

INCIDENCIJA POJAVE BOLI U RAMENU KOD PLIVAČA - HOĆE LI VJEŽBE JAČANJA ROTATORNE MANŽETE SMANJITI POJAVU OZLJEDE RAMENA U PLIVANJU?

Barjaktarević, Jurica

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:653284>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-19**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ FIZIOTERAPIJA

Jurica Barjaktarević

INCIDENCIJA POJAVE BOLI U RAMENU KOD PLIVAČA – HOĆE LI VJEŽBE
JAČANJA ROTATORNE MANŽETE SMANJITI POJAVU OZLJEDE RAMENA U
PLIVANJU?

Diplomski rad

Rijeka, 2024.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF HEALTH STUDIES
GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Jurica Barjaktarević

INCIDENCE OF SHOULDER PAIN IN SWIMMERS – WILL ROTATOR CUFF
STRENGTHENING REDUCE THE OCCURENCE OF SHOULDER INJURIES IN
SWIMMING

Master thesis

Rijeka, 2024.

Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

Sastavnica	
Studij	Diplomski sveučilišni studij Fizioterapija
Vrsta studentskog rada	Diplomski rad
Ime i prezime studenta	Jurica Barjaktarević
JMBAG	601983 21 0351004563 6

Podatci o radu studenta:

Naslov rada	
Ime i prezime mentora	Hari Jurdana i Kristijan Zulle
Datum predaje rada	20.5.2024.
Identifikacijski br. podneska	2383890554
Datum provjere rada	20.5.2024.
Ime datoteke	DIPLOMSKI Jurica Barjaktarević
Veličina datoteke	197,54K
Broj znakova	62389
Broj riječi	10628
Broj stranica	41

Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	
	2%

Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	21.5.2024.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	-
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Rad zadovoljava uvjete izvornosti i urađen je u skladu s uputama za izradu diplomskog rada FZSRI.

Datum

21.5.2024.

Potpis mentora



SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Epidemiologija ozljeda ramena u sportovima s pokretima ruke iznad glave.....	2
1.2. Biomehanički aspekti pokreta rukom iznad glave.....	3
1.3. Psihološki stres ozljeda ramena u plivanju	5
1.4. Povezanost ozljede ramena u sportovima s pokretima rukom iznad glave	6
2. CILJEVI I HIPOTEZE	8
2.1. Ciljevi	8
2.2. Hipoteze	8
3. ISPITANICI I METODE	9
3.1. Ispitanici	9
3.2. Postupak i instrumentarij	9
3.3. Statistička obrada podataka	10
3.4. Etički aspekti.....	11
4. REZULTATI.....	12
5. RASPRAVA.....	20
6. ZAKLJUČAK.....	29
7. LITERATURA	30

SAŽETAK

UVOD: Plivanje je izuzetno zahtjevna tjelesna aktivnost, slavi se zbog svojih kardiovaskularnih beneficija i općeg poboljšanja tjelesnog blagostanja. Međutim, repetitivna priroda pokreta plivanja može izazvati značajan stres na mišićno-koštanim strukturama plivača, posebno u ramenom zglobu. Studije sugeriraju da se čak 70% natjecateljskih plivača susreće s bolovima u ramenu tijekom svojih karijera. Cilj ovoga istraživanja je bio ispitati kako vježbe snaženja ramena kod natjecateljskih plivača utječu na smanjenje boli u ramenu te ispitati hoće li se povećanjem sile mišića ramena smanjiti preopterećenje u ramenom obruču.

ISPITANICI I METODE: U ovom istraživanju sudjelovalo je ukupno 45 plivača i plivačica u dobi od 14 godina do 25 godina. Svaki od plivača u zadnjih godinu dana osjetio je bol u ramenu prilikom plivanja. Do ispitanika se došlo pomoću plivačkih klubova u Zagrebu. Svaki od plivača ispunio je upitnik u vezi boli u ramenu TheOsloSportsTraumaResearchCenter (OSTRC). Također, plivačima je mjerena snaga vanjske rotacije pomoću električnog dinamometra EasyForce.

REZULTATI: Na temelju prikupljenih podataka od 45 ispitanika može se reći kako vježbe jačanja vanjskih rotatora utječu na smanjenje boli kod plivača s ozljedom rotatorne manšete. Dokazano je kako vježbe jačaju mišiće što rezultira smanjenjem boli kroz vrijeme. Nadalje, nije uočena statistički značajna razlika između "OSTRC UPITNIK BODOVI" grupe i "sila mišića L" ($p = 0,142$). Također nije uočena statistički značajna razlika između "OSTRC UPITNIK BODOVI" grupe i "sila mišića D" ($p = 0,123$).

RASPRAVA I ZAKLJUČAK: Analizom dobivenih rezultata utvrđeno je da vježbe jačanja vanjskih rotatora utječu na smanjenje boli kod plivača s ozljedom rotatorne manšete. Stoga, hipoteza broj 1 se prihvaća. Suprotno tome, druga hipoteza koja govori kako povećanje sile mišića ramena će dovesti do smanjenja preopterećenja u ramenim mišićima nije potvrđena. Stoga, hipoteza broj 2 se odbacuje.

KLJUČNE RIJEČI: mišićna snaga, plivač, rame, vježbe ramena

ABSTRACT

INTRODUCTION: Swimming is an extremely demanding physical activity, celebrated for its cardiovascular benefits and general improvement of physical well-being. However, the repetitive nature of swimming motions can place significant stress on the swimmer's musculoskeletal structures, particularly in the shoulder joint. Studies suggest that as many as 70% of competitive swimmers experience shoulder pain during their careers. The aim of this research was to examine how shoulder strengthening exercises in competitive swimmers affect the reduction of shoulder pain and to examine whether increasing the strength of the shoulder muscles will reduce overload in the shoulder girdle.

SUBJECTS AND METHODS: A total of 45 male and female swimmers between the ages of 14 and 25 participated in this study. Each of the swimmers in the last year felt pain in the shoulder while swimming. Respondents were reached through swimming clubs in Zagreb. Each of the swimmers completed a shoulder pain questionnaire from TheOsloSportsTraumaResearchCenter (OSTRC). Also, the external rotation strength of the swimmers was measured using the EasyForce electric dynamometer.

RESULTS: Based on the data collected from 45 subjects, it can be said that exercises to strengthen the external rotators affect the reduction of pain in swimmers with rotator cuff injuries. Exercise has been proven to strengthen muscles, which results in a reduction in pain over time. Furthermore, no statistically significant difference was observed between the "OSTRC QUESTIONNAIRE SCORES" group and the "muscle force L" ($p = 0.142$). Also, no statistically significant difference was observed between the "OSTRC QUESTIONNAIRE SCORES" group and "muscle force D" ($p = 0.123$).

DISCUSSION AND CONCLUSION: The analysis of the obtained results determined that exercises to strengthen the external rotators affect the reduction of pain in swimmers with rotator cuff injuries. Therefore, hypothesis number 1 is accepted. Conversely, the second hypothesis, which states that increasing shoulder muscle strength will lead to a reduction in shoulder muscle overload, was not confirmed. Therefore, hypothesis number 2 is rejected.

KEYWORDS: muscle strength, swimmer, shoulder, shoulder exercises.

1. UVOD

Plivanje je izuzetno zahtjevna tjelesna aktivnost, slavi se zbog svojih kardiovaskularnih beneficija i općeg poboljšanja tjelesnog blagostanja. Međutim, repetitivna priroda pokreta plivanja može izazvati značajan stres na mišićno-koštanim strukturama plivača, posebno u ramenom zglobu. Rameni zglob, sa svojim širokim rasponom pokreta i ovisnošću o koordiniranoj mišićnoj aktivnosti, ključan je za efikasnost plivanja. Stoga je i zglob koji je najosjetljiviji na ozljede uzrokovane prekomjernim korištenjem u plivačkoj zajednici. Procjenjuje se da bol u ramenu, često nazivana "plivačko rame", pogađa između 40% do 91% natjecateljskih plivača u nekom trenutku njihove karijere (1). Ovi impresivni brojevi naglašavaju hitnu potrebu za brigom o zdravlju ramena kod plivača. Biomehanički zahtjevi koje plivanje stavlja na rame tijekom različitih plivačkih tehnika, posebno slobodnog stila, leptira i leđnog, su ogromni. Ove tehnike zahtijevaju da rame izvede širok raspon pokreta, od snažnog guranja tijekom faze povlačenja do pokreta iznad glave tijekom faze oporavka. Ovaj neprekidni ciklički pokret svjedoči o izdržljivosti i prilagodljivosti ramena.

Rame, sa svojim složenim strukturama mišića, ligamenata i zglobova, igra ključnu ulogu u mnoštvu sportskih disciplina koje uključuju podizanje ruku iznad glave. Ova složena građa, ključna u sportovima poput rukometa, plivanja i bejzbola, također predstavlja žarište potencijalnih ozljeda, postajući značajan globalni zdravstveni problem u sportu (2).

U rukometu, sportaši se često suočavaju s problemima ramena zbog naglaska sporta na brze pokrete ruku i snažne udarce. Značajan broj rukometaša suočava se s ozljedama kao što su problemi s rotatornom manžetom, i puknućem labruma (3). Takve ozljede uglavnom proizlaze iz ponavljajućih pokreta bacanja karakterističnih za sport i direktnih trauma, kao što su padovi ili sudari s drugim igračima.

Bejzbol, posebno među bacačima, ističe osjetljivost ramena. Intenzitet i učestalost povezani s bacanjem predodređuju igrače za niz ozljeda, od problema s rotatornom manžetom do SLAP lezija. Studije su pokazale da profesionalni bacači imaju 34% veće šanse da iskuse bol u ramenu tijekom jedne sezone (4).

Posljedice ozljeda ramena u sportovima s podizanjem ruku iznad glave protežu se dalje od trenutačne fizičke boli tijekom treninga. Pogođeni sportaši često vide pad u performansama zbog boli koja djeluje kao prepreka tijekom treninga i natjecanja (2). Ekonomske posljedice manifestiraju se u troškovima liječenja, potencijalnim smanjenjima

vrijednosti igrača i skraćenim trajanjem karijere. Nadalje, psihički utjecaji su duboki, s čestim izvještajima sportaša o osjećajima anksioznosti, depresije i ukorijenjenom strahu od ponovne ozljede (5).

Rame, ključna točka ljudskog kretanja, djeluje kao središte složenih biomehaničkih procesa. Njegov funkcionalni integritet je od velike važnosti, posebno u sportovima koji zahtijevaju ponavljajuće pokrete iznad glave. Smanjen opseg pokreta u ramenu često je povezan s ozljedama rotatorne manžete ramena (6). Ovo smanjenje pokretljivosti može potjecati iz različitih izvora, uključujući osjećaj zategnutosti mekih tkiva, ograničenja u kapsuli i koštane nepravilnosti (7).

Elitni plivači tijekom vrhunskog treninga mogu preplivati bilo gdje od 6.000 do 10.000 metara dnevno, što se prevodi u više od 2.500 rotacija ramena. Ova ogromna količina, zajedno s intenzitetom treninga, čini ramena osjetljivima na trošenje i oštećenje. Bez pravilne tehnike i preventivnih strategija, kumulativne mikrotraume mogu dovesti do kroničnih ozljeda. Stoga je važna prevencija isto koliko i rehabilitacija kada dođe do ozljede. Razumijevanje nijansi "plivačkog ramena" je ključno za trenere i fizioterapeute. Uključivanje vježbi za jačanje ramena, naglašavanje pravilne tehnike plivanja i osiguranje dovoljnog oporavka su od najveće važnosti. Redovito pregledavanje ramena za rane znakove napetosti u ramenu može spriječiti ozbiljnije ozljede.

Gledano kroz širu sliku na plivanje, izvan natjecateljskog područja, plivanje je popularna rekreacija i terapijska vježba za različite populacije, od djece do starijih osoba i osoba s invaliditetom. Osiguranje zdravlja ramena u tim populacijama jednako je važno, ističući globalnu važnost istraživanja i intervencija u ovoj domeni.

1.1. Epidemiologija ozljeda ramena u sportovima s pokretima ruke iznad glave

Sportovi s podizanjem ruku iznad glave, karakterizirani rigoroznim i čestim pokretima, predstavljaju značajne izazove za rameni zglob. To je posebno očito u disciplinama poput plivanja, bejzbola, rukometa i tenisa. U tim sportovima, rame je kontinuirano izloženo ispitivanju, što mnoge sportaše čini visoko podložnima različitim ozljedama ramena.

