

# SRAŽNJI I PREDNJI ČUČANJ U KONDICIJSKOJ PRIPREMI VESLAČA

---

**Užarević, Branko**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2023**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:866197>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**Branko Užarević**  
**STRAŽNJI I PREDNJI ČUČANJ U**  
**KONDICIJSKOJ PRIPREMI VESLAČA**  
specijalistički diplomski rad

Zagreb, studeni, 2023.

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Sveučilište u Zagrebu**

**Kineziološki fakultet**

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

**Naziv studija: Izobrazba trenera; smjer: Kondicijska priprema sportaša**

**Vrsta studija:** stručni

**Razina kvalifikacije:** diplomski studij

**Studij za stjecanje akademskog naziva:** magistar trenerske struke kondicijske pripreme sportaša (mag.cin.)

**Znanstveno područje:** Društvene znanosti

**Znanstveno polje:** Kineziologija

**Vrsta rada:** Stručni rad

**Naziv završnog rada:** je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomске radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2023./2024. dana 28. travnja 2023.

**Mentor:** dr. sc. Marin Dadić

**Pomoć pri izradi:** Aleksandar Petković, stručni specijalist trenerske struke KPS

**STRAŽNJI I PREDNJI ČUČANJ U KONDICIJSKOJ PRIPREMI VESLAČA**

Branko Užarević, 2402005162

**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

- |                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. dr. sc. Marin Dadić               | Predsjednik – mentor |
| 2. izv. prof. dr. sc. Luka Milanović | Član                 |
| 3. doc. dr. sc. Ivan Krakan          | Član                 |

**Broj etičkog odobrenja:**

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta,**

Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

## BASIC DOCUMENTATION CARD

FINAL PAPER

University of Zagreb

Faculty of Kinesiology

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

**Title of study program:** Sports Coach Education; course: Physical conditioning of athletes

**Type of program:** Professional

**Level of qualification:** Graduate

**Acquired title:** Master of the Coaching Profession in Physical conditioning of athletes

**Scientific area:** Social sciences

**Scientific field:** Kinesiology

**Type of thesis:** Professional work

**Master thesis:** has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2023/2024 on April 28, 2023.

**Mentor:** Marin Dadić, PhD

**Technical support:** Aleksandar Petković, Professional Specialist of the Coaching Profession Physical Conditioning of Athletes

### BACK AND FRONT SQUAT IN CONDITIONING PREPARATION OF ROWERS

Branko Užarević, 2402005162

#### Thesis defence committee:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Marin Dadić, PhD                     | chairperson – supervisor |
| 2. Luka Milanović, PhD, associate prof. | assistant prof. member   |
| 3. Ivan Krakan, PhD, assistant prof.    | assistant prof. member   |

#### Ethics approval number:

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited** in Library of the Faculty of Kinesiology,

Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija završnog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

---

dr. sc. Marin Dadić

Student:

---

Branko Užarević

## STRAŽNJI I PREDNJI ČUČANJ U KONDICIJSKOJ PRIPREMI VESLAČA

### Sažetak

Cilj istraživanja u ovom diplomskom radu bila je analiza vježbi „stražnji čučanj“ i „prednji čučanj“ u svrhu kreiranja najoptimalnijeg operatora za razvoj jakosti i snage u kondicijskoj pripremi veslača. Analizom specifičnosti veslačkog pokreta i veslanja kao sporta, predstavljene su prednosti pojedinog čučnja i njihov utjecaj na razvoj jakosti i snage u kondicijskoj pripremi veslača. Usporedba je prikazana kroz trenajne efekte koji se postižu stražnjim, odnosno prednjim čučnjem. Istraživanjem je obuhvaćen osvrt na sigurnost vježbi, aktivaciju mišićnih skupina za svaku varijantu, zahtjevnost metodike poučavanja te potencijalne opasnosti tijekom izvođenja.

Provedenom analizom može se zaključiti da u pogledu smanjenja rizika od ozljede koje su karakteristične i za samo veslanje, prednji čučanj zbog položaja utega zahtjeva značajno manji nagib prema naprijed u zglobu kuka, a s time i manja naprezanja u lumbalnom dijelu kralježnice uz maksimalnu amplitudu pokreta, odnosno u varijanti duboki čučanj. Nadalje, unatoč manjim opterećenjima koja se mogu podići u varijanti prednjeg čučnja, aktivacija ekstenzora je veća nego kod vježbe stražnji čučanj, a pri tome su kompresijske sile u patelo-femuralnom zglobu manje.

Sa vježbom čučanj želimo razviti mišiće koji daju najveći dio ukupne sile zaveslaja, a to je m. quadriceps femoris, a da pritom što manje riskiramo ozljedu drugih dijelova biomehaničkog lanca koji sudjeluju u pokretu što nam upravo omogućuje varijanta prednjeg čučnja.

**Ključne riječi:** stražnji čučanj, prednji čučanj, veslački pokret, jakost, snaga

## **BACK AND FRONT SQUAT IN CONDITIONING PREPARATION OF ROWERS**

### **Abstract**

The aim of the research was to analyse the exercises "back squat" and "front squat" in order to create the most optimal operator for the development of strength and power in the fitness training of rowers. By analysing the specifics of the rowing movement and rowing as a sport, the advantages of individual squats and their influence on the development of strength and power in the fitness preparation of rowers were presented. The comparison is shown through the training effects achieved by back and front squats. The research includes a review of the safety of the exercises, the activation of muscle groups for each variant, the demandingness of the teaching methodology and potential dangers during execution.

Based on this analysis, it can be concluded that in terms of reducing the risk of injury, which is also characteristic of rowing itself, the front squat, due to the position of the weights, requires a significantly smaller tilt forward in the hip joint, and thus less stress in the lumbar spine with maximum amplitude of movement, i.e. in the deep squat variant. Furthermore, despite the smaller loads that can be lifted in the front squat variant, the activation of the knee extensors is greater than in the back squat exercise, and the compression forces in the patellofemoral joint are smaller.

With the squat exercise, we want to develop the muscles that provide the largest part of the total force of the stroke, namely the quadriceps femoris muscle, while minimizing the risk of injury to other parts of the biomechanical chain that participate in the movement, which is exactly what the front squat variant allows us.

**Key words:** back squat, front squat, rowing movement, strength, power

## SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
1.1. Veslanje .....	1
1.2. Strukturna složenost.....	1
1.3. Stilovi veslanja.....	2
1.4. Mrtvo dizanje.....	4
2. Cilj rada.....	5
3. Stražnji i prednji čučanj u kondicijskoj pripremi veslača .....	8
3.1. Kineziološka analiza vježbi s utezima .....	8
3.2. Antropološka analiza vježbi s utezima .....	9
3.3. Adaptacija na trening s utezima.....	10
3.4. Metodika treninga s utezima.....	11
3.5. Općenito o čučnju .....	11
3.6. Priprema za velika opterećenja kroz mlađe dobne kategorije .....	12
3.7. Analiza vježbe „stražnji čučanj“ .....	13
3.8. Analiza vježbe „prednji čučanj“ .....	14
3.9. Kineziološka analiza stražnjeg i prednjeg čučnja .....	17
3.10. Jakost i snaga u funkciji zaveslaja .....	23
3.11. Usporedba u trenažnim efektima stražnjeg i prednjeg čučnja .....	29
4. Zaključak.....	33
5. Literatura .....	35



## 1. UVOD

### 1.1. Veslanje

Veslanje spada u grupu sportova na vodi kod kojih se čamac pokreće po principu poluge, pri čemu je čamac sa svojim nosačima oslonac, dok je veslo sama poluga preko koje se sila koju svojim radom proizvodi veslač prenosi na kraj vesla (lopata).

Kroz ovako postavljenu hipotezu moglo bi se zaključiti da je veslanje jednostavan sport, no to naravno nije niti blizu istini pa ću stoga kroz ovaj uvod proći nekoliko važnih činjenica kako bih što bolje mogao predočiti i samu temu rada koja je dio jednog od tri elementa važnih za svaki sport, a to je kondicijska priprema sportaša.

Dakle, vrhunsko natjecateljsko veslanje sastoji se od tri bitna elementa podjednake važnosti:

- a) talent – prirodna nadarenost za kretanje i snalaženje u lakom sportskom čamcu na vodi
- b) tehnika – umijeće rukovanja veslom i čamcem radi postizanja što brže vožnje
- c) kondicijska pripremljenost – visoko razvijene živčano-mišićne sposobnosti i izdržljivost za visoke napore, odnosno otpornost prema umoru (Žeželj, 1978).

Iako, gledajući kroz našu povijest, uvijek imamo nekoliko vrhunskih veslača koji redovito osvajaju najviša odličja na međunarodnim natjecanjima, nikada za to nije uzrok rano otkrivanje talenata u mlađim kategorijama jer je veslanje kod nas ipak sport koji nema toliku širinu pa su klubovi najčešće prisiljeni provoditi kolekciju, a ne selekciju. Više se tu radi o određenim konativnim osobinama te prirođenim sposobnostima djeteta koje onda kroz treninge i dugoročnu sportsku pripremu u određenom trenutku donesu rezultate.

Tehnika kao drugi važan element je redovito na visokom nivou, ali je za onu idealnu, kao i u svakom sportu, potrebno vrijeme i ustrajnost.

Kondicijska pripremljenost osigurava postizanje maksimalnih živčano-mišićnih, organskih i psihičkih sposobnosti, odnosno otpornosti organizma da izdrži najviše natjecateljske napore na stazi (Žeželj, 1978).

### 1.2. Strukturna složenost

Prema kriteriju strukturne složenosti, odnosno prema složenosti strukture gibanja i strukture situacija (Milanović, 1997), veslanje pripada monostrukturnim cikličkim sportskim aktivnostima, gdje je zaveslaj jednostavna struktura kretanja zatvorenog tipa koja se sukcesivno ponavlja. Obzirom da je standardna olimpijska duljina staze 2000 metara, zaveslaj se ciklički ponavlja, ovisno o disciplini, između 6 i 8 minuta pa je izdržljivost motorička sposobnost koja je dominantna.

No, kako je u uvodnom dijelu opisano, propulzivni dio zaveslaja funkcioniра po sistemu poluge za što nam je potrebna i druga motorička sposobnost, a to je snaga. Osim različitih metoda treninga na vodi za razvoj snage kao što su npr. intervali u kojima samo dio posade vesla, važan dio razvoja ove sposobnosti je i trening na kopnu, odnosno u teretani.

Tijekom treninga snage na kopnu mogu se, zahvaljujući uvjetima vježbanja sa ciljanim opterećenjem koje može varirati, postići veće napetosti unutar mišića, a time i veća izlazna snaga u usporedbi s kompleksnim veslačkim pokretima u uvjetima slobodne vode (Köerner i Schwanitz, 1987).

Treća kvantitativna motorička sposobnost koja je također prisutna u veslanju je brzina i upravo je ona jako zanimljiva u kontekstu određenih segmenata kondicijske pripreme. Primarno se brzina kroz dugoročnu sportsku karijeru razvija kroz tehniku, no kako se brzina u mnogim sportskim disciplinama pojavljuje kao kompleksna sposobnost, koja ima više međusobno povezanih faktora (Čoh, 2003), tako se i u veslanju pojavljuju slijedeće dimenzije brzine (Milanović, 2003):

- brzina pojedinačnog pokreta /tehnika, snaga/ - osnovni pokret
- maksimalna frekvencija pokreta /tehnika, snaga, izdržljivost/
- maksimalna brzina /visoka razina tehnike/ - frekvencija i dužina pokreta
- brzinska izdržljivost /tehnika, snaga, izdržljivost/ - CNS, odupiranje umoru

Čak i kroz ovako kratki osvrt na ulogu kvantitativnih motoričkih sposobnosti u veslanju, vidljivo je da su one jako međusobno ovisne te time daju velike zahtjeve u samoj kondicijskoj pripremi veslača, kao podloge za najviša dostignuća u samom sportu i natjecanju.

### 1.3. Stilovi veslanja

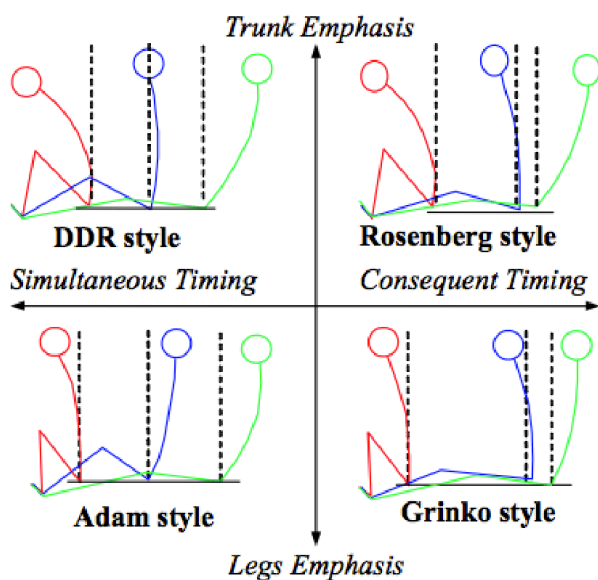
Kroz povijest veslačkog sporta razvijali su se različiti stilovi koji su na različite načine određivali biomehaniku pokreta, o čemu je ovisila i sama selekcija sportaša kao i razvoj kondicijskih faktora koji su dominantni u pojedinom stilu. U nastavku su prikazana četiri najčešće korištena stila (slika 1) sa kratkim opisom njihovih karakterističnih dijelova i razlika (Klavora, 1977 prema Kleshnev, 2006):

Adam – veliko zatvaranje u nogama sa manjim pretklonom u trupu; istovremena aktivacija nogu i trupa tijekom zaveslaja uz veliku dominaciju rada nogu sa malom amplitudom trupa na kraju zaveslaja.

