KOMISIJA ZA PREGLED I OCENU
TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Predmet: Izveštaj o pregledu i oceni teme doktorske disertacije Borisa Širaiya, studenta sa programa doktorskih studija.

Na 11. sednici Nastavno-naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, održanoj 13.07.2018. godine, u skladu sa članom 29 i 30 Statuta Fakulteta, doneta je Odluka o formiranju Komisije za pregled i ocenu teme doktorske disertacije Borisa Širaiya, pod naslovom: „EVALUACIJA JEDNOKANALNOG TELEMETRIJSKOG EKG UREĐAJA U RAZLIČITIM SUBMAKSIMALNIM I MAKSIMALNIM LABORATORIJSKIM I TERENSKIM TESTOVIMA“ (akt-02-br. 1372/18-3, od 12.07.2018). Komisija je formirana u sastavu:

- Vanredni profesor dr Vladimir Ilić, predsednik komisije, FSFV
- Redovni profesor dr Milivoj Dopsaj, član, FSFV
- Redovni profesor dr Dragan Mirkov, član, FSFV
- Vanredni profesor dr Roman Trobec, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

Nakon pregleda dostavljenog materijala Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću sledeći

I Z V E Š T A J

Biografija

Boris Širaiy je rođen 15. maja 1985. godine u Ljubljani, Republika Slovenija. Osnovnu školu u Cerknici je završio 2000. godine, a Srednju ekonomsku školu u Postojni 2004. godine. U tom periodu aktivno se bavio igranjem košarke u mlađim kategorijama KK Cerknica. Najveći uspeh je postigao osvajanjem 4. mesta na „finalfouru“ prvenstva Slovenije za juniore. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu upisao je 2005. godine i osnovne studije završio u roku, 2009. godine. Petu godinu akademskih studija upisao je 2009. godine i takođe završio u roku, 2010. godine. Doktorske akademske studije upisao je 2015. godine i uspešno je položio sve ispite. U poslednjoj godini studija počeo je saradnju sa Institutom „Jožef Stefan“ iz Ljubljane gde radi kao gostujući istraživač na projektu razvoja telemetrijskog EKG senzora i implementaciji istog u sportsku praksu. U periodu od 2008. do 2015. godine radio je kao košarkaški trener u nekoliko košarkaških klubova, a najveće uspehe je postizao kao član stručnog štaba mlađih kategorija KK Union Olimpija Ljubljana.

Objavljeni radovi:

- **Širaiy, B**., Ilić, V., Trobec, R. (2018). Evaluating telemetric ECG body sensor signal in exercise stress test: Pilot study. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, Croatia, 21-25. May* 2018, pp. 289-294.
- **Širaiy, B.**, Stanič, J.U., Poplas, A.S., Katkič, Z. (2018). Impact assessment of the morning gymnastics "1000 movements" via ECG and sport test. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, Croatia, 21-25. May* 2018, pp. 284-288.

Predlog teme doktorske disertacije

Boris Širaiy je za izradu doktorske disertacije predložio temu "EVALUACIJA JEDNOKANALNOG TELEMETRIJSKOG EKG UREĐAJA U RAZLIČITIM SUBMAKSIMALNIM I MAKSIMALNIM LABORATORIJSKIM I TERENSKIM TESTOVIMA". U skladu sa internim pravilima doktorskih studija, jula 2018. godine, pred nastavnicima i zainteresovanom javnošću je održana javna prezentacija Predloga projekta doktorske disertacije. Na osnovu prezentacije, predlog teme i projekta istraživanja za izradu doktorske disertacije je pozitivno ocenjen.

Obrazloženje teme

U obrazloženju teme autor je naveo da su srčane bolesti najčešći uzrok iznenadne smrti među sportistima rekreativnog i profesionalnog nivoa (Corrado, Basso, Rizzoli, et al, 2003; Marijon, Tafflet, Celermajer, et al., 2011; Thompson, Franklin, Balady, et al., 2007). Uprkos tome, što pogotovo profesionalni sportisti prolaze kroz mnoga testiranja i preglede još uvek dolazi do mnogih incidenata u toku treninga i takmičenja pa tako kardiovaskularne bolesti uzrokuju smrt više od 90% sportista (Mazić, Ilić, Đerić, et al., 2011).

