

# Prevenција, struktura i ozbiljnost ozljeda u plivanju: strategije za redukciju ozljeda

---

**Staničić, Mauro**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:566037>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Stručni prijediplomski studij kineziologije /  
smjer Kondicijska priprema sportaša

**PREVENCIJA, STRUKTURA I  
OZBILJNOST OZLJEDA U PLIVANJU:  
STRATEGIJE ZA REDUKCIJU  
OZLJEDA**

(ZAVRŠNI RAD)

**Student:**  
Mauro Staničić

**Mentor:**  
Dr. Šime Veršić

Split, 2023.

# **PREVENCIJA, STRUKTURA I OZBILJNOST OZLJEDA U PLIVANJU: STRATEGIJE ZA REDUKCIJU OZLJEDA**

## **SAŽETAK**

Glavni cilj ovog rada je prikazati koji su najčešći uzroci ozljeda kod plivača, te kako učinkovito smanjiti rizik od njih. Temeljem dosadašnjih istraživanja prikazane su najčešće ozljede kod plivača, te kako ih spriječiti. Kompleksna struktura plivačkih tehnika kao i veliki zahtjevi prilikom plivanja različitim plivačkim tehnikama su najčešći uroci ozljeda u plivanju, te bi trebali posebno obratiti pozornost na usavršavanju svih tehnika kako bi maksimalno smanjili rizik od ozljeda. Temelje istraživanja navedene su metode i vježbe za prevenciju ozljeda u plivanju.

**Ključne riječi:** ozljede, plivanje, tehnika, zahtjevi, prevencija

## **PREVENTION, STRUCTURE AND SERIOUSNESS OF SWIMMING INJURIES: STRATEGIES FOR INJURY REDUCTION**

### **SUMMARY**

The main goal of this paper is to show what are the most common causes of injuries in swimmers, and how to effectively reduce the risk of them. Based on previous research, the most common injuries in swimmers and how to prevent them are presented. The complex structure of swimming techniques as well as the great demands when swimming with different swimming techniques are the most common causes of injuries in swimming, and you should pay special attention to perfecting all techniques in order to minimize the risk of injuries. The foundations of the research are the methods and exercises for prevention of swimming injuries.

**Key words:** injuries, swimming, technique, demands, prevention

# **SADRŽAJ**

1. UVOD	1
2. POVIJEST PLIVANJA	2
2.1 POVIJEST PLIVANJA U HRVATSKOJ	3
3. ZAHTJEVI PLIVANJA	4
3.1 TEHNIKE (STILOVI) PLIVANJA	5
4. NAJČEŠĆE OZLJEDE KOD PLIVAČA	10
4.1 SINDROM PLIVAČKOG RAMENA	12
4.2 SINDROM PLIVAČKOG KOLJENA	13
4.3 LUMBALNO BOLNI SINDROM (LBS)	14
4.4 TENDINITIS STOPALA	17
5. PREVENCIJA OZLJEDA U PLIVANJU	18
5.1 PREVENCIJA SINDROMA PLIVAČKOG RAMENA	19
5.2 PREVENCIJA SINDROMA PLIVAČKOG KOLJENA	22
5.3 PREVENCIJA LUMBALNO BOLNOG SINDROMA (LBS)	24
5.4 PREVENCIJA TENDINITISA STOPALA	26
6. ZAKLJUČAK	29
7. LITERATURA	30

## **1.UVOD**

Plivanje se može definirati kao kretanje ljudskog tijela po površini vode u horizontalnom položaju, uz pokrete ruku i nogu bez upotrebe pomoćnih sredstava, dok plutanje predstavlja održavanje na površini vode i predstavlja prijelaznu fazu u učenju plivanja. Plivački sport po svojoj strukturi spada u monociklične sportove što znači da se pokreti ponavljaju u prostornom i vremenskom okviru.

Plivanje prije svega pozitivno djeluje na motoričke i funkcionalne sposobnosti djece, pomaže u njihovom fizičkom razvoju i poboljšava njihovo zdravlje. Za vrijeme plivanja aktivna je cjelokupna mišićna masa gornjih i donjih ekstremiteta, mišići leđa, ramenog pojasa, trupa i karličnog pojasa, a plivači s vremenom postaju snažniji i proporcionalno razvijeniji. Plivanje utječe na pravilan razvoj mišićne mase pri čemu je isključena mogućnost pojave različitih deformiteta kralježnice. Poznata je i značajna uloga plivanja u procesu rehabilitacije, koja se primjenjuje u hidroterapiji i u svim slučajevima u kojima je potrebno uspostavljanje normalne funkcije ili poboljšanje pokretljivosti zglobova.

Redovnim plivačkim treningom utječe se na razvoj unutarnjih organa, prije svega na respiratorni i kardiovaskularni sustav. Forsiranim udisajima i blagim izdisajima u vodi, koja pruža otpor, angažiraju se i razvijaju respiratorni mišići koji utječu na povećanje obujma i pokretljivosti prsnog koša, što rezultira većim vitalnim kapacitetom pluća. Plivanjem se također pojačava cirkulacija krvi. Pri horizontalnom položaju u vodi srce kod plivača kuca sporije, ekonomičniji radi i manje se zamara za isti intenzitet rada nego pri drugim aktivnostima na tlu.

Plivanje je sport za sve uzraste i oba spola. Djeca još od starijeg uzrasta savladavaju vještine plivanja s ciljem pravilnog fizičkog razvoja, te postižu zapažene sportske rezultate, a odrasli u uzrastu od 20-30 godina i vrhunska dostignuća. Treba napomenuti da se plivanjem mogu baviti ljudi i u poznim godinama kao i osobe s fizičkim nedostacima, sve s ciljem održavanja zdravlja i vitalnosti, rekreativno ili natjecatelji. (Vladan Marković, 2020.)

## **2. POVIJEST PLIVANJA**

Natjecateljsko plivanje se spominje često kroz crtice povijesti. Plivačke utrke nisu bile uključene u program antičkih olimpijskih igara, međutim Grcima sportsko plivanje nije bilo nepoznato. Grčki povjesničar Pausanias spominjao je natjecateljsko plivanje. U Rimu su se održavale plivačke utrke. Na Dalekom istoku 36. godine pr. Kr. za vrijeme vladavine cara Sugiua održavana su velika natjecanja u Japanu. Japan je bio prva zemlja koja je osnovala nacionalnu sportsku organizaciju za plivanje. Carski ukaz koji datira iz 1603. godine. Uvrstio je plivanje u školski program i naredio poticanje plivanja organiziranjem međuškolskih natjecanja. Plivanje je bilo toliko popularno u Japanu početkom devetnaestog stoljeća da je 1810. organiziran trodnevni miting. Međutim Japansko plivanje ostalo je zatvoreno za ostatak svijeta.

Širenje natjecateljskog plivanja na ostatak svijeta pokazalo se djelom anglosaksonskih zemalja. S obzirom na to, može se reći da se rođenje modernog sportskog plivanja dogodilo u Londonu oko 1837. godine, s prvim natjecateljskim utrkama koje je organiziralo jedno sportsko društvo pod imenom Nacionalni plivački savez na čelu s Johnom Strachanom. Ipak prvo organizirano prvenstvo u modernom plivanju održano je u Australiji, a ne u Engleskoj. Natjecanje je održano 14. veljače 1846. u Sydneyu, u Robinson Baths, na 440 metara. Pobjednik W. Redmond isplivao je udaljenost za 8:43.0. Također je u Australiji u Saint-Kildi, predgrađu Melbournea, održana prva utrka na međunarodnoj bazi, takozvano "svjetsko prvenstvo" na 100 jardi 9. veljače 1858. Pobjedio je Australac Jo Bennett iz Sydneya. Pobjedio je Engleza, Charlesa Stedmana.

Krajem 19. stoljeća Erste Wiener amaterski plivački klub iz Beča organizirao je natjecanja pod nazivom Europsko prvenstvo. Uključene su samo dvije discipline: disciplina na 60 metara, koju je osvojio Austrijanac Cal von Strass s vremenom 56,0 s, i disciplina na 500 metara, koju je osvojio još jedan Austrijanac, L. Hanisch. Ta su se europska prvenstva održavala gotovo svake godine do 1903., nakon čega nisu ponovno održana u takvom obliku sve do 1926. Oko 1900. godine organizirano je i takozvano Svjetsko prvenstvo, dok su prve moderne Olimpijske igre održane u Ateni 1896. U programu Olimpijskih igara u Ateni održane su tri plivačke discipline u zaljevu Zea u blizini Pireja. Pobjednici su bili: 18-godišnji Mađar Alfred Guttman zvani Hajos u vremenu 1:22,2 na 100 metara; Austrijanac Paul Newman u vremenu 8:12.6 na 500 metara; te ponovo Hajos na 1200 metara za 18:22,2.

1904. godine u St. Louisu su po prvi put olimpijska plivačka natjecanja održana u slatkoj vodi, unutar umjetnog jezera napravljenog za potrebe Svjetske izložbe u St. Louisu. U listopadu 1902. godine, Australac Frederick Lane postao je prvi čovjek koji je službeno preplivao 100 jardi ispod jedne minute. U listopadu 1902. godine, Australac Frederick Lane postao je prvi čovjek koji je službeno preplivao 100 jardi ispod jedne minute. U Leicesteru, u Engleskoj, u bazenu od 33 1/3 jarda, Lane je postigao svoj podvig otplivavši u vremenu od 59,6 s (Mjesec dana ranije, njegov zemljak Richard Cavill je u Londonu isplivao 58,6 s, ali to je bilo u utrci s hendikepom i nije vrijedilo kao rekord.). (Francois Oppenheim, 1970.)

## 2.1 POVIJEST PLIVANJA U HRVATSKOJ

1983. godine u časopisu Gimnastika F. Hochman pojavljuje se prvi članak o plivanju u Hrvatskoj. 1985., u Opatiji organizirane su prve plivačke priredbe u sklopu turističke ponude. Tamo su nastupali ponajbolji plivači iz Austrije i Mađarske. Na riječkoj Kantridi održano je 1906. prvo međunarodno plivačko natjecanje, a 1914. osnovana je plivačka sekcija u Hrvatskom športskom klubu Victoria. Od 1910. plivanje se njegovalo i u samoborskom Akademskom športskom klubu Šišmiš. Od te godine članovi Akademskog športskog kluba Šišmiš trenirali su na bazenu tzv. Hidropatskoga kupališta, te je osnovan plivački klub u Zagrebu što je bila prva plivačka organizacija u Hrvatskoj. Iste godine klub je na Savi u Zagrebu organizirali natjecanje u plivanju na 400 m, 11 km i u skokovima u vodu. Pomorsko sportski klub Baluni osnovan je u Splitu 1920. godine. Iste klub 1924. mijenja naziv u Jugoslavenski sportski klub Jadran.

Ivo Arčanin, Ivo Pavelić, Ante Roje, Vlado Smokvina i Atilije Venturini prvi su hrv. plivači koji su nastupili na OI 1924. Za vrijeme II. svjetskog rata održani su susreti s plivačkim reprezentacijama Italije, Slovačke i Njemačke. 1944. na Mediteranskoj olimpijadi savezničkih armija istaknuo se Branko Žižek, član dubrovačkoga Juga koji je osvojio prvo mjesto na 100 m slobodno, a kao član štafete 3 × 100 m mješovito bio je drugi. 1947. godine osnovan je PLISAH – Plivački savez Hrvatske. Članovi plivačkog kluba Jadran Split Vanja Ilić i Janko Puhar osvojili su peto mjesto u disciplini štafeta 4 × 200 m slobodno na OI 1948.