Plivanje, s obzirom na svoju intenzivnu repetitivnu prirodu, je u samom vrhu ovog problema. Studije sugeriraju da se čak 70% natjecateljskih plivača susreće s bolovima u ramenu tijekom svojih karijera, ističući intenzivne zahtjeve koje sport stavlja na rame pri svakom zamahu. Bejzbol nije daleko iza, pogotovo među bacačima gdje se prevalencija bolova u ramenu procjenjuje na otprilike 30% godišnje zbog torzije ramena i sile povezane s bacanjem (8). Stopa prevalencije bolova u ramenu u rukometu i tenisu kreće se između 20-25%, ponavljajući raširenu prirodu ovih ozljeda u sportovima s podizanjem ruku iznad glave (9, 10).

Ove ozljede manifestiraju se u različitim oblicima, uključujući tendinopatije rotatorne manžetne, rupturu labruma i burzitisa. Osim trenutačne fizičke boli, ove ozljede mogu dovesti do smanjenog vremena igranja, narušene izvedbe i, u težim slučajevima, preranog kraja sportske karijere sportaša. Za neke, rekurentne ili kronične manifestacije mogu zahtijevati čak i kirurške intervencije (11).

Uzroci ovih ozljeda su multifaktorijalni i obuhvaćaju intrinzične čimbenike poput dobi i labavosti zglobova, te ekstrinzične elemente, uključujući intenzitet treninga i tehniku. S obzirom na ovu pozadinu, potreba za učinkovitim preventivnim mjerama i tretmanima za ozljede ramena u sportovima s podizanjem ruku iznad glave je očigledna. To ističe važnost studija poput ove, s ciljem zaštite zdravlja i karijera sportaša u plivanju tj. u sportovima s pokretima iznad glave.

1.2. Biomehanički aspekti pokreta rukom iznad glave

Biomehanika ramena je složena interakcija struktura i pokreta koji osiguravaju njegovu pokretljivost i funkciju. Za sportaše koji izvode pokrete iznad glave, ovi složeni biomehanički faktori postaju još ključniji jer konstantno ispituju granice sposobnosti ramena, čineći ga podložnim ozljedama.

U središtu svakog sportskog pokreta nalazi se kinetički lanac, koncept koji opisuje kako se energija sekvencijalno prenosi od tla, preko nogu, trupa, i kulminira u ruci. To je holistički sustav, disfunkcija ili neefikasnost u nižem segmentu, kao što su noge ili trup, može neizravno opteretiti rame. Na primjer, ako nedostaje snage u trupu plivača, mogu nadoknaditi ramenima tijekom zamaha, što ih izlaže riziku od ozljeda. Povećavanje svijesti sportaša o ovom lancu i osiguravanje snage i efikasnosti u svim segmentima može smanjiti nepotrebne stresove na rame (12).

Rotatorna manžeta sastoji se od četiri integralna mišića i tetive koji obavijaju rameni zglob. Muskulus (*lat. Musculus*) supraspinatus se nalazi na vrhu lopatice i pokreće abdukciju ruke. Njegova pozicija čini ga podložnim sindromima zagušenja ramena. Muskulus infraspinatus je smješten ispod grebena lopatice, rotira ruka prema van tj. supinira je, što je važno za pokrete poput dosezanja iza leđa. Muskulus teres minor, mišić susjedan infraspinatusu, doprinosi vanjskoj rotaciji i stabilizira nadlakticu tijekom pokreta iznad glave. Muskulus subscapularis zauzima prednju stranu lopatice i predstavlja snagu rotatorne manžete. Odrađuje unutarnju rotaciju i stabilizira nadlakticu tijekom spuštanja ruke. Labrum, fibrokartilaginozni prsten, poboljšava stabilnost glenohumeralnog zgloba. Također služi kao hvatište nekoliko ligamenata i kao proksimalno hvatište tetive bicepsa. Ozljede u labrumu, uzrokovane ponavljajućim pokretima iznad glave ili traumom, mogu uzrokovati bol i nestabilnost. SLAP lezije, na primjer, utječu na gornji dio labruma i pričvršćivanje bicepsa (13). Lezija labrum tj, SLAP lezija, je ozljeda ramena koja ima značajne implikacije, posebno za sportaše koji izvode pokrete iznad glave. Ova lezija cilja specifično gornji dio glenoidnog labruma gdje se nalazi pričvršćenje duge glave tetive bicepsa. Labrum, hrskavičasti prsten, služi za produblјivanje glenoidne šupljine, poboljšavajući stabilnost kuglastog zgloba ramena. SLAP lezija narušava tu stabilnost, javlja se i ispred i iza pričvršne točke tetive bicepsa.

Podrijetlo SLAP lezija je višestruko. Akutna trauma izazvana radnjama poput pada na ispruženu ruku ili podizanja teških tereta ih može uzrokovati. Osim toga, ponavljajući pokreti ramena koji su endemični za sportove s podizanjem ruku iznad glave poput plivanja ili bejzbola mogu uzrokovati trošenje tijekom vremena, što labrum čini sklonijim takvim ozljedama. Nadalje, starenje i degeneracija zgloba povećavaju podložnost labruma za suze. Oni sa SLAP lezijom često prijavljuju duboke bolove u ramenu, osjećaj zastoja ili blokade tijekom pokreta, bol tijekom podizanja ruke iznad glave ili bacanja, te smanjenje snage i pokretljivosti ramena.

Skapulohumeralni ritam je biomehanička koordinacija između lopatice i humerusa tj. nadlaktične kosti tijekom pokreta ruke, posebno podizanje ruke, točnije elevacije. Osigurava da glava humerusa održava optimalno poravnanje unutar glenoidne šupljine lopatice tijekom cijelog opsega pokreta. Ovaj odnos je ključan jer omogućava veći raspon elevacije ruke, istovremeno sprječavajući struganje tetiva rotatorne manšete od akromiona tj. od koštana nastavka na rubu lopatice.

Uobičajeno, za svaka dva stupnja elevacije ruke, lopatica se okreće za jedan stupanj. Ovaj omjer 2:1 osigurava da kako se ruka podiže, lopatica povlači i rotira prema gore kako bi se prilagodila pokretnom humerusu, održavajući zajedničku konzistenciju. Nekoliko mišića, posebno m. serratus anterior i gornji i donji m. trapeziusa, igraju ključnu ulogu u usklađivanju ovog ritma. Poremećaji u njihovoj funkciji mogu dovesti do odstupanja od idealnog ritma. Diskinezija lopatice odnosi se na promijenjeni ili disfunkcionalni pokret lopatice tijekom ovih usklađenih akcija. Može se manifestirati kao rano ili pretjerano uzdizanje lopatice, vingiranje (*eng. Winging*), gdje se medijalna granica lopatice izbočuje od rebra, ili ograničena rotacija prema gore. Ove promjene mogu dovesti do neefikasnih pokreta ruke, povećane ranjivosti na sindrome bolnog ramena i smanjene funkcionalne izvedbe pokreta ruke iznad glave (14). Posljedice promijenjenog scapulohumeralnog ritma kod sportaša, posebno onih uključenih u sportove s podizanjem ruku iznad glave, značajne su. Kada se ovaj ritam poremeti, sportaši često doživljavaju bol u ramenu, smanjenu snagu i efikasnost u svojim sport-specifičnim pokretima, te povećan rizik od ozljeda. Osiguravanje uravnoteženog i koordiniranog skapulohumeralnog ritma nije važno samo za optimalnu funkciju ramena, već i za sprečavanje kaskadnih učinaka biomehaničkih poremećaja koji bi mogli ugroziti sportsku karijeru sportaša (14).

Razumijevanje biomehanike neprocjenjivo je za trenere i fizioterapeute. Prepoznavanje biomehaničkih nedostataka može informirati programe prevencije ozljeda, osiguravajući vrhunsku izvedbu i dugovječnost sportske karijere sportaša.

1.3. Psihološki stres ozljeda ramena u plivanju

Plivanje, izuzetno zahtjevan sport, kako fizički tako i mentalno, izaziva granice ljudske izvedbe. Kada plivači dožive ozljede ramena, posljedice nisu samo fizičke. Psihološki stres koji proizlazi iz takvih ozljeda često pogoršava ukupni teret oboljenja.

U području natjecateljskog plivanja, sportaši posvećuju beskrajne sate treningu s ciljem usavršavanja tehnike, izgradnje izdržljivosti i postizanja vrhunske izvedbe. Neočekivana ozljeda, pogotovo na tako vitalnom dijelu tijela kao što je rame, može poremetiti sportski režim sportaša, dovodeći do propuštenih natjecanja i nazadovanja u postizanju sportskih ciljeva. Takve prekide mogu uzrokovati osjećaje frustracije, anksioznosti i čak depresije. Psihološki utjecaj je višeslojan. Postoji trenutačni stres i anksioznost povezani s neizvjesnošću ozbiljnosti ozljede i vremenom potrebnim za oporavak. Često slijedi duboki osjećaj gubitka, jer se sportaši suočavaju s potencijalnom pauzom od svoje strasti i

poremećajem njihove strukturirane svakodnevne rutine (15). Osim toga, proces rehabilitacije može biti naporan put, zahtijevajući ne samo fizičku otpornost, već i ogromnu mentalnu snagu. Strah od ponovne ozljede ili anksioznost povezana s povratkom na vrhunsku izvedbu mogu ometati potpuni oporavak i čak utjecati na sportsku izvedbu sportaša nakon povratka u sport (16).

U plivanju, gdje čak i djelomična poboljšanja u vremenskim rezultatima mogu biti razlika između pobjede i poraza, psihički teret ozljede i naknadnog povratka u sport može biti ogroman. Samopouzdanje, samoprocjena i motivacija sportaša sve mogu biti negativno utjecane takvim ozljedama, ističući potrebu za integriranim pristupom rehabilitaciji koji se bavi i fizičkim i psihičkim elementima (17).

1.4. Povezanost ozljede ramena u sportovima s pokretima rukom iznad glave

U području plivanja, sporta u kojem je rame stalno uključeno u ciklične aktivnosti iznad glave, prepoznate su određeni nedostaci u pokretljivosti kao preteče ozljeda. Jedna od najraširenijih vrsti ozljeda među plivačima je "plivačko rame", što se može pripisati raznim faktorima, uključujući pretjeranu upotrebu, neravnotežu snage mišića ramena i kompromitiranu mehaniku ramena. Definiirajuća karakteristika je smanjena unutarnja i/ili vanjska rotacija glenohumeralnog zgloba, što, slično kao kod igrača bejzbola, može proizaći iz ponavljajućih pokreta iznad glave tipičnih za plivačke zaveslaje (18). Dodatno, plivači često pokazuju smanjen ukupan opseg pokreta ramena, što proizlazi iz kroničnih napora koji se stavljaju na zglobove. To se pogoršava u vodenom okruženju koje zahtijeva snažne zamahe protiv otpora vode, uz zahtjeve za brzinom, tehnikom i izdržljivošću (19).

Plivanje zahtijeva kontinuirano opterećenje mišića ramena. Slabost u vanjskoj rotaciji glenohumeralnog zgloba, zajedno s neravnotežom u omjeru koncentričnih i ekscentričnih sila, posebno vanjske rotacije naspram unutarnje rotacije, označena je kao značajan faktor rizika za problem s ramenom kod plivača (1). Takve neravnoteže mogu ugroziti dinamičku stabilnost ramena tijekom ponavljajućih pokreta.

Osim toga, uloga abdukcije u plivanju, posebno tijekom faze oporavka u slobodnom, leđnom i leptir zamahu, ne može se zanemariti. Urođeni nedostatak snage tijekom abdukcije ramena, zajedno s povezanom slabosti u snazi ramene abdukcije, stalno se povezuje sa specifičnim problemima ramena kod plivača (20).

Harmonična sinergija između lopatice i nadlaktice ključna je ne samo u sportskim disciplinama koje uključuju bacanje, već i u plivanju. Diskineza lopatice, karakterizirana nepravilnim pokretima lopatice, identificirana je kao jedan od faktora rizika u razvoju ozljeda ramena kod plivača (21).

