

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROJ_ZP_2008/191

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z3-9625
Naslov projekta	Razvoj in ovrednotenje novih fizioterapevtskih metod za doseganje optimalne mišične zmogljivosti in zdravljenje mišične atrofije
Vodja projekta	21036 Alan Kacin
Tip projekta	Zt Podoktorski projekt - temeljni
Obseg raziskovalnih ur	3.400
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2008
Nosilna raziskovalna organizacija	382 Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	11 Neusmerjene raziskave (temeljne)

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

<p>Predstavitev problema in cilji raziskovalnega projekta</p> <p>Zmanjšana raba mišic pred in po operativnem posegu na poškodovanem kolenskem sklepu izzove mišično atrofijo. Čeprav se fizioterapevtska obravnava začne takoj po opravljenem operativnem (artroskopskem) posegu na poškodovanem sklepu, je učinek preprečevanja nastanka mišičnih atrofij nezadovoljiv. Zaradi nevarnosti, da z izvajanjem vaj v zgodnjem obdobju preobremenimo in poškodujemo rekonstruirane vezivno-tkivne strukture, so dinamične vaje proti uporabi iz večini</p>

fizioterapevtskih in rehabilitacijskih protokolov izvzete. Pooperativna izguba mišične mase je torej v veliki meri neizbežna posledica razbremenjevanja uda potrebnega za optimalno celjenje vezivnotkivnih sklepnih struktur. Razvoj fizioterapevtske metode, ki bi sprožila hipertrofijo in prirast mišične zmogljivosti ter obenem omogočala varno celjenje sklepnih struktur, bi močno izboljšala možnosti za hitro in učinkovito rehabilitacijo. Glede na splošno sprejeto hipotezo o nujnosti izrazito povečana mehanske obremenitev mišičnega tkiva za doseganje hipertrofije, se zdi, da je mišična atrofija pri razbremenjevanju poškodovanega sklepa neizbežna posledica zdravljenja. Vendar obstaja nekaj raziskav, ki kažejo, da z zmanjšanim pretokom krvi skozi aktivne mišice med vadbo proti uporju z majhnimi bremenimi lahko izzovemo izrazit prirastek mišične mase, medtem ko vadba enake intenzitete brez spremenjenega toka krvi, nima nobenega učinka. To se v veliki meri pripisuje povečani tvorbi ravnega hormona po ishemični vadbi, ki je primerljiva s koncentracijami ravnega hormona po visoko intenzivni vadbi proti uporju. Spremembe v celičnem metabolizmu bi torej lahko bile pomemben sprožilni dejavnik mišične hipertrofije tudi v odsotnosti izrazito povečane mehanske obremenitve tkiva. Vadba proti uporju z zmanjšanim pretokom krvi skozi mišico namreč pospeši izčrpavanje visoko energetskih fosfo-kreatinskih molekul in kopičenje laktata v primerjavi z vadbo enake intenzitete, a normalnim krvnim pretokom. Mehanizem s katerim nenadne spremembe v presnovi visoko-energetskih fosfatov ali drugih metabolitov sprožijo proces hipertrofije za zdaj niso znani. Druga možna razlaga je, da med ishemično vadbo pride do spremembe v zaporedju aktivacije motoričnih enot v korist večjih, pretežno anaerobnih motoričnih enot. Zanimivo je, da rezultati posameznih raziskav kažejo ravno nasprotno; nizko intenzivna ishemična vadba naj bi bila ekstremna oblika vadbe za vzdržljivost, ki povzroči povečan delež mišičnih vlaken tipa I, več glikogenskih zalog ter gostejšo kapilarno mrežo in s tem povečano oksidativno kapaciteto mišice. Primerjava med raziskavami z nasprotujočimi se rezultati je problematična zaradi zelo različnih protokolov vadbe in stopnj ishemiije. Iz navedenega je moč sklepati, da je končni učinek ishemične vadbe ni enoznačen, ampak je odvisen od vrste mišičnih kontrakcij (izotonična vadba proti uporju ali dinamična koncentrična vadba-kolesarjenje) in stopnje zmanjšanja krvnega pretoka skozi mišico (venska okluzija, delna arterijska okluzija ali popolna arterijska okluzija). Fiziološki mehanizmi učinkov ishemične vadbe na mišično maso in zmogljivost še niso jasni. Eno ključnih vprašanj je ali je začetni sprožilni dejavnik mišične hipertrofije tkivna hipoksija ali kopičenje metabolitov v mišici. Proučevanje vadbe proti uporju z zmanjšanim deležem kisika v vdihanem zraku ob nemotenem pretoku krvi skozi delujoče mišice bi bilo verjetno ključno pri razločevanju vloge tkivne hipoksije od kopičenja metabolnih produktov v mišici. Obstaja torej vrsta odprtih vprašanj o mehanizmih delovanja ishemične vadbe na mišično tkivo, optimalnih parametroh ishemične vadbe in njeni varnosti v zgodnjem pooperativnem obdobju. V podoktorskem projektu smo zato izpostavili tri ključne raziskovalne cilje:

- 1) proučiti fiziološke mehanizme, ki botrujejo izboljšani mišični zmogljivosti in hipertrofiji med vadbo z zmanjšano dostavo kisika aktivnim mišicam,
- 2) primerjati tri različne fizikalne metode s katerimi bi lahko izzvali spremenjeno kinetiko kisika v mišici in s tem identificirati potencialno najbolj učinkovito novo terapevtsko metodo,
- 3) ovrednotiti učinkovitost nove terapevtske metode na pacientih s po-operativno mišično atrofijo in disfunkcijo.

