

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Specialna športna vzgoja  
Šport in mediji

**OTROKOV GIBALNI RAZVOJ IN POMEN ŠPORTNE  
AKTIVNOSTI: LONGITUDINALNA TELESNA,  
FUNKCIONALNA IN MIŠIČNA ADAPTACIJA**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

prof. dr. Otmar Kugovnik

SOMENTOR

prof. dr. Rado Pišot

RECENZENT

doc. dr. Saša Cecić Erpič

KONZULTANTA

doc. dr. Boštjan Šimunič

mag. Jernej Završnik

Avtor dela

KRISTIAN VREČIČ

Ljubljana 2009

## ZAHVALA

Ob zaključku študija bi se rad zahvalil mentorju prof. dr. Kugovniku in somentorju prof. dr. Pišotu za strokovno pomoč, nasvete pri izbiri literature in usmerjanju pri izdelavi mojega diplomskega dela. Posebna zahvala gre obema konzultantom doc. dr. Šimuniču in mag. Završniku za vsa koristna navodila pri obdelavi podatkov. Nazadnje a nič manj pomembno pa še zahvala družini za vso podporo. Najlepša hvala.

Zahvaljujem se tudi celotni merilni ekipi, ki je vestno zbirala podatke znotraj dveh obsežnih raziskovalnih projektov:

- Aplikativni raziskovalni projekt »Vloga biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v gibalnem razvoju otroka« in
- Temeljni raziskovalni projekt »Spremljanje sprememb biomehanskih karakteristik skeletnih mišic v zgodnjem otroštvu in obdobju adolescence«,

ki sta bila izvedena v organizaciji Znanstveno-raziskovalnega središča Univerze na Primorskem v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Projekta sta bila sofinancirana s strani Ministrstva za šolstvo, znanost in šport, Mestne občine Koper in Zdravstvenega doma dr. Adolfa Drolca Maribor. Odgovorni nosilec obeh projektov je bil prof. dr. Rado Pišot.

**Ključne besede:** otroci, športna aktivnost, skeletna mišica, tenziomiografija, čas krčenja

## **OTROKOV GIBALNI RAZVOJ IN POMEN ŠPORTNE AKTIVNOSTI: LONGITUDINALNA TELESNA, FUNKCIONALNA IN MIŠIČNA ADAPTACIJA**

**Kristian Vrečič**

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2009**

**Specialna športna vzgoja, Šport in mediji**

**Število strani: 58, število preglednic: 22, število slik: 3, število virov: 79.**

### **IZVLEČEK**

Telesni in gibalni razvoj otroka v zgodnjem razvojnem obdobju je zelo pomemben za njegovo nadaljnje odraščanje in kvaliteto življenja. V nalogi smo s pomočjo tenziomiografije raziskovali longitudinalne spremembe kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic, njihovo povezavo z maksimalno hitrostjo teka in razlike med spoloma. V vzorec merjencev smo vključili 238 otrok iz devetih osnovnih šol. Vzorec je zajemal otroke stare od osem do trinajst let, sestavljalo pa ga je 124 dečkov in 114 deklic. Šestletna longitudinalna študija je trajala od leta 2001 do 2007 in je bila del dveh obsežnih raziskovalnih projektov: aplikativnega raziskovalnega projekta »Vloga biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v gibalnem razvoju otroka« in temeljnega raziskovalnega projekta »Spremljanje sprememb biomehanskih karakteristik skeletnih mišic v zgodnjem otroštvu in obdobju adolescence«, ki sta bila izvedena v organizaciji Znanstveno-raziskovalnega središča Univerze na Primorskem v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

Tenziomiografske meritve smo izvajali na sprednji zunanji mišici, iztegovalki kolena – *vastus lateralis*, zadnji dvoglavi mišici, upogibalki kolena – *biceps femoris*, na dominantni strani in dvoglavi mišici, upogibalki komolca – *biceps brachii* ter spodnji hrbtni mišici – *erector spinae* na obeh straneh telesa. Izločili smo kontraktilna parametra: čas krčenja in maksimalni odmik. V diplomskem delu predstavljamo le podatke o času krčenja, ki pa nam v skladu s predhodnimi ugotovitvami predstavljajo pomemben in referenčen podatek o biomehanskih značilnostih merjenih mišic. Dobljene rezultate smo obdelali z ustreznimi statističnimi metodami.

Skladno s predhodnimi raziskavami in ugotovitvami drugih avtorjev, ki so podobne meritve izvedli na starejši populaciji ali športnikih smo ugotovili, da je čas krčenja

zadnje dvoglave stegenske mišice (*biceps femoris*) tudi pri otroku značilno negativno povezan z maksimalno hitrostjo teka. To dejstvo pa lahko potrdimo le pri dečkih, pri katerih se povezanost povečuje z njihovo starostjo. Ugotovili smo, da imajo otroci, ki so vključeni v redno športno aktivnost krajši čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice (*biceps femoris*) kar nakazuje na to, da so merjene mišice pri njih hitreje krčljive. Prav tako imajo tudi večjo maksimalno hitrost teka in manjšo pojavnost debelosti. Razlike med spoloma smo ugotovili pri maksimalni hitrosti teka in času krčenja mišic (*vastus lateralis, biceps femoris in erector spinae*). Deklice so imele manjše vrednosti vseh spremenljivk.

Ugotovitve so dragocene s stališča objektivnega in selektivnega merjenja diferenciacije kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic pri otrocih. Še enkrat lahko poudarimo, da ima organizirana športna vadba pozitivne učinke na skeletno mišičje in da je pri tem potrebno upoštevati ne le mišično moč temveč tudi hitrost mišičnega krčenja.

**Keywords:** Children, Sport Activity, Skeletal muscle, Tensiomyography, Contraction time

## **CHILDREN MOVEMENT DEVELOPMENT AND THE MEANS OF SPORT ACTIVITIES: LONGITUDINAL CONFORMATION, FUNCTIONAL AND MUSCLE ADAPTATION**

**Kristian Vrečič**

**University in Ljubljana, Faculty of sports, 2009**

**Special Physical Education, Sport and Media**

**Pages: 58; Tables: 22; Pictures: 3; Sources: 79.**

### **ABSTRACT**

Child physical and motor development has effect on human lifespan development and on specifically on quality of life. We have studied longitudinal adaptation of skeletal muscle contractile parameters using Tensiomyography, its relation to running speed and analysed gender bias on the results. Participants were children from eight to thirteen years (124 boys and 114 girls. Six-year longitudinal study was performed from 2001 until 2007. Six year longitudinal study was conducted from 2001 until 2007 as a part of two research projects: applied research project "Role of biomechanical properties of skeletal muscles in child motor development" and fundamental research project "Monitoring of changes in biomechanical characteristics of skeletal muscles in early childhood and adolescence". Both projects were conducted by Science and Research Centre of University of Primorska and Faculty of electrical engineering of University of Ljubljana.

Tensiomyographic measurements were performed on *vastus lateralis*, *biceps femoris* on dominant lateral side while on *biceps brachii* and *erector spinae* on both lateral sides. We have extracted two six contractile parameters: contraction time and maximal displacement. Only contraction time was further analysed. Data were analysed using appropriate repeated measures statistical techniques.

