

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

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ  
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА

13. 01. 2023	
01	181

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

Одлуком Већа за медицинске науке Универзитета у Крагујевцу, број IV-03-962/29 од 20.12.2022. године именовани су чланови комисије за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата Андреје Милутиновића за израду докторске дисертације под називом:

**„Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера“**

Чланови испитне комисије су:

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

На основу увида у приложену документацију, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу следећи:

## **2. Извештај комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације**

### **2.1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације**

Фудбалери представљају једну од најризичнијих група за повреду предњег укрштеног лигамента (anterior cruciate ligament - ACL), поготово са повећањем такмичарског нивоа (нпр. врхунски и професионални). Повреда ACL-а представља значајан терет за здравствени систем, у погледу дијагнозе, операције и трошкова рехабилитације. Поред финансијског оптерећења, повреда ACL-а носи ризик накнадне повреде колена, дуготрајних здравствених последица и ране појаве остеоартритиса. Лечење ове трауме изазвало је велико интересовање у спортској медицини, посебно у фудбалу због учестале појаве. Реконструкција ACL-а је најчешћа метода лечења тоталне руптуре ACL-а, при чему се покидани лигамент у потпуности замењује аутографтом или алогографтом. Најчешће корићени типови графта за реконструкцију ACL-а су централна трећина пателарне тетиве, тетива квадрицепса или тетива хамстринга (комбиновани семитендинозус и грацилис). Након реконструкције ACL-а углавном се јавља дефицит мишићне снаге.

### **2.2. Процена научног доприноса крајњег исхода рада**

У постоперативним интервалима праћења, у распону од 4 месеца до 4 године, пријављени су неконзистентни резултати, као што је дефицит снаге екстензора колена код графта пателе у односу на графт хамстринга, дефицит снаге флексора колена код графта хамстринга у односу на графт пателе, али такође и подједнаки резултати снаге екстензора и флексора колена између ових графтова. Ови недоследни налази у постоперативном периоду отежавају доношење коначних закључака о оптималном типу графта који омогућава адекватну обнову мишићне снаге у постоперативном периоду након реконструкције ACL-а.

### **2.3. Наслов, циљеви и хипотезе докторске дисертације**

**Наслов:** Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера

#### **Циљеви:**

Поређење мишићне снаге (екстензора и флексора колена) шест месеци након реконструкције ACL-а у зависности од типа графта (графт пателе и хамстринга) код врхунских фудбалера.

Специфични циљеви истраживања су:

1. поређење мишићне снаге екстензора и флексора колена између повређене и неповређене ноге шест месеци након реконструкције ACL-а применом графта пателе;
2. поређење мишићне снаге екстензора и флексора колена између повређене и неповређене ноге шест месеци након реконструкције ACL-а применом графта хамстринга;
3. поређење мишићне снаге екстензора и флексора колена након шестомесечног постоперативног периода између врхунских фудбалера који су имали реконструкцију ACL-а применом графта пателе и врхунских фудбалера који су имали реконструкцију ACL-а применом графта хамстринга.

#### **Хипотезе:**

Асиметрија мишићне снаге екстензора и флексора колена између повређене и неповређене ноге биће неутралисана након шестомесечног постоперативног периода, независно од типа графта.

#### **Подхипотезе:**

1. Неће постојати значајна разлика у мишићној снази квадрицепса и хамстринга између повређене и неповређене ноге након шестомесечног постоперативног периода код врхунских фудбалера који су имали реконструкцију ACL-а применом графта пателе;
2. Неће постојати значајна разлика у мишићној снази квадрицепса и хамстринга између повређене и неповређене ноге након шестомесечног постоперативног периода код врхунских фудбалера који су имали реконструкцију ACL-а применом графта хамстринга;
3. Неће постојати значајна разлика у мишићној снази квадрицепса и хамстринга након шестомесечног постоперативног периода између врхунских фудбалера који су имали реконструкцију ACL-а применом графта пателе и применом графта хамстринга..