DDR – velika amplituda trupa prema naprijed sa manjim zatvaranjem nogu; zaveslaj započinje otvaranjem trupa nakon čega slijedi istovremeno djelovanje nogu u nastavku pokreta.

Rosenberg – velika amplituda trupa prema naprijed sa manjim zatvaranjem nogu; zaveslaj započinje dominacijom nogu bez značajne aktivacije trupa, na kraju zaveslaja trup preuzima pokret uz dubok položaj unazad.

Grinko – veliko zatvaranje u nogama sa manjim pretklonom u trupu; potpuno razdvojeno opuštanje nogu i trupa tijekom zaveslaja uz veliku dominaciju rada nogu sa malom amplitudom trupa na kraju zaveslaja.



**Slika 1.** Stilovi veslanja. „*Rowing styles - Courtesy of Valery Kleshnev*“, V. Kleshnev, 2006, Rowing Biomechanics Newsletter (Vol 6, broj 60) (<https://www.scribd.com/doc/100446399/Rowing-Styles-courtesy-of-Valery-Kleshnev>).

Opisani stilovi međusobno se razlikuju prema vremenu aktivacije dvaju najvećih segmenata tijela (noge, trup), odnosno prema dominaciji tijekom samog zaveslaja jednog od tih dvaju segmenata. To su i ključni momenti koji utječu na odabir vježbi za slaganje trenažnih programa u kondicijskim programima za razvoj jakosti i snage.

Kako je uvijek poželjno odabrati vježbu prema pokretu koji je najbliži onome u konkretnom sportu odnosno onu koja slijedi prirodni obrazac kretanja koji aktivira sve što nam je potrebno, prva vježba koja se sama nameće je mrtvo dizanje (engl. dead lift). No radeći kondicijske treninge sa veslačima, primijetio sam da kroz ovu vježbu ne dobivam željeni stimulans na noge kao najjači dio tijela. Kako bih provjerio ovakvu tezu, odlučio sam se u jednom periodu uvesti vježbu koja je, iako kompletna vježba za razvoj jakosti i snage cijelog tijela, dominantna upravo za noge, a to je čučanj. No, prije samog čučnja ipak i mali osvrt i na mrtvo dizanje.

#### 1.4. Mrtvo dizanje

Mrtvo dizanje (slika 2.) je vježba sa teretom za cijelo tijelo u kojoj vježbač, opružanjem trupa i nogu (uspravljanjem iz čučućeg položaja do normalnog uspravnog stojećeg položaja), podiže (povlači) teret rukama s podloge (Harasin, 2004).

Prema opisanim stilovima veslanja u prethodnom poglavlju, u kondicijskoj pripremi veslača mogu se koristiti sve tri varijante mrtvog dizanja obzirom na redoslijed opružanja zglobova uključenih u pokret (klasično, bugarsko, rumunjsko), a pojedina varijanta dominira ovisno o samom stilu zaveslaja odnosno o trenažnim zahtjevima koji se definiraju individualno za svakog sportaša. No ono što je osobito važno prilikom treninga u kojem se koristi mrtvo dizanje je da sportaš uvijek ima pravilan položaj tijela koji je u čamcu često teže ostvariti na način kako se to zahtjeva u treningu s opterećenjem.



**Slika 2a. MRTVO DIZANJE**

/početni položaj/



**Slika 2b. MRTVO DIZANJE**

/završni položaj/

Dok se kod zaveslaja osnovni otpor koji sportaš savladava dešava prijenosom sile otpora vode preko vesla uz niz drugih faktora kao što su opterećenje ovisno o načinu veslanja (rimen, skul), vrsta vode (more, jezero, rijeka), tehnika, vanjski vremenski uvjeti i sl., kod treninga s opterećenjem sve je jako definirano s ciljem postizanja trenažnog efekta. Kada se radi o vrsti tereta koji je najbolje koristiti, poželjno je da prvi izbor bude slobodni teret i to dvoručni uteg jer su i u zaveslaju uvijek obje ruke istovremeno aktivirane, a ujedno je aktiviran i cijeli kinetički lanac pa je ovakva vježba najbliža zahtjevu sporta. No vanjsko opterećenje utega, koje može biti i znatno veće od onoga u zaveslaju na vodi, mora biti pravilno dozirano zbog anatomskog djelovanja same vježbe.

Naime, kao rezultat djelovanja sile težine tereta, sile težine sportaševa tijela, mišićne sile i sile reakcije oslonca javljaju se reaktivne sile koje se, budući se radi o zatvorenom kinetičkom lancu, prenose na zglobove. Vrlo opasne reaktivne sile javljaju se u lumbalnom dijelu kralježnice pa je stoga vrlo važno da su zglobna tijela kralježaka uvijek postavljena u međusobno optimalan položaj, odnosno da je kralježnica tijekom izvođenja vježbe uvijena (Harasin, 2004).

Dakle, kao i u svakom treningu s opterećenjem, tako je i kod mrtvog dizanja na prvom mjestu tehnika dizanja, a zatim doziranje opterećenja. To nas dovodi do pitanja da li je sama vježba mrtvo dizanje dovoljna za cjelokupnu kondicijsku pripremu sportaša, a da bi to imalo najbolje efekte kod prijenosa na sami zaveslaj, odnosno natjecanje u cijelosti što nas opet vraća na stilove veslanja i odnose „noge-trup“.

U holističkom smislu, sport se uklapa u život sportaša, a tehničke komponente sporta uklapaju se u skup stavova prema sportu kao cjelini. Uloga trenera je pomoći sportašima da razviju vještine i karakteristike koje im omogućuju da se istaknu u sportu i da integiraju svoj sport u izvrsne živote (Nolte, 2011). Stoga, iako vježba mrtvo dizanje nije dovoljna za kompletni razvoj dimenzija jakosti i snage, zadatak trenera je da, kao dio cjelokupne izobrazbe sportaša, sustavno poučava i ovu vježbu kako bi se u konačnici također mogla koristiti kao dio kondicijske pripreme u veslanju.

## 2. CILJ RADA

U pogledu doprinosa pojedinih segmenata tijela stvaranju potiska na lopaticama vesla (Kleshnev, 2008 prema Mikulić, 2010), utvrđeno je da mišići nogu stvaraju malo manje od polovice ukupne sile potiska, mišići trupa malo manje od jedne trećine ukupne sile potiska, a mišići ruku oko jedne petine ukupne sile potiska.

Obzirom da je cilj veslanja da veslač pomoću vesla kao poluge ostvari što veću silu u vodi, koja će se zatim prenijeti preko izbočnika i omogućiti stvaranje maksimalnog ubrzanja čamca, cilj kondicijske pripreme je odabir vježbi koje će omogućiti razvoj sportaševa tijela prema prethodno postavljenim zahtjevima.

Kako sam u prethodnom poglavlju opisao, obzirom na strukturu zaveslaja, najbolja vježba u treningu s opterećenjem bila bi mrtvo dizanje, no zbog svojih tehničkih zahtjeva i određenih ograničavajućih faktora u smislu ciljanog razvoja mišićnih skupina koje su dominantne u veslačkom pokretu te sprječavanja ozljeda, javlja se potreba za uvođenjem i druge vježbe koja će omogućiti zahtijevani razvoj nogu kao dominantnog i najjačeg pokretača, a to je čučanj.

**Choe i sur. (2021)** su u svojoj studiji proveli istraživanje i usporedbu kinetike zglobova donjih ekstremiteta (vršni neto zglobni momenti /*peak net joint moments*/ [NJMs] i pozitivni zglobni rad /*positive joint work*/ [PJW]) između stražnjeg čučnja i mrtvog dizanja, koji se koriste za poboljšanje funkcije ekstenzora kuka i koljena. U istraživanju je sudjelovalo 28 subjekata (17 muškaraca:  $23,7 \pm 4,3$  godine,  $1,76 \pm 0,09$  m,  $78,11 \pm 10,91$  kg; te 11 žena:  $23,0 \pm 1,9$  godina,  $1,66 \pm 0,06$  m,  $65,36 \pm 7,84$  kg). Testiranje s maksimumom jednog ponavljanja (1RM) i biomehaničke analize odvijali su se u odvojenim danima. Trodimenzionalna biomehanika stražnjeg čučnja i mrtvog dizanja zabilježena je na 70 i 85% 1RM za svaku vježbu. Mrtvo dizanje pokazalo je veći NJM ekstenzora kuka nego stražnji čučanj. Međutim, stražnji čučanj je imao veći NJM ekstenzora koljena u usporedbi s mrtvim dizanjem. Više PJW koljena izvedeno je tijekom stražnjeg čučnja u usporedbi s mrtvim dizanjem. Međutim, bilo je više PJW kuka tijekom mrtvog dizanja u usporedbi sa stražnjim čučnjem. Veći NJM i PJW ekstenzora kuka tijekom mrtvog dizanja sugeriraju da pojedinci koji ciljaju svoje ekstenzore kuka mogu imati veću korist od mrtvog dizanja u usporedbi sa stražnjim čučnjem. Međutim, veći NJM i PJW ekstenzora koljena tijekom stražnjeg čučnja sugeriraju da pojedinci koji ciljaju svoje mišiće ekstenzore koljena mogu imati koristi od uključivanja stražnjeg čučnja u usporedbi s mrtvim dizanjem.

**Nolte (2011)** je u svojoj knjizi *Veslati brže* dao osvrt na odnos koljena i kuka u propulzivnoj fazi zaveslaja te je iznio slijedeće činjenice. Faza zaveslaja započinje otvaranjem zgloba koljena i opterećenjem koje se stvara oko tog zgloba. (Slika 3. prikazuje putanju koljena i kuka tijekom faze zaveslaja).



**Slika 3.** Putanja gležnja, koljena i kuka tijekom faze zaveslaja.

Nolte, V. (2011).

*Rowing faster.* Human Kinetics

M. quadriceps je glavni pokretač u ovom dijelu pokreta budući da mišići gluteusa često nisu postavljeni tako da djeluju s učinkovitom mehaničkom prednošću. Kut femura (bedra), koji nastaje visinom koljena u odnosu na kuk (slika 4), predstavlja ekstenzijski potencijal kuka, prvenstveno tetive koljena (hamstrings) i mišića gluteusa, koji su najjači ekstenzori kuka. iz položaja flektiranog kuka. Ovaj potencijal stvaraju i segmenti tijela i držanje odnosno položaj sportaša, zajedno s visinom, kutom i nagibom nogara.

Što je koljeno više u zahvatu (i što je veća fleksija kuka), to je veći potencijalni učinak većih mišićnih skupina za pokretanje pokreta bedra. Što je veća kompresija, to je veći nagib bedrene kosti i veći je opseg pokreta ekstenzije kuka tijekom zaveslaja. Ekstenzija kuka je mehanički pokret donjeg ekstremiteta koji stvara najveću silu, a velike mišićne skupine koje okružuju ovaj zglob mogu biti veslačev najbolji alat za stvaranje sile u ranoj, kritičnoj fazi zaveslaja.



**Slika 4.** Kut bedrene kosti i položaj stopala pri zahvatu.

Nolte, V. (2011).

*Rowing faster.* Human Kinetics

U toj kritičnoj fazi, otvaranja kutova koljena i kukova događa se i aktivno i pasivno. Padanje pete na nosač stopala znači da koljeno također pada, što je pasivna radnja istežanja kuka i dovodi do određenog pasivnog otvaranja koljena (slika 4. u odnosu na sliku 5.; prikazuje pad visine koljena i njegov odnos s padom pete). Tek kada peta dodirne nogare i stabilizira stopalo, ekstenzija kuka postaje isključivo aktivna. To omogućuje primjenu veće sile kroz stabilno stopalo, s opterećenjem podijeljenim između ekstenzije koljena i kuka bez dodatnih gubitaka.



**Slika 5.** Kut femura u kontaktu s petom.

Nolte, V. (2011).

*Rowing faster.* Human Kinetics

Mehanička prednost bedra tijekom pogonske faze u prijenosu opterećenja uvelike ovisi o fleksibilnosti gležnja, veličini stopala, duljini kosti u odnosu na potkoljenicu, kutu rastežanja, nagibu i visini sjedala u odnosu na stopala. Ovi čimbenici određuju koliko učinkovito bedro može biti kao poluga i koliko dobro pozicionirani (i stoga regrutirani u fazi pogona) mogu biti pripadajući mišići.

Razlika između vježbe mrtvo dizanje i čučanj proizlazi iz različitih točaka oslonca tereta, pri čemu je kod mrtvog dizanja oslonac na rukama, što je razlog za veći krak sile tereta na mišićne skupine koje opružaju trup (Harasin, 2004).

Dakle, i zbog same biomehanike pokreta i zbog opterećenja koja se koriste za razvoj jakosti i snage, čučanj je obavezna vježba za razvoj donjih ekstremiteta u programima kondicijske pripreme veslača jer primarno razvija jakost donjih ekstremiteta koji su osnovna „pogonska sila“ tijekom aktivne faze zaveslaja. Stoga ću kroz ovaj rad provesti analizu vježbi „stražnji čučanj“ i „prednji čučanj“ kao dvije najčešće korištene varijante, a u svrhu kreiranja najoptimalnijeg operatora za razvoj jakosti i snage, ne samo kao zasebnih motoričkih sposobnosti, već i kao sposobnosti kojima se utječe na pojedine dimenzije brzine važnih za veslanje.