In order with findings of others in adults and athletes we have found significant negative correlation between contraction time of *biceps femoris* and running speed in boys. Correlation was even stronger with age. Furthermore, we have found shorter contraction time of *biceps femoris* in children that are regularly involved in sport activities. Sport active children have also higher running speed and lower obesity

rate. Gender differences were significant in running speed and in contraction time of *vastus lateralis*, *biceps femoris* in *erector spinae*. Girls have shorter values.

These findings are of great value for non-invasive and selective measurement of skeletal muscle contractile parameters and for understanding skeletal muscle contractile parameters differentiation in children. Once more we could conclude that regular sport activity has positive effect on skeletal muscles where not just muscle strength but also muscle contraction velocity has to be considered.

# KAZALO

UVOD.....	8
<b>1 PREDMET IN PROBLEM DELA.....</b>	<b>9</b>
1.1 Temeljne raziskave otrokovega motoričnega prostora.....	10
1.2 Aplikativne raziskave o vlogi in pomenu gibalne/športne aktivnosti v razvoju otroka.....	13
<b>CILJI PROUČEVANJA .....</b>	<b>17</b>
<b>2 DELOVNE HIPOTEZE .....</b>	<b>18</b>
<b>3 METODE DELA .....</b>	<b>19</b>
3.1 Vzorec merjencev .....	19
3.2 Vzorec spremenljivk .....	19
3.3 Statistične metode .....	20
<b>4 REZULTATI .....</b>	<b>21</b>
4.1 Vzorec merjencev – morfološke značilnosti .....	21
4.1.1 Telesna višina .....	21
4.1.2 Telesna teža .....	23
4.1.3 Indeks telesne mase (ROHR).....	23
4.2 Povezanost med maksimalno hitrostjo teka in kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic.....	24
4.2.1 Hitrost teka.....	25
4.2.2 Čas krčenja sprednje zunanje stegenske mišice.....	25
4.2.3 Čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice .....	27
4.2.4 Povezanost med hitrostjo teka in časom kontrakcije mišic .....	27
4.3 Analiza vpliva redne športne vadbe na telesne lastnosti, mišične lastnosti in maksimalne hitrosti teka.....	29
4.3.1 Indeks telesne mase.....	29
4.3.2 Pojavnost debelosti.....	30
4.3.3 Čas krčenja mišice.....	31
Sprednja zunanja stegenska mišica.....	31
Zadnja dvoglava stegenska mišica .....	32
4.3.4 Vpliv redne športne vadbe na maksimalno hitrost teka .....	34
4.4 Primerjava časa krčenja skeletnih mišic in maksimalne hitrosti teka med spoloma .....	35
4.4.1 Primerjava časa krčenja skeletnih mišic.....	35
Mišica dvoglava upogibalka komolca na dominantni strani .....	35
Sprednja zunanja stegenska mišica na dominantni strani .....	36
Zadnja dvoglava stegenska mišica na dominantni strani .....	36
Spodnja hrbtna mišica.....	37
4.4.2 Maksimalna hitrost teka obeh spolov .....	37
<b>5 RAZPRAVA .....</b>	<b>39</b>
Telesne značilnosti merjenih otrok .....	39
Povezanost med kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic in maksimalno hitrostjo teka .....	40
Vpliv redne športne aktivnosti .....	41
Razlike med spoloma pri času krčenja skeletnih mišic in maksimalni hitrosti teka.....	43
<b>6 SKLEP .....</b>	<b>46</b>
<b>KOLOFON.....</b>	<b>49</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>50</b>

## UVOD

Otrokov psihsomatski status je predmet številnih raziskav, eno najzanimivejših področij pa je vsekakor proučevanje otrokovega gibalnega razvoja, saj so predispozicije pridobljene v otroštvu, osnovnega pomena za nadaljni razvoj posameznika. Za otrokov gibalni razvoj je značilno, da poteka po določenih fazah. Prehod iz nižje v višjo fazo gibalnega razvoja je odvisen od številnih dejavnikov, kot so telesna rast, zorenje, vplivi okolja in lastna aktivnost.

Osebnost otroka se razvija kot enovita celota, ki je ni moč razdružiti. Vsi posamezni podsistemi psihosomatskega statusa so med seboj prepleteni in v stalni soodvisnosti. Za doseganje optimalnega gibalnega razvoja otrok in s tem optimiziranje strokovnega dela v procesu treninga za doseganje vrhunskih rezultatov v starejšem obdobju je potrebno raziskovalno delo. Potrebna je predvsem strokovna analiza na podlagi preverjanja sposobnosti in lastnosti gibalnega razvoja, ki se v času odraščanja spreminja, s čemer omogočimo natančnejše načrtovanje in izvajanje procesa športne vadbe, ki vodi k zelenemu stanju.

Pri nadzorovanju gibalnih sposobnosti, ki naj bi bile posledica vadbe, moramo ugotoviti spremembe, ki v določenem obdobju nastanejo ter povezavo športne discipline, ki vpliva na optimalen razvoj otrokovega gibalnega sistema.

Dosedanje raziskave so potrdile, da ima pomanjkanje ustreznega motoričnega razvoja lahko za posledico ne le upočasnjene in neuravnotežene gibalni razvoj ampak lahko vodi tudi v nepravilno rast, neustrezno razvitost živčnega sistema, v razne čustveno-socialne primanjkljaje ali pa celo v zakasnel intelektualni razvoj (Freedman idr., 2005; Taylor, 2000).

V raziskavi smo raziskovalne interese usmerili na proučevanje otrokovega gibalnega razvoja z vidika biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v povezavi s telesnim razvojem in rastjo (morfološki karakteristiki), motoričnimi sposobnostmi (hitrost teka) in stimulusi iz okolja, kot so način preživljanja prostega časa, s poudarkom na obliki in vsebini izvenšolske gibalne/športne aktivnosti.

Na osnovi metode, imenovane tenziomiografija, bomo ugotavljali biomehanske lastnosti skeletnih mišic merjenih otrok. Metoda je bila razvita v Laboratoriju za biomedicinske oslikave in biomehaniko mišic, na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Temelji na opazovanju radialnih odmikov mišice trebuha ob hotenem in nehotenem mišičnem krčenju. S senzorjem odmika s povratno vzmetjo ustvarimo pritisk in s tem prisilimo, da se ob krčenju mišica radialno značilneje odzove. Rezultat metode je mehanski odziv mišice na električno izvabljen električni dražljaj v časovnem prostoru (Valenčič in Knez, 1997).



# 1 PREDMET IN PROBLEM DELA

Poznavanje osnovnih zakonitosti rasti in razvojnih značilnosti otrok je predpogoj za načrtovanje ustreznih ciljev ter pripravo kvalitetnih programov in vsebin gibalnih/športnih aktivnosti. Osnova vsakega dobrega izobraževalnega programa naj bi bila v razumevanju otrokovih potreb in prilagoditev vadbenega programa na raven otrokovega razvoja.

Vsak uspešen učitelj ali trener mora poznati biološke temelje razvoja otroka in zakonitosti specialno-didaktičnega dela.

