

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

OSNOVNE AKADEMSKE STUDIJE

**SREDSTVA OBUKE PLIVANJA I TRENAŽNE PRIPREME
PLIVAČA U PROFILAKSI PECTUS EXCAVATUM**

ZAVRŠNI RAD

Student

Mentor

Đorđe Kapetanović

Prof.dr Branislav Jevtić, redovni profesor

Beograd, 2023.

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG OBRAZOVANJA
OSNOVNE AKADEMSKE STUDIJE

**SREDSTVA OBUKE PLIVANJA I TRENAŽNE PRIPREME
PLIVAČA U PROFILAKSI PECTUS EXCAVATUM**

ZAVRŠNI RAD

Student:

Đorđe Kapetanović

Broj indeksa: 4/2018

Komisija za ocjenu i odbranu završnog rada:

1. Prof. dr Branislav Jevtić, red. profesor, mentor
2. Prof. dr Snežana Radisavljević-Janić, red.profesor
3. Prof. dr med Branka Marković, van. profesor

Beograd, 2023.

KLJUČNE RIJEČI: *pectus excavatum, fizičko vježbanje, plivanje, profilaksa*

SADRŽAJ:

UVOD.....	3
1. PREDMET, PROBLEM, METOD I CILJEVI RADA.....	6
1.1 Predmet rada.....	6
1.2. Problemi.....	6
1.3. Metode saznanja.....	6
1.4. Ciljevi rada.....	6
2. DEFORMITETI GRUDNOG KOŠA – OKVIR MEDICINSKE DOKTRINE.....	8
2.1. Deskripcija anatomskih činilaca grudnog koša.....	8
2.2. Deformiteti grudnog koša.....	9
2.2.1. Pectus excavatum – udubljene grudi	10
2.2.2. Pectus carrinatum ispupčene grudi.....	11
2.2.3. Pectus planum ravne grudi	12
2.2.4. Dijagnoza, klinička slika i liječenje deformiteta grudnog koša.....	13
2.3. Operativni metod.....	14
2.3.1. Halerov indeks	15
2.3.2. Vakumsko zvono.....	16
3. KINEZITERAPIJA I <i>PECTUS EXCAVATUM</i>	18
3.1 Primjena kineziterapije.....	18
3.2. Prirodni fizikalni agensi u kombinaciji sa kineziterapijom pri tretiranju deformiteta.....	23
4. STANJA <i>PECTUS EXCAVATUMA</i> I <i>POSTURE TIJELA</i> – ka doktrini fizičke kulture.....	24
4.1.Značaj vodene sredine i plivanja za djecu.....	24
4.2. Sredstva obuka plivanja i profilaksa Pectus Excavatum.....	27
4.3. Plivačke tehnike u funkciji korektive deformiteta.....	30
4.4. Plivanje i postura tijela.....	32
4.5. Dominantna aktivnost određenih mišićnih grupa i zavisnot od plivačke tehnike.....	33
5. <i>PECTUS EXCAVATUM</i> USPJEH U VRHUNSKOM PLIVANJU – BIOGRAFSKI OSVRT.....	38
5.1. Biografski osvrt vrhunskih plivača sa Pectus Excavatum.....	38
5.2. Psihološki osvrt kod Pectus Excavatum.....	40
6. OSTALI ASPEKTI PLIVAČKOG TRENINGA OSOBA SA <i>PECTUS EXCAVATUMOM</i>	42
6.1. Trening sa dodatnim opterećenjem i <i>calisthenics</i> forme vježbanja.....	42
6.2. Vježbe disanja i dijafragma.....	47

7. SPECIFIČNE VJEŽBOVNE AKTIVNOSTI PLIVAČA SA PECTUS EXCAVATUM.....	53
7.1. Core trening plivača.....	53
7.2. Specifične vježbe u vodi.....	58
ZAKLJUČAK.....	61
Literatura:.....	63

UVOD

„Nedostatak aktivnosti uništava dobru kondiciju svakog ljudskog bića, dok kretanje i metodičke fizičke vježbe je čuvaju i održavaju” – Platon.

Poznata misao rimskog pjesnika Juvenala „Mens sana in corpore sano” – „U zdravom tijelu zdrav duh“, je danas izreka koju svi koristimo ili je čujemo vrlo često. Odvajkada je poznata važnost fizičke aktivnosti kako za fizičko tako i za mentalno zdravlje. Takođe, činjenica je da fizička aktivnost ima širok spektar pozitivnih uticaja na raspoloženje i opšte psihičko stanje. Kada su u pitanju neke vrste i deformiteti skeleta čovjeka, pokazalo se da fizička aktivnost i redovno i usmjereno vježbanje imaju značajan uticaj u smislu profilakse i komplementarnih efekata na tok oporavaka.

Pored stečenih deformiteta skeleta, različitog etiološkog porijekla, postoje i urođeni deformiteti. Predmet ovog rada su deformitet grudnog koša. Cilj rada se odnosi na forme, sadržaj i sredstva metodike obuke plivanja i trenažne pripreme plivača u funkciji profilakse pectus excavatum (PE).

Stoga je u radu obrađen problem deformiteta grudnog koša sa akcentom na udubljene grudi, sadržaje vježbanja u vodi i samo plivanje u profilaksi stanja, ublažavanju faktora koji prate ovaj tjelesni problem. Potpuno izliječenje ili potpuno otklanjanje istog nije utvrđeno.

Vježbanje u vodi i plivanje su korisno sredstvo cjeloživotne agende postizanja kvaliteta života. Ono je pomoć, kako u regulisanju mnogih zdravstvenih izazova i problema, tako i u sticanju i održavanju kondicije i smanjenje tjelesne težine i jačanja mišićnog sistema. Voda, plivanje, vježbe disanja, komplementarno trenažno-takmičarsko vježbanje van vode u pravcu izgradnje sportskog rezultata može pomoći kod PE (udubljene grudi ili levkaste grudi).

Tradicionalna pristup tretiranja PE fizičkom vježbom se odvija kroz fizikalnu terapiju, kineziterapiju, ali i korektivnu gimnastiku. Vrlo važno je na ovom mjestu napraviti distinkciju i prve dvije forme vježanja razvrstati u grupu medicinskih tretmana, dok, kada se radi o korektivnoj gimnastici, tada se radi o opredmećenom prostoru rada nastavnika fizičkog i zdravstvenog vaspitanja, ali, zašto ne reći i trenera nekih sportskih grana, koji kroz svoje obrazovne programe (formalnog, informalnog i neformalnog obrazovanja) stiču znanja i vještine iz ove oblasti. Shodno navedenom opredmećenom prostoru u radu trenera plivanja i nastavnika fizičkog i zdravstvenog vaspitanja, predmet ovog rada je

imanentna trenažna vježba koja se realizuje u specifičnim, poluspecifičnim i opštim uslovima napora i sa učinkom u profilaksi PE. Predmet rada je i pecuts excavatum kao lično iskustvo u tradicionalnom, ali i trenažno-takmičarskom vježbanju kroz sportsko plivanje.

Kompozicija rada je uspostavljena oko tradicionalnog pristupa metodologije izrade završnog rada na akademskim studijskim programima. Stoga su u ovom, prvom poglavlju, navedene činjenice kojima se bliže opisuju predmet, ciljevi i metode saznanja. U drugom poglavlju su obrađeni parametri deformiteta, kao što su etiologija, dijagnoze, kliničke slike i pristupi liječenju.

U trećem poglavlju istaknuti su principi kineziterapija u svrhu korekcije otklanjanja deformiteta i njen veliki značaj na ovaj problem, kao i na značaj prirodnih fizikalnih agenasa pri tretiranju ovog deformiteta.

U četvrtom poglavlju rada akcenat je stavljen na vježbanje plivanjem, kako njegov opšti, tako i usmjereni efekat na PE, i adaptacije unutar posture tijela, disanje, gipkost grudnog koša, ramenog pojasa i vrata. Shodno svemu navedenom, program vježbanja plivanjem u tretiranju PE biće predstavljen kroz "plivački kontinuum", odnosno kao submodele obuke plivanja i bezbejednosti na vodi, škole plivanja, škole sportskog plivanja i samo sportsko plivanje. Kako je u ovom radu akcenat stavljen na plivanje to će biti predstavljen značaj i ulogu plivanja u očuvanju posture tijela.

Put saznanja o problemu PE se odvija kroz dedukciju dva prostora saznanja, i to anatomija i anatomije plivanja. Važan segment su i primjeri ostvarenja vrhunskog sportskog rezultata plivača sa evidentnim PE. U tretmanu deformiteta skeleta usmjerenim sredstvima sportskog treninga, ne manje važan je prostor psiho-socijalnih osobnosti vježbača, koji će djelimično biti obrađen predmetom radom.

U petom poglavlju dat je osvrt na karijere vrhunskih plivača sa PE, kao i opis psihološkog stanja kod osoba sa PE.

U šestom poglavlju predstavljeni su aspekti plivačkog treninga kao što je trening sa dodatnm opterećenjem i vježbe disanja.

U sedmom poglavlju date su usmjerene vježbovne aktivnosti plivača sa PE, i predstavljane vježbe koje su se pokazale kao uspješne u profilaksi PE.

Zaključak, kao poslednje poglavlje, donosi implikativni rezime predmeta saznanja. U zaključnim razmatranjima naglasak je na rezimiranju sistematskog istraživanja, analize

dobijenih rezultata, a oni su vezani svakako za važnost vježbanja u vodenoj sredini, plivanja i drugih vodenih sportova u prevenciji i upravljanju pectus excavatum, kao i ulogu u profilaksi.

1. PREDMET, PROBLEM, METOD I CILJEVI RADA

1.1 Predmet rada

Predmet ovog rada su sadržaji usmjerenog vježbanja i treniranja pojedinaca sa PE. Prikazana su vježbanja koja se realizuje u specifičnom okruženju. Ista su analizirana sa pozicije profiakse PE. Kroz sistematsko posmatranje i analizu relevantnih činilaca progresa u tretmanu PE, ukazaće se i na benefite koje pruža u prvom redu vodena sredina i sadržaji vježbanja plivanjem na profilaksi PE.

1.2. Problemi

Redovna fizička aktivnost ili pravilno vježbanje važno je kako kod „zdravih osoba“ tako i kod osoba koje imaju neki od tjelesnih deformiteta, pa tako i PE. Za ublažavanje efekata ovog deformiteta koriste se sadržaji fizikalne medicine, operativni zahvati, ali, i vjerovatno prije drugih, opšta, poluusmjerena i usmjerena vježbanja kroz plivačku aktivnost, uključujući i samo sportsko plivanje (problem rada).

1.3. Metode saznanja

Metod rada odnosi se na put sticanja zaključaka o postavljenom problemu. Kroz sistematsko posmatranje i analizu relevantnih i referentnih izvora činjenica sačinjen je okvir relevantnih pokazatelja etiologije PE, odnosno konstrukt sadržaja profilakse kroz plivačke aktivnosti opšteg (obuka plivanja), usmjerenog i trenažnog karaktera. Dakle od prostora medicinske doktrine u tretmanu osoba sa PE do prostora znanja kojim je moguće oblikovati specijalizovanu didaktiku za neposredan rad nastavnika fizičkog vaspitanja i trenera sportskog plivanja sa učenicima – sportistima sa PE. U afirmaciji zaključaka ovog završnog rada, isti će biti kauzalno postavljeni u odnosu na biografije uspešnih plivača sa PE.

1.4. Ciljevi rada

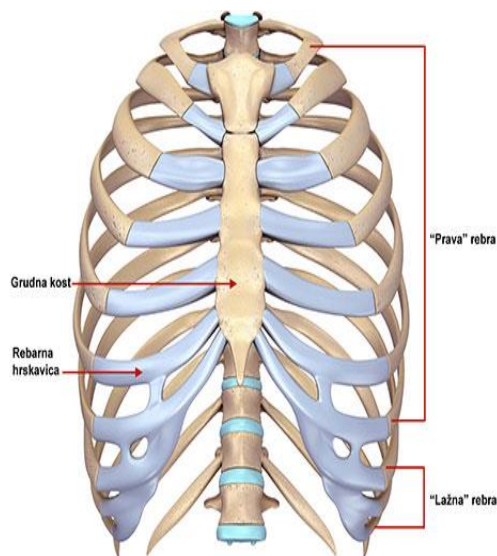
Ciljevi ovog rada su multidisciplinarni. Jedan broj se odnosi na one kojim se približava etiologija PE i medicinska doktrina, uključujući fizikalnu terapiju u tretiranju ovog deformiteta grudnog koša. Druga grupa ciljeva pripada Teoriji plivanja, konkretno, odnose

se na saznanji i praktični iskorak u razumijevanje efekata obuke plivanja i treninga pojedinaca sa PE kroz opšte, usmjereno i trenažno sportsko plivanje. Realizacija druge grupe ciljeva vodi do okvira doktrine fizičkog i zdravstvenog vaspitanja i teorije sporta u tretiranju PE od strane nastavnika i sportskog trenera. Ne manje važno bilo je predstaviti kapacitet ova dva zanimanja u realizaciji programa kroz organizovano i usmjereno vježbanje u vodi, komplementarno trenažno-takmičarsko vježbanje van vode, kao i druge metode i sadržaje u pravcu izgradnje sportskog rezultata pojedinaca sa PE.

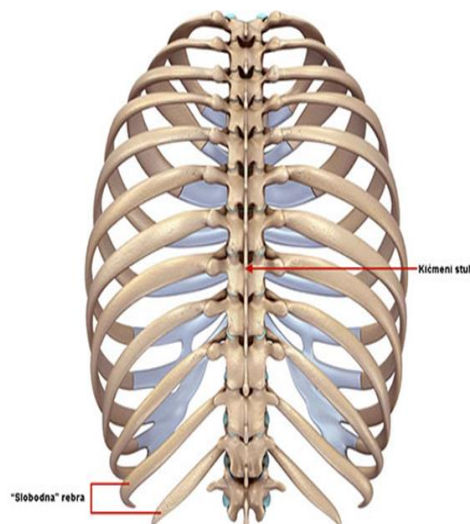
2. DEFORMITETI GRUDNOG KOŠA – OKVIR MEDICINSKE DOKTRINE

2.1. Deskripcija anatomskih činilaca grudnog koša

Kao što je prikazano na slikama 1 i 2, grudni koš (*thorax*) čine njegova prednja, bočna i zadnja stranu. Dvanaest pari rebara (*oss costae*), povezujući sa prednje strane grudnu kost (*os sternum*), i sa zadnje strane leđni dio kičmenog stuba, grade grudni koš i omeđuju grudnu duplju.



Slika 1. Grudni koš – prednja strana
Izvor: <https://www.nika.rs/deformiteti-grudnog-kosa/>

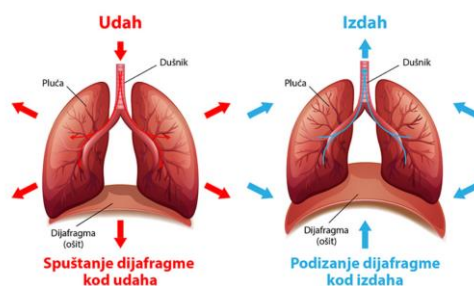


Slika 2. Grudni koš – zadnja strana
Izvor: <https://www.nika.rs/deformiteti-grudnog-kosa/>

Prvih sedam pari rebara se zglobljava direktno sa grudnom kosti, a osmo, deveto i deseto rebro pripajaju se preko svojih hrskavica za hrskavice prethodnih rebara. Poslednja dva para rebara, jedanaesto i dvanaesto, su slobodni, bez hrskavičavih pripoja. Sa zadnje strane grudnog koša rebra su povezana sa kičmenim stubom.

Osnovna funkcija grudnog koša je da obezbjedi i zaštititi vitalne organe, odnosno srce i pluća od potencijalnih trauma.