Potek dela in realizacija raziskovalnega programa

Preliminarna faza

V prvem letu podoktorskega projekta je bila v celoti izvedena preliminarna faza (faza 1) raziskovalnega dela. Pridobljeno je bilo soglasje Republiške komisije za medicinsko etiko k raziskavi, dokupljena in najeta manjkajoča merilna oprema (nadgradnja obstoječega računalniškega sistema za zajemanje podatkov in razširitev kapacitet posameznih fizioloških modulov (večkanalni EMG, EKG, neinvazivni merilnik arterijskega krvnega tlaka, itn.) in najem merilnika za merjenje dinamike kisika v mišici (NIRS; Near-Infrared Spectroscopy)), dosežen dogovor o sodelovanju z Ortopedsko kliniko, UKC Ljubljana in Onkološkim inštitutom glede izvedbe raziskave in slikanja preseka mišic z magnetno resonančno metodo, konfiguracija raziskovalnega laboratorija in bazično testiranje opreme potrebne za izvedbo eksperimentov (napihljive stegenske manšete, kompresijske nogavice, trenažerja, merilne celice sil, itd.). Sledilo je pilotsko testiranje fizioloških odzivov na akutno aplikacijo treh predlaganih eksperimentalnih intervencij za spreminjanje oksigenacije mišičnega tkiva, ki bi potencialno lahko bile uporabljene

kot novo fizioterapevtsko sredstvo za pospeševanje normalne stopnje hipertrofije in izboljšanja zmogljivosti mišice kvadriceps: 1) arterijska okluzija z napihljivimi manšetami v ingvinalnem področju (pritisk ≥ 230 mmHg) 2) zmanjšan venski krvni pretok povzročen s kompresijskimi nogavicami (~ 50 mm Hg) in 3) zmanjšana oksigenacija arterijske krvi povzročena z vdihavanjem plinske mešanice z znižanim deležem kisika ($FO_2 = 11\%$; normobarična hipoksija).

Preiskovanci in vstopni kriteriji

Za doseganje zastavljenih ciljev projekta je bila izvedena vrsta eksperimentov na zdravih posamezniki tako pred kot po obdobju programa telesne vadbe. Sodelovanje v raziskovalnem projektu je bilo prostovoljno, kar so zainteresirani posamezniki, po natančnem seznanjenju s potekom raziskave, potrdili s pisnim pristankom. Oblikovali smo dve skupine po deset zdravih prostovoljcev (starost od 18 do 35 let), brez predhodnih poškodb ali obolenj kolenskih sklepov., mišičnih atrofij, kardiovaskularnih ali respiratornih bolezni. Pred dokončno vključitvijo prostovoljcev v raziskavo so vsi kandidati opravili zdravniški pregled in pridobili soglasje zdravnika.

Interventna študija I – Ishemična vadba

S prvo interventno študijo (prvi del faze 2) smo na skupini desetih zdravih prostovoljcev ovrednotili fiziološke učinke intermitentne arterijske okluzije med 5-tedenskim (18 vadbenih enot) intenzivnim treningom mišice kvadriceps (ishemična vadba). Pred pričetkom programa vadbe so bili vsi preiskovanci najprej seznanjeni s celotnim testnim protokolom med enotedenskim obdobjem seznanjanja (*familiarisation*). Nato so bili podvrženi skupini testov za ovrednotenje izhodiščne mišične mase in zmogljivosti ter kardiovaskularnih in metabolnih odzivov na mišično aktivacijo v normalnih pogojih in med arterijsko okluzijo:

Test maksimalne hotene kontrakcije (MVC). Maksimalno hoteno izometrično silo ekstenzorjev in fleksorjev kolena smo ovrednotili z elektronskim silomerom. Med testom so preiskovanci sedeli na stolu, kolki so bili v položaju 85° fleksije. Spodnji ud na merjeni strani je bil v predelu gležnja s trakom pritrjen na ročico silomera. Po predhodnem ogrevanju testiranih mišic, so preiskovanci izvedli maksimalno izometrično kontrakcijo ekstenzorjev kolena v položaju 85° fleksije. Vsaka posamezna maksimalna kontrakcija je traja $\sim 4-5$ sekund in se je ponovila trikrat.

Test maksimuma 1 ponovitve (IRM). Testiral se je IRM za enonožni potisk spodnjega uda (*leg press*) in enonožni izteg kolena (*knee extension*). Pred testiranjem je preiskovanec najprej osvojijo pravilno tehniko dvigovanja. Po predhodnem ogrevanju je opravili maksimalno število dvigov z 80% pričakovanega IRM. Pri vsakem naslednjem dvigu smo breme povečali za 5% , dokler preiskovanec ni več sposoben dvigniti bremena skozi celoten obseg giba. V povprečju je bilo potrebnih pet poskusov za pravilno izvedbo. Med poskusi je bilo 3-4 minute počitka.

