

**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ  
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА  
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ  
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА  
У КРАГУЈЕВЦУ

ПРИЈЕМ	18.10.2023	ПРЕДНОСТ
Орг. јед.		
05	M 143	

## 1. Одлука Већа за медицинске науке Универзитета у Крагујевцу

На седници Већа за медицинске науке Универзитета у Крагујевцу, одржаној 14.09.2023. године, одлуком број IV-03-681/46 формирана је Комисија за оцену и одбрану завршене докторске дисертације под називом „Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера“ кандидата Андреје Милутиновића, у следећем саставу:

1. др **Владимир Живковић**, редовни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област *Физиологија*, председник;
2. др **Емилија Стојановић**, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област *Методологија антропометрије*, члан;
3. др **Драган Радовановић**, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу за ужу научну област *Физиологија*, члан.

Комисија је прегледала и проучила докторску дисертацију Андреје Милутиновића и подноси Наставно-научном већу следећи

## 2. Извештај комисије о оцени и одбрани завршене докторске дисертације

### 2.1. Опис докторске дисертације

Докторска дисертација кандидата Андреје Милутиновића под називом „Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера“, урађена је под менторством проф. др Владимира Јаковљевића, редовног професора Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област *Физиологија*.

У уводном делу и теоретском разматрању, кандидат је на јасан и прецизан начин и цитирајући релевантну литературу изложио релевантне информације које се односе на анатомију зглоба колена и биомеханику зглоба колена, механизам повреде предњег укрштеног лигамента, факторе ризика за настанак повреде предњег укрштеног лигамента у

фудбалу, дијагностику и лечење предњег укрштеног лигамента са посебним освртом на типове графтова за реконструкцију предњег укрштеног лигамента и њихов утицај на опоравак.

Циљеви и хипотезе истраживања јасно су изложени и дефинисани у складу са одобреним приликом пријаве тезе. Циљ овог истраживања био је да се квантификује и упореди опоравак мишићне снаге екстензора и флексора колена након реконструкције ACL-а, у зависности од типа графта (пателе или хамстринга) код врхунских фудбалера, који пролазе упоредиви шестомесечни програм рехабилитације.

Материјал и методе рада су прецизно формулисани и подударају се са одобреним приликом пријаве тезе. У овом истраживању примењен је контролисани експериментални дизајн на хуманом моделу између (енгл. *between subject design* – за поређење између група у зависности од типа графта) и унутар испитаника (енгл. *within subject design* – за поређење повређене и неповређене ноге код истог испитаника). Фудбалери су сврстани у две групе, у зависности од коришћеног графта за реконструкцију ACL-а. Оба графта су фиксирана на бутној кости и голењачи применом интерферентних вијака. У групи где је примењен графт пателе, централна трећина пателарне тетиве (лигамента пателе) изолована је вертикалним резом блокирањем чашице и голењаче.

Седамнаест фудбалера је прошло реконструкцију ACL-а применом графта пателе или хамстринга. Мишићна снага екстензора и флексора колена мерена је три и шест месеци након реконструкције, коришћењем изокинетичког динамометра. Умерено-велике асиметрије у максималној мишићној снази екстензора колена између ногу у трећем месецу, код оба графта (графт пателе:  $p = 0.002$ ,  $g = -0.94$ ; графт хамстринга:  $p = 0.02$ ,  $g = -0.55$ ), смањене су на тривијалне у шестом месецу (графт пателе:  $p = 0.30$ ,  $g = -0.19$ ; графт хамстринга:  $p = 0.40$ ,  $g = -0.16$ ), без значајне разлике у индексу симетричности између графтова у шестом месецу ( $p = 0.62$ ,  $g = -0.24$ ). Слично, умерено-велике асиметрије у максималној мишићној снази флексора колена између ногу у трећем месецу, код оба графта (графт пателе:  $p = 0.13$ ,  $g = -0.50$ ; графт хамстринга:  $p = 0.01$ ,  $g = -0.97$ ), смањене су на тривијално-мале у шестом месецу (графт пателе:  $p = 0.25$ ,  $g = 0.18$ ; графт хамстринга:  $p = 0.01$ ,  $g = -0.47$ ); међутим, бољи индекс симетричности био је евидентан код графта пателе у поређењу са графтом хамстринга у шестом месецу ( $p = 0.007$ ,  $g = 1.43$ , велика). Кондициони тренери и физиотерапеути, који раде на опоравку фудбалера са реконструкцијом ACL-а коришћењем хамстринг графта, треба да се фокусирају на вежбе за јачање задње ложе, како би се обезбедила оптимална обнова мишићне снаге за потпуни повратак игри.

У поглављу „Дискусија“ детаљно су објашњени резултати истраживања, коментарисањем у односу на резултате претходно објављених истраживања.