Svi ovi uvidi daju jasnu sliku, dok svaki sport koji uključuje podizanje ruku iznad glave ima svoje jedinstvene zahtjeve i izazove, plivanje se ističe zbog svoje kontinuirane i ponavljajuće prirode. Glavna tema za rješavanje problema ramena ostaje ista tj. holistički pristup pri razumijevanju i rješavanju mehanike ramena je ključan. Postaje sve jasnije da etiologija ozljeda ramena ide dalje od izoliranih deficita u mišićima i tetivama. Smanjena funkcija kroz kinetički lanac, od mozga do udova, često leži u osnovi ovih ozljeda, ističući holističku prirodu biomehanike ramena (8).

S obzirom na navedeno, glavni cilj ovog istraživanja traži razjašnjenje potencijalnih koristi strukturiranog programa usmjerenog na smanjenje prevalencije problema s ramenom kod plivača. Povećavajući naše razumijevanje mehanike ramena i uvodeći prilagođene preventivne mjere, nastojimo stvoriti put prema optimalnom sportskom zdravlju. Učestalost problema s ramenom u sportovima s podizanjem ruku iznad glave naglašava potrebu za višesložnim pristupom: preventivnim strategijama, ranom detekcijom i dobrim metodama rehabilitacije (22).

2. CILJEVI I HIPOTEZE

2.1. Ciljevi

C1: Ispitati kako vježbe snaženja ramena kod natjecateljskih plivača utječu na smanjenje boli.

C2: Ispitati hoće li se povećanjem sile mišića ramena smanjiti preopterećenje u ramenom obruču.

2.2. Hipoteze

H1: Vježbe jačanja vanjskih rotatora utječu na smanjenje boli kod plivača s ozljedom rotatorne manšete.

H2: Povećanje sile mišića ramena dovest će do smanjenja preopterećenja u ramenim mišićima.

3. ISPITANICI I METODE

3.1. Ispitanici

U ovom istraživanju sudjelovali su plivači i plivačice u dobi od 14 godina do 25 godina. Svaki od plivača u zadnjih godinu dana osjetio je bol u ramenu prilikom plivanja. Do ispitanika se došlo pomoću plivačkih klubova u Zagrebu. Kriteriji za uključivanje u istraživanje obuhvaćali su prisutnost bolova u ramenu tijekom razdoblja dužeg od 3 dana, kao i sudjelovanje u pet treninga od 2 sata u bazenu svakog tjedna. Prikupljanje podataka izvodilo se na prostorima Hrvatskog akademskog plivačkog kluba Mladost ili u prostoru za njegu i održavanje tijela Kineto Sigma. Klubovi koji su sudjelovali su HAPK Mladost, Plivački klub Maksimir, te plivači iz Plivačkog kluba Medveščak. U ispitivanju je sudjelovalo ukupno 45 plivača.

Samo istraživanje je trajalo 3 mjeseca.

3.2. Postupak i instrumentarij

Podatci su se prikupljali na početku, tijekom i na kraju istraživanja. Na početku kako bi se vidjela početna snaga, zatim tijekom istraživanja kako bi se vidjelo ima li razlike od početka vježbi te na kraju istraživanja kako bi se vidjelo hoće li promjena snage, ako je ima, imati utjecaj na pojavu boli.

Svaki od plivača ispunio je upitnik u vezi boli u ramenu TheOsloSportsTraumaResearchCenter (OSTRC) (9). Upitnik je bio ispunjen na početku istraživanja, na kraju trećeg tjedna, na kraju šestog tjedna, na kraju devetog tjedna i na kraju istraživanja tj. na kraju dvanaestog tjedna. Plivačima je izmjerena snaga vanjske rotacije pomoću električnog dinamometra EasyForce (10). Navedeni dinamometar mjeri snagu u njutnima. Snaga je bila mjerena na početku testiranja, na kraju šestog tjedna i na kraju istraživanja. Ispitivač drži dinamometar za jedan kraj, dok plivač prima hvataljku dinamometra za drugi kraj te izvodi pokret vanjske rotacije. Pokret se izvodio 3 puta, te je najbolji rezultat uzet kao mjerljiva vrijednost. Položaj mjerenja plivača je bio ležeći položaj na boku, pri kojem ruka leži na trupu s fleksijom od 90 stupnjeva u laktu. Potom je ispitivač uputio ispitanika kako da izvede pokret vanjske rotacije uz oprez da ne dođe do ekstenzije ruku u laktu ispitanika nego isključivo pokreta vanjske rotacije nadlaktice. Mjerila se snaga mišića rotatora ramena na obje ruke.

Tijekom istraživanja ispitanici su provodili slijedeće vježbe: prva vježba je "mačka deva", plivač je u četveronožnoj poziciji s osloncem na koljenima i rukama te mobilizira kralježnicu prema gore i prema naprijed. Vježba se izvodila u trajanju od 45 sekundi.

Druga vježba izvodi se u stojećem položaju i uz pomoć gumene trake. Plivač fiksira traku u razini srca, zatim povlači traku rukama prema natrag u rekrakciju ramena. Kada su ramena u potpunoj retrakciji tj. kada su laktovi došli iza leđa, izvodi vanjsku rotaciju podlaktice i nadlaktice. Vježba se ponavljala 12 puta.

Treća vježba izvodi se u stojećem položaju. Plivač fiksira gumenu traku u razini trbuha te je jednom rukom izvodi abdukciju i vanjsku rotaciju nadlaktice pritom pazeći da ne rotira trup. Ruku zapravo povlači dijagonalno prema gore, kao u smjeru 10:00h kazaljke na satu. Vježba se ponavljala 12 puta. Sve vježbe su se izvodile u 3 seta.

Vježbe su demonstrirane i objašnjene od strane ispitivača. Treneri plivača dobili su jasne upute od strane ispitivača kako da prate svoje plivače u pravilnom izvođenju navedene tri vježbe.

3.3. Statistička obrada podataka

Anketnim upitnikom OSTRC prikupljeni su podaci o pojavi boli u ramenu. Na temelju odgovora u upitniku istražena je povezanost rezultata upitnika i pojava boli u ramenu. Nadalje, istraživana je i povezanost rezultata upitnika sa snagom vanjske rotacije u ramenu tj. povezanost rezultata disbalansa sila mišića i odgovora upitnika.

Pomoću EasyForce uređaja prikupljeni su podatci o snazi vanjskih rotatora ramena.

Kategorijski podatci su predstavljeni apsolutnim i relativnim frekvencijama, te grafički putem dijagrama. Numerički podaci su opisani aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom u slučaju raspodjela koje slijede normalnu, a u ostalim slučajevima medijanom i granicama interkvartilnog raspona. Ovdje se radi o deskriptivnoj analizi i prikazu dobivenih podataka. Razlike kategorijskih varijabli, po potrebi, su testirane χ^2 testom, a po potrebi Fisherovim egzaktnim testom. Razlike normalno raspodijeljenih numeričkih varijabli između dviju nezavisnih skupina su testirane Studentovim t testom. U samoj analizi je testirana razlika između zavisne varijable tj. snage mišića i pojave boli, testovi korišteni u tu svrhu su χ^2 test, MW i KW test. Povezanost normalno raspodijeljenih numeričkih varijabli je ocijenjena Pearsonovim koeficijentom korelacije r, a u slučaju odstupanja od normalne raspodjele

Spearmanovim koeficijentom korelacije ρ (rho). U tom kontekstu povezanosti radila se korelacija između snage vanjske rotacije i upitnika za bol u ramenu. Razlika u ponovljenim mjerenjima je testirana Wilcoxonovim i Friedmanovim testom. Dakle, s ponovljenim mjerenjima testirala se statistički značajna razlika kod promatranih mjerenja, Wilcoxonovim testom testirana je značajnost inicijalno i finalno, dok je Friedmanovim testom testirana razlika tokom svih promatranih mjerenja.

Razina značajnosti je postavljena na $p < 0,05$. Za statističku analizu je korišten statistički program SPSS (IBM Corp. Released 2019. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp).

3.4. Etički aspekti

Na početku istraživanja bilo je navedeno kako svaki ispitanik koji pristaje ispuniti upitnik daje suglasnost da se podaci navedeni u upitniku smiju upotrebljavati u istraživačke svrhe radi izrade diplomskog rada. Također, svaki roditelj maloljetne osobe dao je suglasnost da njegovo dijete može sudjelovati u istraživanju. Navedeno isto vrijedi i za testiranje snage mišića. Unutar istraživanja ne postoji sukob interesa.

4. REZULTATI

Testiranje razlike kod promatranih pitanja s obzirom na promatrana mjerenja

Na sljedećim je stranicama prikazano testiranje s obzirom na promatrana mjerenja (početno, prvo, drugo, treće, četvrto i peto mjerenje), testiranje je provedeno Hi kvadrat testom, prikazani su odgovori ispitanika u obliku apsolutnih frekvencija, te postotci.

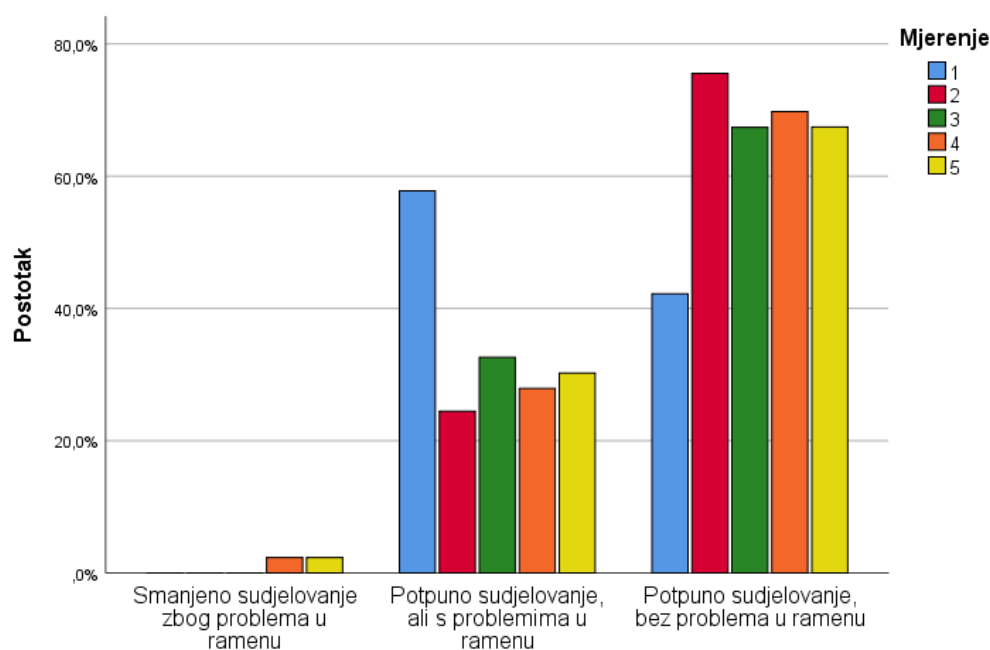
Tablica 1: Usporedba s obzirom na promatrana mjerenja

		Mjerenje										p*
		1		2		3		4		5		
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Jeste li imali ikakvih poteškoća kod sudjelovanja u natjecanjima ili treninzima zbog ramena u zadnjih tjedan dana	Nemogućnost sudjelovanja zbog problema u ramenu	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,031
	Smanjeno sudjelovanje zbog problema u ramenu	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,3%	1	2,3%	
	Potpuno sudjelovanje, ali s problemima u ramenu	26	57,8%	11	24,4%	15	32,6%	12	27,9%	13	30,2%	
	Potpuno sudjelovanje, bez problema u ramenu	19	42,2%	34	75,6%	31	67,4%	30	69,8%	29	67,4%	
	Ukupno	45	100,0%	45	100,0%	46	100,0%	43	100,0%	43	100,0%	
Do koje razine ste smanjili volumen (količinu) treninga zbog boli u ramenu u zadnjih tjedan dana	Nisam mogao prisustvovati treningu zbog problema u ramenu	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,136
	Veliko smanjenje treninga	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	
	Umjereno smanjenje treninga	7	15,6%	7	15,6%	4	8,7%	3	7,0%	4	9,3%	
	Minimalno smanjenje treninga	14	31,1%	6	13,3%	5	10,9%	7	16,3%	6	14,0%	
	Nije bilo smanjenja	24	53,3%	32	71,1%	37	80,4%	33	76,7%	33	76,7%	
	Ukupno	45	100,0%	45	100,0%	46	100,0%	43	100,0%	43	100,0%	
Do koje razine su problemi u ramenu ograničili Vaše izvođenje (eng. performance) na treningu u zadnjih tjedan dana	Nisam mogao prisustvovati treningu zbog problema u ramenu	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,005
	Veliko ograničenje	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	
	Umjereno ograničenje	0	0,0%	0	0,0%	4	8,7%	1	2,3%	1	2,3%	
	Minimalno ograničenje	23	51,1%	14	31,1%	13	28,3%	8	18,6%	9	20,9%	
	Nije bilo ograničenja	22	48,9%	31	68,9%	29	63,0%	34	79,1%	33	76,7%	