Za potrebe VIII. Mediteranskih igara u Splitu 1979. na Poljudu je izgrađen zatvoreni olimpijski bazen, a za europskom prvenstvo u plivanju 1981. na Zvončacu i Zenti izgrađeni su otvoreni bazeni. Nastavljajući tradiciju prijeratnoga Marathona, 1945. započeo je s djelovanjem akademski plivački klub Mladost u Zagrebu, a Primorje u Rijeci nastavilo je tradiciju prijeratne Victorije. Na OI 1968. najveći uspjeh ostvarila je Đ. Bjedov osvajanjem zlatne i srebrne medalje na 100 m i 200 m prsnim načinom.

Hrvatski plivački savez primljen je 1992. u članstvo FINA-e. Sanja Jovanović, kao članica dubrovačkoga Juga (od 2011. riječkog Primorja) na 50 i 100 m leđno osvojila je 5 zlatnih medalja na europskim prvenstvima (2007., 2008., 2009., 2010). U paraolimpijskoj konkurenciji iznimne rezultate postigao je Mihovil Španja kao član dubrovačkoga Juga, koji je ujedno i najtrofejniji hrv. plivač.

### **3. ZAHTJEVI PLIVANJA**

Plivači se suočavaju s nekoliko jedinstvenih izazova s kojima se sportaši u većini sportova koji se odvijaju van vode nikad ne susreću. Prvi izazov je sama priroda sve četiri natjecateljske tehnike plivanja, koja podrazumijeva angažiranje cijelog tijela, odnosno sinkronizirane pokrete gornjih i donjih ekstremiteta. Za postizanje maksimalne učinkovitosti kretanja cijelog tijela kroz vodeni okoliš potreban je usklađen fizički rad mišićno-koštanog sustava. Ljudsko tijelo je zapravo dugačak lanac i svaki segment tijela predstavlja jednu kariku u tom lancu. Budući da su svi segmenti povezani, kretanje jednog utječe na sve ostale segmente. Ova veza se često naziva kinetički lanac. Kinetički lanac omogućuje prijenos snage generirane pokretima ruku preko trupa do nogu. Ali ako je jedna karika u lancu slaba, snaga koja se prenosi može se smanjiti, a pokreti tijela mogu postati nekoordinirani i rizik od ozljeda može se povećati.

Drugi jedinstveni zahtjev plivanja je potreba da plivač stvori potporu svojim tijelom kako bi se kretao u vodi. Za razliku od sportaša koji se bave sportom izvan vode koji imaju stabilnu podlogu od koje se mogu odgurnuti, plivači moraju stvoriti vlastitu bazu oslonca jer se većina njihovog treninga odvija u vodenom okruženju. Snažan i stabilan trup i zdjelica ključni su za povezivanje pokreta gornjih i donjih ekstremiteta u vodi, gradeći vlastitu potpurnu bazu za proizvodnju pokreta u vodi. Zdjelica i trup se mogu smatrati temeljem na kojem počivaju mišići gornjeg i donjeg dijela tijela.

Nema sumnje da je samo plivanje najučinkovitiji način da plivač postane bolji i brži, ali postoji nekoliko komponenti izvan vode koje igraju ulogu u tome kako se sportaš razvija kao plivač. Jedan od njih je dobro osmišljen program treninga izvan vode koji se temelji na poštivanju principa odnosa mišićnih struktura i mehanike zaveslaja. Tijekom plivanja mišići primarno djeluju kao pokretači ili kao stabilizatori dijela tijela. Primjer mišića koji ima ulogu pokretača je široki leđni mišić (lat. m. latissimus dorsi) koji će pokretati ruku kroz vodu u propulzivnoj fazi rada ruku, u sve četiri tehnike plivanja. Gotovo kontinuirani angažman mišićne skupine koja funkcionira kao stabilizirajući mehanizam. Obje su funkcije jednako važne za ispravnu mehaniku zaveslaja i učinkovito kretanje kroz vodu. Opisi obrazaca angažiranja mišića za svaki od četiri tipa udara kategorizirani su kao oni aktivni u propulzivnoj fazi, fazi oporavka i radu nogu. (Ian McLeod, 2010.)

Pod tehnikama plivanja podrazumijevamo kretanje u vodi s definiranim ciljem i strukturom kretanja. Način svladavanja vodenih površina godinama se usavršavao na osnovi empirijskih saznanja uspješnih natjecatelja. Tehnike plivanja možemo dijeliti ovisno o načinu vršenja kretanja položaju tijela i cilju same aktivnosti. U odnosu na položaj tijela dijelimo ih na tehnike u prsnom, bočnom i leđnom položaju. U prsnom položaju plivaju se:

- kraul
- prsno
- delfin sportske tehnike
- leptir kao pomoćna tehnika u treningu.

U bočnom položaju pliva se bočna tehnika s raznim varijantama. U leđnom položaju plivaju se leđna kraul tehnika, prsno u leđnom položaju tehnika poznata kao "germanija" ili plivanje s kombinacijom nogu za leđni kraul. Uz ove nabrojene načine plivanja postoje i različite varijante gdje se pliva samo nogama ili samo rukama, uz moguće kombinacije (noge kraul, ruke delfin, itd.). (Volčanšek, 1996).



### 3.1 TEHNIKE (STILOVI) PLIVANJA

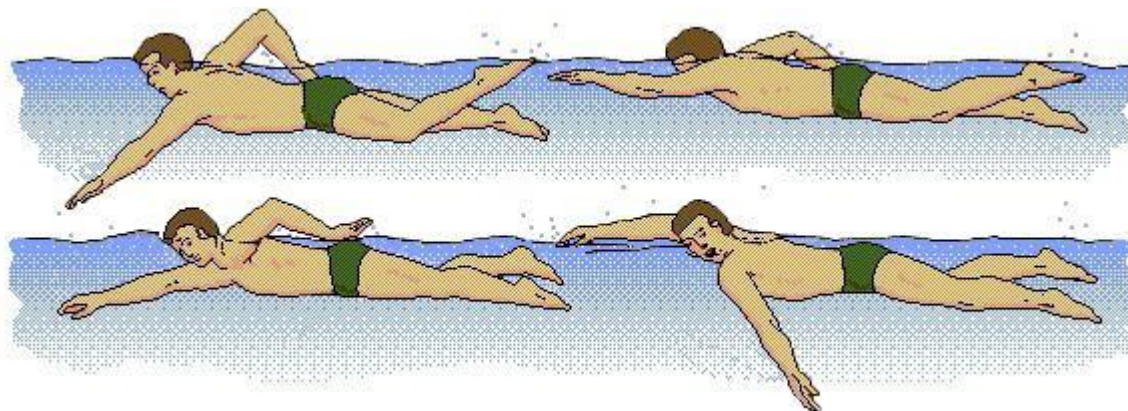
#### SLOBODNI STIL PLIVANJA (KRAUL TEHNIKA)

Kada ruka uroni u vodu, ručni zglobovi i lakat je slijede, a cijela ruka se ispruži kako bi zauzela početni položaj za fazu propulzije. Rotacija lopatice prema gore omogućuje plivaču postizanje izduženog položaja tijela u vodi. Iz tog izduženog položaja kreće prvi dio propulzivne faze tzv hvatanje. Početni pokret započinje aktivacijom klavikularnog segmenta velikog prsnog mišića (lat. m. pectoralis major, pars clavicularis). Široki leđni mišić (lat. m. latissimus en) brzo se priključuje pokretu kako bi pomogao velikom prsnom mišiću. Njih dvoje čine većinu mišićne sile tijekom podvodnog potiska, uglavnom u drugom dijelu propulzivne faze. U predjelu lakta fleksori nadlaktice (dvooglavi mišić nadlaktice /lat. m. biceps brachii/ i mišić nadlaktice lat. m. brachialis) počinju se stezati na početku faze hvatanja, pri čemu se lakat postepeno dovodi iz potpuno ispruženog položaja u savijeni položaj od približno 30°. U završnom dijelu propulzivne faze troglavi mišić nadlaktice (lat. m. triceps brachii) pomaže u ispružanju lakta, što ruku pomiče prema natrag i put gore prema površini vode, čime završava propulzivni faza. Ukupna ekstenzija koje se događa ovisi o specifičnom mehanizmu zaveslaja i točki u kojoj plivač započinje fazu oporavka. Deltoidni mišići (lat. m. deltoideus) i mišići rotatorne manšete (nadgrebni mišić /lat. m. supraspinatus/, podgrebni mišić /lat. m. infraspinatus/, mali obli mišić /lat. m. teres minor/ i podlopatični mišić/ lat. m. subscapularis) glavni su mišići koji su aktivni tijekom faze oporavka, a funkcioniraju tako da nadlakticu i šaku izvlače iz vode u području kuka i vraćaju ih u položaj iznad glave kako bi se ponovno uronile u vodu. Pokreti rukama u slobodnom (kraul) stilu su recipročne prirode, što znači da dok je jedna nadlaktica zauzeta propulzijom, druga je u fazi oporavka.

Nekoliko mišićnih skupina ima ulogu stabilizatora tijekom faze propulzije i faze oporavka. Jedni od glavnih stabilizatora su mišići stabilizatori lopatice (mali prsni mišić /lat. m. pectoralis minor/, romboidni mišić /lat. m. rhomboideus/, levator scapulae/, srednji i donji segment trapeznog mišića /lat. m. trapezius, pars horizontalis; m. trapezius, pars inferior/ i prednji nazupčani mišić /lat. m. serratus anterior/) koji, kako im samo ime kaže, služe za potporu ili stabilizaciju lopatice. Važno je da ti mišići pravilno funkcioniraju jer cijela propulzivna sila koju stvaraju nadlaktica i šaka se oslanja na lopaticu koja ima čvrst oslonac. Osim toga, stabilizatori lopatice rade zajedno s deltoidnim i mišićima rotatorne manšete kako bi vratili ruku u početni položaj nakon faze oporavka. Mišići stabilizatora trupa i zdjelice (poprečni trbušni mišić /lat. m. transversus abdominis/, ravni trbušni mišić /lat. m. rectus abdominis/, unutarnji kosi trbušni mišić /lat. m. obliquus abdominis/, vanjski kosi trbušni mišić / lat. m. obliquus abdominis externus / i erector spinae /lat. m. erector spinae/) također su sastavni dio učinkovitog mehanizma zaveslaja, jer povezuju pokrete gornjih i donjih ekstremiteta. Kao i rad rukama, rad nogama može se podijeliti u fazu oporavka i propulzivnu fazu. Propulzivna faza započinje aktivacijom kuka pomoću bočno-slabinskog mišića (lat. m. iliopsoas) i bedrenog mišića (lat. m. rectus femoris). Mišić rectus femoris također pokreće ekstenziju koljena, koja počinje odmah nakon početka fleksije kuka. Segmenti mišića kvadricepsa (vanjski natkoljениčni mišić /lat. m. vastus lateralis/, srednji natkoljениčni mišić /lat. m. vastus intermedius/ i unutarnji natkoljениčni mišić /lat. m. vastus medialis/) spajaju se s lat. m. rectus femoris kako bi se omogućila veća energija prilikom ekstenzije koljena. Faza oporavka počinje kontrakcijom glutealnih mišića (prvenstveno velikog glutealnog mišića /lat. m. gluteus

maximus/ i srednjeg glutealnog mišića /lat. m. gluteus medius/), nakon čega slijedi kontrakcija mišića stražnje strane natkoljenice (dvohlavi natkoljениčni mišić /lat. m. biceps femoris/, polutetivni mišić /lat. m. semitendinosus/ i polumembranski mišić /lat. m. semimembranosus). Obje mišićne skupine djeluju kao fleksori kuka. Za vrijeme rada nogu stopalo ostaje u položaju plantarne fleksije stezanjem dvohlavog mišića potkoljenice (lat. m. gastrocnemius) i mišića tabana (lat. m. soleus).