Disanje, odnosno, pravilno disanje, može u velikoj mjeri pomoći kako u svakodnevnom životu, tako i u sportu. Ako disanje nije pravilno, ni jedan kretni obrazac ne može biti cjelovito i pravilno izveden. Za pravilan udah neophodno je angažovanje dijafragme, koja kao kupolasti mišić dijeli grudnu od trbušne šupljine. Ona se ujedno smatra primarnim mišićem od značaja za stabilizaciju trupa. Većina ljudi nesvjesna je svoje dijafragme. Teško je osjetiti kako radi jer je tako duboko skrivena i ima vrlo malo senzornih neurona.



Slika 3. Oblik dijafragme kod udaha i izdaha

Izvor: <https://www.rekreativa-medical.com/>

Prilikom udaha dijafragma se kontrahuje spuštajući se na dolje, u trbušnu šupljinu i tom prilikom povećava se pritisak na prednji dio kičmenog stuba. Tokom izdaha dijafragma se opušta, vraća se u grudnu duplju, stvara se pritisak i izbacuje se ugljen dioksid.

Kod osoba s PE, deformacija grudne kosti može smanjiti prostor za pluća i dijafragmu, što može uticati na disanje. Fizičke vježbe, uključujući plivanje i pravilno disanje, mogu pomoći u obimu fleksibilnosti grudnog koša i očuvanju funkcije dijafragme.

2.2. Deformiteti grudnog koša

Etimološki, riječ deformitet je latinskog porijekla, i izvorno znači „pokvarenost oblika“. Promjena oblika tijela se ogleda kao estetski aspekt, ali to nije najvažniji aspekt. Pod deformitetima grudnog koša se podrazumijevaju stanja narušenog oblika i reljefa grudnog koša, i to je zaista prvo što se primijeti. Deformiteti mogu da variraju od blagog do veoma izraženog oblika i stanja. Estetska strana deformiteta je manji problem, naročito kada se uporedi sa stanjima „pokvarenog oblika“ kojim su ugroženi vitalni organi grudne duplje.

Nekada je vladalo mišljenje da je slaba ishrana, pogotovo ona koja nije bila bogata vitaminima D i C, glavni razlog nastanka deformiteta grudnog koša. Iz tog razloga se osobama sa grudnim deformitetima savjetovala ishrana bogata ovim vitaminima, i to u znatno većim dozama. Osobama sa ovim problemom preporučuje se boravak na moru i u banjama. Kada je u pitanju deformitet udubljenih grudi ili levkastih sa velikom vjerovatnoćom možemo reći da nasledni faktor igra značajnu ulogu (Koturović & Jeričević, 1996).

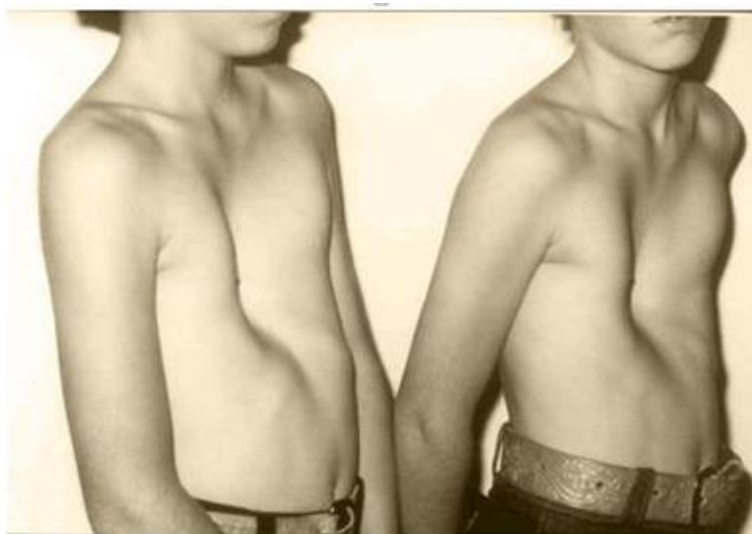
Deformiteti grudnog koša se javljaju, kako na cijelom grudnom košu, tako i na njegovim pojedinim djelovima. Najčešći deformiteti grudnog koša su :

1. PECTUS EXCAVATUM (udubljene grudi ili levkaste grudi)
2. PECTUS CARRINATUM (ispupčene ili kokošije grudi)
3. PECTUS PLANA (ravan grudni koš)

2.2.1. Pectus excavatum – udubljene grudi

Pectus excavatum ili udubljene grudi je deformitet koji se odslikava tako što je grudna kost povučena prema nazad, odnosno prema kičmenom stubu i grudni koš je udubljen. Stepent ovog deformiteta može da varira od blagog do težeg oblika. Neka druga oboljenja kao što su astma, skolioza i kifotično držanje tijela se nekada mogu povezati sa ovim deformitetom (Kosinac, 1992).

Udubljenje grudnog koša zahvata grudnu kost (sternum) i rebra odnosno rebarne hrskavice koje se spajaju na nju. U ovoj kliničkoj slici, horizontalano odstojanje zadnje strane sternuma i prednje strane grudnih pršljenova se smanjuje, što direktno utiče na volumen i oblik šupljine grudnog koša sa konsekvencama kakve su narušeni uslovi za rad srca, pluća i same dijafragme i organa koji prolaze kroz nju (jednjak). Pectus excavatum većina osoba primijeti u adolescentskoj dobi, odnosno pubertetu, kada se susreće sa pojavom sekundarnih polnih karakteristika. Međutim nekada je moguće utvrditi odstupanje od normalnosti oblikovanja grudnog koša i u prvim godinama života, naročito gubitkom potkožnog masnog tkiva koje pokriva grudnu kost (Kosinac, 1992).



Slika 4. Pectus excavatum – udubljene grudi

Izvor: <https://www.nika.rs/deformiteti-grudnog-kosa/>

Prema mjestu na kome se pojavljuje *moguća je slijedeća podjela PE* (Stojmenović & Dikić, 2021) :

- a) Sternoclavicularni – deformitet se javlja na mjestu gdje se spajaju grudna i ključna kosti;
- b) Sternocentralni – deformitet se nalazi u predjelu bradavica;
- c) Sternokaudalni – deformitet se nalazi u predjelu donje trećine grudne kosti, i
- d) Infrasternalni - deformitet se nalazi sa lijeve ili desne strane grudne kosti.

Pectus excavatum zahtijeva vid liječenja i praćenja jer u suprotnom može biti ugrožen ili umanjen rad vitalnih organa zbog konstantnog pritiska na njih. Može doći do problema u radu srčanog mišića koji se pomjera više lijevo, a dijafragma spušta nadolje. Prilikom dubokog udaha dijafragma, zahvaljujući grudnom pripoju, povlači grudnu kost nadolje i unutra, što dovodi do pogoršanja funkcije disanja. Pored ugrožavanja vitalnih organa narušeni estetski izgled, osobe sa ovakvim deformitetom, mogu imati i psihičke probleme, posebno u doba puberteta, ali nekada i u zreloj dobi.

2.2.2. Pectus carrinatum ispupčene grudi

Pectus carrinatum ili ispupčene grudi su deformitet grudnog koša koji se sreće u manjoj mjeri u odnosu na PE. Uočavanje ovog deformiteta je najčešće u školskom uzrastu. Ono što karakteriše Pectus carrinatum je ispupčenost jednog dijela a nekad i cijele grudne kosti na lokaciji iznad nivoa grudnog koša. Ispupčenje je rjeđe jednostrano (kada je jedna strana grudne kosti uzdignuta iznad nivoa grudnog koša), a uglavnom se javlja obostrano (Koturović & Jeričević, 1996).

Neki od razloga pojave pectus carinatum mogu biti (Koturović & Jeričević, 1996):

- poremećaj mineralnog metabolizma kalcijuma (Ca);
- rahitična oboljenja;
- respiratorna oboljenja;
- neadekvatno srasli prelomi grudne kosti.

Posledice po vitalne organe uzrokovane ovim deformitetom su manje nego kod PE, ali kada je u pitanju psiha pacijenta ovaj problem ostavlja posledice.



Slika 5. Pectus carinatum- ispupčene grudi

Izvor: <https://www.nika.rs/deformiteti-grudnog-koša/>

2.2.3. Pectus planum ravne grudi

Pectus planum ili ravne grudi obično se ne smatra klasičnim deformitetom, jer ovdje ne dolazi do deformacije činilaca grudnog koša, on ne mijenja svoj položaj i strukturu. Ravne grudi obično se javljaju kod visoke djece sa slabo razvijenom muskulaturom. Ovaj deformitet nema neke određene simptome, pogotovo ne estetskog tipa, ali zbog neuhranjenog izgleda i građe može dovesti do nekog drugog deformiteta kičmenog stuba ili grudnog koša, naročito skolioze (Koturović & Jeričević, 1996).

Kod liječenja ovog deformiteta preporučuje se samo kineziterapija gdje se podrazumijeva sprovođenje vježbi snage uglavnom za čitavo tijelo ali sa akcentom na jačanje muskulature grudnog koša i trupa. Za poboljšanje izgleda grudnog koša kod ovog deformiteta preporučuju se vježbe, shodno uzrastu, kao što su sklekovi, zgibovi, chest fly vježbe, vježbe propadanja, pullover vježbe, vježbe sa ukrštanjem sajle itd.



Slika 6. *Pectus planum*- ravne grudi
Izvor: <https://www.nika.rs/deformiteti-grudnog-koša/>

2.2.4. Dijagnoza, klinička slika i liječenje deformiteta grudnog koša

Ustaljene metode za dijagnozu deformiteta su uglavnom rade kliničkim pregledom, i dopunskim dijagnostičkim metodama (radiografija, kompjuterizovana tomografija ili magnetnom rezonancom). Kod djece se prvo primijeti gubitak estetike grudnog koša, odnosno grudni koš je deformisan, asimetričan ili blago udubljen (Stojmenović & Dikić, 2021).

Liječenje deformiteta grudnog koša je vrlo kompleksno i zahtijeva različite vrste terapije koja se u početnim periodima liječenja sastoji u primjeni kineziterapije, fizikalne terapije kao i primjena vježbi disanja (Kosinac, 2018). Preporuka za bavljenje sportom je uvijek preporučena kao jedna od metoda liječenja. Plivanje i veslanje se izdvajaju kao sportovi koji pomažu u smanjenju ove vrste deformiteta.

Pedijatar je obično uključen u liječenje deformiteta od uspostavljanja dijagnoze, a pogotovo mora biti uključen ukoliko se jave problemi na strani kardiovaskularnog sistema. Ukoliko dođe do pojave komplikacija, usled težih oblika deformiteta postoji i potreba za operativnim liječenjem (Stojmenović & Dikić, 2021).

Drugi deformitet grudnog koša, suprotan od udubljenih grudi jeste *pectus carinatum* odnosno kokošije ili ptičje grudi. To je deformitet grudnog koša koji je češći kod muškaraca nego kod žena. Nije poznata etiologija ili uzrok nastanka ovog deformiteta.

Genetska predispozicija za pojavu ovog deformiteta u velikoj procentu se smatra razlogom njegovog nastanka. Slaba ishrana, siromašna vitamina D ili neki od poremećaja metabolizma, mogu takođe biti razlozi nastanka ovog deformiteta.

Dijagnostika koja se sprovodi za ovaj deformitet jeste ista kao kada imamo deformitet PE. Kliničkom slikom dominira ispupčenje vrha grudne kosti, iako drugi djelovi grudne kosti mogu biti ispupčeni.

Kao i kod problema sa deformitetom PE i kod pectus carrinatum preporučuje se kineziterapija sa vježbama disanja i sportovi kao što su plivanje i veslanje (Milošević, 2011).

Druge metode koje se preporučuju za korekciju su upotreba midera i pojaseva koji pritiskaju grudnu kost na dolje, i izvlače rebarne lukove naviše. Dok se upotrebljavaju navedena pomagala preporučuje se uporedo i vježbanje kao što je kineziterapijom i bavljenje ostalim sportovima (Kosinac, 2018).

Kada su u pitanju teži slučajevi ovoga deformiteta, a to su stanja kada su ugrožene vitalne funkcije pristupa se operativnom zahvatu. Nakon mjesec do dva nakon operativnog zahvata preporučuje se vježbe kineziterapije i fizikalne procedure.

2.3. Operativni metod

Neki doktori će ipak reći da plivanje nije efikasan metod da se popravi stanje kod PE, već da se on kao strukturni deformitet zida grudnog koša obično liječi hirurškim putem. Svakako ako je doktor preporučio operaciju, plivanje je odličan način da se pacijent pripremi za operaciju ili dobar način u procesu oporavka nakon zahvata.

Najefikasniji tretman za PE je hirurška procedura poznata kao Nussova procedura. Ovo uključuje umetanje zakrivljene metalne šipke ispod grudne kosti kako bi se gurnula ka spolja i preoblikovala grudni koš. Ova šipka ostaje na mestu do tri godine, a za to vrijeme zid grudnog koša se postepeno navikava na svoj novi oblik. U nekim slučajevima, proteze, fizikalna terapija i korektivne vježbe takođe mogu biti propisane kako bi se poboljšalo stanje. Drugi nehirurški tretmani uključuju korišćenje vakuumskog zvona za proširenje zida grudnog koša i poboljšanje izgleda grudnog koša, kao i nošenje proteza za ispravljanje držanja kako bi se poboljšao izgled kod PE.

Pitanje koje se često postavlja jeste da li operaciju treba raditi, s obzirom na to da to nije anomalija koja ugrožava život. Postoje različiti stepeni deformiteta, a u 90 posto

slučajeva radi se o više estetskom deformitetu, i pacijenti koji ga imaju to prevashodno teško psihološki doživljavaju. S druge strane, postoje veći deformiteti, kada grudna kost vrši pritisak na srce i dislocira ga van normalne pozicije.

Ne preporučuje se hiruški zahvat kod svakog tipa PE, već samo kada su u pitanju veći deformiteti, koji mogu negativno uticati na rad vitalnih organa grudnog koša. Prije toga svakako treba pokušati fizikalnu terapiju, i to što ranije, dok su djeca u period razvoja koštano-zglobnog sistema. Preporučuje se intenzivno plivanje i sportovi koji jačaju grudne mišiće, a ukoliko to ne pomogne, a deformitet je veliki, treba uzeti u obzir operaciju.

Mišljenje o idealnom uzrastu za ovu operaciju mijenjalo se tokom vremena. U svakom slučaju, intervenciju tog tipa deformiteta nikada ne treba raditi u predškolskom uzrastu, jer se hrskavice još razvijaju. Ranije je ovaj zahvat rađen u periodu od sedme ili osme do dvanaeste godine. Djeci je lakše uraditi operaciju, jer je grudni koš elastičniji. Ipak, postavlja se pitanje šta će se desiti kada dođe pubertet i ponovo krene nagli rast, da li će grudna kost ići u ispravljenom obliku, ili će se deformitet vratiti. Tako je vremenom ustanovljeno da je najbolje vrijeme za intervenciju kraj puberteta, posle petnaeste-šesnaeste do osamnaeste godine. Operacija može da se radi i sa 25 ili 30, pa i više godina, ali samo ako je grudni koš elastičan. Ukoliko nije, diskutabilno je da li je treba uopšte raditi zahvat.

Inovacija ove operacije je minimalno invazivni zahvat, za razliku od prethodnih operacija koje su rađene sa velikim rezom posle koga ostaje i veliki ožiljak na grudima, i prepariranjem grudne kosti pektoralnih mišića i resekcijom nekih rebarnih hrskavica. Donald Nuss je smatrao da ako se zubi mogu ispraviti protezama, kao i kriva stopala kod djece putem specijalnih uložaka, odnosno ortopedskih pomagala, i ovaj deformitet može da se koriguje ugradnjom šipki koje će da ispravljaju grudni koš. Nuss procedurom se prave dva mala reza ispod pazuha (obostrano), postavlja se titanijumska šipka sa stabilizatorima, koja koriguje deformitet i ona se nosi tri godine. Postavlja se jedna ili dvije šipke, u zavisnosti od težine deformiteta, a rezultat je vidljiv odmah nakon zahvata (Acosta et al., 2014).