Eksperimentalni test izotonične(dinamične) vzdržljivosti in utrujanja. Preiskovanci so izvajali izotonično vajo ekstenzije kolena s 15% MVC do hotene odpovedi med arterijsko okluzijo v ingvinalnem predelu (pritisk manšete ≥ 230 mmHg). Test so izvajali s konstantno frekvenco gibanja $0,5$ Hz (dvig in spust bremena). Med testom smo merili električno aktivnost srca (EKG), krvni tlak ter površinski elektromiografski odziv mišice kvadriceps in kinetiko kisika v mišici z svetlobnim spektrometrom NIRS.

Kontrolni test izotonične(dinamične) vzdržljivosti in utrujanja. Preiskovanci so izvajali izotonično vajo ekstenzije kolena s 15% MVC do hotene odpovedi pri normalnem krvnem pretoku in oksigenaciji mišice. Test so izvajali s konstantno frekvenco gibanja $0,5$ Hz (dvig in spust bremena). Med testom smo merili električno aktivnost srca (EKG), krvni tlak ter površinski elektromiografski (sEMG) odziv mišice kvadriceps in kinetiko kisika v mišici z svetlobnim spektrometrom NIRS.

Prečni presek mišice. Velikost mišic stegna smo izmerili s pomočjo magnetnoresonančnega slikanja (MRI) zaporednih prečnih prereзов skozi celotno dolžino stegna. Na vsaki posamezni MRI rezini je bila računalniško obrisana in izračunana površina prečnih presekov posameznih delov mišice kvadriceps femuris.

Program vadbe mišic ekstenzorjev kolena je potekal štirikrat tedensko pet tednov (skupno 18 vadbenih enot). Preiskovanci so en spodnji ud trenirali v normalnih pogojih (kontrolni ud), drugi spodnji ud pa z aplikacijo arterijske okluzije s pomočjo napihljive manšete (eksperimentalni ud). V vsaki vadbeni enoti je posameznik izvedel štiri sete vaje ekstenzije kolena z bremenom, ki je ustrezal 15% MVC. Vadbeno breme je bilo izračunano na podlagi začetne MVC in je ostalo nespremenjeno skozi celotno vadbeno obdobje. V vsakem setu je preiskovanec izvajal ponovitve gibov z eksperimentalnim spodnjim udom do mišične odpovedi, nato pa je izvedel enako število ponovitev še s kontrolnim spodnjim udom. Preiskovanci so posamezen dvig in spust bremena izvedli s frekvenco 0,5 Hz, s čimer je bila zagotovljena relativno konstantna hitrost izvedbe. Arterijska okluzija je bila nameščena tik pred aktivacijo mišic, po zaključku vsakega seta pa je bil krvni pretok nemudoma normaliziran. Eksperimentalni del prve študije je bil uspešno zaključen konec decembra 2007.

Interventna študija II – Hipoksična vadba

V drugem letu podoktorskega projekta je bila izvedena druga interventna študija na skupini desetih zdravih prostovoljcev, s katero smo ovrednotili vpliv intenzivne telesne vadbe v normobarični hipoksiji na zmogljivost, maso in oksigenacijo mišice kvadriceps (hipoksična vadba). Pred in po programu vadbe so bili vsi preiskovanci podvrženi skupini testov za ovrednotenje mišične mase in zmogljivosti ter kardiovaskularnih in metabolnih odzivov med telesnim naporom v normalnih in hipoksičnih pogojih dela. Testni protokol je bil enak kot v Interventni študiji I, le da so preiskovanci med eksperimentalnim testom izotonične vzdržljivosti in utrujanja namesto povzročene mišične ishemije vdihavali plinsko mešanico z znižanim deležem kisika ($FO_2 = 11\%$; normobarična hipoksija). Program vadbe mišic ekstenzorjev kolena je potekal štirikrat tedensko pet tednov (skupno 18 vadbenih enot). Preiskovanci so en spodnji ud trenirali v normalnih pogojih (kontrolni ud), drugi spodnji ud pa med vdihavanjem hipoksične plinske mešanice ($FO_2=11\%$) preko sistema cevi in ustnika (eksperimentalni ud) po enakem programu kot v Interventni študiji I. Eksperimentalni del druge študije je bil uspešno zaključen sredi maja 2008, v končno analizo je bilo vključenih šest preiskovancev, ki so opravili minimalno 85% predvidenega obsega hipoksične vadbe.

Študij kliničnega primera – Ishemična vadba

Glede na spodbudne rezultate ishemične vadbe na zdravih prostovoljcih, smo v obdobju november 2008 – februar 2009 izvedli tudi pilotski poskus ishemične vadbe na kliničnem primeru 10 let trajajoče atrofije spodnjega uda (~25% manjša mišična masa glede na nepoškodovan ud) pri igralki odbojke. Nastala atrofija je bila posledica ponavljajočih poškodb kolenskega sklepa in rekonstrukciji sklepnih vezivnotkivnih struktur ter stalne uporabe 4-točkovne kolenske opornice Don Joy. Poleg testnega protokola opisanega v Interventni študiji I, je preiskovanka izvedla tudi dodatne teste zmogljivosti mišic fleksorjev kolena ter teste statične in dinamične stabilnosti spodnjega uda. Program ishemične vadbe proti uporju je vseboval 6 vaj v zaprti in odprti kinetični verigi za poškodovan spodnji ud in je potekal 2-3krat tedensko (20 vadbenih enot). Vadbeno breme smo sproti prilagajali napredku, tako da je bilo število ponovitev ves čas v istem območju (15-20 ponovitev/set). Poleg ishemične vadbe proti uporju je bil za preiskovanko oblikovan in organiziran tudi program senzomotorne vadbe s ciljem izboljšanje medmišične koordinacije in aktivne stabilizacije sklepa v kompleksnih gibalnih vzorcih.