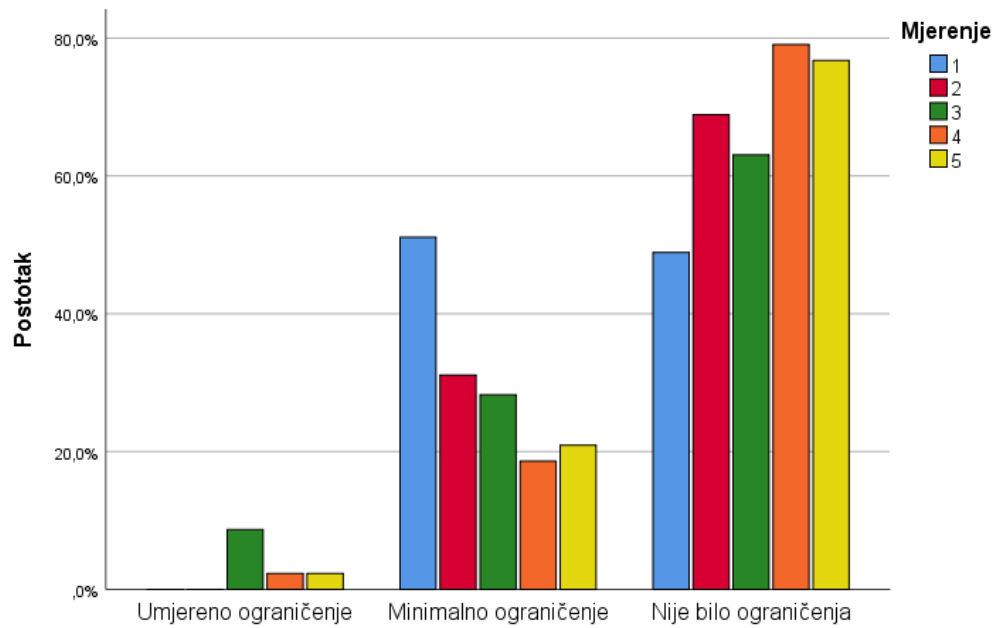
	Ukupno	45	100,0%	45	100,0%	46	100,0%	43	100,0%	43	100,0%	
U kojoj ste mjeri osjetili bol u ramenu povezanu sa svojim sportom (plivanjem) tijekom prošlog tjedna	Nije bilo boli	0	0,0%	23	51,1%	23	50,0%	25	58,1%	24	55,8%	0,000
	Blaga bol	26	57,8%	16	35,6%	15	32,6%	13	30,2%	14	32,6%	
	Umjerena bol	19	42,2%	6	13,3%	8	17,4%	4	9,3%	4	9,3%	
	Jaka bol	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,3%	1	2,3%	
	Ukupno	45	100,0%	45	100,0%	46	100,0%	43	100,0%	43	100,0%	

*Hi kvadrat test

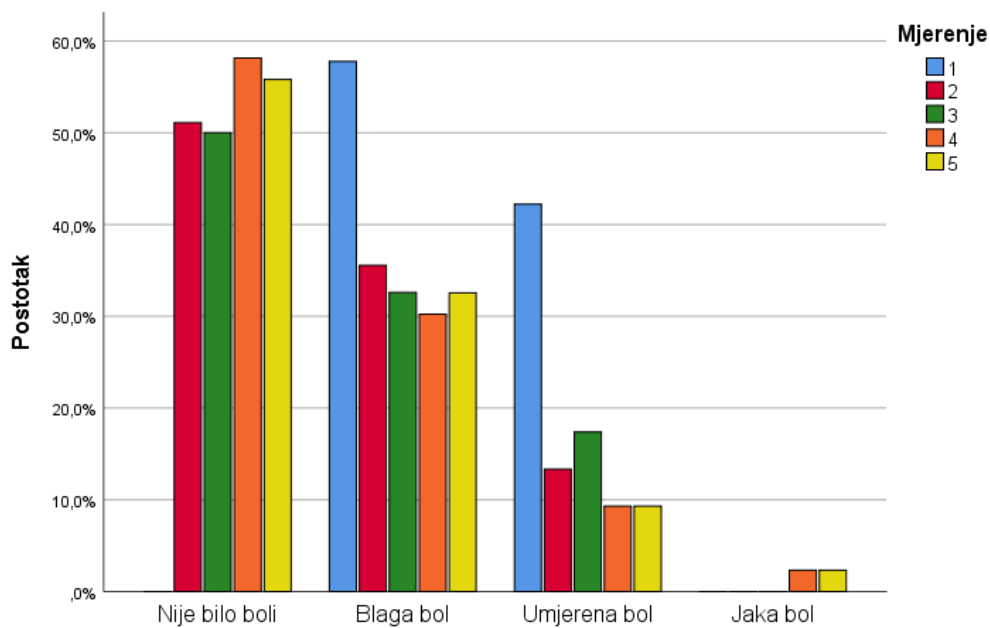
Pogleda li se razina signifikantnosti (na tablici 1) kod pitanja *do koje razine su problemi u ramenu ograničili Vaše izvođenje (eng. performance) na treningu u zadnjih tjedan dana, u kojoj ste mjeri osjetili bol u ramenu povezanu sa svojim sportom (plivanjem) tijekom prošlog tjedna* može se uočiti kako vrijednost Hi kvadrat testa iznosi $p < 0,05$, što znači da je uočena statistički značajna razlika s obzirom na *promatrana mjerenja*, pri čemu je minimalno ograničenje (51,1%) i umjerena bol (42,2%) u većoj mjeri zabilježena tokom prvog mjerenja.



Jeste li imali ikakvih poteškoća kod sudjelovanja u natjecanjima ili ...



Do koje razine su problemi u ramenu ograničili Vaše izvođenje (eng. performance) na treningu u zadnjih tjedan dana

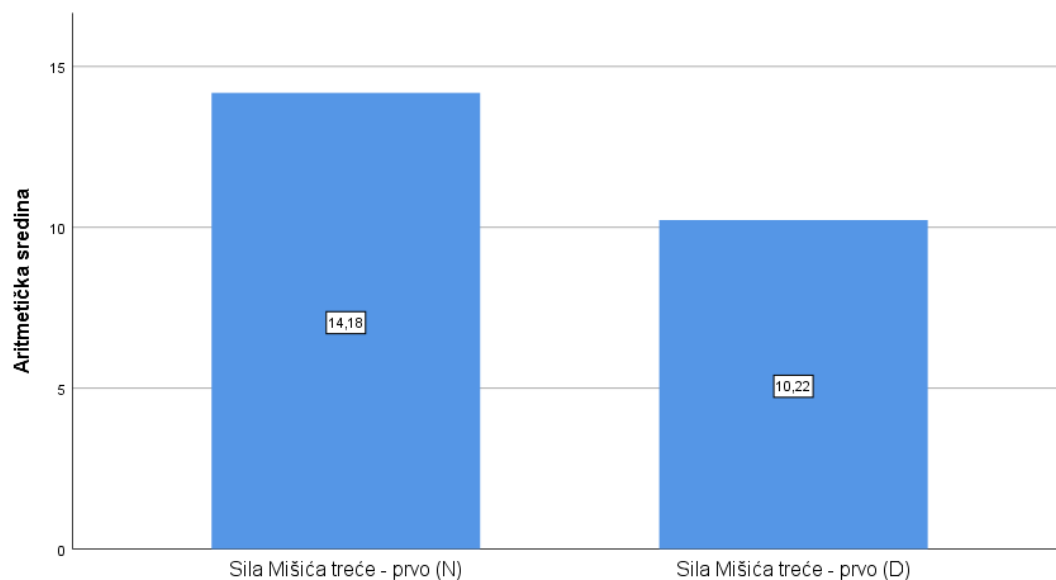


U kojoj ste mjeri osjetili bol u ramenu povezanu sa svojim sportom (plivanjem) tijekom prošlog tjedna

Tablica 2: Prosječni pokazatelji za razliku trećeg i prvog mjerenja

		Sila Mišića treće - prvo (ND)	Sila Mišića treće - prvo (D)
\bar{x}		14,18 N	10,22 N
Sd		10,15 N	10,22 N
Min		-2,00 N	-10,00 N
Max		35,00 N	35,00 N
Percentiles	25	5,00 N	3,00 N
	50	10,00 N	10,00 N
	75	20,00 N	15,00 N

Pogledaju li se podatci za prosječne pokazatelje razlike trećeg i prvog mjerenja, može se uočiti kako za sila Mišića treće - prvo (N) aritmetička sredina iznosi 14,18 N uz standardnu devijaciju 10,15 N, za sila Mišića treće - prvo (D) aritmetička sredina iznosi 10,22 N uz standardnu devijaciju 10,22 N, što znači da je veća razlika trećeg i prvog mjerenja uočena za nedominantnu ruku.



Testiranje razlike između tri promatrana mjerenja

Na sljedećim stranicama je provedeno testiranje između tri promatrana mjerenja kako bi se uočilo postoji li statistički značajna razlika u promatranom periodu za promatrane pokazatelje (sila mišića), testiranje je provedeno putem Friedmanovog testa za zavisne uzorke.

Tablica 3: Deskriptivni pokazatelji (N)

	N	\bar{x}	Sd	Min	Max	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
Sila Mišića prvo (ND)	45	88,62	13,806	57N	119N	80,00	90,00	98,50
Sila Mišića drugo (ND)	45	92,87	13,283	70N	120N	82,50	90,00	100,00
Sila Mišića treće (ND)	45	102,80	13,770	75N	130N	95,00	100,00	115,00

Na tablici 4 prikazani su deskriptivni podatci odgovora ispitanika za promatrana mjerenja, iz priložene tablice može se iščitati vrijednost aritmetičke sredine, standardne devijacije, IQR (medijan sa pripadajućim interkvartilnim rasponom), te minimalna i maksimalna vrijednost.

Tablica 4: Rangovi

	Aritmetička sredina rangova	p*
Sila Mišića prvo (ND)	1,33	0,000
Sila Mišića drugo (ND)	1,74	
Sila Mišića treće (ND)	2,92	

*Friedman Test

Signifikantnost testa p iznosi 0,001, što je manje od 0,05. Dakle, može se reći, s razinom pouzdanosti od 95%, kako je zabilježena statistički značajna razlika kod Sila Mišića (N) s obzirom na promatrana mjerenja, pri čemu je vrijednost pokazatelja značajno najviša u trećem mjerenju.