### 3. STRAŽNJI I PREDNJI ČUČANJ U KONDICIJSKOJ PRIPREMI VESLAČA

#### 3.1. Kineziološka analiza vježbi s utezima

##### Strukturalna analiza

S aspekta strukture gibanja, vježbe s utezima ubrajaju se u skupinu monostrukturnih cikličkih aktivnosti. Ekscentrična i koncentrična faza izvedbe vježbi s utezima može trajati različito (Jukić i Marković, 2005).

##### Anatomska analiza

Stabilizatori ili fiksatori su mišići koji ne proizvode pokret, već svojim statičkim ili izometričkim djelovanjem stabiliziraju tijelo ili njegove dijelove te tako agonistima i sinergistima omogućuju izvedbu pokreta (Jukić i Marković, 2005).

Najsloženije vježbe su višezglobne vježbe koje se izvode slobodnim utezima stojeći.

##### Biomehanička analiza

Sile ili momenti sila koje se javljaju prilikom izvedbe vježbi s opterećenjem zavise o:

- 1) težini utega,
- 2) brzini svladavanja utega i
- 3) longitudinalnim dimenzijama skeleta vježbača.

Osobe s izrazito naglašenom dužinom kostiju imaju duže poluge, pa su i odgovarajući momenti sila koji se javljaju u izvedbi vježbi veći.



### Fiziološko-energetska analiza

Generalno govoreći, trening s opterećenjem ima obilježja intervalnog treninga, odnosno izmjenjuju se intervali rada i intervali odmora. Organizam za svladavanje opterećenja koristi prvenstveno anaerobne izvore energije; fosfagene (ATP i CP), a kod intenzivnog rada dužeg trajanja i glikolitičke /anaerobna glikoliza/ (Fleck i Kraemer, 1997 prema Jukić i Marković, 2005).

Tijekom intervala odmora između serija i/ili vježbi, koji najčešće variraju između 1 i 5 minuta, zbog nastalog duga kisika, umjereno je naglašena aktivnost aerobnog metabolizma; oko 50% od maksimalnog primitka kisika u osnovnim vježbama koje aktiviraju velike mišićne skupine, npr. u stražnjem čučnju (Tesch, 1992 prema Jukić i Marković, 2005).

Tijekom treninga s utezima dolazi do porasta srčane frekvencije, kao i sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka (Fleck, 1992 prema Jukić i Marković, 2005). Spomenute akutne fiziološke promjene osobito su naglašene kod svladavanja submaksimalnih i maksimalnih težina u vježbama koje aktiviraju velike mišićne skupine (Jukić i Marković, 2005).

### Informacijska analiza

Generalno gledajući, vježbe s utezima ubrajaju se u kineziološke sadržaje relativno niske složenosti. Međutim, osnovna je karakteristika treninga s utezima postupna progresija u svladavanju opterećenja. Povećanje opterećenja koje se svladava zahtijeva dodatnu 'korekciju' motoričkog programa ranije usvojenog svladavanjem manjih opterećenja. U tom slučaju, proces učenja vježbi s utezima može trajati mnogo dulje od vremena potrebnog da se usvoji osnovna struktura pokreta.

#### 3.2. Antropološka analiza vježbi s utezima

Na uspješnost izvedbe vježbi s utezima na početku procesa njihova učenja najviše utječu spoznajni i perceptivni procesi te koordinacijske sposobnosti, posebice brzina učenja novih motoričkih zadataka. Osim toga, dio vježbi s utezima zahtijeva izvedbu pokreta velike amplitude u jednom ili više zglobova, pa je utjecaj fleksibilnosti na izvedbu tih vježbi također naglašen (Jukić i Marković, 2005).

Nakon što su vježbe s utezima usvojene, najveći utjecaj na izvedbu imaju motorički faktori snage: maksimalna snaga (statička i dinamična) i apsolutna snažna izdržljivost. Trening s utezima može značajno poboljšati rezultate u sportovima izdržljivosti, i to prvenstveno poboljšanjem ekonomičnosti rada (Hoff i sur., 2002; Osteras i sur., 2002 prema Jukić i Marković, 2005).

### 3.3. Adaptacija na trening s utezima

Trening s utezima dovodi do brojnih adaptacijskih promjena u organskim sustavima čovjeka, i to od živčanog i hormonalnog sustava, preko srčano-žilnog i dišnog sustava do skeletnog sustava (Komi, 1992 prema Jukić i Marković, 2005).

Trening snage s utezima obilježavaju značajniji efekti (povećanje poprečnog presjeka) na brza mišićna vlakna nego na spora, a osnovni trenažni postupci opisani su submaksimalnim i maksimalnim opterećenjima, malim brojem ponavljanja i potpunim oporavkom između setova (Earle i Beachle, 2000 prema Jukić i Marković, 2005).

S druge strane, osnovne adaptacijske promjene koje obilježavaju razvoj snažne izdržljivosti događaju se u sporim i prijelaznim mišićnim vlaknima. Spomenute promjene nisu vezane uz povećanje poprečnog presjeka mišića, već uz usavršavanje aerobnog potencijala mišića. Ta karakteristika omogućuje znatno duži mišićni rad uz svladavanje malih do umjerenih opterećenja (Jukić i Marković, 2005).

**Nolte (2011)** u svojoj knjizi *Veslati brže* analizira niz studija koje su proučavale udio pojedinih mišićnih vlakana kod veslača te konstatira kako veslači, kao i drugi sportaši izdržljivosti, imaju visok postotak sporih mišićnih vlakana, što se pak može činiti iznenađujućim jer ljudi s velikom mišićnom masom, kao što su veslači, obično imaju i veći postotak brzih mišićnih vlakana. Istraživanja tipa vlakana pokazala su da veslači imaju 70% do 85% sporih vlakana (Hagerman i Staron, 1983; Larsson i Forsberg, 1980; Roth, Schwanitz, Pas i Bauer, 1993; Steinacker, 1993). Veslačice također imaju veliki postotak sporih vlakana, oko 65% (Clarkson, Graves i Melchionda, 1984.). Ne samo da vrhunski veslači imaju veliki postotak sporih vlakana, nego su ta vlakna i hipertrofirana. Nisu pronađene značajne razlike između površina poprečnog presjeka brzih i sporih vlakana (Hagerman & Staron, 1983; Larsson & Forsberg, 1980; Roth i sur., 1993; Steinacker, 1993). To je nešto što je jedinstveno za veslače; općenito su brza vlakna veća od sporih vlakana. Hipertrofirana spora mišićna vlakna mogu biti posljedica velikog volumena veslanja niske do umjerene brzine što je tipično za mnoge programe veslanja.

Trening s utezima može unaprijediti i karakteristike kostiju te vezivnog tkiva (tetine, ligamenti i fascije). Osnovni uvjet za značajnije adaptacijske promjene vezivnog tkiva je primjena velikih vanjskih opterećenja (Jukić i Marković, 2005). Ovo nas ponovno dovodi do vježbe čučnja u nekoj od svojih varijanti kojima se kroz programe razvoja jakosti i snage ustvari žele izazvati ovakve promjene koje će biti u funkciji zaveslaja te u konačnici cijele natjecateljske utrke.

### 3.4. Metodika treninga s utezima

Motorička sredstva su vježbe koje svojom strukturom i metodičkim parametrima odgovaraju željenim učincima. Dodavanjem metodičkih parametara odabranoj vježbi (opterećenje, metoda, lokalitet, metodičke forme, organizacijski oblici rada), nastaje trenažni operator (Jukić i Marković, 2005).

Trenažni proces kojemu je cilj razvoj jakosti, može započeti tek kada je proces učenja završen, odnosno, kada je sposobnost upravljanja kretanjama vlastitog tijela u odnosu na okolinu, kao i sposobnost uspravljanja teretom u odnosu na vlastito tijelo dovedena na optimalnu razinu te kada je organizam u cjelini pripremljen za podnošenje početnih trenažnih opterećenja (Harasin, 2003).

### 3.5. Općenito o čučnju



**Slika 6.** Čučanj kao biotičko znanje

Čučanj je biotičko motoričko znanje koje čovjeku omogućava spuštanje ili podizanje općeg centra težišta (OCT) u dvo- ili jednopotpornom stojećem ravnotežnom položaju te prelazak iz stojećeg u sjedeći ili ležeći položaj i obrnuto. Kao vježba s teretom, čučanj je totalna tjelesna vježba, odnosno vježba u kojoj aktivno sudjeluje gotovo cijelo tijelo. Teret se podiže istovremenim opružanjem zglobova stopala, koljena i kuka pri uspravljanju iz čučaćeg u stojeći položaj (Harasin, 2004).

Jedan od temeljnih kriterija podjele čučnjeva je obzirom na amplitude, odnosno s obzirom na dubinu do koje se sportaš spušta u kretnji prema dole (Harasin, 2004). Iako prema ovom kriteriju čučanj možemo podijeliti na četiri nivoa, za kondicijsku pripremu veslača su svakako najzanimljiviji paralelni čučanj i duboki čučanj. Načelno bi se moglo reći da bi se jedna ili druga varijanta koristila obzirom na odabrani stil veslanja, odnosno prema tome da li je na početku zaveslaja predviđeno veće zatvaranje nogu (Adam, DDR, Grinko), ili pak manje zatvaranje nogu (Rosenberg). No, kada su sportaši u dobroj kondiciji, zdravi i sa razvijenim potrebnim sposobnostima poput stabilnosti i mobilnosti zglobnog sustava, svakako je dobro uvijek provoditi maksimalne amplitude u treningu, odnosno u ovom slučaju duboki čučanj. Na taj način će se održavati spomenute sposobnosti posebno u smislu veza „kost-tetiva-mišić“ što će sportašu u samom sportu omogućiti kvalitetniju i sigurniju izvedbu tehnike.

### 3.6. Priprema za velika opterećenja kroz mlađe dobne kategorije

**Stricker i sur. (2020)** u svojoj studiji o utjecaju treninga s otporom na razvoj djece i adolescenata donose osvrt na generalno razmišljanje o ovom segmentu dugoročne sportske pripreme, pri čemu konstatiraju da je prethodna zabrinutost u vezi s treningom otpora bila usmjerena na to što bi se dogodilo ako dijete diže utege, dok je u novije vrijeme fokus stavljen na ono što će se dogoditi ako dijete ne diže utege, posebno u svjetlu sekularnog pada u mjerama mišićne kondicije tijekom godina. Zaključak je da je došlo do pomaka od primarne brige o ozljedama povezanim s treningom otpora na brigu o ozljedama i drugim štetnim događajima zbog nedostatka odgovarajuće snage da se drži korak sa zahtjevima treninga. Stoga se u ranijim fazama sportske karijere sa djecom i adolescentima moraju sustavno provoditi programi treninga s otporom koji uključuju progresiju vođenu tehnikom uz kvalificirani nadzor i upute. Odgovarajući trening s otporom kod djece može povećati jakost bez hipertrofije mišića, a ovakvi efekti pripisuju se prvenstveno neurološkom mehanizmu pri čemu trening povećava broj motoričkih neurona koji se "regrutiraju" za aktiviranje sa svakom kontrakcijom mišića.

S ranijim sudjelovanjem u dobro osmišljenom i pravilno nadziranom treningu s otporom, dijete od 10 godina može u dobi od 14 godina već imati veliko iskustvo u treningu s otporom, dok dijete od 14 koje je tek krenulo u sportsku aktivnost nema niti iskustva niti određeni nivo živčano -mišićne prilagođenosti. Učenje kako izvoditi višezglobna dizanja tereta na ispravan način zahtijeva znatno vrijeme i stručnost u treniranju, a upravo izvođenje višezglobnih pokreta poput mrtvog dizanja ili čučnja u djetinjstvu može pomoći mladima da steknu kompetenciju i samopouzdanje u izvođenju ovih vježbi u odrasloj dobi, ali sa znatno većim težinama u skladu sa zahtjevima sporta.

A zašto je upravo dobna granica od 14 godina koja je spomenuta u kontekstu razvoja toliko zanimljiva? Zato što je to prema modelu periodizacije dugoročne sportske pripreme gornja granica višestranog razvoja mladog sportaša nakon koje svakako započinje slijedeće veliko razdoblje, a to je specijalizirajući period (Bompa, 2005). Pretpostavka za odabir metodike treninga snage ovisi o periodu uključivanja sportaša u konkretni sport, odnosno ovisi o tome da li se sportaš sustavno bavio konkretnim sportom i u prvom temeljnom razdoblju sportske pripreme, odnosno u razdoblju višestranog razvoja. Ukoliko se radi o takvom sportašu koji je svoje oblikovanje, odnosno razvoj i tehničku edukaciju prošao kroz sustav rada u klubu koji je provoden prema planu i programu educiranih trenera, pretpostavka je da je isti educiran i za treninge snage sa vježbama sa dvoručnim utezima. Stoga se u nastavku rada neću detaljno baviti s metodikom poučavanja pojedine vježbe, već samo njihovim karakteristikama i konkretnom utjecaju na izvedbu u samom sportu.