### **Slika 1. Slobodni stil plivanja**



Izvor: <https://bs.atomiyme.com/kraul-tehniku-plivanja-ima-vjezbe-i-gresaka/> (24.06.2023.)

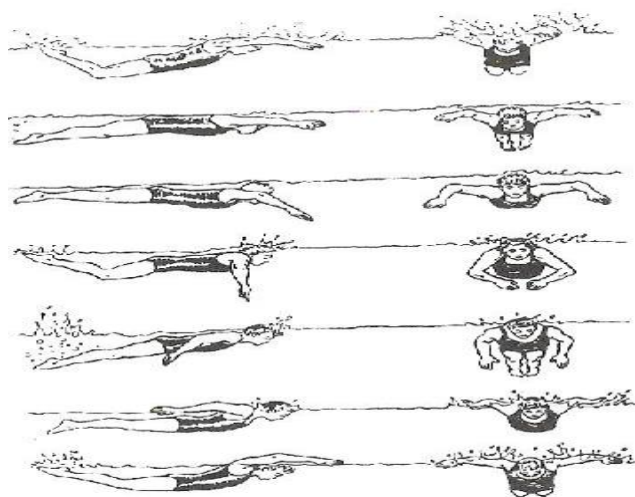
### **DELFIN STIL (TEHNIKA) PLIVANJA**

Osnovna razlika između plivanja kraul tehnikom i delfin tehnikom je ta što su u delfinu zaveslaji koji se izvode rukama istovremeni, dok su u kraulu naizmjenični. Budući da je obrazac povlačenja vode (hvatanja) isti u kraulu i delfinu, obrasci aktivacije mišića gotovo su identični. Kao i kod slobodnog stila, ruke plivača koji koristi delfin tehniku su u ispruženom položaju kada kreće propulzivna faza zaveslaja. Mišići koji su aktivni tijekom cijele propulzivne faze su veliki grudni mišić (lat. m. pectoralis major) i široki leđni mišić (lat. m. latissimus dorsi), koji djeluju kao primarni pokretači. Uključeni su i fleksori zapešća koji služe da održe zglob šake u neutralnom do blago savijenom položaju. Dvohlavi mišić nadlaktice (lat. m. Biceps brachii) i nadlaktični mišić (lat. m. brachialis) aktivni su dok se lakat pomiče iz potpuno ispruženog položaja na početku faze ulaska ruke u vodu do fleksije od približno 40° tijekom srednjeg dijela propulzivne faze. Za razliku od kraula, kod delfin tehnike plivanja naglašena je snažna ekstenzija lakta u zadnjem dijelu propulzivne faze, što rezultira većim opterećenjem troglavog mišića nadlaktice (lat. m. triceps brachii). Kao i kod kraula, deltoidni mišić i mišići rotatorne manšete odgovorni su za pokrete nadlaktice tijekom faze oporavka, ali je mehanika pokreta malo drugačija. Kod plivanja delfin stilom nedostaje rotacija tijela koja pomaže procesu oporavka kod kraula. Umjesto toga, dolazi do sinusoidnog gibanja, koji gura cijeli gornji dio tijela iz vode kako bi se pomogao proces oporavka.

Mišići stabilizatori lopatice iznimno su važni jer imaju funkciju pružanja čvrste potpore propulzivnim silama koje generiraju nadlaktice i pomažu u repozicioniranju nadlaktica tijekom faze oporavka. Iako kod plivanja delfin stilom nema rotacije tijela koja postoji u kraulu, mišići stabilizatori trupa i zdjelice i dalje su važni za povezivanje pokreta gornjih i donjih ekstremiteta i igraju važnu ulogu pri stvaranju sinusoidnog gibanja koje omogućuje plivaču da gornji dio

trupa i ruke izbaciti iz vode tijekom faze oporavka. Sinusoidno gibanje započinje kontrakcijom paravertebralnih mišića koji se protežu od donjeg dijela leđa do baze lubanje. Ta kontrakcija uzrokuje izvijanje leđa, pri čemu ruke prolaze kroz fazu oporavka. Ubrzo slijedi kontrakcija trbušnih mišića, koji pripremaju gornji dio tijela da uroni odmah iza ruku u vodu kako bi započela propulzivna faza zaveslaja. Kod rada nogu u plivanju delfin stilom koriste se isti mišići koji se koriste kao i kod plivanja slobodnim stilom. Jedina razlika je u tome što su pokreti koji se izvode nogama simultani. Propulzivni zaveslaj prema dolje započinje kontrakcijom bočno-slabinskog mišića (lat. m. iliopsoas) i bedrenog mišića (lat. m. rectus femoris), koji djeluju kao fleksori kuka. Bedreni mišić inicira ekstenziju koljena, a povezana aktivacija kvadricepsa pomaže u daljnjoj ekstenziji koljena. Glutealna mišićna skupina započinje fazu oporavka kod rada nogu. Popratna kontrakcija mišića stražnje strane natkoljenice omogućuje ekstenziju kuka. Stopalo ostaje u položaju plantarne fleksije (opruženo) kao posljedica otpora vode i aktivacije dvoglavog mišića potkoljenice (lat. m. gastrocnemius) i mišića tabana (lat. m. soleus). Za odraz nogama u startu i od stijenke bazena pri izvođenju svakog okreta u plivanju delfin stilom angažirana je veća skupina mišića nego što je to slučaj kod slabijih i izoliranijih zamaha rukama. Osim pokreta koji se stvaraju u kuku i koljenu, zaveslaji u delfin stilu plivanja povezuju pokrete u sinusoidnom kretanju trupa aktiviranjem mišića stabilizatora trupa i zdjelice te paravertebralnih mišića.

### Slika 2. Delfin stil plivanja



Izvor: <https://www.znanje.org/i/i10/10iv01/10iv010315/delfin.htm> (24.06.2023.)

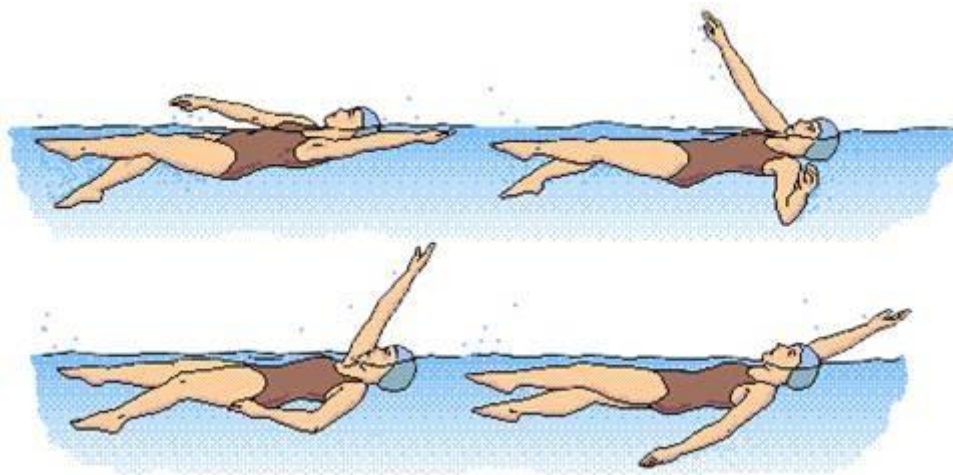
### LEĐNI STIL (TEHNIKA) PLIVANJA

Iako je leđni stil plivanja jedinstven po svom položaju tijela u usporedbi s drugim natjecateljskim plivačkim tehnikama, faze zaveslaja također se mogu podijeliti na propulzivnu fazu koja počinje ulaskom šake u vodu, komponentu povlačenja vode, završnu komponentu i fazu oporavka. Rotacija ramena dovodi ruku u takav položaj da mali prst ruke prvi ulazi u vodu. U kombinaciji s ekstenzijom lakta, tijelo plivača zauzima ispružen položaj kako bi započelo podvodnu fazu propulzije u zaveslaju. Razlika između leđnog, kraul i delfin stila je ta što početnom fazom hvatanja vode dominira široki leđni mišić (lat. m. latissimus dorsi), dok veliki

prsni mišić (lat. m. pectoralis major) ima manju ulogu. Unatoč tome latissimus dorsi i pectoralis major još su uvijek primarni pokretači i aktivni su u određenom stupnju tijekom cijele propulzivne faze. Iako su fleksori zapešća još uvijek sastavni dio cijele propulzivne faze, zapešće ostaje u neutralnom ili blago ispruženom položaju. Na početku faze hvatanja kombinacijom sile pritiska koje stvara voda i aktiviranjem dvoglavog mišića nadlaktice (lat. m. biceps brachii) i mišića nadlaktice (lat. m. brachialis) lakat prelazi u položaj fleksije od približno 45°. Do kraja te faze, lakat se mora saviti u položaju do 90°, neposredno prije nego što ruka prijeđe u završnu fazu. Kao i kod završne faze u delfin tehnici plivanja, veći je naglasak stavljen na energično opružanje lakta, pri čemu se u zadnjem dijelu propulzivne faze najviše angažira troglavi mišić nadlaktice (lat. m. triceps brachii).

Uloga mišića stabilizatora u leđnom plivanju slična je ulozi stabilizatora u slobodnom stilu, uglavnom zbog sličnih recipročnih pokreta ruku i integracije rotacije tijela u obje vrste zaveslaja. Rad nogu u leđnoj tehnici sastoji se od kombinacije pokreta koje smo spomenuli prilikom opisa mehanike rada nogu u plivanju kraul i delfin stilom. Kao i u kraulu, u leđnom plivanju rad nogu sastoji se od recipročnih pokreta. Glavna razlika je u tome što se zbog položaja tijela plivača najveći dio sile stvara u zaveslaju prema gore, za razliku od kroula u kojem se sila stvara u zaveslaju prema dolje. Leđni stil koristi istu tehniku okreta i odraza na startu kao i kod delfin tehnike plivanja. Obrazac zahvaćanja mišića isti je u obje tehnike, razlika je samo u pravcu zbog položaja tijela plivača.