## **2.2. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области**

Истраживања која су анализирали видео снимке везане за повреду ACL-а (енгл. *Anterior Cruciate Ligament*), откривају да се кидање лигамента код фудбалера углавном дешава

бесконтактно током динамичких активности, као што су доскок на једној ноzi, нагло успоравање или брза промена правца. Повећан валгус или варус колена у фронталној равни имају потенцијал да преоптерете ACL. Ипак, валгус колена је идентификован као чешћи механизам повреде ACL-а. У трансверзалној равни, унутрашња ротација голењаче, у односу на бутну кост, излаже ACL већем оптерећењу него спољашњи ротациони момент. Како је примарна улога ACL-а да се одупре предњој транслацији голењаче у односу на бутну кост, није изненађујуће да силе, које делују са предње и задње стране, оптерећују и растерећују ACL.

Фудбал је најпопуларнији тимски спорт широм света, са више од 275 милиона активних играча. Током тренинга и такмичења, фудбалери изводе опсежне интензивне активности, као што су убрзања, нагла заустављања, скокови, шутеви ка голу, промене правца и уклизавања. Ови покрети су идентификовани као ризични, пре свега уклизавања, као и успостављање баланса након шута и доскока, где се јавља највећи број повреда ACL-а.

Делимична или потпуна руптура ACL-а може довести до поновне нестабилности колена, оштећења менискуса, хроничног бола и остеоартритиса. Индикација за оперативно лечење, тј. реконструкцију ACL-а постоји код активних спортиста који желе да наставе да се баве спортом након повреде, код пацијената који имају удружену повреду менискуса, код особа код којих постоје мултилигаментарне повреде колена, као и код пацијената са израженом нестабилношћу колена током уобичајених дневних активности. Да би се смањио ризик потенцијалних даљих оштећења, артроскопски асистирана реконструкција ACL-а постала је најчешћи метод решавања руптуре ACL-а, у којем аутографт (сопствено ткиво) или алографт (ткиво донора) замењује покидани лигамент. Централна трећина тетиве пателе или тетиве хамстринга (*semitendinosus*-а и *gracilis*-а) најчешће су коришћени типови графта за реконструкцију ACL-а. Иако се прихватљива функција и стабилност колена постижу применом оба типа графта, они утичу на смањење снаге различитих мишићних група, са дефицитом око 50% на страни повређене ноге, забележеним четири недеље након ACL реконструкције.

Имајући у виду наведене чињенице циљ овог истраживања био је да се квантификује и упореди опоравак мишићне снаге екстензора и флексора колена након реконструкције ACL-а, у зависности од типа графта (пателе или хамстринга) код врхунских фудбалера, који пролазе упоредиви шестомесечни програм рехабилитације.

### **2.3. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области**

Претрагом доступне литературе прикупљене детаљним и систематским претраживањем биомедицинских база података „*Medline*“ и „*KoBSON*“, уз коришћење одговарајућих кључних речи: „*football*“, „*injury*“, „*rehabilitation*“, „*ligament tears*“, и „*ACL*“, нису пронађене студије сличног дизајна и методолошког приступа. Сходно наведеном, Комисија констатује да докторска дисертација кандидата Андреје Милутиновића под називом „**Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након**

реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера“ представља резултат оригиналног научног рада.

## 2.4. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

### А. Лични подаци

Андреја Милутиновић рођен је 15. августа 1979. године у Крагујевцу. Дипломирао на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду 2003. године. Мастер академске студије завршио на Факултету за спорт Универзитета „Унион Никола Тесла“ 4. марта 2021. године. Докторске студије, смер Експериментална и примењена физиологија са спортском медицином, уписао 2020. године на Факултету медицинских наука Универзитета у Крагујевцу. У жељи да унапреди опоравак спортиста, своја истраживања је усмерио на процес рехабилитације фудбалера и различите показатеље функционалног опоравка након повреде.

Део је стручног штаба Фудбалског клуба Динамо (Dynamo) из Москве (Head of Sport Science) и Интера (Inter) из Милана (Head of Rehabilitation). Кроз консултативне улоге и директно у рехабилитацији фудбалера, сарађивао је са више од 20 врхунских тимова (Real Madrid C.F., Borussia Dortmund, AFC Ajax, S.L. Benfica, ACF Fiorentina, FC Schalke 04, Hamburger SV, SV Werder Bremen, RSC Anderlecht, PFK CSKA Moscow, FC Shakhtar Donetsk, FK Partizan Beograd, FK Crvena Zvezda, Udinese Calcio, Sporting Club de Braga, FC Twente, Rayo Vallecano, Sevilla итд.). У каријери дугој више од две деценије, радио је на индивидуалном опоравку великог броја врхунских фудбалера, међу којима су актуелни репрезентативци Србије, Украјине, Хрватске, Италије, Немачке, Швајцарске и Русије.

Кандидат је аутор више оригиналних научних радова и први аутор у једном раду објављеном у часопису индексираном на *SCI* листи. Резултати рада наведени под редним бројем 1 саставни су део докторске дисертације, чиме је кандидат испунио услов за одбрану докторске дисертације.