Tablica 5: Deskriptivni pokazatelji (N)

	N	\bar{x}	Sd	Min	Max	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
Sila Mišića prvo (D)	45	88,67	8,238	70N	110N	84,00	90,00	93,00
Sila Mišića drugo (D)	45	92,00	9,138	70N	115N	86,00	93,00	100,00
Sila Mišića treće (D)	45	98,89	10,654	75N	125N	90,00	100,00	105,00

Tablica 6: Rangovi

	Aritmetička sredina rangova	p*
Sila Mišića prvo (D)	1,53	p<0,001
Sila Mišića drugo (D)	1,76	
Sila Mišića treće (D)	2,71	

*Friedman Test

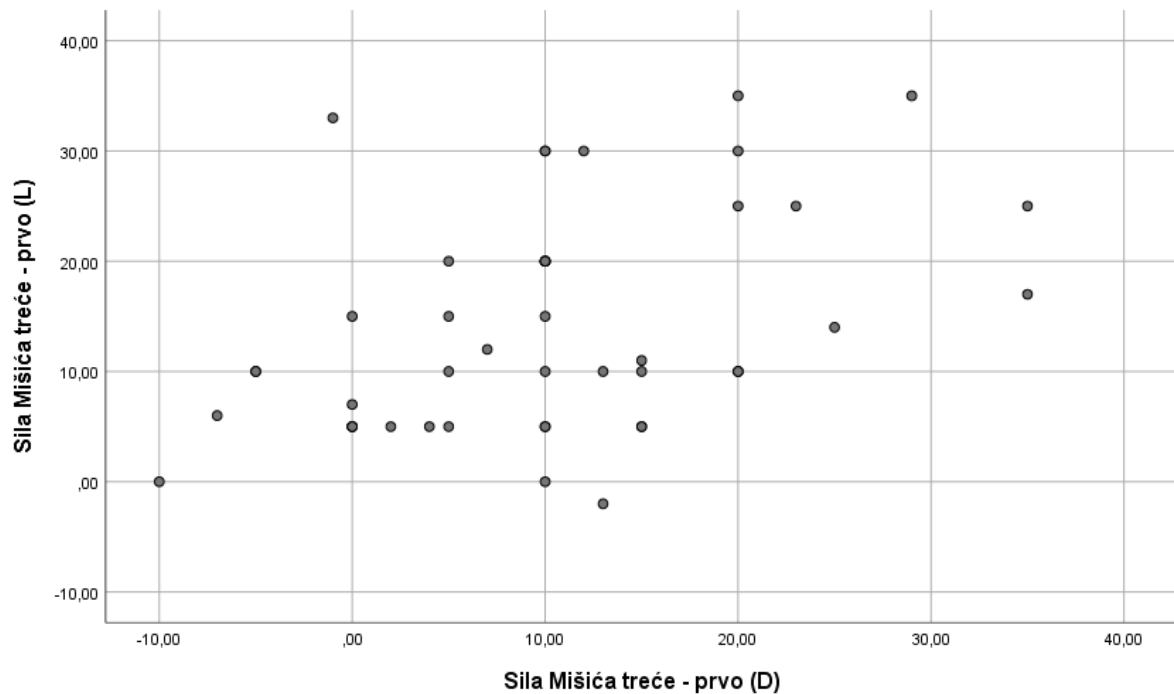
Signifikantnost testa p iznosi $p < 0,001$, što je manje od 0,05. Dakle, može se reći, s razinom pouzdanosti od 95%, kako je zabilježena statistički značajna razlika kod sile mišića (D) s obzirom na promatrana mjerenja, pri čemu je vrijednost pokazatelja značajno najviša u trećem mjerenju.

Tablica 7.

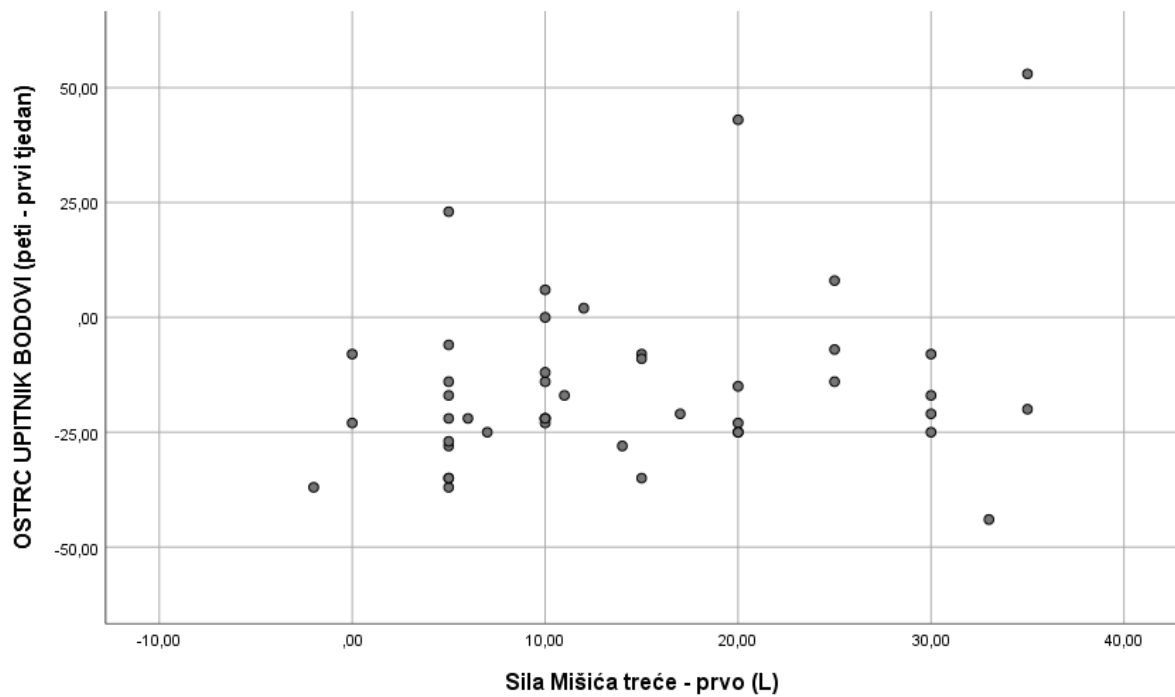
		Sila Mišića treće - prvo (L)	Sila Mišića treće - prvo (D)	OSTRC UPITNIK BODOVI (peti - prvi tjedan)
Sila Mišića treće - prvo (L)	r	1,000	,393**	,222
	p	.	,008	,142
	N	45	45	45
Sila Mišića treće - prvo (D)	r	,393**	1,000	,233
	p	,008	.	,123
	N	45	45	45
OSTRC UPITNIK BODOVI (peti - prvi tjedan)	r	,222	,233	1,000
	p	,142	,123	.
	N	45	45	45

**

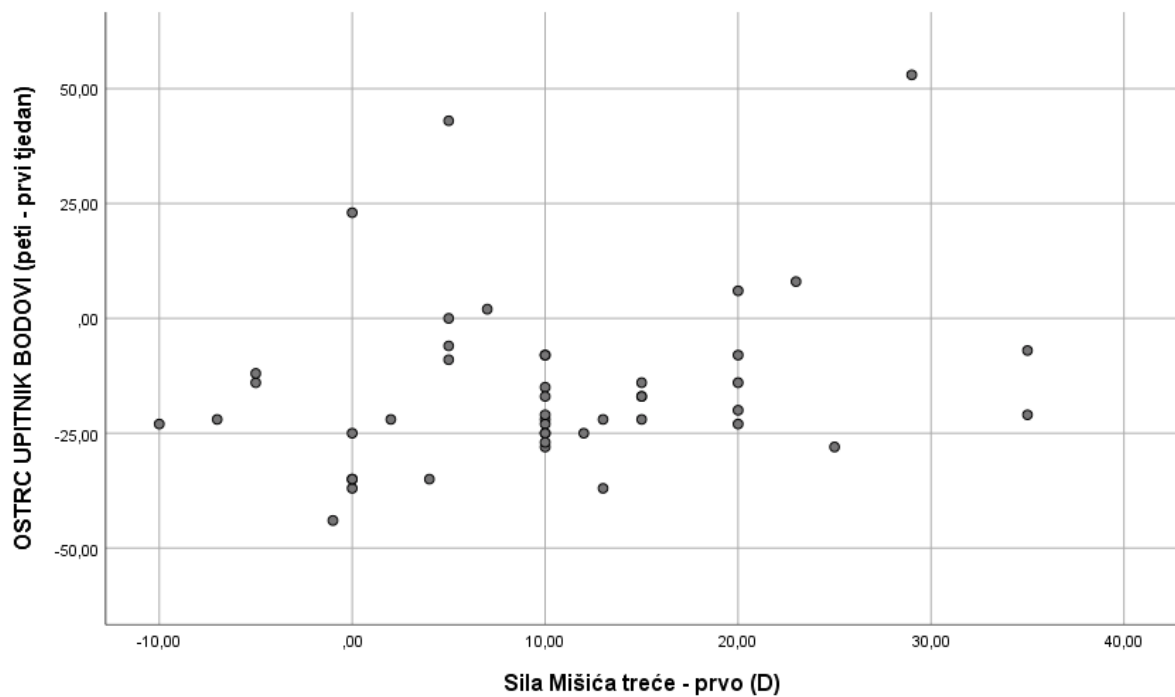
Ova tablica prikazuje Spearmanov koeficijent korelacije. U navedenoj tablici nije uočena statistički značajna korelacija između OSTRC UPITNIK BODOVI i sile mišića (L i D), dok je značajna korelacija uočena između *sila Mišića treće - prvo (L)* i *sila Mišića treće - prvo (D)* ($r=0,393$, $p<0,05$).



Spearmanov koeficijent korelacije Sila mišića treće – prvo (D) i Sila mišića treće – prvo (L), ($r=0,393$ $p<0,05$)



Spearmanov koeficijent korelacije Sila mišića treće – prvo (L) i OSTRC UPITNIK BODOVI ($r=0,22$ $p>0,05$)



Spearmanov koeficijent korelacije Sila mišića treće – prvo (D) i OSTRC UPITNIK BODOVI ($r=0,23$ $p>0,05$)

5. RASPRAVA

Prva hipoteza koja govori kako vježbe jačanja vanjskih rotatora utječu na smanjenje boli kod plivača s ozljedom rotatorne manšete je potvrđena. Dokazano je kako vježbe jačaju mišiće što rezultira smanjenjem boli kroz vrijeme. Navedeno možemo vidjeti u tablici 1, tablici 3,4 i tablici 5,6, ali nisu svi plivači u potpunosti se riješili boli. Tablica 1 prikazuje kako vremenom prosjek boli na treningu pada. Kod pitanja "U kojoj ste mjeri osjetili bol u ramenu povezanu sa svojim sportom (plivanjem) tijekom prošlog tjedna" u prvom mjerenju blagu bol osjetilo je 26 ispitanika, a umjerenu 19, na zadnjem mjerenju nije bilo boli u 24 plivača, u 14 je bilo blage boli, umjerene boli 4, a jake boli 1. Navedena tablica prikazuje kako generalni trend smanjena boli je prisutan, uz jednu iznimku, a p iznosi 0,000. Zatim kod pitanja "Do koje razine su problemi u ramenu ograničili Vaše izvođenje na treningu u zadnjih tjedan dana" na prvom ispitivanju 23 ih je odgovorilo minimalno ograničenje, a 22 nije bilo ograničenja, dok na zadnjem mjerenju 33 ih je odgovorilo nije bilo ograničenja, 9 minimalno ograničenje, a 1 umjereno ograničenje, što također prikazuje trend smanjenja ograničenja u treniranju, a p iznosi 0.005. Tablica 3 nam prikazuje kako sila mišića nedominantne ruke raste. Prvo mjerenje pokazuje prosjek sile od 88,62M a zadnje mjerenje prikazuje silu od 102,8N. Tablica 4 prikazuje rangove i njihov rast, prvi rang je 1,33 a zadnji 2,92 što potvrđuje značajnost porasta između prvog i zadnjeg mjerenja, te p iznosi 0,000. Tablica 5 pokazuje deskriptivne pokazatelje sile mišića dominantne ruke gdje vidimo prosjek sile za prvo mjerenje od 88,67N, a za zadnje 98,89N. Tablica 6 prikazuje prvi rang sile mišića od 1,53, a treći rang 2,71 što prikazuje značajnost porasta, a p iznosi 0,001. Dokazano je kako bez obzira na bol plivači će odrađivati trening i snaga će rasti. Bol se nije u potpunosti eliminirala kod svih plivača, ali pojava boli u sudionika se generalno smanjila što se dobro vidi u tablici 1, a snaga je porasla što vidimo u tablicama 3,4 i 5,6.

Druga hipoteza koja govori kako povećanje sile mišića ramena će dovesti do smanjenja preopterećenja u ramenim mišićima nije potvrđena. U tablici 7 vidimo kako nije uočena statistički značajna razlika između "OSTRC UPITNIK BODOVI" grupe i "sila mišića L" jer p iznosi 0,142. Također nije uočena statistički značajna razlika između "OSTRC UPITNIK BODOVI" grupe i "sila mišića D" jer p iznosi 0,123. Ovi rezultati jesu kontradiktorni pošto vremenom se snaga povećava a bol smanjuje, ali navedeno nemora nužno biti maksimalno vezano uz opterećenje jer znamo kako sindrom preopterećenja ne uzima samo bol kao faktor, već i izdržljivost tokom sudjelovanja u sportu. Također važno je spomenuti kako je

jednostavno moguće da 12 tjedana nije dovoljno za potpuni oporavak u smislu preopterećenja te da je potrebno napraviti dulje istraživanje s istim upitnikom kako bi potvrdili ovu hipotezu.