## **2.4. Методе истраживања**

### **2.4.1. Врста студије**

Контролисана студија на хуманом моделу.

### **2.4.2. Популација која се истражује**

Шеснаест врхунских фудбалера који се такмиче на највишем нивоу у различитим европским земљама, а који су прошли реконструкцију ACL-а (осам који имају аутографт пателе и осам аутографт хамстринга) учествоваће у постоперативном програму рехабилитације. Да би се осигурао врхунски узорак, биће укључени само фудбалери који су били у саставу националног тима или су се такмичили на међународном нивоу непосредно пре повреде. Све операције урадиће исти ортопед. Иницијални скрининг биће спроведен како би се искључили сви појединци који имају мишићно-скелетне повреде које

могу негативно утицати на резултате ове студије, као и значајну лезију менисуса и хрскавице (потврђено било магнетном резонанцом или артроскопијом у време операције). Након објашњења експерименталног дизајна, ризика и бенефита биће потписан пристанак за учествовање у студији.

### 2.4.3. Узорковање

#### Протокол рехабилитације

Рехабилитациони програм биће спроведен од стране искусног физиотерапеута који је у досадашњем раду успешно опоравио више од 100 фудбалера који су имали реконструкцију ACL-а. У постоперативном периоду сви фудбалери ће проћи кроз специфичан програм рехабилитације, који се показао као ефикасан за обнову мишићне снаге доњих екстремитета. Однос оптерећења у вежбама екстензије и флексије колена у прва четири месеца рехабилитације биће подешен у зависности од типа графта који је био коришћен за реконструкцију ACL-а (нпр. однос оптерећења квадрицепса и хамстринга код графта пателе: 60/40). У петом и шестом месецу оптерећење ће бити изједначено. Програм је подељен у фазе на основу степена опоравка ткива и способности зглоба да издржи захтеве оптерећења (1–4 недеље, 5–8 недеље, 9–12 недеље, 13–18 недеље и 19–24 недеље). Дужина једног тренинга биће 90 минута, 6 пута недељено. Мишићна снага биће обновљена изометријским, изотоничним и изокинетичким тренингом са прогресивним повећањем оптерећења, сложености и брзине покрета. Режим електричне стимулације (2×12 минута) биће примењен у прве 4 недеље након реконструкције ACL-а као додатак текућем програму рехабилитације, да би се смањио артрогени ефекат инхибиције мишића због отока, подржао опоравак мишићне снаге и омогућило додатно активирање инхибираних мотоневрона. У раној фази рехабилитације (почевши од 18 дана након уклањања шавова) хидротерапија биће примењена током две недеље (нпр. трчање у дубокој води, скокови, чучњеви, медицински подводни бицикл). Протокол рехабилитације описан је у нашој претходној студији и заснован је на смерницама које су недавно објављене у овој области.

#### 2.4.4. Варијабле које се мере у студији

Шест месеци након реконструкције ACL-а, мишићна снага екстензора (квадрицепса) и флексора колена (хамстринга) биће процењена коришћењем изокинетичког динамометра (HUMAC-NORM, Model 770; Computer Sports Medicine Inc., Stoughton, MA) чија је поузданост (интракласни коефицијент корелације = 0,82–0,93; типична грешка = 5,7–7,7%) претходно потврђена. Тест ће бити спроведен при угаоној брзини од 60°·s<sup>-1</sup>, која је сугерисана као најосетљивија за процену асиметрије екстремитета код спортиста са реконструкцијом ACL-а. Током тестирања, труп, карлица, надколеница и маллеоли биће фиксирани каишевима. Супротна нога биће фиксирана иза стабилизатора за скочни зглоб. Биће изведено 5 покрета флексије и екстензије са пасивним одмором између у трајању од 2 минута. Прво се тестира неповређена нога, а затим се исти поступак примењује за повређену ногу. Максимални вршни обртни моменти (Nm) забележени за концентричне

