je veliko: motnje v

centralnem ali perifernem živčnem sistemu, draženje ali poškodba preponskega ali X. možganskega živca, vzrok je lahko psihološki stres, iritacija ušesnega bobniča, splošna anestezijska, diabetes... Tudi pretiran razteg vratnih mišic povzroči kolcanje. Vsekakor pa je najpogostejši vzrok kolcanja pitje pijač z ogljikovim dioksidom, prehitro zaužitje hrane, hitre temperaturne spremembe in močno psihično vznemirjenje. Kolcanje traja najpogosteje od nekaj minut do nekaj ur. Če traja dlje, se nenadzorovano krčenje trebušne prepone lahko ustavi z zdravniško pomočjo (37).

Akcije trebušne prepone

Iz mirujoče pozicije se trebušna prepona krči postopoma, krčenje dela mišičnih vlaken, ki se priraščajo na rebra splošči kupoli, kar povleče kitasto središče iz ravnine osmega na ravnino devetega (81) prsnega vretenca. Nadaljnji spust kitastega središča je preprečen (varovalni sistem) s pritiskom, ki ga ustvarjajo trebušni organi, njihov premik navzdol in navzven pa preprečuje tonus trebušnih mišic. Nekaj pritiska, ki onemogoča premik kitastega središča navzdol, (čeprav veliko manj) ustvarja tudi napetost osrčnika. Kitasto središče je v tej točki fiksirano. Nadaljnje krčenje mišičnih vlaken trebušne prepone povzroči premikanje reber in prsnice. Spodnja rebra se premaknejo navzgor in naprej, s čimer se poveča lateralni premer prsnega koša, medtem, ko se gornja rebra dvignejo in potisnejo telo prsnice naprej. Tako se poveča anterioposteralni premer prsnega koša. Spodnja dva para reber (plavajoča rebra) se le malo gibljeta, nudita pa oporo trebušni preponi pri njenem krčenju. Ob mirnem dihanju se prepona premakne vertikalno za približno en centimeter (77, 81, 106), kar pomeni vdor približno pol litra zraka, kar je tudi običajni dihalni volumen odraslega človeka. Pritisk v prsni votlini pade za 1-3 mm Hg (106). Pri veliki telesni obremenitvi pa se lahko pomakne navzdol tudi do 10 centimetrov, kar povzroči vdor 2-3 litrov zraka. Pritisk v prsni votlini pade tudi za 100 mm Hg (106). Zrak steče v bazo pljuč, katera je v pokončnem telesnem položaju izdatneje prekrvavljena, kri se izdatneje oksigenira. Število vdihov se zato zmanjša, zmanjša pa se tudi frekvenca srčnih utripov. Srčna mišica lahko namreč za enako količino potrebnega kisika prečrpa manjšo količino krvi, če je kri dobro oksigenirana (69). Hkrati z zmanjšanjem pritiska v prsni votlini, pride do povečanja pritiska znotraj trebušne votline. Po zaključenem krčenju mišičnih vlaken trebušne prepone, ob koncu vdiha, se trebušna prepona nadzorovano sprosti, hitrost sproščanja določa elastičnost pljuč. Pri aktivnem izdihu je pritisk v trebušni votlini pomembna sila, ki sodeluje pri izdihu, saj potisne trebušno prepono navzgor. Ob krčenju trebušnih mišic, ki nastane ob izvajanju »eksplozivnih« dejanj, kot so kihanje, kašljanje, izločanje blata in uriniranje, bruhanje, porod, pa tudi smeh in jok, predstavlja napetost mišičnih vlaken trebušne prepone pomemben dejavnik pri povečevanju pritiska znotraj trebušne votline, ki je nujen za izvedbo teh funkcij (17, 18, 81, 99). Ustrezen pritisk znotraj trebušne votline, ki ga soustvarja trebušna prepona, pa je pomemben tudi kot opora v ledvičnem predelu hrbtenice pri dvigovanju bremen, saj deluje kot nekakšna pnevmatična blazina (81).

Sprememba pritiska med trebušno in prsno votlino, ki jo ustvarja trebušna prepona, je pomembna tudi z vidika drugih organov in organskih sistemov:

Limfni sistem (20, 61, 62, 63, 64) ali mezgovje sestavlja limfna tekočina, limfno ožilje, bezgavke, limfno tkivo (priželjc, vranica, nebniči, kostni mozeg). Limfni sistem

ima več povezanih funkcij. Odstranjuje odvečne tekočine in odpadne produkte iz telesa, sodeluje pri absorpciji nutrientov iz tankega črevesja (večji del maščob se absorbira prek limfnih kapilar), v krvni obtok vrača različne molekule, ki so izšle iz kapilar v tkiva, a so prevelike, da bi se v krvni obtok vrnile prek kapilar (npr. beljakovinske molekule) in nenazadnje limfni sistem nastopa kot del imunskega sistema, ki skrbi za obrambo telesa pred okužbami. Limfni sistem žil se začne kot kapilare v tkivu, povsod razen v možganih in kosteh. Limfne kapilare se združujejo v večje limfne žile ali mezgovnice, le-te v debla, debla pa se združijo v dva glavna kanala, levi in desni prsni mezgovod, katera se vsak na svoji strani izlivata v podključnično in jugularno veno. Gibanje limfe je veliko počasnejše kot gibanje krvi. Zastajanje limfe je, glede na našete funkcije, ki jih ima v organizmu, resen zdravstveni zaplet. Tok limfe v eno smer – proti centralnim venam omogočajo zaklopke v limfnem ožilju, gibanje limfe pa je v največji meri posledica krčenja skeletnih mišic (med telesno vadbo lahko tok limfe naraste tudi 10 do 15-krat) in dihalnih gibov, večje limfne žile imajo tudi mišično tkivo, ki povzroča njihovo krčenje, limfo potiskajo naprej tudi arterijski pulzi, sprememba telesnega položaja in masaža mehkega tkiva.

Rentgenske slike kažejo (63), da je tok limfe v centralne vene najmočnejši ob vrhuncu vdihava. Ko se s spustom trebušne prepone ob vdihu zmanjša pritisk v prsni votlini in hkrati zviša pritisk v trebušni votlini, se ta sprememba pritiska prenese tudi na levi prsni mezgovod, ki prehaja preko trebušne prepone. V trebušnem delu levega prsnega mezgovoda pritisk naraste, v prsnem predelu pa pade. Limfa je dobesedno iztisnjena v venski sistem med vdihom. Celotni volumen limfe, ki vstopi v venski sistem v določenem časovnem obdobju, je odvisen od globine vdihava in hitrosti dihanja.

Spremembe pritiska v prsni in trebušni votlini na enak način vplivajo tudi na **vračanje krvi v srce** (venozna drenaža) (77, 81).

S premikanjem trebušne prepone navzgor in navzdol prihaja do stimulacije (masaže) želodca in jeter (18, 19). Glede na ta vir bi se dalo sklepati, da gibanje trebušne prepone podobno vpliva na vse organe, ki se jo dotikajo s svojimi ploskvami (poleg zgoraj naštetih še nadledvični žlezi, vranica), morda pa tudi na organe, ki se nanjo priraščajo. Povezava z dvanajstnikom daje slutiti, da njeno gibanje vpliva na aktivnost tankega črevesja (77). Ker leži srce neposredno na kitastem središču trebušne prepone, njeno gibanje vpliva tudi na delovanje srca (84, 90, 99).

Trebušno (preponsko) dihanje pa vpliva, preko še ne popolno pojasnenih mehanizmov, tudi na aktivnost X. možganskega živca (n. vagus) ali klateža. Preponsko dihanje povzroči povečanje števila impulzov, ki prehajajo prek njegovih vlaken do svojih ciljnih struktur. To pomeni povečano parasimpatično aktivnost avtonomnega živčnega sistema. O tej temi več v sedmem poglavju.

Poškodbe trebušne prepone

Kakršnakoli motnja v njenem gibanju lahko prepreči zadosten vnos zraka v pljuča. Pravilno delovanje trebušne prepone je lahko spremenjeno zaradi napak v razvoju, kile, poškodbe, fizičnega premika, infekcije. Težave pri dihanju so značilne pri mišičnih boleznih (19).

Poškodbe trebušne prepone so posledica poškodb trebuha in/ali prsnega koša, lahko pa se pojavijo tudi brez zunanjih dejavnikov, spontano, kot je na primer preveliko naprezanje trebušnih mišic. Pozna odkritja spontanega pretrganja trebušne prepone so skoraj pravilo, saj se pretrganje kaže z nespecifičnimi znaki in simptomi. Pretrganje spremlja zdrs trebušnih organov v prsno votlino, kot hud zaplet se lahko pojavita zadrževanje in predrtje vkleščanih organov. Po poškodbi ali po izrazitem naporu, po katerem se pojavijo bolečine v prsno – trebušnem področju, je potrebno pomisliti na možnost pretrganja trebušne prepone (38).

Pri teku se pogosto pojavi bolečina pod rebri ali v pasu. Nastane zaradi tresljajev; organi v trebušni votlini udarjajo navzdol, bolečina pa najverjetneje izvira iz vezi, s katerimi se organi priraščajo na prepono. Bolečina je zelo pogosta na desni strani, kjer se nahajajo jetra in katera predstavljajo največjo težo. Včasih prihaja tudi do bolečin v ramenu. Pomaga že sprememba vzorca dihanja, po mojih lastnih izkušnjah pa tudi napetost trebušne stene. Če bolečina ne preneha, se svetuje uleči se na tla in dvigniti noge in boke. Tako se sprosti napetost v vezeh, s katerimi se organi priraščajo na trebušno prepono (66).

Telesna drža in trebušna prepona

Pokončna telesna drža je značilnost človeške vrste. Pri ohranjanju normalne pokončne drže sodelujejo aktivne (skeletne mišice) in pasivne (skeletno ogrodje) sile organizma nasproti sili teže. Uravnoteženo delovanje vseh sil omogoča vzpostavljanje in ohranjanje pravilne pokončne drže (50).

Čeprav poznamo karakteristično telesno držo, ki jo razvije vsak posameznik v skladu s svojimi dednimi lastnostmi in kot odziv na dejavnike okolja, mora biti telesna drža, če naj bo optimalno funkcionalna, tudi ustrezne kakovosti. Kakovost drže se določi z oceno naravne neprisiljene drže telesa v stoječem položaju, s pomočjo kliničnega pregleda (opazovanje) in meritev (109). Pravilno, normalno telesno držo označujejo (med drugim): pokončni položaj glave, s pogledom, usmerjenim vodoravno; blago izbočen prsni koš glede na trebuh; nagib medenice do horizontale 60°; ter prisotnost fizioloških krivin hrbtenice v sagitalni ravnini (vratna ter ledvena lordoza ter prsna kifoza) (109).

Telesna drža je slaba, kadar so prisotna kakršnakoli odstopanja od norm, ki veljajo za pravilno telesno držo (109). Nepravilna telesna drža je posledica porušenega ravnovesja v delovanju sil, ki ohranjajo pokončno telesno držo. Najpogosteje je vzrok za slabo telesno držo zmanjšana sposobnost skeletnih mišic za optimalno krčenje oziroma zmanjšana mišična moč (50). Zmanjšana mišična moč je posledica

spremenjene dolžine mišice v stanju mirovanja, (nenormalno skrajšane ali raztegnjene mišice zaradi enostranskih telesnih obremenitev), pomanjkanja telesne aktivnosti ali tudi različnih bolezenskih stanj ali poškodb. Spremembe v mišičnih silah (sprememba telesne drže v funkcionalnem smislu) vplivajo obremenjujoče na skeletno ogrodje (kosti, sklepi in sklepne vezi), sčasoma prihaja do strukturnih sprememb (50, 109). Če prihaja do neravnovesja v delovanju glavnih posturalnih mišic, se v ohranjanje telesne drže vključujejo mišice, ki delujejo korektivno. To pa ustvarja še dodatne nenormalne pritiske na kosti, sklepe in sklepne vezi.

Do motenj v telesni drži lahko prihaja v kateremkoli življenjskem obdobju, obdobje rasti in razvoja pa je še posebej občutljivo. Osnovnošolci presedijo veliko časa, pogosto v držah, ki spreminjajo naravne krivine hrbtenice v frontalni in sagitalni ravnini. Utrujenost in pomanjkanje telesne aktivnosti še dodatno negativno vplivajo na moč posturalnega mišičevja. Osnovni dejavnik, ki vpliva na spremembo krivin hrbtenice, je sprememba nagiba medenice; vsak odklon od naravne (pravilne) lege, spremeni držo celotne hrbtenice. Če tak odklon postane stalen, le-to vpliva na lego in delovanje notranjih organov; nastanejo motnje v delovanju dihal, prebavnih organov ter krvnih obtočil. Te motnje spremljata nervoza in čustvena neubranost, kar lahko povzroči motnje osebnosti in vedenja (109). Plitvo prsno dihanje, katero je v močni povezavi z zgoraj omenjenimi psihičnimi motnjami (opisano v poglavju 6), pa vodi v skrajšanje vlaken dihalnih mišic, ki se tako najbolj optimalno prilagodijo amplitudi dihanja (40). Ob doživljanju kakršnegakoli stresa (dominantno delovanje simpatičnega živčnega sistema), se mišičevje odziva s povečano stopnjo napetosti, kar se odraža tudi na trebušni preponi. Zakrčenost njenih mišičnih vlaken pa še dodatno poveča dislokacije skeletnega sistema (99).

Spremembe fizioloških krivin v patološke oblike obeh lordoz in kifoze so najpogostejše motnje telesne drže (katere sprožijo vrsto drugih motenj v telesni drži), za vse pa je značilno popuščanje mišic trebušne stene in sprememba v položaju prsnega koša (109). Zaradi izhodišč trebušne prepone iz prsnice, reber in vretenc ter zaradi njenih povezav s trebušnimi, hrbtnimi in kolčnimi mišicami, je trebušna prepona izredno občutljiva na stalna (ali ustaljena) neravnovesja v položaju teh struktur. Ker je trebušna prepona skeletna mišica, je občutljiva na prevladujoče sile, ki delujejo nanjo: dolžina mišičnih vlaken se spreminja v skladu s temi silami, vlakna se nenaravno raztegnejo ali skrčijo. To pa spreminja naravni položaj trebušne prepone, njeno sposobnost optimalnega krčenja in s tem motnje v dihalnih gibih (zmanjšani ventilacijski volumni).

Preobilica telesnega maščobnega tkiva spreminja telesno držo (50), prav tako pa večje količine maščobnega tkiva v trebušni votlini vplivajo na zmožnost krčenja trebušne prepone (99). Pretirane količine maščobnega tkiva omejujejo spust trebušne prepone, hkrati pa prevelika količina maščobnega tkiva povzroči tudi spremembo oblike te mišice.

Umeščeno trebušne prepone v organizem in narava njenega delovanja zahtevata ustrezno telesno držo, da se lahko mišica zadovoljivo premika in s tem omogoča zadostno ventilacijo. Z zavestnim urjenjem se vzorec dihanja avtomatizira, hkrati pa

se poveča posameznikova sposobnost zavestnega zaznavanja in vplivanja na dihanje (40). Če pa naj človek diha s prepono, se mora, tudi med sedenjem, postaviti v pokončen položaj in izravnati hrbtenico.

6 VZORCI DIHANJA IN ČUSTVENA STANJA

6.1 Definicija čustev

»..Vsi (večji) problemi, s katerimi se sooča človeštvo, vključujejo razum in čustva..., toda čustva ostajajo večja skrivnost. ... človeštvo lahko napreduje brez upoštevanja čustev tako hitro, kot nekdo, ki teče z eno nogo.«

James A. Russell (92)

Beseda emocija (čustvo) izvira iz latinskega korena *movere*, ki pomeni premakniti, ganiti (94), ali: osnovno gibalno, gibalna sila ali vzrok gibanja (101).

Čustvo je v slovarju *American Heritage Dictionary* definirano kot intenzivno duševno stanje, ki se vzbudi subjektivno in ne z zavestnim delovanjem ter ga pogosto spremljajo fiziološke spremembe (94). Čustvo je kompleksno stanje vznurjenja, ki nastane kot reakcija na zaznano situacijo.

Evropsko – ameriška (zahodna) tradicija označuje čustvo kot nasprotje razuma, čustvo se loči od kognicije ali hotenih stanj zavesti. Razlikovanje se je v filozofskih krogih še utrdilo z izjavo Descartesa: »Mislim, torej sem«. Čustvo se tako povezuje s telesom in razum z mislijo (92). Zahodna tradicija je človeka razdelila na princip razuma in princip čustev, na zgornji (glava) in spodnji (trebuh) del telesa, meja med njima je trebušna prepona (57).

Sodobni psihologi se strinjajo, da čustva vplivajo na to, kako človek zaznava, kako se uči, kaj si zapomni, čustva igrajo pomembno vlogo v razvoju osebnosti (27, 28, 92). »Besedi emocija in motivacija sta tesno povezani. Čustva usmerjajo našo pozornost, sprožajo naša dejanja. Od čustev je odvisna sposobnost vzpostavljanja in ohranjanja koncentracije ter vztrajnost. Čustva določajo naš položaj glede na naše okolje, nas vlečejo k določenim ljudem, predmetom, dejanjem in idejam, od drugih pa nas odvrčajo« (Schilling, 2000, str 3). Razum kot tak ne more delovati brez čustev, že z vidika motivacije ne. Čustva pa, bolj ali manj učinkovito, usmerja naša racionalna plat (93).

6.2 »Materialne osnove« čustev

Neločljiva povezanost zavedne, racionalne misli in čustvenega doživljanja izvira iz same anatomije možganov. Neokorteks, zgornja plast možganov, katerega aktivnost je povezana z našim zavestnim razmišljanjem, se je filogenetsko razvil najkasneje. Najstarejši del možganov je možgansko deblo z retikularno formacijo (27, 57), ki uravnava osnovne življenjske funkcije (dihanje, presnova, koordinacija motoričnih,

senzoričnih in vegetativnih impulzov) (57). Najstarejša zasnova čustvenega življenja je v čutu za vonj (27), v vohalnem režnju, ki je v preteklosti veljal kot najpomembnejši čut, kateri je omogočal preživetje. Na tem delu možganov se je kasneje razvil limbični sistem (limbus latinsko pomeni obroba), ki obkroža možgansko deblo. »Limbični sistem deluje kot generator energije, je center za motivacijo in emocije, od tu se signali prenašajo na druge dele možganov« (Lasan, 1997, str 160). Neokorteks se je razvil iz teh primarnih struktur.

Sedež »čustvenega uma« je amigdala, struktura v limbičnem sistemu, skozi katero gredo vse informacije, ki jih človek zazna. Amigdala jim določi čustveno vrednost, preden informacije nadaljujejo pot v obdelavo v možgansko skorjo (93). Raziskave so pokazale, da ima amigdala glavno vlogo pri nastajanju čustev, opravlja selekcijo, katere zaznave so pomembne in katere ne, deluje kot center čustvenega spomina (27). V amigdalo se stekajo informacije iz talamusa (ključno možgansko jedro zavestne sensorike) iz centrov za sluh, vid, voh, okus, informacije iz notranjih organov. »Zaradi vseh nenehno pritekajočih sporočil je amigdala prevzela vlogo stalne straže, ki temeljito razčleni vsako čutno izkušnjo« (Goleman, 1999, str. 349). Čutni signali najprej potujejo v talamus, od tu pa sprva v amigdalo in šele nato pošlje talamus isto informacijo v neokorteks. Amigdala tako neposredno sprejema čutne zaznave, na katere se lahko odzove še preden neokorteks zaznave preuči. To pa lahko sproži nenadzorovan čustven odziv. Iz amigdale prehajajo informacije do motorične skorje, kjer vplivajo na gibanje; v avtonomni živčni sistem, kateri ureja odnose med notranjimi organi in tako vpliva na delovanje celotnega organizma. Amigdala je »odgovorna« predvsem za občutke strahu (27). Ko neokorteks dobi informacijo, da je nek dogodek ali zaznava ogrožajoča, nevarna in/ali nepredvidljiva, se sproži kompleksen fiziološki odziv, znan kot »boj ali beg«. Odziv **»boj ali beg«** hitro pripravi organizem na soočanje z ogrožajočim dejavnikom (boj ali beg). Hipotalam sproži sproščanje adrenalina in noradrenalina, neurotransmitterja, ki nadalje vodita funkcije posameznih delov organizma, prav tako hipotalam sproži smer aktivnosti endokrinih žlez prek hipofize. Poveča se prekrvljenost velikih mišic in mišičnih skupin (predvsem spodnjih ekstremitet); naraste krvni pritisk, frekvenca srčnih utripov in frekvenca dihanja; poveča se celični metabolizem, v ta namen naraste koncentracija sladkorja v krvi. Poveča se potenje, predvsem dlani in stopal, poveča se stopnja pozornosti, očne zenice se razširijo. Telesne funkcije, katere niso nujne za boj ali beg se zmanjšajo (prebava, rast, razmnoževanje, imunski sistem). Zmanjša se prekrvljenost kože. Hkrati z značilnimi telesnimi spremembami lahko nastanejo tudi specifični psihološki ali čustveni občutki, tako imenovana anksioznost (tesnoba). **Anksioznost** označujejo neprijetni občutki glede prihodnosti ali preteklosti, občutki tesnobe in nelagodja, je strah pred nedefiniranim dogodkom ali objektom, medtem ko je **strah** čustvo, ki je usmerjeno v točno določen dogodek ali predmet. Strah v razvoju in preživetju vrste in/ali posameznika predstavlja izredno pomembno mesto. Danes prihaja do velikega porasta patoloških oblik strahu: anksioznost, fobije, panika (27, 69). Poleg amigdale so pri doživljanju čustev aktivni še drugi deli možganov.