### **Slika 3. Leđni stil plivanja**



Izvor: <http://edukacijauplivanju.blogspot.com/p/lena-tehnika.html> (24.06.2023)

### **PRSNI STIL (TEHNIKA) PLIVANJA**

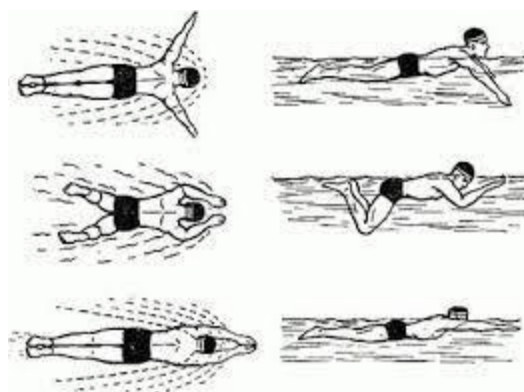
Kao i kod drugih plivačkih tehnika, pokreti ruku koji se izvode u prsnom stilu mogu se podijeliti na propulzivnu fazu i na fazu oporavka. Propulzivna faza počinje postavljanjem ramena i ruku u izduženi položaj iznad glave. Prva faza povlačenja pod vodom slična je onoj koja se dešava kod kraul i delfin tehnike. Klavikularni segment velikog prsnog mišića (lat. m. pectoralis major, pars clavicularis) započinje pokret, a ubrzo mu se pridružuje i široki leđni mišić (lat. m. latissimus dorsi). Tijekom druge faze povlačenja vode (hvatanja), snažne kontrakcije velikog prsnog mišića i širokog leđnog mišića dovode nadlaktice u položaj iznad središnje linije tijela kako bi se povlačenje dovršilo. Sile nastaju tijekom posljednje faze

usmjerene su prema propulziji plivača naprijed kroz vodu i propulziji plivačevog tijela prema gore, što je potpomognuto kontrakcijama paravertebralnih mišića. Taj pokret izbacuje ramena i glavu plivača iz vode. Fleksija i rotacija u području lakta dovode ruke u položaj iznad središnje linije tijela i označavaju prijelaz u fazu oporavka. Da bi se ruke vratile u početni položaj, nadlaktice se moraju vratiti u položaj ispod prsa. Ovaj pokret se izvodi angažiranjem velikog prsnog mišića, prednjeg deltoidnog mišića (lat. m. deltoideus, pars anterior) i duge glave dvoglavog mišića nadlaktice (lat. m. biceps brachii, caput longum), koji rade s ciljem savijanja ramenog zgloba. Istodobno, ekstenzija lakta, koja se izvodi angažiranjem troglavog mišića nadlaktice (lat. m. triceps brachii), završava fazu oporavka, a nadlaktice se vraćaju u svoje produženi i ispruženi položaj.

Kao što je slučaj s drugim zaveslajima, muskulatura koja stabilizira lopaticu ključna je za stvaranje čvrste potporne baze za izvođenje pokreta i za silu koju proizvode nadlaktice. Kao i kod delfin stila, prsnom stilu također nedostaje komponenta rotacije tijela. Unatoč tome, mišići stabilizatori trupa i zdjelice važni su za osiguravanje učinkovite povezanosti između obrazaca kretanja gornjih i donjih ekstremiteta.

Kao i kod pokreta ruku, mehaniku rada nogu možemo podijeliti na propulzivnu fazu, koja se sastoji od polukružnog pomicanja stopala u stranu prema dolje i unatrag, i fazu oporavka. Propulzivna faza počinje razmaknutim stopalima u širini kukova, a koljena i kukovi su u savijenom položaju. Kretanje nogu započinje kliznom rotacijom stopala prema van, nakon čega slijedi kombinacija pokreta kuka, koljena i gležnja. Nakon što se stopalo okrene prema van, pokret se nastavlja ekstenzijom kuka i koljena. Skupina glutealnih mišića i mišići stražnje strane bedra imaju funkciju u ekstenzije kuka, a bedreni mišić služi za ispravljanje koljena. Pri prelasku s kliznog pokreta prema van na klizni pokret prema unutra koljena i kukovi još nisu potpuno ispruženi, pa navedene mišićne skupine nastavljaju obavljati svoje funkcije pri izvođenju kliznih pokreta prema unutra, sve dok koljena i kukovi nisu potpuno ispruženi. Na početku kliznog pokreta prema unutra, noge su razdvojene, čime se stvara mogućnost generiranja sile brzim spajanjem nogu. Noge se ponovno spajaju kontrakcijom mišića aduktora koji se protežu duž gornjeg dijela unutarnje strane bedra. Kako bi se smanjio otpor tijekom zadnje faze klizanja prema unutra, mišići potkoljenice se aktiviraju kako bi doveli stopalo i gležanj u potpuno ispruženi položaj. Oporavak se postiže angažiranjem bedrenog mišića (lat. m. rectus femoris) i bočno-slabinskog mišića (lat. m. iliopsoas) koji služe za savijanje kuka, te mišića stražnje strane natkoljenice, koji savijaju koljeno. (Ian McLeod, 2010.)

#### Slika 4. Prsni stil plivanja



Izvor: <https://hr.puntomariner.com/swimming-breaststroke-techniques-and-methods/>  
(24.06.2023.)

#### **4. NAJČEŠĆE OZLJEDE KOD PLIVAČA**

U plivanju su sportaši izloženi raznim ozljedama. Razumijevanje ozljeda je od ključne važnosti kako bi ih prevenirali, na vrijeme prepoznali i pravilno liječili.

Bol u ramenu najčešća je mišićno-koštana tegoba kod plivača. Većina istraživanja pokazala su da se bol u ramenu javlja kod 40 do 80% svih plivača. U istraživanju Richardsona i sur. ispitane su tri skupine plivača i utvrđeno je da je učestalost boli u ramenu rasla kako je rasla i razina kvalitete kod plivača. Učestalost je bila 27% među "neelitnom" skupinom, 52% među "elitnom" skupinom i 57% među grupom prvaka. Učestalost boli u ramenu kod žena i muškaraca bila je poprilično jednaka, a u prosjeku ona se najčešće pojavljivala kod plivača koji su imali 18 godina. Bol se najčešće pojavljivala u prednjem ili bočnom dijelu ramena. 92% ispitanika plivalo je slobodnim, leđnim i delfin stilom plivanja. Najčešći uzrok boli u ramenu kod plivača je impingement sindrom ramena poznat kao i sindrom plivačkog ramena, te tendinitis tetive supraspinatusa i tendinitis tetive duge glave bicepsa (Richardson AB, Jobe FW, Collins H.R, 1980.).

Akutna subluksacija ramena moguća je kod plivača s nestabilnim ramenom. Na primjer, pri plivanju leđnog stila plivanja položaj ruke iznad glave prilikom ulaska šake u vodu može dovesti do subluksacije ramena (Nichols AW, 2015.).

Ozljeda koljena druga je najčešća ozljeda kod plivača. U istraživanju provedenom nad kanadskim olimpijskim plivačkim timom koji se sastojao od 35 plivača, utvrđeno je da je 34% plivača zahtijevalo ortopedsku konzultaciju. Ozljede koljena najčešće se javljaju kod plivača prsnim stilom (Kennedy JC, Hawkins R, Krissoff WB, 1978.). Rupp i suradnici proveli su istraživanje nad 36 plivača koji su koristili prsnu tehniku plivanja. Istraživanje je pokazalo da je njih 86% barem u jednom slučaju prijavilo bol u koljenu tijekom plivanja prsnim stilom (Rupp S, Berninger K, Hopf T, 1995.).

Biomehanika prsne tehnike plivanja generira velika valgusna opterećenja zbog kuka koji je u položaju abdukcije. Ekstremni kutovi abdukcije kuka na početku udarca mogu biti štetni. U istraživanju nad 21 plivačem utvrđeno je da kutovi abdukcije kuka manji od 37° ili veća od 42° dovode do većeg rizika ozljede koljena. Sindrom plivačkog koljena najčešća je ozljeda kod plivača, a podrazumijeva ozljedu medijalnog dijela natkoljenice (Vizsolyi P, Taunton J, Robertson G, 1987.).

Akutna puknuća meniskusa nisu uobičajena u plivanju, ali rizik od puknuća meniskusa kod starijih sportaša može se povećati plivanjem prsnim stilom, zbog snažnih rotacijskih i valgusnih opterećenja na koljenu (Nichols AW, 2015.).

Natjecateljsko plivanje dovodi do povećanog rizika od degeneracije lumbalnog intervertebralnog diska. U istraživanju pokazano je da je od 38 rekreativnih plivača njih 29% imali degeneraciju diska na različitim razinama, dok od 56 elitnih plivača njih 68% (Kaneoka K, Shimizu K, Hangai M, 2007.). Capaci i suradnici proveli su istraživanje u kojem je 33,3%

plivača delfin stilom, te 22,2% plivača prsnim stilom prijavilo bol u lumbalnom dijelu kralježnice (Capaci K, Ozcaldiran B, Durmaz B., 2002.).

Prilikom svih zaveslaja u plivanju, donji dio leđa se nalazi u hiperekstenziji radi aerodinamičkog položaja. Hiperekstenzija lumbalnog dijela kralježnice posebno je izražena prilikom prsnog i delfin stila plivanja. Visoki intenzitet i ponavljanja prilikom plivanja tih stilova opterećuje lumbalnu kralježnicu, što može rezultirati spondilozom i spondilolistezom. Korištenje rekvizita za vježbanje, kao što su peraje ili daske može dovest do pretjerane hiperekstenzije kralježnice i do povećanog rizika od pojave boli u lumbalnom dijelu kralježnice.

Iako je spondiloliza obično kronična ozljeda, pojava simptoma može biti i akutna. Ponavljajući okreti mogu dovesti do zamora mišića trbuha i leđa, što može dovesti do boli u leđima. Bol u leđima se najčešće dešava zbog umora lumbalnih paraspinalnih mišića zbog preopterećenja tijekom treninga. Drugi rjeđi uzroci akutne boli u leđima su hernijacija diska i ozljeda fasetnog zgloba (Nyska M, Constantini N, Cale-Benzoor M, Back Z, Kahn G, Mann G., 2000.).

Prsna tehnika plivanja, daleko češće od drugih plivačkih tehnika, može dovesti do raznih istegnuća i ozljeda kuka i prepone. Istegnuća aduktora, iliopsoasa i sportska kila predstavljaju najčešće ozljede kod plivača. Simptomi su slični kod svih spomenutih ozljeda (Grote K, Lincoln TL, Gamble JG, 2004.).

Iako su većina mišićno-koštanih ozljeda posljedica prenaprezanja i preopterećenja, postoji nekoliko akutnih ozljeda koje se mogu desiti kod plivača. Većina akutnih ozljeda događa se zbog kontakta ili izravne traume, iz tog razloga su neobičajne u beskontaktnim sportovima kao što je plivanje. Međutim, takve ozljede znaju se desiti prilikom udarca rukom u zid na kraju sprinta. Prijelomi metakarpusa znali su se često dešavati kod elitnih plivača. Kontuzije, prijelomi šake i prstiju također se mogu dogoditi kao posljedica udarca ruke od prugu ili od ruke drugog plivača. Ozljede stopala moguće su kao posljedica udarca stopala o zid tijekom okreta. Ovi mehanizmi ozljeda mogu također dovesti do porezotina i razderotina (Nichols AW, 2015.).

Plivači često implementiraju dizanje utega ali i druge oblike treninga na suhom u njihov program treninga. Trening ovakvog oblika može dovesti do akutne ozljede mišićno-koštanog sustava. Akutna ozljeda u vidu istegnuća mišića može se dogoditi pri intenzivnom dizanju utega ili pri drugim oblicima treninga na suhom. Istraživanje provedeno tijekom pet sezona u NCAA Division 1 sveučilišnom plivačkom programu pokazalo je da se 38% svih ozljeda dogodilo tijekom treninga na suhom. Pravilna tehnika i pažljivo izvođenje vježbi na suhom je ključno za sprječavanje ozljeda (Wolf BR, Ebinger AE, Lawler MP, Britton CL., 2009.).