### Б. Списак објављених радова (прописани минимални услов за одбрану докторске дисертације)

1. **Milutinović A, Jakovljević V, Dabović M, Scanlan A, Radovanović D, Orlova A, Stojanović E.** A comparison in knee flexor and extensor strength following ACL reconstruction in international, male soccer players receiving patellar tendon or hamstrings grafts. *Biol Sport.* 2024;41(1):107–117. **M21**
2. **Milutinović A, Jakovljević V, Dabović M, Faude O, Radovanović D, Stojanović E.** Isokinetic Muscle Strength in Elite Soccer Players 3 and 6 months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Strength Cond Res.* 2023;37(4):e297-e304. **M21**
3. **Milutinovic A, Copic N, Petrovic A, Dabovic M, Janicijevic D.** Muscle strength capacities in elite football players after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Bioeng Biomech.* 2021;23(2):107-114. **M23**

## 2.5. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Спроведено истраживање у потпуности је усклађено са пријављеном темом докторске дисертације. Циљеви истраживања и примењена методологија идентични су са одобреним у пријави тезе. Докторска дисертација кандидата Андреје Милутиновића садржи следећа поглавља: Увод, Циљеви и хипотезе, Материјал и методе, Резултати, Дискусија, Закључци и Литература. Поглавље Литература садржи 167 цитираних библиографских јединица из иностраних и домаћих стручних публикација.

На основу претходно изнетих чињеница, Комисија сматра да завршена докторска дисертација кандидата Андреје Милутиновића под називом „Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера“, по обиму и квалитету израде у потпуности одговара пријављеној теми дисертације.

## 2.6. Научни резултати докторске дисертације

Резултати овог истраживања показали су побољшање мишићне снаге екстензора и флексора колена, индекса симетричности удова (асиметрија мишићне снаге екстензора колена: графт пателе = 6%, графт хамстринга = 3%, асиметрија мишићне снаге флексора колена: графт пателе = 0%, графт хамстринга = 12%), као и односа хамстринга и quadriceps-а код оба типа графта након шестомесечног рехабилитационог програма. С обзиром на то да је рехабилитациони програм био мање ефикасан у обнови мишићне снаге флексора колена код фудбалера са реконструкцијом ACL-а применом графта хамстринга, кондициони тренери и физиотерапеути, који раде са фудбалерима са овим типом графта, треба да се фокусирају на вежбе за јачање задње ложе, како би се обезбедила оптимална обнова мишићне снаге, у одговарајућем временском оквиру за потпуни повратак игри. Узимајући у обзир да је ово прва студија која је разматрала опоравак мишићне снаге у односу на тип графта код врхунских фудбалера, добијени подаци могу помоћи у информисању клиничара, који раде са овом популацијом о очекиваним исходима опоравка између трећег и шестог месеца.

## 2.7. Примењивост и корисност резултата у теорији и пракси

Добијени резултати истраживања дају оригиналан допринос схватању опоравка фудбалера након реконструкције ACL у зависности од типа графта (пателе или хамстринга).

## 2.8. Начин презентирања резултата научној јавности

Резултати ове студије публиковани су као оригинално истраживање у часопису индексираним на SCI листи (категорија M21).

1. **Milutinović A, Jakovljević V, Dabović M, Scanlan A, Radovanović D, Orlova A, Stojanović E.** A comparison in knee flexor and extensor strength following ACL reconstruction in international, male soccer players receiving patellar tendon or hamstrings grafts. *Biol Sport*. 2024;41(1):107–117. **M21**

## ЗАКЉУЧАК

Комисија за оцену и одбрану завршене докторске дисертације кандидата Андреје Милутиновића под називом „**Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера**“, сматра да је истраживање у оквиру тезе базирано на актуелним сазнањима и валидној методологији и да је адекватно постављено и спроведено.

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Андреје Милутиновића, урађена под менторством проф. др Владимира Јаковљевића, представља оригинални научни допринос схватању опоравка фудбалера након реконструкције ACL у зависности од типа графта (пателе или хамстринга).

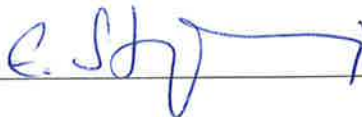
Комисија **предлаже** **предлаже** Наставно-научном већу Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу да докторска дисертација под називом „**Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера**“, кандидата Андреје Милутиновића буде позитивно оцењена и одобрена за јавну одбрану.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

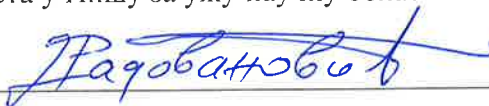
др Владимир Живковић, редовни професор Факултета медицинских наука  
Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област *Физиологија*, председник



др Емилија Стојановић, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у  
Крагујевцу за ужу научну област *Методологија антропометрије*, члан



др Драган Радовановић, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања  
Универзитета у Нишу за ужу научну област *Физиологија*, члан



У Крагујевцу, 16.10.2023. године