Ključni rezultati

Interventna študija I in II

Primerjalna analiza rezultatov prve in druge interventne študije je pokazala, da je vadba z arterijsko okluzijo (ishemična vadba) edina eksperimentalna oblika vadbe uporabljena v našem projektu, ki ima v primerjavi z običajno vadbo značilno večji učinek na razvoj mišične hipertrofije in izboljšane mišične zmogljivosti. Hipoksična vadba, kljub akutno zmanjšani dostavi kisika mišicam, nima večjega vpliva na opazovane parametre kot vadba v normoksičnih pogojih dela. V nasprotju z izsledki drugih raziskav, je bil glavni učinek ishemične vadbe izboljšanje mišične vzdržljivosti (~50% več kot s hipoksično ali vadbo z neoviranim pretokom krvi) medtem ko je bil vpliv na povečanje mišične mase nekoliko manjši od poročil drugih raziskovalcev, v povprečju 3,4% povečanje kumulativnega preseka celotne mišice kvadriceps, od tega največ mišice rectus f.

(9,6%) in najmanj v. intermedius (brez spremembe). V nasprotju s podobnimi študijami, nismo opazili značilnega povečanja maksimalne izometrične sile ekstenzorjev kolena. Rezultati fizioloških odzivov na obremenitev kažejo, da je izboljšanje mišične zmogljivosti predvsem posledica boljše prekrvavitve mišice in razpoložljivosti kisika v mišičnem tkivu in ne povečane aktivacije mišičnih vlaken. Naši rezultati torej kažejo, da ishemična vadba z zelo lahkim vadbenim bremenom (15%MVC) vpliva predvsem na izboljšanje mišične vzdržljivosti. Povečan presek mišice bi lahko verjetno v veliki meri pripisali proliferacije kapilarne mreže in povečanega kopičenja glikogena v normotrofični mišici po obdobju ishemične vadbe.

Študij kliničnega primera

Učinek ishemične vadbe na atrofično mišico je bil v splošnem podoben opazovanemu učinku na normalno mišico (Interventna študija I), opazne pa so bile posamezne razlike v nekaterih karakteristikah mišice. Vzdržljivost atrofične mišice se je povečala nekoliko manj očitno (20,0%), medtem ko je bil očiten napredek v IRM, in sicer 30,9% pri potisku noge ter 14,3% pri fleksiji kolena. IRM pri ekstenziji kolena je ostal nespremenjen, sila MVC pa se je celo zmanjšala za 10,1%. Poleg tega je bil učinek na povečanje preseka mišic bolj izrazit; saj se je skupni presek mišice kvadriceps povečal za 8,3% glede na izhodišče. Največ se je povečal presek v. lateralis (11,6%) najmanj rectus f. (0,7%). Razlika med atrofično in kontrolno mišico kvadriceps se je s programom ishemične vadbe tako v povprečju zmanjšala za 22,0%. Opazovane razlike v odzivu atrofične mišice v primerjavi z odzivi normalne mišice na ishemično vadbo pripisujemo predvsem drugačnemu vadbenemu programu, ki je vključeval predvsem vaje v zaprti kinetični verigi in progresivnem povečevanju vadbenega bremena. Specifičnost vadbe je torej ohranjena tudi med ishemično vadbo, kar v veliki meri razloži tudi razlike med rezultati različnih študij navedenih v literaturi. Preiskovanka je ob zaključku študije imela v celoti povrnjeno funkcijo poškodovanega spodnjega uda brez uporabe kolenske opornice, kar ji je omogočilo vrnitev v tekmovalno športno aktivnost. Naši rezultati torej potrjujejo smotrnost uporabe ishemične vadbe v procesu fizioterapije mišičnih atrofij in disfunkcij po poškodbah ali operacijah kolenskih sklepov. Odprto ostaja vprašanje varnosti ishemične vadbe v zgodnjem kooperativnem obdobju.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Preliminarna faza in Interventni študiji I in II

Glede na rezultate pilotskih testiranj opravljenih v preliminarni fazi je bilo ugotovljeno, da aplikacija kompresijskih nogavic med aktivacijo mišice kvadriceps ne povzroči zmanjšanje dostave kisika ali odplavljanja metabolitov v tolikšni meri kot aplikacija napihljive manšete v ingvinalnem predelu ali vdihavanje hipoksične plinske mešanice. Primerjalna analiza rezultatov prve in druge interventne študije je nadalje pokazala, da je vadba z arterijsko okluzijo (ishemična vadba) edina eksperimentalna oblika vadbe uporabljena v našem projektu, ki ima značilno večji učinek na razvoj mišične hipertrofije in izboljšane mišične zmogljivosti kot vadba z nemoteno prekrvavitvijo in dostavo kisika mišicam. Naši rezultati kažejo, da ishemična vadba z zelo lahkim vadbenim bremenom (15%MVC) vpliva predvsem na izboljšanje mišične vzdržljivosti. Povečan presek normotrofične mišice bi verjetno lahko v veliki meri pripisali proliferacije kapilarne mreže in povečanem kopičenju glikogena po obdobju ishemične vadbe.

Ocena: z izvedbo tega dela sta bila v celoti realizirana prvi in drugi projektni cilj (glej točko 3).