### 3.7. Analiza vježbe „stražnji čučanj“

Kao što je u prethodnom poglavlju objašnjeno, čučanj je biotička motorička vježba, no ukoliko je dijete u ranoj mladosti manje aktivno, to biotičko znanje se zaboravlja pa se u određenom periodu sportske karijere mora ponovno učiti. Sigurnost u izvođenju vježbe stražnji čučanj vezana je uz postupnost u poučavanju koja slijedi uobičajene metodičke obrasce, koji su usmjereni na formiranje živčano-mišićnog motoričkog obrasca. Poučavanje čučnja počinje izvođenjem čučnjeva bez tereta, nakon čega slijedi korištenje šipke u izvođenju prednjih čučnjeva te, na kraju, u izvođenju stražnjih čučnjeva. Opterećenje se povećava postupno tek onda kada je tehnika izvedbe vježbe bez opterećenja na zadovoljavajućoj razini (Harasin, 2003). Ukoliko se stražnji čučanj tehnički pravilno izvodi, a ostali elementi trenažnog operatora uz samu vježbu su prilagođeni individualno samom vježbaču, ne postoji posebna opasnost od ozljede.

Obzirom na različite morfološke karakteristike sportaša, u ovom slučaju veslača, u smislu aktivacije mišićnih skupina prikazati ću dva moguća načina izvođenja vježbe stražnji čučanj (slika 7.). Prvi je stražnji čučanj sa visoko postavljenom šipkom (*high back squat*), a drugi je stražnji čučanj sa nisko postavljenom šipkom (*low back squat*)



**Slika 7.** Početna pozicija i varijante položaja šipke kod stražnjeg čučnja

a) visoko postavljena šipka

/ *high back squat* /

b) nisko postavljena šipka

/ *low back squat* /

Kod stražnjeg čučanja sa visoko postavljenom šipkom (*high back squat*), šipka se postavlja visoko na m. trapezius preko vrha ramena, odnosno preko srednje glave m. deltoideus (acromial). Stopala su u širini ramena, a nožni prsti malo usmjereni prema van.

Ovako postavljeno opterećenje na slijedeći način aktivira mišićne skupine:

- Agonisti: m. quadriceps femoris
- Sinergisti: m. gluteus maximus, m. adductor magnus, hamstrings
- Stabilizatori: m. erector spinae (Jukić i Marković, 2005).

Tetive koljena (biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus) bi na prvu pomisao imale funkciju antagonista jer se nalaze na suprotnoj strani femura, no one nisu stvarni antagonisti u vježbi čučnja, već se kontrahiraju s m. quadriceps u njihovoj funkciji stabilizacije tibie koljenskog zgloba (Gene-Morales i sur., 2020 prema Schoenfeld, 2010.).

Kod stražnjeg čučanja sa nisko postavljenom šipkom (*low back squat*), šipka se također postavlja na m. trapezius, ali nekoliko centimetara niže nego u prethodnoj varijanti pa na taj način prolazi uz stražnji dio ramena, odnosno uz stražnju glavu m. deltoideus (spinal). Ova pozicija često nije ugodna za veslače jer uteg jako stisne ramena što zahtijeva dobru mobilnost ramena. Stopala su postavljena nešto šire nego u prethodnoj varijanti, a nožni prsti su također malo usmjereni prema van. Ovako postavljeno opterećenje na slijedeći način aktivira mišićne skupine:

- Agonisti: m. quadriceps femoris
- Sinergisti: m. gluteus maximus, m. adductor magnus, m. erector spinae, hamstrings (Jukić i Marković, 2005)

Stražnji čučanj, a osobito varijanta vježbe sa nisko postavljenom šipkom, vježbaču omogućuje podizanje najvećih tereta, no u konačnici se takvi zahtjevi ne bi trebali pojavljivati u kondicijskoj pripremi veslača jer je dominantna sposobnost izdržljivost pa bi trening s opterećenjem više trebao biti u funkciji razvoja sportaša na način da mu to omogući bolju izvedbu u treningu veslanja te u samom natjecanju.

### 3.8. Analiza vježbe „prednji čučanj“

Prilikom analize vježbe „stražnji čučanj“ u prethodnom poglavlju, u metodičkom slijedu poučavanja motoričkog obrasca same vježbe, prednji čučanj je naveden kao kretna struktura koja se uči prije stražnjeg čučnja. No, često se u sportskom treningu veslača kroz mlade dobne kategorije jako brzo trening jakost i snage donjih ekstremiteta svodi na stražnji čučanj ili trenažer. Postoje različiti razlozi koji vode do ovakvih pojava u treningu, no nisu predmet ovog rada pa ih preskačem i dalje nastavljam sa analizom „prednjeg čučnja“ kao važnog dijela učenja motoričkog obrasca same kretne, ali i kao varijante koja se može i dugoročno koristiti u periodizaciji sportskog treninga veslača.

Uobičajena pogreška prilikom učenja tehnike prednjeg čučnja je podizanje peta od tla pri čemu se opterećenje sa glavnih mišićnih skupina donjeg dijela tijela prebacuje na ligamente unutar koljenskog zgloba. Druga važna pogreška je spuštanje laktova prema podu, odnosno ne držanje nadlaktica paralelno s podom čime se gubi i prirodna lumbalna zaobljenost leđa što može dovesti do pretjeranog opterećenja zglobova koljena, kralježnice i zapešća te povećati rizik od ozljeda (Bird i Casey, 2012).

Da bi se izbjegle navedene greške u tehnici, potrebno je uz samu tehniku razmotriti i alternativne načine držanja šipke, ovisno o morfološkim karakteristikama sportaša te mobilnosti zglobova koji su uključeni u sami pokret. Kao i kod stražnjeg čučnja, tako i kod prednjeg čučnja postoji nekoliko varijanti držanja šipke pa sam također odabrao dva načina za analizu.



**Slika 8.** Početna pozicija i varijante položaja šipke kod prednjeg čučnja

a) kao u gornjoj poziciji nabačaja

b) prekriženi položaj ruku

/ *weightlifting grip* /

/ *bodybuilding* /

Prvi način držanja, koji je na određeni način i primaran je kao i u gornjoj poziciji nabačaja, odnosno sa šakama u supinaciji (*dlanovi gore*) i laktovima visoko (*weightlifting grip*). Međutim, često je ova pozicija problematična jer zahtijeva dobru mobilnost u zglobovima ramena, lakta i zapešća pa, ukoliko u nekom od ovih zglobova postoji problem koji ne dozvoljava zahtijevanu amplitudu pokreta, vrlo brzo se javljaju bolovi u laktovima i zapešćima koji pak uzrokuju gubitak pravilnog stava, odnosno tehnike izvođenja vježbe. Ovi problemi su, osim kod smanjene mobilnosti spomenutih zglobova, osobito izraženi kod sportaša koji imaju relativno duge podlaktice ili krutost u gornjem dijelu leđa kao što je često slučaj kod veslača. Dugoročno se ovaj problem konkretno kod veslača treba rješavati kroz cijelu sportsku karijeru, odnosno, potrebno je u svakom treningu odvojiti dio vremena na razvoju i održavanju

mobilnosti problematičnih zglobova i mišića, koja je uz stabilnost preduvjet za kvalitetno i sigurno provođenje treninga sa opterećenjem. Ukoliko ipak morfološke karakteristike sportaša otežavaju održavanje pozicije utega na ovaj način kroz cijelu vježbu, najjednostavnije rješenje je da se šipka pridržava prekrštenim položajem ruku (*bodybuilding*).

Stopala su, neovisno o načinu pridržavanja šipke uvijek u istom položaju, odnosno u širini ramena ili malo šire, a nožni prsti su malo usmjereni prema van.

Kod prednjeg čučanja sa držanjem šipke kao i u gornjoj poziciji nabačaja (*weightlifting grip*), mišićne skupine se aktiviraju na slijedeći način:

- Agonisti: m. quadriceps femoris
- Sinergisti: m. gluteus maximus, m. adductor magnus
- Stabilizatori: m. erector spinae, m. deltoideus (prednja glava),  
m. deltoideus (srednja glava), m. supraspinatus,  
m. pectoralis major (klavikularni dio), m. trapezius,  
m. levator scapulae, m. serratus anterior (Jukić i Marković, 2005).

Kod prednjeg čučanja sa pridržavanjem šipke prekrštenim položajem ruku (*bodybuilding*), mišićne skupine se aktiviraju na slijedeći način:

- Agonisti: m. quadriceps femoris
- Sinergisti: m. gluteus maximus, m. adductor magnus, hamstrings
- Stabilizatori: m. erector spinae, m. deltoideus (prednja glava),  
m. deltoideus (srednja glava), m. supraspinatus,  
m. pectoralis major (klavikularni dio), m. trapezius,  
m. levator scapulae, m. serratus anterior (Jukić i Marković, 2005).

Prednji čučanj je vježba koja je vrlo korisna u razvoju jakosti i snage kod veslača jer je kao i svaka varijanta čučnja dominantno usmjerena na razvoj mišića donjih ekstremiteta, a samim time i veze između mišića, ligamenata, tetiva i kostiju, no zbog pozicije vanjskog tereta jako je naglašen i prijenos sila na trup što je važno i u samom zaveslaju u fazi provlaka vesla kroz vodu.

Za kvalitetnu i sigurnu izvedbu prednjeg čučnja, od sportaši se zahtijeva značajna jakost trupa, dobro razvijena tehnika same vježbe te čvrsta unilateralna ravnoteža (Bird i Casey, 2012).



### 3.9. Kineziološka analiza stražnjeg i prednjeg čučnja

#### Uvod

Čučanj je jedna od najpopularnijih vježbi za jačanje mišića donjih udova. U fizikalnoj rehabilitaciji čučnjevi se koriste za oporavak mišića nakon različitih ozljeda donjih udova, i to posebice koljena. Kroz komparativno dvodimenzionalno istraživanje kinematičkih i dinamičkih varijabli izvođenja vježbe paralelnog čučnja s prednjom i stražnjom šipkom, uočen je bolji razvoj energije u koljenu s prednjom šipkom, što omogućuje bolju mišićnu izvedbu s istim opterećenjem. Prosječna snaga koju apsorbira kuk je znatno veća kod stražnjeg čučnja što je povezano sa većom brzinom pokreta koju omogućuje ova varijanta vježbe zbog veće stabilnosti koja se postiže lociranjem šipke unatrag. Razlika u položaju tereta također se različito manifestira u lumbalnoj razini pa su tako maksimalne kompresijske sile bolje u stražnjem čučnju, dok su posmične sile nešto bolje u prednjem čučnju. Razlike u nagibu trupa mijenjaju te sile, ali i rizik od ozljeda u razini lumbalne kralježnice (Braidot i sur., 2007).

Mišići trupa su, dakle, od primarne važnosti u smislu aktivnosti povezanih s učinkom, ali i zbog njihove uključenosti u održavanje pravilnog držanja, pomažući u smanjenju rizika od akutnih i kroničnih problema s leđima. Tako su u vježbi čučanj stražnji mišići leđa (m. erector), koji su povezani s kralježnicom, i prednji mišići fleksori (m. abdominus recstus) odgovorni za savijanje lumbalne kralježnice i stvaranje unutar abdominalnog tlaka, odnosno ti mišići zajedno pomažu stabilnosti trupa i kralježnice tijekom izvedbe pokreta. Stoga je važno održavati točne razine i ravnotežu snage i funkcije ovih mišića kako bi se omogućila optimalna funkcija i smanjio rizik od akutnih i kroničnih ozljeda, bilo u sportskom kontekstu ili u obavljanju svakodnevnih životnih aktivnosti (Comfort i sur, 2011).

#### Biomehanička analiza

**Diggin i sur. (2011)** su u svojoj biomehaničkoj analizi ispitali razlike u kinematici trupa i donjih ekstremiteta između prednjeg i stražnjeg čučnja. 2D kinematički podaci prikupljeni su standardiziranim postupkom na 12 ispitanika, kroz tri ponavljanja vježbi prednjeg i stražnjeg čučnja sa 50 % 1RM koju je svaki ispitanik mogao podići u stražnjem čučnju. Širina stava je standardizirana kako bi se smanjilo odstupanje u radu zglobova koljena uslijed različitog položaja trupa tijekom izvođenja pojedine vježbe. Rezultati su pokazali slične obrasce pokreta zglobova koljena kod obje vježbe, no primijećene su značajne razlike u kinematici nagiba trupa. Dobiveni podaci su pokazali da se kut zgloba koljena sudionika progresivno smanjivao tijekom ekscentrične faze pokreta postižući maksimalni kut fleksije od 91° za obje tehnike. Ovo sugerira da kada se čučne u paralelni položaj bedrene kosti, obje tehnike mogu pokazivati slične razine

aktivacije mišića, no prednji čučanj pokazuje znatno manje tibiofemoralne kompresijske sile i ekstenzorske momente koljena. Kako su sudionici prolazili kroz ekscentričnu fazu, nagib trupa se progresivno povećavao, dostižući vrhunac u sredini faze za obje tehnike. Nakon toga, nagib trupa progresivno se smanjivao kako su sudionici nastavljali pokret prema početnom položaju. Analiza podataka je pokazala da je izvedba vježbe sa stražnjim položajem šipke uzrokovala veći nagib trupa tijekom svake faze, što dovodi do povećanja sila smicanja u lumbalnom dijelu, koje pak pod redovitim uvjetima visokog opterećenja (1 RM), može predisponirati sportaša za ozljedu ako te sile kontinuirano premašuju sposobnosti naprezanja vezivnog tkiva zglobova. Rezultati ove studije pokazuju da bi prednji čučanj predstavljao manji rizik od ozljeda donjeg dijela leđa i zgloba koljena, dok bi nudio istu sposobnost jačanja ekstenzora koljena kao i tehnika stražnjeg čučnja. Prednji čučanj također omogućuje izvođaču da zadrži uspravnije držanje tijekom cijelog pokreta, što uza sve prethodne faktore pruža i veću razinu specifičnosti ove tehnike i u smislu izbora vježbe za stvaranje adekvatnog trenažnog operatera.