Autor navodi da su najčešći razlozi iznenadne srčane smrti kod osoba mlađih od 35 godina su neotkrivene aritmije (Chandra, Bastiaenen, Papadakis, Sharma, 2013; Harmon, Asif, Klossner, Drezner, 2011), dok kod osoba starijih od 35 godina najčešći uzrok predstavlja koronarna bolest koja više pogađa muškarce nego žene (Borjesson, Pelliccia, 2009; Chandra, Bastiaenen, Papadakis, Sharma, 2013). Dve studije izvedene u Francuskoj potvrdile su da dnevno dolazi do 3 iznenadne srčane smrti i do 4 infarkta miokarda kod rekreativnih sportista (Chevalier, Hajjar, Douard, et al., 2009; Marijon, Uy-Evanado, Reinier, et al., 2015). Studija izvršena u periodu od 1985. do 1995. godine (Maron, Shirani, Poliac, et al., 1996), potvrdila je, da je od 158 iznenadnih srčanih smrti sportista čak 134 uzrokovano kardiovaskularnim bolestima, od čega su samo 24 sportista u periodu od tri godine pre smrti imala simptome kardiovaskularnih oboljenja.

U sportskom srcu dešavaju se elektrofiziološke promene koje su normalne, a ispoljavaju se u promeni srčanog ritma, u provođenju i repolarizaciji, kao i u promeniprekordijalne voltaže, što uzrokuje promene u EKG nalazu (Popović, et al., 2007).

Najčešći nalaz kada se radi o promeni ritma je sinusnabradikardija u mirovanju, koja se pojavljuje kod većine sportista koji treniraju dinamičke sportove, kod takvih sportista zabeležene su čak frekvencije od 25 bpm (Popović, et al., 2007). Kod osoba sa sportskim srcem takođe je veoma često zabeležena sinusna aritmija, čak u 13% do 69% slučajeva, što je mnogo više nego kod opšte populacije gde ima od 2,4% do 20% sinusnih aritmija (Popović, et al., 2007). Ovi ritmovi nestaju sa fizičkom aktivnošću, kada počinje rasti simpatička komponenta autonomne regulacije (Puffer, 2001; Landelius, Norinder, Svedenhag, Nowak, Sylven, 2000). Veoma česta pojava je i poremećaj provođenja, kod sportista se u 6% do 33% slučajeva pojavljuje atrioventrikularni blok prvog stepena, što je mnogo više nego kod opšte populacije gde se pojavljuje u svega 0,65% slučajeva. Kod onih sportista kod kojih taj blok nije zastupljen često je primećeno relativno produženje P-R intervala. Takođe, i ove promene nestaju sa početkom vežbanja (Puffer, 2001; Mark, et al., 2001). Atrioventrikularni blok drugog stepena, tipa Mobitz I i II, kod sportista je zastupljen u 0,125% do 10% slučajeva, dok se kod opšte populacije pojavljuje samo u 0,003% slučajeva (Puffer, 2001; Mark, et al., 2001). postavlja se pitanje kako razlikovati patološke promene od fizioloških. S obzirom na čestu pojavu iznenadne srčane smrti kod profesionalnih i rekreativnih sportista koja je najčešće uzrokovana elektrofiziološkim poremećajima srčanog ritma, potrebno je jasno razgraničiti patološke karakteristike kardiovaskularnog sistema od adaptacije na fizički napor. Uzimajući u obzir podatak da čak 55-80% sportista umrlih od iznenadne srčane smrti nije imalo nikakve prethodne simptome oboljenja srca (Drezner, Courson, Roberts, et al., 2007), s pravom se postavlja pitanje šta bi još moglo da se uradi u cilju prevencije i otkrivanja osoba sa povećanim rizikom.