Študij kliničnega primera

Učinek ishemične vadbe na atrofično mišico je bil v splošnem podoben opazovanemu učinku na normalno mišico (Interventna študija I), opazne pa so bile posamezne razlike v nekaterih karakteristikah mišice. Opazovane razlike v odzivu atrofične mišice v primerjavi z odzivi normalne mišice na ishemično vadbo pripisujemo predvsem drugačnemu vadbenemu programu, ki je vključeval pretežno vaje v zaprti kinetični verigi in progresivnem povečevanju vadbenega bremena. Specifičnost vadbe je torej ohranjena tudi med ishemično vadbo, kar v veliki meri razloži tudi razlike med rezultati različnih študij navedenih v literaturi. Naši rezultati potrjujejo smotrnost uporabe ishemične vadbe v procesu fizioterapije z mirovanjem povzročene mišične atrofije in disfunkcije, vendar je za dokončno oceno učinkovitosti potrebno raziskave opraviti na večjem vzorcu posameznikov z mišično atrofijo. Nadaljne raziskave so potrebne tudi glede

varnosti ishemične vadbe v zgodnjem pooperativnem obdobju in možnih vplivih na celjenje sklepnih struktur.

Ocena: z izvedbo tega dela je bil delno realiziran tretji projektni cilj (glej točko 3).

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

Glede na rezultate pilotskih testiranj opravljenih v preliminarni fazi podoktorskega projekta je bilo ugotovljeno, da akutna aplikacija kompresijskih nogavic med aktivacijo mišice kvadriceps ne povzroči zmanjšanje dostave kisika ali odplavljanja metabolitov v tolikšni meri kot aplikacija napihljive manšete v ingvinalnem predelu ali vdihavanje hipoksične plinske mešanice. IZaključili smo, da je že izhodiščni stimulus te metode premajhen za doseganje izboljšanja mišične zmogljivosti in hipertrofije tkiva tudi z daljšim obdobjem eksperimentalne vadbe. Ocenili smo, da je nadaljnje ovrednotenje učinka kompresijskih nogavic z interventno študijo v fazi 2, kot je bilo sprva predvideno v projektni vlogi, nesmotrno. Raziskovalno delo je bilo v nadaljevanju torej v celoti posvečeno ovrednotenju učinka vadbene programa z zmanjšanim pretkom krvi skozi mišice (ishemični trening) in hipoksične vadbe z vdihavanjem hipoksične plinske mešanice (hipoksični trening) na karakteristike skeletne mišice. Poleg tega je bilo zaradi časovnega zamika, ki je iz objektivnih razlogov nastal ob začetku projekta, in zaradi nekoliko višjih stroškov potrebnih za kakovostno izvedbo prve in druge faze projekta, klinično testiranje nove fizioterapevtske metode v zaključni fazi projekta (faza 3) zgolj pilotsko ovrednoteno. Kljub navedenim spremembam v načrtovanem programu raziskovalnega dela, ki so posledica novih znanstvenih spoznanj o znanstvenem problemu ter časovnih, organizacijskih in finančnih omejitev, ocenjujemo, da je so bili vsi ključni cilji projekta uspešno realizirani.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

		Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Vpliv porasta relativne obremenitve zaradi utrujanja na regulacijo telesne temperature med vadbo	
		ANG	The influence of fatigue-induced increase in relative work rate on temperature regulation during exercise	
	Opis	SLO	Fiziološki odzivi oddajanja toplote med enakomerno nizko-intenzivno ishemično ali hipoksično vadbo, se spreminjajo sorazmerno s spremembami relativne obremenitve in napora. Naša raziskava je pokazala, da povečan občutek napora in relativni privzema kisika (%VO ₂ max) povzročeni s progresivnim utrujanjem mišic ne vpliva na regulacijo telesne temperature. Dejavniki, ki povezuje občutek napora s spremembami v termoregulacijskih odzivih med vadbo z zmanjšano dostavo kisika, je torej verjetno perifernega izvora.	
		ANG	Regulation of heat-loss responses during steady-load exercise with muscle ischemia or hypoxemia has been reported to be modulated according to changes in relative work rate and body exertion. The present study demonstrated that increase in perception of exertion and relative oxygen uptake (%VO ₂ max) induced by progressive increase in muscle fatigue has no influence on exercise temperature regulation. The link between perceived exertion and perturbation in thermoregulatory responses observed during exercise with reduced oxygen delivery must therefore be of peripheral origin.	
	Objavljeno v		KACIN, Alan, GOLJA, Petra, TIPTON, Michael J., MEKJAVIĆ, Igor B. The influence of fatigue-induced increase in relative work rate on temperature regulation during exercise. Eur. j. appl. physiol. (Print). [Print ed.], 2008, vol. 103, no. 1, str. 71-77	
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID		3178859		
2.	Naslov	SLO	Učinek nizko-intenzivne vadbe proti uporabi z zmanjšanim pretokom krvi na velikost, jakost in vzdržljivost mišice kvadriceps	
		ANG	The effect of light-load resistance training with vascular occlusion on quadriceps size, strength and endurance	
			V članku so predstavljeni rezultati podoktorskega projekta o ishemični vadbi.	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