#### **4.1 SINDROM PLIVAČKOG RAMENA**

Rameni pojas predstavlja funkcionalnu vezu između trupa i ruku. Predstavlja glavnu točku rotacije oko koje se odvijaju svi pokreti gornjih ekstremiteta prilikom plivanja sve četiri tehnike natjecateljskog plivanja. Rameni pojas čine tri kosti : nadlaktična kost (lat. humerus), lopatica (lat. scapula) i ključna kost (lat. clavícula). Sternoklavikularni, acromioclavikularni, subakromijalni, skapulotorakalni i glenohumeralni zglob su zglobovi ramenog pojasa koji djeluju u međusobnoj sinergiji. Mišići ramena mogu se podijeliti na mišiće prednje, stražnje i

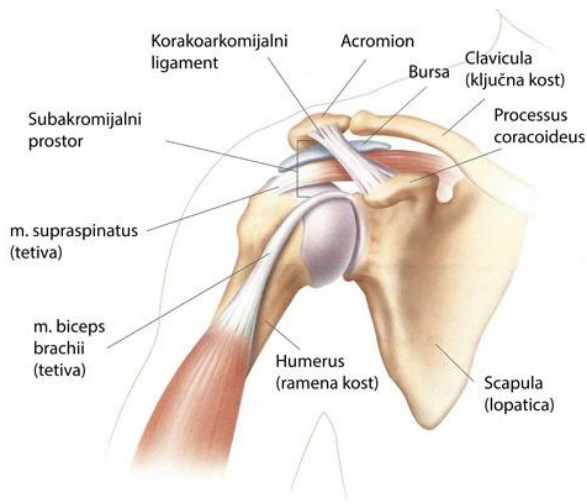
unutarnje strane ramena. Mišići stražnje strane ramena uglavnom imaju funkciju pokretanja i stabilizacije lopatice. Mišići stražnje strane su trapezasti mišić (lat. m. trapezius), veliki romboidni mišić (lat. m. rhomboides major), mali romboidni mišić (lat. m. rhomboides minor), mali prsni mišić (lat. m. pectoralis minor) i prednji nazupčani mišić (lat. m. serratus anterior). Deltoidni mišić pokriva prednji, stražnji i unutarnji dio ramena, te skupa sa velikim prsним mišićem (lat. m. pectoralis major) čini prednju skupinu mišića ramena (Ian McLeod, 2010.).

Prostor ispod korakoakromijalnog luka ograničen je za pokrete tetive bicepsa i supraspinatusa. Sindrom plivačkog ramena može se pojaviti u dva slučaja. Prvi slučaj se dešava ako se povećava volumen struktura koji prolaze ispod korakoakromijalnog luka, što dovodi do smanjenja dostupnog prostora i veće mogućnosti od sudaranja struktura. Rathbun i sur. proučavali su u svom istraživanju vaskularnost rotatorne manšete i tetive bicepsa. Otkrili su da je vaskularnost u ramenu izrazito visoka kada je u aduciranom položaju, kao što je pri plivanju slobodnim stilom u fazama kasnog oporavka i ulaska šake u vodu. Međutim, kada je ruka sa strane, u položaju abdukcije, kao što je za vrijeme kasne faze povlačenja pri plivanju slobodnim stilom, leđnim stilom te delfin stilom plivanja, javlja se smanjena vaskularnost u tetivama supraspinatusa i bicepsa. To dovodi do toga da su tetive supraspinatusa i bicepsa pod stalnim pritiskom od strane glave nadlaktične kosti. Na taj način nadlaktična kost sprječava stalni dotok krvi do tetiva kad je ruka u položaju neutralne rotacije i abdukcije. Degenerativne promjene su česte kod tih tetiva zbog smanjene opskrbe krvlju. Ponavljajuće mikrotraume u tom području rezultiraju upalnim odgovorom u kombinaciji s edemom i povećanjem volumena tetivnih struktura (Rathbun JB, Macnab I., 1970.).

Poremećaji akromioklavikularnog zgloba također mogu uzrokovati impingement sindrom ramena. Neer i Welsh klasificirali su progresivne patološke promjene povezane s sindromom plivačkog ramena u tri stupnja: Stadij 1 sastoji se od edema i krvarenja tetiva supraspinatusa i bicepsa zbog prekomjerne upotrebe istih tijekom fizičke aktivnosti. Ovaj stadij čest je kod mladih sportaša (mlađih od 25 godina). Stadij 2 sastoji se od fibroze i tendinitisa (obično u osoba starijih od 25). Stadij 3 karakteriziraju degeneracija i ruptura tetiva te promjene koštanih struktura.

Slika 5. Anatomski prikaz ramena





Izvor: <https://www.bioscentar.rs/bol-u-ramenu-uzrok-simptomi-lecenje/> (26.06.2023.)

## 4.2 SINDROM PLIVAČKOG KOLJENA

Koljeno je zglob koji je građen od bedrene kosti (lat. femur), goljenične kosti (lat. tibia) i koljenske čašice (lat. patella). Bedrena kost je najduža kost u tijelu, te tvori gornji dio koljena. Goljenica je druga najdulja kost u tijelu i tvori donji dio koljena. Koljenska čašica se nalazi iznad koljena, i pomaže pri ekstenziji koljena.

Hrskavica, ligamenti i meniskusi čine unutarnji dio koljena. Hrskavica je glatki sloj tkiva koji prekriva zlobne plohe bedrene kosti, goljenice i koljenske čašice. Ona ima funkciju smanjenja trenja između kostiju, te tako omogućava glatke pokrete zglobova. Ligamenti su jako vezivno tkivo koje povezuje kosti koljena i omogućuje stabilnost zglobu. U skupinu ligamenata koljena spadaju unutarnji i vanjski kolateralni ligamenti, te prednji i stražnji križni ligamenti. Meniskusi su smješteni između bedrene kosti i goljenice, a funkcija im je apsorbirati stres i raspodijeliti opterećenje na zglob (Moore, 2018.).

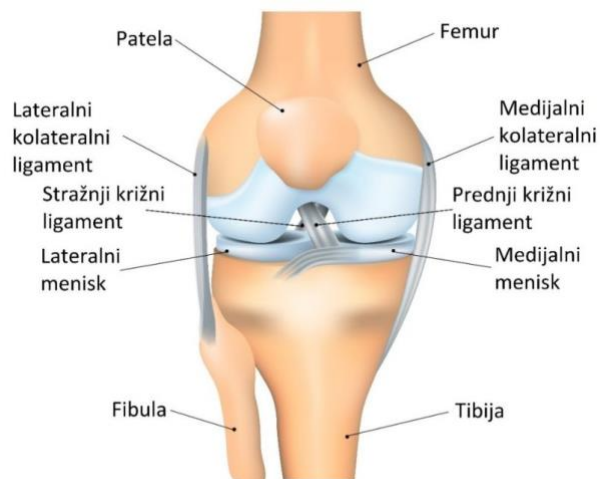
Sindrom plivačkog koljena poznat je i kao patelofemoralni sindrom. Sindrom se najčešće javlja kod plivača prsne tehnike plivanja, ali i kod drugih plivača. Utvrđeno je da je uzrok nastanka sindroma entezitis medijalnoga kolateralnog ligamenta na hvatištu na medijalnom epikondilu femura, često se pojavljuje obostrano. (Pećina i sur., 2001.)

Pri pokretima nogu dolazi do smanjena kuta između kuka i natkoljenice te do relativne derotacije zglobova. Takvi pokreti dovode do pretjeranog valgusa i pritiska na medijalne strukture koljena. Ekstremni kutovi abdukcije kuka prilikom udarca nogom mogu biti dosta štetni. Smatra se da je optimalan kut pomicanja između  $37^\circ$  i  $42^\circ$ . Studija provedena nad 21 plivača ukazuje na to da su kutovi abdukcije kuka iznad  $37^\circ$  povezani uz veću pojavu boli u koljenskom zglobu, dok abdukcija preko  $42^\circ$  u pravilu dovodi do neke vrste ozljede koljena. (Johnson, Sim, Scott, 1987.)

Sindrom plivačkog koljena javlja se kod plivača različite životne dobi, međutim postoji tendencija da se češće javlja kod adolescenata i mladih odraslih osoba. Ove dobne skupine podložnije su ovom sindromu zato što često sudjeluju u intenzivnom plivačkom treningu, što može dovesti do povećanog opterećenja na zglob koljena. Za vrijeme puberteta brzi rast mišića

i kostiju može dovesti do disbalansa i slabosti kvadricepsa i kukova, i tako povećati rizik od sindroma plivačkog koljena. Ovo razdoblje trebamo okarakterizirati kao ključno za prevenciju i praćenje ove ozljede kod mladih sportaša ( Wanivenhaus, F, Fox, A J, Chaudhury, S., Rodeo, S. A., & Warren, R. F. 2012.).

Slika 6. Anatomski prikaz koljena



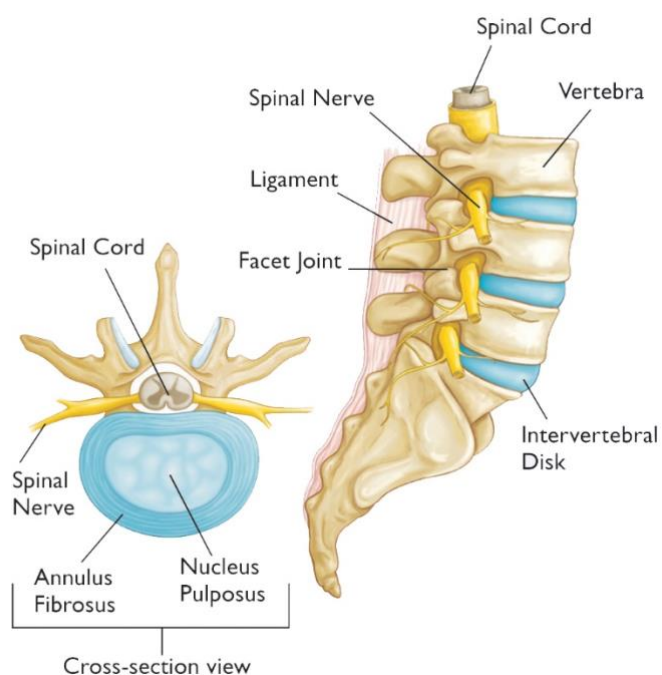
Izvor: <https://www.svkatarina.hr/ortopedija-i-sportska-medicina/operativni-zahvati-drugih-ligamenata-koljena> (28.06.2023.)

### 4.3 LUMBALNO BOLNI SINDROM (LBS)

Lumbalni dio kralježnice predstavlja donji dio leđa i sastoji se od pet kralježaka (L1-L5). Kako bismo bolje razumjeli funkcionalna svojstva lumbalne kralježnice i moguće ozljede koje se mogu javiti u tom području, važno je da poznamo anatomiju tog područja. Lumbalni kralješci su veći i jači od kralješaka u drugim dijelovima kralježnice. Imaju široka tijela koja omogućuju podršku gornjem dijelu tijela i prenošenje opterećenja na donje ekstremitete. Lumbalni kralješci imaju relativno velike spinalne otvore koji pružaju prostor za prolaz kralježnične moždine i spinalnih živaca koji izlaze iz nje. Također, svaki se lumbalni kralješak na svom stražnjem dijelu sastoji od izbočina koje su važne za stabilnost same kralježnice i za povezivanje sa susjednim kralješcima.