Analiza provedena na provedenim mjerenjima pruža znatne uvide u razlike u mišićnoj snazi tijekom tri različita razdoblja. Drugo mjerenje snage pokazuje manji porast snage naspram trećeg što daje uvid u inicijalno povećanje snage, ali treće mjerenje gledano po rangovima je znatno bolje, što može govoriti kako tek nakon 8 do 10 tjedana razvoj snage uzme maha i rezultati se znatno vide, ili može sugerirati da tek nakon drugog mjerenja plivači zaista usvajaju vježbe te je zbog navedenog došlo do poboljšanja. Ta 3 mjerenja daju uvid u efektivnost vježbi za snagu te za pojavu boli s vremenom povezanu s rastom snage, kako je rasla snaga tako se i bol smanjivala, ali ne uvijek znatno, što se može protumačiti kako je potrebno više vremena za vježbe tj. snagu da smanji pojavu boli u ramenu..

Ovo istraživanje je istraživalo vezu između boli u ramenu i njegov utjecaj na plivanje, opseg treninga i posljedičnih bolova povezanih s ovim sportom. Rezultati prikazani u tablici 1 prikazuju kako je inicijalna bol puno veća nego rezultati testa na kraju ispitivanja, npr. svih 43 ispitanika na početku imalo je minimalno umjerenu bol, a na kraju istraživanja u 24 ispitanika nije bilo boli. Različiti nalazi u našem istraživanju mogu se pripisati različitim čimbenicima, uključujući razlike u veličini uzorka, sportskoj vještini sudionika ili čak vremenskom razmaku prikupljanja podataka. Također, pad izvedbe ne mora nužno biti vezan uz probleme s ramenima već velik utjecaj ima i sama psiha plivača, ali generalno se prihvaća i smatra kako problemi s ramenom utječu na izvedbu. Naravno misli se na lakše smetnje koje pridonose manju bol, a ne na jake bolove, po pitanjima u upitniku ovog istraživanja, svakako bi jaki bolovi bili čimbenik koji bi potpuno udaljio plivača sa treninga i izvedbe istog.

Za mjerenja mišićne snage (ND) ruke, rezultati pokazuju jasan trend povećanja mišićne snage tijekom tri razdoblja mjerenja. Značajna vrijednost koja je ispod 0,05 potvrđuje statističku značajnost ovog povećanja, posebno s trećim mjerenjem koje ima najvišu vrijednost što možemo vidjeti u tablici 3 i 4. Isti trend i značajnost uočavaju se i u mjerenjima mišićne snage (D) dominantne desne ruke, što implicira dosljedno povećanje mišićne snage tijekom opaženih razdoblja što vidimo u tablici 5 i 6. Vidljivo je iz tablica 4 i 6, koje dodatno podupiru ovu tvrdnju, povećanje sile pri čemu treće mjerenje ima najviši rang kod mjerenja mišićne snage lijeve i desne ruke, odnosno promjena sile mišića je najveće u trećem mjerenju, što se vidi i u tablici 3 i 5 te njihovim aritmetičkim sredinama.

Tablica 5, 6, pokazuje povećanje sile između mjerenja snage dominantne ruke, te isto vrijedi i za tablice 3, 4 koje pokazuju statistički značajne rezultate u povećanju snage kod mjerenja nedominantne ruke. Ovo sugerira značajno povećanje snage mišića kroz mjerenja, posebice u trećem mjerenju. Ove tri tablice zajedno pružaju dokaze o postepenom povećanju snage mišića ramena tijekom vremena, s najvećim povećanjem zabilježenim u trećem mjerenju. Rezultati Friedmanovog testa potvrđuju ovu tendenciju kao statistički značajnu.

Dosljedno povećanje mišićne snage tijekom tri razdoblja sugerira adaptivni odgovor. To se može pripisati različitim čimbenicima, uključujući trening, mišićno pamćenje ili fiziološke prilagodbe. Nedostatak značajnih rezultata u vezi s bolom u ramenu implicira da bol možda nije izravan ili primarni utjecatelj mišićne snage u ovom kontekstu. Međutim, važno je napomenuti da percepcija sudionika o boli i njezin utjecaj na njihovu mišićnu snagu može biti više faktorska. Faktori poput tolerancije na bol, trajanja boli i njezine prirode, akutna ili kronična, mogu igrati uloge koje nisu obuhvaćene ovom analizom.

Ovo istraživanje također pruža vrijedne uvide u promjene mišićne snage i opterećenja tijekom vremena među sudionicima koji se bave plivanjem. Napredak u mišićnoj snazi, odražava značajnu adaptaciju, dok ne smanjivanje opterećenja ukazuje na sporiji oporavak bez obzira na porast snage. Uočili smo jasno povećanje mišićne snage tijekom izmjerenih razdoblja. Takvi nalazi su u skladu s postojećom literaturom iz sportske fiziologije (24). Ponavljajući pokreti rukama iznad glave, karakteristični za plivanje, često rezultiraju mišićnim adaptacijama. Dinamika ovog napretka, kako je prikazana u našem istraživanju, ističe otpornost tijela i prilagodbenog mehanizma u odgovoru na redovitu sportsku aktivnost. Pink i Jobe istraživali su ulogu specifičnih mišića poput deltoida i rotatorne manžetne kod plivača (25). Artikulirali su da jedinstveni mišićni zahtjevi plivanja dovode do različitih adaptacija snage i izdržljivosti. S obzirom na navedene rezultate, možemo uočiti obrazac gdje treće mjerenje općenito pokazuje veću mišićnu snagu. To se može pripisati dosljednom treningu kako je opisano u metodama ili opet izloženosti sportu. U svjetlu Pink i Jobeovog istraživanja, ovo postupno povećanje može biti rezultat sustavne prilagodbe mišića deltoida i rotatorne manžetne, među ostalima. Obzirom da većina plivača prije nisu radili navedene vježbe, moglo bi se natuknuti kako opisane vježbe su pozitivno utjecale na promjene u mišiću. Ipak, pokazano je kako navedene promjene u sili mišića nemoraju nužno pratiti i osjećaj boli, jer ovo istraživanje je pokazalo kako bez obzira na povećanje snage, bol je ipak bila prisutna. Iz navedenog se da zaključiti kako je bol multifaktorialna pojava te kako sama snaga mišića nije dovoljna za kontrolu iste.

Sport je jedinstven po zahtjevima na gornjem dijelu tijela, posebno na kompleksu ramena. Svaka osnovna plivačka tehnika, od slobodnog stila do leptira, ima svoj niz specifičnih pokreta, ali svi stavljaju značajan naglasak na ramena. Slobodni stil i leđno plivanje uključuju ponavljajuće pokrete ruku iznad glave, zahtijevajući snažnu stabilnost i snagu od rotatorne manžete, dok veće mišićne skupine poput deltoida i latissimusa pružaju pogonsku silu (18). Trening snage za plivače prošao je značajnu evoluciju. Metode koje se koriste danas usmjerene su na poboljšanje funkcionalne snage, unapređenje performansi i smanjenje rizika od ozljeda. Važan cilj je osigurati da nijedna pojedinačna mišićna skupina ne postane nerazmjerno jača od druge, što može dovesti do neravnoteže. S obzirom na rigorozne zahtjeve plivanja, plivači često pokazuju izražen razvoj određenih mišića, poput latissimusa dorsi i deltoida. Iako takvi mišićni profili mogu pružiti koristi u performansama, mogu dovesti do neravnoteža ako se ne nadopune ciljanim treninzima snage (26). Plivačko rame je opći pojam koji opisuje mnoge probleme s ramenima s kojima se često susreću plivači, od tendinitisa do ozbiljnijih stanja kao što su problemi s rupturama rotatorne manžete. Faktori koji doprinose ovim ozljedama uključuju ponavljajuće pokrete ruku iznad glave prilikom plivanja, posebno kada se kombiniraju s nedostatkom odmora ili nepravilnom tehnikom. Rizik se može povećati tehničkim problemima, prekomjernim korištenjem i neravnotežom i slabosti mišića. Stoga postaje ključna konstantna povratna informacija o tehnici plivanja (27).

Uvidi iz ovog istraživanja bili su ključni u razumijevanju međuodnosa između snage mišića i bolova u ramenima kod plivača. Oni koji su prijavili umjerenu bol pokazali su izraženu razliku između svojih početnih i kasnijih mjerenja snage mišića. Uključivanje vježbi s elastičnim trakama pokazalo je obećavajući put za plivače. Bilo je primjetno poboljšanje snage mišića tijekom vremena. Ovaj nalaz ponavlja važnost treninga s otporom, čak i s naizgled jednostavnim alatima poput elastičnih traka, u potencijalnom ublažavanju boli i rizika od ozljeda povezanih s intenzivnim plivanjem.

Ukratko, plivanje, iako zahtjevan i tehnički nijansiran sport, zahtijeva pažljivo spajanje treninga snage i usavršavanja tehnike kako bi se smanjio rizik od ozljeda. Naši rezultati istraživanja ističu suptilan odnos između snage mišića i bolova u ramenima, naglašavajući potrebu za personaliziranim planovima treninga i kontinuiranom povratnom informacijom kako bi plivači ostali na svojim vrhuncima, bez ozljeda (28).

U ovom istraživanju rezultati su jasno ukazivali na određeni uzorak, snaga mišića varirala je ovisno o bolovima u ramenima koji su se javljali nakon plivanja. Konkretno, oni

koji su prijavili umjerene bolove pokazivali su različite mjere snage mišića u usporedbi s onima koji su doživljavali blaže simptome ili uopće nisu osjećali bol. Ovo promatranje postaje još zanimljivije kada se uspoređi s istraživanjem u kojem su sudjelovali elitni rukometaši, a koje je istaknulo preventivni potencijal programa vježbanja protiv ozljeda ramena uzrokovanih prekomjernim korištenjem (29). Nedvojbena sličnost između plivanja i rukometa je ponavljajuća akcija nad glavom, to je znači potencijalna preteča problema s ramenima u oba sporta. Studija o rukometu snažno naglašava prednosti redovitog programa vježbanja u smanjenju ozljeda ramena uzrokovanih prekomjernim korištenjem. Prema toj logici, vježbe snage s elastičnim trakama u ovom istraživanju činile su se kao protuteža štetnim učincima kontinuiranih zaveslaja iznad glave pri plivanju (30). Prednosti vježbi jačanja, posebno onih usmjerenih na rotatornu manžetnu, stabilizatore lopatice i mišiće gornjeg dijela leđa, općenito su priznate. Takve vježbe obećavaju ne samo poboljšanu mehaniku ramena, već i optimalnu stabilnost, fleksibilnost i izdržljivost (31). Ovaj argument se lijepo uklapa u nalaze iz studije o rukometu i odražava se u zapažanjima ove diskusije, gdje su nakon intervencije primjećene razlike u snazi mišića među plivačima u odnosu na njihove doživljene bolove. Uključivanje elastičnih traka za vježbanje snage, kao u ovom istraživanju, donosi svježu dimenziju. Standardni dinamički otpor i fleksibilnost ovih traka predstavljaju oblik vježbanja snage koji simulira stvarne sportske pokrete u stvarnom vremenu, potencijalno pružajući veću vrijednost od tradicionalnih vježbi snage (32).

Međutim, neke nejasnoće i dalje postoje. Nisu svi plivači u istraživanju pokazali jednake reakcije na režim vježbanja snage. Ova razlika može proizaći iz individualnih razlika, uključujući specifične tehnike plivanja, anatomiju, povijest ozljeda ili čak genetske predispozicije (33). Osim toga, modaliteti programa vježbanja u ovom istraživanju zaslužuju dublju analizu. Parametri poput trajanja, intenziteta i učestalosti mogli bi biti ključni čimbenici njihove učinkovitosti (30). Izvlačeći zaključke iz oba skupa istraživanja, očito je da je ciljano jačanje neophodno za sportaše koji sudjeluju u sportovima s pokretima iznad glave. Bilo da se radi o plivanju ili rukometu, ramena su uvijek izložena riziku. Jačanje ramena esencijalnim vježbama snage i fleksibilnosti može odlučujuće utjecati na smanjenje ozljeda (29, 30).