6.3 Osnovna čustva

Medkulturne raziskave kažejo, da obstajajo osnovna čustva, ki so prisotna v vsaki kulturi. Rezultati raziskav sicer ne dajejo povsem enakih zaključkov glede števila in vrste čustev, ki so skupna za človeško vrsto, vendar pa so ugotovili, da so obrazne ekspresije za izražanje posameznih (skupin) čustev presenetljivo enake. Tudi večina razvojnih psihologov se strinja s tem, da dojenčki izražajo vsa temeljna čustva,.. na katera lahko neposredno sklepamo na podlagi izrazov na obrazu. Osnovna čustva oziroma osnovne družine čustev so danes prepoznane kot: jeza, strah, žalost, veselje, gnus in zanimanje. V drugih primerih pa se pojavljajo še presenečenje, sprejetost. Paul Ekman, ameriški psiholog, govori o štirih osnovnih čustvih: strah, jeza, žalost in veselje. Prepričanje temelji na dejstvu, da so ta čustva prepoznavali člani plemena z Nove Gvineje, ki do tedaj še niso bili v stiku z drugimi civilizacijami (27).

V strokovni literaturi je moč odkriti nestrinjanje s takim konceptom čustvenih stanj, saj posameznega čustva oziroma čustvenega stanja ne moremo enoznačno opredeliti. Doživljanje občutka strahu, na primer ni vsakokrat enako in ne sproži enakih psihofizičnih odgovorov. Ta, tako imenovana »anti-emotion theorists« (proti čustveni teoretiki) struja raziskovalcev človekove psihe (92), skuša na novo ovrednotiti čustvena stanja kot stanja aktivnega ali pasivnega soočanja z dražljaji, pri čemer ima človekovo doživljanje lahko pozitiven, negativen ali nevtralen predznak. Ali drugače, čustvo moramo preprosto razumeti kot dobro ali slabo počutje, energično ali izčrpano (5, 92). Razprave znanstvenikov o razvrstitvi čustev se nadaljujejo (27).

6.4 Pokazatelji čustvenih stanj

Čustva oziroma čustvena stanja se že zaradi svoje anatomske povezave z avtonomnim živčnim sistemom odražajo na delovanju struktur, ki so pod nadzorom avtonomnega živčnega sistema. Te spremembe se najočitneje kažejo v delovanju srca, v delovanju žilnega sistema (spremembe v krvnem tlaku, v prekrvljenosti posameznih delov telesa), težje se zaznava spremembe v delovanju žlez in drugih notranjih organov. Ali obstajajo točno določeni vzorci delovanja avtonomnega živčnega sistema, ko se odziva na posamezno čustvo (čustveno skupino), pa je tudi eno od še nerešenih vprašanj psihološke znanosti (85, 96).

Da je čustvovanje povezano s (predvsem nehotenim) telesnim izrazom, nam kažejo že tradicionalni metaforični opisi čustvenih stanj, kot so: strto srce za žalost, metuljčki v trebuhu za vznemirjenost, tesnoba v prsih in otrplost telesa za strah, lahkotnost gibanja za veselje, ponorelo srce. Metaforični opisi in izražanje čustev prek kretenj rok in drže telesa so značilni za posamezno kulturo. Čustva drugega človeka se opazovalcu kažejo prek telesne drže, obrazne mimike, splošne mišične napetosti, barve glasu, prek kretenj rok. Čustvena stanja posameznika so prepoznavna preko izraza na obrazu, preko telesne drže ter tudi po tem, kako posameznik diha (27, 85,

90). Te tri dimenzije so tako imenovani **periferni pokazatelji čustev** (85). Najbolj značilen kazalec čustev je obraz in ljudje tudi z lahkoto prepoznavamo osnovna čustvena razpoloženja preko obrazne mimike. Za izražanje čustev človek uporablja 42 obraznih mišic. Čustva se na obrazu odražajo izredno hitro, natančno opazovanje človeškega obraza lahko odkrije tako imenovana mikro čustva, ki v manj kot pol sekunde švignejo prek obraza (27). Tudi preko telesne drže ljudje zaznavamo razpoloženja drugih. Tradicionalne metafore, ki jih vsakodnevno uporabljamo (sključen od bremen se na primer nanaša na zaskrbljenost, pokončna hrbtenica na samozavest in podobno) so, kot že rečeno, pokazatelji povezave med čustvenim doživljanjem in telesnim izrazom.

6.4.1 Dihanje kot periferni kazalec čustev

Zaznavanje sprememb dihanja oziroma dihalnih vzorcev, kot odgovora na čustveno stanje je bolj zapleteno opravilo, kot je zaznavanje drugih dveh perifernih pokazateljev čustev. Pregled svetovne literature, ki se nanaša na opazovanje dihalnih vzorcev ob doživljanju posameznih čustvenih stanj so leta 1994 opravili nizozemski akademiki (4). Kot so ugotovili, literature ni veliko, raziskav na tem področju je bilo opravljenih relativno malo. Zaznali so predvsem metodološki problem v zvezi z merjenjem, opazovanjem dihalnih vzorcev. Do leta 1994 še ni obstajal protokol (natančen metodološki postopek), kako inducirati (izzvati) posamezna čustva, kako izločiti eno čustvo od drugega, kako izmeriti njegovo intenziteto in nenazadnje, kako in kaj meriti v zvezi z dihanjem. Znano je namreč, da že samo usmerjanje pozornosti na dihanje spremeni dihalni vzorec (96). V raziskavah, ki so jih Boiten et al. vzeli pod drobnogled, se kot naprava za merjenje volumna in časa trajanja posameznega dihalnega cikla (vdih in izdih) pogosto uporablja spirometer, ki pa zaradi svoje narave delovanja (naprava se namesti na usta in meri dihalne volumne) že sama po sebi spreminja dihalni vzorec. Tako dobljeni rezultati so že v samem začetku, vsaj delno, kontaminirani. Kot že rečeno, tudi ni enotne metodologije kateri respiracijski (dihalni) parametri naj se merijo. V raziskavah se običajno pojavlja merjenje dihalnega volumna in hitrosti dihanja (število dihalnih ciklov na minuto), omejitev te vrste analize dihanja pa je v tem, da niso prikazani mehanizmi, ki volumen in hitrost dihanja natančno determinirajo. Natančnejše raziskave tako vključujejo še volumen vdiha in izdiha, čas trajanja vdiha in izdiha posebej, čas trajanja pavz med posameznima dvema deloma cikla, mere, ki odražajo izmenjavo plinov (poraba kisika, pritisk ogljikovega dioksida v izdihanem zraku), ugotavlja se prsno in/ali preponsko dihanje. Različnost v merskih postopkih pri opravljanju raziskav morda daje tudi različne rezultate pri induciranju enakih čustev, pravijo Boiten et al. (4). Za induciranje posameznih čustev se uporabljajo različne tehnike: domišljija, ki jo merjenec uporabi za podoživljanje čustva; gledanje filmov z določeno tematiko, ki naj bi izzvali iskano čustvo; opravljanje različnih mentalnih nalog; izzivanje čustev z oblikovanjem dejanskega okolja, katero naj bi v človeku sprožilo iskano čustveni odziv; hipnoza; igra profesionalnih igralcev. Zaradi teh različnih načinov izzivanja čustev oziroma čustvenih stanj, je prav tako možno, da rezultati ne pokažejo enotne slike dihalnih vzorcev pri doživljanju posameznega čustva. V dotedanjih raziskavah, ki so jih Boiten et al. (1994) preučili, je pomanjkljivost tudi v majhnem številu ljudi, ki so sodelovali v raziskavah kot merjenci,

pa tudi statistične obdelave so bile pomanjkljive. V času, ko so bile nekatere raziskave izvedene, statistični postopki še niso bili izpopolnjeni. Zato je bilo težko izpeljati natančne zaključke, kakšen je vpliv čustev na dihanje, ugotovitve pa vendarle niso nepomembne, saj nakazujejo na določene vzorce in podajajo smernice za nadaljnje raziskovanje:

- **Hitro in globoko dihanje**, (katero ni posledica telesnega napora), avtorji povezujejo s stanji razburjenja (eksitacije). Pod eksitacijo se smatra stanje neusmerjenega, brezciljnega vedenja, hkrati pa je namerno, usmerjeno delovanje blokirano. Takšno stanje je pogosto značilno pri jezi, strahu in tudi pri veselju. Avtorji predvidevajo, da je eksitacija povezana s pripravljenostjo posameznika na akcijo in tu pride do smiselne povezave s primarno funkcijo povečane respiratorne aktivnosti (odziv »boj ali beg«). Hitro in globoko dihanje pa je značilno tudi pri povečani fizični aktivnosti.
- **Hitro in plitvo dihanje** je najpogosteje dokumentirano v raziskavah. Vzorec naj bi predstavljal pripravljenost na akcijo, skupaj z neko stopnjo inhibicije le-te. Tako dihanje se pojavi pri posamezniku takrat, ko je potrebno njegovo načrtno, k cilju usmerjeno fizično delovanje. Značilno se pojavlja pri opravljanju mentalnih nalog (ohranjanje pozornosti), pri čemer pa na posameznikovo aktivnost deluje določen stresor (časovna omejitev ali grožnja). Hitro in počasno dihanje se pojavlja pri tesnobnem pričakovanju – anksioznosti, ob doživljanju strahu ter pri paniki.
- **Počasno in globoko dihanje** je značilno za sproščeno stanje posameznika, prisotno pa je, pri večini zdravih posameznikov, tudi med spanjem ali počivanjem. Tak vzorec dihanja je značilen tudi za posameznika, ki je pripravljen na akcijo, brez kakršnekoli čustvene ovire. Zelo malo dotedanjih raziskav se ukvarja s to obliko dihanja.
- **Počasno in plitvo dihanje** kaže na stanja, ki jih lahko opišemo kot umik iz okolja ali pasivnost in ki se pojavi ob depresivnosti ali žalosti, lahko pa gre tudi za občutek veselja, katerega pa ne spremlja vznemirjenost.
- **Neenakomerno dihanje** je povezano s čustvenim vznemirjenjem, razburjenjem, lahko pa tudi z opravljanjem mentalnih nalog. Neenakomernost v dihanju je opaziti tudi pri zdravih, mirnih ljudeh, vendar je ta neenakomernost ciklična, ima svoj vzorec.
- **Zadrževanje diha** se pojavi ob bolečini in ob doživljanju gnusa.
- Dihalni vzorec, ki se pojavlja v vseh raziskavah enako, je sprememba dihanja ob neprijetnem presenečenju ali trenutni prestrašenosti (zgroženosti). Zgroženost ali neprijetno presenečenje povzroči tako imenovani **respiratorni (dihalni) obrat** (angl. respiratory shift). Če se neprijetno presenečenje pojavi med vdihom, se le-ta podaljša, inspiracija se poveča, sledi daljši izdih. Sledi kratkotrajnejše povečanje hitrosti dihanja in volumna vdihanega zraka, človek zmerno hiperventilira (diha prek metabolnih potreb). Če pa se neprijetno presenečenje pojavi med izdihom, se le-ta takoj prekine, sledi hiter in globok vdih, nadaljevanje je enako kot že zgoraj opisano.

Pomemben je tudi podatek, da se **trebušno ali preponsko dihanje** navadno nanaša na prijetna čustva in sproščena stanja, medtem ko je **prsno dihanje** povezano z občutki napetosti in anksioznosti.

V preučeni literaturi je vključena tudi literatura, ki se nanaša na opazovanje dihalnih vzorcev klinično zdravljenih ljudi, predvsem bolnikov s psihičnimi motnjami. Klinično ugotovljena anksioznost je pogosto povezana z odkloni v dihanju, najpogosteje s hiperventilacijskim sindromom. Pri anksioznosti je pogosto zaznati pomanjkanje sape, kar pa je (običajno) posledica subjektivnega zaznavanja nezmožnosti vdiha. To se povezuje s pogostim vzdihovanjem. Funkcija vzdih naj bi bila popustitev napetosti v predelu prsnega koša. Vzorec dihanja pri bolnikih s psihično motnjo anksioznosti je plitvo, neenakomerno in hitro, predvsem prsno dihanje (4).

Boitenova kasnejša raziskava (5) kaže, da je sprememba dihalnega vzorca povezana s posameznikovo aktivnostjo oziroma pasivnostjo pri soočanju s čustvenimi stanji.

Novejše raziskave potrjujejo nekatera dognanja Boiten-a in sodelavcev. Hitro in plitvo dihanje se resnično najpogosteje pojavlja pri občutkih tesnobe, strahu oziroma pri anksioznosti. Japonski raziskovalci potrjujejo, da obstaja povezava med stopnjo anksioznosti in hitrostjo dihanja (ventilacije), pri čemer pa ne prihaja do povečanega metabolizma, kar bi bilo lahko vzrok povečane ventilacije. Ventilacija se poveča v trenutku, ko informacije o zaznanem okolju/grožnji vstopijo v amigdalno. Povečana stopnja ventilacije pa hkrati povzroči povečano stopnjo anksioznosti in tako pogosto nastaja začaran krog (Masaoka, Kanamaru in Homma, 2001) (35).

Hitrost dihanja se poveča pri reševanju miselnih (matematičnih) nalog, brez spremembe dihalnega volumna (Grossman in Wientjes, 2001) (35). Druga raziskava (Umezawa, 2001) (35) pa kaže ravno nasprotno, pri reševanju matematičnih nalog se poveča volumen vdihanega zraka, brez spremembe v času trajanja posameznega dihalnega cikla (hitrost dihanja ostane ista), a se hkrati ne pojavi padec v parcialnem tlaku ogljikovega dioksida v alveolah, kar bi nakazovalo na hiperventilacijo. Rezultati teh dveh raziskav ne dajejo enotnega zaključka, kako se dihanje spreminja ob reševanju mentalnih nalog, vendar pa kažejo na to, da se dihalna aktivnost poveča tako ali drugače.

Minutna ventilacija, tako hitrost dihanja kot volumen vdihanega zraka, se povečata pri soočanju z mentalnim stresom v obliki neprijetnih zvokov, vendar bolj izrazito pri posameznikih z višjo stopnjo anksioznosti. (Stopnja anksioznosti je bila ugotovljena s posebnim vprašalnikom.) To nakazuje, da so dihalni vzorci povezani s posameznikovo osebnostjo (Masaoka in Homma, 2001) (35).

Do zmanjšanja dihalne aktivnosti (hipoventilacije) pa naj bi prihajalo pri prikrievanju resnice (Umezawa, 2001) (35).

V drugi raziskavi (Umezawa, 2001) (35), ki so jo opravili na Japonskem, so dobili podatek, da se kar 60 odstotkov Japoncev sooča s stresnimi okoliščinami tako, da uporabljajo tehnike počasnega preponskega dihanja. Na Japonskem je uporaba dihalnih tehnik tradicionalna veščina, ki jo ljudje uporabljajo za umirjanje med stresnimi doživljaji.

6.4.2 Hiper- ter hipoventilacija

Eden najpomembnejših zaključkov Boitena in njegovih sodelavcev (4), po preučitvi literature, ki obravnava odziv dihanja na različna čustvena stanja je, da se določeni dihalni vzorci res pojavljajo v povezavi z glavnimi dimenzijami čustev, na dihalni vzorec pa najbolj vpliva to, ali se človek s čustvom (ki nastane kot odziv na zaznano okoliščino) sooča aktivno ali pasivno. S pasivnostjo je povezana hipoventilacija, z aktivnostjo (eksitacijo) pa hiperventilacija. Rezultati raziskav, ki so bile predstavljene na Mednarodnem interdisciplinarnem simpoziju o dihanju, z naslovom Dihanje in čustva (Respiration and Emotion), ki je leta 1999 potekal v Tokiu (35), kažejo, da lahko hitrost in globina dihanja, ki sta najpogosteje merjena dihalna parametra v tovrstnih psihofizioloških raziskavah, ob enakih (čustvenih) dražljajih narasteta ali pa upadeta glede na začetne vrednosti. Kot kaže, se različni ljudje na enak dražljaj odzivamo različno, eni s povečanjem, drugi z zmanjšanjem ventilacije. Kronično povečanje (hiperventilacija) ali zmanjšanje (hipoventilacija) ventilacije, ki ne sovпада z metabolnimi potrebami organizma pa lahko vodi v resnejše organske zaplete (Umezawa, 2001) (35).

Hiperventilacija je najpogostejši primer neusklajenosti dihanja in metabolnih potreb organizma (26). Kratkotrajna hiperventilacija, ki je normalna reakcija na katerokoli stresno situacijo (86), je zelo koristna; njena funkcija je, da pripravi simpatični živčni sistem na akcijo, izostri senzorične funkcije in z znižanjem krvnega pCO₂ pripravi organizem na mišično aktivnost (26). Ob dolgotrajni stresni situaciji pa se lahko povečana dihalna aktivnost spremeni v vzorec dihanja (86). Tudi pričakovanje stresnega dogodka, anksioznost, stimulirata povečano dihalno aktivnost, pri nekaterih ljudeh bolj, kot pri drugih. Neprestana pripravljenost na grozeči dogodek vodi v dihanje prek dejanskih telesnih potreb. Govorimo o hiperventilacijskem sindromu, o kronični hiperventilaciji, ki nastane zaradi vedenjskega ali emocionalnega razloga (9). Angleški kardiolog Peter Nixon je razvil model, ki povezuje strah pred nastopanjem ter čezmerno naprezanje s habitualno (priučeno) hiperventilacijo, sindrom ima v strokovni literaturi več poimenovanj, eno od teh je sindrom storilnosti (effort syndrom). Anksioznost, mešana s storilnostjo, sčasoma pusti sled na organizmu. Neujemanje med volumnom dihanja in metabolnimi potrebami lahko spremeni kemično sestavo krvi na način, ki resno ogroža zdravje, še posebej delovanje srca (26).

Biokemične spremembe, ki spremljajo predihanost so kompleksne. Porušeno kemično ravnovesje, ki nastane kot posledica hiperventilacije, ima lahko akutne ali pa kronične učinke, kateri lahko sprožijo ali pospešijo resne emocionalne, percepcijske, kognitivne, vedenjske in/ali fizične težave (73).

Znižanje krvnega pCO₂ (hipokapnija) vodi v respiratorno alkalozo. Alkalno okolje povzroči večjo afiniteto hemoglobina za kisik, ki zato v celice ne vstopa optimalno; prihaja do pomanjkanja kisika v vseh telesnih celicah (26, 54, 73, 112). Zmanjšana dostopnost kisika daje organizmu znak, da mu le-tega primanjkuje, kar povzroči še hitrejšo dihanje in višjo stopnjo hipokapnije. Alkalno okolje, ki ga definira izguba vodikovih ionov, v ospredje postavi kalcij, kateri se veže na receptorska mesta v celicah gladkega mišičevja (26, 91). Kalcij pa pospešuje mišično krčenje. Glede na to, da je čustveno razburjenje osnovni razlog za hiperventilacijo, čustva indirektno vplivajo na gladko mišičevje kjerkoli v telesu (26). Oženje žil (krčenje gladkega mišičevja v stenah žil) povzroči še dodatno zmanjšano količino dostopnega kisika (43, 73). Z intenzivnejšim prehajanjem kalcija v mišične in živčne celice (112) je povečana nevromišična vzdražljivost (26). Kateholamini se pretirano izločajo, katabolične aktivnosti preglasijo anabolične (26, 54). Homeostatski odzivi so zmanjšani. Proizvodnja mlečne kisline naraste v možganih in v mišicah, to ustvarja utrujenost in splošno neugodje. Toleranca na telesno vadbo je zmanjšana. Značilno je neravnovesje v aktivnosti avtonomnega živčnega sistema proti simpatičnemu delovanju, aktivnost vagusa je omejena (26, 106). Kako močan je vpliv hipeventilacije na človekov organizem vidimo v dejstvu, da se hiperventilacija namensko uporablja v medicini pri zaustavljanju možganskih krvavitev (54).

Hipokapnija ima pomembno vlogo pri nastajanju sistemskih bolezni (54):

- motnje v delovanju živčnega sistema: glavoboli, migrene, zamegljen vid, utrujenost, mravljinčavost;
- motnje v delovanju dihalnega sistema: napadi astme, višinska bolezen, kratka sapa, bolečine v prsnem košu, obstruktivna nočna apneja;
- motnje v delovanju prebavnega sistema: slabost, krči gladkega mišičevja, prebavne motnje, občutek napihnjenosti;
- mišično – kostni sistem: pogosti so primeri natega mišic; razvije se mineralno neravnovesje kalcija in magnezija, nastajajo pogosti mišični krči; najpogostejši razlog za splošno mišično napetost je prav hipokapnija; pojavlja se splošna utrujenost, mišična ishemija (slabša prekrvljenost) in hipoksija (pomanjkanje kisika);
- srčno - žilni sistem: visok krvni pritisk, splošna arterijska konstrikcija, spazmi koronarnega ožilja; zelo jasna je povezava med hipokapnijo in aritmijo; srčni napadi in srčna kap.

Podobne posledice oziroma simptome hiperventilacije navajajo še številni drugi viri (41, 42, 26, 54, 73, 112).

V zvezi s hiperventilacijo se najpogosteje pojavlja čustveno stanje anksioznosti, ki nastaja kot posledica hiperventilacije in je hkrati pogosto tudi vzrok zanjo (35).

Tudi **hipoventilacijski sindrom** (kronično zmanjšana dihalna aktivnost) je posledica dalj časa trajajočega stresnega dražljaja pri posamezniku.