2.3.1. Halerov indeks

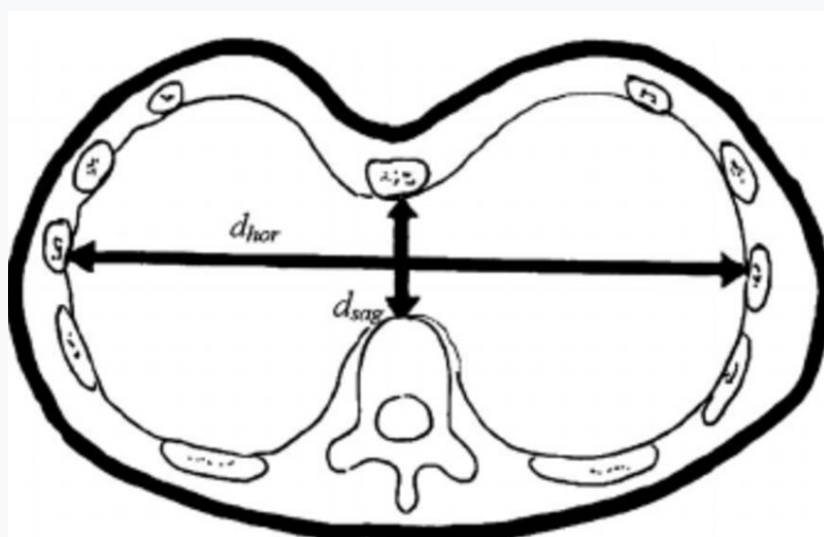
Halerov indeks, koji su 1987. godine kreirali Jacob Alexander Haller i njegovi saradnici, je matematički odnos koji postoji u ljudskom dijelu grudnog koša koji se posmatra CT skeniranjem. Definiše se kao odnos poprečnog prečnika (horizontalno

rastojanje unutrašnje strane grudnog koša) i anteroposteriornog prečnika (najkraća udaljenost između pršljenova i grudne kosti).

Normalan Halerov indeks treba da bude oko 2,5. Deformiteti zida grudnog koša kao što je PE mogu izazvati rotiranje grudne kosti u određenoj mjeri, čime se povećava indeks. U teškim asimetričnim slučajevima, gdje grudna kost pada ispod nivoa pršljena, indeks može biti negativna vrednost.

$$HI = \text{rastojanje 1} / \text{rastojanje 2}$$

gdje je HI Halerov indeks, dok rastojanje 1 jeste dužina s jedne na drugu stranu unutrašnjosti grudnog koša mjerena u donjoj trećini grudnog kosti ili na nivou naevidentijeg deformiteta. Rastojanje 2 je rastojanje između zadnje strane grudne kosti i grudnog pršljena. Kada je Halerov indeks je veći od 3,25 PE se smatra umjerenim ili teškim, a operacija jeste moguća u cilju korekcije deformiteta. Na slici 7 su prikazane dimenzije koje su mjere prilikom određivanja Halerovog indeksa.



Slika 7. Haller-ov index

Izvor: https://www.researchgate.net/publication/26785093_Method_of_pectus_excavatum_measurement_based_on_structured_light_technique

2.3.2. Vakumsko zvono

Nehirurška alternativa u liječenju udubljenih grudi predstavlja vakuumsko zvono. Postavljen na grudni koš, pacijent proizvodi negativan pritisak ručnom pumpom svakog dana tokom nekoliko mjeseci. Pokazalo se da vakuumsko zvono može biti alternativa hirurškom liječenju u lakšim slučajevima i u preoperativnoj pripremi.

Vakuumsko zvono je uređaj u obliku kupole napravljen od silikona koji se postavlja preko grudi i pričvršćuje na pumpu koja uklanja vazduh unutar zvona, stvarajući vakuum.

Vakuumsko zvono djeluje tako što primjenjuje negativan pritisak na zid grudnog koša, što dovodi do podizanja grudne kosti i širenja grudnog koša. Ovo može pomoći u poboljšanju izgleda grudnog koša i smanjenju svih simptoma povezanih sa stanjem, kao što su kratak dah ili bol u grudima. Vakuumsko zvono se obično koristi kao neinvazivna alternativa hirurgiji za ljude sa blagim do umjerenim slučajevima PE. Generalno se smatra da je bezbijedna i efikasna opcija liječenja, iako možda nije pogodna za sve.

Važno je napomenuti da korišćenje vakuumskog zvona treba vršiti samo pod nadzorom obučenog zdravstvenog radnika. Uređaj takođe treba koristiti redovno i tokom dužeg vremenskog perioda kako bi se postigli željeni rezultati. Na slici 8 prikazano je vakuumsko zvono.



Slika 8. Vakuumsko zvono

Izvor: <https://pectusmax.com/de/die-vakuumglocke-fur-die-ingesunkene-brust-vacuum-bell-2023/>

3. KINEZITERAPIJA I *PECTUS EXCAVATUM*

3.1 Primjena kineziterapije¹

Kako se deformiteti grudnog koša dijagnosticiraju uglavnom u dječjem uzrastu bitno je naglasiti da bi djeca trebala biti aktivna od najranijih dana i upražnjavati što veći broj različitih kretnih aktivnosti kako bi motorički spektar njihovog odrastanja bio obogaćen velikim brojem pokreta odnosno vrsti kretanja, vještina i navika. Sve to što budu naučili kao djeca imaće veliki značaj u njihovom odrastanju, životu, kao i daljem bavljenju sportom, odnosno bilo kojom vrstom fizičke aktivnosti. Pravilan i adekvatno praćen razvoj motorike djece svakako će imati benefite i na potencijalne deformitete koji se mogu javiti u starijim godinama života.

Slabost pojedinih mišićnih grupa ili čitave muskulature često može dovesti do pojave različitih poremećaja koštano-zglobnom sistemu čovjeka. Čak i manji deformiteti na duže staze mogu nepovoljno uticati na razvoj tijela i vremenom pogoršati stanje i nepovoljno uticati na svakodnevne životne funkcije. Pedijatar može biti osoba koja će u najmanjem uzrastu primijetiti da li postoje deformiteti i preporučiti neki od oblika prevencije i pokušaja uklanjanja novonastalih deformacija, a to je neka tjelesna aktivnost koja se odvija u vodi. Jedan od glavnih razloga su rasterećenje svih zglobnih sistema kada je tijelo uronjeno, djelomično ili potpuno, u vodu. Mnogi roditelji kada se nađu u problemu da im dijete ima neki oblik deformiteta na preporuku pedijatra vode dijete na vodene sportove, kao što je plivanje. Roditelji su ipak oni koji prvi uvide postojanje deformiteta, međutim tu su i nastavnici fizičkog i zdravstvenog vaspitanja ili treneri. Nastavnik ili treneri jeste osoba koja može dati smjernice u profilaksi² deformiteta kada je

¹ Kineziterapija (grčke reči kinein – kretati se, kinezis – pokret) je oblast fizikalne terapije koja se bavi primenom pokreta u svrhe lečenja, a u cilju uspostavljanja optimalnog funkcionisanja delova i organizma u celini. Kao deo fizikalne terapije, kineziterapija predstavlja jedan od najvažnijih aspekata medicinske rehabilitacije. Bavi se primenom sistematizovanih pokreta pojedinih delova tela ili celog tela u vidu vežbi radi očuvanja, uspostavljanja, razvijanja i zamene funkcija lokomotornog aparata, kao i organa i sistema koji su u funkcionalnoj vezi sa lokomocijom.
Izvor: (<https://www.antamedica.com/edukativni-tekstovi/kineziterapija/>)

² Profilaksa je termin grčkog porekla, nastao od grčke reči profylaxis, što u prevodu znači – opreznost, a u medicini predstavlja zaštitu od bolesti, zaštitu zdravlja, preventivne mere u sprečavanju određene bolesti i slično. Profilaksa predstavlja stručni izraz koji obuhvata skup procedura sa ciljem sprečavanja nastanka neke bolesti. Generalno rečeno, profilaksa obuhvata širok krug medicinskih mera sa ciljem sprečavanja bolesti. Javlja se u gotovo svim sferama medicine i stomatologije. Primarna profilaksa (prevencija) podrazumeva akcije sa ciljem sprečavanja pojave uslova koji dovode do bolesti ili socijalnim problemima. Na primer, u okviru socijalne zaštite, primarna prevencija je vezana za aktivnosti osnovnih edukacija i socijalizacije ljudi (stanovanje, osnovno, napredno i stručno osposobljavanje i drugo). Sekundarna profilaksa (prevencija) se vezuje za aktivnosti koje imaju za cilj rano otkrivanje neke bolesti, a upotrebom profilakse smanjuje se napredovanje i širenje bolesti. Tercijarna profilaksa (prevencija) se vezuje za nastojanje da se spreči ponovo javljanje neke bolesti.
Izvor: (<https://www.wikipedia.org>)

u pitanju fizička aktivnost. Evidentno je da pravilno usmjereno fizičko vježbanje sprovedeno na odgovarajući način jeste način liječenja deformiteta. Fizička vježba jeste osnovno sredstvo kineziterapije, te ona predstavlja primarano sredstvo u procesu korekcije poremećaja.

Pored fizičke vježbe vrlo važne su vježbe disanja što može dati rezultate kod blažih oblika deformiteta. Hotimično disanje odnosi na tehniku koja uključuje svjesno kontrolisanje disanja kako bi se postiglo određeni cilj, poput poboljšanja kapaciteta pluća, jačanja mišića dijafragme ili poboljšanja efikasnosti disanja.

Vježbe disanja često su ključni dio programa rehabilitacije za osobe s PE. To može uključivati diafragmalno disanje, disanje kroz skupljene usne i druge tehnike koje se mogu praktikovati kako u mirovanju, tako i tokom fizičke aktivnosti.

Ovdje kineziterapija predstavlja vježbe disanja u odgovarajućim početnim položajima, kao i vježbe za jačanje mišića grudnog koša, leđa i abdomena. Ove vježbe idu uz obavezno istezanje skraćene pektoralne muskulature.

Za PE vježbe kineziterapije u kombinaciji sa vježbama disanja su od velikog značaja. Većina ovih vježbi, koje se sistematizuju u funkciju ranih problema deformiteta grudnog koša odvija se u položajima kao u sportskom treningu, sa tom razlikom da se umješnost trenera i njegove instrukcije odnose na mehaničke, fizičke i afektivne attribute opterećenja. Kineziterapija sistematizuje vježbanje u odnosu na polazni položaj (ležeći, sjedeći, stojeći, viseći (Stojmenović & Dikić, 2021).

A) Vježbe kada je početni položaj tijela ležeći sa savijenim nogama u koljenima



Na slici 9 je prikazana vježba gdje prvo ide udah na nos, a zatim se izdiše do kraja uz



Na slici 10 je prikazana vježba kada su ruke oslonjene na bradi, zatim ide udah

lagano brojanje da bi došlo do većeg angažovanja ekspiratorne muskulature i što većeg guranja grudne kosti naprijed.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum

na nos a onda treba ispustiti dah do kraja i voditi računa da se glava ne savija.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum

B) Vježbe kada je početni položaj sjedenje na stolici



Na slici 11 je prikazana vježba gdje su ruke postavljene na bokova a zatim radimo lagani udah do kraja uz povlačenje laktova i ramena što više unazad kako bi što više došlo do istezanja pektoralnih mišića. Zatim je potrebno jako izdahnuti do kraja uz lagano brojanje vratiti laktove i ramena u početni položaj.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum



Na slici 12 je prikazana vježba kada su ruke stavljene na potiljku, a zatim treba rotirati naizmjenično trup u jednu pa u drugu stranu. Tehnika disanja je i ovdje važna i potreban je udah pri vraćanju trupa u početni položaj.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum

C) Vježbe kada je početni položaj stojeći i u hodu



Na slici 13 je prikazana vježba gdje su ruke i dlanovi okrenuti prema naprijed uz lagani udah. Potom slijedi jaki izdah uz vraćanje ruku u prvobitni položaj i pritiskanje dlana o dlan ispred tijela.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum



Na slici 14 je prikazana vježba kada možemo koristiti vježbu duvanja balona ili pokušati držati u vazduhu lopticu za stoni tenis pomoću slamčice.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum

D) Vježbe jačanja mišića grudi i leđa i vježbe istezanja grudne muskulature



Na slici 15 je prikazana vježba sklekova u cilju jačanja grudnih mišića

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum



Na slici 16 je takodje je prikazana vježba koju koristimo za jačanje grudnih mišića, upotrebom malog tega.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum



Na slici 17 je prikazana vježba veslanja u pretklonu koja pomaže u jačanju mišića leđa i istezanju pektoralnih mišića, upotrebom malih tegova.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum



Na slici 18 je prikazana vježba koja je još naziva „Superman“ a takođe pomaže u jačanju mišića leđa i istezanju pektoralnih mišića.

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum



Na slici 19 je prikazana vježba tzv „poza luka“ koja takođe pomaže u jačanju mišića leđa i istezanju pektoralnih mišića

Izvor: Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu, Tamara Stojmenović, Nenad Dikić, Univerzitet Singidunum

3.2. Prirodni fizikalni agensi u kombinaciji sa kineziterapijom pri tretiranju deformiteta

Svakako kada je u pitanju tretiranje deformiteta treba se obratiti pažnja i na prirodne fizikalne agense, koji će u kombinaciji sa vježbama, pomoći pri dostizanju optimalnih rezultata u statusu deformiteta i njegove funkcionalnosti.

Voda predstavlja prirodnu sredinu koja ima veliku primjenu i značaj u terapiji deformiteta. Vodena sredina se koristi iz razloga jer je pogodna za izvođenje raznih pokreta koji na suvom mogu biti teži za izvođenje, usled prividnog gubitka tjelesne težine. Gustina vode, pritisak i potisak iziskuju određeni napor mišića pri vježbanju u istoj, ali se ipak dobija željeni otpor koji nije prevelik i lako se modifikuje. Kineziterapeuti i treneri upoznati su da je plivanje aktivnost koja se dosta upražnjava kada su u pitanju deformiteti kičmenog stuba i grudnog koša. Voda u kojoj se vježba u svrhu korekcije deformiteta mora biti određene temperature, kako ne bi dolazilo do čestih grčeva uslijed hladne vode. Osim vode, vazduh i sunce takodje imaju svoju funkciju u liječenju deformiteta. Poznat je uticaj vazduha na povećanje otpornosti organizma, posebno kada se primjenjuju takozvane vazdušne kupke. Zato se i preporučuje vježbanje na otvorenom odnosno napolju kada god to vremesnki uslovi dozvoljavaju (Koturović & Jeričević, 1996).

Izlaganje sunčevoj svjetlosti treba koristiti u određenoj mjeri, ali ne i pretjerano. Ultravioletni zraci koji su nevidljivi našim očima, su od velikog značaja za snadbjevanje organizam vitaminom D koji je neophodan djeci u razvoju. Infracrvenim zracima zagrijavamo određeni dio tijela i tako smanjujemo grčevitost. Činjenica koja najbolje odslikava koliko je sunce značajno za čovjeka i njegovo cjelokupno zdravlje jeste da nadugovečniji ljudi na planeti Zemlji žive na mjestima koja imaju veliki broj sunčanih dana godišnje. Ta područja nazivaju se plavim zonama svijeta.

4. STANJA PECTUS EXCAVATUMA I POSTURE TIJELA – ka doktrini fizičke kulture

Aerobne vrste aktivnosti koje se preporučuju za tretiranje deformiteta vježbanjem su plivanje i veslanje. Veslanjima u oba sporta, jačaju se mišići leđa i stabilizatori trupa. Adaptacije na treninge se odvijaju u svim prostorima funkcionisanja organizma, od organskog do subćelijskog (Milošević, 2011).