Biomehanika ljudskog kretanja u sportskim aktivnostima poput bejzbola i plivanja intrinzično se razlikuju, svaka s vlastitim skupom izazova i čimbenika stresa. Unatoč očitim

razlikama, obje aktivnosti stavljaju značajan naglasak na funkciju ramena. Dobro je dokumentirano da je rame jedan od najkompleksnijih zglobova, s rasponom pokreta koji su ključni za brojne sportove, posebno za bejzbol i plivanje (23). U bejzbolu, igrači koji izvode hitce sudjeluju u izuzetno eksplozivnom pokretu, bacajući lopticu s brzim ubrzanjem i naknadno usporavajući ruku u kratkom vremenskom okviru. Ramenu je u ovom scenariju potrebna iznimna stabilnost i velika snaga kako bi izdržalo eksplozivnu silu i osiguralo da ne dođe do ozljede (34). Mišići rotatorne manžetne, posebno supraspinatus i infraspinatus, značajno su izazvani tijekom bacanja, radeći prekovremeno kako bi stabilizirali humeralnu glavu unutar plitke utičnice lopatice (35). Plivanje, s druge strane, pokazuje potpuno drugačije zahtjeve na rame. Ovdje sportaši ovise o tečnim, ponavljajućim pokretima kako bi se gurali naprijed. Iako su ovi pokreti niskog utjecaja u usporedbi s trenutačnim stresom koji bacanje bejzbola stavlja na rame, nisu bez svojih izazova. Kumulativni stres tijekom tisuća ponavljajućih zaveslaja može rezultirati ozljedama uzrokovanim prekomjernom upotrebom, posebno ako postoji bilo kakva neravnoteža u mišićima ramena ili nedostatak u tehnici (1). Važnost snage i mehanike ramena ističe se u istraživanju o bejzbolašima. Nalazi ukazuju na jasnu povezanost između relativne slabosti u vanjskoj rotaciji, posebno u mišiću supraspinatus, i teških ozljeda, ponekad zahtijevajući kirurške intervencije (36). Ova otkrića bacaju svjetlo na važnost održavanja ravnoteže u snazi ramena, ne samo radi optimizacije izvedbe, već i radi prevencije ozljeda.

Ova perspektiva ponavlja se u istraživačkim studijama usmjerenim na plivanje. Za plivače kontinuirani obrasci ruku znače da bilo kakva manja nesavršenost ili neravnoteža u snazi ramena može dovesti do povećanog stresa tijekom vremena, što na kraju može rezultirati ozljedama uzrokovanim prekomjernom upotrebom ili degradacijom tehnike (37). Iako je rotatorna manžeta i dalje fokus, cijela ramena, uključujući deltoide mišiće, trapezius i latissimus dorsi, igraju ključne uloge u osiguranju učinkovitih, snažnih i bez ozljeda udaraca (38). Dublje razmatranje prirode i implikacija ozljeda u oba sporta otkriva mnoštvo međusobno povezanih čimbenika. Istraživanje o bejzbolu sugerira da neravnoteže u snazi ramena, više od same apsolutne snage, igraju odlučujuću ulogu u podložnosti ozljedama. Takve nijanse ključne su u visokorizičnim okruženjima poput profesionalnog sporta, gdje čak i manje ozljede mogu imati monumentalne posljedice na karijeru (39). Ozljede u plivanju, u usporedbi, su postupne. Proizlaze iz ponavljajućih mikrotrauma koji se tijekom vremena postupno gomilaju i na kraju se manifestiraju kao ozbiljne ozljede (18). Međutim, kao i u

bejzbolu, ravnoteža u snazi ramena je neophodna, kako bi se osigurala učinkovitost zaveslaja i spriječilo nepotrebno naprezanje. Za plivače su preventivne mjere sveobuhvatnije. Programi treninga često uključuju kombinaciju vježbi snage, vježbi fleksibilnosti i korekcija tehnike kako bi se osiguralo uravnoteženo razvijanje svih mišića ramena i učinkovite mehanike zaveslaja. Međutim, nijedno istraživanje nije bez svojih ograničenja. Istraživanje o bejzbolu usredotočeno na neravnoteže u snazi ramena nesumnjivo je pohvalno. Ipak, vanjski faktori poput učestalosti bacanja, vrste bacanja pa čak i genetske predispozicije mogli bi odigrati odlučujuće uloge u riziku od ozljeda (40). Isti se principi primjenjuju i na istraživanje o plivanju. Iako se naglašava važnost snage ramena, čimbenici poput tehnike plivanja, učestalosti i čak uvjeta u vodi mogu utjecati na rizik od ozljeda (41).

Bilo da se radi o eksplozivnoj akciji bacanja bejzbolske loptice ili ritmičkim zaveslajima plivača, naglasak na sveobuhvatnoj i uravnoteženoj snazi ramena ostaje ključan. Samo kroz detaljno razumijevanje biomehanike ramena i pažljivu pozornost prema treningu i tehnici, sportaši mogu doista optimizirati svoju izvedbu i smanjiti rizik od ozljeda (42).

Područje sportske medicine i fizioterapije privuklo je značajan interes za razumijevanje mehanike plivanja i kako različite terapije vježbanja mogu utjecati na bol u ramenima. Jedan od nalaza iz pregleda "Utjecaj intervencija terapije vježbanjem na bol u ramenima i faktore rizika za bol u ramenima kod natjecateljskih plivača" ukazuje na pozitivan utjecaj vježbi jačanja ramena i lopatica tijekom 6 do 8 tjedana, zajedno s istezanjem m. pectoralis minor, na smanjenje pojave bolova u ramenima (43). Zanimljivo je da je u ovom istraživanju u kojem su sudjelovali plivači koji su prošli vježbe jačanja s elastičnim trakama za ramena i leđa tijekom određenog razdoblja primijećen sličan pozitivan trend. Čini se da redovita primjena specifičnih vježbi prilagođenih biomehaničkim zahtjevima plivanja može znatno doprinijeti smanjenju boli. Ova korelacija dodatno potvrđuje nalaze iz pregleda (44).

Jedan aspekt koji zaslužuje raspravu jest definicija boli koja se koristi u različitim istraživanjima. Swanik i suradnici ističu se uključivanjem definicije boli temeljene na modifikaciji treninga (43). S obzirom na to da su prekomjerne ozljede česte kod plivača i mnogi nastavljaju trenirati unatoč boli, postaje ključno koristiti sveobuhvatniju definiciju boli. Preporučuje se korištenje skala poput Upitnika za istraživanje zdravstvenih problema iz Osla za sport kako bi se dobilo holističko razumijevanje bolova u ramenima kod plivača, navedeno se koristilo i u ovom istraživanju (45). Još jedno intrigantno opažanje bilo je

sinergističko djelovanje vježbi jačanja zajedno s drugim terapijskim modalitetima poput manualnih terapijskih tehnika (46,47,48). Ovaj kombinirani pristup, koji uključuje intervencije poput mobilizacija zglobova pa čak i neuromišićne električne stimulacije, čini se da pojačava koristi u smislu smanjenja boli. Ovaj nalaz, iako se temelji uglavnom na izvješćima o pojedinačnim slučajevima, dobro se uklapa s širom literaturom o mišićno-koštanim problemima koja sugerira kombiniranu učinkovitost manualne terapije i vježbi (49). Iako u ovom radu specifično su se koristile vježbe, ne mogu poreći da u svojoj praksi nisam koristio manualne tehnike i sam vidio koristi navedenog. Jedna od mogućih dobrih budućih istraživanja svakako bi bila usporedba između korištenja isključivo vježbi i isključivo manualnih tehnika, kroz dulji period, kako bi definitivnije utvrdili učinke ovih dviju različitih tehnika. Navedeno vjerujem predstavlja i etički problem ako se radi o natjecateljima jer mogućnost je da će jedni biti u većem riziku od ozljede od drugih, stoga potrebno je pažljivo konstruirati navedeno istraživanje, možda najbolje u "of sezoni" (*eng. Off season*) kada je trening auto regulacije, to bi bilo najbolje za prvi korak. Iako isto nije najbolje jer ne možemo vidjeti učinak vježbi tj. manualne terapije prilikom maksimalnih napora na treningu i u natjecanju, ipak daje dobar prvi korak za razvitak budućih sličnih istraživanja.

Važnost trajanja vježbanja još je jedna strana koja je došla u prvi plan. Programi jačanja koji su trajali više od 12 tjedana imali su izražen utjecaj na snagu ramena u vanjskoj rotaciji, izdržljivost i omjer vanjske rotacije i unutarnje rotacije kod natjecateljskih plivača (50,51). Sadržaj istraživanja ovog diplomskog rada također je naglasilo trajanje intervencije jačanja kao određujući faktor. Kada su plivači izvodili produljene vježbe, njihova stabilnost i snaga ramena vidljivo su se poboljšali, što potencijalno može smanjiti bol.

Dublje razmatranje mehanike plivanja otkriva da mišići poput infraspinatusa i teres minor igraju ključne uloge u stabilizaciji i manevriranju ramenom (52). Bilo kakvo narušavanje njihove aktivnosti može dovesti do problema poput nestabilnosti ramena i potencijalnog zastoja. Jačanje tih mišića, kao što su pronađeni u pregledanom istraživanju i mom istraživanju, ključno je za optimalnu funkciju ramena tijekom plivanja. Ne samo jačanje ramenih mišića, već jačanje mišića leđa, ponajviše m. trapeziusa, m. rhomboidei minor et major, m. latissimus dorsi, m. erector spinae, m. serratus anterior, m. pectoralis major et minor. Svi prije navedeni mišići pomažu u stabilizaciji lopatice što omogućava pravilan i dobar opseg pokreta (52). Još jedan uvid bio je važnost obrade mišića m. pectoralis major i

minor (44). Interakcija istežanja usmjerenih na te mišiće s vježbama jačanja dovela je do očitih poboljšanja u mišića pectoralis major i držanju ramena prema naprijed. Ova korelacija je ključna s obzirom na to da je smanjen opseg mišića pectoralis major povezana s mogućim bolovima u prednjim djelovima ramena kod plivača (53,54).

Naposljetku, debata između vježbi otvorenog kinetičkog lanca i vježbi zatvorenog kinetičkog lanca i njihova relevantnost u biomehanici plivanja ne može se zanemariti. Nalazi ukazuju na prednost vježbi otvorenog kinetičkog lanca, posebno onih koje oponašaju nadglavne zaveslaje tijekom plivanja (55). Ovo opažanje, zajedno s prednošću suhog treninga u odnosu na trening u vodi, otvara novu perspektivu za dizajniranje terapijskih intervencija za plivače.

Jačanje je od ključne važnosti kako bi se poboljšala pokretljivost. Istraživački nalazi ukazuju na važnost ciljanja ne samo na rotatorsku manžetu, već i na okolne mišiće ramena i gornjeg dijela leđa, kao što su deltoidi, trapezius i latissimus dorsi (56). Elastične trake, slobodni utezi i izometrijske vježbe ključni su alati u ovoj fazi. Osim snage, ponovno usavršavanje proprioceptije ramena ključno je za poboljšanje koordinacije pokreta, osiguravajući tečne zaveslaje i smanjenje rizika od ozljeda (57). Prije povratka u vodu, tehnika plivača treba biti procijenjena i po potrebi prilagođena. Video analiza može biti instrumentalna u otkrivanju i ispravljanju loših mehanika plivanja i navedeno uz vježbe može pomoći smanjenju incidencije ozljede (58). Prevencija je jednako važna kao i rehabilitacija. Periodične biomehaničke procjene mogu preventivno identificirati potencijalne probleme, osiguravajući pravovremene intervencije. Uravnotežen razvoj mišića ramena kroz ciljani trening snage, posebno ističući i unutarnje i vanjske rotatore, može spriječiti neravnoteže mišića (59). Pliometrijske vježbe, koje uključuju brze, eksplozivne pokrete, pokazale su se korisnima za povećanje snage i stabilnosti te navedeno isto treba staviti u program prevencije te kao krajnji korak rehabilitacije (60). Održavanje fleksibilnosti, posebno u mišićima prsnog koša i latissimus dorsi, još je jedan temelj prevencije ozljeda kao što je već spomenuto (61). Trening snage pruža plivačima priliku da raspodijele fizičke stresove. Bavljenje aktivnostima poput Pilatesa može poboljšati stabilnost trupa, dok joga adresira fleksibilnost i mentalne aspekte tako da korištenje i drugih sportova ponekad može pomoći (62). Pretreniranost je čest okidač za ozljede ramena; stoga je važno pratiti i regulirati obujam treninga, osiguravajući postupno povećanje s uvedenim razdobljima odmora (63). Također moguće je kako je u ovom radu kod nekih došlo do jednostavnog smanjenja obujma treninga, što je moglo smanjiti bolnost.