V večini športov je kriterij uspešnosti hitrost in natančnost gibanja. Na hitrost, koordinacijo in ravnotežje, ki so v največjem deležu prirojene, ne moremo vplivati toliko kot na druge motorične sposobnosti. Moč, koordinacija in vsesplošna telesna razvitost pa so dejavniki, ki vplivajo na uspeh v športih. S pravilno izbiro treniranja motoričnih sposobnosti v posameznih obdobjih pripomoremo k optimalnemu razvoju otroka in omogočanju doseganja optimalnih rezultatov v športih, s katerimi se ukvarja. Ker pa za razvoj gibalnega sistema ni ključnega pomena samo gibalno bogata športna aktivnost, je naš interes usmerjen na proučevanje otrokovega gibalnega razvoja z vidika biomehanskih lastnosti skeletnih mišic, v povezavi s telesnim razvojem in rastjo, motoričnimi sposobnostmi in stimulusi iz okolja, kot je način preživljanja prostega časa.

**Predmet** naloge predstavljajo merjenje in analiza izbranih otrokovih gibalnih sposobnosti, adaptacije izbranih skeletnih mišic in ugotavljanje povezav med prostoroma.

**Problem** dela je vezan na analizo razvoja mišic in interpretacijo vpliva splošne gibalne aktivnosti in športa na ta razvoj ter delovanje drugih dejavnikov, ki vplivajo na otrokovo gibalno/športno aktivnost.

Dosedanja teoretična spoznanja kažejo, da obstaja del podobe zrele osebnosti, ki ga je mogoče oblikovati samo s sredstvi gibalne/športne vzgoje, to je s specifičnimi gibalnimi aktivnostmi. Premajhno prisotnost ali popolno odsotnost gibalne/športne aktivnosti v otrokovem in mladostnikovem razvoju v kasnejšem obdobju ni mogoče v celoti nadomestiti, saj je vpliv gibalnih/športnih stimulusov na psihosomatični status z napredovanjem otrokove rasti in zrelosti vse manjši (Humphrey, 1991, v Pišot in Šimunič, 2005). Obdobje med 6. in 11. letom starosti oziroma zgodnje šolsko obdobje je najuspešnejše za razvoj otrokovih motoričnih potencialov in učenje gibalnih vzorcev. Otrok se uči novih gibalnih tehnik izredno hitro in brez večjih naporov (Horvat, 1989; Strel, 1996). Omejevanje in zoževanje otrokovega gibanja na tej stopnji ima nezaželen učinek na kasnejši gibalni razvoj. Različnost gibalnih

izkušenj pa vodi v povečevanje gibalne kapacitete (Tancig, 1987). Ali povedano drugače, kar zamudi osemletni otrok, tega osemnajstletnik ne bo mogel nikoli več nadomestiti (Sluga, 1981).

Poznavanje osnovnih zakonitosti rasti in razvoja ter razvojnih značilnosti otrok je predpogoj za načrtovanje ustreznih ciljev ter pripravo kvalitetnih programov in vsebin gibalnih/športnih aktivnosti. Osnova vsakega dobrega izobraževalnega programa je v razumevanju značilnih otrokovih potreb (Pišot, 2000; Pišot, 1999). Uspešen učitelj mora poznati biološke temelje razvoja učenca, teorijo športne vzgoje in zakonitosti specialno-didaktičnega dela. Poznati pa mora tudi najrazličnejše lastnosti in sposobnosti - vhodne danosti, da učni proces primerno zastavi in izhodna vedenja prilagodi individualnim zmožnostim učenca (Perat, 1996, v Pišot in Štemberger, 2002). Ne moremo namreč suvereno govoriti o napredku, če delo z učencem ni načrtovano v okviru vhodnih in želenih izhodnih stanj. Pri tem pa predstavlja največji problem pomanjkanje konkretnih podatkov, na podlagi katerih bi lahko identificirali vhodna stanja.

Da bi bolje razumeli fenomen psihomotornih reakcij otroka in zakonitosti njegovega gibalnega razvoja, so bile pri nas in v svetu izvedene različne raziskave, katerih cilj je bil pridobiti in analizirati temeljne informacije o razvojnih značilnostih otrok. S pomočjo dobljenih rezultatov in znanstvenih spoznanj o obstoju in strukturi različnih dimenzij motorike, o njihovih medsebojnih relacijah in relacijah z drugimi podsistemi psihosomatskega statusa, smo zadnja leta intenzivno bogatili teoretično spoznavno raziskovalno področje, morda pa nekoliko zanemarili pomembno aplikativno plat raziskovanja. Moč argumentov kineziologije je namreč predvsem v ustrezni, objektivni in zanesljivi informaciji, saj lahko le preverjene podatke apliciramo v prakso ter na njihovi osnovi razvijamo otroku ustrezne vadbene programe (Perat, 1996, v Pišot in Štemberger, 2002).

## **1.1 Temeljne raziskave otrokovega motoričnega prostora**

Na osnovi izsledkov nekaterih raziskav motoričnega prostora odraslih (Fleishman, 1964; Gredelj, Metikoš, Hošek in Momirović, 1975; Guilford, 1954; Kurelić, Momirović, Stojanović, Šturm, Radojević in Viskić-Štalec, 1975; Larson, 1941; McCloy, 1934; Phillips, 1949) se je postopoma začelo proučevanje problematike motoričnega prostora tudi pri otrocih in mladostnikih (Humphrey, 1991; Kelly in Kelly, 1985; Kiphard, 1997; Schmidt in Lee, 1999). V slovenskem prostoru so bili otroci proučevani v raziskavah, ki so obravnavale razvojne značilnosti in znotraj njih latentno strukturo motoričnih sposobnosti. Ena temeljnih je prav gotovo raziskava, ki sta jo opravila Strel in Šturm (1981). Na vzorcu 409 otrok sta ugotavljala latentno strukturo motoričnih sposobnosti in zanesljivost motoričnih testov. Na podlagi

rezultatov sta ugotovila, da je pri tej starosti otrok že prisotna več kot očitna diferenciacija motoričnih sposobnosti. Rezultati so nadalje pokazali, da je motorična učinkovitost otrok odvisna zlasti od delovanja motoričnih centrov na sekundarni in terciarni ravni centralnega živčnega sistema.

Rajtmajer (1990, 1993a, 1993b) je na reprezentativnem vzorcu petletnih otrok preučeval latentno strukturo motoričnega prostora. Na osnovi podatkov, dobljenih v raziskavi latentnega prostora petletnih otrok, je bila opravljena primerjava strukture motoričnega prostora odraslih oseb in predšolskih otrok. Avtorji so prišli do ugotovitve, da je struktura latentnih dimenzij motoričnega prostora otrok relativno enostavna, vendar pa pri interpretaciji ni bilo mogoče uporabiti enakega modela kot pri odraslih. Sicer se latentna prostora med seboj nista bistveno razlikovala. Nadalje so ugotovili, da obstajajo razlike pri reševanju koordinacijsko manj zahtevnih motoričnih nalog. Take naloge predšolski otroci rešujejo na miselnem (kortikalnem) nivoju, ker zaradi pomanjkanja izkušenj še nimajo razvitih subkortikalnih mehanizmov, ki so sicer odgovorni za njihovo reševanje. Na osnovi povezanosti dimenzij v korelacijski matriki faktorjev so potrdili postavljeno hipotezo, da pri tej starosti še niso razviti mehanizmi višje ravni regulacije gibanja, ki bi delovali kot skupni regulatorji. Do podobnih zaključkov sta prišli tudi Videmšek in Cemič (1991), ki sta ugotavljali strukturo motoričnega prostora petinpolletnih otrok.