V laboratoriju za kardiovaskularno znanost v Baltimoru (Anderson, 2001) (35) so postavili hipotezo, da naj bi bili ljudje z zvišanim pCO₂ v izdihanem zraku v mirovanju (znak hipoventilacije), bolj podvrženi nevarnosti visokega krvnega pritiska, če hkrati ob pojavu visokega pCO₂ uživajo prevelike količine natrija in premalo kalija. Hipoteza je temeljila na raziskavah na živalih (miši), katere so razvile hipoventilacijski sindrom takrat, kadar niso imele možnosti za aktivno soočanje s stresom, ob dodajanju raztopine natrijevega klorida pa se je pri živalih pojavil zvišan krvni pritisk. Zvišan krvni pritisk nastane kot posledica homeostatskih odzivov ledvičnih funkcij. Postavljena hipoteza je bila potrjena z dvema eksperimentalnima raziskavama. Nadaljnje raziskave so pokazale, da je višji pCO₂ v mirovanju značilen za posameznike, ki so se pozitivno odzvali na test merjenja stresa (Neuroticism Scale), to je za posameznike, ki so nagnjeni k skrbem in negativnim mislim. Raziskovalci menijo, da je visok pCO₂ v mirovanju pri tej skupini ljudi posledica stalnega dihalnega vzorca (hipoventilacija), ki se je pojavil kot odziv na kroničen stres (Anderson, 2001) (35). V kasnejši raziskavi Anderson in Chesney (1) na velikem številu posameznikov opazita, da neprestan stres zmanjša frekvenco dihanja v mirovanju, vzrokov za to nista našla, je pa pojav značilen ne glede na raso, leta, telesno težo, toda značilen glede na spol. Ženske so značilno bolj pogosto razvile počasnejše dihanje. Počasnejše dihanje pa je povezano z višjim pCO₂ v izdihanem zraku v mirovanju. Avtorja tako sklepata, da je stres potencialni sprožilec hipertenzije (visokega krvnega pritiska) preko inhibicije dihalnega vzorca, kar vodi v kislo – bazično neravnovesje. Inhibicija dihalnega vzorca je še posebej značilna za ženske.

6.4.3 Dihalni vzorec kot usmerjevalec čustev

Ali je čustvo posledica telesnih sprememb ali pa so telesne spremembe posledica čustvenega doživljanja je ena od razprav, ki še poteka med raziskovalci tega področja (85). Razprava pravzaprav poteka že od konca devetnajstega stoletja, ko se je o naravi čustev začel spraševati ameriški filozof in psiholog William James. James (James-Lange Theory of Emotion, 1884) (85) je predpostavil, da je čustvo percepcija notranjih fizioloških reakcij, ki nastanejo zaradi zunanega dražljaja (85). James – Langejeva teorija govori o tem, da ima vsako čustvo svoje dihalne vzorce (4). To, da Boiten s sodelavci ni odkril (na podlagi statističnih analiz obstoječe literature) statistično pomembnih povezav med čustvenim doživljanjem in dihalnimi vzorci, še ne pomeni, da teh povezav ni. Raziskav v zvezi s tem, kako specifičen dihalni vzorec spremeni čustveno stanje, je bilo izvedenih izredno malo. Skupina belgijskih in kanadskih raziskovalcev (85) je skušala ugotoviti ali je mogoče na kvaliteto čustvenega doživljanja vplivati z dihanjem in ali je možno, da je vpliv dihanja na čustveno doživljanje povsem nezaveden. Odgovor na vprašanje je, glede na njihovo raziskavo, pritrdilen. Ena od osnov njihovega raziskovanja je spoznanje, da spreminjanje obraznega izraza (kot enega od perifernih pokazateljev čustvenega stanja) vpliva na človekovo razpoloženje, posameznikovo čustveno doživljanje se spreminja v skladu z obrazno ekspresijo (Manstead, 1988; Matsumoto, 1987;

McIntosh, 1996; Laird, 1984) (85). Določitev dihalnih vzorcev za izzivanje štirih osnovnih čustev jeze, strahu, sreče in žalosti je temeljila na ugotovitvah Boitena in sodelavcev. Merjenci oziroma eksperimentiranci (v nadaljevanju sodelujoči) niso bili seznanjeni z namenom raziskave, prvotna razlaga je bila, da se meri vpliv dihalnih vzorcev na srčno – žilni sistem. Eksperiment je potekal v dveh delih, sprva so se sodelujoči seznanili s posameznimi dihalnimi vzorci, v drugem delu so potekale meritve, ki so obsegale merjenje dihalnih parametrov ter izpolnjevanje vprašalnikov.

Navodila za dihanje so bila:

- za doživljanje občutka sreče: »Vdih in izdih počasi, skozi nos, dihanje je zelo enakomerno, prsni koš je sproščen.«;
- za doživljanje občutka jeze: »Vdih in izdih je hiter, skozi nos; malo globlje kot normalno. Dihanje je precej neenakomerno, z občasnim drhtenjem, prsni koš je napet.«;
- za doživljanje občutka strahu: »Vdih in izdih je hiter, dihanje z zgornjim delom prsnega koša, globina vdiha je normalna. Dihanje je precej neenakomerno, z občasnim drhtenjem in prsni koš je zelo napet.«;
- za doživljanje občutka žalosti: »Vdih in izdih skozi nos, z normalno hitrostjo in globino. Prsni koš je rahlo napet in med izdihom se pojavljajo vzdihljaji.«.

Vsak od štirih dihalnih vzorcev je izzval drugačno čustveno stanje. Najbolj značilno so se sodelujoči odzvali na »dihalni vzorec sreče«. Pri tem vzorcu dihanja sodelujoči niso doživljali drugačnih občutkov kot le pozitivnih. Tudi pri »dihalnem vzorcu jeze« so sodelujoči v večini primerov zaznali občutke jeze, vendar pa so posamezniki sporočali tudi o občutkih strahu in anksioznosti. Kljub temu je raziskava potrdila predvidevanja raziskovalcev, da dihalni vzorec lahko vpliva na človekovo čustveno počutje in to brez njegove zavestne vednosti. Dihalna vzorca strahu in žalosti sta v sodelujočih vzbudila mešane občutke, prvi strah/zaskrbljenost in jezo, drugi pa žalost ter pozitivne občutke. Kasnejše analize zapisov dihanja so pokazale, da je bil pri posameznikih, ki so pri »dihalnem vzorcu žalosti« doživljali pozitivne občutke, čas trajanja izdiha daljši kot pri posameznikih, ki so občutili žalost. Glede na ta podatek, raziskovalci menijo, da je to še en dokaz, da dihanje, vzorec dihanja, vpliva na čustveno razpoloženje. Seveda ta eksperiment ne daje dokončnih ugotovitev, nadaljnje raziskave so potrebne.

7 DIHANJE IN AVTONOMNI ŽIVČNI SISTEM

7.1 Avtonomni (vegetativni) živčni sistem

Delovanje avtonomnega živčnega sistema (AŽS) omogoča ohranjanje homeostaze organizma (106). Zaradi svoje funkcije mora AŽS, ki je del perifernega živčnega sistema, neprestano pridobivati podatke iz vseh regij telesa. Senzorični nevroni v centralni živčni sistem prinašajo senzorne informacije predvsem iz notranjih organov ter krvnega ožilja. Motorični nevroni AŽS, izhajajoči iz centralnega živčnega sistema, oživčujejo gladko mišičevje, krvno ožilje, srčno mišico in žleze. Motorični odzivi AŽS običajno niso pod zavestnim nadzorom, poimenovanje »avtonomno živčevje« izvira iz izsledkov prvih raziskovalcev, ki so predvidevali, da se ta živčni sistem samoupravlja. Vendar pa je tudi AŽS, podobno kot somatski (hoteni) živčni sistem, voden prek možganskih centrov, večinoma ga usmerja hipotalamus in možgansko deblo (medula oblongata), v te centre pa informacije pritekajo iz limbičnega sistema in ostalih cerebralnih regij. Avtonomni in somatski živčni sistem sta v nenehni povezavi, vplivata drug na drugega. Motorični del AŽS je sestavljen iz dveh delov, simpatičnega in parasimpatičnega. Razen redkih izjem, notranji organi pridobivajo informacije iz obeh delov. Ti dve skupini motoričnih nevronov imata nasprotno učinke: parasimpatični sistem (najpogosteje) umirja telesne funkcije, medtem ko jih simpatični sistem pospešuje. Simpatično živčevje izhaja iz hrbtenjače vse od prvega prsnega do drugega ledvenega vretenca, medtem ko večina parasimpatičnega nitja izhaja iz X. možganskega živca, vagusa ali klateža, del pa iz križničnih vretenec od 2 do 4.

Vagus je edini možganski živec, ki izide iz glave. Potuje preko vratu in prsnega koša do trebušne votline, na svoji poti preko aferentnih in eferentnih nevronov oživčuje številne dele telesa. Senzibilne niti vodijo iz zunanjega ušesa, iz žrela, jezika, dela grla, iz prebavnega trakta ter iz pljuč in srca. Prek teh poti dospele informacije povzročajo različne refleksne odzive, kot je na primer kašljanje ali sprememba vzorca dihanja. Motorična vlakna oživčujejo mišice grla in glasilke (10). Motorična vlakna klateža predstavljajo večji del parasimpatične komponente AŽS. Stimulacija klateža upočasni srčni ritem, v posebnih pogojih pa tudi minutni volumen srca, stimulira gladko mišičevje v stenah bronhialnega drevesa (bronhokonstrikcija). V prebavnem sistemu stimulira gladko mišičevje v stenah želodca in v črevesju, preko sekretornih nevronov pa stimulira sekrecijo želodčne kisline in prebavnih encimov, žolča ter hormonov iz trebušne slinavke (106).

7.2 Vpliv dihanja na avtonomni živčni sistem

Dihanje je fiziološka funkcija, kjer se somatski in avtonomni živčni sistem srečujeta (69). Dihanje vpliva na avtonomni živčni sistem. Spremembe v dihalnem vzorcu med drugim vplivajo, prek avtonomne regulacije, na krvni pritisk in frekvenco srčnega

utripa zaradi vpliva dihalnega centa na srčni in vazomotorni (žilni) center v možganskem deblu (49). »Srčno-žilni in dihalni sistem sta usklajena in vplivata drug na drugega, saj ju usmerjajo isti krmilni mehanizmi, kateri se nahajajo v aortnem loku in ob razcepišču skupne vratne arterije. Krmilni mehanizmi reagirajo na krvni pritisk (preso- ali baro-receptorji) in na dihalna plina O₂ in CO₂ (kemoreceptorji)« (Brumec in Vučetić-Zavrnik, 1989, str. 88).

Respiratorna sinusna aritmija (angleško respiratory sinus arrhythmia) (RSA) se nanaša na ciklično (ritmično) naraščanje in upadanje hitrosti srčnega utripa v ritmu z vdihom in izdihom (26). Gre za oscilacijo (periodično nihanje v časovno enakih presledkih okoli ravnotežne lege (101)) srčnega utripa med fazo vdihava in izdiha, pri čemer so večje amplitude znak harmoničnega delovanja avtonomnega živčnega sistema. Srčni utrip naraste v fazi vdihava in upade v fazi izdiha. Številni avtorji so konec 20. stoletja odkrili povezavo med frekvenco dihanja in RSA. Nihanje hitrosti srčnega utripa določa interakcija (recipročna dominanca) med simpatičnim in parasimpatičnim živčnim sistemom, ki pa izgine ob stresu ali pri poškodbi srčne mišice (26).

RSA je pogosto uporabljena kot kazalec splošne aktivnosti desetega možganskega živca, vagusa (49) ali drugače, RSA kaže na aktivnost parasimpatičnega živčevja (Lehrer, 2001) (35). Odsotnost RSA kaže na neusklajenost v delovanju simpatičnega in parasimpatičnega dela avtonomnega živčevja (49). Kronična odsotnost RSA je lahko znak obolenja srčne mišice (Lehrer, 2001) (35) (49). Neujemanje v naraščanju in upadanju srčnega utripa z dihanjem je tipično za posameznika pod stresom (49). Razsežnosti v RSA so povezane s homeostatskimi sposobnostmi človeškega fetusa, večja variabilnost v amplitudah RSA je bila odkrita pri tekačih, pri posameznikih s prirojeno nizko frekvenco srčnih utripov, pozitivna je korelacija med aerobno dejavnostjo in visoko variabilnostjo v frekvencah RSA, visoka variabilnost RSA pa je tudi dober znak med operacijsko anestezijo (Lehrer, 2001) (35). Opaženo je bilo zmanjšanje variabilnosti RSA med čustvenimi motnjami kot so napadi panike (panic disorder), anksioznost in pri klinično ugotovljeni depresiji (Lehrer, 2001) (35) (69). Variabilnost v amplitudah RSA je negativno povezana s starostjo odrasle populacije, kar bržkone odraža zmanjšane homeostatske sposobnosti, do katerih prihaja s starostjo (Lehrer, 2001) (35).

Dihanje je eden od osnovnih faktorjev, ki vplivajo na dejansko funkcionalno stanje avtonomnega živčnega sistema, ima pomembno vlogo pri aktivaciji vagusa in omogoča uravnoteženo delovanje obeh komponent avtonomnega živčnega sistema (49). Aktivnost vagusa se po ugotovitvah čeških raziskovalcev (49) stabilizira pri ritmičnem dihanju 12 ciklov na minuto; taka frekvenca naj bi zagotovila uravnoteženo delovanje simpatičnega in parasimpatičnega dela avtonomnega živčnega sistema. Dihanje s »celimi pljuči« (jogijska dihalna vaja bradypnoe pranajama), kar pomeni popoln vdih, trebušno in prsno dihanje, s frekvenco manj kot 9 ciklov na minuto pa povzroči dominanco parasimpatične aktivnosti. Tudi druge raziskave so pokazale, da večina ljudi (Lehrer, 2001) (35) lahko doseže visoko stopnjo v variabilnosti srčnega utripa pri hitrosti dihanja šest ciklov na minuto (26, 49). To je tudi priporočeno število dihalnih ciklov s strani sistema jogijskih vaj, čeprav ni zavezujoče; visoka variabilnost v nihanju RSA se namreč skorajda pri vsakomur doseže pri počasnem dihanju

(Lehrer, 2001) (35), pri čemer je po VanDixhoornu (VanDixhoorn et al., 1989) (26) bolj od pozornosti na neko pravilno tehniko, pomembnejša pozornost na lastno doživljanje dihanja, ki naj bo lahkotno. VanDixhoorn poudarja pomembnost koordinacije med delovanjem trebušne prepone in ostalih dihalnih mišic, če naj bo dihanje v funkciji zdravja človeka.

8 JOGA

»Že stare kulture, zlasti Grki in Egipčani, pa Daljni vzhod in celotna indijanska kultura so dojele, da dihanje ni le telesna funkcija, temveč je vpeta v "enost telesa, duše in duha"; s "sistematičnim" dihanjem so povečali življenjske moči, duhovno zrelost, dosegali duševno - telesno prenovo, se srečevali s "silami onostranstva", se "zavedali bivanja"« (Zagorc, 1997, stran 66).

Joga je veščina, v kateri je zbrano izredno poglobljeno in celotno proučevanje delovanja človeškega telesa in duha. Tudi človek, ki ne verjame v obstoj višje zavesti in v ostale ideje, ki jih sporoča jogijsko vedenje, mora biti začuden nad natančnostjo in pronicljivostjo, s katero so jogiji, zgolj prek opazovanja delovanja lastnega telesa, opisali njegov ustroj. Jogiji so intuitivno zaznali obstoj najrazličnejših struktur v človeškem organizmu, opisali delovanje teh struktur in pomen, vpliv delovanja posamezne strukture na človekovo psiho. Jogijske anatomije ne moremo ocenjevati z merili, ki veljajo v konvencionalni anatomiji in fiziologiji. Jogijska anatomija temelji na samoopazovanju, je subjektivna, opisuje dinamične duševne in telesne procese v živem in zavestnem človeku (65). Čeprav jogijska anatomija pravzaprav ne opisuje telesnega ustroja na način, kot ga opisuje konvencionalna anatomija, pa je z njo, vsaj kar se tiče snovnega telesa, vzporedna. Mnogi pojavi, opisani v starodavnih jogijskih spisih, so bili morda še nekaj deset let nazaj razumljeni kot mistika, kot pojavi, ki so odvisni od strastnega verovanja posameznika, dandanes pa znanost odkriva materialne osnove, ki potrjujejo jogijska dognanja.

Zahodna znanost je do danes prepoznala in dokazala materijo kot osnovo človeka. Kemični elementi gradijo človeško telo, ustvarjajo celice, ki so osnovni element človeškega organizma, človekov duh, duševnost, miselni procesi, občutki..., pa so posledica dejavnosti centralnega živčnega sistema, možganov. V nasprotju z zahodnim prepričanjem, jogiji verjamejo, da je naše vidno in otipljivo telo posledica delovanja višje zavesti. Višja zavest (Anandamaja Koša) se večkrat zgosti in ustvari več teles – plasti, jogiji pravijo, da je človek sestavljen iz petih plasti, prvo plast predstavlja višja zavest, zadnjo pa fizično telo, v katerem se srečujejo vsa druga telesa. Naše fizično telo (Annamaja Koša) je po jogijskih učenjih zgrajeno okoli subtilnega energetskega ogrodja – nadijev in je vzdrževano s praničnimi tokovi (Pranamaja Koša ali energetska telo). Gibalo teh dveh zadnjih plasti je duševno telo, ki z njima prihaja v stik prek čakr. Mentalnega telesa se vsi zavedamo, četudi ga ne znamo kvantitativno izmeriti. Fizično telo je dejavno in izrazno sredstvo višjih plasti. Duševno telo vodi akcije fizičnega in energetskega – subtilnega telesa. Sestavljeno je iz dveh plasti (Vijnanamaja Koša in Manomaja Koša), ki se močno prepletata med seboj, kakor se tudi vse ostale plasti močno prepletajo in delujejo vzročno druga na drugo (Koša po sanskrtu pomeni vzročna povezava). Jogiji so izpostavili neločljivo povezanost in vzročnost mentalnega in fizičnega v človeku (65, 90).

Prana je sanskrtška beseda za energijo. Pra- pomeni prvotno, -na pomeni energija. Prana je energija, ki prežema celotno vesolje; se nahaja v vsakem pojavu, ki obstaja

v vesolju. Je vitalna energija vesolja. Celotno vesolje je po jogijskih tekstih zasnovano iz prostora (akaša) preko energije. Akaša je neskončen, vse obsegajoč material vesolja, ki ga prežema kozmična energija. Jogijski teksti pravijo, da je prana subtilna energija, iste narave kot blisk, od zraka se razlikuje (65, 90).

V sredini prejšnjega stoletja so predvidevali, da bi prana lahko bila nizka električna napetost, ki obstaja v naši atmosferi in katere nosilci naj bi bili negativni ioni, sestavljeni iz atomov kisika in/ali dušika (65). Danes se postavlja (hipotetični) model o elektromagnetnem sistemu, ki ima močan vpliv na psihofizične funkcije človeka. Da je človekovo zdravje močno odvisno od Zemljinega elektromagnetnega polja, (z Zemljo mora biti človek čim pogosteje neposredno v stiku), je eno izmed dokazanih spoznanj zadnjih nekaj let (76).

Glede na jogijske spise, nadiji oblikujejo subtilno energetsko telo, skozi katerega se pretaka energija. Nadi pomeni cev, vod, kanal, pomeni pa tudi tok. Nadiji so eterični, subtilni prevodniki subtilne energije. Jogiji pravijo, da se prek nadijev, katerih je 72.000, včasih pa se govori o številu 350.000, prenaša energija do vsake telesne celice, katere to energijo uporabljajo. S pomočjo energije ali bolje, zaradi energije so sploh mogoči vsi procesi v človeškem organizmu. Prana vidno telo oživlja, oživlja snovi, ki prehajajo v organizem s prehrano. Človek tako vesoljno energijo vnaša v telo, jo presnavlja, jo tudi proizvaja in jo izloča. Jogijski spisi v zvezi s praničnim tokom na prvo mesto postavljajo nemoteno kroženje energije prek snovnega telesa ter hkrati tudi nemoteno izstopanje energije; izstopna »količina« energije mora biti v ravnotežju z vstopno »količino«. Zastoji in spremembe v toku energije podrejo ravnovesje med vnosom in iznosom energije, razvijejo se najrazličnejše bolezni, saj tkiva ne morejo delovati brez energijske sile (65, 90).