Plivanje je odlična vježba, sa malim pritiskom na zglobove i pomaže u jačanju mišića zida grudnog koša i poboljšanju opšteg zdravlja. Treba napraviti razliku između plivanja i plutanja iako se obje veštine odvijaju u vodi. Plutanje prethodi plivanju i predstavlja vještinu održavanja tijela na površini vode u horizontalnom i vertikalnom položaju. Plivanje se definiše kao kretanje po površini vode. Voda nije prirodna sredina za čovjeka zato plivanje i jeste naučena i specifična vještina i fizička aktivnost. To podstiče čovjeka da primjenjuje plivanje od najranijih godina života jer se plivanje smatra jednom od najkorisnijih fizičkih aktivnosti, koja ima višestruki značaj.

4.1. Značaj vodene sredine i plivanja za djecu

Poznato je da boravak u vodi itekako ima benefita za fizičko i mentalno zdravlje čovjeka. Razvoj saznanja i postulatima kretanja u vodi svakodnevno pomjera granice kada su u pitanju trenažne – takmičarske - rekreativne aktivnosti u vodenoj sredini. Kada se kaže aktivnost u vodi prije svega se misli na aktivnosti u bazenu, međutim svaka vodena sredina bilo more, rijeka, jezero nudi različite načine vježbanja i pratećih benefita (Cumming, 2017). "Da bi vežbanje u vodenoj sredini bilo što efikasnije neophodno je poznavati fizička svojstva vode i mehaničke osnove kretanja tela u tečnom fluidu jer vodena sredina deluje na tijelo, menja njegovu putanju i brzinu i svojim impulsom menja količinu kretanja trošeći mehaničku energiju tela i izaziva vršenje mišićnog rada" (Jarić, 1997).

Vodena sredina ima mnogo korisnih svojstava koja je čine idealnom za kineziterapiju, uključujući tretmane za PE. Postoji nekoliko ključnih aspekata i to (Barišić, 2015):

- Gustina vode često stvara veći otpor nego vazduh, što može pomoći u jačanju mišića. Plivanje i druge vježbe u vodi zahtijevaju više napora od istih

pokreta na suvom, što može biti posebno korisno za osobe sa PE koje žele ojačati mišiće grudnog koša.

- Voda pruža prirodnu podršku tijelu, što može smanjiti stres na zglobovima i mišićima. Ovo čini vježbanje u vodi posebno korisnim za ljude sa deformitetima ili hroničnim stanjima koji bi mogli imati problema s vježbanjem na suvom.
- Hidrostatski pritisak u vodi može pomoći poboljšati cirkulaciju i pomoći u smanjenju oticanja. Takođe može podstaknuti dublje disanje, što je posebno korisno za osobe sa PE.
- Topla voda može pomoći u opuštanju mišića i smanjenju bolova. Međutim, temperatura vode treba biti umjerena - ni pretopla ni prehladna - da bi se izbjeglo prekomjerno hlađenje ili pregrijavanje.
- Smanjena gravitacija u vodi može olakšati izvođenje pokreta, posebno kod osoba s bolovima ili slabosti mišića. Ova svojstva omogućavaju ljudima da vježbaju bez straha od pada ili povrede.

Za ljude sa PE, vježbanje u vodi može biti posebno korisno jer pruža otpor bez dodatnog stresa na tijelo, omogućava duboko disanje i može pomoći u izgradnji elastičnosti i snage mišića i mobilnosti grudnog koša. Važno je da se individualno prilagodi program vježbanja kao i da se prate savjeti stručnjaka o najboljem načinu vježbanja za trenutno funkcionalno stanje.

Kada su djeca u pitanju i njihov način aktivnosti u vodi akcenat se stavlja na igru i učenje i uvježbavanje motorike kroz istu, prije svega da bi se stekao osjećaj sigurnog boravka u vodi. Kod starijih osoba bilo rekreativaca ili sportista kategorisanih veterana vježbanje u vodi itekako pomaže u liječenju raznih trauma na koštano-zglobnom sistemu, odnosno oporavku od povreda. Razbijanje svakodnevne rutine treninga na "suvom" može se postići modificovanim treningom u vodi u zavisnosti od sportske grane iz koje sportista dolazi (Kosinac, 2018).

Plivanje podrazumijeva održavanje čovjeka na površini vode pomoću određenih pokreta ruku i nogu bez upotrebe pomoćnih sredstava.. "Praksa je utvrdila da se najcelishodniji put "osvajanja vode" odvija kroz usvajanje vještina, sticanje znanja, razvoj sposobnosti i formiranje navika bezbednog ponašanja" (Jevtić, 2011).

Učenje plivanja i bavljenje plivačkim sportovima ostavlja dosta pozitivnih efekata na razvoj djeteta i to u formi relativno trajnih benefita na organizam. Poznato je da plivanje blagotvorno djeluje na motoričke i funkcionalne sposobnosti i pomaže pri fizičkom

razvoju. Čitava muskulatura uključena je kada se pliva, i vremenom plivači postaju snažni, dobrog držanja tijela i skladno razvijenih mišića (Marković, 2020).

Kada je riječ o razvoju unutrašnjih organa plivanje i tu ima pozitivan uticaj, prije svega na respiratorni i kardiovaskularni sistem. To takođe ide u prilog tome da od najranijeg djetinjstva treba razviti potrebu kod djece za potrebom ovakve vrste fizičke aktivnosti. Učestali po dubini optimalni udah i izdah pri plivanju dovode do jačanja mišića grudnog koša, elastičnosti grudnog koša kao i do uvećanja vitalnog kapaciteta pluća i njegovih frakcija.

Srčani mišić vremenom raste i jača pogotovo ako se djeca bave plivanjem to povećava cijelokupnu cirkulaciju krvi kroz organizam i srce, povećava minutni volumen srca i trajno poboljšava svoju funkciju. Pritisak vode djeluje na način da olakšava priliv krvi iz periferinih dijelova tijela ka srcu. Zato se plivanje, u određenoj formi, koristi kao jedan vid terapije kod osoba sa oslabljenim srcem. Posle treninga plivanja djeca će se često osjećati pospano često i gladni zbog velike potrošnje aktivnosti u vodenoj sredini. (*Benefits Of Water Exerciset, preuzeto sa web stranice april 2023.*)

Boravak u vodenoj sredini ojačava organizam i štiti od raznih prehlada ili sličnih inflamatornih stanja. Tijelo ispušta pet puta više toplote u vodi nego na vazduhu pri istoj temperaturi, jer se tijelo mnogo brže hladi. Procesom termoregulacije tijelo uspijeva da ostane na optimalnoj temperaturi za funkcionisanje, što je još jedna od stvari koja se tiče ukupnog razvoja djece koja se bave plivanjem. Česte temeperaturne promjene čeliče organizam djece. Stvaranje relativno velikog potkožnog sloja masnog tkiva, kod osoba koje se bave plivanjem, može imati ulogu izolatora tijela (Cumming, 2017).

Razvoj samo-discipline i voljnih osobina jedan je od ključnih stvari koji prati učešće djece i mladih pri treningu plivanja. Na prvi pogled trening plivanja može djelovati monotono, kao i većina cikličnih sportova, ali njihova snaga i leži u tome što pored razvoja fizičke snage i izdržljivosti razvijaju voljni momenat kod sportiste.

Mnogi plivanje koriste kao dopunski sport u svojim primarnim sportovima i sve je veći broj kategorisanih sportista koji to primjenjuje u svom treningu. Srodni sportovi odnosno sportovi u direktnoj korelaciji sa vodenom sredinom kao što su vaterpolo, skokovi u vodi, jedriličarstvo i drugi zahtijevaju prethodnu obučenost i sigurnost u plivanju.

4.2. Sredstva obuka plivanja i profilaksa Pectus Excavatum

Kada je pitanju obuka plivanja djece sa deformitetom PE ona se u početnim fazama bitno ne razlikuje od plivača koji nemaju ovaj deformitet. Ovaj deformitet uglavnom postaje vidljiv u doba puberteta, ali ako se uvidi ranije treba početi sa tretmanom.

Učenje horizontalnog položaja na vodi i pravilnog disanja jeste preduslov za dalje progres u plivačkim vještinama.

Metodika rada sa neplivačima prepoznaje faza privikavanja na vodenu sredinu, koja podrazumjeva razumijevanje otpora vode i efekat kao što su potapanje lica i cijele glave, gledanje u vodi, apneu. Privikavanje na vodenu sredinu je praćeno sa usvajanjem apnee, slijedi uvježbavanje disanja u vodenom okruženju. Pravilno disanje je preduslov da bi se moglo plivati na kvalitetan način. Prvo se uči disanje u mjestu i sa imitacijom zaveslaja, a kasnije i u kretanju.

Ronjenje je vještina koja se uči i njoj prethodi navikavanje na apneu i podizanje praga tolerancije viška ugljen dioksida, odnosno ovladavanje panikom koja nastaje usled nemogućnosti vladanja izazovima njegovog uvećanja tokom metaboličkih procesa tokom apnee. Ronjenje je vještina koja se uči u obuci plivanja. Vježbe kao što su zaroni, podroni, uroni, mogu biti zanimljive u početnim fazama učenja. Zbog stanja moguće hipoksije odnosno nemanja dotoka kiseonika dok ronimo vodimo računa o distanci i dubini na kojoj vršimo obuku.

Učenje plutanja na vodi jeste bazična vještina kojom se ovladava kao rezultat učenja kauzalnosti efekata vodene sredine i položaja tijela. Po nekada, naročito u radu sa djecom u periodu prekognitivnog razvoja zahtjeva se pomoć nastavnika/trenera na način da će pridržavati i davati oslonac učeniku. Zauzimanje horizontalnog položaja jeste pretpostavka nastavka obuke plivanja. Da bi se dodatno opustili pri učenju varijanti plutanja na vodi koriste se i rekviziti različitog izvora plovnosti.

Vježbe klizanja su prve forme propulzije. Na času se u vodi rade u formi prvih plivačkih izazova u dužini duže klizati kroz vodu (vježba torpedo ili strijela). Zauzimanje što pravilnijeg hidrodinamičkog položaja jeste preduslov za dobro klizanje kroz vodu, čime se obezbjeđuju i prve forme vježbi u horizontalnom položaju usmjerenih na tretiranje deformiteta grudnog koša.

Program obuke podrazumeva i učenje različitih okreta i vježbi vičnosti tijela, čime se poboljšava prostorna orijentacija u vodi. Vježbanje poskoka, urona, okreta, uskoka i skokova u vodi su sadržaji koji slijede shodno motoričkom napredovanju učenju i uslovima metodike organizacije obuke plivanja.

U tabeli broj 1 dat je prikaz toka obuke plivanja u prvih dvadeset časova plivanja, gdje su hronološki navedene radnje u vodi koje se preporučuju za početnu obuku (Marković, 2020).

Tabela 1. Plan i program obuke neplivača od 20 časova (Marković, 2020. godina)

Nastavna tema	Broj časova - 20																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Vežbe za navikavanje na vodu	+	+	+	+																
Vežbe disanja	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vežbe ronjena		+	+	+	+	+	+	+												
Vežbe plutanja			+	+	+	+	+	+	+											
Vežbe zauzimanja plutajućeg položaja				+	+	+	+	+	+	+										
Vežbe kliženja						+	+	+	+	+	+	+								
Skokovi u vodu i okreti	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Igre	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		
Slobodne aktivnosti							+						+						+	
Rad nogu				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rad ruku						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Koordinacija									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Provera znanja plivanja	+							+							+					+

Obuka plivanja je vema važna za djecu, ne samo za njihovu sigurnost u vodi, već i za ukupni fizički razvoj. Plivanje je aktivnost koja jača cijelo tijelo, poboljšava

kardiovaskularnu izdržljivost, fleksibilnost i ravnotežu. Za djecu sa PE, plivanje može pomoći u jačanju mišića grudnog koša i poboljšanju disanja.

Evo nekoliko ključnih tačaka o obuci plivanja za djecu:

1. Sigurnost u i oko vodene sredine: Učenje vještina u vodi podstiče stepen sigurnosti djece. Prve forme sigurnog ponašanja se uče u prostoru oko vodene sredine, U samoj vodi se odnose na moguća reagovanja i radnje koje slijede u situacijama iznenadnog upada (poziv za pomoć, kako plivati do kraja bazena, kako izaći iz vode...).
2. Rano uvođenje u motoričko učenje i vježbanje. Djeca mogu početi s prvim lekcijama plivanja već u periodu beba. Programi za bebe i malu djecu često se fokusiraju na stvaranje ugodnosti u vodi, sa ishodima kakvi su plutanja, apnea, uskoci, prva veslanja i udarci.
3. Postupno učenje i formiranje navika: Kao i kod bilo kojeg druge motoričke vještine, ključno je učiti postupno. Početak obuhvata usvajanje apnee, učenje disanja, veslanja rukama i udaraca nogama, a zatim se postupno prelazi na prve kompozicije naučenih vještina.
4. Kadrovi u obuci plivanja: Neosporno je da najveći broj dece svoje plivačko iskustvo, kako pozitivno, tako i ono negativno doživljavaju u okviru porodice. Obuka plivanja je, kao i vožnja bicikle, skijanja, vožnja rolera, i slične aktivnosti su povezane sa aktivnošću porodice. Pored porodice u obuci plivanja je razvijen i komercijalni sektor kome pripadaju i plivački klubovi. Plivanje je sastavni dio programa fizičkog i zdravstvenog vaspitanja, u školama koje imaju adekvatne uslove za realizaciju te vrste nastave.

Usmjereno plivanje sa ciljem tretmana deformiteta grudnog koša nije česta realnost. Djeca sa zdravstvenim problemima bivaju uključena u plivačke aktivnosti na predlog predijatra, fizijatra, fizioterapeuta. Za djecu sa indicijama na PE, važno je upoznati trenera - nastavnika plivanja sa aktuelnim stanjem i preporukama ljekara-fizioterapeuta. Kada je upoznat sa kliničkom slikom, trener raspolaže velikim brojem vježbi i vježbnja usmjerenih na treniranje istih. Postavlja se pitanje progressa, njegovog praćenja i eventualne dvosmjerene komunikacije između vršilaca medicinske i doktrine fizičke kulture.

4.3. Plivačke tehnike u funkciji korektive deformiteta

Plivanje kao ciklična aktivnost u vodenoj sredini zahtjeva veliki angažman kardio-vaskularnog i respiratornog sistema. Stoga je razvoj spore aerobne izdržljivosti i bazične izdržljivosti bitan dio programa plivačkog treninga kako za osobe bez deformiteta grudnog koša tako i za one koji imaju deformitet PE. Ipak, i prije svega, plivanje je ispunjeno razvojem kvalitetnih sposobnosti (koordinacija, mobilnost, ravnoteža) koje su sadržane u motoričkom učenju, velikoj senzomotornoj stimulaciji, svjesnosti i motivisanosti na napredovanje.

Osobe koje imaju deformitet grudnog koša učenjem vještina i razvojem kvalitativnih sposobnosti „aktivno“ prilagođavaju tijelo i njegove segmente optimalnom i efikasnom kretanju plivanjem. Pored oblikovanja položaja tijela, kretanje njegovih segmenata, kontinuirana koordinacija zahtijeva stabilnost segmenata tijela u funkciji plivanja. Repertoaru učenja su pridružene i vježbe disanja kako bi se obezbjedile funkcionalne i psihomotorne sposobnosti, ali i kojima se grudni koš čini mobilnijim a respiratorni mišići spremni za razna stanja hipoksije tijela. Sa uzrastom, kontinuiranim treningom, na uzrastu od 11-12 godina, mladi plivači se upoznaju sa prvim formama usmjerenog „hipoksičkog treninga“, odnosno mehanizmom održavanje daha na svaki 3-9 zaveslaja ili ciklusa. Smatra se da ovakav način disanja pri plivanju niskim brzinama može prouzrokovati značajne fiziološke odgovore kardio-respiratornog sistema.