U nastavku autor predlaže testiranje telemetrijskog EKG uređaja u različitim laboratorijskim i terenskim testovima. Jednokanalni EKG uređaj korišćen u ovom istraživanju razvijen je na Institutu Jožef Stefan u Ljubljani i sertifikovan je kao medicinski EKG uređaj koji ispunjava sve neophodne standarde i sertifikovan je kao medicinska sprava tipa IIa (CE 1304), te ispunjava standarde EN ISO 13485:2003/AC:2007 prema direktivi o medicinskim pomagalima broj 93/42/EGS-Mdd. Uređaj je detaljno opisan u studiji (Trobec, Tomašić, Rashkovska, Depolli, Avbelj, 2018), i dizajniran je za dve elektrode koje se lepe na telo u razmaku 5 cm jedna od druge, u sebi sadrži analogni prednji kraj, mikrokontoler niske napetosti, Blutut radio V4.0 niske napetosti, keramičku čip antenu i litijumsku bateriju. Analogni prednji kraj je dizajniran tako da sprečava smetnje od strane drugih radio frekvencija. Filtriranje signala vrši se posebnim filterom (0,15 Hz do 250 Hz, - 3dB) koji filtrira signal pre nego što uđe u 10 bitni konverter mikrokontrolera sa frekvencijom snimanja od 125 Hz za standardni monitoring rada srca. Frekvencija može da se za medicinske analize i istraživanja poveća do 1000 Hz. 16 bitni mikrokontroler (TexasInstruments, MSP430F2274) sadrži 32 kB FLASH-a, 1 kB RAM-a i temperaturni čip senzor. Mikrokontroler ima dovoljno perifernih ulaza koji mogu podržati ostale senzore koji se nalaze unutar EKG-a, poput akcelerometra, senzora temperature kože, itd. Za Blutut radio vezu koristi se Nordic Semiconductor čip nRF8001. Uređaj se napaja litijumskom baterijom CR2032, koja ima kapacitet sedmodnevnog kontinuiranog snimanja i zbog toga je primeren za dugotrajni monitoring srčanog rada. Dimenzije uređaja su 130 mm x 35 mm x 14 mm, a težina je 21 g,

pa zbog svojih dimenzija i male težine ne smeta korisniku u toku vršenja svakodnevnih aktivnosti.

EKG uređaj iz ove studije prethodno je bio validiran sa standardnim 12-kanalnim EKG-om (Trobec, et al., 2014). Ta studija je pokazala da je senzor potpuno validan i da se signal u potpunosti pokriva sa signalom standardnog EKG-a. Takođe, napravljena je studija u kojoj je sa tri različite sprave praćena frekvencija srca u toku spavanja i u toku vožnje bicikla, a rezultati istraživanja pokazali su da najpreciznije vrednosti daje EKG uređaj korišćen u ovom istraživanju (Strnad, 2017). Ukoliko se u ovom istraživanju ispostavi da je signal dobijen u toku fizičke aktivnosti upotrebljiv za detaljnu analizu, onda bi ovaj uređaj mogao predstavljati značajnu pomoć u sportskoj dijagnostici i u prevenciji iznenadne srčane smrti. Navedene činjenice autor je iskoristio za formulisanje predmeta, problema i ciljeva koje je potrebno istražiti.

Predmet istraživanja predstavlja evaluacija telemetrijskog EKG senzora u toku izvođenja fizičke aktivnosti u različitim maksimalnim i submaksimalnim laboratorijskim i terenskim testovima. Predmet istraživanja je formulisan u odnosu na činjenicu da postoji potreba za uvođenjem novih tehnologija u sport koje će sportskim lekarima i trenerima pomoći prilikom sprečavanja i detekcije iznenadnih i neočekivanih događaja na sportskim terenima, u ovom slučaju iznenadne srčane smrti sportiste. Predmet istraživanja je formulisan u odnosu na činjenicu da u dosadašnjim istraživanjima nije pronađena metodologija koja omogućava optimalan kvalitet EKG signala izmeren telemetrijskim EKG senzorom u toku fizičke aktivnosti u laboratoriji, kao i da ne postoje istraživanja u terenskim uslovima u kojima je evaluiran kvalitet elektrokardiograma dobijenog telemetrijskim EKG aparatom .

Problem istraživanja prestavlja uticaj različitih pozicija postavke uređaja prilikom izvođenja fizičke aktivnosti u različitim uslovima, kao što su složenost zadatka, znojenje, sile koje deluju na uređaj i vibracije, na kvalitet signala.