Prana v organizem vstopa preko različnih vstopnih poti (koža, hrana), najbolj intenzivno pa skozi nos z dihanjem. Jogijsko vedenje tako daje nosu, poleg že znanih funkcij še funkcijo prevodnika energije. Prana vstopa v telo na površini vohalne sluznice, kjer se nahajata dva izmed treh najpomembnejših nadijev, Ida in Pingala. Nadija se začneta v medenični votlini, potujeta navzgor ob hrbtenici ter se končujeta, Ida v levi ter Pingala v desni nosnici. Jogiji so že pred tisočletji zaznali, da je zračni pretok skozi nosnici izmenično dominanten, pri zdravem človeku se nabreklost nosnega tkiva in s tem zožitev poti za prehod zraka pojavlja periodično, na eno uro in tri četrt do dve uri (22, 90). Po jogijskem vedenju dominantno dihanje skozi eno ali drugo nosnico (do česar prihaja, če je človekov organizem kakorkoli v neravnovesju), vpliva na psihološko in fiziološko stanje človeka. Dominantno dihanje skozi desno nosnico je značilno za aktivnega, agresivnega, navzven obrnjenega človeka, prevladovanje dihanja skozi levo pa za mirnega, vase zazrtega, pasivnega človeka. To se sklada z desno – levo polarizacijo možganskega delovanja (90). Jogijski spisi vsebujejo tudi navodila, kako z dihanjem skozi eno ali drugo nosnico vplivati na različne življenjske funkcije. Namen pranajame je enakomerno popolno odprtje nosnic, saj se le tako lahko vzpostavi delovanje najpomembnejšega nadija, Sušumne, s pomočjo katerega jogi z dolgotrajno vadbo, prebudi v sebi spečo energijo Kundalini ter se poveže z višjo zavestjo. Zelo je zanimiv podatek, da so jogiji intuitivno prepoznali desni in levi mišični snop srednjega dela ledvenega odseka trebušne prepone, katerih raztezanje in krčenje naj bi bilo izrednega pomena pri

prebujanju skrite energije Kundalini (65). Tudi nadij Sušumna se začne v medenici, se dviguje ob hrbtenici naravnost navzgor in se konča v glavi. Na svoji poti od medenice do nosnic se Ida in Pingala večkrat medsebojno križata, križata pa se tudi s Sušumno. Na točkah, kjer se Ida in Pingala križata s Sušumno, nastanejo čakre (čakra v sanskrtu pomeni kolo), energetska mesta, skozi katera višja zavest komunicira s snovnim telesom. V čakrah se energija koncentrira in prehaja v dele telesa, ki so povezana s posamezno čakro. Običajno je tok energij v čakrah in subtilnem telesu avtomatičen, podobno kot je avtomatično delovanje avtonomnega živčnega sistema, nanj pa vpliva mnogo dejavnikov. Že krčenje mišice spreminja pranični tok.

Največji vpliv na pretok energije ima po jogijskih učenjih dihanje. Hitrost, globina, ritem dihanja, vse vpliva na to, **kako** je telo preplavljeno z energijo. Način dihanja pomaga oblikovati vzorec energijskega toka, ki vzdržuje fizično telo. Z vsakim dihom energija potuje skozi fizično telo v valovih, vzorec energije se neprestano rekonstruira. Jogiji obliko toka energije, ki vstopa v subtilno telo povezujejo s prehodnostjo nosne votline za zrak, zato ima čiščenje nosu, Neti, pri njih poseben pomen.

Tok energije kreira in vzdržuje telesna tkiva in če se spreminjajo energijski tokovi, se spreminja tudi telo, na boljše ali na slabše. Z obvladovanjem energijskega toka pravijo jogiji, lahko človek obvladuje delovanje organizma, tudi tistih delov, ki naj ne bi bili pod našo zavestno kontrolo. In še več, z obvladovanjem energijskega toka človek zavestno obvladuje tudi svoj mentalni svet. Lahko se odmakne od čustev in zavestno kreira svoje misli. Vsi bržkone poznamo oziroma se zavedamo različnih glasov, ki malodane ves čas govorijo v naši glavi. Najvišji cilj jogijev je stanje popolne blaženosti, poenostavljeno rečeno, je to stanje, ko se človek osvobodi spon predsodkov, zavestnih in podzavestnih miselnih podob, ki mu krojijo življenje in ko začuti veselje, popolno srečo (90). Cilj joge je zavestno povečanje energijske presnove z namenom povečati duševne, duhovne in telesne sposobnosti (65).

»Prastara umetnost joge, ki pomeni *združenje* z Jazom, temelji na znanju kot je povedano v Patanjalijevih Joga sutrah, da je »um nemiren kot veter« in da moramo, če hočemo izkusiti Jaz, napraviti um za svojega služabnika, ne za gospodarja. Mentalne in fizične vaje joge so torej namenjene temu, da umirijo um in ga uredijo. To ne pomeni, da medlimo v stanju blaženosti in zgubimo stik s svetom. Pomeni, da se osredičimo v sedanjosti, tako da lahko delujemo bolj ozaveščeno: bolj pošteno, ljubeče, z večjo sposobnostjo in zaupanjem« (Borysenko, 1994, stran 93)

Jogiji so z namenom načrtnega in zavestnega doseganja stanja višje zavesti oblikovali sistem telesnih (Hata Joga) in duševnih (Radža Joga) vaj. Sistem ima več tisočletno tradicijo, zapisan je bil 200 let pred našim štetjem, utemeljil ga je Patandžali v zbirki joga suter (101). Zapisan je kot osemdelni sistem, štiri »poglavja« učijo Hata Joge, štiri »poglavja« pa Radža Joge. Učenje joge (sanskrtsko joga pomeni združitev, metoda, način) (101), z namenom doseči višjo zavest, svoj pravi jaz, mora potekati pod nadzorom učitelja, jogija in nikakor ne z branjem in z učenjem vaj iz knjig. To je še posebej pomembno pri izvajanju naprednejših vaj pranajame in

pri izvajanju meditativnih tehnik v okviru Radža joge. Zahodni svet je sprejel predvsem sklop telesnih vaj, položajev in prehodov, (joga stretching) izvajanje katerih prinaša koristne učinke na telo in duha. Po nekaterih podatkih so jogijske raztezne vaje najpogostejši način za doseganje sprostitve pri posameznikih v ZDA (69). V zadnjih letih se bolj množično uporablja tudi znanje pranajame. Eden od novejših sistemov vadbe (nastal v začetku 20. stoletja), ki temelji na povezovanju giba in diha, je na primer pilates. Del vaj, ki imajo izvor v pranajami, se v zahodni medicini uporablja za zdravljenje ventilacijskih motenj (49).

8.1 Pranajama joga

Pranajama (sanskrito: pra-prvotno; ajama-širjenje, dokaz; na-energija) je »del« Hata joge, so vaje, ki so namenjene kontroli, nadzoru dihanja. Beseda pranajama je lahko prevedena tudi v »znanost diha« (90). Van Lysebeth (65) navaja, da pranajama in dihalne vaje niso sopomenka, pranajama je stopnica, je sredstvo na poti do samospoznanja, medtem ko so dihalne vaje namenjene izboljševanju in ohranjanju telesnega in duševnega zdravja (dihalna vaja kot higienski postopek). Dihanje je po jogijskih tekstih vez med telesom in mislijo, med telesom, duhom in duševnostjo. Jogi lahko prek opazovanja posameznikovega dihanja določi njegove misli, čustveno in zdravstveno stanje. Tudi sodobna psihiatrija že uporablja tak način (opazovanje dihalnega vzorca) za določanje posameznih psihičnih motenj (4). Jogiji so že davno spoznali, da se vsakršno čustveno in telesno stanje odraža na dihanju. V jogijski spisih se na primer pojavlja termin dolžina sape (65). Nanaša se na hitrost in dolžino zračnega toka, ki izhaja iz telesa, iz nosu. Kratka sapa, s katero je označeno nežno in enakomerno izhajanje zraka iz telesa, in katero je mogoče zaznati le zelo blizu nosu, (enostaven preizkus je, da dihamo proti vlažni dlani, kratka sapa je sapa takrat, ko izdih čutimo le nekaj centimetrov od nosu), je po jogijskem mišljenju znanilec zdravja, dolga, ostra sapa pa vodi v prezgodnjo smrt. Hitrost izdih je pogojena s pljučno raztegljivostjo, hitri pasivni izdih je torej indikator nizke stopnje elastičnosti pljučnega tkiva ali pa tudi prevelike ali odvečne aktivacije ekspiratornih mišic.

Pranajama ali znanost diha podaja znanje veščin v zvezi z nadzorovanjem prane, energije. Pri povprečnem posamezniku pranična energija teče avtomatsko z znanjem, ki ga nudi pranajama, pa se človek nauči usmerjati pranične tokove. Nekdo, ki se je naučil nadzorovati prano, se je naučil nadzirati energije tega vesolja, fizične in mentalne, kar pomeni, da se je naučil nadzorovati tudi svoje telo in svoje misli. Kakšni so mehanizmi, s katerimi jogi učinkuje na svoj avtonomni živčni sistem še ni popolnoma znano, toda jogi lahko ustavi srce, ima izredno visok prag (ne)občutljivosti na temperaturne spremembe, sproži nenavadno hitro celjenje rane (65, 90). S tem, ko so se naučili upravljati z dihanjem, so jogiji pridobili zavestni nadzor nad delovanjem avtonomnega živčnega sistema, do meje, ki si je povprečni Zemljan ne more niti zamišljati (90).

Kvaliteta dihanja označuje način, kako je zrak vdihan in kako izdihan. O človeku, o njegovem fizičnem in emocionalnem življenju veliko pove to, ali diha preponsko ali prsno, kontinuirano ali s prekinitvami, ritmično ali neritmično (90). V zvezi z dihanjem lahko brez večjih naporov nadzorujemo z ustrezno aktivacijo dihalnih mišic tip dihanja (ključnično, prsno ali preponsko dihanje), globino (volumen), hitrost (frekvenco), čas trajanja vdih in izdih (ritem), čas trajanja posameznih apnej (zadrževanje diha), nadzorujemo lahko odprtost zgornjih dihalnih poti ter vzorec zračnega toka, ki potuje v in iz organizma (usmerjanje zračnega toka skozi nos po izbrani poti ali usmeritev zračnega toka skozi usta). Jogiji ločijo štiri faze enega dihalnega cikla: zadrževanje sape pri praznih pljučih, vdih, zadrževanje sape pri polnih pljučih ter izdih. Manipulacija vseh teh elementov ustvarja različne dihalne vzorce.

Osnovne dihalne vaje pranajame predstavlja *počasno preponsko dihanje* brez zadrževanja sape (popolni vdih). Začetniki jih izvajajo v enostavnih položajih (asanah), namen je v preusmeritvi (avtomatičnega) dihanja pri vsakodnevni aktivnostih iz plitvega in hitrega prsnega dihanja, pogosto značilnega za ljudi v razvitem svetu (26, 65, 84) v globoko in počasno trebušno dihanje. Jogijska učenja poudarjajo pomembnost pravilne koordinacije med preponskim, prsnim in ključničnim dihanjem oziroma ustrezno aktivacijo dihalnih mišic (92). Samo premikanje trebušne stene oziroma trebuha navzven ob vdihu še ne pomeni nujno preponskega dihanja. V zvezi s počasnim preponskim dihanjem velja omeniti navedbe Van Lysebetha (65), da je optimalno preponsko dihanje izvedeno z aktivnim sodelovanjem trebušnih mišic, (tako pri vdihu kot pri izdihu), kar ustvarja pogoje za naravno (posledično) razširitev prsnega koša. Prožno napete trebušne mišice, ki se rahlo vdajo ob vdihu, kar je možno zaznati kot rahel premik trebušne stene ob vdihu navzven, poleg tega, da nudijo oporo delu vlaken trebušne prepone, hkrati onemogočajo pretirano premikanje (dislokacije) notranjih organov. Prožno napeta trebušna stena ob vdihu pomeni tudi večje spremembe pritiska ob vdihu in izdihu v trebušni votlini, kri se tako še intenzivnejše iztisne iz organov.

Med osnovne dihalne vaje se uvršča tudi *izmenično dihanje skozi nos* (nadi sodan) brez zadrževanja sape. Različne raziskave so pokazale, da dihanje skozi posamezno nosnico dejansko aktivira možgansko delovanje v aktivni nosnici nasproti ležeči hemisferi (22, 90). Dihanje skozi levo nosnico poveča aktivnost parasimpatičnega, dihanje skozi desno pa simpatičnega živčnega sistema. Posledično se spreminja tudi frekvenca srčnih utripov. Izmenično dihanje uravnoteži delovanje možganskih hemisfer (22, 90). Cilj jogijev je z različnimi vajami doseči stalno enakomerno odprtost nosnih poti, z zahodnega vidika razumevanja bi to lahko pomenilo popolno uravnoteženje aktivnosti obeh možganskih hemisfer. Izmenično dihanje je izredno učinkovito pred vsakršnim zahtevnejšim mentalnim delom (111).

Udžaji pranajama je dihanje skozi napol zaprto dihalno cev, zapora (bandha) se naredi s stisnjenjem mišic v grlu, natančneje na področju glasilk (65, 90). Tudi ta oblika dihanja, brez zadrževanja sape, je priporočljiva za začetnike. Vdihavanje in izdihavanje proti upor, ki ga ustvarja zapora, povečuje pritiske, ki jih morajo premagovati dihalne mišice. Le-te se s tem krepijo, močnejše mišice pa omogočajo

doseganje večjih dihalnih kapacitet. Dihanje proti uporabi (predvsem izdihavanje) se v sodobni medicini uporablja za zdravljenje nekaterih pljučnih bolezni (KOPB) (115).

V okviru osnovnih dihalnih vaj se učenec uči tudi *ritmičnosti dihanja*. Ritem je osnovni zakon vesolja, vse kar se dogaja v vesolju in tudi na Zemlji ima svoj ritem, svoje periode. In takšno naj bo tudi človekovo dihanje. Dihanje posameznika je dandanes pogosto neritmično in prekinjeno, apneje so predolge, pogosta značilnost je prekinitvev izdiha (nepopolni izdih) in podobno. Osnovne dihalne vaje zahtevajo od posameznika, da vztraja pri enakomernosti vdiha in izdiha (časa trajanja), ritem se prenese v vsakodnevno življenje. Eno od osnovnih znanj oziroma navad, ki naj si jih pridobi učenec pranajame je tudi *usmerjanje zračnega toka* v predel vohalne sluznice, tako naj bi zrak použili in ne le vdihnili, v organizem naj bi na tak način vstopila večja količina prane (65).

Naprednejše dihalne vaje pranajame naj bi posameznik izvajal pod nadzorom izkušenega učitelja joge (65, 90). Tudi pri učenju pranajame velja načelo postopnosti in primernosti. Izkušen učitelj joge individualno usmerja svoje učence (65). Naprednejše dihalne vaje vključujejo zadrževanje sape, izredno hitro ali izredno počasno izvajanje posameznih dihalnih ciklov, izvajajo se z uporabo muder (gibov dlani, prstov in rok) ter bandh (zapor), v zahtevnejših asanah. Zadrževanje sape (kumbhaka) fiziološko vpliva na povečano porabo kisika v celicah (povečan celični metabolizem) ter na aktivacijo parasimpatičnega živčnega sistema (69, 80). Zadrževanje sape povečuje negibnost telesa in predstavlja enega od najpomembnejših elementov pranajamskih dihalnih tehnik (65). To pa ne drži za izredno hitro preponsko dihanje, le-to se namreč izvaja brez zadrževanja sape med vdihom in izdihom, kateri so izvedeni z intenzivnim delom trebušnih mišic. Globina ter ritem dihanja naprednejših pranajam se pri mnogih vajah usmerjata z intenzivnim delom trebušnih mišic. S krčenjem (izdih) in sproščanjem (vdih) trebušnih mišic je izkušen jogi sposoben izvesti tudi do 120 dihalnih ciklov na minuto (65). Gre za tako imenovano površno preponsko dihanje (kapalabhati; sanskrtsko pomeni čiščenje lobanje), za katerega je značilno, da je sprememba koncentracije dihalnih plinov minimalna ali pa je sploh ni (49); vaja je izredno poživljajoča, hitre spremembe pritiskov v telesu naj bi vplivale tudi na (majhne) spremembe pritiska v lobanji, kar spodbuja možgansko delovanje (65), hitro izdihavanje skozi nos pa očisti ta del dihalne poti. Aktivnost trebušnih mišic (prečne ter zunanje poševne trebušne mišice) je pri izvajanju enega hitrega izdiha skozi nos skoraj dvakrat večja kot pri izvedbi enega dviga trupa iz leže na tleh (83). Napredne dihalne vaje se pogosto izvajajo v povezavi z izvajanjem muder in bandh – zapor. Mudre so simbolne drže telesa, rok in prstov, s pomočjo katerih se vzpostavi duhovno ravnovesje. Pri vadbi joge bandha pomeni različna krčenja mišic, s čimer vadeči vpliva na krvni obtok, živčevje ali žleze z notranjim izločanjem. Tri najpogostejše bandhe so že omenjena delna zapora dihalne cevi na področju glasilk (udžaji bandha), popolna zapora dihalne poti na področju grla z istočasnim pritiskom s podbradkom na karotidni sinusni vozle na vratu (džalandhara bandha) in zapora ali stisnjenje notranje in zunanje (zadnjične) zapiralne mišice, zapora je imenovana »mula bandha«. S pritiski na določene dele telesa se dosežejo specifični vplivi na psihofizično stanje človeka. Popolna zapora dihalne poti na področju grla, ki se izvaja ob zadrževanju diha (džalandhara bandha), onemogoči povečanje pritiska v Evstahijevi cevi v ušesu; stisnjenje zadnjične mišice zapiralke (tudi ta zapora se izvaja večinoma ob zadrževanju diha) pa aktivira spodnji

del parasimpatičnega živčevja, katero izhaja iz ledvenega dela hrbtenjače, saj se z dihalnimi gibi aktivira predvsem zgornji del parasimpatikusa, mula bandha pa uravnoteži vzburljenje parasimpatičnega sistema (65, 90).

Pranajame se vedno izvajajo v eni od asan. Asane – položaji telesa so predpriprava pranajami, povečujejo in ohranjajo telesno gibljivost, aktivirajo krvni obtok, telesni položaji dejansko vplivajo na človekovo fiziologijo: pritiski na notranje organe (žleze) spreminjajo tok krvi in limfe in tako optimizirajo njihovo dejavnost. Položaji telesa vplivajo tudi na dihalne kapacitete. Hata joga se osredotoča na položaje telesa, pri čemer je pomembno vztrajanje v določenem položaju z namenom zaznavanja telesnih senzacij, občutkov; ali pa ponavljanje določenih gibov, z namenom ojačanja občutkov, ki jih gibi prinašajo. Seveda vztrajanje v položajih ni mišljeno kot naporna vadba moči in gibljivosti, zavzemanje položajev je sproščeno in subjektivno lahko. Izvajanje asan je postopno, kot pri vseh drugih oblikah pridobivanja gibalnih znanj. Mirnost telesa je izredno pomemben element Joge. Stabilnost naših perifernih čutov, ki izhaja iz stabilnosti (negibnosti) telesa, omogoča kognitivnim procesom v centralnem živčnem sistemu, da se odvijajo bolj neodvisno. Neprestane spremembe, dražljaji iz zunanjega okolja namreč pritegnejo pozornost centralnega živčnega sistema, osredotočanje misli je zato težje (69).

Odrasli otroke učimo najrazličnejših gibalnih struktur, jih spodbujamo k razvijanju gibalnih sposobnosti, zelo malo pozornosti pa posvečamo učenju mirnosti (90).

Zavedanje dihanja se razlikuje od pranajame, dihalnih vaj. Dihalne vaje temeljijo na zavestnem nadzoru, usmerjanju dihanja, medtem, ko je zavedanje dihanja mentalno delo opazovanja le-tega. Zavedanje dihanja je najnaravnejša pot do osredotočenosti misli, osredotočenost misli pa je ključ do meditacije, ki je predmet Radža Joge. Z zavedanjem dihanja človek razvija moč pozornosti. Sposobnost načrtovanega in usmerjenega razmišljanja pa je pogosto tista lastnost, ki odloča o kvaliteti posameznikovega življenja (90).

Jogiji so prepričani, da s spremembo dihalnega vzorca pride tudi sprememba v osebnosti človeka. »Z zavestnim vzpostavljanjem globokega, gladkega in rednega (ritmičnega in neprekinjenega) dihalnega vzorca bomo opazili popuščanje napetosti in povečan občutek sproščenosti in mirnosti« (Rama, Ballentine in Hymes, 1979, str. 84).

9. REZULTATI NEKATERIH ZNANSTVENIH RAZISKAV O UČINKIH RAZLIČNIH OBLIK DIHALNIH VAJ

Dihalne vaje imajo različne učinke na psihofizično stanje človeka. Lahko so poživljajoče ali pomirjujoče, kar je prva lastnost, ki jo vadeči lahko zazna. Ustrezni dihalni vzorci vplivajo na vrsto psihofizičnih nevšečnosti. Vsakdanje izvajanje dihalnih vaj pranajame poveča parasimpatični tonus, zmanjša aktivnost simpatičnega sistema, izboljša kardiovaskularne in respiratorne funkcije, zmanjša učinek stresa in telesne napetosti in izboljša fizično in mentalno zdravje (80). Natančnih mehanizmov, kako dihalne vaje vplivajo na tako širok spekter človekovih funkcij, še niso odkrili (44, 49).

Živčni sistem

Počasno, globoko dihanje uravnovesi delovanje avtonomnega živčnega sistema, s tem se izboljšajo homeostatske sposobnosti organizma. Povečano parasimpatično aktivnost spremlja občutek pozornosti in spočitosti (68, 44, 69).

Povečano aktivnost parasimpatičnega živčnega sistema, natančneje nervus vagusa, ob izvajanju počasnih dihalnih vaj so opazili po trimesečnem eksperimentu (80), kakor tudi po že nekaj minutnem izvajanju vnaprej naučenih počasnih dihalnih vaj (49, 69). Povečana aktivnost parasimpatika se je v prvi raziskavi odražala v nižjem splošnem srčnem utripu in v manj burnem odzivu srčnega utripa na vstajanje (pri testu po predpisani proceduri Banister in Mathias) ter hitrejša umiritev srčnih utripov v primerjavi s kontrolno skupino in v primerjavi z začetnim stanjem eksperimentalne skupine. Povečala se je tudi respiratorna sinusna aritmija (RSA). Nekatere dihalne vaje (pranajame) lahko tudi povečajo simpatično aktivnost in hkrati zmanjšajo aktivnost vagusa. (80). Tako naj bi na primer dihanje izključno skozi desno nosnico povečalo simpatično aktivnost, medtem ko dihanje skozi levo nosnico in pa izmenično dihanje skozi nosnici poveča parasimpatično aktivnost.