	Opis	SLO	Na podlagi neinvazivnega merjenja kinetike kisika v mišici in površinske EMG je pokazano, da lahko 50% izboljšanje vzdržljivosti mišice kvadriceps f. z ishemično vadbo v veliki meri pripišemo izboljšani preskrbi mišice s krvjo ter boljši izrabi kisika v mišici in ne povečani aktivaciji mišice. Majhen prirast površine prečnega preseka mišice izmerjen z MRI je torej lahko dokaz povečane kapilarizacije tkiva in glikogenskih zalog v mišici in ne dejanske mišične hipertrofije.
		ANG	The results of postdoctoral project on ischemic training are presented in the article. Based on the non-invasive real-time oxygen kinetics measurements (NIRS) and surface EMG amplitudes it is demonstrated that a 50% increase in endurance capacity of m. quadriceps observed with ischemic training can be attributed to enhanced muscle blood supply and oxygen availability rather than to increased muscle activation. The small increase in muscle cross-sectional area may thus be an evidence of ischemia-induced capillarisation and increased muscle glycogen stores rather than true muscle hypertrophy.
	Objavljeno v	V revenziji pri Medicine & Science in Sports & Exercise, American College of Sports Medicine	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	0	
3.	Naslov	SLO	Učinek hipoksične nizkointenzivne vadbe proti uporabi na velikost, jakost in vzdržljivost mišice kvadriceps
		ANG	The effect of hypoxic resistance training with light loads on quadriceps size, strength and endurance
	Opis	SLO	V članku so predstavljeni rezultati podoktorskega projekta o hipoksični vadbi. Prikazan je učinek akutne in kronične intermitentne izpostavitve človeka normobaričnem hipoksičnem okolju (FO ₂ = 11%) med vadbo na površino prečnega preseka in zmogljivost mišice kvadriceps ter njen vpliv na kardiovaskularne odzive, mišično aktivacijo in kinetiko kisika v mišici. Ključna ugotovitev je, da hipoksična vadba, kljub akutno zmanjšani dostavi kisika mišicam, nima večjega vpliva na opazovane parametre kot vadba v normoksičnih pogojih dela.
		ANG	The results of postdoctoral project on hypoxic training are presented in the article. The effect of acute and chronic intermittent exposures to normobaric hypoxia (FO ₂ = 11%) during exercise on muscle cross-sectional area and performance are reported. In addition, their influence on cardiovascular responses, muscle activation and oxygen kinetics is evaluated. The key findings is that hypoxic training does not have an augmented influence on observed parameters compared to normoxic training conditions, despite a modest reduction in muscle oxygen availability during acute hypoxic exposures.
	Objavljeno v	V pripravi za European Journal of Applied Physiology.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
COBISS.SI-ID	0		
4.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Objavljeno v		
	Tipologija		
COBISS.SI-ID			
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Objavljeno v		
	Tipologija		
COBISS.SI-ID			

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Razvoj in ovrednotenje novih fizioterapevtskih metod za doseganje optimalne mišične zmogljivosti in zdravljenje mišične atrofije
		ANG	Development and evaluation of new physiotherapeutic means for optimal muscle conditioning and muscle atrophy treatment
	Opis	SLO	Poglaviti cilj podoktorskega projekta je bil razvoj nove fizioterapevtske metode za izboljšanje mišične zmogljivosti in razvoj hipertrofije, ki temelji na zmanjšani dostavi kisika aktivnim mišicam, kar bi pripomoglo k bolj učinkoviti obravnavi z mirovanjem povzročene mišične atrofije. Sočasno smo raziskovali fiziološke mehanizme prilagoditve mišice na vadbo z zmanjšano dostava kisika.
		ANG	The general objective of the proposed project was to develop and evaluate new physiotherapeutic means based on reduced oxygen delivery to the exercising muscle for enhancing muscle conditioning and hypertrophy and hence treating inactivity-induced muscle atrophy. The concomitant aim is to investigate the underlying physiological mechanisms of muscle adaptation to training with reduced oxygen availability.
	Šifra	F.21 Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Objavljeno v	Rezultati projekta predstavljajo preliminarno ovrednotenje nove terapevtske metode zdravljenja mišičnih atrofij in razvoj naprave za nadzor krvnega pretoka v mišici med vadbo. Za dejansko prijavo patenta je potrebno nadaljne ovrednotenje klinične uporabnosti in varnosti metode.	
	Tipologija	2.23 Patentna prijava	
COBISS.SI-ID	0		
2.	Naslov	SLO	Učinek 4-tedenske nizko-intenzivne ishemične vadbe na velikost, zmogljivost in razpoložljivost kisika v mišici kvadriceps
		ANG	The Effect Of 4-week Low-intensity Ischemic Training On Quadriceps Size, Performance And Oxygen Availability
	Opis	SLO	V tem poročilu je s pomočjo neinvazivnega merjenja kinetike kisika v mišici in površinske EMG pokazano, da ishemična vadba do 50% izboljša vzdržljivost mišice kvadriceps f. To lahko v veliki meri pripišemo izboljšani preskrbi mišice s krvjo in večji razpoložljivosti kisika v mišici. Majhen prirast površine prečnega preseka mišice zaradi ishemične vadbe je torej lahko dokaz povečane kapilarizacije tkiva in glikogenskih zalog v mišici . Gre za originalno znanstveno spoznanje, ki pogloblja naše razumevanje prilagoditev mišice na ishemijo med aktivnostjo.
		ANG	In this report it is demonstrated by use of non-invasive real-time oxygen kinetics monitor and surface EMG that ischemic training augments endurance capacity of m. quadriceps up to 50%, which can be attributed mainly to enhanced muscle blood supply and oxygen availability. The small increase in muscle cross-sectional area observed with training may therefore be an evidence of ischemia-induced capillarisation and increased muscle glycogen stores. This is an original scientific finding, which deepens our understanding of muscle adaptation to intermittent ischemic exposures during exercise.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Kacin A., Strazar K., Podobnik G. The Effect Of 4-week Low-intensity Ischemic Training On Quadriceps Size, Performance And Oxygen Availability. Medicine & Science in Sports & Exercise. Supplement: May 2009.	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci		
COBISS.SI-ID	0		
3.	Naslov	SLO	Fizioterapija z mirovanjem povzročne mišične atrofije
		ANG	Physiotherapy of inactivity-induced muscle atrophy
	Opis	SLO	Zmanjšanje mišične mase in zmogljivosti, ki nastopi po poškodbi ali operaciji sklepa, je posledica razbremenjevanja poškodovanega uda. V prispevku so podrobno predstavljeni biokemijskih in sistemski mehanizmi nastanka mišične atrofije in hipertrofije in njihov pomen pri načrtovanju programa fizioterapije. Podani so podrobni parametri za optimalno električno