Cilj istraživanja je utvrditi da li je moguće jednokanalnim telemetrijskim EKG senzorom kvalitetno meriti električnu aktivnost srca u toku fizičke aktivnosti u laboratorijskim i terenskim uslovima. Takođe, cilj je utvrditi na kakav način i na koju poziciju je najbolje postaviti senzor kako bi se dobio najbolji mogući EKG signal.

U skladu sa ciljevima istraživanja autor je definisao četiri **hipoteze**: (H1) telemetrijskim EKG senzorom je moguće kvalitetno meriti EKG signal u toku vršenja fizičke aktivnosti u laboratorijskim i terenskim uslovima; (H2) EKG signal izmeren na poziciji LI je kvalitetniji nego na poziciji LS; (H3) složenost i uslovi testiranja utiču na kvalitet signala; (H4) odabir pravog načina fiksacije smanjuje broj remetećih faktora.

U okviru predloženog istraživanja autor će izvesti eksperiment koji će uključivati minimum 20 ispitanika koji će obaviti 4 laboratorijska i 6 terenskih testova. Laboratorijska testiranja će biti izvršena u Metodičko-istraživačkoj laboratoriji Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu, a terenski testovi će biti izvršeni na trim stazi u Košutnjaku i na stadionu u Košutnjaku. Kandidati koji će učestvovati u studiji će biti bez prethodnih poznatih srčanih problema.

Pretest i posttest biće sprovedeni u različitim danima sa pauzom od najmanje 24 časa između testova. U pretestu ispitanici će obaviti jedan od terenskih ili laboratorijskih testova sa uređajem koji će biti pričvršćen samo elektrodama (u laboratorijskom testiranju), odnosno dodatno pričvršćen Omniplast trakom (u terenskim tesovima), dok će se u posttestu koristiti napredno pričvršćivanje. Protokol pretesta i posttesta biće identičan.

Za analizu EKG signala biće korišćen kliničkim program QuickReader® AFT-1000, koji je namenjen za detaljnu analizu Holterskih snimaka (HolterSupplies, Pariz, Francuska). Program omogućava detaljnu analizu snimaka i detekciju svih patologija koje se eventualno pojavljuju u toku delovanja srca. Program izvršava automatsku analizu snimaka, a pored samostalne softverske analize omogućava i vizuelni pregled EKG snimaka. Ovim programom će se utvrditi da li je telemetrijskim EKG uređajem moguće kvalitetno meriti EKG signal u toku vršenja fizičke aktivnosti u laboratorijskim i terenskim uslovima (H1).

Za ispitivanje uticaja različitih pozicija pričvršćivanja senzora na kvalitet signala u laboratorijskim testovima biće korišćena analiza varijanse (ANOVA) sa ponovljenim merenjima, kojom će se utvrditi da li postoje razlike u kvalitetu signala na pozicijama LI i LS (H2). Kako bi utvrdili da li složenost i uslovi testiranja utiču na kvalitet signala (H3) i da li način pričvršćivanja smanjuje broj remetećih faktora (H4) u laboratorijskim i terenskim uslovima biće korišćen t-test za zavisne varijable.

Stanje naučnog područja u kome se radi doktorska disertacija

Srce predstavlja najznačajniji organ u ljudskom telu i ostali vitalni organi poput mozga, opstaju zahvaljujući kruženju krvi kroz telo. Srce ima ulogu pumpe u telu koja potiskuje krv kroz krvotok, a za njegovo delovanje je od suštinskog značaja električna aktivnost mišićnih ćelija, pa je upravo najviše ozbiljnih srčanih bolesti povezano sa poremećajem električne aktivnosti srca (Sundnes, Lines, Cai, Nielsen, Mardal, Tveito, 2006).

I pored značajnog napretka sportske medicine i još uvek se dešavaju iznenadne srčane smrti sportista u toku fizičke aktivnosti. To ostavlja prostor uvođenju novih tehnologija u sportsku praksu koje bi mogle da još više smanje postojeći rizik i pomognu u detekciji eventualnih srčanih mana koje se teško otkrivaju kliničkim pregledom i standardnim testovima opterećenja.