Srčno-žilni sistem

Prostovoljna regulacija dihalnega vzorca vpliva prek avtonomne regulacije med drugim na spremembe krvnega pritiska in srčnega utripa zaradi vpliva na srčni in vazomotorni (vazo, latinsko žila ali vod) center v možganskem deblu (49). Mehanizem vplivanja na organe in organske sisteme je bržkone tudi sposobnost učenja telesnih celic (85) in s tem tudi telesnih tkiv. Signali, ki jih prek zavestnega usmerjanja dihalne akcije pošiljamo v dihalni center, se prenesejo na druge možganske centre; povezava med dihalnim in srčno-žilnim živčnim centrom v možganskem deblu omogoča vpliv na aktivnost srčne mišice. Če princip načrtne mišične, koordinacijske in vzdržljivostne vadbe za katerokoli prečno-progasto mišico prenesemo na srčno mišico, nas napelje na misel, da se srčna mišica, s tem ko jo občasno izpostavljamu delovanju, kot ji ga narekuje namerna dihalna akcija, sčasoma preoblikuje, spremeni vzorec krčenja in postane (ali ostane) primerno funkcionalna.

Pranajama je priznано sredstvo za zniževanje krvnega pritiska (44). Eksperimentalna raziskava (31) pokaže, da že desetminutno, osemtedensko, redno izvajanje dihalnih vaj počasnega preponskega dihanja, skupaj s poslušanjem umirjene glasbe povzroči pomemben padec krvnega tlaka pri skupini hipertoničkov (bolniki s previsokim krvnim pritiskom) v primerjavi s kontrolno skupino. Do podobnih rezultatov (znižanje krvnega pritiska in srčnega utripa) so prišli v raziskavi na Tajskem (69). Počasne dihalne vaje zmanjšajo kemični odziv na hipoksijo (zmanjšano količino kisika v krvi), na hiperkapnijo (povečana količina ogljikovega dioksida v krvi) ter povečajo občutljivost baroreceptorjev, ki regulirajo krvni pritisk (26, 80).

Eksperimentalna raziskava (26) izvedena na velikem številu ljudi, ki so preživeli srčno kap (n=156) pokaže, da je v eksperimentalni skupini, ki je bila deležna šesturnega poučevanja o pomenu ustreznih dihalnih vzorcev in v kateri so se bolniki naučili nekaj preprostih dihalnih vaj, ponovljivost težav s srcem po dveh letih od kapi kar za dvajset odstotkov manjša kot v kontrolni skupini, ki je izvajala le aerobno dejavnost, katera se običajno priporoča po okrevanju po srčni kapi. Rezultati so bili opazni še po petih letih.

Respiratorni sistem

Izdihavanje proti uporabi z uporabo naprav, ki omogočajo ustvarjanje poljubne (primerne) stopnje upora toka zraka, se uporablja pri izboljševanju dihalne funkcije bolnikov s KOPB (kronična obstruktivna pljučna bolezen) (11, 60), vendar se pogosteje bolnike uči pravilnega preponskega dihanja, skupaj z izdihavanjem proti uporabi skozi stisnjene ustnice. V raziskavi na Japonskem (115) so ugotovili, da redno izvajanje dihalnih vaj pomembno pripomore k ohranjanju stabilnega stanja bolnikov s KOPB, saj imajo vaje močan in trajen vpliv na moč respiratornih mišic.

»Dihalne vaje so najbolj univerzalna in priporočljiva terapija pri astmatikih.« (Hosta, 2003, stran 42). Izvajajo jih lahko tudi bolniki s hudimi oblikami astme, seveda v času mirovanja bolezni (40). Joga s pranajamo izboljša avtonomne in pljučne funkcije pri bolnikih z astmo (80). Prav tako imajo zelo ugodne učinke terapevtske vaje v dihanju (29), ki navadno izhajajo iz jogijskih dihalnih vaj. Zmanjšana uporaba zdravil pri bolnikih z blažjimi oblikami astme in manjše število astmatičnih epizod, ob rednem izvajanju dihalnih vaj je bila ugotovljena v kar nekaj raziskavah (7, 58, 69). Avstralska raziskava je pokazala kar petdesetodstotno zmanjšanje uporabe zdravil (kortikosteroidov) po 30 tednih rednega izvajanja dihalnih vaj (114). Ob vključitvi dihalnih vaj v obravnavo astme, se je pri bolnikih občutno zmanjšala tudi stopnja depresivnosti in anksioznosti. Francoska raziskava je pokazala, da zavestni nadzor dihalnih mišic pri astmatičnih otrocih ni moten (3). Značilno za raziskave je, da so ugotovili splošno boljše počutje pri udeležencih, občutno manjšo uporabo zdravil (7, 110, 114), spremembe v funkciji pljuč pa je zaznala samo ena raziskava (29). Negativnih učinkov pri izvajanju različnih dihalnih tehnik niso zaznali.

Posebne dihalne tehnike, s katerimi je mogoče povečati respiratorno sinusno aritmijo (RSA; pojav je podrobneje opisan v petem poglavju), še posebej ugodno vplivajo na zdravljenje bronhialne astme (26). Ruski raziskovalci so na podlagi dognanj v zvezi z

RSA oblikovali sistem, poimenovan RSA biofeedback. Teorijo je razvili Evgenij Vaschillo et al. (1983, 1984) (26). RSA biofeedback vključuje dihalne vaje, s katerimi uspešno zdravijo številne motnje, ki so povezane z hiperaktivnostjo avtonomnega živčnega sistema (26). Med drugim zdravijo visok krvni pritisk, nekatere oblike srčnih aritmij, anksioznost (Lehrer, 2001) (35), posebej uspešni so pri zdravljenju bronhialne astme, pri čemer imajo po podatkih Gilberta (26) v St. Peterburški otroški bolnišnici kar 70 odstotno uspešnost. Bronhialno astmo označuje pretirano vzburjenje AŽS, sprva simpatičnega dela, čemur sledi močno parasimpatično vzburjenje, ki vodi do bronhokonstrikcije. Dihalne vaje RSA biofeedback uravnotežijo aktivnost obeh delov AŽS.

Duševnost

Podobno kot dihanje vpliva na delovanje na primer srčne mišice, bržkone vpliva dihalni vzorec na čustvena stanja; namreč, če čustva spremenijo dihalni vzorec (tip, globino in ritem dihanja), potem zavestno usmerjan dihalni vzorec recipročno spreminja čustveno stanje.

V različnih raziskavah so ugotovili, da počasno preponsko dihanje zmanjša stopnjo anksioznosti in depresivnosti (24) in so zato dihalne vaje pomembno dopolnilo pri zdravljenju klinično diagnosticirane depresije, shizofrenije in bipolarni motnje. Dihalne tehnike so tudi izredno uporabno sredstvo pri napadih panike (102). V neki raziskavi (82) so ugotovili povečano stopnjo anksioznosti glede na predhodno stanje, ko so eksperimentiranci izdihavali le do 70 odstotkov vdihanega zraka; dihalni vzorec značilen za močno hiperventilacijo, hiperventilacija pa je povezana z napadi panike (87, 102).

Dihalne vaje kot pomoč pri zdravljenju različnih drugih bolezni

Učenje preponskega dihanja so uporabili pri ljudeh, ki so utrpeli poškodbo hrbtenjače (98), pri bolnikih z diagnozo raka, za zmanjšanje občutka utrujenosti (48), v obeh primerih so imele dihalne vaje pozitiven učinek. V Sloveniji je bila leta 1998 izvedena raziskava o vplivu izvajanja dihalnih vaj na zdravstveno stanje bolnikov z multiplo sklerozo (107). Izboljšala se je fizična zmogljivost bolnikov, kontrola dihanja in dihalna zmogljivost v celoti, izboljšala se je subjektivna ocena bolnikov o kvaliteti njihovega življenja. Več raziskav potrjuje povezavo med izvajanjem joge in pranajame ter izboljšanjem zdravja diabetikov (30). Pozitivni rezultati nakazujejo pomembno smer glede načina terapije pri različnih obolenjih (24).

V raziskavi izvedeni na Thomas Jefferson Medical College (69) so zaznali pomemben padec ravni kortizola v krvi po sedemdnevem tečaju joge. Pranajama, skupaj z meditacijo, se je pokazala kot izredno učinkovita metoda za zdravljenje kronične nespečnosti (47).

Dihalne vaje so izredno učinkovito sredstvo za lajšanje težav menopavze pri ženskah. Estrogen, hormon, ki se uporablja v ta namen, ima namreč preveč

negativnih stranskih učinkov, z izvajanjem dihalnih vaj pa se lahko sindromi menopavze zmanjšajo tudi za polovico (93).

Uporabnost dihalnih vaj v športu

Dihanje oziroma dihalne tehnike naj bi v nekaj letih postale tako zanimive za širše množice kot je pred leti postala rekreativna dejavnost v obliki teka (jogging), aerobike, fitnesa in podobno (28). Tržišče v ZDA je že spoznalo novo tržno nišo; v namen izboljšanja dihalne kapacitete je moč kupiti napravo, podobno aerosolu (pumpici), ki se uporablja za zdravljenje astme (23, 54, 88). Naprava se lahko uporablja kjerkoli in kadarkoli ima človek čas za to. Omogoča izdihavanje proti pritisku, upor se nastavlja glede na potrebe. Tako izdihavanje izboljša moč dihalnih mišic, posledično se izboljšuje dihalna kapaciteta, kar pa pomeni boljši športni dosežek. Glede na rezultate neke raziskave (74), dihalne vaje, ki omogočajo izdihavanje proti upor, izboljšajo tudi anaerobno kapaciteto posameznika. Raziskava, ki so jo izpeljali na univerzi v Švici (12) je pokazala, da je možno s štiritredensko vadbo v obliki izbranih dihalnih vaj izboljšati aerobne sposobnosti in dvigniti anaerobni prag tudi pri posameznikih, katerih aerobne sposobnosti so že bile na visoki stopnji. Vaje preponskega dihanja vplivajo tudi na izboljšanje rezultatov v plavanju (32), umirjeno globoko dihanje pa je priporočljivo tudi pri drugih športnih panogah za umirjanje neprijetnih občutkov in treme (33).

Vadba zadrževanja sape poveča porabo kisika in metabolizem v celicah (80); skupaj s še drugimi učinki dihalnih vaj so nekateri posamezniki prepoznali pomembno tržno nišo: izgubljanje teže z dihalnimi vajami. Program se že nekaj časa uspešno prodaja v ZDA (79), nedavno pa se je tovrstna ponudba pojavila tudi v Sloveniji (39).

Raziskava izvedena sicer na majhnem številu ameriških srednješolcev pokaže, da 40 minutno izvajanje joge s pranajamo, 4-krat na teden, v 12-tih tednih zmanjša telesno težo v povprečju za 5 odstotkov glede na začetno stanje, v primerjavi s kontrolno skupino pa še več, saj je telesna teža v kontrolni skupini v povprečju narasla (97).

Homeostaza toplote možganskega tkiva

Glede na več raziskav dihanje skozi nos omogoča ohlajanje možganov (predvsem površinskih sprednjih delov), saj v možgane stalno priteka kri, ki se v nosni votlini ohlaja ob vsakem vdihu (25, 34, 36, 70, 67, 113), čeprav nekatere raziskave tega ne podpirajo (72). Glede na *Vascular Theory of Emotional Efference* (70) obrazna mimika spreminja volumen skozi nos vdihanega zraka, kar pa posledično vpliva na temperaturo možganov in zato tudi na splošno počutje človeka (afekt). Obrazna mimika, ki nakazuje negativne emocije, zmanjša volumen vdihanega zraka; dihanje skozi usta je pri udeležencih raziskave (eksperimentirancih) povzročilo negativne občutke in naraščanje temperature v možganih. Dihanje skozi nos je priporočljivo pri športnih dejavnostih, saj temperatura v možganih počasneje narašča, s tem kasneje prihaja do pojava pregrevanja telesa in to seveda pomeni boljši športni dosežek (36). Zaradi tega raziskovalci priporočajo uporabo trakov za razširitev nosnic pri športnem udejstvovanju in manj zaradi večjega dihalnega volumna (36, 113). Gallup in Gallup

(25) ugotavljata, da kadar temperatura v možganih naraste (zaradi mentalnega ali fizičnega dela), se pogosto pojavi zehanje, katerega namen je dodatno ohlajanje možganov in s tem ohranjanje pozornosti. Kot kaže, zehanje ni znak dolgočasje, pač pa znak napora, ko človek skuša ohraniti pozornost. Tipično krčenje in sproščanje obraznih mišic, katerega zaznamo kot zehanje, deluje kot nekakšna masaža glave, zehanje navadno spremlja raztezanje zgornjih udov in trupa, kar pospeši krvni tok v lobanjskem krvnem obtoku in tudi zaradi tega dejstva sklepajo, da je zehanje vključeno v ohranjanje in/ali vzpostavljanje mentalne učinkovitosti.

Hiperaktivnost

Kar nekaj raziskav, (Bass et al., 2004; Blunden et al., 2000; Marcus, Greene&Carroll, 1998; Urschitz, et al., 2004, 2005; ter drugi) (8) kaže na povezavo hiperaktivnosti in motenj pozornosti pri otrocih z neustreznimi dihalnimi vzorci. Neustrezno dihanje v budnem stanju, predvsem dihanje skozi usta (53) ter motnje dihanja med spanjem (sleep-disordered breathing – SDB), ki se izražajo s smrčanjem (okoli 10% otrok v Veliki Britaniji smrči stalno) ter s prekinitvami dihanja za kratke časovne periode, povezujejo z oslABLJENO sposobnostjo razmišljanja ter zmanjšano zmožnostjo reševanja problemov (zaradi hipoksije). Sindrom obstruktivne apneje (angleško: obstruktive sleep apnoea – OSA) je težka oblika SDB, pri kateri oseba preneha dihati tudi nekaj stokrat na noč. V preteklosti je bila ta oblika motnje značilna predvsem za odrasle moške (90), dandanes se pogosteje pojavlja tudi pri otrocih, predvidoma zaradi pomanjkanja gibanja ter povečanja telesne teže. Raziskave kažejo na povezanost smrčanja s hiperaktivnostjo, nezmožnostjo koncentracije, kar vpliva tako na sposobnost pomnjenja kot tudi na splošno inteligenco (28). Hiperaktivnost je povezana s socialnimi težavami. Če se težave ne rešuje, problemi otroka naraščajo. Motnje spanja otrok pa povezujejo tudi z zdravjem v odrasli dobi. Značilen je visok krvni pritisk, povečana telesna teža, diabetes, povišana stopnja holesterola in srčne bolezni. Kot mnoge navade je tudi dihalni vzorec naučen nezavedno. Enostavne dihalne vaje lahko zmanjšajo simptome neurejenih dihalni vzorcev tako pri odraslih kot pri otrocih.

10 VKLJUČEVANJE DIHALNIH VAJ PRI URAH ŠPORTNE VZGOJE

10.1 Cilji vključevanja dihalnih vaj pri urah športne vzgoje

10.1.1 Splošni cilji

»Zavedati se je treba, da so cilji športne vzgoje v marsičem specifični in drugačni od ciljev drugih šolskih predmetov...« »Temeljne dileme današnje didaktike športa so: kako izbrati prave vsebine; kako vzgajati; kako vrednotiti proces; kako doseči interdisciplinarnost.« (52).

Splošni cilj vključevanja dihalnih vaj v program športne vzgoje vidim v razvijanju zavedanja dihanja, v spodbujanju preponskega načina dihanja pri učencih z namenom ohranjanja psihosomatskega zdravja in vplivanja na razvoj zavestne sposobnosti vzpostavljanja koncentracije (osredotočenosti misli).

Če predvidevamo (načrtujemo), da bodo učenci zaradi nekaj minutnega izvajanja dihalnih vaj (vaj v preponskem dihanju) bolj zbrani in pripravljeni na šolsko delo, potem je vključevanje dihalnih vaj v šolski program smiselno. Seveda se postavlja vprašanje, ali je nekaj minutno izvajanje preponskega dihanja že zagotovilo za učinek, ki se ga nadejamo. Nekatere raziskave kažejo, da ima dihanje skozi nos takojšnji vpliv na aktivnost možganske skorje (22), močni učinki dihalnih vaj pa so zaznani tudi že po petih minutah izvajanja tovrstne aktivnosti (49).

10.1.2 Operativni cilji

Operativni cilji v zvezi z dihalnimi vajami (vajami v preponskem dihanju) so poleg posredovanja nove učne vsebine ali izpopolnjevanja že znane vsebine predvsem **razvijanje navad**.

Zakon prilagajanja pravi, da se organizem prilagodi na dano obremenitev (dražljaj), če se le-ta dovolj pogosto ponovi (108). Skozi učni proces športne vzgoje bi lahko privzgojili navado globokega in umirjenega preponskega dihanja, ki se lahko uporabi pred vsako zahtevnejšo psihofizično nalogo oziroma za umiritev ob doživljanju stresa.

10.2 Izhodišča za opredelitev cilja

10.2.1 Objektivna izhodišča

Objektivno izhodišče za opredelitev cilja izvira iz ocene potreb in možnosti za vključevanje nekega cilja.

Ocena potreb

Motnje v dihanju se pri otrocih lahko kažejo kot (28):

- dihanje skozi usta;
- smrčanje ali glasno dihanje med spanjem;
- prsno dihanje;
- napetost v vratu in ramenih, glava pa je potisnjena preveč naprej;
- neenakomerno dihanje, hiperventilacija.

Dihanje se pri otrocih začne spreminjati zaradi obstrukcije dihalnih poti (na primer astma ali pa premik nosnih kosti in/ali hrustancev), zaradi doživljanja neprijetnih čustvenih stanj (stres), slabe dihalne navade so značilne za ljudi v industrializiranih mestih (onesnažen zrak povzroči vdihavanje manjšega volumna zraka), spremenjen dihalni vzorec pa je lahko tudi posledica popularne telesne podobe (28, 90).

Obstrukcija dihalnih poti pogosto vodi v dihanje skozi usta, smrčanje ter glasno dihanje med spanjem. Dihanje skozi usta pri otrocih lahko vodi v nepravilen razvoj čeljusti, le-te se razvijejo ožje kot bi se sicer, otežena je rast zob ter izgovorjava (28). Glede na ugotovitve raziskovalcev, dihanje skozi usta ne zagotavlja nenehnega vzpostavljanja homeostaze toplote v možganskem tkivu (25, 34, 36, 70, 67, 113). Smrčanje in pojavljanje motenj dihanja med spanjem (prekinitve dihanja) so v močni zvezi s pojavnostjo motenj pozornosti in hiperaktivnosti (8, 28, 53).

Stresne okoliščine in neprijetna čustva spreminjajo dihalni vzorec, včasih za nekaj trenutkov, včasih se lahko spremenjen dihalni vzorec obdrži dalj časa in že pri najmlajših vpliva na ravnovesno stanje notranjega okolja. Ena od tipičnih oblik spremenjenega dihalnega vzorca je hlastanje za zrakom med govorom, ko otrok skuša čim hitreje odgovoriti na vprašanje. Tak govor se morda zdi simpatičen, vendar pa je ena od začetnih oblik spreminjanja zdravih dihalnih vzorcev (14). Povezava med čustvenim doživljanjem in dihalnimi vzorci, ki je opisana v petem poglavju, nezavedno spreminja globoko preponsko dihanje v plitvo (hitro ali počasno) prsno. Prav tako popularna telesna podoba (26, 90), ki jo predstavljajo ozek pas in široke prsi (pri obeh spolih) pri mladostnikih spreminja globoko preponsko dihanje v plitvo prsno. Plitvo prsno dihanje prinaša vrsto nevšečnosti, organizem skuša s številnimi homeostatičnimi procesi uravnovežiti slabšo izmenjavo plinov, kar sproži vrsto

dogodkov v organizmu, hkrati pa je plitvo prsno dihanje močno povezano z občutki tesnobe, nelagodja, strahu.

Vsak otrok vsaj občasno doživlja močna negativna čustva. Stres za otroka predstavljajo mnoge okoliščine: zahteve v šoli, medosebni odnosi doma in v širši družbeni skupnosti. Problematika stresa pa ni v stresu samemu, pač pa v načinu soočanja z njim ter v izbiri strategij za reševanje težav. »Pomanjkanje sposobnosti za učinkovito reševanje problemov, izbira neprilagojenih strategij za obvladovanje bolečih občutij.« (Tomori in Stikovič (ur.), 1998, stran 131) so lahko uvod v nezdrave oblike življenja. Neustrezne strategije, (ki jih predstavljajo najrazličnejše odvisnosti), vodijo v neustrezne socialne odnose, kar običajno še pogloblja osebne probleme. Za soočanje s stresom je potrebno ustrezno znanje (105). »Celoten potek dozorevanja posameznika je pač odvisen od tega, kako odgovarja na izzive in težave življenja.« (Zalokar-Divjak, 1998, stran 113).