**Gene-Morales i sur. (2020)** su kroz svoje istraživanje napravili sustavni pregled znanstvene literature kako bi prikupili podatke o mišićnoj aktivaciji donjih ekstremiteta tijekom različitih varijanti vježbe čučnja. U analizu su bili uključeni čučanj s visokom šipkom (puni opseg pokreta, do paralelnog i djelomičnog raspona pokreta), čučanj s niskom šipkom, prednji čučanj, čučanj iznad glave i vođeni čučanj na Smith trenažeru. 30 članaka zadovoljilo je kriterije za uključivanje, a autori su standardizirali elektromiografske vrijednosti kada je to bilo moguće kako bi olakšali razumijevanje i usporedbu studija. Obzirom da se u ovom radu bavim stražnjim i prednjim čučnjem, u nastavku ću navesti samo rezultate vezane uz ove varijante vježbi.

#### Stražnji čučanj s visokom šipkom

Veliki dio studija utvrdio je glavnu aktivnost na m. quadriceps femoris i to redom vastus lateralis, vastus medialis i rectus femoris. Samo je jedna studija pronašla veću aktivaciju na m. biceps femoris, nego na prethodno navedenim mišićima. Što se tiče aktivacije na m. gluteus i mišićima stražnje strane natkoljenice, pojedini autori primijetili su veću aktivaciju na m. gluteus maximus, dok su drugi izvijestili o većoj aktivnosti na mišićima stražnje strane natkoljenice. Samo su tri autora izvijestila o razinama aktivacije m. triceps surae prilikom izvođenja čučnja s visokom šipkom.

#### Stražnji čučanj s niskom šipkom

Studija McCawa i Melrosea (1999.) bila je jedina koja je analizirala razine aktivacije u čučnju s niskom šipkom i zadovoljila kriterije prihvatljivosti. Glavna aktivnost opažena je na vastus

lateralis i vastus medialis, a zatim na rectus femoris. Uočena je manja aktivnost aduktora kuka i m. gluteus u usporedbi s m. quadriceps. Najniže razine aktivacije otkrivene su na m. biceps femoris.

#### Prednji čučanj

Mišićna aktivnost u ovoj varijanti čučnja slijedila je slične obrasce kao i druge varijacije čučnja, odnosno najčešće je zabilježena velika aktivacija na mišićima vastus lateralis i vastus medialis. Korak i sur. (2018) zabilježili su slične razine aktivacije na rectus femoris i gluteus maximus. Za razliku od navedenih autora, Gullet i sur. (2009) pronašli su više razine aktivacije na mišićima stražnje strane natkoljenice (semitendinosus: 140% IMVC/maksimalna voljna izometrijska kontrakcija), nego na m. quadriceps (vastus lateralis: 60% IMVC; vastus medialis: 81% IMVC; rectus femoris: 59% IMVC ).

Tehničke izmjene koje su također obrađene unutar ovog pregleda studija odnose se na različite tehničke elemente izvedbe koji mogu utjecati na različitu aktivaciju pojedinih mišića.

#### Opseg kretanja

Usporedba između tri različite dubine (polučučanj, paralelni i puni čučanj) dala je slične obrasce aktivacije, s kontroverznim rezultatima uočenim na aktivaciji gluteusa. Dok su Caterisano i sur. (2002.) uočili nešto veću aktivaciju gluteusa u čučnjevima s punim opsegom pokreta u usporedbi s druga dva modaliteta, drugi autori nisu pronašli razlike, pa čak ni veće vrijednosti aktivnosti gluteusa u paralelnim čučnjevima (da Silva i sur., 2017.; Hammond i sur., 2016). Učinak ove tehničke izmjene procijenjen je samo u stražnjem čučnju s visokom šipkom.

#### Širina stava

Ova tehnička izmjena uključena je u analizu stražnjeg čučnja s visokom šipkom (Escamilla i sur., 2001.; Paoli i sur., 2009.) i niskom šipkom (McCaw i Melrose, 1999.). Glavni učinak šireg stava bila je veća aktivacija gluteusa (McCaw & Melrose, 1999.; Paoli et al., 2009.). Varijacije širine stava nisu utjecale na aktivaciju m. quadriceps, hamstrings i m. gastrocnemius (Escamilla i sur., 2001.).

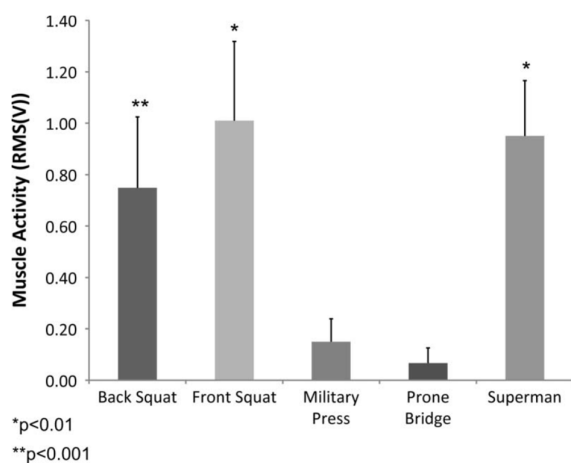
#### Rotacija kukova

Različite rotacije kukova (tj. ravnina orijentacije stopala ili koljena) testirane su samo u stražnjem čučnju s visokom šipkom. Glavni rezultati ove tehničke modifikacije bili su povećanje aktivnosti aduktora kuka (Pereira i sur., 2010.). Nisu uočeni značajni učinci različitih rotacija kukova na m. quadriceps (Boyden i sur., 2000.).

### Usporedba rezultata i zaključci

U stražnjem čučnju s niskom šipkom krak poluge je relativno kraći, a položaj šipke (ispod akromiona) je biomehanički povoljniji nego u ostalim varijantama (Glassbrook i sur., 2017, 2019; Wretenberg i sur., 1996). Zbog navedenih činjenica, stražnji čučanj s niskom šipkom je varijanta u kojoj se mogu koristiti veća opterećenja, a time i više razine aktivacije. Ova varijanta vježbe također ima značajniji angažman ekstenzora kuka u odnosu na ostale varijante. Nisu primijećene značajne razlike između aktivacije u stražnjem čučnju s visokom šipkom i prednjem čučnju (Gullett i sur., 2009.; Korak i sur., 2018.) i stoga bi se obje varijante klasificirale na istu razinu nakon stražnjeg čučnja s niskom šipkom. Ovi su autori izvijestili o sličnom momentu ekstenzije koljena, a usporediva implikacija m. gluteusa zabilježena je u obje varijante vježbe (Neto et al., 2020.).

**Comfort i sur. (2011)** proveli su istraživanje uz bilježenje elektromiografske (EMG) aktivnosti (uzorkovanje na 2000 Hz) mišića rektusa abdominisa (RA) i mišića erector spinae (ES) tijekom izvođenja tri dinamičke vježbe (vojnički potisak, stražnji čučanj /BSq/, prednji čučanj /FSq/) sa submaksimalnim opterećenjem (40 kg), koje su zatim uspoređene s onom dobivenim tijekom izometrijskih držanja u trajanju od 30 sekundi dok su bili u položajima "ležeći most" i "superman". U istraživanju je sudjelovalo 10 rekreativno treniranih muškaraca pa je stoga i opterećenje bilo prilagođeno ispitanicima. Utvrđeno je da je pri zadanom submaksimalnom opterećenju, FSq rezultirao značajno većom aktivnošću mišića erector spinae u odnosu na vježbe BSq, vojnički pritisak i ležeći most. Nije pronađena razlika između vježbi „superman“ i FSq. S obzirom na m. rectus abdominus, mišićna aktivnost bila je značajno veća nakon „ležećeg mosta“ u odnosu na sve ostale vježbe. Vježbe BSq, FSq i vojnički potisak izazvale su slične razine aktivnosti m. rectus abdominus.

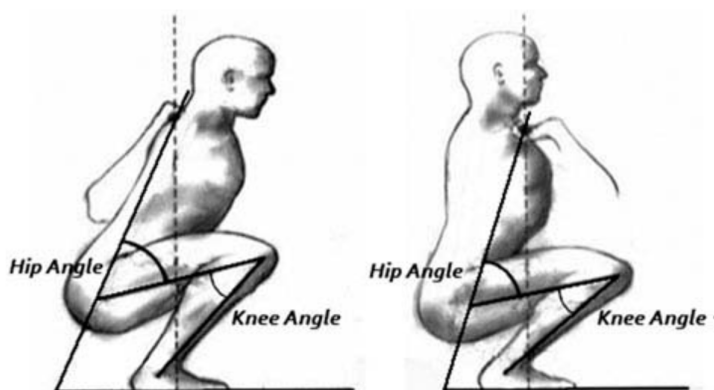


**Slika 9.** Aktivnost m. erector spinae tijekom izometrijskih vježbi i dinamičkih vježbi (Comfort, P., Pearson, S.J., Mather, D. (2011). *An electromyographical comparison of trunk muscle activity during isometric trunk and dynamic strengthening exercises*. Journal of Strength and Conditioning (Res 25: 49–154)

U ovoj studiji, korištena opterećenja bila su više usklađena s onima propisanim za ranu rehabilitaciju sportaša ili kao opterećenja za opću populaciju, pa se stoga čini da odnos mišićne aktivnosti i vrste vježbe možda nije sličan i da možda ovisi o opterećenju. Naravno da će sportaši koristiti i veća opterećenja, koja će vjerojatno rezultirati i većom mišićnom aktivnošću, a dobiveni rezultati ove studije mogu uputiti trenere u sportu da za razvoj mišića trupa odaberu dinamičku vježbu poput čučnja koja traži povećani funkcionalni zahtjev stabilizacije trupa tijekom izvođenja dinamičnog višezglobnog pokreta, koji više predstavlja aktivnosti svakodnevnog života nego čiste izometrijske vježbe.

**Yavuz i sur. (2015)** proveli su istraživanje u kojem su usporedili aktivnost mišićne i kinematiku zglobova koljena i kuka tijekom prednjeg i stražnjeg čučnja s maksimalnim opterećenjem. Prikupljeni su dvodimenzionalni kinematički podaci i izmjerene su elektromiografske aktivnosti m. vastus lateralis, m. vastus medialis, m. rectus femoris, m. semitendinosus, m. biceps femoris, m. gluteus maximus i m. erector spinae, a sudjelovalo je 12 sportaša starosti  $21,2 \pm 1,9$  godina koji su imali iskustva u izvođenju prednjih i stražnjih čučnjeva. Svi su sudionici bili dešnjaci i nisu imali povijest ortopedskih ozljeda ili operacija koje bi ograničile njihovu sposobnost izvođenja tehnika čučnjeva.

Nakon početne pripreme, sudionici su izvodili 1RM vježbe snage povećavajući opterećenje tijekom uzastopnih pokušaja sve dok sudionici nisu bili u stanju izvesti pravilno dizanje, kompletan opseg pokreta i ispravnu tehniku. Svaki je sudionik zamoljen da spusti šipku do točke u kojoj je kut koljena bio  $90^\circ$  (Slika 2), što je označeno podesivim graničnicima. Između ponavljanja je bio dopušten odgovarajući odmor u trajanju od 3 do 5 min.

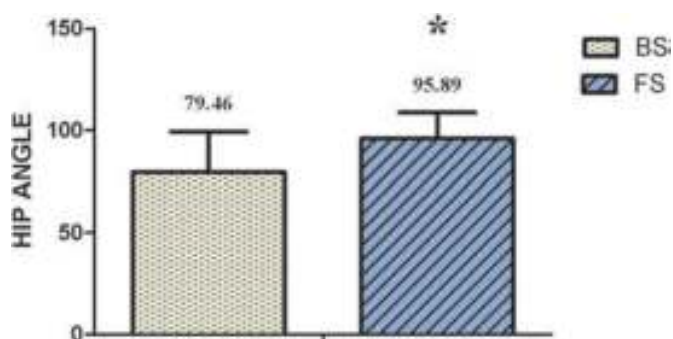


**Slika 10.** Ilustracije izmjerenih zglobnih kutova tijekom stražnjeg i prednjeg čučnja. (prilagođeno iz Starting Strength: Basic Barbell Training, uz dopuštenje The Aasgaard Company, Rippetoe & Kilgore, 2007. prema Yavuz i sur., 2015).

Prosječna 1RM opterećenja koja su korištena tijekom testiranja bila su  $109,17 \pm 25,51$  kg za stražnji čučanj i  $85,00 \pm 15,67$  kg za prednji čučanj. To je bilo  $138,83 \pm 32,62\%$  njihove tjelesne težine za stražnji čučanj i  $105,87 \pm 24,34\%$  za prednji čučanj. Sudionici su mogli podići znatno veća opterećenja sa stražnjim čučnjem u usporedbi s prednjim čučnjem.