Lumbalni dio kralježnice sastoji se od brojnih mišića koji igraju važnu ulogu u podršci i pokretljivosti tog dijela kralježnice. Mišići donjeg dijela leđa i trbuha sudjeluju u održavanju stabilnosti lumbalne kralježnice i prenošenju opterećenja na donje ekstremitete. Uz to, ti mišići također sudjeluju u pokretima tijela, fleksiji i ekstenziji kralježnice te rotaciji trupa. Mišići donjeg dijela leđa uključuju mišić erector spinae, koji se proteže duž cijele kralježnice i pomaže u održavanju uspravnog držanja tijela. Ovaj mišić je sastavljen od tri glavne skupine mišićnih vlakana: spinalnih ekstenzora, spinalnih fleksora i spinalnih rotatora. Također, mišić quadratus lumborum je smješten dublje i pomaže u bočnom pomicanju tijela. Mišići trbuha, poput rektusa abdominis, transverzalisa abdominis i vanjskih i unutarnjih skupina mišića obliqua, također igraju važnu ulogu u stabilnosti lumbalne kralježnice. Oni pružaju potporu trbušnoj stijenci i pomažu u održavanju stabilnog tijela tijekom kretanja (Adams, MA, & Hutton WC, 1983.).

Slika 7. Anatomija lumbalnog dijela kralježnice

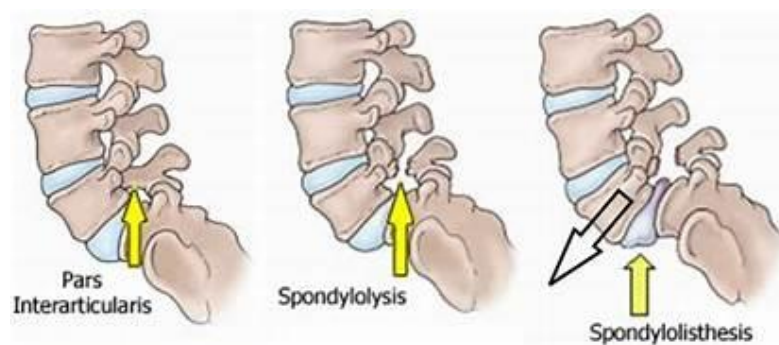


Izvor: <https://orthoinfo.aaos.org/link/1a20242852b8439fb43c70288b94a3a8.aspx>  
(04.04.2023.)

Spondiloliza se definira kao anatomske defekt ili kao prijelom pars interarticularis luka kralješka. Javlja se na L5 kralješku u 85 i 95% slučajeva, te na L4 kralješku u 5-15% slučajeva. Defekti se mogu pojaviti unilateralno ili bilateralno. Spondiloliza je jedan je od najčešćih uzroka boli u lumbalnom dijelu kralježnice. Ako se pravovremeno ne liječi spondiloliza može napredovati do spondilolisteze, koja se definira kao prednji pomak tijela kralješka u odnosu na susjedne kralješke (Hu SS, Tribus CB, Diab M, Ghanayem AJ, 2008.)

U plivanju spondiloliza se najčešće pojavljuje kod plivača prsnog i delfin stila plivanja zbog ponavljajućeg opterećenja na kralježnicu. Oba stila hiperekstenzijom kralježnice stvaraju preveliku silu nad pars interarticularis (Goldstein JD, Berger PE, Windler GE, 1991.).

Slika 8. Spondiloliza i spondilolisteza



Izvor:

<https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.gh2B0Y9tPiJuCyu2IjWwMAHaDP&pid=Api&P=0&h=180> (03.07.2023.)

Hernijacija diska nastaje kada se središte intervertebralnog diska (nucleus pulposus) gura od vanjski prsten diska (annulus). Ako je disk istrošen ili oštećen, jezgra može iscuriti do kraja. Kada se hernijacija diska izboči prema spinalnom kanalu, ona vrši pritisak na osjetljive spinalne živce, uzrokujući bol u leđima i nogama.

Degeneracija intervertebralnog diska događa se kada se disk počne smanjivati i trošiti, što dovodi do trenja između kostiju, te do boli i ukočenosti. Neke su istraživanja pokazala povećanu učestalost degeneracije diska (oštećenje intervertebralnog diska, gubitak visine diska i/ili pomicanje ili izbočenje diska izvan normalne konture) kod plivača s velikim opterećenjem treninga u usporedbi s plivači koji su imali manje opterećenje. Plivači s velikim opterećenjem definirani su kao plivači koji su natjecateljski plivali u prosjeku 9 godina, s prosječnim udaljenostima plivanja od 49 km tjedno, u usporedbi s plivačima s manjim opterećenjem, koji su natjecateljski plivali otprilike 5 i pol godina, u prosjeku 8,4 km tjedno. (Kaneoka K, Shimizu K, Hangai M, 2007.).

Slika 9. Hernijacija diska



Izvor:

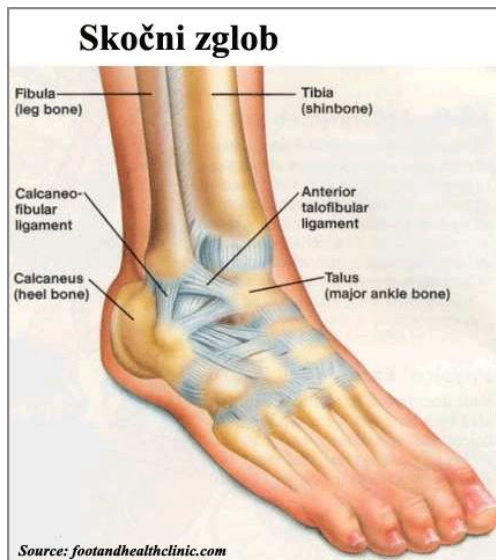
<https://orthoinfo.aaos.org/link/50168df9d1704e77b5313bfdf338d6ec.aspx> (04.04.2023.)

#### 4.4 TENDINITIS STOPALA

Stopalo je složena struktura koja se sastoji od brojnih ligamenata, mišića i kostiju. Ligamenti u stopalu se dijele na ligamente medijalnog i lateralnog longitudinalnog luka. Medijalni se luk sastoji od tibionavikularnog ligamenta, koji spaja tibiju i navikularnu kost, te od kalkaneonavikularnog ligamenta, koji spaja kalkaneus i navikularnu kost. Funkcija ovih ligamenata je da održavaju stabilnost medijalnog luka stopala pri trčanju i hodanju. Lateralni se luk sastoji od plantarnog kalkaneokuboidnog ligamenta, koji spaja kalkaneus i kuboidnu kost. Ovaj ligament ima funkciju održavanja strukture lateralnog luka stopala. Također, stopalo se sastoji od poprečnog luka, koji sadrži poprečni metatarzalni ligament i poprečni

metatarsofalangealni ligament. Funkcija ovih ligamenata je da povezuju metatarzalne kosti s bazama falangi i omogućuju stabilnost stopalu pri prijenosu snage tijekom kretanja. Kostii stopala dijelimo na tarzalne kosti (talus, kalkaneus, navikularna i kuboidna kost, te tri kralješka tarzusa), metatarzalne kosti i falange prstiju.

Slika 10. Anatomija stopala i gležnja



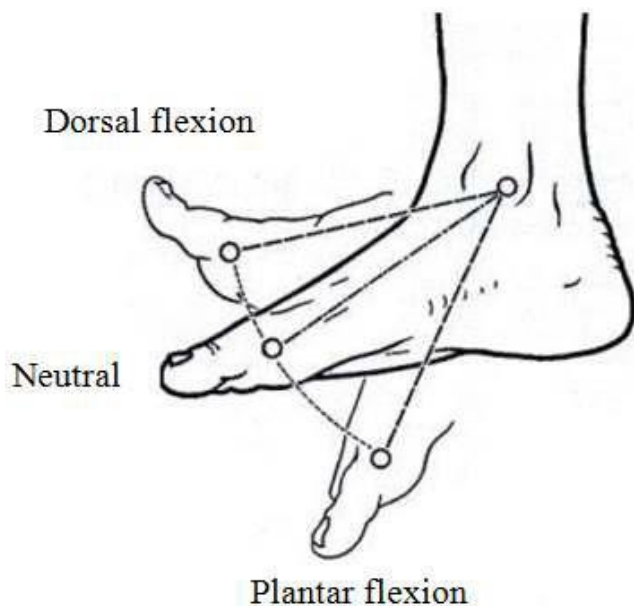
Izvor: <https://www.bolesti-zglobova.com/hr/images/blog/Skocni-zglob.png> (04.07.2023.)

Dorzalnu fleksiju stopala omogućuju mišići koji se nalaze na prednjoj strane potkoljenice. Jedan od najvažnijih mišića u toj skupini je mišić tibialis anterior, koji ima funkciju podizanja prednjeg stopala prema gore. Ekstenzori prstiju također sudjeluju u ovom pokretu. Plantarnu fleksiju stopala omogućuju mišići stražnje strane potkoljenice koji su spojeni za kalkaneus (petnu kost). Mišići gastrocnemius i soleus su najvažniji mišići u ovoj skupini. Oni omogućuju savijanje stopala prema dolje. Flexor digitorum longus i flexor hallucis longus također sudjeluju u toj kretnji (Sarrafian, S, 2004.).

Uz iznimku onih koji plivaju prsnim stilom, većina plivača nastoji razviti maksimalnu plantarnu fleksiju stopala, što stavlja stopalo u bolji položaj za guranje vode u smjeru unatrag tijekom propulzivne faze plivanja. Iskusni plivači sposobni su proizvesti plantarnu fleksiju i do 90°. Za razliku od tih plivača, prsnim plivačima potrebna je fleksibilnost gležnja u suprotnom smjeru (dorzalna fleksija). Dorzalna fleksija omogućuje plivaču prsnog stila da postavi stopala u dobar položaj kako bi se učinkovitije i brže odgurnuo od vode. Cureton je u svom istraživanju pokazao da iskusni plivači s učinkovitijim i bržim udarcima imaju veću fleksibilnost u gležnjevima od prosječnih plivača sa slabijim udarcima.

Ekstremi dorzalne i plantarne fleksije se postižu kontrakcijom mišića prednjeg dijela stopala i potpornih ligamenata oko gležnja. Takve ponavljajuće kretnje mogu dovesti do upale ekstenzornih tetiva, odnosno tendinitisa. Iako nije tako česta kao bol u ramenu ili koljenu, bol u stopalo i gležnju, može znatno utjecati na izvedbu. Osim upale može doći i do pojave priraslica te do pojave krepitacija i boli, glavnih simptoma tendinitisa u stopalu (Kennedy JC, Hawkins R, Krissoff WB, 1978.).

Slika 11. Plantarna i dorzalna fleksija



Izvor: <https://kinvital.si/wp-content/uploads/2020/11/Slika-6-plantarna-dorzalna-fleksija-prikaz-plantarne-in-dorzalne-fleksije-stopala.jpg> (04.07.2023.)

## 5.PREVENCIJA OZLJEDA U PLIVANJU

Ozljede nije moguće u potpunosti spriječiti, ali se rizik od nastanka ozljeda svakako može smanjiti. Ozljede mišićno-koštani sustava nastaju kada je isti sustav izložen velikim stresom koje on ne može tolerirati. Svrha prevencije ozljeda je pronaći metode koje smanjuju akutno i kronično opterećenje nad tkivom i povećati razinu opterećenja koje tkivo može podnijeti. Određena tkiva se mogu lakše adaptirati na stres. Na primjer, ligamenti se puno bolje adaptiraju na stres od mišićnog tkiva. Kako bismo smanjili rizik od ozljede mišića, trebali bismo povećati granicu stresa koju on može tolerirati na način da povećamo površinu njegovog poprečnog presjeka i da povećamo mišićnu sposobnost proizvodnje/apsorpcije sile.