Utemeljitev vključitve dihalnih vaj v program športne vzgoje v osnovnih šolah izvira že iz učnega načrta športne vzgoje za osnovnošolsko izobraževanje, ki pravi, da je šolska športna vzgoja »nenehen proces bogatenja znanja, razvijanja sposobnosti in lastnosti ter pomembno sredstvo za oblikovanje osebnosti in odnosov med posamezniki« (Kovač in Novak, 2003, stran 5). Splošni cilji športne vzgoje v osnovnošolskem programu predvidevajo med drugim skrb za skladen telesni in duševni razvoj, skrb za oblikovanje zdravega načina življenja, pozitivnih vedenjskih vzorcev (52).

Otroci pogosto razen navodil v obliki ukazov, kaj lahko in kaj ne smejo početi (npr. ne piti alkohola, ne kaditi, ne ponočevati in podobno), ne prejmejo nobenih posebnih znanj in veščin. Do konfliktnih situacij v samem posamezniku in posameznika z okolico (ožjo in širšo) prihaja tudi zaradi dvoličnosti navodil in splošne prakse. Omamljanje z alkoholom je v naši družbi navada, nekaj vrčkov piva se smatra kot zmerno pitje, jutranji »štamperle« je »samo zdravje«. Kje in kako naj otrok dobi pozitivne življenjske navade? Z ukazi? Seveda ne, še hitreje bo posegel po »preverjenih« sredstvih za lajšanje vsakdanjih tegob. Tudi odnosi do soljudi so pogosto zaznamovani z nestrpnostjo, ki se je včasih niti ne zavedamo, četudi nestrpnosti deklarativno ne odobravamo. Bi z rednim izvajanjem dihalnih vaj res toliko pridobili? Eksperimentalna raziskava izvedena v ZDA je pokazala, da se je z uvedbo izvajanja dihalnih vaj in sprostilnih tehnik, katerih so se učenci naučili v okviru šolskega pouka, izboljšal učni uspeh otrok, prisotnost pri pouku je večja, manj je anksioznosti in stresa, delovne navade učencev so boljše, boljše je sodelovanje med učenci (2).

Možnosti

Vključevanje dihalnih vaj pri urah športne vzgoje ni problematično glede prostorskih zmožnosti ali glede na rekvizite potrebne za njihovo izvajanje. Prostor mora biti zračen in čist, takšni so tudi normativi glede prostorov, v katerih se izvaja športna vzgoja. Pri učenju preponskega dihanja je sicer priporočljiva uporaba peščenih uteži,

vrečk, ni pa nujna. V idealnih pogojih bi jih šola lahko kupila, lahko pa bi jih učenci (ali njihovi starši: povezovanje staršev s šolskim delom) izdelali sami.

Vključevanje dihalnih vaj pri urah športne vzgoje je morda najbolj problematično z vidika časa: kdaj vključiti to »statično« vajo v šolsko uro in koliko časa naj tovrstna vadba traja?:

- V zaključnem delu ure bi bilo mogoče posvetiti nekaj več časa izvedbi dihalnih vaj, morda tri do pet minut. Vendar se ta del šolske ure zaradi časovne stiske pogosto niti ne izpelje (v celoti), četudi je to proti didaktičnim načelom športne vzgoje.
- V pripravljalni del ure bi bilo mogoče uvrstiti dihalne vaje kot del specialnega ogrevanja. Vključevanje dihalnih vaj v ta del ure se mi zdi smiselno z vidika vzpostavitve boljše koncentracije učencev pred glavnim delom ure, izvajanje znane vaje naj ne bi trajalo več kot dve minuti.
- Vključevanje dihalnih vaj je mogoče tudi pred izvedbo katerekoli težje gibalne naloge z namenom psihofizične umiritve, tovrstna vadba bi se izvajala individualno, morda minuto ali manj.
- Seveda je potrebno upoštevati tudi čas za učenje, za učenčevo sprejemanje novih vsebin (učenje dihalnih vaj oziroma vaj v preponskem dihanju). Ker gre za povsem naravno funkcijo človeka, ki jo je potrebno le obuditi ali pa utrditi, za učenje preponskega dihanja ne bi porabili veliko časa, morda deset, petnajst minut, skupaj z razlago in demonstracijo, nekajkrat (3 do 4 krat) v šolskem letu.
- Dihalne vaje je mogoče tudi smiselno povezovati z nekaterimi drugim vsebinami (vadba gibljivosti, sprostitvene tehnike in podobno).

10.2.2 Subjektivna izhodišča

Subjektivna izhodišča za opredelitev ciljev vključujejo vrednote, vsebinsko znanje, poznavanje učnih metod in oblik.

Vrednote

»Šola bi morala vsaditi željo in veselje po izobraževanju, sposobnost, da se otroci učijo, znanje o tem, kako se učiti, duhovno radovednost. Šele znanje oplemeniteno z vrednotami pomeni modrost.« (Zalokar-Divjak, 1998, stran 134). Kot že večkrat omenjeno, izvajanje preponskega dihanja povečuje sposobnost koncentracije in sproža sprostitveni odziv organizma. Zato je znanje dihalnih vaj mogoče opredeliti tudi kot aktivnost, ki omogoča posamezniku bolj poglobljeno (miselna naravnost) in dalj časa trajajoče učenje tudi (in predvsem) teoretičnih vsebin.

Vsebinsko znanje

Da bi lahko učitelj kakovostno uresničil vključitev dihalnih vaj v ure športne vzgoje, bi moral v svoje delo intenzivneje vključiti poleg drugih vsebin (didaktika, pedagogika, psihologija, osnove športnega treniranja), tudi svoje znanje o anatomiji in fiziologiji človeka; to je, svoje delo bi moral načrtovati s poudarkom na teh vsebinah. Seveda je to znanje, ki ga učitelj športne vzgoje pridobi v okviru visokošolskega izobraževanja na Fakulteti za šport. Za zadovoljitev potrebe po strokovni kompetenci, pa bi bilo potrebno tudi izobraževanje o osnovnih oblikah dihalnih vaj (vaj v preponskem dihanju) in o znanstveno ugotovljenih (spoznanih) učinkih dihalnih vaj na psihofizično stanje človeka.

Vsebine:

- **Vaje Hata joga**, primerne razvojni stopnji učencev;
- **Položaji**, v katerih se izvajajo vaje preponskega dihanja (90, 116):
 - Leža hrbtno (**mrtvec**), nogi razmaknjeni v širini ramen, roki v priročenju ven, dlani obrnjeni navzgor; ali: ena roka (dlan) na zgornji sredini prsnega koša (prsna) in druga dlan na sredini spodnjega roba prsnega koša (na meji med prsno in trebušno votlino);
 - Leža na trebuhu (**krokodil**), nogi udobno razmaknjeni (v širini ramen), vzročnje skrčeno not, dlani počivata na nadlakteh in glava na podlakteh, prsni koš se ne dotika tal (oziroma ne pritiska s celo težo na tla), večji del teže trupa sloni na trebuhu;
 - Sed na petah (**diamant**), dlani počivajo na stegnih, malo nad koleni), pokončna drža hrbtenice (posebej smo pozorni na hrbtenico v vratnem predelu, ki naj bo čim bolj vzravnan, s potiskom brade rahlo navzdol in istočasnim »vlečenjem« temena glave navzgor se vsaka pretirana lordoza v vratnem delu hrbtenice izravna);
 - Vzravnan pokončna stoja, stopala v širini ramen.
- **Vaje preponskega dihanja (90):**
 - Vaje preponskega dihanja z uporabo utežnih vrečk, s poudarkom na vdihu;
 - Vaje preponskega dihanja s poudarkom na koordinaciji vdiha in izdiha;
 - Vaje preponskega dihanja s poudarkom na doživljanju telesnih senzacij;
 - Izmenično dihanje skozi nosnici (izbirne vsebine);
 - Udžaji dihanje (izbirne vsebine).

Učne oblike

- **Frontalna oblika dela.** Za posredovanje novih vsebin je v okviru šolske športne vzgoje najprimernejše frontalno delo, tudi delo v parih in to bi bil tudi dober izbor učne metode pri poučevanju novih vsebin v zvezi s preponskim dihanjem. Demonstracija gibanja oziroma izvedbe vaje je pri takšni organizaciji najbolj nazorno vidna vsem učencem hkrati, učitelju pa je tako dobro vidna izvedba učencev (ugotavljanje morebitnih napak). Delo v parih omogoča učencem neposredno opazovanje (ugotavljanje napak) gibanja.

- **Klasična vadba po postajah.** V okviru klasične vadbe po postajah je priporočljivo vadbo na eni postaji nameniti sproščanju. Učenci bi lahko v ta namen izvajali eno od že znanih vaj v preponskem dihanju.
- **Obhodna vadba.** Obhodna vadba je običajno energijsko zahtevna vadba. Z namenom določanja (približne) stopnje prilagojenosti organizma na napor bi bilo mogoče eno postajo nameniti spremljanju dihanja kot odzivu na dano obremenitev (število dihalnih ciklov v minuti, po dani obremenitvi). Zaradi neločljive povezanosti srčnega utripa in dihanja je mogoče tudi s številom dihalnih ciklov približno oceniti napor, ki je bil potreben za izvedbo predhodne (predhodnih) naloge. V ta namen bi se uporabilo tudi individualne kartone za zapisovanje doseženih vrednosti.
- **Individualna oblika dela.** Počasno preponsko dihanje (ob predvidevanju, da so učenci dobro seznanjeni z vsebino, da tovrstno aktivnost pravilno izvajajo) bi bilo smiselno izvajati pred kakršnokoli zahtevnejšo gibalno nalogo (v okviru šolske športne vzgoje). Učence bi bilo potrebno s to možnostjo dobro seznaniti in jih ob primernih trenutkih ustrezno motivirati za izvajanje preponskega dihanja. Seveda pa je izbor za takšno aktivnost (dihalno vajo) osebna odločitev učenca.

Učne metode

Demonstracija, razlaga in pogovor so učne metode, ki jih učitelj lahko uporabi za podajanje znanja v zvezi z dihalnimi vajami.

- **Demonstracija** mora biti nazorna, prikazane morajo biti tudi napake v gibanju. Dihalni gibi so naravna danost, zato ta del poučevanja ni dolgotrajen ali zahteven.
- V **razlagi** vidim bistveni del (in tudi problem) podajanja znanja dihalnih vaj (vaj v preponskem dihanju) v okviru šolske športne vzgoje. Razlaga dihalne vaje mora temeljiti na znanstvenih spoznanjih različnih strok (anatomija, fiziologija, psihologija..) in se ne sme spuščati na področja, kot so spiritualnost, verstvo, nadnaravno in podobno. Pri razlagi in pogovoru bi moral učitelj poudarjati telesne senzacije in ne spodbujati domišljije otrok (kot je na primer: »Vaš dih je kot val morja...«. Tak način morda ustreza nekaterim, ne pa vsem otrokom). **»Ubranost izhaja iz telesnih občutkov, telesni občutki ustvarjajo most med telesnim in duševnim.«** (A. Trstenjak) (116). Strokovno utemeljen način podajanja znanja omogoča tudi vrsto medpredmetnih povezav. Razlaga mora biti jasna, razumljiva, pravilna, kratka. Torej mora biti primerna razvojni stopnji otrok, njihovemu (pred)znanju, povedati mora bistvo v kar najmanj besedah. Prednost dihalnih vaj je (vsaj kar se nanaša na »tehnično« izvedbo), da so učenci sposobni istočasno poslušati in izvajati vajo. Seveda to ne pomeni, da bi moral učitelj ves čas izvajanja dihalne vaje govoriti, vendarle pa lahko izvajanje prvih nekaj dihalnih ciklov pospremi z določenimi navodili in s tem tudi usmerja čas trajanja vdiha in izdiha.
- **Pogovor** o temi dihalnih vaj bi med učiteljem in učenci najbolje stekel, kadar bi učitelj sam izvajal vsaj osnovne dihalne vaje.

Didaktična načela primernosti, postopnosti in varnosti

- **Primernost:**

- Vse zahtevnejše vaje pranajama joge se izvajajo pod nadzorom izkušenega učitelja joge (65, 90), zato bi bilo v okviru šolske športne vzgoje **smiselno izvajanje le osnovnih dihalnih vaj** oziroma vaj v preponskem dihanju, v okviru izbirnih vsebin pa najosnovnejših oblik nekaterih dihalnih vaj. Vaje preponskega dihanja so predpriprava dihalnim vajam pranajame in ne vključujejo zadrževanja sape, velikih volumnov vdihanega (izdihanega) zraka ali izvajanja bandh in muder, vaje niso koordinacijsko zahtevne. Izvajanje katerekoli zahtevnejše dihalne vaje bi lahko pomenilo grob poseg v integriteto otroka (vpliv na psihično stanje), poleg tega pa neustrezni dihalni vzorci lahko privedejo do akutnega pojava hiper- ali hipo-ventilacije.
- Dihalne vaje se lahko izvajajo v gibanju ali **v statičnem položaju telesa**. Za razvijanje zavedanja dihanja in za razvijanje sposobnosti usmerjanja gibanja trebušne prepone so primernejši statični položaji, saj je tako lahko pozornost v celoti usmerjena v proces dihanja.
- Glede na razvojno stopnjo otrok bi bilo smiselno **v prvem triletju** uporabljati predvsem lažje statične in dinamične (spremembe položajev) **vaje joge**. Obstaja kar nekaj literature, ki obravnava tematiko joge za otroke. **V drugem in tretjem triletju bi moral biti poudarek** predvsem **na primerni razlagi** dihalnih vaj (kognitivno razumevanje). Znanje in vedenje o delovanju dihalnega in drugih organskih sistemov, bi bilo mogoče tako postopoma, razumljivo in nevsiljivo poglobljati.
- **Postopnost** se uresničuje prek ustreznega izbora dihalnih vaj z začetnim poudarkom na izvedbi vdiha, s postopnim podaljševanjem časa trajanja vdiha in izdiha, z izborom ustreznih telesnih položajev, s postopnim prepoznavanjem telesnih senzacij.
- **Varnost** se pri izvajanju dihalnih vaj zagotavlja z upoštevanjem načel postopnosti in primernosti, predvsem pa z nadzorovanjem časa trajanja vdiha in izdiha ter z odsotnostjo zadrževanja sape v kateremkoli delu dihalne vaje. Ob kakršnemkoli občutju nelagodja se mora izvajanje dihalne vaje prekiniti.

11 OSNOVNE DIHALNE VAJE

Pri izvajanju osnovnih dihalnih vaj je potrebno upoštevati **nekatera splošna navodila**:

- dihanje naj bo lahkotno;
- dihanje vedno poteka skozi nos (razen, če obstaja obstrukcija tega dela dihalne poti);
- dihanje je neslišno (razen pri udžaji dihalni tehniki);
- dihanje naj bo ritmično in enakomerno (čas trajanja vdih in izdih je enak oziroma kadar je izdih daljši kot vdih, naj bo trajanje vsakega posameznega izdih (vdih) enako);
- postopno podaljševanje (poglabljanje) vdih in izdih. Primerna dolžina je tista, ki ne povzroča nelagodja oziroma je dolžina primerna takrat, kadar lahko naslednjo fazo vdih in/ali izdih izvedemo nadzorovano in brez napora;
- ni zadrževanja sape;
- hrbtenica je ves čas izvajanja dihalne vaje v vzravnem položaju;
- pomembno je opozarjanje na doživljanje telesnih senzacij;
- ob kakršnemkoli nelagodju je potrebno vajo prekiniti.

11.1 Preponsko dihanje – popoln vdih

Opis preponskega (popolnega) dihanja (65), katero bi bilo lahko tudi končno znanje, ki naj bi ga učenci dosegli v okviru vsebin dihalnih vaj:

Vdih je izveden s premikom prepone navzdol (*trebušno ali preponsko dihanje*), kar je možno zaznati kot premik trebušne stene navzven. Sočasno se v vse smeri razširi spodnji del prsnega koša. To gibanje povzroči vdor zraka v spodnji, najbolj prekrvavljeni del pljuč (baza pljuč). Dihalni gib se tekoče izteče v premik srednjega dela prsnega koša (kontrakcija prsnih dihalnih mišic), kar povzroči vdor zraka v srednji del pljučnega tkiva (*prsno dihanje*). Vdih lahko od tu še nadaljujemo, (seveda je gibanje povezano), aktivacija pomožnih dihalnih mišic vratu in ramen omogoči vdor zraka vse do vrhnjega dela pljuč (vršiček pljuč), kar je možno zaznati kot rahel dvig ramenskega sklepa navzgor (*ključnično dihanje*). Popoln vdih vključuje preponsko, prsno in ključnično dihanje.

Izdih poteka v obratni smeri, zrak začne postopoma izhajati (sprostitev mišic) iz zgornjega dela prsnega koša vse do baze pljuč, izdih se zaključi s kontrakcijo mišic

trebušne stene. Zmerna kontrakcija trebušnih mišic potisne trebušno prepono v fazi njenega sproščanja še dodatno navzgor, kar povzroči iztis kar največ zraka iz pljuč.

Preponsko dihanje omogoča večji dihalni volumen in nižjo dihalno frekvenco, s tem pa boljšo izmenjavo dihalnih plinov (56), posledično to pomeni tudi nižji srčni utrip ali izboljšanje respiratornih in kardiovaskularnih funkcij. Upočasnitev dihanja skupaj z večjo amplitudo gibanja trebušne prepone uravnoteži delovanje avtonomnega živčnega sistema. Upočasnitev dihanja na 6 dihalnih ciklov na minuto v ospredje postavi aktivnost parasimpatičnega živčevja, s tem pa sprostivni refleksi organizma (49).

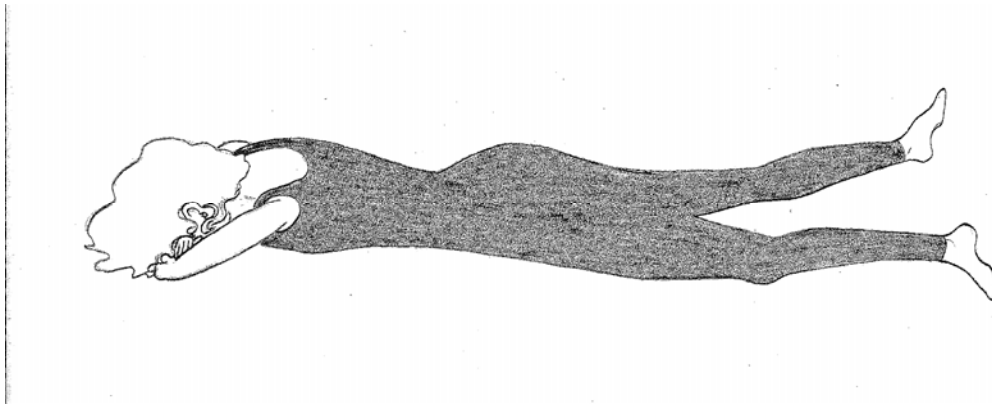
11.2 Preponsko dihanje z uporabo utežne vrečke s poudarkom na vdihu

Neposrednega gibanja trebušne prepone običajno ne moremo čutiti, zaznamo pa lahko vpliv, ki ga ima njeno gibanje na okolne strukture. S postavitvijo uteži na zgornji del trebuha je mogoče bolje občutiti gibanje te mišice, ker pa se takšna postavitvev uteži odsvetuje pri težavah s srcem, pljuči ali s krvnim pritiskom, je za šolsko delo primernejša postavitvev uteži na področje trebuha pod ravnjo popka. Utež naj ne počiva na kolčnih kosteh. Primerna začetna teža za odraslega človeka je 2,5 kg in se lahko stopnjuje (posamično povečanje teže po štirinajstdnevem rednem izvajanju te vaje) vse do 8 kilogramov (90). Za otroke je potrebno predvidevati ustrezno manjšo težo uteži.

Izvedba (90):

- Položaj mrtveca, utež položimo na trebuh pod višino popka;
- Umiritev, neslišno, naravno dihanje;
- Po začetnem izdihu sledi vdih, ki je izveden s potiskom uteži (trebuha) navzgor, sledi pasiven izdih (sprostitvev mišic), utež se spusti navzdol. Gibanje se začne s premikom trebuha, (trebušne prepone in trebušnih mišic), premik prsnega koša je naravna posledica pomika trebušne prepone navzdol;
- Dihanje je tekoče, brez prekinitev (zadrževanja sape), vendar brez hitenja;
- Enakomernost v času trajanja vdiha in izdiha se vzdržuje ali z glasnim štetjem ali z opisovanjem gibanja (telesne senzacije);
- Postopno poglobljanje vdiha (čas trajanja vdiha in izdiha se podaljšuje) pomeni tudi stopnjevanje zahtevnosti.

Preponsko dihanje v položaju krokodila (90) (Slika 1) ima podoben učinek ob izvajanju preponskega dihanja v tem položaju, vadeči dobro čuti, kako se ob vdihu poveča pritisk trebuha na tla in kako ob izdihu ta pritisk pojenja. Učenec naj preizkusi prsno in preponsko dihanje in primerja občutke (zadovoljivost vdiha).



Slika 1: Krokodil (narisala Barbara Kobal)

11.3 Preponsko dihanje s poudarkom na koordinaciji vdiha in izdiha

Koordinirano delovanje trebušne prepone in prsnih mišic je pomembnejše, kot le sama moč trebušne prepone (26).