контракције квадрицепса и хамстринга биће узети као мере исхода. Индекс симетричности доњих екстремитета (LSI – limb symmetry index) биће израчунат за максимални вршни обртни момент екстензора и флексора колена дељењем постигнутог резултата повређене ноге са супротном ногом и помножен са 100 како би се добио проценат [ $LSI = [(вршни обртни момент повређене ноге)/(вршни обртни момент неповређене ноге)] \times 100$ ]. Конвенционални однос (концентрично/концентрично) хамстринга и квадрицепса (H/Q) биће такође израчунат као момент флексије подељен са моментом екстензије колена при истој угаоној брзини ( $60^\circ \cdot s^{-1}$ ) [ $H/Q \text{ ratio} = (вршни момент хамстринга)/(вршни момент квадрицепса)$ ].

#### **2.4.5. Снага студије и величине узорка**

Коришћењем програма G\*Power (version 3.1.9.4; Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany) препоручен је узорак од укупно 16 фудбалера [ $\alpha = 0.05$ ; effect size (ES) = 0.30; and power = 0.80] на основу истраживања које је испитивало симетрију мишићне снаге доњих екстремитета након реконструкције ACL-а

#### **2.4.6. Статистичка анализа**

За обраду података биће коришћен софтвер SPSS (version 25; IBM Corp., Armonk, N.Y., USA). Нормалност дистрибуције биће проверена применом Шапиро Вилк теста. За процену разлика између група и унутар групе биће примењена двофакторска (група: графт пателе и графт хамстринга; стање: повређена и неповређена нога) анализа варијансе (ANOVA). Разлике између и унутар групе биће интерпретиране ефектом (Cohen's d) као: тривијална (0-0.20), мала (0.20-0.60), умерена (0.60-1.20), велика (1.20-2.00) и веома велика (> 2).

#### **2.5. Значај истраживања за развој науке**

Ова студија може пружити корисне податке о обнови мишићне снаге екстензора и флексора колена у зависности од типа графта. Такође може пружити корисне референтне податке у вези са функционалним опоравком врхунских фудбалера након реконструкције ACL-а. Подаци могу бити важни са практичног аспетка и обезбедити смернице за физиотерапеуте и кондиционе тренере у погледу имплементације рехабилитационог и тренажног програма ради потпуне обнове мишићне снаге након реконструкције ACL-а. Поред тога, како је дефицит мишићне снаге повређене ноге углавном евидентан код спортиста и годину или две након операције, смернице рехабилитационог програм уз оптимизацију мишићне снаге у периоду од шест месеци могу имати финансијски значај за здравствени систем због решавања асиметрије у оптималном року и повратка спортисте на терен.

#### **2.6. Образложење теме докторске дисертације и оригиналност идеје**

Коришћење било ког од ових графтова доводи до слабљења екстензора (квадрицепса) или флексора колена (хамстринга). Показало се да употреба графта пателе првенствено доводи

до смањења снаге екстензора колена, док коришћење графта хамстринга утиче на снагу мишића флексора колена. Како употреба графта пателе може изазвати бол у предњем делу колена, пателофеморални остеоартритис, дуготрајну дисфункцију квадрицепса и повремене фрактуре пателе, неки хирурзи преферирају графт хамстринга због очувања функције квадрицепса. Ипак, слабљење хамстринга може имати изванредан утицај на рехабилитацију и поновну повреду, јер хамстринг штити ACL и надокнађује губитак стабилности колена без ACL-а. Штавише, ефекат стабилизације хамстринга испољава се приликом валгуса колена код инсуфицијенције медијалног лигамента. Слабост хамстринга је такође повезана са инфериорном функцијом колена након повреде ACL-а. Слабост мишића задње ложе и ниска коактивност у односу на квадрицепс такође повећава ризик настанка повреде ACL-а. Како квадрицепс делује као антагонист, нарушена функција овог мишића са јаким хамстрингом може заштитити ACL графт од сила усмерених са предње стране. Супротно, смањена снага хамстринга уз релативно високу снагу квадрицепса такође може представљати потенцијални фактор ризика за руптуру ACL-а.