Fokus u treningu kada su u pitanju djeca jeste učenje i uvježbavanje plivačke tehnike i shodno tom procesu razvoj aerobnih kapaciteta. Period evidentnog i očekivanog porasta aerobnih kapaciteta jeste između 12-16 godine života i to važi za oba pola. Svakako da je u obuci plivanja i plivačkom treningu nužno poznavati senzitivne periode razvoja određenih sposobnosti. Koordinacija kao jedna od ključnih fizičkih sposobnosti direktno je povezana za rastom mozga i određene godine života jesu ključne za učenje i usvajanje novih motornih vještina i kasniji njihov transfer na određenu sportsku granu. Plivanje u različitim položajima i na različite načine treba primjenjivati u tim periodima razvoja.

Kada je u pitanju metodika učenja bilo kojih pokreta i kretanja, a isto tako i usavršavanje plivačkih tehnika nema tajni. Većina metodskih postupaka jeste slično i nema znatnih razlikovanja u obuci. Ono što pravi razliku u plivačkom sportu jesu istrajnost i samodisciplina. Trener je taj koji je vođa procesa koji svojim idejama i kreativnošću

usmjerava plivača ka kontinuiranom učešću u sportu i pratećim trenažnim i takmičarskim rezultatima.

Učenje plivačkih tehnika podrazumjeva učenje položaja tijela, udaraca zaveslaja, koordinaciju disanja sa zaveslajima, koordinaciju svih pokreta koji u biomehaničkom smislu definišu plivačku tehniku. Metodika učenja plivačkih tehnika za osobe koje imaju deformitet PE teći će istim redoslijedom kao kod osoba bez deformiteta. Naglasak bi ipak trebalo staviti na vježbe koje angažuju mišićne grupa koje dovode grudni koš u položaj udaljenosti rebarnih lukova od kičmenog stuba. Od onih koji imaju ovu vrstu deformiteta očekuje se da rade dodatne vrste vježbanja kako dakle u obuci plivačkih tehnika, tako i kasnije tokom trenažnog procesa i trener bi morao vladati sadržajima profilaaktičnim na deformitet PE.

Učenje grudnog kraula jeste uglavnom prva od tehnika koje se obučavaju. Kako bi polaznik uspostavio pravilan položaj tijela u vodi vježbe klizanja u grudnom položaju jesu prvi zadatak. Fiksacija vrata odnosno glave samim time i smanjivanje čeonog otpora odnosno pravilan hidrodinamični položaj postiže se formama klizanjima kroz vodu sa i bez pomagala, plivanjem na dah sa nekoliko udaraca, plivanje u apnei. Diferencijacija mišićnog tonusa slijedi i prati anatomske adaptacije u pravcu smanjenja toničnosti aktivnih mišićnih grupa.

Vježbe za učenje udaraca u grudnom kralu se uče na kopnu i u vodi, ono što je važno naglasiti da prilikom obuke treba polaznike naučiti efikasnom položaju stopala u vodi i mišićno zglobojnoj sinergiji u izvršenju udaraca. Udarci se plivaju u tzv separatom plivanju- samo udarci i uz oslonac na plivačku dasku. Vježbač sa PE može uvježbavati udarce pomoću dvije daske u položaju uzručenja i konstatnog pritiska grudnim košem na dolje kako bi se mišići, fascije, zglobovi i veze koštanih nastavaka dodatno aktivirale i time podizala mobilnost djelova i cjeline grudnog koša.

Prsna tehnika jeste najstariji oblik plivanja i djeluje jednostavniji od drugih tehnika. Kao i ostale tehnike, tako se i u analizi i učenju prsne tehnike diferenciraju pet činilaca, i to: položaj tijela, udarci, zaveslaji, disanje i koordinacija. Iako na izgled jednostavnija od ostalih plivačkih tehnika prsna tehnika je itekako kompleksna za usavršavanje.

Leđna tehnika u plivanju je po svojoj kompoziciji slična kralu, u osnovi leđni stil je obrnuti kral. Djeca uglavnom rado uče i uvježbavaju leđnu tehniku iz razloga što su tokom plivanja iste, nos odnosno usna duplja van vode i disanje je olakšano u odnosu na druge tehnike. Pri obuci ove tehnike važno je naglasiti da su kukovi ti koji ne smiju tonuti

i na taj način usporavati i narušavati tehniku. Razvoj prostorne koordinacije u vodi i ritmičnosti svakako jesu od ključnih benefita plivanja leđnom tehnikom. Ova tehnika direktno utiče na ispravljanje posture tijela.

Plivanje leđnom tenikom odnosno zaveslajima otvaramo rameni i grudni pojas što može biti od velikog uticaja na stanje PE. Leđno plivanje je odlična terapija za ublažavanje bolova u donjem dijelu leđa i često ima terapeutsko dejstvo. Istovremeno će ojačati mišiće leđa što će obezbediti bolje uslove za poziciju kičmenog stuba, ali krutost ramenog pojasa jer plivanje ovom tehnikom zahtjeva veliku gipkost ramenog zgloba.

Dakle obuka plivanja, škola plivanja, škola sportskog plivanja, sportsko plivanje ili plivački sportovi se odvijaju u vodenoj sredini koja je puna otpora koje se savladavaju djelovanjem mišićima ruku, nogu, trupa. Pored plivačkih, mladi plivači prolaze i kroz trening van vode, samim time tu se, prije svega kroz vježbe tijelom, sa rekvizitima, na spravama (pilates lopta), ali i kroz komplementarne forme treninga (drugi sportovi) mladi plivači razvijaju svoju motoriku, djeluju na posturu, preveniraju deformitete i slično.

Zajedničko za obuku plivanja i trening plivanja su apnea i vježbe disanja, što znači da treba obraditi mesto i ulogu dijafragme u PE, vježbe apnee i samog disanja na funkcionalnost grudnog koša. Apnea je termin koji se koristi za označavanje privremenog zaustavljanja disanja. U kontekstu plivanja i vježbi disanja, to se često odnosi na vježbe disanja pod vodom ili ronjenje na dah. Ove vježbe mogu pomoći u povećanju kapaciteta pluća i jačanju dijafragme, što može biti korisno za osobe sa PE.

Važno je napomenuti da se vježbe apnee moraju izvoditi pod nadzorom i u sigurnom okruženju, budući da postoji rizik od hipoksije (nedostatka kisika), prateće hiperkapnije i mogućeg gubljenja svijesti.

Ronjenje može biti korisno za ljude sa PE, jer plivanje u dubljim vodama zahtijeva snažno disanje, a ronjenje takođe može pomoći u poboljšanju kapaciteta pluća. Međutim, treba biti oprezan jer promjene pritiska u dubokim vodama mogu imati uticaj na disanje i pluća.

4.4. Plivanje i postura tijela

Posturalni stav predstavlja naslijeđenu karakteristiku, koja se može mijenjati uslijed uticaja niza spoljašnjih faktora kao što su: bolest, povreda, ishrana, fizička (ne)aktivnost, socioekonomski status, radno mjesto, itd. Održavanje uspravnog stava i ravnoteže tijela ostvaruje se kompleksnim djelovanjem posturalnog refleksa, koji spada u mehanizme za održavanje uspravnog držanja tijela. Posturalni refleks koji funkcioniše

na principu povratne sprege (feed back) koriguje manje nepravilnosti u držanju tijela. Mišići koji su zaduženi za sprovođenje djelovanja posturalnog refleksa zovu se posturalni, ili antigravitacioni mišići. Konkretno, uloga posturalnih mišića je da svojim kontrakcijama obezbjeđuju održavanje uspravnog stava i ravnotežu tijela. Pored posturalnih mišića, veoma važnu ulogu u održavanju posturalnog stava imaju i informacije koje pristižu iz čulnih receptora koji se nalaze na stopalima, zatim iz vestibularnog i vizuelnog sistema. Individua, dakle preko nervnih završetaka u tabanima stopala, vestibularnog aparata i čula vida prima informacije o položaju tijela, vrsti podloge, trenutnoj situaciji, pravcu kretanja.

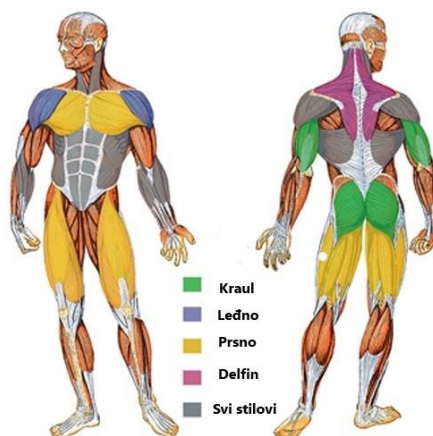
Nepravilno držanje tijela odnosno loša postura često jeste razlog nelagode ili bola u određenih djelova tela. Takođe negativno može uticati na izvođenje pojedinih pokreta a samim tim može dovesti do smanjenja performansi. Osobe sa deformitetom PE često imaju narušenu posturu držanja tijela i ono što se nerijetko može uočiti jeste zaobljena pozicija ramena prema napred što dodatno vezuelno narušava izgled grudnog dijela. Lumbalna lordoza jeste sve češća pogotovo danas živeći sedentarni način života, takođe se sreće kod loše posture osoba sa PE.

Plivanje je odlična vježba za poboljšanje posture tijela. Plivanje pomaže u jačanju mišića koji okružuju odnosno nalaze se u blizini kičmenog stuba, pomažući u poboljšanju držanja. Povećanje pojedinih mišićnih grupa dovodi do bolje posture. Pored toga, plivanje ne stvara preveliko opterećenje kada su zglobovi donjih ekstremiteta u pitanju kao neke druge aciklične ili ciklične sportske grane i discipline gdje je to mnogo izraženije i loše držanje tijela biva evidentno narušeno pod uticajem tog sporta.

Glavni mišići za dobro držanje tijela su topografski raspoređeni od mišića vrata i glave, preko mišića ramenog pojasa, grudnog koša, trbušnog zida, slijede mišići karličnog pojasa, natkoljenice, potkoljenice i stopala. Plivanje kao ciklična vještina podrazumijeva aktivaciju svih grupa gore navedenih grupa mišića u kretanju kroz vodu.

4.5. Dominantna aktivnost određenih mišićnih grupa i zavisnot od plivačke tehnike

Aktivnost mišići koji se koriste u plivanju u velikoj mjeri zavise od načina i intenziteta plivanja. Topografija mišićne analize plivanja data je na slici 20.



Slika 20. Uticaj stilova plivanja na mišićne grupe

Izvor: <https://www.myactivesg.com/Sports/Swimming/How-To-Play/Swimming-facts/What-muscle-groups-do-swimming-develop>

Svojstvo mišića da se njegovi djelovi kontrahuju izolovano umnogome je određeno složenošću plivačkih tehnika. Takva svojstvo određenih mišića ramenog i grudnog pojasa su vrlo važna za usvajanje i izvedbu ciljno usmjerenih pokreta. Da bi poketi ekstremiteta bili sinhronizovani, moramo im omogućiti jak oslonac odnosno adekvatnu snagu i stabilnost trupa, ramenog i karličnog pojasa. Ovi segmenti tijela i predstavljaju glavnu kariku za povezivanje rada ruku i nogu. Maksimalna efikasnost kretanja plivača u vodi moguća je isključivo koordiniranim radom mišićnog i koštano zglobovskog sistema (Nakashima et al., 2023).

Mišići tokom plivanja mogu imati dvojaku funkciju jednu kao stabilizatori tijela a drugu kao pokretači istog.

Plivanje slobodnim stilom, ili *kraul naprijed*, koristi mnogo pokreta ruku da tijelo kretalo kroz vodu. Takođe se koristi i leptir udarac tako da se aktiviraju i neki mišići nogu. Zbog toga ćete prvenstveno aktivirati mišiće kao što su triceps, biceps, mišić prednje i zadnje lože buta. Jezgro ili *core* je takođe angažovano tokom ovog zaveslaja, što je odlično za toniranje stomaka i kosih trbušnih mišića.

Kada je u pitanju tehnika **kraula** propulzivni dio zaveslaja počinje nakon što je ruka zauzela opružen položaj u vodi nakon čega slijedi zahvatanje vode. Ovakav položaj ruke omogućava rotacija loptanice na gore. M.pectoralis major odnosno veliki grudni mišić jeste taj koji započinje pokret svojim pripojima na ključnoj kosti. Mišić koji nastavlja propulzivnu fazu jeste široki leđni mišić, čija funkcija jeste izražena u fazi odgurivanja o vodu. Mišići pregibači zgloba šake održavaju zglob u položaju vrlo malog savijanja

propulzivnom dijelu zaveslaja. M. biceps brachii i m. bicipitalis imaju ulogu savijanja lakta i pripremu pozicije ruke za fazu odgurivanja. Opuštanje ruke u laktu u završnoj fazi odgurivanja o vodu i njeno pokretanje nazad i gore omogućava m. triceps brachii odnosno troglavi mišić nadlaktak. Uloga mišića u retropulzivnom dijelu zaveslaja jeste da izvade ruku iz vode i postave je ispred glave prije nego je se opušta i krene u novi zaveslaj. Mišići koji ovo obavljaju jesu m. deltoideus, m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. subscapularis, m. teres minor. Stabilizacija lopatice jeste važna kako u propulzivnom tako i u retropulzivnom dijelu zaveslaja. Njenu stabilizaciju omogućavaju m. pectoralis minor sa prednje strane; srednji i donji kraci m. trapeziusa i m. levator scapule sa gornje strane; m. rhomboideus i m. serratus anterior sa bočne strane scapule. Propulzivni dio udara počinje pokretom noge u zglobov kuka što obezbjeđuju slabinsko-bedreni i m. rectus femoris. Što brže i snažnije opuštanje koljena omogućavaju mišići prednje lože buta (m. quadriceps femoris). M. gluteus maximus i mišići zadnje lože buta jesu glavni mišići u retropulzivnom dijelu udarca nogom u kraul tehnici. U skočnom zglobov izvode se pokreti savijanja, opuštanja, uvrtnja, izvrtnja mišići potkoljenice i stopala koji učestvuju u ovim pokretima.

Leđno plivanje koristi dosta istih mišića kao i slobodni stil, ali takođe se suprotstavlja nekim od tih pokreta. Pokret ruke unazad aktivira više deltoida (ramena) i latissimus dorsi (velike mišiće koji se protežu preko leđa). Mišići jezgra takođe bivaju aktivni tokom plivanja ovog stila. Pošto je leptir udarac praktično identičan kao u slobodnom stilu, aktiviraćete gluteuse, prednju i zadnju ložu buta i prednje tibijalne mišiće (mišiće potkoljenice).

Propulzivni dio zaveslaja kod **leđne** tehnike počinje od trenutka kada mali prst zaroni u vodu. Uslovi za sticanje kvalitetnog zaveslaja u leđnoj tehnici jeste rotacija u zglobov ramena i maksimalno opuštanje ruke u zglobov lakta. M. latissimus dorsi jeste najviše angažovan tokom ove vrste zavesaja. Pored njega aktivacija i m. pectoralis major odnosno velikog grudnog mišića takođe dominira ali ne u istoj mjeri kao kod kraul tehnike. Blago savijanje lakta tokom zaveslaja ispod vode angažuje pregibače zglobov lakta, nakon čega pokret preuzima m. triceps brachii glavni opuštač zglobov lakta. Kao i kod kraul tehnike stalna aktivacija mišića stabilizatora trupa jeste neophodna za sinhronizovan i efikasan rad ekstremiteta.