Izvedba (90) (Slika 2):

- leža mrtvec, ena dlan počiva na zgornjem srednjem delu prsnega koša, druga na spodnjem robu prsnega koša na meji med prsno in trebušno votlino;
- vdih se začne s premikom prepone navzdol, sočasno se razširi spodnji del prsnega koša, rahlo gibanje je moč čutiti tudi v zgornjem delu prsnega koša;
- izdih se začne s sprostitvijo mišic v predelu prsnega koša, izprazni se zgornji del pljuč in se tekoče nadaljuje s sprostitvijo trebušne prepone in trebušnih mišic;
- ob vdihu poudarjati občutenje gibanja z dlanmi, ki počivajo na telesu ter občutenje naraščanja pritiska v prsni in trebušni votlini;
- ob izdihu poudarjati občutenje gibanja prek dlani ter občutenje sprostitve na območju vratu, ramenskega sklepa, v prsnem košu, občutiti krčenje trebušnih mišic ob zaključku izdiha;
- ritmičnost dihanja, brez prekinitev, postopno podaljševanje (poglobitev) vdiha in izdiha.



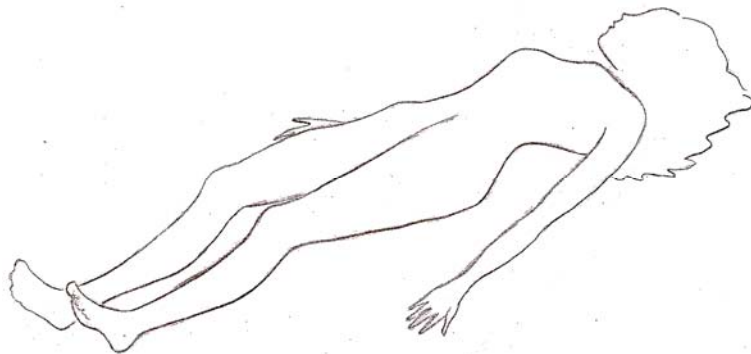
Slika 2: Mrtvec, roki na prsnem košu (narisala B.K.)

11.4 Preponsko dihanje s poudarkom telesnih senzacij

Poudarjanje telesnih senzacij je posamično in postopno; poudarjati občutenje ene telesne senzacije med vsako posamezno vajo (26).

Izvedba:

- položaj mrtvec ali diamant;
- izvedba preponskega vdiha in izdiha (opis 9.3);
- poglobljanje vdiha vse do vršičkov pljuč;
- poudarjati telesne senzacije: čutiti vstopanje hladnega zraka skozi nos, izstopanje toplega zraka; čutiti odpiranje dihalnih poti ob vdihu; čutiti širjenje spodnjega, (srednjega, zgornjega, zadnjega) dela prsnega koša; čutiti dvig prsnega koša (prsnice) naprej in navzgor; čutiti sproščanje obraznih (vratnih, ramenskih..) mišic ob izdihu; čutiti naraščanje in popuščanje pritiska v trebušni votlini.



Slika 3: Mrtvec (narisala B.K.)

11.5 Preponsko dihanje skozi delno zaporo na področju glasilk – udžaji dihanje

Gre za običajno preponsko dihanje, pri katerem je potrebno delno zapreti dihalno pot na področju glasilk (65, 90). To izvedemo s stisnjenjem mišic na tem področju; za boljši občutek, kje to sploh je, lahko pogoltnemo slino, na koncu tega giba je področje, ki ga z lahkoto zavestno nadzorujemo. Dihanje skozi delno zaporo ustvarja značilni zvok, pri izdihu višji (zrak teče po zgornji površini žrela), pri izdihu nižji (zrak čutimo kako prehaja po spodnjih površinah žrela).

Delna zapora na področju glasilk ustvarja večje pritiske, katere mora premagovati trebušna prepona, zato se le-ta krepi, glasno dihanje pa omogoča izvajalcu boljšo osredotočenost na proces dihanja.

Izvedba:

- položaj diamant ali vzravnani sed na stolu (stol mora biti prave višine, tako da se stopala plosko dotikajo tal v širini bokov, stegna so vzporedna s tlemi);
- preponsko dihanje skozi nos skozi zaporo na področju glasilk;
- dihanje je ritmično, brez prekinitev.

11.6 Izmenično preponsko dihanje skozi nosnici

Je izredno poživljajoča vaja, kar nekaj raziskav kaže, da ima takšna tehnika dihanja pomemben vpliv na aktivnost možganskih hemisfer (22, 90). Izvaja se lahko v kar nekaj različicah, tu sta predstavljeni dve začetniški vaji:

Izvedba:

- položaj diamanta (ali vzravnani sed na stolu);
- na desni roki upognemo kazalec in sredinec proti dlani (slika 4), dvignemo nadlaket in približamo roko k obrazu. Desni palec postavimo na desno nosnico, prstanec pa na levo nosnico. Za zaprtje nosnic je potreben le minimalen pritisk prstov.

Različica I. (90):

- desna nosnica je zaprta, izdihnemo skozi levo, izdih je počasen in tekoč (nežen), izpraznimo pljuča;
- ko je izdih končan, zapremo levo nosnico in odpremo desno, vdihnemo, počasi, tekoče, nežno; čas trajanja vdiha in izdiha je enak, brez zadrževanja sape med posamezno fazo vdiha in izdiha;
- izdihnemo skozi levo in vdihnemo skozi desno še drugič;
- in še tretjič; po vdihu skozi desno nosnico tudi izdihnemo skozi desno nosnico in vdihnemo skozi levo. Ponovimo izdih skozi desno in vdih skozi levo nosnico še dvakrat. Vaja je tako zaključena. Vajo lahko izvedemo tudi z začetnim izdihom skozi desno nosnico, tak način je primeren za umirjanje organizma.

Različica II. (65):

- desna nosnica je zaprta, izdihnemo skozi levo, zapremo levo in odpremo desno nosnico;
- vdihnemo in izdihnemo skozi desno nosnico, zapremo desno in odpremo levo nosnico; cikel vdiha in izdiha se ponavlja skozi eno in nato skozi drugo nosnico.



Slika 4: Položaj prstov pri izmeničnem dihanju (narisala B.K.)

11.7 Nekaj idej v zvezi s posredovanjem teoretičnih vsebin in razlage gibanja

- **I. triletje:** Že najmlajši razumejo pojme kot so dihanje, zrak, mišica. Otroci imajo radi, če so jim stvari predstavljene realno, seveda glede na njihovo sposobnost razumevanja izrazov in odnosov med pojmi (118). Zato je dobro, da se potrudimo in jim stvari predstavimo realno. Pri izvajanju vaj hata joge (pa tudi pri »običajnih« vajah) je pomembno (vsaj občasno) usmerjanje pozornosti učencev na dihanje. Ob zavzetju položaja (ali ob izvajanju neke gibalne strukture) je dobrodošlo opozarjanje na ustrezni vzorec dihanja. Po izvedbi pa le povejmo, »kako zelo so se prekrvavile naše noge (roke, trup..)« ali »naša hrbtenica se je raztegnila« ali »nadihali smo se svežega zraka«.
- **II. triletje:** Poučevanje športne vzgoje je usmerjeno v razumsko dojetje športa hkrati pa so otroci že sposobni sprejemati natančnejša navodila (52). Zato bi lahko učitelj v okviru razlag gibanja (postopoma) predstavil mišico trebušna prepona, kje leži, kako se giblje, kako s svojim gibanjem omogoča naše dihanje (na primer: »je ploščata mišica, ki deli trebušno in prsno votlino«, »je glavna mišica za dihanje«, »se ob vdihu pomakne navzdol v trebušno votlino«, »telo (kri) se ob vdihu napolni s kisikom« in podobno). Vajo 9.2. (preponsko dihanje z utežmi) lahko v tem obdobju (ali tudi kasneje) predstavimo kot način za ogrevanje in krepitev trebušnih mišic (90). Z dihanjem v položaju krokodila pa lahko otrok zavestno prepozna razliko med plitvim in globokim dihanjem.
- **III. triletje:** »Poseben problem tega obdobja je razvoj posameznikove samopodobe. Pravilno vodena športna dejavnost lahko bistveno pripomore (..) izoblikovati posameznikovo samopodobo na področju doživljanja in dojetanja svojega telesa« (Kovač in Novak, 2003, stran 58). Ustrezno vodene dihalne vaje bi lahko pripomogle k boljši samopodobi oziroma k boljšemu občutju svojega telesa tudi tistim učencem, ki za gibanje niso ravno »nadarjeni« ali nad gibanjem niso navdušeni. S stopnjevanjem znanja učencev v tretjem triletju, katerega pridobijo pri drugih predmetih, lahko tudi učitelj športne vzgoje uporablja vedno kompleksnejšo predstavitev dihalnih gibov in sovplivanja organskih sistemov. Seveda tu ne mislim predavanja, pač pa male »drobtinice«, ki jih učitelj poda mimogrede in tolikokrat, da si učenci v šolskem letu zapomnijo nekaj bistvenih stvari, ki so jim seveda tudi razumljive (npr. že omenjeno o gibanju trebušne prepone, kako njeno gibanje pospešuje pretok krvi (limfe), o boljši prekrvavljenosti organov, o spremembi pritiskov, o vstopu večje količine zraka v pljuča in tako naprej). S takim pristopom se odpira veliko možnosti za medpredmetno povezovanje (biologija, fizika).
- **Izbirne vsebine:** Aktivnosti, katere promovirajo zavedanje dihanja prek njegovega načrtnega usmerjanja ali opazovanja, se lahko vključijo v program šolske športne vzgoje v okviru izbirnega predmeta šport za sprostitev in/ali šport za zdravje. Dihalne vaje je smiselno uvrstiti predvsem kot dopolnitev vadbe joge, pilatesa, streetchinga. To so zahodnemu človeku najbolj znani sistemi, pri katerih je gibanje v močni povezavi z dihanjem. Seveda je tu še mnogo možnosti, mnogo gibalnih sistemov, preko katerih lahko učitelj spodbuja učenčevu zavedanje dihanja. Pilates vadba je še posebej blizu zahodnemu človeku. S svojo uravnoteženostjo med dinamiko in statičnostjo, med mehničnostjo gibanja in zavedanjem giba pri človeku, ki vadbo redno izvaja,

krepi organizem kot celoto, dušo in telo. V okviru izbirnih vsebin bi lahko učitelj podajal kompleksnejše teoretične vsebine v zvezi z dihanjem in dihalnimi vajami. Zaradi manjšega števila vadečih in zaradi njihove zavestne pripravljenosti za tovrstno delo, bi bilo mogoče vpeljati že nekatere enostavnejše »prave« dihalne vaje (na primer izmenično in udžaji dihanje).

12 ZAKLJUČEK

Dihanje je preko ventilacije edina fiziološka funkcija človeka, ki lahko poteka avtomatično, brez zavestnega nadzora kot tudi z zavestnim usmerjanjem, s hotenim oblikovanjem dihalnega vzorca. Stopnja, do katere lahko zavestno manipuliramo z dihanjem, je omejena z neprostovoljno refleksno dejavnostjo. Dihanje vodi dihalni center v možganskem deblu. Usmerja delo dihalnih mišic glede na informacije, ki jih pridobiva iz različnih perifernih in centralnih receptorjev v organizmu. Na oblikovanje dihalnega vzorca, na delo dihalnih mišic močno vplivajo kognitivni in emocionalni procesi, ki se odvijajo v centralnem živčnem sistemu. Ta vpliv pogosto ni skladen z metaboličnimi potrebami organizma in sčasoma lahko povzroči neravnovesje notranjega okolja.

Vzdrževanje labilnega ravnovesja notranjega okolja organizma, homeostaze organizma je neprekinjen proces, kateri se v svojih številnih oblikah odvija avtomatično, brez človekove zavestne volje. Vzdrževanje homeostaze notranjega okolja omogoča telesnim celicam optimalno opravljanje njihovih funkcij. Tudi dihanje je homeostatski proces; zagotavlja vzdrževanje ustrezne koncentracije dihalnih plinov, hkrati pa sodeluje pri vzdrževanju ustrezne ravni vodikovih ionov (kislobazično ravnovesje). Nenormalne koncentracije vodikovih ionov povzročajo motnje v delovanju organizma, na njihovo vsebnost v organizmu so izredno občutljivi vsi telesni proteini ter delovanje živčnega sistema (prenos živčnih signalov). Dalj časa trajajoče subtilne spremembe v koncentraciji vodikovih ionov sprožijo vrsto tako imenovanih sodobnih bolezni, od migren, zaprtja, mišične prenapetosti in mišičnih krčev, do visokega krvnega pritiska, vazokonstrikcije in obolenj srčne mišice.

Kljub temu, da je dihanje vpeto v človekova vedenjska, čustvena in kognitivna dejanja, je sprememba dihanja, v odvisnosti od različnih psihičnih stanj še vedno zelo slabo raziskano področje.

Trebušna prepona je glavna dihalna mišica, mišica, ki omogoča vstop (in izstop) kar največje količine zraka. Globoko in počasno preponsko dihanje hkrati uravnotežuje delovanje avtonomnega živčnega sistema, njegovega simpatičnega in parasimpatičnega dela. Aktivnost trebušne prepone sodobni človek pogosto nezavedno omejuje. Dolgotrajen stres povzroča preoblikovanje globokega preponskega v plitvo prsno dihanje. Popularna telesna podoba zahteva širok prsni koš in ozek pas, s čimer človek omejuje gibanje te mišice. Slaba telesna drža, patološke oblike fizioloških krivin hrbtenice povzročajo spremembe v dolžini mišičnih vlaken trebušne prepone in s tem motnje v dihalnih gibih (manjši ventilacijski volumni). Tudi preobilica telesnega maščobnega tkiva omejuje gibanje te mišice. Odsotnost telesne aktivnosti še ojača naštetе dejavnike.

V Pranajami, delu sistema Joga, se dihanje uporablja kot sredstvo za doseganje zdravja fizičnega telesa ter kot sredstvo za doseganje psihičnega ravnovesja, mentalne ostrine in umirjenosti. Jogijske vaje, telesni položaji (asane) in dihalne vaje (pranajame) so vse bolj prepoznane tudi v medicinski stroki kot izredno terapevtsko sredstvo pri obravnavi najrazličnejših bolezni in težav sodobnega človeka.

Osnovne dihalne vaje so primerne tudi kot del programa pri šolski športni vzgoji. Vključevanje dihalnih vaj je možno v pripravljalnem ali zaključnem delu šolske ure kot sredstvo za umiritev in/ali kot sredstvo za povečanje pozornosti (koncentracije). Osnovne dihalne vaje so primerna vsebina izbirnega predmeta športne vzgoje. Namen tovrstne vadbe je doseči sposobnost zavedanja dihanja (trenutnega dihalnega vzorca) ter sposobnost zavestnega usmerjanja dihanja z namenom sprostitve in izboljšanja psihofizičnega počutja. Da bi dosegli ta namen, bi bilo potrebno dihalne vaje v program športne vzgoje vključiti kar se da nevsiljivo, pri podajanju znanja uporabljati strokovno izrazoslovje (primerno razvojni stopnji učencev), znanje intenzivneje povezovati z vsebinami, ki jih otroci spoznajo pri drugih šolskih predmetih (medpredmetno povezovanje). Potrebno bi bilo demistificirati dihalne vaje.

Vključevanje dihalnih vaj pri urah športne vzgoje je smiselno z vidika ohranjanja psihofizičnega zdravja učencev. Sposobnost zavedanja in usmerjanja dihanja je sposobnost, ki pomembno vpliva na zdravje posameznika, je sposobnost, ki posamezniku pomaga graditi zdrav občutek samozavesti, samostojnosti in notranje moči.

13 LITERATURA

1. Anderson, D. E. in Chesney, M. A. (2002). Gender-specific association of perceived stress and inhibited breathing pattern. *International journal of behavioral medicine* 9(3), 216-227.
Pridobljeno 23.9.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.curehunter.com/public/pubmed12360838.do>
2. *Benson-Henry Institute for Mind and Body Medicine* (2006). Boston: Benson-Henry Institute for Mind Body Medicine.
Pridobljeno 15.9.2007 s svetovnega spleta:
http://www.mbmi.org/programs/school_comm_research.asp
3. Blanc-Gras, N., Benchetrit, G., in Gallego, J. (1996). Breathing retraining for asthma. *Respiratory Medicine*, 97(5), 501-507.
Pridobljeno 26.11.2007 s svetovnega spleta:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0954611102914721>
4. Boiten, F. A. (1998). The Effects of Emotional Behaviour on Components of the Respiratory Cycle. *Biological Psychology*, 49 (1-2), 29 – 51.
Pridobljeno 30.10.2007 s svetovnega spleta:
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T4T-3TX5VFC-3&_user=10&_coverDate=09%2F30%2F1998&_alid=784472713&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_cdi=4983&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_ct=3&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=2d6e18f3d5268912d803493d6e652af2
5. Boiten, F. A., Frijda, N.H. in Wientjes C. J. E. (1994). Emotions and Respiratory Patterns: Review and Critical Analysis. *International Journal of Psychophysiology* 17(2), 103 – 128.
Pridobljeno 10.6.2008 s svetovnega spleta:
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=784346093&_sort=d&_view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=2f1a8c0083fbd1864be3b2ed1c861a0f
6. Borysenko, J. (1994). *Čudežna preobrazba*. Ljubljana: Ganeš.
7. Breathing exercises can help asthma control. *Asthma UK*. (6.6.2006). Pridobljeno 22.8.2007 s svetovnega spleta:
http://www.asthma.org.uk/news_media/news/breathing.html
8. *Breath Spa for Kids*. (21.4.2006). Pridobljeno 14.9.2007 s svetovnega spleta:
<http://breathspakids.blogspot.com/2006/04/why-breath-spa-for-kids.html>
9. Brouhard, R. (2006). *Hyperventilation Syndrome*. About.com: First Aid. The New York Times Company.

Pridobljeno 1.10.2007 s svetovnega spleta:

http://firstaid.about.com/od/shortnessofbreat1/qt/06_HVSSsymptom.htm

10. Brumec, V. in Vučetić-Zavrnik, L. (1989). *Funkcionalna anatomija človeka*. Ljubljana: FTK.

11. Burns, M. (2002). The Importance of Proper Breathing Techniques. *Pulmonary Education and Research Foundation*. Pridobljeno 23.8.2007 s svetovnega spleta
<http://www.perf2ndwind.org/html/breathing.html>

12. Butellier, U., Buchel, R., Kundert, A. in Spengler, C. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65 (4), 347-353.

Pridobljeno 15.9.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1425635>

13. Cardas, E. (1992). *Dihanje: sproščanje življenjske moči: odpravljanje napetosti, krepitev življenjskega občutka, sproščanje telesne in duševne moči, zaznavanje samega sebe*. Ljubljana: Cankarjeva založba.

14. Coblenzer, H. in Muhar, F. (2003). *Dih in glas: navodila za dober govor*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

15. Clancy, J. in MacVicar, A. J. (1995). *Physiology & anatomy: a homeostatic approach*. London, Sydney, Auckland: Esward Arnold.

16. Dausner, B. (2001). Candidate Physiological Measures of Annoyance from Airborne Chemicals. *Chemical Senses*, 26 (3), 333-337.

Pridobljeno 12.3.2008 s svetovnega spleta:

<http://chemse.oxfordjournals.org/cgi/content/full/26/3/333>

17. Diaphragm. *Britannica Concise Encyclopedia*. (2006). Pridobljeno 29.5.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.answers.com/topic/diaphragm>

18. Diaphragm. *The Columbia Electronic Encyclopedia* (Sixth Edition). (2003).

Pridobljeno 29.5.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.answers.com/topic/diaphragm>

19. Diaphragm from *World of Biology*. (2005-2006). Thomson Corporation.

Prodobljeno 20.5.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.bookrags.com/research/diaphragm-wob/>

20. Dictionary definition of lymphatic system. *The American Heritage Dictionary of the English Language* (Fourth Edition). (2007, 2000). Houghton Mifflin Company.

Pridobljeno 22.7.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.answers.com/topic/lymphatic-system>

21. Dictionary: Diaphragm. *The American Heritage Dictionary of the English Language* (Fourth Edition). (2007, 2000). Houghton Mifflin Company. Pridobljeno 29.5.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.answers.com/topic/diaphragm>
22. *Earth Resonance*. (11.7.2007). Cerebral Breathing. Pridobljeno 26.10.2007 s svetovnega spleta: <http://home.gwi.net/~erichard/home.htm>
23. *Expand-A-Lung*. (2006-2008). Pridobljeno 15.8.2007 s svetovnega spleta:
www.expand-a-lung.com
24. Franzblau, S. H., Smith, M., Echevarria, S. in Van Cantfort, T. E. (2006). Take a breath, break the silence: The effects of yogic breathing and testimony about battering on feelings of self-efficacy in battered women. *International Journal of Yogic Therapy*, 16, 49-57.
Pridobljeno 10.9.2007 s svetovnega spleta:
http://www.uncfsu.edu/psychology/Dept_Web_Pages/YBIPV.htm
25. Gallup, A.C. in Gallup, G.G. (2007). Yawning as a Brain Cooling Mechanism: Nasal Breathing and Forehead Cooling Diminish the Incidence of Contagious Yawning. *Evolutionary Psychology*, 5 (1), 92-101.
Pridobljeno 5.10.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.epjournal.net/filestore/ep0592101.pdf>
26. Gilbert, C. (1999). Breathing and the Cardiovascular System. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 3 (4), 215 – 224.
Pridobljeno 1.10.2007 s svetovnega spleta:
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WHF-4GYH2F2-6&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=fcc303daeba6c420733beb9976934d25
27. Goleman, D. (1999). *Čustvena inteligenca: zakaj je lahko pomembnejša od IQ*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
28. Goode, C. B. (1985 – 2005). *Breathing in Relaxation*. Altamonte Springs, Florida & Delta, Brithis Columbia: InnerSelf Publications.
Pridobljeno 25.7.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.innerself.com/Parenting/breathing.htm>
29. Goodman, S. in Saffron, L. (1998). Joga and Breathing Exercise for Asthma. *Positive health Online* (25).
Pridobljeno 28.11.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.positivehealth.com/article-view.php?articleid=128>
30. Govindan, M. in Ripoll-Bunn, E. (2004). *A Survey of Medical Research on the Beneficial effects of Exercise and Yoga for People with Diabetes*. Eastman, Quebec: Kriya Yoga Publications, n.d.
Pridobljeno 16.9.2007 s svetovnega spleta:
http://www.experiencefestival.com/a/Yoga_and_Diabetes/id/34746

31. Grossman, E., Grossman, A., Schein, M.H., Zimlichman, R. in Gavish, B. (2001). Breathing-control lowers blood pressure. *Journal of human Hypertension*, 15 (4), 263-269.