## 2.7. Кратка биографија и научно-истраживачки рад кандидата

Андреја Милутиновић рођен је 15. августа 1979. године у Крагујевцу. Дипломирао је на Факултету спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду 2003. године. На истоименом факултету завршио је мастер академске студије 2005. године. Докторске студије, смер Експериментална и примењена физиологија са спортском медицином уписао је 2020. године на Факултету медицинских наука Универзитета у Крагујевцу. У жељи да унапреди опоравак спортиста, Андрејина истраживања су усмерена на процес рехабилитације фудбалера и различите показатеље функционалног опоравка након повреде.

Андреја је део 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.

Као први аутор објавио је један рад у целини у часопису категорије M21, чиме је испунио услов за пријаву докторске дисертације:

- **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.* 2022. doi: 10.1519/JSC.0000000000004331. **M21**

### 3. Предлог ментора

За ментора ове докторске дисертације предлаже се проф. др Владимир Јаковљевић, редовни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област Физиологија. Проф. др Владимир Јаковљевић испуњава све услове за ментора докторских дисертација, у складу са стандардом 9. за акредитацију студијских програма докторских академских студија на високошколским установама.

#### 3.1. Компетентност ментора

Проф. др Владимир Јаковљевић

1. 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.* 2022. doi: 10.1519/JSC.0000000000004331
2. Stojanović E, Radovanović D, Dalbo VJ, **Jakovljević V**, Ponorac N, Agostinete RR, Svoboda Z, Scanlan AT. Basketball players possess a higher bone mineral density than matched non-athletes, swimming, soccer, and volleyball athletes: a systematic review and meta-analysis. *Arch Osteoporos.* 2020;15(1):123.
3. Cikiriz N, Milosavljevic I, Jakovljevic B, Bolevich S, Jeremic J, Nikolic Turnic T, Mitrovic M, Srejavic I, Bolevich S, **Jakovljevic V**. The influences of chokeberry extract supplementation on redox status and body composition in handball players during competition phase. *Can J Physiol Pharmacol.* 2021;99(1):42-47.
4. Nedić O, Šunderić M, Miljuš G, Valdevit Z, **Jakovljević V**, Glibetić M, Vučić V. Preparatory training attenuates drastic response of the insulin-like growth factor binding protein 1 at the point of maximal oxygen consumption in handball players. *J Sport Health Sci.* 2017;6(3):372-377.
5. Arsic A, Vucic V, Glibetic M, Popovic T, Debeljak-Martacic J, Cubrilo D, Ahmetovic Z, Peric D, Borozan S, Djuric D, Barudzic N, **Jakovljevic V**. Redox balance in elite female athletes: differences based on sport types. *J Sports Med Phys Fitness.* 2016;56(1-2):1-8.

### 4. Научна област дисертације

Медицина. Ужа научна област: Физиологија.

Предмет истраживања се односи на поређење мишићне снаге ексензора и флексора колена шест месеци након реконструкције ACL-а у зависности од типа графта (графт пателе и хамстринга) код професионалних фудбалера.

### 5. Научна област чланова комисије

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

Сви предложени чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Андреје Милутиновића имају стручне и научне компетенције подударне са предметом истраживања.



### Закључак и предлог комисије

На основу увида у резултате досадашњег научно-истраживачког рада Андреје Милутиновића, комисија закључује да кандидат испуњава услове да приступи изради докторске дисертације. Предложена тема је научно оправдана, дизајн истраживања је прецизно постављен и дефинисан, методологија је јасна.

Комисија предлаже Научно-наставном већу Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу да прихвати пријаву теме докторске дисертације кандидата Андреја Милутиновића под називом: „**Мишићна снага екстензора и флексора колена шест месеци након реконструкције предњег укрштеног лигамента: поређење графта пателе и хамстринга код фудбалера**“ и одобри њену израду.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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



2. др **Иван Срејовић**, ванредни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област *Физиологија*, члан



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



У Крагујевцу, 28.12.2022. године