Očekivani naučni doprinosi i njihova primena u praksi

Tehnologije koje se u današnje vreme veoma brzo razvijaju i napreduju još nisu dovoljno testirane u praksi da bi mogle dati sigurne rezultate sa kojima bi sportski lekari i ostali sportski radnici postavljali sigurne dijagnoze. Danas je na tržištu dostupan veliki broj uređaja od kojih velika većina nije prošla nikakva ozbiljna testiranja i analize. Jedno detaljnije istraživanje takve vrste moglo bi otvoriti vrata široj primeni sličnih uređaja u sportskoj praksi kao i pobuditi nova testiranja kao i pronalazak novih načina za još bolje i kvalitetnije rezultate.

S obzirom na to da postoji veoma mali broj prethodnih istraživanja sa sličnim uređajima u laboratorijskim uslovima, kao i da prema našem saznanju nema prethodnih istraživanja takve vrste u terenskim uslovima, najznačajniji nalaz u ovom trenutku bi predstavljala eventualna potvrda da je moguće kvalitetno meriti EKG signal takvim uređajem u laboratorijskim i terenskim testovima. Takođe, takvi rezultati bi stvorili mogućnost za kreiranje novih istraživanja u kojima bi se na jednostavan način došlo do sveobuhvatnijih i kvalitetnijih informacija o stanju srčanog mišića pojedinca u terenskim uslovima, što do sada nije bilo moguće.

Obrazlaganje problema, određivanje cilja, formulisanje hipoteza i razrada metodoloških uslova istraživanja pretežno je zasnovano na istraživanjima publikovanim u naučnim časopisima. Bibliografske jedinice su korektno navedene u tekstu i u spisku literature.

Predlog i saglasnost mentora

S obzirom na prirodu problema kojim se kandidat bavi u obrazloženju teme doktorske disertacije, kao i s obzirom na saradnju u toku pripreme istraživanja, predlažemo da mentor u realizaciji projekta doktorske disertacije bude vanredni profesor dr Vladimir Ilić.

Vanredni profesor dr Vladimir Ilić ispunjava uslove predviđene Standardima za akreditaciju studijskih programa doktorskih studija i saglasan je da po predloženoj temi bude mentor u realizaciji doktorske disertacije Borisa Širaiya.

Mišljenje i predlog komisije

Doktorska disertacija Borisa Širaiya usmerena je na evaluaciju signala jednokanalnog telemetrijskog EKG uređaja u laboratorijskim i terenskim uslovima. Tema je formulisana na osnovu analize postojeće literature.

Problem istraživanja detaljno je obrazložen, a cilj i hipoteze jasno su formulisani. Predviđene metode u istraživanju omogućavaju realizaciju postavljenog cilja istraživanja.

Istraživanje će omogućiti nova, metodološki zasnovana znanja na području dijagnostikovanja eventualnih srčanih problema ispitanika u laboratorijskim i realnim uslovima. Primenom nove tehnologije omogućiće se efikasnije i dugotrajnije praćenje rada srca u toku vežbanja, što će omogućiti efikasnije otkrivanje eventualnih srčanih oboljenja kod sportiste. Rezultati istraživanja će imati neposrednu primenu u daljim istraživanjima iz polja kardiovaskularne medicine.

Predlažemo da Nastavno-naučno veće prihvati Izveštaj komisije i Veću naučnih oblasti društveno-humanističkih nauka uputi odluku kojom se odobrava tema doktorske disertacije Borisa Širaiya pod naslovom “EVALUACIJA JEDNOKANALNOG TELEMETRIJSKOG EKG UREĐAJA U RAZLIČITIM SUBMAKSIMALNIM I MAKSIMALNIM LABORATORIJSKIM I TERENSKIM TESTOVIMA“.

U Beogradu, 24.9.2018. godine

Članovi Komisije:

_____

Vanredni profesor dr Vladimir Ilić, član, FSFV

_____

Redovni profesor dr Milivoj Dopsaj, član, FSFV

_____

Redovni profesor dr Dragan Mirkov, član, FSFV

_____

Vanredni profesor dr Roman Trobec, član, Institut Jožef Stefan, Slovenija