Pridobljeno 22.8.2007 s svetovnega spleta:

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=924614>

32. Gul, S. (2008). *Diaphragmatic Breathing Technique Practice for Improved Swimming Performance*. About.com: swimming. The New York Times Company.

Pridobljeno 27.6.2007 s svetovnega spleta:

http://swimming.about.com/od/swimworkoutsandskills/a/dbt_breathing.htm?terms=couch+shev+gul

33. Hacker, C. (2003). Controlling the jitters: Emotions as a teammates rather than opponents. *Football Referee* 8-9.

Pridobljeno 3.12.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.greensborosoccer.org/Downloads/Controlling%20Your%20Emotions.pdf>

34. Harris, B. A., Andrews, P. J. D. in Murray, G. D. (2007). Enhanced upper respiratory tract airflow and head fanning reduce brain temperature in brain-injured, mechanically ventilated patients: a randomized, crossover, factorial trial. *British Journal of Anaesthesia*, 98 (1), 93-99.

Pridobljeno 4.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://bjaoxfordjournals.org/cgi/content/abstract/98/1/93>

35. Haruki, Y., Homma, I., Umezawa, A. in Masaoka, Y. (2001). *Respiration and emotion*. Tokyo: Springer-Verlag.

36. Hatfield, F. (1997). Breathe Right Nasal Strips: Not for Most Athletes. Pridobljeno 4.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://sports.org/traintech/breatheright/fch.htm>

37. *HealthAtoZ.com*. (1999-2005). Hiccups. Medical Network Inc.

Pridobljeno 13.12.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.healthatoz.com/healthatoz/Atoz/common/standard/transform.jsp?requestURI=/healthatoz/Atoz/ency/hiccups.jsp>

38. Hermann, D., Srpčič, M. in Bitenc, M. (2005). Subakutna manifestacija spontanega pretrganja trebušne prepone: predstavitev primera. *Zdravniški vestnik*, (74), 439-441.

Pridobljeno 24.5.2007 s svetovnega spleta:

<http://vestnik.sz.d.si/st5-7-8/439-441.pdf>

39. *Hitro hujšanje*. (2008). Dihalne vaje za hujšanje.

Pridobljeno 12.7.2008 s svetovnega spleta:

<http://www.hitrohujsanje.info/dihalne-vaje-za-hujsanje/>

40. Hosta, M. (2003). *Astma in šport*. Ljubljana: Fakulteta za šport: Inštitut za šport.

41. Hyperventilation. *eMedicineHealth*. (2008). WebMD.Inc.

Pridobljeno 1.10.2007 s svetovnega spleta:

http://www.emedicinehealth.com/hyperventilation/article_em.htm

42. Hyperventilation. *HealthSquare.com*. (2004-2008). The Health Central Network, Inc.

Pridobljeno 1.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.healthsquare.com/mc/fgmc0410.htm>

43. Hyperventilation. *Wikipedia*. (2008). Wikimedia Foundation, Inc.

Pridobljeno 1.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Hyperventilation>

44. Jerath R., Edry J, Barnes V. in Jerath V. (2006). Physiology of long pranayamic breathing: Neural respiratory elements may provide mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Medical Hypotheses*, 67 (3), 566-571.

Pridobljeno 17.5.2007 s svetovnega spleta:

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WN2-4JRVDBB-4&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=19782e06156b251aa2d170e5ca6579c1

45. Jerše, M. (ur.). (1983). *Osnove respiratorne fizioterapije: priročnik za fizioterapevte in medicinske sestre*. Golnik: Univerzitetni inštitut za pljučne bolezni in tuberkulozo.

46. Jokerst, M.D., Gatto, M., Fazio, R., Stern, R. M. in Koch, K. L. (1999). Slow deep breathing prevents the development of tachygastria and symptoms of motion sickness. *Aviat Space Environ Med*, 70 (12), 1189-1192.

Pridobljeno 12.9.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.internethealthlibrary.com/Health-problems/TravelSickness-DeepBreathing-Research.htm>

47. Khalsa, S.B.S. (2004). Evaluation of a yoga breathing meditation as a treatment for chronic insomnia. ISARP; 11th Annual Meeting. Pridobljeno 17.12.2007 s svetovnega spleta: http://www.ohiou.edu/isarp/conf_04/paper_4.htm

48. Kim, S. D. in Kim, H. S. (2005). Effects of a relaxation breathing exercise on fatigue in haemopoietic stem cell transplantation patients. *Journal of Clinical Nursing* 14 (1), 51-55.

Pridobljeno 14.9.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/jcn/2005/00000014/00000001/art00009>

49. Kolisko, P., Jandova, D., Salinger, J., Opavsky, J., Ježek, M. in Slovaček, K. (2004). Application of the Method of Spectral Analysis of Heart Rate Variability During Effects Assessment of Selected Breathing Techniques on Functional Changes in the Autonomous Nervous System. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 34 (2), 43 – 58.

Pridobljeno 12.3.2008 s svetovnega spleta:

http://www.upol.cz/fileadmin/user_upload/Veda/AUPO/AUPO_Gymnica_34-2.pdf

50. Koturović, L. in Jeričević, D. (1983). *Korektivna gimnastika*. Beograd: Sportska knjiga.
51. Kovač, M. in Novak, D. (2001). *Učni načrt: izbirni predmet: program osnovnošolskega izobraževanja. Šport: šport za zdravje, izbrani šport, šport za sprostitev*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport: Zavod RS za šolstvo.
52. Kovač, M. in Novak, D. (2003). *Učni načrt: program osnovnošolskega izobraževanja. Športna vzgoja*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport: Zavod RS za šolstvo.
53. Kuhn C., K. A., Di Francesco, R. C., & de Souza Junaquiera, P. A. (2005). The influence of mouth breathing on reading and writing learning. *Jelsoft Enterprises Ltd*. Pridobljeno 23.11.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.teach-the-brain.org/forums/archive/index.php/t-43.html>
54. Laffey, J.G. in Kavanagh, B. P. (2002). Hypocapnia. *The New England Journal of Medicine*, 347 (1), 43-53.
Pridovljeno 3.10.2007 s svetovnega spleta:
<http://content.nejm.org/cgi/content/extract/347/1/43>
55. Lasan, M. (1994). *Fiziologija športa 1. Vaje*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
56. Lasan, M. (1994). *Fiziologija športa 2. Vaje*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
57. Lasan, M. (1996). *Fiziologija športa – harmonija med delovanjem in mirovanjem*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport: Viharnik.
58. Laurance, J. (28.6.2007). Breathing exercises can cut asthma symptoms by a third. *The Independent*. Pridobljeno 23.8.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.independent.co.uk/life-style/health-and-wellbeing/health-news/breathing-exercises-can-cut-asthma-symptoms-by-a-third-454983.html>
59. Leff, A. R. in Schumacker, P. T. (1993). *Respiratory physiology: basic and applications* (First Edition). Philadelphia: Saunders.
60. Lötters, F., van Tol, B., Kwakkel, G. in Gosselink, R. (2002). Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *European Respiratory Journal* 20 (3), 570-577.
Pridobljeno 15.9.2007 s svetovnega spleta:
<http://erj.ersjournals.com/cgi/content/abstract/20/3/570>
61. Lymphatic System. *Britannica Concise Encyclopedia*. (2006). Encyclopedia Britannica, Inc.
Pridobljeno 22.7.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.answers.com/topic/lymphatic-system>
62. Lymphatic System. *Columbia Encyclopedia* (Sixth Edition). (2003). Columbia University Press.
Pridobljeno 22.7.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.answers.com/topic/lymphatic-system>

63. *Lymphatic System*. (2008). Cayuga Community College, State University of New York. Pridobljeno 22.7.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.cayuga-cc.edu/people/facultypages/greer/biol204/lymphatic1/lymphatic1.html>

64. *Lymphatic System*. (1990). The Sahara Clinic. Pridobljeno 22.7.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.saharaclinic.com/lymphaticsystem.htm>

65. Lysebeth van, A. (1979). *Pranajama – dinamika dihanja*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

66. Mackenzie, B. (1997). Injury Prevention. Pridobljeno 24.11.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.brianmac.co.uk/injury.htm>

67. Mariak, Z., White, M. D., Lewko, J., Lynson, T. in Piekarski, P. (1999). Direct cooling of the human brain by heat loss from the upper respiratory tract. *Journal of Applied Physiology*, 87 (5), 1609-1613.

Pridobljeno 6.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://jap.physiology.org/cgi/content/full/87/5/1609>

68. Matsumoto, M. in Smith, J. C. (2001). Progressive muscle relaxation, breathing exercises, and ABC relaxation theory. *Journal of Clinical Psychology* 57 (12), 1551 – 1557.

Pridobljeno 28.8.2007 s svetovnega spleta:

<http://www3.interscience.wiley.com/journal/88011089/abstract>

69. Maxwell, E. A. (2007). Yoga, Stress & Relaxation. *Ananda Marga Association of Yoga Educators*. Pridobljeno 26.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.amaye.org/articles/yoga-stress-relaxation-biopsychological-approach>

70. McIntosh, D.N., Zajonc, R.B., Vig, P.S. in Emerick, S.W. (1997). Facial Movement, Breathing, Temperature, and Affect: the Vascular Theory of Emotional Efference. *Cognition and Emotion*, 11 (2), 171-196.

Pridobljeno 3.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.ingentaconnect.com/content/psych/pcem/1997/00000011/00000002/art00003>

71. McKinney, R. W. (2000). *Breathing*. New Jersey: The College of New Jersey.

Pridobljeno 20.5.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.tcnj.edu/~mckinney/breathing.htm>

72. Mekjavic, I. B., Rogelj, K., Radobuljac, M. in Eiken, O. (2002). Inhalation of warm and cool air does not influence brain stem or core temperature in normothermic humans. *Journal of Applied Physiology*, 93 (1), 65-69.

Pridobljeno 7.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/93/1/65>

73. *Mindful Physiology Institute*. The certified capnobreath trainer. Pridobljeno 3.10.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.bp.edu/CapnoBreath%20Certification.pdf>
74. Misner, B. (1991). Performance gains following resistance breathing exercises: single subject case study. *Neobjavljeno*. Pridobljeno 25.8.2007 s svetovnega spleta:
http://www.hammernutrition.com/downloads/airway_training.pdf
75. *Neuronotes. Diaphragm and fonation*. (2008). Toronto: University of Toronto. Pridobljeno 27.3.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.utoronto.ca/neuronotes/SLP/15%20Diaphragm%20and%20Phonation.pdf>
76. Ober, C. A. (2008). Grounding the Human Body to Neutralize Bio-Electrical Stress From Static Electricity and EMFs. *EDS Journal*. Pridobljeno 28.6.2008 s svetovnega spleta:
http://www.earthfx.net/pdf/EFX_science_Ober_sleep.pdf
77. O'Rahilly, R., Müller, F., Carpenter, S. in Swenson, R. (2004). *Basic Human Anatomy: A Regional Study of Human Structure. Chapter 20: The thoracic wall and mediastinum*. Online version: Dartmouth Medical School. Pridobljeno 15.1.2008 s svetovnega spleta:
http://www.dartmouth.edu/~humananatomy/part_4/chapter_20.html#top
78. Osborne, S. (2007). *Respiratory Physiology, Lecture 8*. Vancouver: University of British Columbia. Pridobljeno 2. 7. 2007 s svetovnega spleta:
<http://www.sallyosborne.com/Lec%208%202008%20Control%20of%20Breathing.pdf>
79. Oxycise! (1999-2006). Oxycise! International, Inc. Pridobljeno 15.8.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.oxycise.com/>
80. Pal, G. K., Velkumary, S. in Madanmohan. (2004). Effect of short-term practice of breathing exercises on autonomic functions in normal human volunteers. *Indian Journal of Medical Research* 120 (2), 115-121. Pridobljeno 15.9.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.icmr.nic.in/ijmr/2004/0807.pdf>
81. Palastanga, N., Field, D. in Soames, R. (1998). *Anatomy and human movement: structure and function*. (Third Edition). Oxford: Butterworth-Heinemann.
82. Peper, E. in MacHose, M. (1993). Symptom prescription: Inducing anxiety by 70% exhalation. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 18 (3), 133-139. Pridobljeno 25.9.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.springerlink.com/content/p364311v76331447/>

83. Petrofsky, J. S., Cuneo, M., Dial, R. in Morris, A. (2005). Muscle Activity during Yoga Breathing Exercise Compared to Abdominal Crunches. *The Journal of Applied Research*, 5(3), 501-507.

Pridobljeno 20.9.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.jrnlappliedresearch.com/articles/Vol5Iss3/Petrofsky.pdf>

84. Petrovič, N. (2005). Vdihnite zdravje. *Viva, revija za zdravo življenje*, 142/September.

Pridobljeno 23.5.2007 s svetovnega spleta

<http://www.viva.si/clanek.asp?arhiv=1&id=2650>

85. Philippot P., Chapelle, G. in Blairy, S. (2002) *Respiratory Feedback in the Generation of Emotion*.

Pridobljeno 29.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.ecsa.ucl.ac.be/personnel/philippot/RespiFB010613.pdf>

86. *Physiotherapy for Hyperventilation*. (2008). Pridobljeno 1.10.2007 s svetovnega spleta: <http://www.physiohypervent.org/hyperventilation.html>

87. Pickering, T.P. (2000). Panic Attacks, Hyperventilation, and Hypertension. *Journal of clinical Hypertension*, 2 (4), 287-289.

Pridobljeno 4.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.medscape.com/viewarticle/407702>

88. Powerbreathe Breathing Exercise, Lung Exercise, Respiratory Exercise For Easy Breathing – Wellness. Livingiseasy. (2004-2008). Pridobljeno 15.8.2007 s svetovnega spleta:

www.livingiseasy.co.uk

89. Power Lung Science of Better Breathing. Livingiseasy. Pridobljeno 15.8.2007 s svetovnega spleta: <http://www.power-lung.co.uk/>

90. Rama, S., Ballentine, R. in Hymes, A. (1979, 1998). *Science of breath. A practical guide*. Honesdale: The Himalayan International Institute of Yoga Science and Philosophy of the USA.

91. Ritz, T. (2004) Probing the Psychophysiology of the Airways. Physical Activity, Experienced Emotion, and Facially Expressed Emotion. *Psychophysiology* 41 (6), 809 – 821.

Pridobljeno 10.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.smu.edu/psychology/faculty/tritz.html>

92. Russell, J. A. (2003). Core Affect and the Psychological Construction of Emotion. *Psychological Review*, 110 (1), 145 – 172.

Pridobljeno 15.3.2008 s svetovnega spleta:

<http://www2.bc.edu/~russeljm/publications/psyc-rev2003.pdf>

93. Schardt, D. (2004). Managing menopause: how to curb hot flashes, bone loss, and other symptoms. *Nutrition Action Healthletter*, (julij-avgust).

Pridobljeno 15.9.2007 s svetovnega spleta:

http://findarticles.com/p/articles/mi_m0813/is_6_31/ai_n6156998

94. Schilling, D. (2000). *50 dejavnosti za razvijanje čustvene inteligence. Stopnja 1, Za delo z otroki od 6 do 10 let*. Ljubljana: Inštitut za razvijanje osebne kakovosti.
95. Schleifer, L. M., Ley, R. in Spalding, T. W. (2000). A hyperventilation theory of job stress and musculoskeletal disorders. *American Journal of Industrial Medicine*, 41 (5), 420 – 432. Pridobljeno 25.8.2007 s svetovnega spleta:
<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/93513352/ABSTRACT>
96. Scolio, J., Makdessian, A. in Rastegar, A. (2000). *Intelligent Pressure Sensor Signal-Conditioning For Correlating Respiratory Signals to Emotion*. Pridobljeno 12.2.2008 s svetovnega spleta:
<http://www.planetanalog.com/showArticle.jhtml?articleID=192200783>
97. Shetty, A. B. (3.3.2006) *Obese teens shed pounds with yoga and breathing exercises*. Meeting report: American Heart Association. Pridobljeno 14.9.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3038035>
98. Sutbeyaz, S. T., Koseoglu, B. F. in Gokkaya, N. K. O. (2005). The Combined Effects of Controlled Breathing Techniques and Ventilatory and Upper Extremity Muscle Exercise on Cardiopulmonary Responses in Patients with Spinal Cord Injury. *Inter J of Rehab Res*, 28 (3), 273 – 276. Pridobljeno 24.8.2007 s svetovnega spleta:
http://www.ncpad.org/research/fact_sheet.php?sheet=441
99. Swami, J. B. (2003) Diaphragmatic Breathing. *Traditional Yoga and Meditation of the Himalayan Masters*. Pridobljeno 29.5.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.swamij.com/diaphragmatic-breathing.htm>
100. Tam, M. (2006). The Thoracic Diaphragm. *Medical Student's retreat*. Pridobljeno 28.7.2007 s svetovnega spleta:
<http://download.videohelp.com/vitualis/med/diaphram.htm>
101. Tavzes, M. (ur.). (2002). *Veliki slovar tujk*. Ljubljana: Cankarjeva založba.
102. Taylor, S. (2001). Breathing Retraining in the Treatment of Panic Disorder: Efficacy, Caveats and Indications. *Cognitive Behaviour Therapy*, 30 (1), 49-56. Pridobljeno 14.9.2007 s svetovnega spleta:
<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a713604188~db=all~order=pag e>
103. *The Panic Attacks Prevention Program*. (2001-2008). Brighton: Uncommon Knowledge LLP. Pridobljeno 1.10.2007 s svetovnega spleta:
http://www.panic-attacks.co.uk/panic_attacks_4.htm
104. *The Thoracic Cage/Respiration & Breathing – Unit IV*. (1996-2008). Richmond: Virginia Commonwealth University.

Pridobljeno 7.6.2007 s svetovnega spleta:

http://www.courses.vcu.edu/DANC291-003/unit_4.htm

105. Tomori, M. (ur.), Stiković, S. (ur.), Stergar, E., Pinter, B., Rus-Makovec, M. (1998). *Dejavniki tveganja pri slovenskih srednješolcih*. Ljubljana: Psihiatrična klinika.

106. Tortora, G. J. in Grabowski, S. R. (1996). *Principles of anatomy and physiology* (Eighth Edition). Menlo Park [etc.]: HarperCollins College Publishers.

107. Trampuž, A. (1999). Programi umetnosti življenja in njihov vpliv na zdravje. *Inta, Članki*.

Pridobljeno 12.12.2007 s svetovnega spleta:

<http://64.233.183.104/search?q=cache:yu6aX8JcMJ:med.over.net/inta/index.php%3Fshow%3Dfull%26pcat%3D85%26id%3D7361+erjavec+ko%C5%A1orok+%22rezultati+testiranja+bolnikov+z+multiplo+sklerozo+po+izvajanju+dihalnih+vaj%22&hl=en&ct=clnk&cd=1>

108. Ušaj, A. (1997). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

109. Vidmar, J. (1992). *Kinezioterapija*. Univerza v Ljubljani: Fakulteta za šport.

110. *Washingtonpost.com*. (13.6.2006). Quick Study: A weekly digest of new research on major health topics. Asthma. Breathing exercise may lead to an easing of symptoms.

Pridobljeno 1.12.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/06/12/AR2006061201366.html>

111. Wechsler, B. H. (7.2.2007). *Alternate Nostril Breathing Exercise*.

Pridobljeno 12.9.2007 s svetovnega spleta: <http://ezinearticles.com/?Alternate-Nostril-Breathing-Exercise&id=447329>

112. *Wellness Tips*. Breathe. (2006). Pridobljeno 3.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.wellnesstips.ca/hyperventilation.htm>

113. White, M. D., & Cabanac, M. (1995). Physical dilatation of the nostrils lowers the thermal strain of exercising humans. *European Journal of Applied Physiology*, 70 (3), 200-206.

Pridobljeno 6.10.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.springerlink.com/content/jw273lg486n50626/>

114. *Woolcock institute of Medical Research*. (20.3.2005). Breathing Exercises Help Reduce the Use of Asthma Medications. Pridobljeno 23.8.2007 s svetovnega spleta:

<http://www.irm.usyd.edu.au/PDF/PR/50.pdf>

115. Yan, Q., Sun, Y. in Lin, J. (1996). A quantitative study on the effect of breathing exercises in improving respiratory muscle contraction. *Zhonghua Nei Ke Za Zhi [Chinese Journal of Internal Medicine]* 35 (4), 235-238.

Pridobljeno 22.8.2007 s svetovnega spleta

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=PubMed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=9387637&ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.PubmedResultsPanel.Pubmed_RVAbstractPlus

116. Zagorc, M. (1997). *Sprostimo se*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

117. Zagorc, M., Jarc Šifrar, T, in Petrovič, S. (2007). *Joga v sodobni pripravi športnih plesalcev*. Ljubljana: Plesna zveza Slovenije.

118. Zalokar - Divjak, Z. (1998). *Vzgoja za smisel življenja*. Ljubljana: Educy.