Prsno plivanje je odličan oblik vježbanja, izazovno je jer zahtijeva puno ritmičkih pokreta ruku i nogu i njihovu uzajamnu koordinaciju. Iz tog razloga mišići oba ekstremiteta su aktivni tokom plivanja prsno tehnike. Prsni stil koristi mišiće gornjeg dijela tela, uključujući latissimus dorsi (mišić leđa), pectoralis major (mišić grudni), biceps i triceps (mišić

ruku), brachialis, brachioradialis i deltoide (mišiće ramena). Neki od mišića nogu koji se koriste tokom prsnog stila uključuju gluteus (mišić zadnjice), kvadriceps (mišić prednje lože butine) i gastocnemius i soleus (mišić lista). U svakodnevnim radnjama kao što su hodanje, penjanje uz stepenice ili povlačenje stvari prema sebi koristimo prethodno navedene mišiće.

Kod **prсно** tehnike propulzivni dio zaveslaja počinje postavljanjem ruku u podužetku ose ramena. Zaveslaj kreće angažovanjem gornjih pripoja m.pectoralis majora, zatim preuzima m.latissimus dorsi. Energičnim povlačem odnosno kontrakcijom ova dva mišića završava se propulzivni dio zaveslaja. Propulzivne sile omogućavaju kretanje plivača naprijed kroz vodu i kretanje glave i trupa naprije i gore. Kontrakcijom paravertebralnih mišića, tj. mišića koji se prostiru duž kičme od donjih leđa do lobanje plivač uzima dah dok je glava iznad površine vode. Retropulzivni dio zaveslaja odnosno povlačenje šaka i podlaktica zahtjeva angažovanje m.pectoralis majora, m.deltoideusa i duge glave m.biceps brachii. Stabilizatori lopatice takođe imaju važnu ulogu. Njihov dobar položaj i mogućnost adekvatnih promjena položaja su preduslov za izvoženje pokreta ruku u propulzivnom dijelu zaveslaja. Mišići stabilizatori trupa i karlice obezbjeđuju ekifasnu povezanost ruku i nogu.

Retropulzivni dio udarca izvodi se kontrakcijom pravog butnog mišića i slabinsko-bedrenog mišića koji vrše pregibanje kuka i usmjeravanje natkoljenice dolje, dok mišići zadnje lože buta vrše savijanje zgloba koljena i usmjeravaju potkoljenicu i stopalo vertikalno gore. Dobra pozicija izvrnutih stopala preduslov je za efikasne propulzivne pokrete. Propulzivni dio udarca počinje širenjem natkoljenica, što omogućavaju mišići odvodioći kuka. Dvoglavi mišić buta povlači spoljašnji dio potkoljenice, i stopala se dodatno razdvajaju i izvrću. M.gluteus maximus svojom kontrakcijom vrši potisak i opuštanje zgloba kuka i koljena. Mišići privodioći buta privlače noge ka centralnoj osi tijela, dok povratak stopala u prvobitni položaj omogućavaju mišići potkoljenice (Ruben, 2006).

Leptir ili delfin tehnika je fizički veoma zahtjevna. Da biste savladali delfin tehniku, potrebno je da uskladite vrijeme pokreta ruku povlačenjem/guranjem sa udarcem delfina. Ovaj plivački potez koristi širok spektar mišića. Neki od dominantnijih uključuju trbušne mišiće, kvadricepse, grudi, zadnju ložu buta, gluteuse, mišiće ramena (deltoideus) i leđa (latissimus dorsi).

U **delfin** tehnici, kada ruke uđu u vodu i tijelo zauzme hidrodinamički položaj, m.pectoralis major postaje pokretač faze zahvatanja vode. Njegovi gornji pripoji

doprinosu stvaranju propulzivne sile. U koordinaciji sa širokim mišićem leđa donji snopovi velikog grudnog mišića u daljoj fazi propulzivnog dijela guraju ruke ka centru tijela. Opuštanje laktova u delfinu se izvodi snažno i brzo u čemu i jeste razlika od kraul tehnike, uz angažovanje troglavog mišića nadlaktice. Mišići stabilizatori lopatica opet igraju značajnu ulogu, takođe i simultani rad ruku i nogu omogućavaju stabilizatori trupa i karlice. Paravertebralni mišići pomažu pri udahu odnosno da plivač gornji dio trupa i ruke izvadi van vode u retropulzivnom dijelu zaveslaja. Mišićna angažovanost nogu je vrlo slična kao i kod kraul tehnike. Činjenica je da određeni mišići imaju različiti stepen aktivnosti tokom raznih stilova plivanja. U tabeli br. 2 prikazano je u kojoj mjeri su određeni mišići aktivni u zavisnosti od tehnike plivanja.

Tabela 2. Procentualna aktivnost određenih mišića u zavisnosti od tehnike plivanja
Izvor: Marković, V. *Plivanje*

MIŠIĆI	TEHNIKA PLIVANJA			
	kraul	leđno	Prsno	delfin
m. pectoralis major	100	96	89	65
m. biceps brachii	100	82	86	50
m. triceps brachii	100	97	80	60
m. pectoralis minor	100	85	75	50
m. deltoideus portio spinata	100	95	90	64
m. latissimus dorsi	97	100	88	86
m. deltoideus portio claviculares	62	57	48	100
m. trapezius	68	46	100	42
m. rectus abdominis	50	67	100	64
m. quadratus femoris	52	64	50	100
m. biceps femoris	51	61	55	100
m. gluteus maximus	44	60	40	100
m. gastrocnemius	53	38	45	100
m. tensor fasciae latae	51	55	50	100

5. PECUTS EXCAVATUM USPJEH U VRHUNSKOM PLIVANJU – BIOGRAFSKI OSVRT

5.1. Biografski osvrt vrhunskih plivača sa Pectus Excavatum

Plivanje svakako jeste aktivnost koja jača čitavo tijelo i velike grupe mišića. Dugačak trup i široka stopala (patka) su neke od već poznatih fizičkih karakteristika kada su u pitanju dobri plivači prsne tehnike. Rijetko ko bi pomislio da deformitet grudnog koša ipak može biti “prednost” kod prsaša. U slučaju američkog plivača Cody Millera stanje PE sigurno nije olakšavajući faktor u plivanju, ali je itekako uticao na fomiranje njegovog karaktera i istrajnosti koju posjeduje.

Pieter van den Hoogenband legenda kratkih i srednjih disciplina slobodnim stilom, sa evidentnim problemom PE se pridružio elitnim plivačima svijeta osvojivši zlatne medalje u šest disciplina: 50 metara, 100 metara i 200 metara slobodno; štafeta 4k100 metara slobodnim stilom; štafeta 4k100 metara mješovito i neolimpijski 50 metara leptir.

Kevin Kordes, jedan od najboljih plivača u SAD, bio je član američkog muškog olimpijskog tima u plivanju 2016. godine. Osvojio je zlato u štafeti 4 × 100 m mješovito kao član preliminarne štafete i zauzeo 4. mjesto u disciplini 100 m prsno za muškarce na Olimpijskim igrama u Riju. On je bivši američki rekorder u disciplinama 50 metara i 100 metara prsno.

Ove plivače vrhunskog nivoa PE i prateći izazovi ovog deformiteta nije sprečavilo da slede svoje snove i postanu vrhunski sportisti.



Slika 21. Plivač Cody Miller

Izvor:

<https://pectusexcavatumfix.com/pectus-excavatum-swimming/>



Slika 22. Plivač Pieter van den Hoogenband

Izvor:

<https://www.listal.com/pieter-van-den-hoogenband#>



Slika 23. Plivač Kevin Kordes,

Izvor:

<https://www.flickr.com/photos/jdlasica/9001456867>

Ne umanjujući postignute rezultate svih trojice plivača sa PE, Cody Miller vjerovatno jeste jedan od najboljih plivača u disciplinama prsno u poslednjoj deceniji plivačkog sporta. Kada se počinjao baviti plivanjem u svojoj šestoj godini života deformitet nije bio primjetan. Razvojem tijela u predadolescetskom periodu Miller u svojoj desetoj godini počinje primjećivati blago udubljenje u predjelu grudi. Deformitet je vremenom postao više uočljiv tako je i danas na njegovom tijelu primjetno udbuljenje, međutim to ga nije obeshrabrilo da učestvuje u plivačkom sportu i da postane vrhunski sportista. Odlučio da ne ide na operaciju da bi korigovao deformitet, a plivanje mu je pomoglo da proširi grudi i razvije grudni koš. Miller ne krije da je imao problem sa vršnjacima zbog čega često stidio svog tijela.

Međutim ništa od toga ga nije spriječilo da postane vrhunski sportista. On je bivši svetski rekorder u muškoj štafeti 4×50 metara slobodno i mešovitoj štafeti 4×50 metara slobodnim stilom, kao i bivši američki rekorder u dugoj stazi 100 metara prsno i kratkoj stazi 50 metara, 100 metara, i discipline na 200 metara prsno. Na ljetnjim Olimpijskim igrama 2016. godine osvojio je bronzanu medalju u disciplini 100 metara prsno i zlatnu medalju u štafeti 4×100 metara mješovito, preplivavši prsno dio štafete u finalu kako bi pomogao da se postigne novi olimpijski rekord. Godine 2019. osvojio je srebrnu medalju u disciplini 100 metara prsno na Panameričkim igrama. On se takmiči kao predstavnik DC Trident u Međunarodnoj plivačkoj ligi.

Miller je osvojio ukupno sedam medalja na svetskim prvenstvima i Olimpijskim igrama: tri zlatne medalje, dvije srebrne medalje i dvije bronzane medalje, obuhvatajući duge i kratke staze.

„Od malih nogu sam se borio sa svojim izgledom, bio sam klinac koji se plašio da skine majicu na času fiskulturne fizičkog ljudi su mislili da sam čudan“, izjavio je Miller jednom prilikom.

Dodatan problem za ovog plivača jeste i pojava astme koja je dodatno otežavala disanje. Doktori su rekli da je kapacitet pluća ovog momka smanjen za 12 do 20 procenata i na taj način otežali njegov put ka selekciji plivačke reprezentacije Sjedinjenih Američkih Država.

Sa svojim 180 centimetara visine Miller nije imao ni prevelike predispozicije da bude vrhunski plivač, štaviše bio je jedan od najnižih u timu. Imajući u vidu da je morfologija tijela jedan od ključnih faktora za selektiranje plivača Miller je u startu bio inferioran u odnosu na ostale.

Međutim, ništa od toga nije zaustavilo Cody Millera na njegovom putu. Uprkos okolnostima, Miller je rekao da je svoj život posvetio plivanju, te veliki broj medalja sa najznačajnijih plivačkih takmičenja to i dokazuje (Cody_Miller, preuzeto april 2023.godine).

„Shvatio sam da niko nije 100% zadovoljan načinom na koji izgleda. Svako ima nešto na sebi što mu se ne sviđa, profesionalni sportisti, modeli... svako ima svoje nesigurnost. Prihvatio sam činjenicu da imam ogromnu rupu u grudima!”

5.2. Psihološki osvrt kod Pectus excavatum

Imajući u vidu da pojavom sekundarnih polnih karakteristika odnosno ulaskom u pubertet PE postaje manje ili više evidentan može itekako uticati na razmišljanje mladih koji imaju ovaj problem. Potencijalni problem u radu vitalnih organa jesu najveća prijetnja udubljenih grudi, međutim problem estetike tijela odnosno “promjenjenog reljefa” grudnog koša može biti dodatno izazovna kod mladih. Živeći u doba kada se dosta stvari vrednuje na osnovu fizičkog izgleda pred ljude koji imaju deformitet PE postavlja se nimalo lak zadatak korekcije svog izgleda.

Pectus excavatum može imati značajan uticaj na psihološko blagostanje čovjeka, uključujući njeno/njegovo samopouzdanje i samopoštovanje. To je zato što

fizički izgled grudi može biti izvor sramote, anksioznosti i društvene izolacije za neke pojedince.

Ozbiljnost stanja može varirati od osobe do osobe, ali čak i blagi slučajevi mogu izazvati značajan stres. Djeca i adolescenti sa PE mogu biti posebno pogođeni, jer mogu biti suviše senzibilni u vezi sa svojim izgledom u periodu odrastanja kada je važno društveno prihvatanje i uklapanje sa vršnjacima. Pored fizičkog izgleda grudnog koša, PE može izazvati i fizičke simptome kao što su kratak dah, bol u grudima i umor. Ovi simptomi mogu dodatno podstaći osećaj anksioznosti i niskog samopoštovanja.

Liječenje može pomoći u poboljšanju fizičkog izgleda grudnog koša i ublažavanju simptoma, što može dovesti do poboljšanja psihološkog stanja i ukupnog kvaliteta života. Važno je za osobe sa PE da traže podršku od zdravstvenih radnika i voljenih kako bi se pozabavili svim emocionalnim i psihološkim problemima koje mogu imati. Osjećaj stida ili sramote na bazenu ili plaži itekako može imati uticaja na kasniji razvoj ličnosti i životne odluke koje slijede.

Plivanje kao aktivnost u vodenoj sredini zahtjeva da trup i ekstremiteti budu nagi i na taj način na treinzima plivanja djeca sa deformitetima grudnog koša već od malih nogu ili pubertetskih dana mogu da prihvate svoje tijelo i da ga se ne stide.

6. OSTALI ASPKETI PLIVAČKOG TRENINGA OSOBA SA PECTUS EXCAVATUMOM

6.1. Trening sa dodatnim opterećenjem i *calisthenics* forme vježbanja

Vježbe sa sopstvenim tijelom masovno bivaju upražnjavane još od najranijih početaka bavljenja sportom i vježbanjem. Rade ih rekreativci, amateri ali i vrhunski sportisti.

U procesu terapije PE neke od vježbi ovog tipa zauzimaju važno mjesto. Grupe mišića koje treba ojačati jesu mišići leđa, tj. oni koji vraćaju ramena unazad i poravljaju posturu odnosno držanje tijela.

Vježbe sa dodatnim opterećenjem će estetsku sliku grudnog deformiteta ispraviti možda i više nego samo plivanje ili neka slična sporska aktivnost. Neupitno je da je trening van vode jedan od ključnih kada su plivači u pitanju, isto tako i za sve one koji imaju deformitet udubljenih grudi trening sa kontrolisanim spoljnjim opterećenjem će biti vrlo značajan kako za jačanje muskulature tako i za bolji psihološki status plivača sa PE.

Vezuelni izgled PE se može mijenjati vježbanjem u određenoj mjeri. Plivači mogu imati koristi od vježbi za jačanje grudi kao što su sklekovi, zgibovi, plankovi kako bi ojačali grudi i smanjili pojavu deformiteta. Jačanje mišića u grudima takođe može pomoći u smanjenju bolova u leđima uzrokovanih ovim stanjem.

Sastavni deo dnevnih trenažnih rutina plivača su i vježbe istezanja sa ciljem optimizacije obima pokreta i smanjili rizik od povreda.

Na slikama 24 i 25, prikazana je jedna od formi vježbi vučenja koja se može raditi na karikama, gumama ili fiksiranom osloncu u vidu olimpijske šipke. Ovakav način izvođenja vježbe može predhoditi izvođenju zgibova jer je lakša za izvođenje a istovremeno dovoljno izazovna za jačanje mišića leđa, mišića ruku i trbuha.



Slika 24.

Izvor: <https://www.fitbarstrong.com/suspension-straps>



Slika 25.

Izvor: <https://www.gornation.com/blogs/news/exercises-gymnastics-rings>

Na slici 26 prikazana je jedna od formi vježbi guranja odnosno vježba poznatija kao propadanja. Izvođenje ove vježbe na krugovima je izuzetno teško i zahtjeva jak rameni pojas. Izvođenje iste vježbe sa čvrstim osloncem ili pomagalima u vidu guma bi prethodila ovoj vježbi. Jedna od glavnih vježbi sa sopstvenim tijelom za jačanje gornjeg dijela tijela. Dok se spuštamo istežemo grudne i ramene mišiće zatim ih kontrahujemo i aktiviramo dok se guramo ka gore. Vježba koja itekako može biti od pomoći onima sa deformitetom PE angažujući dodatno donje pripoje velikog grudnog mišića.