Pišot (1997) je na vzorcu 340 šestinpolletnih otrok obeh spolov proučeval strukturo motoričnega prostora pred in po parcializaciji morfologije. Ugotovil je, da je diferenciacija motoričnih sposobnosti pri šestinpolletnih otrocih že prisotna, in sicer je bolj izražena pri deklicah. Analiza in primerjava strukture motoričnega prostora šestinpolletnih otrok pred parcializacijo morfoloških značilnosti in po njej ne kaže bistvenih razlik v latentni strukturi motoričnih dimenzij. Avtor pa je ugotovil znaten vpliv morfoloških značilnosti pri določanju skupnega rezultata v posameznih gibalnih nalogah, ki jih opredeljujejo spremenljivke v izoliranih dimenzijah. Po natančni proučitvi strukture motoričnega prostora šestinpolletnega otroka avtor zaključuje, da prihaja v regulaciji motorike do nekaterih posebnosti, ki so specifične za otroka te starosti in tako njegov motorični prostor razlikujejo od motoričnega prostora odraslega. Predvsem izpostavlja pomembno vlogo koordinacije, katere vpliv se kaže v celotnem prostoru, regulativne vloge ravnotežja ter izrazit vpliv spoznavnih sposobnosti, ki v realizaciji preverjanih motoričnih testov pomembno sodelujejo. V tem se tudi dobljeni rezultati delno razlikujejo od sicer podobnih rezultatov sorodnih raziskav, ki kažejo, da je celotna motorična učinkovitost otrok v starosti šest let in pol najbolj odvisna ravno od kakovosti delovanja sekundarnih in terciarnih con motoričnih centrov v centralnem živčnem sistemu.

Zimmer in Volkamer (1981) sta na skupini 301 otrok, starih 4 - 6 let, v Nemčiji izvedla t. i. testni postopek "MOT 4 - 6". Struktura motoričnega prostora ni bila preverjena.

Test so v nadaljevanju normirali in ga uporabljajo za pregled motoričnega razvoja otrok nemške populacije. Pri ugotavljanju razlik med spoloma s T-testom se je izkazalo, da v skupnem dosežku ni značilnih statističnih razlik.

Najobsežnejša slovenska raziskava otrokovega motoričnega prostora, ki še vedno poteka, je nedvomno spremljanje otrok skozi celotno osnovnošolsko in srednješolsko obdobje s športno-vzgojnim kartonom. Analiza sprememb telesnega in gibalnega razvoja otrok in mladine med leti 1970 in 1993 ter primerjava podatkov z obdobjem med leti 1990 in 2000 kaže, da so največje pozitivne spremembe v gibalnem razvoju prisotne pri dijakih in dijakinjah med 15. in 18. letom starosti, najmanjše pa pri učencih in učenkah med 8. in 10. letom starosti. Razlik med pozitivnimi in negativnimi spremembami med spoloma v zadnjem desetletju ni bilo najti. So pa imele spremembe v gibalnem razvoju v obdobju med leti 1990 in 1995 praviloma večji negativni in manjši pozitivni trend, kot so jih imele spremembe med leti 1995 in 2000 (Strel in Kovač, 2000). Dobljeni rezultati longitudinalne študije kažejo še opazno izboljšanje rezultatov v spremenljivkah, ki merijo informacijsko komponento gibanja ter stagnacijo rezultatov v spremenljivkah, ki predstavljajo energetske komponente gibanja. Pri tem so razvojni trendi deklet drugačni od trendov dečkov, prav tako je drugačna tudi njihova motorična učinkovitost (Fili-Maurič, 1997; Kondrič in Šajber-Pincolič, 1997; Pišot, 1997; Strel, 1994; Strel in Kovač, 2000; Šturm in Strel, 1985).

Modernejše študije so obravnavale dinamika longitudinalnih sprememb, do katerih prihaja znotraj biomehanskih karakteristik skeletnih mišic skozi razvojna obdobja od zgodnjega otroštva pa do adolescence (Pišot in Šimunič, 2006). Na osnovi meritev mehanskega odziva skeletnih mišic so pionirsko predstavili možnost uporabe novih tehnologij za neinvazivna merjenja adaptivnih možnosti skeletnih mišic. Ugotovili so, da ima vsaka od šestih skeletnih mišic svoj trend razvoja in, da je odvisen od gibalnih in športnih navad, športnega dosežka in debelosti. Hitrost krčenja zadnje stegenske mišice upada značilno s starostjo otrok.

Pišot in Planinšec (2005) sta analizirala motorične, kognitivne in morfološke razsežnosti otrok v predšolskem in zgodnjem šolskem obdobju. Ugotavljata, da človekovo motorično vedenje obsega različna področja, kot so motorično učenje, motorična kontrola in motorični razvoj, ki se medsebojno dopolnjujejo, čeprav jih pogosto obravnavajo ločeno. Avtorja zagovarjata, da je potrebno motorične sposobnosti mogoče razumeti in korektno pojasniti le na osnovi poznavanja povezav z ostalimi biopsihosocialnimi razsežnostmi. Zato naj bi bilo smiselno podrobneje raziskati povezave motoričnih, kognitivnih in morfoloških razsežnosti. To naj bi bilo še posebej aktualno, ko gre za mlajše otroke, ki so v obdobju dinamičnega razvoja.

## 1.2 Aplikativne raziskave o vlogi in pomenu gibalne/športne aktivnosti v razvoju otroka

Ob proučevanju temeljnih raziskav otrokovega motoričnega prostora in njegovi povezanosti z ostalimi podsistemi psihosomatskega statusa je pomembno usmeriti pozornost tudi na dejavnike, ki usmerjajo otrokov razvoj. Na razvoj gibalnih sposobnosti in znanj vpliva več faktorjev, in sicer prirojeni dejavnik, imenovan dispozicija ali dednost, okolje in samodejavnost. Navedeni dejavniki so v tesni interakciji. Vsi trije so pomembni, da človekov razvoj napreduje v višje razvojne faze. Ker so motorični potenciali v veliki meri dedni, obstaja poglobljen interes raziskovalcev zlasti na področju proučevanja vpliva socialnega okolja. Doslej so ugotovili, da so zlasti občutljivejše motorične sposobnosti, ki so zelo odvisne od regulativnih mehanizmov centralnega živčnega sistema, v pomembni soodvisnosti s socialnim statusom, ki ga je otrok deležen (Petrovič, Strel in Ambrožič, 1982). Socialni status staršev vpliva na otrokovo gibalno/športno aktivnost in s tem na razvoj motoričnih sposobnosti. Tako otroci, ki živijo v manjših krajih ali ob obrobju velikih aglomeracij, katerih položaj staršev je na izobrazbeni lestvici nižji in z nižjim profesionalnim statusom, nimajo enakih možnosti za ukvarjanje z gibalnimi/športnimi aktivnostmi kot njihovi statusno boljši vrstniki. Dejstvo je, da tudi otrok z odličnimi dednostnimi zasnovami le-teh ne bo mogel razviti, če ne bo imel priložnosti za to. Prvi pogoj za razvoj gibalnih sposobnosti je zadostna količina gibalne/športne aktivnosti.