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

		stimulacijo mišičnih atrofi in vadbo proti upor. Predstavljeno je tudi ozadje in predvideni učinki vadbe mišic z zmanjšanim pretokom krvi v fizioterapevtski obravnavi mišičnih atrofi.	
	ANG	The reduction in muscle mass and performance observed after injury or surgery is mainly a consequence of substantially reduced mechanical loading of the injured limb. Physiological mechanisms underlying development of muscle atrophy and hypertrophy are presented and their relevance for planning optimal physiotherapy is stressed. The parameters of resistant training and electrical stimulation for treating muscle atrophies are presented and discussed in detail. In addition, the proposed mechanisms and possible benefits of ischemic training for treating muscle atrophies are summarised.	
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	13. kongrs fizioterapevtov Slovenije 2009, 15. in 16. maj 2009, hotel Mons, Ljubljana. Zbornik prispevkov, Društvo fizioterapevtov Slovenije - strokovno združenje	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)	
	COBISS.SI-ID	0	
4.	Naslov	SLO	Nizko-intenzivna ishemična vadba proti upor: ojačevalnik moči ali vzdržljivosti?
		ANG	Light-load ischemic training: strength or endurance booster?
	Opis	SLO	Visoko-intenzivne vaje proti upor so potrebne za krepitev mišice in preprečevanje atrofije, vendar je njihova varnost po operativnih posegih na kolenu vprašljiva. Nizko-intenzivne vaje proti upor z zmanjšanim venskim ali arterijskim pretokom krvi skozi mišico naj bi bile učinkovita alternativa za doseganje mišične hipertrofije in moči. Predstavljeni so metodološki problemi raziskav in možni fiziološki mehanizmi adaptacije mišice na ishemično vadbo. Poleg tega so strnjene tudi možnosti in omejitve implementacije ishemične vadbe v klinično prakso.
		ANG	Heavy-load resistance exercises are required for muscle strengthening and atrophy prevention, however concern has been expressed over their safety after knee surgery. Light-load resistance training, combined with either venous or arterial blood flow restriction, has been reported as an effective alternative for increasing muscle size and strength. Proposed mechanisms for the muscle hypertrophy and strength gains observed with ischemic training are presented and contemporary methodological issues are discussed. Possibilities and limitations of clinical implementation are also summarised.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	4. mednarodni simpozij o športnih poškodbah. XXIV. dnevi medicine športa. , 8. in 9. maj 2009, Grand hotel Union, Ljubljana. Zbornik prispevkov, Slovenski olimpijski komite - združenje športnih zvez	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)	
	COBISS.SI-ID	0	
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		

8. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁷

8.1. Pomen za razvoj znanosti⁸

SLO

Plod raziskovalnega dela na projektu so štiri pomembna nova znanstvena spoznanja, ki

poglobljajo razumevanje mehanizmov kronične adaptaciji zdravega mišičnega tkiva na zmanjšano razpoložljivost kisika med nizko-intenzivno vadbo proti upor. To so: 1) povečanje učinkovitosti in odzivnosti regulatornih mehanizmov mišične preskrbe s krvjo in kisikom z ishemično vadbo (tlak manšete ≥ 230 mmHg) ter posledično izboljšana vzdržljivost in oksidativna kapaciteta mišice, 2) nižja aktivacija mišičnih vlaken med ishemično vadbo, ki se z vadbo v daljšem časovnem obdobju izrazito ne spreminja, 3) zmerno povečanje preseka mišice kvadriceps brez sočasnega izboljšanja sile MVC z ishemično vadbo, kar je verjetno znak psevdohipertrofiji zaradi proliferacije kapilarne mreže in povečanih glikogenskih rezerv v mišici in 4) vadba z normobarično hipoksijo ($FO_2 = 11\%$) nima značilnega učinka na povečanje mase ali zmogljivost mišic in torej ne predstavlja učinkovite alternative ishemični vadbi. Poleg opisanih novih znanstvenih spoznanj o adaptaciji zdravega mišičnega tkiva na vadbo z zmanjšano dostavo kisika, naši rezultati nakazujejo tudi možnost uporabe ishemične vadbe pri odpravljanju kronične pooperativne mišične atrofije in posledično zmanjšane mišične funkcije. S tem se odpira možnost aplikacije ishemične vadbe v klinični fizioterapevtski praksi, pod pogojem, da se v nadaljnjih raziskavah opravljenih na večjem populacijskem vzorcu izpriča superiornost tovrstne vadbe nad ostalimi oblikami fizikalnih metod zdravljenja z mirovanjem povzročene mišične atrofije. Perspektivna je predvsem možnost uporabe nove ishemične vadbe v zgodnjem pooperativnem obdobju, ko je razvoj mišične atrofije najizrazitejši, vendar je potrebna predhodna raziskava o možnih vplivih na celjenje tkiva in s tem varnosti aplikacije.