Slika 26.

Izvor: <https://www.shutterstock.com/image-vector/gymnastic-ring-dips-exercise-flat-vector-1854191026>

Slika 27 prikazuje vježbu vučenja na takozvanoj lat mašini. Sprava na kojoj vježbanje prvenstveno angažuje široki leđni mišić, kao i mišiće leđa i zadnje strane zgloba ramena. Angažovana muskulatura ojačaće leđa i pomoći pri boljoj posturi i vraćanju ramena unazad kod onih koji imaju PE.



Slika 27.

Izvor: <https://www.shutterstock.com/image-vector/gymnastic-ring-dips-exercise-flat-vector-1854191026>

Slika 28 prikazuje jednu od formi izvođenja sklekova, vježbu koja se može raditi na gumama, karika, loptama, tvrdoj podlozi itd. Odaljavajući noge unazad to će izvođenje vježbe biti otežano, i mišići ramenog, grudnog pojasa i zadnje strane nadlaktka će biti pod

dodadtnom tenzijom. Sklekovi svako jesu jedna od najpopularnijih i najčešćih načina jačanja gornje muskulature tijela bilo kod rekreativaca ili profesionalnih sportista.



Slika 28.

Izvor: <https://www.shutterstock.com/image-vector/gymnastic-ring-dips-exercise-flat-vector-1854191026>

Slika 29 prikazuje vježbu razvlačenja guma ili elastičnih sistema koja angažuje prvenstveno grudne mišiće i dobar je vid „pumpe“ i zagrijavanja grudnih mišića prije izvođenja neke višezglobne vježbe gdje će se dodatno aktivirati ili prije samog ulaska u bazen.

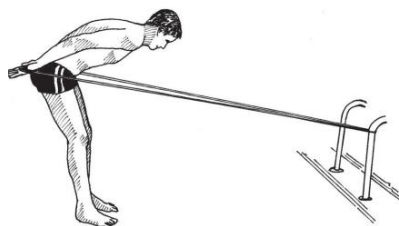


Slika 29.

Izvor: <https://www.shutterstock.com/image-vector/gymnastic-ring-dips-exercise-flat-vector-1854191026>

A) Vježbe različitih vrsta veslanja

Vježbe veslanja bilo u pretkolonu ili nekom drugom položaju su nezaobilazne za jačanje leđne muskulature. Jedan od načina kako možemo jačati najveći mišić leđa m.latissimus dorsi je prikazano na slici 30. Njegova važnost je velika pri pravilnom držanju tijela.



Slika 30. Vježba veslanja

Izvor: Ruben J. Guzman, *The swimming drill book*

B) Vježba - razvlačenje gume

Na ovaj način jačamo vanjske rotatore ramenog zgloba, i na taj način ojačavamo rame i stabilizujemo lopatice.



Slika 31. Vježba razvlačenje gume

Izvor: Ruben J. Guzman, *The swimming drill book*

C) Vježba Trzaj-Nabačaj-Izbačaj

Određena olimpijska dizanja su svakako nezaobilazna kod vrhunskih sportista pa tako i kod plivača. Generišu veliku snagu čitavog tijela, a plivanje jeste sport sa takvim zahtjevima. Tehniku nabačaja plivači često koriste u treningu snage jer pored snage razvija i koordinaciju plivača, a takođe i simulira dio zaveslaja rukama u prsnoj tehnici.



Slika 32. Vježba. Trzaj-Nabačaj-Izbačaj

Izvor: <http://www.realx3mforum.com/smf/index.php?topic=125.0>

6.2. Vježbe disanja i dijafragma

Vježbe disanja su vrlo važne kada su u pitanju mnoge sportske aktivnosti. U sportovima orijentisanim na kapacitetu spoljnog i unutrašnjeg disanja direktno se utiče na performanse sportiste i odavno se koriste. Međutim koriste se i u sportskim igrama, borilačkim sportovima i brojnim drugim aktivnostima.

Vježbe disanja umnogome su usmjerene ka osobama sa PE, pogotovo kada govorimo o disanju usmjerenom ka povećanju mobilnosti činilaca grudnog koša, odnosno mišića koji su aktivni pri disanju. Kratak dah može biti problem koji se može riješiti vježbama disanja. Plitko disanje uslovljeno deformitetom može stvarati fizički i mentalni zamor, čak i kod osoba koje nemaju defomitet grudnog koša, i trebalo bi raditi vježbe disanja jer je njihova učinkovitost višestruka.

Pravilnim disanjem naše tijelo će biti bolje snadbjeveno kiseonikom i bolje ćemo se osjećati. Dijafragma je najvažniji mišić kada je u pitanju disanje.

Socijalna anksioznosti ili razni oblici depresije mogu biti jedan od pratećih problema osobama sa pectus excavatumom. Duboko disanje i uopšte vježbe disanja su od velike pomoći, jer na taj način smirujemo otkucaje srca i misaoni tok.

Vježbe disanja su korisne za osobe sa PE jer mogu pomoći u poboljšanju kapaciteta pluća i olakšavanju disanja. Varijanta dijafragmalnog disanja, uključuje disanje trbuhom umjesto grudima. Najjednostavniji način uvježbavanja disanja trbuhom jeste na način da sjednete ili legnete u udoban položaj, stavi se jedna ruka na stomak, a drugu na prsa. Udahne se duboko kroz nos, osjećajući kako se trbuh podiže, a ne grudi zatim izdahnite kroz usta. Neke od vježbi iz yoge kao što je pranayama takođe mogu biti od koristi. Tehnike poput "kapalabhati" (brzo disanje iz trbuha) ili "anuloma viloma" (naizmjenično disanje kroz nos) mogu pomoći u poboljšanju kapaciteta pluća.

Tehnika disanja s usnama skupljenima (Pursed-lip breathing) može pomoći u povećanju pritiska u plućima, što može poboljšati njihov kapacitet i efikasnost. Ova tehnika takođe može pomoći u kontrolisanju brzine disanja, što može biti korisno za ljude sa PE, pogotovo tokom fizičke aktivnosti. Vježbe disanja mogu biti posebno korisne za osobe sa PE, jer mogu pomoći u poboljšanju funkcije pluća i dijafragme.

U treningu plivača, kao dio dnevnih rutina, vježbe disanja postaju opredjeljujuće za veliki broj vježbanja. Stoga se, pored kvalitetne posturografije, vježbe disanja smatraju uslovnim za obezbeđenje efikasnog kretanja na startu i okretu, ali i tokom srednje dionice isplivanja takmičarske dionice. Moguće vježbe disanja, u odnosu na početni položaj su:

A) Sjedeći/Stojeći polazni položaj

Ova vježba se preporučuje raditi nakon ustajanja ili pred spavanje. U sjedećem položaju, treba primaći lopatice, duboko udahnuti i zadržati vazduh u plućima oko deset sekundi. Fokus je na podizanju grudnog koša u nivou lopatica, i lagano izdahnuti. Preporučuje se kao dobra vježba za “punjenje” kiseonika i energije za početak dana. Moguća je pojava vrtoglavice kod osoba sa PE.



Slika 33. Vježba disanje u sjedećem položaju
Izvor: <https://pectusexcavatumfix.com/breathing-exercises/>

B) Vježba “luk od strijele”

Ovo je jedna od najefikasnijih vježbi istezanja grudnih mišića i istovremeno otvaranje disajnih puteva. Zauzeti uspravni položaj sa stopalima u širini ramena. Pritisnuti šakama donji dio leđa. Otklon trupom unazad. Otvoriti usta i oči što je moguće šire. Duboko disanje sa pokušajem podizanja trbuha svakim udahom. Podizanjem ruku u uzručenje moguće je dodatno istezanje grudnih mišića .



Slika 34. Vježba disanje Luk od strijele
Izvor: <https://pectusexcavatumfix.com/breathing-exercises/>

C) Vakuum trbuha

Vježba koja ojačava musculus transversus abdominis. Focus u ovoj vežbi jeste pomijeranje stomaka udahom dok grudi miruju. Za izvođenje ove vježbe neophodan je potpuni izdah i uvučen trbuh. Zamisliti da trbušnjaci dodiruju prednju stranu kičmenog stuba. Vježbom se dodatno angažuju mišići kora. Položaj i radnje će pomoći da se eliminišete širenje rebara što će PE učiniti manje uočljivim, odnosno ukazaće na njegov funkcionalni status. Ne preporučuje se raditi ovu vježbu neposredno nakon obroka.



Slika 35. Vježba vacuum stomak

Izvor: <https://pectusexcavatumfix.com/breathing-exercises>

Vježbe disanja same po sebi ne mogu popraviti PE. Međutim, zasigurno pomažu pri poboljšanju posture i kapaciteta pluća, takođe može povećati nivo energije i istegnuti muskulaturu grudnog koša. Vježbe disanja ne traju više od 15 minuta dnevno.

Vježbanje joge i primjena hladnih tuševa povezuju se sa vježbama disanje. Kako naučna istaživanja pokazuju benefiti hladnih tuševa su mnogobrojni, kako na mentalno tako i na fizičko zdravlje. Povećan broj respiracija je neminovan kada krećemo sa hladnim tuševima samim tim uvježbavamo hiperventilaciju. Pored uvježbavanja respiratornog sistema takođe poboljšavamo imunološki odgovor tijela, uravnotežujemo hormone i još dosta pozitivnih efekata za naše tijelo.

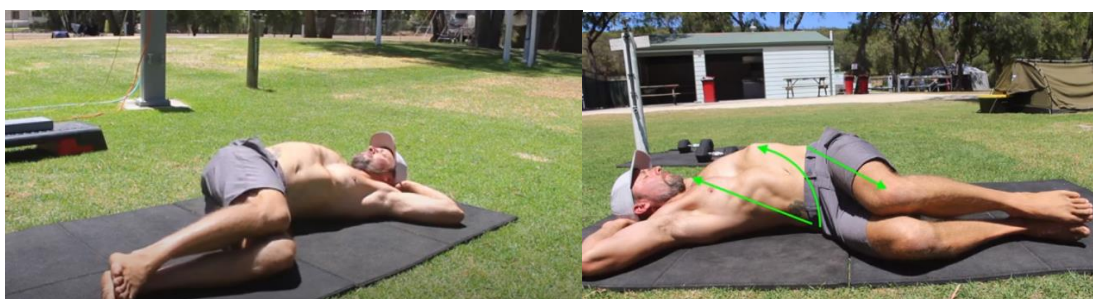
Joga za razliku od hladnog tuša omogućava smirivanje misaonog toka, istezanje cijelokupne muskulature naročito respiratornih mišića, a poznato je da se kod joge poseban akcenat stavlja na vježbe disanja.

Plitko disanje kroz usta i nos su postali svakodnevni i najčešći način respiracije. Ipak trenažna orijentacija je disanje kroz nos i širenju trbuha udahom, čime se aktivira dijafragma i smanjuje "disanje" grudnim košem.

Dijafragma je mišić koji se često nedovoljno koristi i stoga može postati veoma zategnut. Vježbe istezanja dijafragme mogu se koristiti u svim sportskim granama,

najčešće ga koriste ronci na dah prije zarona ili treninga. Osim poboljšanja funkcije ovog mišića i funkcionalnosti grudnog koša sledeće vježbe mogu biti od koristi za opuštanje tijela. Opis vježbe date je na slikama 36 i 37.

Potrebno je leći na bok sa koljenima i kukovima savijenim pod uglom od 90 stepeni. "Donje koljeno" je oslonjeno na pod i mora ostati povezano sa podom tokom istezanja. Staviti ruke iza glave prije nego što udahnete kroz nos i trbuhom. Dok se udiše, trbuh treba usmjeravati van i dozvoliti mišiću dijafragme da se proširi pomijeranjem nadolje. Dok se izdiše kroz usta, valjati gornji deo tijela i pomjeriti gornji lakat prema podu. Opseg pokreta u valjanju zavisice od rotacionog kapaciteta i sinergije mišića koji je izvode. Dostići svoj krajnji domet, a zatim se fokusirati na 5-10 kontrolisanih udisaja. Udahtuti kroz nos 4 sekunde i pustiti da se trbuh proširi. Zatim polako izdahtuti kroz usta ili nos 8 sekundi, pustiti da trbuh "potone". Kod svakog izdaha, trebalo bi postići obimnije istezanje. Fokusirati se na pomijeranje gornjeg ramena od koljena. Trebalo bi da se osjeti istezanje između donjeg rebra i karlice. Vježbu ponoviti 5-10 puta sa kontrolisanim udahom prije nego promijenite stranu.



Slika 36. i 37.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=bmYGGPIBiM4&ab_channel=TheSustainableTrainingMethod

Ovo su neke od dodatnih vježbi istezanja dijafragme koje praktikuju ronci na dah a koje se mogu raditi kod kuće kako bi se poboljšali mobilnost dijafragme i grudnog koša, i koji su od značaja za vježbanje dok je grudni koš pod pritiskom. Ovakve vježbe će takođe pomoći da se vitalni kapacitet pluća poboljša i da upravljanje kontrakcijama tokom zastoja daha budu lakša.

Vježbe za mobilnost dijafragme uglavnom se rade na prazan stomak. Zagrijavanje se radi na način da se maksimalno izdahne uz angažovanje dijafragme pokretima trbuha. Nakon izvršenja maksimalnog izdaha podignuti dijafragmu i držati u toj poziciji što duže možemo. Ponoviti vježbu 5 do 10 puta vodeći računa o pauzi između ponavljanja, a u pauzama disati normalno i opušteno.

Jedna od naprednih vježbi jeste blago masiranje dijafragme u gornjoj poziciji i na taj način dodatno raditi na njenoj mobilnosti. Praktikovanje ovih vježbi u različitim pozicijama i rotacijama tijela dodatno može otežati vježbu i samim tim uticati na aktivnost glavnog inspiratornog mišića.



Slika 38.



Slika 39.



Slika 40.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=yThzQaaKalo&t=322s&ab_channel=KAIZENFREEDIVING



Slika 41.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=IKgrzzAajGY&t=179s&ab_channel=MolchanovsFreediving

7. SPECIFIČNE VJEŽBOVNE AKTIVNOSTI PLIVAČA SA PECTUS EXCAVATUM

7.1. Core trening plivača

Kako bi sportista svoju tehniku izvođenja pokreta izvodio na kontrolisan, precizan i racionalan način i dodatno smanjio mogućnost povrede lokomotornog aparata, stabilnost jezgra jeste od presudnog značaja.

Funkcionalnost i jakost trupa u plivanju jesu jedan od osnovnih preduslova za iskorišćavanje maksimalnih potencijala plivača dok se kreće po ili u vodi. Plivanje ispod površine vode odnosno ronjenje na početku trke i nakon okreta zahtijeva zauzimanje glisirajućeg položaja koji je direktno uslovljen stabilnim i funkcionalnim mišićima trupa i to najbolje oslikava važnost jakog mišićnog jezgra u plivanju danas.

Funkcionalna stabilnost i dinamički balans jezgra čine osnovu efikasnog kretanja. Sa motoričke strane ono predstavlja polaznu tačku kretanja i vršenja višezglobnih pokreta koji zahtijevaju aktivaciju mišića regije zgloba kuka. Dvadesetdevet mišića ima pripoje na koštanim segmentima koje podrazumjevaju mišićno jezgro. Prije svega to su lumbo-pelvični mišići i mišići stomaka u regiji zgloba kuka. Slabost mišića jezgra i mišića koji ojačavaju stabilnost kičmenog stuba vremenom može dovesti do velikog broja mikrotrauma koji za posledicu mogu imati ozbiljne povrede i samim tim izostanak sa treninga.