Tijekom izvođenja čučnja, primarni mišići koji djeluju oko koljena su m. quadriceps femoris (m. vastus lateralis, m. vastus medialis, m. vastus intermedius i m. rectus femoris), koji izvode koncentričnu ekstenziju koljena, kao i ekscentrični otpor fleksiji koljena. Kada su se pokreti razdijelili na ekscentričnu i koncentričnu fazu, svi testirani mišići bili su aktivniji tijekom faze uspona (koncentrična), nego tijekom faze spuštanja (ekscentrična). I za stražnji i za prednji čučanj, m. vastus medialis i m. vastus lateralis proizveli su više aktivnosti nego m. rectus femoris tijekom cijelog pokreta. To je i logično jer je m. rectus femoris i fleksor kuka i ekstenzor koljena te se stoga skraćuje na jednom kraju dok se produljuje na drugom tijekom izvođenja čučnja, s malom ili nikakvom neto promjenom duljine tijekom pokreta. Utvrđeno je da je EMG aktivnost m. vastus medialis veća tijekom prednjeg čučnja u usporedbi sa stražnjim čučnjem, dok je EMG aktivnost m. semitendinosus bila veća u stražnjem čučnju u usporedbi s prednjim čučnjem. Kod drugih mišića nije bilo posebnih razlika u aktivaciji.

Međutim, uočeni su značajno niži kutovi kukova tijekom izvođenja stražnjeg čučnja što ukazuje na povećani nagib prema naprijed tijekom ove varijante vježbe u usporedbi s prednjim čučnjem tijekom maksimalnog opterećenja. To je posljedica položaja utega, odnosno šipke koja od vježbača traži da se nagnu prema naprijed kako bi održali ravnotežu.



**Slika 11.** Minimalni kutovi kukova postignuti tijekom stražnjeg čučnja (BS) i prednjeg čučnja (FS). \* Značajne razlike ( $P < 0,05$ ) između stražnjih i prednjih čučnjeva (Yavuz, H.U., Deniz Erdağb, D., Amcac, A.M., Aritanc, S. (2015). *Kinematic and EMG activities during front and back squat variations in maximum loads*, Journal of Sports Sciences. (Vol 33, Issue 10, Pages 1058-1066)

Ovime se središte gravitacije pomiče dalje od lumbalne kralježnice, povećavajući krak momenta i okretni moment. Kao rezultat toga, sile smicanja koje se javljaju unutar lumbalne kralježnice se također povećavaju čime se smanjuje tolerancija na kompresijsko opterećenje, a opterećenje se s mišića prenosi na pasivna tkiva, povećavajući rizik od diskus hernije. Takvo povećanje sile smicanja, pod redovitim uvjetima visokog opterećenja (npr. 1RM), može predisponirati sportaša za ozljedu ako te sile kontinuirano premašuju sposobnosti naprezanja vezivnog tkiva zglobova. Zbog toga je izuzetno važno cijelo vrijeme održavati pravilnu poziciju trupa, što je moguće bliže uspravnom, kako bi se spriječile lumbalne ozljede.

### 3.10. Jakost i snaga u funkciji zaveslaja

Sama fiziologija veslanja komplicirana je utoliko što uključuje i aerobne i anaerobne elemente, elemente izdržljivosti i snage, što znači da trening mora uključivati pravu kombinaciju dugog i intenzivnog treninga (Nolte, 2011).

Da bi se odmah u startu izbjegle nedoumice što i koliko trenirati, ipak je važno ponovno naglasiti da je veslanje sport izdržljivosti pa su u tom smislu segmenti trenažnog procesa koji su orijentirani na razvoj jakosti i snage u principu programirani na način da su u funkciji poboljšanja izvedbe zadanog broja zaveslaja (dužina natjecateljske staze) te sprječavanja ozljeda.

U istraživanju utjecaja treninga snage u programu veslanja, pronađena je korelacija od  $r=0.80$  između površine poprečnog presjeka ekstenzora koljena i performansi ergometra na 2km. Ovako visoka korelacija obično se vidi između izvedbe na 2 km i VO<sub>2</sub>max ili anaerobnog praga, što sugerira da je površina poprečnog presjeka bedrenih mišića dobar pokazatelj uspješnosti u veslanju (Yashiro i sur., 2003 prema Nolte, 2011).

Korištenjem MRI tehnologije za mjerenje mišićne mase, pronađene su značajne korelacije između mišićne mase u m. quadriceps i pogonske snage nogu te između mišićne mase u tetivama koljena (hamstrings) i snage zamaha donjeg dijela leđa i trupa (Tachinaba i sur., 2007 prema Nolte, 2011).

Iz navedenih studija vidljivo je da se u slaganju programa treninga snage donjih ekstremiteta, konkretno sa nekom od varijanti čučnja, jako treba voditi računa i o prijenosu sila koje će proizvesti same noge u zaveslaju na kritični dio posture veslača, a to je donji dio leđa. Kako je već konstatirano kroz ovaj rad, čučanj je kompletna višezglobna vježba koja aktivira cijelo tijelo. Obzirom na analize pojedinih varijanti čučnja, važno je dodatno sagledati ključne momente samog zaveslaja te njihov utjecaj na tijelo kao i anatomske zahtjeve.

U anatomsom smislu, tehnika veslanja uvelike varira oko mehanike pokreta između zdjelice i femura. U osnovi, pogon nogu je femur (natkoljениčna kost) koji se kreće po zdjelici, a zamah tijela može se opisati kao zdjelіčno-femuralno gibanje. Vrijeme i ravnoteža ovog pokreta utječu na regrutiranje mišića, opterećenje i konačno na proizvodnju sile. Tijekom faze zaveslaja, dio mišića se kontrahira direktno protiv opterećenja vesla, dok se dio mišića kontrahira kako bi održali segmente tijela u položaju koji je neophodan za prijenos opterećenja (Nolte, 2011).

Slične manifestacije mišića događaju se i prilikom izvedbe čučnja. Prema analizama koje su prethodno prikazane u ovom radu, postoje određene razlike u aktivaciji mišića ekstenzora natkoljenice u varijantama prednjeg i stražnjeg čučnja. No, sile koje se mogu razviti sa obje varijante vježbi su u principu vrlo slične i zadovoljavajuće u smislu zahtjeva razvoja jakosti i snage u veslanju. Dakle, ono na što je dobro obratiti pažnju kod obje vježbe su ostali elementi koji se pojavljuju kod pokreta u pojedinoj vježbi.

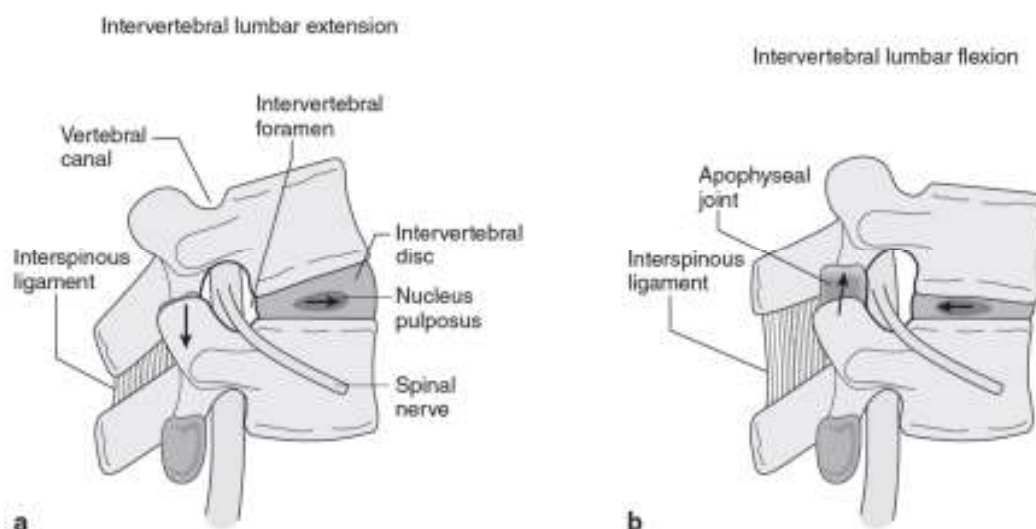
Dok se veslač kreće prema početnoj poziciji zaveslaja tijekom faze oporavka, kuk se dovodi u fleksiju s koljenom koje se savija i na kraju pomiče gležanj u dorzalnu fleksiju, što dovodi do zaključavanja skočnog zgloba i podizanja pete s nogara. Što se ranije gležanj zakoči (dosegne krajnji raspon dorzalne fleksije), to će se peta više podići i pojaviti će se veći okretni moment unutar zgloba. Taj otpor gležnja može poremetiti sportašev kasniji oporavak i pripremu za zahvat, a u nekim slučajevima uzrokuje i određene daljnje kompenzacije. Kako faza zaveslaja napreduje, peta se spušta i veslač postupno ima više površine za odguravanje. Položaj stopala relativno je nestabilan dok se javlja opterećenje prednjeg dijela stopala ili dok se ne uspostavi kontakt pete s nogarima, kada se sila može primijeniti kroz strukturu bez deformacije (odnosno medijalni luk). Nakon što je peta ostvarila kontakt, potencijal nogu se postiže kombiniranom aktivnom ekstenzijom kuka i koljena, što može objasniti zašto se vrijeme pete na nosačima podudara s promjenama u brzini ubrzanja čamca (Kleshnev, 2008 prema Nolte, 2011). Međutim, često kada stopalo postane stabilno, njihanje tijela je počelo i potencijal nogu je smanjen kako tijelo ubrzava većom brzinom.

Iako je položaj veslača u početnoj fazi zaveslaja jako zatvoren i nepovoljan, što iziskuje određeno vrijeme za postavljanje tijela u optimalan položaj kako bi se ispoljila maksimalna snaga pokreta, vidljivo je da je segment na kojem je bitno raditi mobilnost gležnja te nastavno na to stabilnost stopala. Kada je riječ o vježbi čučanj, kombinacija većeg opterećenja sa dubinom pokreta uz potrebnu sigurnost je na strani varijante prednjeg čučnja. Naime prema prethodnim analizama, pokret u prednjem čučnju dozvoljava zadržavanje vertikalnijeg položaja trupa u odnosu na stražnji čučanj kada se izvodi maksimalno duboki pokret, a to onda



omogućuje trening s opterećenjem uz maksimalni pokret u gležnju, a istodobno i veću sigurnost za lumbalni dio kralježnice. Ovo je vrlo bitan segment u smislu cilja koji želimo postići u treningu s otporom, a da bi veslač imao bolju izvedbu. Veslaču nije toliko bitna maksimalna sila koju može ispoljiti, već određeni postotak te sile koju će moći koristiti jako dugo tijekom utrke, odnosno zanima nas snaga u zadanoj i željenoj brzini zaveslaja uz što veću konstantu u zadanom vremenu. Trenirajući sigurno s optimalnim teretom koji se progresivno povećava kroz sportsku karijeru, a pri tome koristeći maksimalnu moguću amplitudu pokreta (duboki čučanj), stvara se velika živčano mišićna povezanost koja će utjecati na održavanje kvalitete zaveslaja, a time i brzinsku izdržljivost tijekom utrke.

Dakle, stabilno stopalo i maksimalna amplituda pokreta u skočnom zglobu su nam jako zanimljivi pa je slijedeći korak osvrtno na generiranje sile u glavnim pokretačima u fazi zaveslaja, a to je mišić quadriceps femoris. Aktivacija m. quadriceps je otprilike podjednaka u obje varijante čučnja, no položaj šipke u stražnjem čučnju omogućuje rad s većim težinama (posebno u low bar varijanti). S druge pak strane, određeni problem kod varijante stražnjeg čučnja je pomicanje težišta prema naprijed zbog održavanja ravnoteže što uzrokuje značajno niže kutove u zglobu kuka. To generalno ne mora biti problem jer postoji niz faktora u samoj strukturi veslanja, počevši od same tehnike koja se koristi, zatim tehničkih detalja poput nagiba nogara, kraka vesla, nagiba vesla i dr. gdje ovakvi efekti ne moraju biti nedostatak. Ali to nas dovodi do slijedećeg posturalnog segmenta, a to je donji dio leđa.



**Slika 12.** Primjer segmentalne mehanike tijekom (a) fleksije i (b) ekstenzije lumbalne kralježnice (Nolte, V. (2011). *Rowing faster*. Human Kinetics)

Kada se govori o ozljedama u veslanju, najviše pozornosti privlači donji dio leđa. Veslački zaveslaj postavlja donji dio leđa (područje oko lumbalne kralježnice i zdjelicu) u neizvjestan položaj, otvoren i za prekomjerno opterećenje i za mikrotraume. To je zato što je donji dio leđa važno dinamičko raskrižje gdje se silazno opterećenje s ručke susreće s uzlaznim opterećenjem s nosača za noge, a veslač zahtijeva držanje, snagu i preciznost tehnike kako bi osigurao jasan dvosmjerni prijenos. Između uzlaznog i silaznog opterećenja postoji i opterećenje oko sjedala. Kada sjedimo, 11 puta više težine se stavlja na lumbalne diskove u usporedbi sa stojećim položajem, a dodatno opterećenje za lumbalnu kralježnicu je savijena pozicija, odnosno savijena pozicija u stranu i rotacija krajnjeg opsega (Bogduk, 2005 prema Nolte, 2011)

Pri nošenju ili prijenosu tereta kroz lumbalnu kralježnicu postoje tri prolaza: diskovi, fasetni zglobovi i njihova kombinacija. Kada je lumbalna kralježnica u fleksiji, opterećenje je veće na diskovima nego na fasetnim zglobovima. Kada je lumbalna kralježnica istegnuta, fasetni zglobovi odgovorni su za opterećenja, s malo ili nimalo težine na diskovima (slika 9.). Idealan položaj je neutralan položaj, s raspodjelom opterećenja između faseta i diskova za optimalnu mehaniku i prijenos opterećenja (Bogduk, 2005 prema Nolte, 2011).