ANG

The final outcome of the present research project can be summarised into four key scientific findings, which deepen our understanding of chronic adaptation of normotrophic muscle tissue to reduced oxygen availability during light-load resistance training. These are: 1) increased efficiency and reactivity of regulatory mechanisms governing blood supply and oxygen availability in the muscle as adaptation to ischemic training (cuff pressure ≥ 230 mmHg) and concomitant increase in endurance and oxidative capacity of a muscle, 2) reduced activation of muscle fibres during acute bout of ischemic exercise which is not affected by long-term period of ischemic training and 3) moderate increase in cross-sectional area of quadriceps muscle in the absence of concomitant increase in MVC force with ischemic training, which is most likely an evidence of muscle pseudohypertrophy due to capillary network proliferation and increased glycogen stores in the muscle and 4) training in normobaric hypoxia ($FO_2 = 11\%$) has no effect on muscle mass or performance thus it cannot be regarded as an effective substitute for ischemic exercise. In addition to the novel scientific findings on physiological adaptation of healthy muscle tissue to reduced oxygen availability during light-load resistance training, the results of our pilot clinical experiment confirm the potential benefit of ischemic exercise for treating postoperative inactivity-induced muscle atrophies and concomitant loss of muscle function. However, the efficiency and superiority of ischemic training over the prevailing physiotherapy methods for treating muscle atrophies have to be scrutinised on larger population sample prior to inclusion to everyday clinical practice. Most likely the most effective application of ischemic training would be during early postoperative period, when the development of atrophy is accelerated. A possible negative impact of ischemic training on healing tissues however, must yet be evaluated.

8.2. Pomen za razvoj Slovenije⁹

SLO

Podoktorski projekt je prvi temeljni znanstveno raziskovalni projekt v Sloveniji, katerega cilj je proučevanje dejanskih fizioloških učinkov nove fizioterapevtske metode in sočasno ovrednotenje možnosti aplikacije projektnih rezultatov v klinični praksi. Predstavlja mejnik v razvoju fizioterapije v Sloveniji, saj sočasno uvaja mednarodne standarde na dokazih temelječe fizioterapevtske prakse in inovacije pri zdravljenju mišičnih atrofij. Raziskovalno delo opravljeno na podoktorskem projektu in posledična organizacija Laboratorija za fizioterapijo na Zdravstveni fakulteti, Univerze v Ljubljani, ter povezovanje z drugimi zdravstvenimi inštitucijami so zamečki novega raziskovalnega področja v Sloveniji. S tem se izboljšuje kvaliteta dodiplomskega in nastajajočega podiplomskega študija fizioterapije in odpira možnost vzgoje bodočih mladih raziskovalcev in kliničnih mentorjev na področju fizioterapije ter razvoj visokošolskega učiteljskega kadra. Posledični dolgoročni učinek bo izboljšanje kvalitete zdravstvenih storitev v Sloveniji. Originalna znanstvena spoznanja ter njihove objave v serijskih publikacijah in predstavitev na priznanih mednarodnih znanstvenih srečanjih bodo doprinesla k prepoznavnosti in ugledu Slovenije v mednarodni znanstveni skupnosti.

ANG

The present project is the first basic-science research project in Slovenia which investigated physiological adaptations of muscle to a novel physiotherapeutic means and concomitantly

explored possibilities for effective transition of project results to everyday clinical practise. By introducing high international standards of evidence-based physiotherapy practice and innovative treatment procedures, it can be regarded as a milestone in the development of physiotherapy profession in Slovenia. The experimental work accomplished during this project, combined with concomitant development of Laboratory of Physiotherapy at the Faculty of Health Sciences, University of Ljubljana, and new collaborations established with other clinical institutions, is a foundation for further development of new area of scientific research in Slovenia. This will have a positive impact on quality of undergraduate and postgraduate study programmes in physiotherapy in Slovenia. In addition, it opens a window of opportunity for future training of young investigators in this area of research and thus amplifies development of academic personal at the Department of Physiotherapy. The anticipated long term impact for public welfare is increased quality of health-care service in Slovenia. The reports of novel scientific findings from this project in peer review journals and international scientific meetings will also increase the reputation of Slovenia within the international scientific community.

9. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

11. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹⁰

1.	Sofinancer		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.		
	2.		
	3.		
4.			
5.			
Komentar			

	Ocena	
2.	Sofinancer	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	Komentar	
Ocena		
3.	Sofinancer	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	Komentar	
Ocena		

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

--	--	--

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

Alan Kacin	in/ali	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

16.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROJ_ZP_2008/191

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.rrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁷ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.rrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROJ-ZP/2008 v1.00