Zato ne preseneča kar precejšnje število raziskav v svetu in pri nas, ki se posvečajo analiziranju otrokove gibalne/športne aktivnosti z vidika pogostnosti, vsebine in oblike udejstvovanja. V tem smislu največkrat preučujemo gibalno/športno aktivnost v prostem času predvsem zaradi tega, ker naj bi imela redna (v vrtcu ali šoli) podoben vpliv na vse otroke. Seveda pa so te raziskave novejšje in še daleč ne tako številne kot raziskave otrokovega motoričnega prostora ali pa raziskave pristočasne gibalne/športne aktivnosti odraslih (Petrovič, Ambrožič, Sila in Doupona, 1996, 1998). Dosedanje ugotovitve raziskovalcev, ki so proučevali otrokovo gibalno/športno aktivnost, kažejo, da obstajajo razlike med otroci v gibalni/športni aktivnosti največkrat glede na spol, starost, krajevno področje bivanja, socialno-ekonomski status družine in širše družbeno okolje (Jelovčan, Pišot in Žerjal, 2002; Jurak, Kovač, Strel in Bednarik, 2003; Makuc, 1998; Petrovič, Strel in Ambrožič, 1982; Pišot in Zorc, 2003; Pišot, Jelovčan, Černuta, Stankovič, Črtanec in Žerjal, 2003; Zorc, 2001). Gre za vpliv socialno-demografskih karakteristik oziroma okolja na značilnosti otrokove gibalne/športne aktivnosti. V nadaljevanju se opiramo na izsledke osrednjih študij gibalne/športne aktivnosti otrok, ki so bile narejene v slovenskem prostoru.

Petrovič, Strel in Ambrožič (1982) so v raziskavi *Motorično najuspešnejši in motorično ogroženi učenci in učenke osnovnih šol SR Slovenije z vidika*

*stratifikacijskih in socializacijskih dejavnikov ter pogojev šolanja in šolskega okolja* raziskali tudi izvenšolsko gibalno/športno aktivnost učencev in učenk zadnjega razreda osnovne šole. Raziskavo so opravili na 408 merjencih, ki so jih na osnovi ugotovitev o doseženih motoričnih sposobnostih razdelili v štiri skupine, in sicer na motorično najbolj sposobne učenke (113), motorično najbolj sposobne učence (100), motorično najmanj sposobne učenke (96) in motorično najmanj sposobne učence (99). Avtorji so ugotovili, da za več kot 75% motorično najsposobnejših učencev in učenk program športne vzgoje v šoli ne predstavlja edine gibalne/športne aktivnosti, medtem ko je pri motorično najmanj sposobnih praviloma edina oblika gibalne/športne aktivnosti. V organizirane oblike vadbe v šolskih športnih društvih se vključuje tako 71% motorično najuspešnejših učencev in 66% motorično najuspešnejših učenk ter samo 25% motorično najmanj sposobnih. V športne klube in športna društva izven šole je vključenih nekaj več kot 25% motorično najsposobnejših in samo 8% motorično najmanj sposobnih. 80% motorično najsposobnejših učencev in 75% najsposobnejših učenk se tako gibalno/športno udeležuje na teden šest ali več ur, vključno z urami šolske športne vzgoje. Motorično ogroženi učenci in učenke pa se v povprečju ukvarjajo s športom po dve uri na teden. Kar zadeva ukvarjanje s športnimi zvrstmi so rezultati pokazali, da pri učencih glede na razvitost motorične sposobnosti ni bistvenih razlik.

Jelovčan, Pišot in Žerjal (2002) so na vzorcu 239 merjencev osnovnošolskih otrok, starih od osem do deset let, iz obalnega, ljubljanskega in mariborskega območja ugotovili, da obstajajo razlike v značilnostih gibalne/športne aktivnosti med različno starimi merjenci. Tako je bilo 77,3% 8-letnikov, 73,3% 9-letnikov in 63,3% 10-letnikov včlanjenih v organizirane oblike gibalnih/športnih aktivnosti. Dečki so bili aktivni predvsem v kolektivnih športih. Na prvo mesto so postavili nogomet, s katerim se ukvarja 20% anketirancev in na drugo mesto košarko (9% merjencev). Deklice so se odločale predvsem za športne panoge, kjer je vse podrejeno pojmu »lepo«: telo, gibanje, glasba, oblačenje. V vrhu sta bili tako športni zvrsti ples (9% merjenk) in športna gimnastika (10% merjenk). Otroci so izbrali 23 različnih športnih panog, kljub temu pa ne moremo mimo dejstva, da 26,7% otrok v prostem času ni bilo vključenih v nobeno obliko organizirane gibalne/športne dejavnosti. Avtorji so nadalje ugotovili, da obstajajo razlike v gibalni/športni aktivnosti med različno starimi otroki, in sicer 10-letni otroci v prostem času manj hodijo in kolesarijo kot 8- in 9-letni anketiranci. Kar 23,3% 10-letnikov nikoli ne kolesari. Zanimivo pa je dejstvo, da 10-letni otroci, v primerjavi z 8-letnimi in 9-letnimi, pred televizijo presedijo najmanj časa. Manjšo gibalno/športno aktivnost 10-letnih otrok so avtorji tako pripisali sedenju za šolskimi knjigami.

Na osnovi navedenega lahko sklepamo, da razlike med otroci v značilnostih gibalne/športne aktivnosti obstajajo tako glede na spol, starost in krajevno območje. Vsem pa je skupna rdeča nit, da se v večini ukvarjajo z gibalnimi/športnimi

aktivnostmi dovolj redno, da lahko imajo le-te pozitiven vpliv na njihov razvoj. Zanimariti ne velja tudi tistih odstotkov otrok, ki se z gibalnimi/športnimi aktivnostmi sploh ne ukvarjajo ali pa niso vključeni v organizirane oblike prostočasnih gibalnih/športnih dejavnosti, ki so po izvedbi najkvalitetnejše. V bodoče je potrebno z analizo stanja iskati vzroke, zakaj je temu tako. Opozoriti velja tudi na raznolikost rezultatov različnih študij, kar velja pripisati krajevno specifičnim vzorcem merjencev, npr. ljubljansko območje, primorska regija, gorenjska regija (Makuc, 1998; Petkovšek, 1984; Zorc, 2001), specifični starosti (Jelovčan, Pišot in Žerjal, 2002), spolu ali pa samo določenemu časovnemu obdobju, npr. v času poletnih počitnic (Jurak, Kovač, Strel in Bednarik, 2003). Navedeno potrjuje vpliv in pomen socialnih karakteristik okolja, v katerem otrok živi, njegovega spola in starosti na količino, obliko in vsebino prostočasne gibalne/športne aktivnosti.

Pišot in Šimunič (2006) predstavljata podatke razvoja šestih skeletnih mišic longitudinalne študije 300 otrok med 8 in 11 letom starosti. Ugotavljajo, da se zadnja stegenska mišica upočasnjuje s starostjo in s tem zgublja na funkcionalnosti, ki bo otrokom še tako potrebna pri nadaljnjem gibalnem razvoju. Ugotavljajo, da je upočasnjevanje razvoja deloma možno zaustaviti z redno športno aktivnostjo. Podatki so bili kasneje nadgrajeni s še dodatnimi tremi leti longitudinalnega spremljanja (Pišot, Dolenc, Jurdana, Šetina, Volmut in Šimunič, 2007).