Mehanički gledano, idealan pokret između zdjelice i lumbalne kralježnice je jedan, zajednički pokret, a ne savijanje kralježnice i pružanje preko zdjelice. To je ograničeno fleksibilnošću, tehnikom i položajem sportaša u čamcu. Često se veslača trenira u držanju ravnih leđa, i iako se izvana čini da se veslača na taj način postavlja u snažan položaj, to nije sasvim ostvarivo. Naime, gornji lumbalni kralješci su ravni, ali donji lumbalni kralješci, često posljednji segment (L5-S1), ostaju u savijenom položaju, preuzimajući veće opterećenje. Ono čemu se teži jest kralježnica i zdjelica koji dijele zahtjeve potrebne fleksije. Velik dio potrebne fleksije za veslački zaveslaj trebao bi se stvoriti ljuľljanjem zdjelice prema naprijed na kostima femura u zglobu kuka. Preostala fleksija se tada može podijeliti kroz lumbalnu kralježnicu, pri čemu nijedan segment lumbalne kralježnice ne zahtijeva više fleksije od drugog. Prije nego što se ravna leđa mogu trenirati, to moraju razumjeti i veslač i trener, i što je još važnije, to se mora moći realizirati fleksibilnošću veslača na kopnu, a potom i unutar postave u čamcu. Trenirajući držanje leđa u zahvatu, sportaša učimo da prenosi silu s nogu na ručku vesla odnosno stvaramo motorički obrazac angažiranja i velikih vanjskih i malih unutarnjih mišića leđa u procesu prijenosa sile koju proizvode noge na samo veslo (Nolte, 2011).

U poglavlju 3.9. ovoga rada, prikazani su radovi sa različitim analizama prednjeg i stražnjeg čučnja, a u kontekstu razvoja jakosti i snage donjih ekstremiteta te istodobnom aktivacijom leđa

kao dijela biomehaničkog lanca koji preuzima veliku silu nogu, detaljno su prikazani slijedeći zaključci.

U biomehaničkoj analizi kroz koju su izvršena ispitivanja razlike u kinematici trupa i donjih ekstremiteta između prednjeg i stražnjeg čučnja, zaključeno je da bi prednji čučanj predstavljao manji rizik od ozljeda donjeg dijela leđa i zgloba koljena, dok bi nudio istu sposobnost jačanja ekstenzora koljena kao i tehnika stražnjeg čučnja, a kao jedan od glavnih tehničkih razloga je i mogućnost zadržavanja uspravnijeg držanja tijekom cijelog pokreta (Diggin i sur., 2011).

Bilježenjem elektromiografske (EMG) aktivnosti utvrđeno je da pri zadanom submaksimalnom opterećenju, prednji čučanj rezultira značajno većom aktivnošću mišića erector spinae u odnosu na vježbu stražnji čučanj (Comfort i sur., 2011).

Zaključak je da nam je prilikom vježbe čučanj s kojom primarno razvijamo ekstenzore koljena, u kontekstu veslanja interesantnija amplituda pokreta te aktivacija drugih dijelova tijela, nego maksimalni teret kojeg bi sportaš potencijalno mogao podići, odnosno s kojim bi mogao provoditi trening. U tom smislu, prednji čučanj je prvenstveno sigurniji, ali i obzirom na teret daje veći stimulans na kritične točke u pokretu koje su također kritične i u veslanju. Most i najosjetljiviji dio tijela u prijenosu sila koje se javljaju prilikom provlaka je lumbalni dio kralježnice pa je stimulans kroz maksimalan, ali i siguran pokret najzanimljiviji.

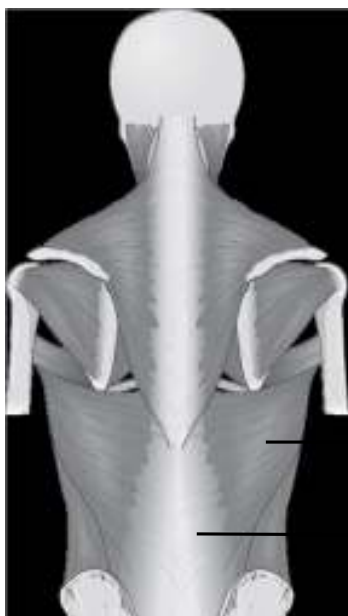
Nastavno na pripremu za zaveslaj i kretanje do početnog položaja. Mobilnost zglobova koja se stalno spominje je naravno preduvjet svakog razvoja u treningu s opterećenjem, ali je kod prijenosa sila važna i u pripremi samog zaveslaja kako bi se zglobne strukture i mišići pripremili za opterećenje koje dolazi. To je prethodno spomenuto u smislu fleksije u zglobu kuka koja će omogućiti bolji raspored sila na lumbalni dio kralježnice.

Taj pokušaj prekomjerne fleksije također angažira i mišić psoas (pregibač kuka), što ga odvlači od potencijalno važnije uloge lumbalne potpore (položaj mišića određuje funkciju). Ovaj mišić je dizajniran za stojeći položaj, a postaje neučinkovit iz već flektiranog položaja u kojem je veslač stalno (sjedeci položaj). Ako je postavljen za posturalnu funkciju, mogao bi igrati važnu ulogu u podupiranju zdjelice i lumbalne kralježnice tijekom prijenosa opterećenja s donjeg na gornji dio tijela (Nolte, 2011).

### Vrijeme i ovjes

Jedan od načina da se smanji opterećenje na donji dio leđa je idealan trenutak zaveslaja. Kako čamac koji ubrzava predstavlja sve manje opterećenje na ručki, a posturalne kontrakcije prenose opterećenje, može se povećati učinkovitost vožnje i smanjiti rizik za ranjiva područja donjeg dijela leđa.

Anatomski govoreći, otvaranje tijela treba biti tempirano s ručkom za ubrzavanje, započeto nakon maksimalne sile ručke ili srednje do kasne faze pogona nogu. Ovo je položaj najveće koaktivacije mišićne aktivnosti i za donje udove i za trup, čime se omogućuje prijenos opterećenja putem posturalne kontrakcije mišića nogu, koje će uskoro biti završeno, do ubrzanja trupa i ruku. To znači da su potencijalna opterećenja kasnije u zaveslaju smanjena ubrzanjem generiranim kroz pogon nogu. Akceleracija pruža ekstenzorima trupa manje opterećenja za kontrakciju, što je idealno, ali što je najvažnije, kada su mišići donjeg dijela leđa dobro postavljeni, oni podupiru donji dio leđa, što je njihova prirodna uloga.



**Slika 13.** Dorzalna fascija (torakalno lumbalna) sa vezom na m. latissimus dorsi (Nolte, V. (2011). *Rowing faster*. Human Kinetics)

Velika mišićna masa koja prekriva središnji dio leđa, m. latissimus dorsi, ulazi u isto područje napetosti (torakalno lumbalna fascija) koje prekriva lumbalnu kralježnicu i zdjelicu (slika 10.). Glutealni mišići također su uključeni u ovo područje, nudeći tako mišićni lanac za ovjes donjih udova na gornje udove. Ovo stvara kontinuiranu vezu od kukova do ramena i očiti anatomske mehanizam za izravan prijenos. Pozicioniranje i poučavanje o tome kako najbolje uključiti ovaj mehanizam treba istraživati kroz tehniku kako bi se angažirale velike mišićne skupine za ovjes sportaša između nogara i ručke (Nolte, 2011)..

### 3.11. Usporedba u trenažnim efektima stražnjeg i prednjeg čučnja



**Slika 14.** Damir Martin, *hrvatski olimpijac*

<https://worldrowing.com/athlete/damir-martin?id=23462>

Važan kriterij za upravljanje sustavom i procesom sportske pripreme predstavljaju podaci o modelnim karakteristikama pripremljenosti vrhunskih sportaša. Model vrhunskog sportaša u suštini reproducira izabrane najvažnije sposobnosti, osobine i motorička znanja današnjih sportaša ekstra klase u određenoj sportskoj grani (Milanović, 1997).

U tom smislu, **Nolte (2011)** u svojoj knjizi *Veslati brže* navodi istraživanje u kojem se proučavalo stvaranje maksimalne sile pri zahvatu (Secher, 1975) za čije potrebe je razvijena izometrijska sprava koja je bila podesiva tako da odgovara pojedinačnim pozicijama veslanja. Koristeći nizozemske olimpijske, nacionalne i klupske veslače, utvrđeno je da su međunarodni veslači u prosjeku generirali silu od 204 kg, nacionalni veslači od 183 kg, a klupski veslači silu od 162 kg. Koristeći druge nespecifične veslačke testove izometrijskog povlačenja ruku, ekstenzije leđa, fleksije trupa i ekstenzije nogu na istim skupinama sportaša, autor je otkrio da viša razina natjecanja uvjetuje i veću jakost u svim testovima. Zaključeno je da je razina jakosti nekih veslača međunarodnog karaktera usporediva s onima vrhunskih powerliftera ili bodybuildera (Larsson & Forsberg, 1980.). Razina jakosti veslača najizraženija je pri niskim brzinama (Hagerman i Staron, 1983; Larsson i Forsberg, 1980), a razlog za ovakve rezultate se vrlo vjerojatno nalazi u velikom postotku sporih vlakana u mišićnoj strukturi veslača.

Tablice 1. i 2. pokazuju ciljeve za omjer 1RM-a i tjelesne mase kroz dugoročnu sportsku karijeru veslača, a razvijene su prema podacima koji su prikupljeni u razdoblju od 1992. do 2004. tijekom konzultacija s veslačima u rasponu od početnika do olimpijskih prvaka, kao i iz različitih istraživanja i testiranja jakosti kod veslača. Budući da su ciljevi izraženi kao višekratnici tjelesne težine, primjenjivi su i na teške i na lake veslače (Nolte, 2011).

**Tablica 1.** Faktori jakosti prema tjelesnoj masi za muškarce (Nolte, 2011)

VJEŽBA	srednja škola	do 23 godine	klub	nacionalno	olimpijsko
čučanj	1.0	1.3	1.4	1.7	1.9
mrtvo dizanje	1.0	1.3	1.4	1.7	1.9
privlak s klupe	0.7	0.9	1.05	1.2	1.3

**Tablica 2.** Faktori jakosti prema tjelesnoj masi za žene (Nolte, 2011)

VJEŽBA	srednja škola	do 23 godine	klub	nacionalno	olimpijsko
čučanj	0.8	1.0	1.25	1.4	1.6
mrtvo dizanje	0.8	1.0	1.25	1.4	1.6
privlak s klupe	0.6	0.8	0.95	1.1	1.2

Kako je vidljivo iz prethodnih tablica, apsolutne vrijednosti faktora jakosti koje su dobivene kod sportaša koji su ušli u olimpijske cikluse posljedica su dugoročnog sportskog razvoja i periodičnog razvoja jakosti i snage koje je usklađeno sa dominantnim razvojem izdržljivosti kao osnovne sposobnosti u veslanju. Način na koji su prikupljeni podaci, odnosno dugački period od tri olimpijska ciklusa te veliki broj sportaša koji su testirani, nudi nam modelne vrijednosti kada je u pitanju vježba čučanj, a koje bi se trebale dostići kada se ciljaju najviši sportski rezultati.

Kako se kod jakosti i snage radi o najvišim intenzitetima u treningu s opterećenjem dobro ih je dodatno objasniti obzirom na utjecaj u programu treninga.

Dva različita intenziteta ili izlazne snage uključena su u trening jakosti: intenzitet treninga i intenzitet vježbanja. Ti se intenziteti mogu izračunati ili procijeniti na različite načine. Intenzitet treninga može se procijeniti prosječnom masom podignutom po vježbi, po tjednu, po mjesecu i tako dalje. Intenzitet vježbanja može se pratiti relativnim intenzitetom (RI; *postotak od IRM [definiran kao sportaševa najveća težina dizanja od 1 ponavljanja]*). Dakle, volumen treninga može se procijeniti volumenskim opterećenjem, a intenzitet treninga prosječnom podignutom težinom. Ako se u treningu koriste razumne težine, veće težine (za istu vježbu) proizvest će veći obujam i intenzitet treninga. To ne vrijedi za intenzitet vježbanja (Stone i sur, 1999).

Intenzitet treninga predstavlja procjenu prosječne brzine kojom se trening odvija; dok intenzitet vježbanja predstavlja stvarnu izlaznu snagu za jedan pokret ili skupinu (set) pokreta (Stone, 1996).

Kod programiranja pojedinačnog treninga, razvoj jakosti i snage je uvijek odvojen od izdržljivosti, no kada se krene u mikrociklus, potrebno je jako voditi brigu o stresu koji proizvodimo na živčano-mišićni sustav sa treningom s opterećenjem jer će isti utjecati na duljinu oporavka i period potreban za superkompenzaciju. U tom smislu, kroz periodizaciju treninga potrebno je točno odrediti na koji način će se provoditi trening s opterećenjem i koja je njegova funkcija. Pri tome je naravno važan i odabir vježbi, a kao jedan od obaveznih izbora je naravno vježba čučanj.

Periodizacija je, dakle, logična manipulacija/varijacija varijabli treninga za postizanje specifičnih ciljeva. Dok jednostavna varijacija obujma i intenziteta treninga može ponuditi prednosti u smanjenju pretreniranosti i poticanju poboljšanja izvedbe, periodizirana varijacija s određenim slijedom odabira vježbi, volumena i faktora intenziteta nudi superiornu metodu poboljšanja izvedbe (Harris i sur., 2000 i Medvedev i sur., 1981 prema Stone, 1999).