Jačanje mišića kora danas je neopodno primjenjivati u bilo kom sportu, a da bi trener to primijenio mora poznavati funkcionalnu anatomiju, mehanizam stabilizacije kuka i lumbo-pelvičnog kompleksa (Jevtić, 2011).

Glavni lumbospinalni mišići za stabilizaciju kičmenog stuba i donjih leđa su:

- Opružać kičmenog stuba,
- Grupa međupršljenskih mišića,
- Četvrtasti lumbalni mišić,
- Šitoki mišić leđa.

Glavni mišići trbuha su:

- Pravi trbušni mišić,
- Spoljni i unutrašnji kosi mišić stomaka,

- Poprečni mišić trbuha.

Glavni mišići predijela kuka su:

- Veliki i srednji sedalni mišić,
- Bočno-slabinski mišić.

Bitna mišićna grupa u efikasnom kretanju čitavog kinetičkog lanca jeste i transeferznospinalna grupa mišića. Mišići stabilizatori koji sadrže uglavnom spora mišićna vlakna, oni stabilizuju i samim tim usporavaju fleksiju i rotaciju segmenata kičmenih pršljenova tokom kretanja. Tu su duboko mišići leđa koji nemaju estetsku vrijednost i funkciju kod plivača, ali su izuzetno bitni za jaku osovinu kičmenog stuba.

Ukoliko prethodno nabrojani mišići odnosno mišićne grupe nijesu na adekvatnom nivou pripremljenosti odnosno da je jezgro slabo doći će do narušavanja plivačke tehnike. Najčešće će doći do potapanja ili obrtanja nogu, povećavanje napadnog ugla tijela i čeonog otpora, prevelike potrošnje energije na održavanje efikasnog položaja u vodi.

U rotacijama gornjih ekstremiteta i ramenog pojasa u plivanju prsno i leđnog kraula, mišići jezgra igraju važnu ulogu. Rotacija jeste preduslov efikasne propulzije i udarca tokom plivanja ovim tehnikama, a takođe rotacijom produžavamo zaveslaj 10-15 centimetara. Plivanje prsnom i delfin tehnikom takođe uključuje mišiće jezgra koji prave efikasan transfer i povezuju udarce sa zaveslajima.

Postoje tri nivoa u vježbanju mišića jezgra: prvi nivo jeste stabilizacija, drugi nivo je jačanje i treći nivo jeste podizanje mišićne moći.

Prinipi koje treba pratiti tokom vježbanja mišića jezgra jesu:

- Polazni položaj,
- Relaksacija lica i donje vilice,
- Smireno disanje,
- Osa ramena u/iza ose ušiju,
- Otvoriti grudi smanjiti aktivnost m.pectoralis,
- Tijelo u čvrstom odnosu sa uzdužnom linijom tijela,
- Linija kuk-koljeno-stopalo u istoj liniji,
- Pravilan raspored pritiska na stopalima (balans),

- Otkloniti nepotrebne naptosti mišića koji ne učestvuju.

Na slijedećim slikama bit će prikazane određene vježbe koje su u funkciji istezanja i jačanja mišića jezgra, koje mogu biti od pomoći u profilaksi PE.

Vježbom most na pilates lopti se jačaju mišići ramenog pojasa, ali istovremeno utiče na istezanje mišića prednje strane trupa i m. iliopisoas, čije skraćenje negativno utiče na deformitet PE. Raditi ovu vježbu na pilates lopti jeste olakšana verzija. Ova vježba takođe ima transfer i na početak trke u leđnoj tehnici.



Slika 42. Vježba most

Izvor: https://www.freepik.com/premium-photo/pilates-woman-gymnastics-bridge-fitball-exercise_3883390.zhtm



Slika 43.

Izvor: <https://www.healthline.com/health/exercise-fitness/how-to-stretch-abs>



Slika 44.

Izvor: <https://www.healthline.com/health/exercise-fitness/how-to-stretch-abs>

Iz položaja upora za rukama, zabacujemo glavu nazad a kukove guramo prema tlu. Za naprednije vježbače možemo koristiti varijantu povaljka na stomaku, i ona je efikasna za istezanje mišića prednje strane trupa. Slično se može uvježbavati i imitacija nogu prsno na suvom.



Slika 45. Vježba „zmija“ Slika 46. Povaljka na stomaku

Izvor: *Vježbe u vodi i na suhom za pravilan razvoj kralježnice kod djece*, Ivan Barišić, Sveučilište u Zagrebu
Kineziološki fakultet

Nakon zauzetog raskoračnog stava, jednom rukom odručimo hvatajući se za fiksiranu površinu, a druga ruka je u priručenju. Rotacija ramena se vrši od oslonca. Utiče na istezanje prsnih i ramenih mišića.



Slika 47. Rotacija ramena

<https://origympersonaltrainercourses.co.uk/blog/best-chest-stretches-for-tight-chest-muscles>

Istovremenim odizanjem lijeve ruke i desne noge zatim obratno, imitiramo način kretanja u plivanju slobodnim stilom dok je stomak poduprijet pilates loptom. Odizanjem ekstremiteta u ovome položaju jačamo duboke mišiće leđa, glutealnu regiju, mišiće ramenog pojasa. Balansiranjem na lopti aktiviramo mišiće jezgra na stomaku i leđima.



Slika 48. Imitacija plivanja kraul tehnike plivanja sa pilates loptom

Izvor: <https://fit2finish.com/how-to-use-your-exercise-ball-to-strengthen-at-home/>

U ovom položaju veliki je pritisak na mišiće ramena, opružake u zglobu lakta i mišića, stoga je njihova aktivacija najveća. Naizmjeničnim ekstenzijama nogu u zglobu kuka oponašamo rad nogu pri kraul tehnici i istovremeno jačamo stabilizatore trupa, gluteus i cjelokupno mišićno jezgro.

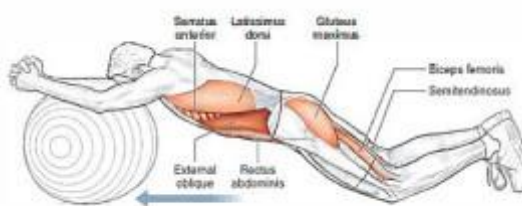


Slika 49.

Oponašanje rada nogu pri kraul tehnici plivanja

Izvor: <https://blog.myswimpro.com/2020/04/29/10-swiss-ball-dryland-exercises-for-swimmers/>

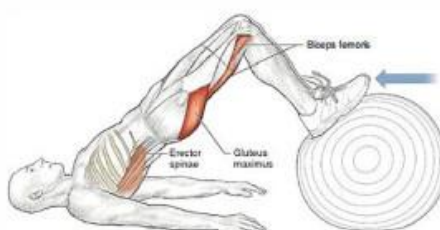
Vježbač se oslanja rukama na pilates loptu i radi ljuljanja naprijed-nazad aktivirajući na taj način trbušne mišiće i ostale mišiće jezgra, koji će kasnije u vodi stabilizovati tijelo. Takođe ovom vježbom istovremeno “otvaramo” grudni koš.



Slika 50. Ljuljanje na fitness lopti

Izvor: *Dry-land Exercises for Swimmers: Breaststroke – Life as an investment*

Ovom vježbom se dodatno ojačavaju mišići zadnje lože buta i m gluteus maximus koji su bitni pri održavanju streamline položaja. Takođe mišići stomaka i grudi se istežu.



Slika 51. Vježba Hip trust sa pilates loptom

Izvor: *Dry-land Exercises for Swimmers: Breaststroke – Life as an investment*

7.2. Specifične vježbe u vodi

Vježbe u vodi koje takođe mogu angažovati mišiće gornjeg dijela tijela, a lakše ih je izvoditi nego na suvom jesu razne forme aerobika i fitness programa u bazenu sa dodatnim opterećenjem u vidu guma i slično ili bez dodatnog opterećenja. Ove vježbe mogu biti pogodne za mlade plivače koji imaju PE, a još uvijek nemaju dovoljno jak lokomotorni aparat koji može da podrži velika opterećenja na suvom u cilju jačanja određenih mišićnih grupa (Barišić, 2015).

Na slici 52 prikazana je vježba upora za rukama na ivici bazena koja jača mišiće ramenog zgloba i mišice zadnje strane nadlaktka. Povećanjem dubine vode vježba se otežava.



Slika 52.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=HzhArqiCRbk&ab_channel=HydroFitByPooja

Na slici 53 prikazana je vježba povlačenja gume prema dolje zatim privlačenja ka sebi u visini stomaka, i odgurivanje gume rukama kroz vodu u nivou grudi. Ova vježba ima nekoliko pokreta, i aktiviraće leđa, ruke, ramena i grudne mišiće.



Slika 53.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=BvcsvS_dekg&ab_channel=MorMovement

Na slici 54 prikazana je vježba koja aktivira triceps guranjem gume prema dolje kroz vodu, istovremeno istežući grudne mišiće i zglobov ramena.



Slika 54.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=BvcsvS_dekg&ab_channel=MorMovement

Na slici 55 prikazana je vježba razvlačenja i skupljanja tegova ispod površine vode, koja će aktivirati grudne mišiće.



Slika 55.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=HzhArqiCRbk&ab_channel=HydroFitByPooja

Na slici 56 je prikazana jedna od mogućih vježbi u metodici obuke udaraca u plivačkim tehnikama. Iz ovog položaja raširene ruke otvaraju grudni koš i istežu grudne mišiće.



Slika 56.

Izvor: https://www.youtube.com/watch?v=HzhArqiCRbk&ab_channel=HydroFitByPooja

ZAKLJUČAK

„Nedostatak aktivnosti uništava dobru kondiciju svakog ljudskog bića, dok kretanje i metodičke fizičke vježbe je čuvaju i održavaju” – Platon.

Ljudsko tijelo nije građeno i određeno za izvršavanje kretnih aktivnosti u uspravnom položaju. Vrijeme u kome živimo dovelo nas je u situaciju u kojoj imamo veliki broj izazova za očuvanje optimalne posture. Modernost je imenovana i sa sve manje vremena za fizičku aktivnost. U situacijama kada se odvijaju maladaptacije skeleta, mijenja postura i smanjuje funkcionalnost tijela, vježbanje je, ne samo korisno nego i neophodno kao profilaksa mnogobrojnih izazova po zdravlje različitih etiologija.

Predmet ovog rada se odnosi na PE i vježbanje plivanjem koja služe za sprječavanje progresa ali i za korekciju već postojećeg deformiteta. Potpuno izliječenje PE u praksi nije zabilježeno, ali redovnom vježbom postiže se napredak, i ovaj deformitet se može držati pod kontrolom a nekada može doći do blagog poboljšanja. U ovom radu akcenat u profilaksi PE je dat kroz plivačke sportove. Lično iskustvo autora s obzirom da i ja imam ovaj deformitet, ide u prilog afirmacije sadržaja plivanja u tome.

Neosporan je kapacitet plivanja i drugih vodenih sportova u prevenciji i upravljanju stanjem PE. Sastavni i neodvojivi dio plivačkih aktivnosti su vježbe disanja koje imaju značajan uticaj na profilaksu PE.

U ovom radu dati su primjeri obuke plivanja, vježbe na suvom i u vodi, primjena kineziterapije, tehnike disanja, predstavljen uticaj i značaj vodene sredine. Sve su to elementi koji čine da se ljudi sa ovom problemom lakše nose i vrlo često daju rezultate koji olakšavaju stanja kod PE.

Mjesto i uloga stručnih lica sporta (trenera) i fizičkog i zdravstvenog vaspitanja, u radu sa osobama sa PE je nezaobilazna. Oni svojim kompetencijama, znanjem i vještinama mogu osobama sa PE da ublaže tegobe, kako one fizičkog, tako i psihološkog i socijalnog porijekla.

U ovom radu predstavljeni su, u prvom koraku elementi medicinske doktrine u rješavanju problema PE. U drugom koraku dati su sadržaji obuke plivanja i trenažno takmičarske aktivnosti plivača sa ciljem formiranja okvira doktrine fizičke kulture u djelovanju na predmetni deformitet grudnog koša.

Važnost ove teme ogleda se u tome što može pružiti osobama sa PE neka nova saznanja koja se baziraju na literaturi koju sam koristio, na sugestijama mog mentora na ovom radu, kao i na sugestijama trenera plivanja koja sam razmjenjivao. Po mišljenju trenera plivanja kod osoba sa PE realizuju se istovetni trenažni programi kao sa osobama bez deformiteta, ali sa posebnim akcentom na polaznim položajima, mišićnoj analizi i pravovremenom disanju kroz različite načine plivanja.

Ovim radom sam želio dati doprinos u razumijevanju suštine i značaja obuke plivanja i treninga plivačke pripreme, kao i ostalih aktivnosti, kao što su vježbe disanja, blagotvoran uticaj vodene sredine, a sve to u cilju profilakse PE.

Literatura:

Acosta, J., Bradley, A., Raja, V., Aliverti, A., Badiyani, S., Motta, A., Moriconi, S., Parker, K., Rajesh, P., & Naidu, B. (2014). Exercise improvement after pectus excavatum repair is not related to chest wall function. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 45(3). <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt473>

Barišić, I. (2015). *Vježbe u vodi i na suhom za pravilan razvoj kralježnice kod djece*. Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet.

Cumming, I. (2017). *The health & wellbeing benefits of swimming*.

Jevtić, B. (2011). *Plivanje u nastavi*.

Kosinac, Z. (1992). *Nepravilna tjelesna držanja djece i omladine Simptomi, prevencije i vježbe*. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno matematičkih znanosti i odgojnih područja u Splitu, Zavod za fizičku kulturu.

Kosinac, Z. (2018). *Posturalni problemi u djece i mladeži - Dijagnostika i liječenje*. Zagreb: Medicinska naklada.

Koturović, L., & Jeričević, D. (1996). *Korektivna gimnastika*.

Marković, V. (2020). *Plivanje*. Univerzitet Singidunum, Fakultet za fizičku kulturu i menadžment u sportu, Beograd.

Milošević, D. (2011). *Plivanje i vaterpolo*.

Nakashima, M., Kanie, R., Shimana, T., Matsuda, Y., & Kubo, Y. (2023). Development of a comprehensive method for musculoskeletal simulation in swimming using motion capture data. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 237(2), 85–95. <https://doi.org/10.1177/1754337119838395>

Ruben, G. (2006). *The swimming drill book*.

Stojmenović, T., & Dikić, N. (2021). *Korektivna gimnastika i kineziterapija u sportu* (U. S. Beograd (Ed.)).

Izvori sa Interneta:

1. <https://www.nika.rs/deformiteti-grudnog-kosa/>
2. <https://www.myactivesg.com/Sports/Swimming/How-To-Play/Swimming-facts/What-muscle-groups-do-swimming-develop>
3. <https://www.researchgate.net/publication/26785093> Method of pectus excavatum measurement based on structured light technique
4. <https://pectusmax.com/de/die-vakuumglocke-fur-die-ingesunkene-brust-vacuum-bell-2023/>
5. https://www.freepik.com/premium-photo/pilates-woman-gymnastics-bridge-fitball-exercise_3883390.zhtm

6. <https://origympersonaltrainercourses.co.uk/blog/best-chest-stretches-for-tight-chest-muscles>
7. *Cody_Miller*. https://en.wikipedia.org/wiki/Cody_Miller
8. <https://www.antamedica.com/edukativni-tekstovi/kineziterapija/>
9. <https://www.wikipedia.org>
10. <https://texasswimacademy.com/positive-health-effects-from-water-based-exercise/>
11. <https://www.seniors.com.au/funeral-insurance/discover/9-benefits-of-aquarobics-for-seniors>
12. *Benefits Of Water Exercise* <https://www.healthline.com/health/exercise-fitness/how-to-swim-to-lose-weight>
13. *Muscles developed by swimming*
<https://www.activesgcircle.gov.sg/learn/swimming/what-muscle-groups-do-swimming-develop>