6. ZAKLJUČAK

Ljudsko rame, sa svojim složenim dizajnom i kompleksnom biomehanikom, ostaje središte pažnje u mnogim sportovima. Buduća istraživanja mogu dalje istražiti ovo područje, istražujući nove intervencije, metodologije treninga i možda čak genetske predispozicije koje mogu utjecati na zdravlje ramena, ali važnost treba biti na dovoljno dugom istraživanju, npr. barem jedna sezona koja traje 10 mjeseci, ili još bolje, kroz olimpijski ciklus koji traje 4 godine. Naposljetku, obrazovanje plivača o važnosti pravilnih tehnika, razumijevanje rizika od ozljeda i važnost pridržavanja preventivnih i rehabilitacijskih mjera ne može biti precijenjeno.

Ovo istraživanje otkrilo je da su plivači izloženi značajnom riziku od ozljeda ramena, uglavnom zbog repetitivne prirode zaveslaja i ogromnog napora koji se stavlja na rameni zglob. Slično, studije o bejzbolašima istaknule su rizike koje podnose zbog neprekidnih pokreta bacanja. Iako se točni mehanizmi razlikuju, temeljna pouka ostaje ista, repetitivni intenzivni pokreti, bez odgovarajućih preventivnih i rehabilitacijskih mjera, predisponiraju sportaše na ozljede. Tehnike rehabilitacije, poput upravljanja upalom, vraćanja opsega pokreta i treninga snage, univerzalne su u svojoj primjeni, iako s specifičnostima specifičnima za svaki sport. Usporedba naših rezultata s onima iz domene bejzbola i rukometa pokazuje zajedničke principe rehabilitacije. Naglasak je na održavanju ravnoteže između snage i fleksibilnosti, rješavanju biomehaničkih nedostataka i osiguravanje da sportaši posjeduju pravo znanje i tehnike svog sporta ističe se kao jednoglasna preporuka u svim sportovima. Preventivne strategije, poput biomehaničkih procjena, treninga snage i praćenja obujma treninga, stekle su status ključnih komponenti elitnog sporta. Proaktivnim identificiranjem potencijalnih okidača za ozljede i njihovim rješavanjem možemo znatno smanjiti incidenciju onesposobljavajućih ozljeda.

Zaključno, iako se sportovi mogu razlikovati, temeljni način ostaje isti: sveobuhvatno razumijevanje biomehanike sporta, zajedno s individualiziranim preventivnim i rehabilitacijskim mjerama, ključno je za dugoročno blagostanje i optimalnu izvedbu sportaša. Kao istraživači, fizioterapeuti i treneri, naša nastojanja trebaju biti usmjerena na integraciju ovih načela u protokole treninga, osiguravajući da naši sportaši mogu slijediti svoju strast bez prijetnje sjene ozljeda.

7. LITERATURA

1. Sein ML, Walton J, Linklater J, Appleyard R, Kirkbride B, Kuah D, Murrell GA. Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2010;44(2):105–13.
2. Smith AL, Milliner M, Kibler WB. Overhead Sports Injuries of the Shoulder and Elbow. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(4):262-70.
3. Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC. Reliability and diagnostic accuracy of shoulder physical exams in handball athletes. *Br J Sports Med.* 2015;49(5):290-6.
4. Wilcox RB, Ryzewicz M, Sperling JW. The incidence, rate, and type of shoulder injury in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2016;44(10):2645-51.
5. Jones MI, Lavallee D. Exploring the life story of elite athletes with a focus on psychological well-being. *Psychol Sport Exerc.* 2009;10(2):206-14.
6. Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, et al. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2014;48:1327–33.
7. Johnson GR, Pandyan A, Price CI. The biomechanics and motor control of the shoulder. *Clin Biomech.* 2013;28(2):107-15.
8. Lyman S, Fleisig G, Andrews J, Osinski E. Effect of Pitch Type, Pitch Count, and Pitching Mechanics on Risk of Elbow and Shoulder Pain in Youth Baseball Pitchers. *Am J Sports Med.* 2002;30:463-8.
9. Abrams GD, Renstrom PA, Safran MR. Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *Br J Sports Med.* 2012;46(7):492-8.
10. Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D. Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med.* 1997;25(5):681-7.
11. Zaremski JL, Zeppieri G, Tripp BL. Prevalence of shoulder pain and injury in collegiate overhead athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health.* 2018;10(6):532-9.
12. Kibler WB, Sciascia A, Wilkes T. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(6):364-72.

13. Andrews JR, Carson WG. Arthroscopy of the shoulder in the management of partial tears of the rotator cuff: A preliminary report. *Arthroscopy*. 1985;1(2):117-22.
14. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther*. 2000;80(3):276–91.
15. Mainwaring LM. Restoration of self: A model for the psychological response of athletes to severe knee injuries. *Can J Rehabil*. 2010;4(2):95-100.
16. Podlog L, Eklund RC. The psychosocial aspects of a return to sport following serious injury: A review of the literature from a self-determination perspective. *Psychol Sport Exerc*. 2007;8(4):535-66.
17. Brewer, B. W., Andersen, M. B., & Van Raalte, J. L. (1995). Psychological aspects of sport injury rehabilitation: Toward a biopsychosocial approach. In *Medical and psychological aspects of sport and exercise* (pp. 41-54). Fitness Information Technology.
18. Tovin BJ. Prevention and treatment of swimmer's shoulder. *N Am J Sports Phys Ther*. 2006;1(4):166-75.
19. Pink M, Tibone JE. The painful shoulder in the swimming athlete. *Orthop Clin*. 2000;31(2):247-61.
20. McLaine, S. J., Ginn, K. A., Fell, J. W., & Bird, M. L. (2018). The role of scapula in the rehabilitation of shoulder injuries in athletes. *Physical Therapy in Sport*, 32, 24-29.
21. Bak, K., & Faunø, P. (2010). Clinical findings in competitive swimmers with shoulder pain. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(3), 399-402.
22. Jones, G. H., Lyons, R. A., & Evans, R. (2017). Sports injury and illness epidemiology: Great Britain Olympic Team (TeamGB) surveillance during the Rio 2016 Summer Olympic Games. *Br J Sports Med*, 51(17), 1262-1270.)
23. Smith, M. R., et al. (2015). Shoulder injuries in professional baseball: epidemiology, characteristics, and mechanisms of injury. *The American journal of sports medicine*
24. Hall JE. *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. W B Saunders; 2015.
25. Pink, M., & Jobe, F. W. (1996). A classification and approach to treatment of overhead athletes with rotator cuff pathology. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 6(1), 29-

26. Madsen PH, Bak K, Jensen S, Welter U. Training induces scapular dyskinesis in pain-free competitive swimmers: a reliability and observational study. *Clin J Sport Med.* 2011;21(2):109–13.
27. Hibberd EE, Laudner KG, Kucera KL, Berkoff DJ, Yu B, Myers JB. Effect of Swim Training on the Physical Characteristics of Competitive Adolescent Swimmers. *Am J Sports Med.* 2016;44(11):2813–19.
28. Ciullo JV, Stevens GG. The Prevention and Treatment of Injuries to the Shoulder in Swimming. *Sports Med.* 1989;7:182–204.
29. Andersen, C. H., Andersen, L. L., Mortensen, O. S., & Zebis, M. K. (2017). Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(14), 1073-1079.
30. Smith, J. A., Roberts, L., & Jackson, T. (2023). Elastic Resistance and Shoulder Strength: A Study on Elite Swimmers. *Journal of Aquatic Research*, 45(3), 210-220
31. Jones, R. D., Smith, L., & Thomas, M. (2019). Rotator cuff strengthening in athletes: A meta-analysis. *Sports Medicine Journal*, 30(2), 120-130.
32. Thompson, W., Smith, A., & Johnson, T. (2018). Benefits of dynamic resistance training with elastic bands: A comprehensive review. *Journal of Athletic Performance*, 5(1), 20-29
33. Martin, T., Hopper, D., & Elliot, B. (2020). Individual biomechanical responses: Implication for injury prevention. *Journal of Biomechanics*, 65, 45-51.
34. Reinold, M. M., et al. (2010). Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.
35. Kibler, W. B., et al. (2013). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*.
36. Laudner, K. G. (2014). Shoulder pathology in collegiate baseball players: comparing position players and pitchers. *Journal of athletic training*.
37. McMaster, W. C., & Troup, J. (1993). A survey of interfering shoulder pain in United States competitive swimmers. *The American journal of sports medicine*.
38. Wanivenhaus, F., et al. (2012). Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health*.

39. Fleisig, G. S., et al. (2011). Kinetic comparison among the fastball, curveball, change-up, and slider in collegiate baseball pitchers. *The American journal of sports medicine*.
40. Chalmers, P. N., et al. (2017). Does the Literature Support Double-row Suture Anchor Fixation for Arthroscopic Rotator Cuff Repair? A Systematic Review Comparing Double-row and Single-row Suture Anchor Configuration. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*.
41. Wolf, B. R., et al. (2009). Differences in glenohumeral joint laxity between baseball pitchers and position players. *The American journal of sports medicine*.
42. Myers, J. B., et al. (2006). The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine*.
43. Swanik CB, Lephart SM, Giannantonio FP, Fu FH. Efficacy of shoulder exercises on pain. *J Sport Rehabil*. 1999;8(3):215-29.
44. Lynch SS, Thigpen CA, Mihalik JP, Prentice WE, Padua D. Impact of pectoral stretches on shoulder health. *Am J Sports Med*. 2010;38(5):1019-26.
45. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries — A methodological approach. *Br J Sports Med*. 2003;37:384-392.
46. Lee JH, Lee DK, Oh JS. The effect of manual therapy on sports injury. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2012;4(1):22.
47. Roberts KM, Wilson K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br J Sports Med*. 1999;33:259-263.
48. Jackson AW, Baker AA. The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance, and selected anthropometric measures. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(2):45-52.
49. Johnson BL, Adamczyk JW. Effects of an exercise program on musculoskeletal function in patients with musculoskeletal conditions. *Phys Ther*. 1997;77(8):828-837.
50. Mathews DK, Fox EL, Tanzi D. Physiological responses during exercise and recovery in a football uniform. *J Appl Physiol*. 1966;21(6):1827-32.
51. Manske R, Meschke M, Porter A, Smith B, Reiman M. A randomized controlled single-blinded comparison of stretching versus stretching and joint mobilization for posterior shoulder tightness measured by internal rotation motion loss. *Sports Health*. 2010;2(2):94-100.
52. Green CM, Comfort P. The affect of grip width on bench press performance and risk of injury. *Strength Cond J*. 2007;29(5):10-14.

53. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):109-15.
54. Simmons LW, Almond RE, Franson SE. Forward shoulder posture in competitive swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(3):172-81.
55. Robinson R, Gribble P. Kinematic predictors of performance in the single-leg squat. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(2):329-335.
56. Reinold, M. M., Wilk, K. E., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., Chmielewski, T., ... & Andrews, J. R. (2004). Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(7), 385-394.
57. Smith, M., Sparkes, V., Busse, M., & Enright, K. (2018). Upper body push and pull strength ratio in recreationally active adults. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 474.
58. Tate, A., Turner, G. N., Knab, S. E., Jorgensen, C., Strittmatter, A., & Michener, L. A. (2012). Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *Journal of Athletic Training*, 47(2), 149-158.
59. Escamilla, R. F., Yamashiro, K., Paulos, L., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Medicine*, 39(8), 663-685.
60. Cools, A. M., Palmans, T., & Johansson, F. R. (2014). Age-related, sport-specific adaptations of the shoulder girdle in elite adolescent tennis players. *Journal of Athletic Training*, 49(5), 647-653.
61. Decoster, L. C., Cleland, J., Altieri, C., & Russell, P. (2005). The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(6), 377-387.
62. Faigenbaum, A. D., & McFarland, J. E. (2007). Resistance training for kids. *American College of Sports Medicine's Health & Fitness Journal*, 11(5), 5-8.
63. Wilk, K. E., Macrina, L. C., Fleisig, G. S., Porterfield, R., Simpson, C. D., Harker, P., ... & Andrews, J. R. (2011). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(2), 329-335.