U prethodno navedenim tablicama sa faktorima koji predstavljaju ciljeve za omjer 1RM-a i tjelesne mase kroz dugoročnu sportsku karijeru veslača, navodi se samo vježba čučanj pa je zanimljivo dati osvrt na predložene brojeve i težine koje one donose sa sobom kao i utjecaj na sportaša.

Prosječna 1RM opterećenja koja su korištena tijekom testiranja u svrhu usporedbe prednjeg i stražnjeg čučnja bila su  $109,17 \pm 25,51$  kg za stražnji čučanj i  $85,00 \pm 15,67$  kg za prednji čučanj, odnosno  $138,83 \pm 32,62\%$  njihove tjelesne težine za stražnji čučanj i  $105,87 \pm 24,34\%$  za prednji čučanj. Sudionici su mogli podići znatno veća opterećenja sa stražnjim čučnjem u usporedbi s prednjim čučnjem (Yavuz i sur., 2015).

Kako se u istraživanju radilo o mladim sportašima starosti  $21,2 \pm 1,9$  godina, oni bi prema predloženim faktorima jakosti za veslače do 23 godine trebali podići oko 30% više u odnosu na svoju tjelesnu masu, a prema dobivenim vrijednostima to je otprilike postotak koji su testirani sportaši i ostvarivali u stražnjem čučnju. Kroz ovakvu usporedbu predloženih faktora razvoja jakosti i poznatog intenziteta koji se može postići u stražnjem čučnju, lako se može odabrati i intenzitet za prednji čučanj što je vrlo zanimljivo iz aspekta programiranja jakosti i snage uz dominantni program izdržljivosti i zahtjeva samog veslanja.

U stražnjem čučnju s niskom šipkom krak poluge je relativno kraći, a položaj šipke je biomehanički povoljniji nego u ostalim varijantama (Glassbrook i sur., 2017, 2019; Wretenberg i sur., 1996 prema Gene-Morales i sur., 2020) što omogućuje korištenje većih opterećenja i značajniji angažman ekstenzora kuka u odnosu na ostale varijante. No kako se u veslanju sjedi, načelno nam gluteus nije primaran mišić kojeg želimo razvijati jer se ekstenzija u kuku nikada ne događa u potpunosti, a ova skupina mišića je više u funkciji prijenosa sile sa donjih ekstremiteta na trup. Stoga bi se korištenje čučnja sa niskom šipkom u kondicijskoj pripremi veslača, poglavito iz preventivnih razloga, mogao koristiti kao vježba za razvoj nekih drugih sposobnosti uz korištenje manjih težina.

U pogledu mišićne aktivacije donjih ekstremiteta tijekom varijanti vježbe stražnji čučanj s visokom šipkom te prednji čučanj nisu primijećene značajnije razlike, pa bi se stoga obje

varijante klasificirale na istu razinu utjecaja na razvoj opružača koljena, odnosno na m. quadriceps femoris (Gullett i sur., 2009.; Korak i sur., 2018. prema Gene-Morales i sur., 2020) koji generira najveću silu u propulzivnoj fazi zaveslaja. Sada kada smo odredili dvije vježbe koje nam daju isti efekt na ciljanu skupinu mišića, potrebno je provjeriti i preostale segmente biomehaničkog lanca jer se radi o višezglobnim vježbama.

Kroz biomehaničku analizu razlika u kinematici trupa i donjih ekstremiteta između prednjeg i stražnjeg čučnja, zaključeno je da prednji čučanj predstavlja manji rizik od ozljeda donjeg dijela leđa i zgloba koljena u odnosu na tehniku stražnjeg čučnja jer izvođaču omogućuje uspravnije zadržavanje trupa tijekom cijelog pokreta (Diggin i sur., 2011). Ovo je osobito bitno kada želimo razvijati živčano-mišićne veze kroz maksimalnu amplitudu pokreta, odnosno kroz duboki čučanj pri čemu je onda sigurnost na strani prednjeg čučnja. A zašto je poželjno raditi maksimalnu amplitudu pokreta? Ne samo zbog razvoja mišića prednje strane natkoljenice, već i zbog razvoja tetiva koljena, odnosno mišića stražnje strane natkoljenice koji igraju veliku ulogu u prevenciji ozljeda u samom zaveslaju.

Naime, povećanoj fleksiji u lumbalnom području tijekom zaveslaja doprinosi zategnutost mišića stražnje skupine natkoljenice (hamstrings) iz razloga što zategnutost ovih mišića ne dozvoljava zdjelici da dođe u potreban položaj fleksije te na taj način omogući veću stabilnost u lumbalnoj kralješnici. Smanjeni nagib zdjelice i kompenzacijsko povećanje fleksije lumbalne kralješnice još je izraženije ako se vesla s većim brojem zaveslaja u minuti (Smoljanović, 2008). Razvoj mobilnosti svih zglobova pa tako i zgloba kuka, uvijek je primarni zadatak jer omogućuje razvoj drugih sposobnosti. Nakon mobilnosti slijedi fleksibilnost tetiva i mišića koji se zatim razvijaju kroz vježbe s opterećenjem u željenoj amplitudi pokreta, a sve to je moguće objediniti kroz vježbu čučnja, a poglavito u varijanti prednjeg čučnja.

Bilježenjem elektromiografske (EMG) aktivnosti m. rectus abdominis (RA) i m. erector spinae (ES), utvrđeno je da je pri zadanom submaksimalnom opterećenju, i prednji i stražnji čučanj izazivaju slične razine aktivnosti m. rectus abdominus, no kada je u pitanju m. erector spinae, prednji čučanj je rezultirao značajno većom aktivnošću mišića u odnosu na vježbu stražnji čučanj (Comfort i sur., 2011). Upravo je ovo važan detalj jer sa kompletnom višezglobnom vježbom s opterećenjem želimo aktivaciju prema regijama tijela koja će biti što više slična zahtjevima konkretnog sporta, a upravo je aktivacija m. erector spinae u vježbi prednji čučanj važna za živčano-mišićnu vezu prijenosa sila u propulzivnoj fazi samog zaveslaja.



#### 4. ZAKLJUČAK

Vježbač u radu sa slobodnim utezima sam kontrolira pokret i održava ravnotežu, čime unapređuje međumišićnu koordinaciju. Ove vježbe, bez obzira koliko su izolirajuće usmjerene, uvijek aktiviraju veći broj mišića koji pomažu (sinergisti) ili fiksiraju (stabilizatori) određeni pokret (Jukić i Marković, 2005).

Kao i u svakom sportu, tako je i u veslanju do juniora poželjno raditi svestrano sa različitim varijantama treninga uz samo veslanje, a posebno sa različitim metodama rada vezanim uz osnovne vježbe s opterećenjem (čučanj, mrtvo dizanje, veslanje u pretklonu), kako bi mladi sportaši zavoljeli ovaj dio trenažnog procesa.

Od juniora i dalje tijekom sportske karijere poželjno je koristiti odabrane osnovne vježbe s dvoručnim utegom i primijenjenim relativnim opterećenjem, uz stalni razvoj mobilnosti zglobova i fleksibilnosti mišićno-tetivnog sustava. Kada su sportaši u dobroj kondiciji, zdravi i sa razvijenim potrebnim sposobnostima poput stabilnosti i mobilnosti zglobnog sustava, svakako je dobro uvijek provoditi maksimalne amplitude u treningu, odnosno u ovom slučaju duboki čučanj. Na taj način će se održavati spomenute sposobnosti posebno u smislu veza



„kost-tetiva-mišić“ što će sportašu u samom sportu omogućiti kvalitetniju i sigurniju izvedbu tehnike.

Kod mlađih vježbača je primjerenije koristiti stražnji čučanj jer su još u razvoju pa je ova vježba donekle sigurnija u pogledu same izvedbe, a kasnije, kada se razvije dobra biomehanika kroz ovaj čučanj te bazična jakost, prednji čučanj je poželjno uvoditi kao specifičnu vježbu za određeni sport, odnosno konkretno za veslanje.

**Slika 15.** Veteranski dvojac bez kormilara Veslačkog kluba Zagreb

Kod sportaša s već postojećim ozljedama koljena, kada se pravilno izvodi, prednji čučanj može predstavljati sigurniju i potencijalno korisniju opciju od stražnjeg čučnja u smislu maksimiziranja ukupnog regrutiranja mišića uz minimiziranje kompresijskih sila u patelo-femuralnom zglobu. To znači da se sličan stimulans treninga može postići s prednjim čučnjem dok se na koljeno stavljaju manje sile pritiska (Bird i Casey, 2012).

Također, značajno manji nagib prema naprijed u zglobu kuka u prednjem čučnju ukazuje na manji rizik od lumbalne ozljede uz maksimalnu amplitudu pokreta, a unatoč manjim

opterećenjima u usporedbi sa stražnjim čučnjem, prednji čučanj daje veću aktivnost u m. vastus medialis što je u skladu sa tezom da je ova varijanta vježbe "izoliraniji pokret za ekstenzore koljena" (Yavuz i sur., 2015).

Glavni cilj treninga s opterećenjem u veslanju je omogućiti što bolju unutar mišićnu i međumišićnu koordinaciju, te u konačnici konstantnost razine snage u zaveslaju odnosno brzinsku izdržljivost. Cjelokupni trenažni proces je uvijek osim samog razvoja usmjeren i na prevenciju ozljeda, no kako sport sam po sebi traži od čovjeka „nešto više“, različiti tipovi ozljede su uvijek mogući. Sa vježbom čučanj želimo razviti mišiće koji daju najveći dio ukupne sile zaveslaja, a to je m. quadriceps femoris, a da pritom što manje riskiramo ozljedu drugih dijelova biomehaničkog lanca koji sudjeluju u pokretu što nam upravo omogućuje varijanta prednjeg čučnja.

## 5. LITERATURA

- Bird, S.P., Casey, S. (2012). *Exploring the Front Squat*, Strength and Conditioning Journal. (Volume 34, Issue 2, page 27-33)
- Bompa, T.O. (2005). *Cjelokupan trening za mlade pobjednike*, York University, Gopal d.o.o., Zagreb
- Braidot, A.A., Brusa, M.H., Lestussi, F.E., Parera, G.P. (2007). *Biomechanics of Front and Back Squat exercises*, Journal of Physics: Conference Series, Volume 90
- Choe, K.H., Coburn, J.W., Costa, P.B., Pamukoff, D.N. (2021). *Hip and Knee Kinetics During a Back Squat and Deadlift*, Journal of Strength and Conditioning Research, 35(5), 1364–1371.
- Comfort, P., Pearson, S.J., Mather, D. (2011). *An electromyographical comparison of trunk muscle activity during isometric trunk and dynamic strengthening exercises*. Journal of Strength and Conditioning (Res 25: 49–154)
- Čoh, M. (2003). *Razvoj brzine u kondicijskoj pripremi sportaša*. Zagreb, Međunarodni znanstveni skup „Kondicijska priprema sportaša“
- Diggin, D., O’Regan, C., Whelan, N., Daly, S., McLoughlin, V., McNamara, L., Reilly, A. (2011). *A biomechanical analysis of front versus back squat: injury implications*, Portugese Journal of Sport Sciences (11, Suppl.2)
- Gene-Morales, J., Flandez, J., Jueas, A., Gargallo, P., Miñana, I., Colado, J.C. (2020). A systematic review on the muscular activation on the lower limbs with five different variations of the squat exercise. Journal of Human Sport and Exercise, 15(4proc), S1277-S1299. doi: <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.15.Proc4.28>
- Harasin, D. (2004). *Čučanj*. Kondicijski trening. (Vol 1, broj 1, str. 22-27)
- Harasin, D. (2004). *Mrtvo dizanje*. Kondicijski trening. (Vol 2, broj 2, str. 20-26)
- Jukić, I. i Marković, G. (2005). *Kondicijske vježbe s utezima*, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Kleshnev, V. (2006). *Rowing Styles - Courtesy of Valery Kleshnev*, Rowing Biomechanics Newsletter (Vol 6, Number 60)

- Köerner, T. i Schwanitz, P. (1987). *Rudern. Das Lehrbuch der Erfolgstrainer*. SVB Sportverl
- Mikulić, P. (2010). Anatomska analiza veslanja, dostupno na: <http://www.vkkrka.hr/index-detajlno.asp?dID=491>
- Milanović, D. (1997). *Teorija treninga*, Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu
- Nolte, V. (2011). *Rowing faster*. Human Kinetics
- Smoljanović, T. (2008). *Pojavnost ozljeda i oštećenja sustava za kretanje vrhunskih veslača*, Disertacija
- Stone, M.H. (1996). *Periodization*. NSCA National Conference, Atlanta
- Stone, M.H., O'Bryant, H.S., Schilling, B.K., Johnson, R.L. (1999). *Periodization: Effects Of Manipulating Volume And Intensity. Part 1*, National Strength & Conditioning Association (Volume 21, Number 2, pages 56–62)
- Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., McCambridge, T. M. (2020). *Resistance Training for Children and Adolescents*, PEDIATRICS Volume 145, number 6
- Yavuz, H.U., Deniz Erdağb, D., Amcac, A.M., Aritanc, S. (2015). *Kinematic and EMG activities during front and back squat variations in maximum loads*, Journal of Sports Sciences. (Vol 33, Issue 10, Pages 1058-1066)
- Žeželj, A. (1978). *Veslanje*, Sportska knjiga Beograd