Postoje dvije metode pomoću kojih sportaš može smanjiti stres nad mišićno-koštanim sustavom. Prva metoda je da osiguramo da sportaš ne izvodi kretnje koje izazivaju preveliku silu nad strukturama koje to ne mogu podnijeti. Druga metoda je da kontroliramo umor sportaša. Umor može smanjiti sposobnost mišića da brzo proizvodi velike količine sile, te može smanjiti propriocepciju zglobova i koncentraciju sportaša. To može dovesti do smanjenja sposobnosti sportaša da tolerira stres. Temeljem toga zaključujemo da je praćenje umora sportaša bitna komponenta u prevenciji ozljeda (David Joyce, Daniel Lewindon, 2016.).

Pokazalo se da tjelesna aktivnost pozitivno djeluje na prevenciju sportskih ozljeda. Trening snage i proprioceptijski trening su pokazali pozitivan učinak nad prevencijom ozljeda. Trening snage i proprioceptijski trening imaju sposobnost smanjiti stopu akutnih i kroničnih ozljeda za čak i do 50% (Jeppe Bo Lauersen, Ditte Marie Bertelsen, Lars Bo Andersen, 2014.).

Proces prevencije ozljeda počinje kvalitetnim istezanje i zagrijavanjem lokomotornog sustava. Nakon toga slijede stručno planirane i programirane vježbe jakosti, agilnosti, ravnoteže i istezanja. Pravilna tehnika je od ključne važnosti pri izvođenju ovih vježbi. Preventivni trenažni proces se prilagođava temeljem potrebama i dobi sportaša. Potrebno je stalno naglašavati informaciju o pravilnom izvođenju pokreta, dok nepravilne pokrete treba zaustavljati i ispravljati. Stalna progresija opterećenja ključna je kod preventivnog treninga. Kod vježba snage, potrebno je osigurati progresivno povećanje opterećenja. Trening s opterećenjem ima cilj ojačati sve velike mišićne skupine u punom opsegu pokreta. Adekvatan preventivni trenažni proces je od ključne važnosti u svakom sportu kako bi se izbjegle i veće i manje ozljede

## **5.1 PREVENCIJA PLIVAČKOG RAMENA**

Plivačko rame moguće je prevenirati korištenjem vježba za mobilizaciju, fleksibilnost i jakost. Stabilizacija lopatice igra važnu ulogu u sprječavanju ozljeda ramena, Ako su prednji mišići ramena previše zategnuti, može doći do istegnuća i ruptura. Primjena malog opterećenja na prednji dio ramena, pomoću utega, jedna je od metoda koja dovodi do istezanja prednjih mišića ramena, a da pritom ne izaziva preveliki stres na rameni zglob.

Položaj lopatice izravno utječe na položaj glave nadlaktične kosti i određuje odnos napetosti mišića rotatorne manšete. Nestabilna lopatica ili neispravni obrasci pokreta mogu promijeniti zahtjeve na mišiće rotatorne manšete. To potencijalno može dovesti do mikrotraumatskih ozljeda. Napredak vježba za jačanje rotatorne manšete ovisi o trenutnom stanju i sposobnosti pacijenta. Raspon vježbi za jačanje rotatorne manšete može uključivati izometrijske, koncentrične, ekscentrične i pliometrijske aktivnosti (Mosely JB, Jobe FW, Pink M, Perry J, Tibone J. 1992.).

Jačanje rotatorne manšete može se postići različitim vrstama otpora u različitim položajima. Otpor se može primijeniti pomoću elastičnih traka ili utezima. Prednost korištenja elastičnih traka je ta što pacijent može izvoditi funkcionalne obrasce pokreta kontra otpora. Međutim, ti oblici otpora ne dopuštaju treneru da kvantificira količinu otpora, za razliku kod korištenja utega, gdje je moguće kvantificirati (Murphy TC, 1994.).

### **Vježbe za prevenciju plivačkog ramena**

#### **1. Potisak s bučicama**

Slika 18. Potisak bučicama

Slika 19. Potisak bučicama



### **Tehnika izvođenja:**

- Zauzmi uspravan položaj držeći bučice sa nathvatom u razini ramena.
- Potiskujte bučice prema gore sve dok laktovi ne dosegnu gotovo ispružen položaj.
- Polako spustiti ruke u početni položaj.

## **2. Odručenja sa bučicama**

Slika 20. Odručenje bučicama      Slika 21. Odručenje bučicama



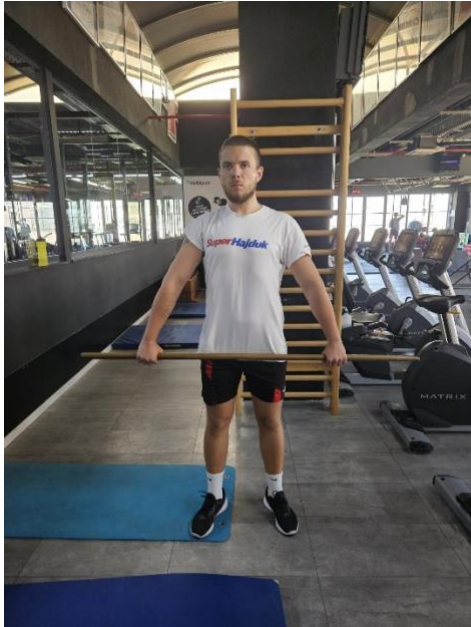
### **Tehnika izvođenja:**



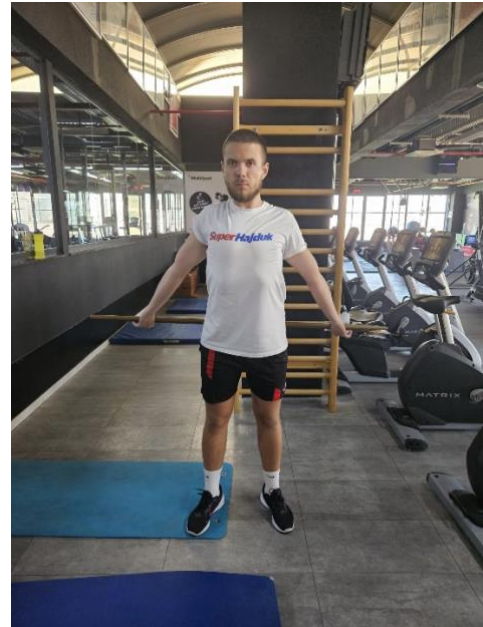
- Zauzeti stojeći položaj, uhvatiti bučice nathvatom i nadlaktice postaviti pored tijela.
- Uz blago savijeni lakat, podižete obje nadlaktice do razine ramena.
- Polako spustiti bučice u početni položaj

### 3. Iskret sa štapom/palicom

Slika 22. Iskret sa štapom



Slika 23. Iskret sa štapom



#### Tehnika izvođenja:

- Uspravan položaj tijela, ruke ispružene.
- Radimo rotaciju ramena prema nazad pri čemu držimo štap/palicu čvrsto.
- Vraćamo nazad štap u početan položaj.

### 5.3 PREVENCIJA PLIVAČKOG KOLJENA

Jedan od prvih koraka prevencije ozljeda koljena je dobro zagrijavanje. Zagrijavanje priprema naše mišiće i zglobove na velike napore, te tako dovode do smanjenja rizika od ozljeda. Vježbe jačanja mišića koji okružuju zglob koljena dovode do veće stabilnosti zgloba. Osim toga, vježbe fleksibilnosti mišića i mobilnosti zglobova dovode do manjeg rizika od ozljeda. Slaba fleksibilnost mišića može dovesti do nepotrebnog pritiska na zglob koljena. Napeti mišići su skloni ozljedama, te mogu dovesti i do ozljeda ligamenata. Mišići kvadricepsa i zadnje lože su glavna skupina mišića na koju treba obratiti pozornost kako bi održali zglob koljena zdravim.

Prevencija ozljeda koljena također uključuju i zglob kuka. Postoji veći rizik od pojave boli u koljenu kod plivača koji imaju nisku razinu unutarnje rotacije kukova prilikom plivanja prsnim stilom. Uzrok ovoga je najčešće slaba abdukcija kukova i napetost fleksornih mišića kuka. Dobra mobilnost kukova i vježbe istezanja piriformisa i prepona smanjit će rizik od ozljeda koljena.

## Vježbe za prevenciju plivačkog koljena

### 1. Čučanj

Slika 24. Čučanj



Slika 25. Čučanj



### Tehnika izvođenja:

- Postaviti šipku preko gornjeg dijela leđa i postaviti stopala u razini ramena.
- Pokret započeti u kukovima i spuštati se u čučanj sve dok na bedreni mišić nije paralelan sa podlogom.
- Vratiti se u početni položaj tako da ispravimo noge.

### 2. Rumunjsko mrtvo dizanje





Slika 26. Rumunjsko dizanje

Slika 27. Rumunjsko dizanje

### **Tehnika izvođenja:**

- Prihvatiti šipku s nathvatom, a stopala postaviti u širini ramena.
- Blago saviti koljena.
- Držeći ispružena leđa, spuštati šipku gurajući kukove prema nazad.
- Spuštati šipku sve dok ne osjetimo istežanje zadnje lože.
- Vratiti se u početni položaj.

### **3. Frog pose**

Slika 28. Frog pose

Slika 29. Frog pose



### **Tehnika izvođenja:**

- Osloniti se na tlo uz pomoć ruku i sa raširenim nogama.
- Gurati kukove prema nazad dok ne osjetimo zatezanje.
- Zadržati položaj jedno vrijeme te se vratiti u početni položaj.

### 5.3 PREVENCIJA LUMBALNO BOLNOG SINDROMA

Kod natjecateljskog plivanja plivači izvode ponavljajuće ekstremne raspone pokreta. Iz toga razloga, plivači bi trebali imati dobru formu kako bi se izbjegle ozljede. Prsni i delfin stil plivanja su najčešći uzročnici bolnih donjih leđa kod plivača. Na snagu i opseg udarca nogu pri plivanju prsnim i delfin stilom u velikoj mjeri utječe mobilnost lumbalno sakralnih zglobova, kao i mobilnost kukova, koljena i gležnjeva. Na primjer, kod delfin stila ponavljana fleksija i ekstenzija trupa gdje je zdjelica previše nagnuta prema naprijed (kao što je kod prevelike napetosti pregibača kuka), može doći do prevelike kompresije fasetnih zglobova u kralješku. Produljena kompresija može dovesti do upala, te do pojave grčeva i boli u donjem dijelu leđa (Cameron JM, 1990.).

Kako bi što uspješnije prevenirali pojavu lumbalno bolnog sindroma, trebali bi procijeniti mobilnost svih zglobova. Ispravljanje mišićnih disbalansa kao što su zategnuti pregibači kuka, slabi mišići trbuha, leđa i stražnjice, te poboljšanje mobilnosti zdjelice i drugih zglobova dovodi do smanjenog rizika od pojave boli u lumbalnom dijelu kralježnice. Osim toga, usavršavanje forme plivanja može smanjiti rizik od ozljede (Morita T, Ikata T, Katoh S, Miyake R, 1995.).