Z uporabo tehnologij modernega časa je bilo opravljeno v Sloveniji več analiz gibalnih navad otrok med starostjo 5 do 9 let (Šetina idr. 2007; Volmut, Dolenc, Šetina, Pišot in Šimunič, 2008) in ugotavljajo značilen upad gibanja s starostjo otrok ter pomembne razlike med spoloma: dečki se gibljejo več kot deklice.

Kupec, Šimunič in Pišot (2008) so predstavili primerjavo gibalnih sposobnosti med vaškim in mestnim okoljem in ugotovili, da otroci na vasi dosegajo značilno slabše rezultate v večini testov. Ta ugotovitev predstavlja kontradikcijo dosedanjih vedenj. Opazovali so le eno vaško okolje, pa kljub temu je to ugotovitev potrebno vzeti na znanje, saj se nahajamo v obdobju velikih sprememb.

Sodobni način življenja ima namreč velik vpliv na pojavnost debelosti. Študije v Združenih državah Amerike so pokazale, da že 15 minutna gibalno/športna aktivnost na dan zmanjša verjetnost za pojavnost debelosti za polovico (Stevens idr., 2007). Povezanost med odstotkom telesne maščobe in gibalno/športno aktivnostjo je ugotovil tudi Dencker idr. (2006).

Šimunič, Prot in Pišot (2008) so predstavili analizo vpliva debelosti na skeletno mišični sistem. Ugotovili so, da se otrokom s prekomerno telesno težo značilno spremeni mišični tonus spodnjih hrbtnih mišic in da po štirih letih prekomerne telesne teže razvijejo lateralno asimetrijo spodnje hrbtne mišice.

Če želimo otroku ponuditi primerno kakovost in količino gibalne/športne aktivnosti moramo vsekakor poznati tudi njegove potrebe. Te izhajajo tako iz njegovega okolja, ki mu z bogatimi ali skromnimi izkušnjami ter prevzetim vzorom oblikujejo specifičen življenjski slog, kot tudi iz naravnih tendenc razvoja, ki se ponekod skladajo s filogenezo in prirojenimi vzorci, drugod pa spet v svoji regulaciji nakazujejo določene posebnosti. Del tega in sicer značilnosti in posebnosti v biomehaniki skeletnih mišic otroka smo si zastavili preučiti v nadaljevanju.



## **CILJI PROUČEVANJA**

V pričujoči raziskavi smo si na osnovi predlaganega predmeta in problema merjenja in analize izbranih otrokovih gibalnih sposobnosti, adaptacije izbranih skeletnih mišic in ugotavljanje povezav med prostoroma, zastavili naslednje cilje:

- C.1 Preučiti adaptacijo izbranega skeletnega mišičja in maksimalne hitrosti teka na gibalne navade, v obdobju poznega otroštva in adolescence;
- C.2 Analiza vpliva redne športne vadbe na telesne lastnosti, mišične lastnosti in maksimalno hitrost teka;
- C.3 Primerjava časa krčenja izbranih skeletnih mišic in maksimalne hitrosti teka med spoloma;

## 2 DELOVNE HIPOTEZE

- C.1 Ugotovitev adaptacije skeletnega mišičja in maksimalne hitrosti teka na gibalne navade v obdobju poznega otroštva in adolescence;
  - H1.1 Obstaja značilna povezanost med maksimalno hitrostjo teka in kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic;
  - H1.2 Povezanost med kontraktilnimi lastnostmi mišic in maksimalno hitrostjo teka se spreminja s starostjo;
  
- C.2 Analiza vpliva redne športne vadbe na telesne lastnosti, mišične lastnosti in maksimalno hitrost teka;
  - H2.1 Količina gibalne/športne aktivnosti značilno vpliva na indeks telesne mase in pojavnost debelosti;
  - H2.2 Obstaja značilni vpliv redne športne vadbe na čas krčenja mišic, sprednje zunanje stegenske mišice in zadnje dvoglave stegenske mišice;
  - H2.3 Obstaja značilni vpliv redne športne vadbe na maksimalno hitrost teka;
  
- C.3 Primerjava časa krčenja skeletnih mišic in maksimalne hitrosti teka med spoloma;
  - H3.1 Obstajajo značilne razlike v času krčenja skeletnih mišic med spoloma;
  - H3.2 Obstajajo značilne razlike v maksimalni hitrosti teka med spoloma;

## 3 METODE DELA

### 3.1 Vzorec merjencev

V raziskovalni projekt smo, po predhodno opravljeni pilotski študiji, z vsemi dovoljenji in pisnimi privolitvami staršev, vključili 238 otrok iz devetih osnovnih šol, ki tako pokrivajo tri slovenske regije: primorsko, ljubljansko in mariborsko. In je bila del dveh obsežnih raziskovalnih projektov: aplikativnega raziskovalnega projekta »Vloga biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v gibalnem razvoju otroka« in temeljnega raziskovalnega projekta »Spremljanje sprememb biomehanskih karakteristik skeletnih mišic v zgodnjem otroštvu in obdobju adolescence«, ki sta bila izvedena v organizaciji Znanstveno-raziskovalnega središča Univerze na Primorskem v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Projekta sta bila sofinancirana s strani Ministrstva za šolstvo, znanost in šport, Mestne občine Koper in Zdravstvenega doma dr. Adolfa Drolca Maribor. Odgovorni nosilec projektov je bil prof. dr. Rado Pišot. Kandidat je kot član raziskovalnega tima na omenjenem projektu aktivno sodeloval pri zbiranju podatkov in njihovem vnosu (oblikovanje baze podatkov).

Na začetku študije smo v meritve vključili otroke tretjih razredov osnovne šole in nato isti vzorec spremljali šest zaporednih let. V vsakem območju so bile izbrane tri osnovne šole. Tako krajevna področja kot tudi osnovne šole so bile izbrane na osnovi rezultatov predhodnih raziskav, pri čemer so bili upoštevani naslednji kriteriji:

- socialno-demografske značilnosti okolja;
- socialni status prebivalcev;
- povprečne gibalne sposobnosti otrok.

### 3.2 Vzorec spremenljivk

Po analizi rezultatov pilotske študije, predhodnih raziskav na vzorcu odraslih in obstoječih referenc, smo za meritve osnovnega vzorca izbrali naslednje indikatorske mišice:

- *vastus lateralis* in *biceps femoris* na dominantni strani;
- *biceps brachii* in *erector spinae* na obeh straneh telesa.

Za boljši in objektivnejši pogled v raziskovano problematiko smo ob meritvah biomehanskih lastnosti skeletnih mišic (tenziomiografije – TMG), vključenemu vzorcu izmerili še telesno težo, višino in maksimalno hitrost teka na kontaktni preprogi.

Z željo pridobiti še informacijo o njihovem načinu preživljanja prostega časa, predvsem z vidika športne aktivnosti oziroma neaktivnosti smo merjencem in njihovim staršem, po predhodnem dogovoru, ponudili tudi anketni vprašalnik.

S tenziomiografijo smo ugotavljali biomehanske lastnosti skeletnih mišic merjenih otrok. Kontraktilne lastnosti skeletnih mišic opisujejo naslednji izbrani parametri:

- čas zakasnitve;
- čas krčenja;
- čas zadržka;
- polovični čas sproščanja;
- maksimalni odmik.

Meritve smo izpeljali tako kot je bilo predhodno dogovorjeno in določeno v projektni dokumentaciji. Med letnimi meritvami je minilo od 10 do 12 mesecev.