#### Vježbe za prevenciju lumbalno bolnog sindroma

##### 1. Ekstenzija leđa

Slika 12. Ekstenzija leđa



Slika 13. Ekstenzija leđa

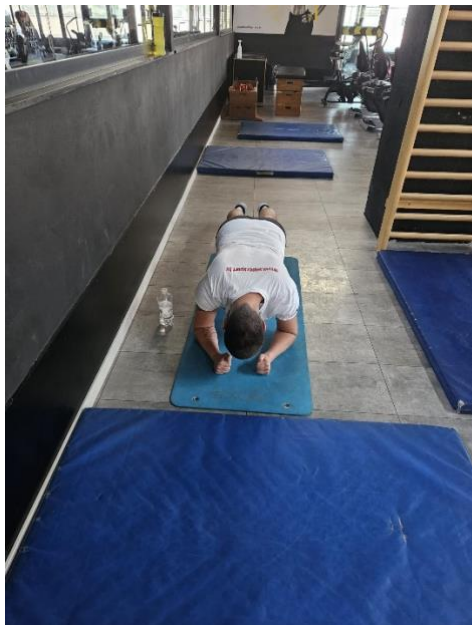


#### Tehnika izvođenja:

- Zauzeti ležeci položaj s licem okrenutim prema podlozi, postaviti naslon klupe tik ispod kukova, a gležnjeve ispod štitnika klupe.
- Iz položaja pregibanja, podižete trup sve dok vam noge i gornji dio tijela ne budu u potpuno ispruženom položaju.
- Polako vratite trup u početni položaj

## **2. Plank**

Slika 14. Plank



Slika 15. Plank



### **Tehnika izvođenja:**

- Zauzmi ležeći položaj licem okrenutim ka podlozi i oslanjajući se na nožnim prstima i podlakticama održavajte ravnotežu.
- Zadržite taj položaj

### **3. Cobra stretch**

Slika 16. Cobra stretch



Slika 17. Cobra stretch



#### **Tehnika izvođenja:**

- Zauzmi ležeći položaj na trbuhu s rukama naslonjenim na tlo u razini ramena.
- Odgurni se rukama od tla zadržavajući zdjelicu i kukove na tlu .
- Zadrži taj položaj.

## **5.4 PREVENCIJA TENDINITISA STOPALA**

Kod tendinitisa stopala, pojavit će se bol u području tetive, posebno na početku aktivnosti. Bol može nestati na kratko, ali se u većini slučajeva vrati. Oticanje i tupa bol česta su pojava kod ove ozljede. Kod pojačanih napora nad tetivom simptomi se pojačavaju, a nakon aktivnosti često dolazi do pojave ukočenosti stopala.

Najbolji način prevencije tendinitisa stopala je korištenje pravilne tehnike plivanja. Osim toga vježbe mobilnosti i stabilnosti zgloba, te vježbe fleksibilnosti mišića koje su povezane sa zglobom mogu biti korisne u prevenciji. Prije aktivnosti važno je dobro zagrijati i razgibati zglobove kako bi umanjili rizik od ozljede.

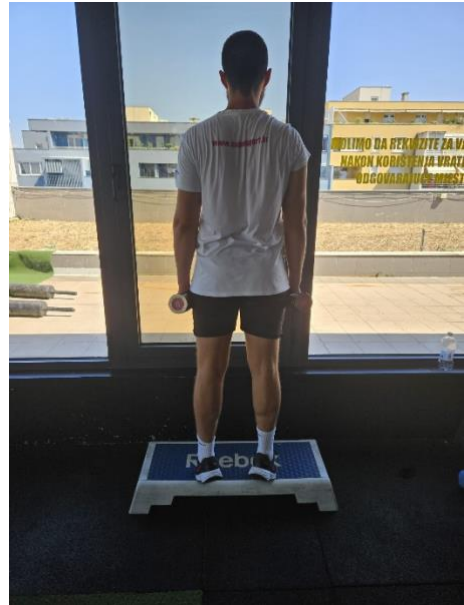
U slučaju da dođe do ozljede, potreban je odmor kako bi se zglob oporavio. Ako nakon određenog vremena bol ne nestane, potrebna je imobilizacija zgloba u kombinaciji s lijekovima protiv bolova, nakon čega bi slijedila fizikalna terapija.

#### **Vježbe za prevenciju tendinitisa stopala**

##### **1. Vježba za listove**

Slika 30 Vježba za listove

Slika 31. Vježba za listove



### **Tehnika izvođenja:**

- Stati uspravno na prste na uzvisinu.
- Pomalo se podizati na prste.
- Vratiti se u početni položaj.

### **2. Vježba istezanja listova**

Slika 32. Istezanje listova



Slika 33. Istezanje listova



### **Tehnika izvođenja:**

- Naslonjeni rukama na zid, noge ispružene, stopala i pete na tlu.
- Stopala trebaju biti što dalje od zida a da se pritom peta ne diže od tla.

- Zadržati položaj nekoliko sekunda.
- Pokret je moguće i unilateralno izvoditi.



## 6. ZAKLJUČAK

Plivanje je izuzetno koristan i popularan sport koji pruža brojne zdravstvene i tjelesne pogodnosti, ali kao i kod bilo kojeg drugog sporta, moguće su i ozljede. Stoga je prevencija ključna kako bismo osigurali sigurnost i dobrobit plivača. U ovom završnom radu istražio sam načine prevencije najčešćih ozljeda u plivanju. Pravilna tehnika plivanja, fizička sprema, kvalitetan odmor samo su neki od čimbenika koji dovode do smanjenog rizika od ozljeda. Kako bismo spriječili ozljede u plivanju, važno je primijeniti odgovarajuće strategije prevencije. Prvo i najvažnije, plivači bi trebali razviti i poboljšati tehniku plivanja. Također pravilno zagrijavanje, istezanje prije i poslije treninga trebalo bi implementirati u trenažni proces kako bi što kvalitetnije prevenirali ozljede. Redovitim izvođenjem vježbi mobilnosti može poboljšati opseg pokreta zgloba, što je ključno kako bismo pravilno izvodili sve tehnike plivanja. Kada su nam zglobovi dobro pokretljivi, smanjuje se opterećenje na mišiće i ligamente koji ga okružuju, što dovodi do smanjenog rizika od ozljeda. Vježbe jačanja mišića također imaju važnu ulogu u prevenciji ozljeda. Mišićna snaga pomaže u održavanju pravilne mehanike plivanja, te se tako smanjuje opterećenje na zglobove i ligamente. Posebno trebamo obratiti važnost na jačanje mišića koji su najaktivniji prilikom plivanja, kao što su mišići ramena, leđa, trbuha i nogu.

Plivači bi trebali biti svjesni svojih tjelesnih ograničenja, te bi trebali zaustaviti trening ako se pojavi bilo kakvi znak pretreniranosti. Prekomjerni intenzitet treninga i nedostatak odgovarajućeg odmora mogu dovesti do prenaprezanja mišića i ozljeda. Pravilan plan treninga koji uključuje ravnotežu između opterećenja i odmora može pomoći u održavanju zdravlja i sprječavanju ozljeda. Važno je naglasiti da se ozljede nikada ne mogu u potpunosti spriječiti, ali ako se plivači pridržavaju smjernica pravilne prevencije, mogu značajno smanjiti rizik od ozljeda. Održavanje zdravlja i sigurnosti trebao bi biti prioritet za svakog plivača.

## 7. LITERATURA

1. Vladan Marković (2020.), Plivanje.
2. Francisco Oppenheim (1970.), The history of swimming.
3. Ian McLeod (2010.), Plivanje Anatomija.
4. Boris Volčanšek (1996.), Bit plivanja.
5. Richardson AB, Jobe FW, Collins HR (1980.), The shoulder in competitive swimming. *Am J Sports Med* 8:159-163.
6. Nichols AW (2015.), Medical Care of the Aquatics Athlete. *Curr Sports Med Rep.*;14(5):389–96.
7. Rupp S, Berninger K, Hopf T (1995.), Shoulder problems in high level swimmers impingement, anterior instability, muscular imbalance? *Int J Sports Med*;16(8):557-562.
8. Vizsolyi P, Taunton J, Robertson G (1987.), Breaststroker's knee: an analysis of epidemiological and biomechanical factors. *Am J Sports Med*;15(1):63-71.
9. Capaci K, Ozcaldiran B, Durmaz B (2002.), Musculoskeletal pain in elite competitive male swimmers. *Pain Clin*;14:229-234.
10. Nyska M, Constantini N, Cale-Benzoor M, Back Z, Kahn G, Mann G (2000.), Spondylolysis as a cause of low back pain in swimmers. *Int J Sports Med*;21(5):375–9.
11. Grote K, Lincoln TL, Gamble JG (2004.), Hip adductor injury in competitive swimmers. *Am J Sports Med*;32(1):104–8.
12. Wolf BR, Ebinger AE, Lawler MP, Britton CL (2009.), Injury patterns in Division I collegiate swimming. *Am J Sports Med*;37(10):2037–42.
13. Rathbun JB, Macnab (1970.), I: The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg [Br]* 52:540-553.
14. Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. (2018.), *Clinically Oriented Anatomy*.
15. Pećina M, Bojanić I, Hašpl M (2001.), Sindromi prenaprezanja u području koljena. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*; 52(4): 429-439.
16. Johnson, J.E., Sim, F.H. & Scott, S.G. (1987.), Musculoskeletal injuries in competitive swimmers. *Mayo Clinic Proceedings*, 62(4),289-304.
17. Wanivenhaus, F., Fox, A. J., Chaudhury, S., Rodeo, S. A., & Warren, R. F. (2012.), Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health*, 4(3), 246-251.
18. Adams MA, Hutton WC. (1983.), The effect of fatigue on the lumbar intervertebral disc. *J Bone Joint Surg Br.* 1983 Mar;65(2):199-203.
19. Hu SS, Tribus CB, Diab M, Ghanayem AJ. (2008.), Spondylolisthesis and spondylolysis. *Instructional Course Lectures*. vol. 57, 2008:431–445
20. Goldstein JD, Berger PE, Windler GE et al (1991.), Spine injuries in gymnasts and swimmers—an epidemiologic investigation. *Am J Sports Med* 19(5):463–468.
21. Kaneoka K, Shimizu K, Hangai M et al (2007.), Lumbar intervertebral disk degeneration in elite competitive swimmers: a case control study. *Am J Sports Med* 35(8):1341–1345
22. Sarrafian, S. (2004). *The Anatomy of the Human Foot*. *Journal of Anatomy*.
23. Kennedy JC, Hawkins R, Krissoff WB (1978.), Orthopaedic manifestations of swimming. *Am J Sports Med* 6:309-322
24. David Joyce, Daniel Lewindon (2016.), *Sports injury prevention and rehabilitation*.

25. Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB (2014.), The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials.
26. Cameron JM. (1990.), Medical problems in competitive and recreational swimming. In: Payne SDW. *Medicine Sport and the Law*. Blackwell Scientific Publications.
27. Morita T, Ikata T, Katoh S, Miyake R. (1995.), Lumbar spondylolysis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg*; 77: 620–625.
28. Mosely JB, Jobe FW, Pink M, Perry J, Tibone J. (1992.) EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med*; 20:128–134.
29. Murphy TC. (1994.), Shoulder injuries in swimming. In: Andrews JR, Wilk KE. (eds). *The Athlete's Shoulder*., New York: Churchill Livingstone; 411–424.

#### Internetski izvori

1. Enciklopedija (2016.) Plivanje /on line/ . S mreže preuzeto 18. lipnja 2023.  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=48762>
2. How to Fix and Prevent Breaststroker's Knee. S mreže preuzeto 15. srpnja 2023.  
<https://www.yourswimlog.com/how-to-fix-and-prevent-breaststrokers-knee/>
3. Tendonitis of the Ankle and Foot. S mreže preuzeto 17. srpnja 2023.  
<https://www.verywellhealth.com/tendonitis-of-the-foot-and-ankle-1337639>