### **3.3 Statistične metode**

Uporabili smo naslednje statistične metode:

1. statistiko 1. reda (povprečna vrednost, standardna deviacija, Pearsonov koeficient korelacije);
2. frekvenčni prikaz s histogramom (minimalna vrednost, maksimalna vrednost, tip porazdelitve, sploščenost porazdelitve, asimetričnost porazdelitve);
3. testiranje hipotez (analiza variance – ANOVA, Pearsonov  $H_i^2$  test značilnosti korelacije).

Za testiranje značilnosti razlik smo uporabljali stopnjo zaupanja  $p < 0.05$ .

## **4 REZULTATI**

Poglavje Rezultati je razdeljeno na 4 smiselne sklope, v katerih so ločeno analizirani štiri cilji in njim pripadajoče delovne hipoteze.

V prvem tematskem sklopu smo predstavili osnovne morfološke značilnosti (telesna teža, telesna masa in indeks telesne mase ROHR) merjenih otrok, ločeno po spolu in po razredih od 3. do 8. razreda.

V drugem tematskem sklopu smo predstavili povezanost med maksimalno hitrostjo teka in kontraktilnimi lastnostmi dveh skeletnih mišic. V tabelah je predstavljena hitrost teka, čas krčenja sprednje zunanje stegenske mišice ter zadnje dvoglave stegenske mišice, ločeno po spolu in razredu.

Tretji sklop predstavlja odvisnosti med količino gibalne/športne aktivnosti in morfološki parametri.

V zadnjem sklopu so predstavljeni podatki oziroma razlika med merjenci, ki so se v času merjenj vsaj tri leta aktivno ukvarjali s športom in tistimi, ki se niso. Predstavljena je razlika med hitrostjo teka in kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic pri obeh skupinah otrok.

Za začetek smo prikazali splošno statistiko vzorca otrok, ločeno po spolu. Za testiranje hipotez 4.1 in 4.2 smo v analizo vzeli le podvzorec, ki je konsistentno opravil vseh šest testiranj med testiranci 3. in 8. razreda. S tem smo sicer zmanjšali vzorec, vendar pridobili na objektivnosti rezultatov. Sicer pa smo za testiranje ostalih ciljev vzeli v analizo celoten vzorec otrok.

### **4.1 Vzorec merjencev – morfološke značilnosti**

V tem sklopu smo opisali vzorec otrok s stališča morfoloških značilnosti. Prikazali smo rezultate za spremenljivke: telesna višina, telesna teža in indeks telesne mase, ROHR.

#### **4.1.1 Telesna višina**

Tabeli 7.1 in 7.2 prikazujeta osnovno statistiko spremenljivke telesna višina za dečke in deklice. Ugotavili smo normalen razvoj telesne višine, kjer so deklice v povprečju višje do 7. razreda.

	<b>N</b>	<b>MIN / cm</b>	<b>M ± SD / cm</b>	<b>MAKS / cm</b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	124	126	139,8 ± 6,8	160	-0,0075	0,5275
<b>4. razred</b>	120	130	143,9 ± 7,4	166	0,2296	0,6151
<b>5. razred</b>	110	133	148,2 ± 7,4	168	0,0740	0,3437
<b>6. razred</b>	93	139	157,2 ± 8,0	178	-0,0978	0,2436
<b>7. razred</b>	98	142	163,4 ± 8,9	186	-0,3743	-0,0528
<b>8. razred</b>	96	151	167,7 ± 8,4	188	-0,5900	0,0266

**Tabela 7.1:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke telesne višine dečkov posameznih razredov.

	<b>N</b>	<b>MIN / cm</b>	<b>M ± SD / cm</b>	<b>MAKS / cm</b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	114	124	140,4 ± 6,8	167	0,8412	0,3429
<b>4. razred</b>	103	130	144,7 ± 7,3	171	0,9411	0,6532
<b>5. razred</b>	108	132	149,0 ± 7,9	172	0,1413	0,2693
<b>6. razred</b>	81	140	158,2 ± 7,2	172	-0,5107	-0,1431
<b>7. razred</b>	77	143	162,3 ± 6,7	177	-0,1422	-0,2153
<b>8. razred</b>	80	146	164,8 ± 6,3	181	0,0495	0,0272

**Tabela 7.2:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke telesne višine deklic posameznih razredov.

#### 4.1.2 Telesna teža

Tabeli 7.3 in 7.4 prikazujeta osnovno statistiko spremenljivke telesna masa za dečke in deklice. Ugotovili smo, da imajo dečki večjo telesno maso skozi celoten opazovani starostni razpon.

	<b>N</b>	<b>MIN / kg</b>	<b>M ± SD / kg</b>	<b>MAKS / kg</b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	124	23	34,7 ± 7,1	60	0,8784	0,9146
<b>4. razred</b>	120	25	37,8 ± 8,3	62	-0,0651	0,7650
<b>5. razred</b>	110	26	39,4 ± 8,8	67	0,1628	0,8279
<b>6. razred</b>	93	31	48,4 ± 9,9	74	-0,4878	0,3678
<b>7. razred</b>	98	31	54,2 ± 12,5	90	0,1736	0,6806
<b>8. razred</b>	96	35	57,3 ± 12,8	91	-0,1845	0,5468

**Tabela 7.3:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke telesne teže dečkov posameznih razredov.

	<b>N</b>	<b>MIN / kg</b>	<b>M ± SD / kg</b>	<b>MAKS / kg</b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	114	19	33,4 ± 7,4	59	0,8614	0,9172
<b>4. razred</b>	103	22	37,0 ± 8,1	68	2,0041	1,1718
<b>5. razred</b>	108	22	38,3 ± 8,4	63	0,7352	0,8740
<b>6. razred</b>	81	26	45,8 ± 8,8	72	0,4228	0,5068
<b>7. razred</b>	77	30	50,2 ± 8,5	75	0,5773	0,4106
<b>8. razred</b>	80	33	52,0 ± 8,2	74	0,1662	0,3097

**Tabela 7.4:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke telesne teže deklic posameznih razredov.

#### 4.1.3 Indeks telesne mase (ROHR)

Indeks telesne mase smo izračunali kot količnik telesne teže (v kilogramih) in telesne višine (v metrih), na tretjo potenco. Tako definiran indeks telesne mase je bolj znan kot indeks ROHR. Podobno kot indeks telesne mase ITM, ki se uporablja pri odraslih osebah, se indeks ROHR pretežno bolj uporablja pri otrocih. Vrednosti ROHR pod 11 so razumljene kot prenizka telesna teža, vrednosti nad 15 kot prevelika telesna teža, vrednost 13 pa predstavlja optimalno telesno težo na dano telesno višino.

Tabeli 7.5 in 7.6 prikazujeta osnovno statistiko indeksa ROHR za dečke in deklice. Ugotovili smo, da je indeks ROHR obeh spolov blizu optimalni vrednosti in se z leti še znižuje. Pri tem je treba povedati, da imajo deklice nekoliko nižji indeks ROHR.

	<b>N</b>	<b>MIN / kgm<sup>-3</sup></b>	<b>M ± SD / kgm<sup>-3</sup></b>	<b>MAKS / kgm<sup>-3</sup></b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	124	9,5	12,6 ± 1,6	17,1	0,4081	0,7615
<b>4. razred</b>	120	8,9	12,6 ± 1,8	18,2	0,3045	0,6828
<b>5. razred</b>	110	9,2	12,0 ± 1,7	18,8	1,5451	1,0723
<b>6. razred</b>	93	9,2	12,4 ± 1,8	17,4	0,1118	0,7483
<b>7. razred</b>	98	9,2	12,3 ± 2,0	20,3	2,8819	1,5658
<b>8. razred</b>	96	9,2	12,0 ± 2,0	18,5	2,1112	1,5078

**Tabela 7.5:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke indeksa telesne mase (ROHR) pri dečkih posameznih razredov.

	<b>N</b>	<b>MIN / kgm<sup>-3</sup></b>	<b>M ± SD / kgm<sup>-3</sup></b>	<b>MAKS / kgm<sup>-3</sup></b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	114	7,2	12,0 ± 1,8	17,5	0,3714	0,5840
<b>4. razred</b>	103	8,5	12,2 ± 2,0	18,6	0,4870	0,8727
<b>5. razred</b>	108	8,2	11,5 ± 1,7	16,9	0,6690	0,8158
<b>6. razred</b>	81	8,4	11,5 ± 1,6	17,6	2,4926	1,0994
<b>7. razred</b>	77	8,5	11,7 ± 1,7	19,0	3,6380	1,2965
<b>8. razred</b>	80	9,0	11,6 ± 1,5	18,4	4,3037	1,3814

**Tabela 7.6:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke indeksa telesne mase (ROHR) pri deklicah posameznih razredov.

#### **4.2 Povezanost med maksimalno hitrostjo teka in kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic**

Poglavje ločeno opisuje rezultate maksimalne hitrosti teka in hitrosti krčenja srednje zunanje stegenske mišice ter zadnje dvoglave stegenske mišice. V nadaljevanju smo prikazali tudi povezanost hitrosti teka s časom krčenja obeh stegenskih mišic.



#### 4.2.1 Hitrost teka

Ugotovili smo, da sta oba spola sorazmerno enako hitra do 8. razreda, v katerem dečki dosežejo za 6,8 % višjo maksimalno hitrost teka od deklic (Tabeli 7.7 in 7.8).

	N	MIN / ms <sup>-1</sup>	M ± SD / ms <sup>-1</sup>	MAKS / ms <sup>-1</sup>	SPLOŠČ	ASIM
3. razred	124	4,5	5,6 ± 0,4	6,6	0,3454	-0,3408
4. razred	120	4,5	5,6 ± 0,4	6,6	0,8639	-0,5877
5. razred	110	4,5	5,7 ± 0,4	6,7	0,4188	-0,5597
6. razred	93	4,9	5,9 ± 0,4	7,1	0,0571	-0,0833
7. razred	98	5,2	6,0 ± 0,3	6,9	0,3549	-0,0534
8. razred	96	5,2	6,3 ± 0,4	7,2	-0,1100	0,0275

**Tabela 7.7:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke maksimalne hitrosti teka pri dečkih posameznih razredov.

	N	MIN / ms <sup>-1</sup>	M ± SD / ms <sup>-1</sup>	MAKS / ms <sup>-1</sup>	SPLOŠČ	ASIM
3. razred	114	4,6	5,4 ± 0,3	6,4	-0,1101	0,0317
4. razred	103	4,2	5,5 ± 0,3	6,4	1,4314	-0,6306
5. razred	108	4,6	5,7 ± 0,3	6,5	0,5237	-0,2325
6. razred	81	4,8	5,8 ± 0,4	6,5	0,1678	-0,5383
7. razred	77	5,2	6,0 ± 0,3	6,9	0,1935	-0,1036
8. razred	80	5,0	5,9 ± 0,4	7,0	0,4459	0,3939

**Tabela 7.8:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke maksimalne hitrosti teka pri deklicah posameznih razredov.

#### 4.2.2 Čas krčenja sprednje zunanje stegenske mišice

Sprednja zunanja stegenska mišica (*vastus lateralis*) je odgovorna in najaktivnejša v fazi pospeševanja, odzivanja ter se s svojo aktivacijo vključuje tudi v fazi teka, predvsem v fazi amortizacije. Pri pasivnem teku, pomanjkanju propulzije zadnjih stegenskih mišic, se sprednje stegenske mišice bolj vključujejo, kar je biomehansko gledano nezaželeno. Čas krčenja skeletnih mišic je neposredno povezan s hitrostjo mišične aktivacije in s tem njene sestave. Večkrat je bilo pokazano, da je krajši čas

krčenja povezan z večjim odstotkom hitrih mišičnih vlaken (Dahmane, Djordjevič, Šimunič in Valenčič, 2005; Dahmane, Valenčič, Knez in Eržen, 2000).

Naši rezultati so pokazali, da ima mišica pri obeh spolih sorazmerno dolg čas krčenja v 3. razredu, potem se skrajša do 6. razreda in zopet podaljša med 6. in 8. razredom (Tabeli 7.9 in 7.10). Vzroke za slednje povečanje gre lahko iskati v sedentarnem načinu življenja, ki začne prevladovati ravno v tem obdobju - v obdobju poznega otroštva ter nastopu pubertete (Pišot, Dolenc, Jurdana, Šetina, Volmut in Šimunič, 2007; Šetina idr., 2007).

	<b>N</b>	<b>MIN / ms</b>	<b>M ± SD / ms</b>	<b>MAKS / ms</b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	124	14,5	22,6 ± 3,7	33,4	-0,0780	0,3893
<b>4. razred</b>	120	14,9	20,0 ± 3,0	29,8	0,9966	1,0353
<b>5. razred</b>	110	15,8	19,9 ± 2,5	27,5	0,6192	0,8297
<b>6. razred</b>	93	16,1	22,3 ± 3,2	32,8	0,3174	0,5118
<b>7. razred</b>	98	16,8	23,3 ± 3,3	35,7	1,5214	0,9361
<b>8. razred</b>	96	16,8	23,4 ± 3,0	30,8	-0,3352	0,5371

**Tabela 7.9:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke časa krčenja sprednje zunanje stegenske mišice (*vastus lateralis*) pri dečkih posameznih razredov.

	<b>N</b>	<b>MIN / ms</b>	<b>M ± SD / ms</b>	<b>MAKS / ms</b>	<b>SPLOŠČ</b>	<b>ASIM</b>
<b>3. razred</b>	114	15,0	22,8 ± 4,1	34,0	2,8766	1,1132
<b>4. razred</b>	103	15,4	19,2 ± 2,1	24,4	-0,2020	0,4835
<b>5. razred</b>	108	15,4	19,6 ± 2,4	25,9	-0,3080	0,3491
<b>6. razred</b>	81	17,7	22,1 ± 3,0	32,2	-0,0673	0,5538
<b>7. razred</b>	77	17,0	21,6 ± 2,3	30,4	1,8269	1,2522
<b>8. razred</b>	80	17,1	21,6 ± 2,2	28,3	1,9527	0,6729

**Tabela 7.10:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke časa krčenja sprednje zunanje stegenske mišice (*vastus lateralis*) pri deklicah posameznih razredov.

### 4.2.3 Čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice

V tabelah 7.11 in 7.12 smo ugotovili, da se čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice poveča v 5. razredu in ostane povečan do 8. razreda. To velja za dečke kot tudi za deklice. Absolutne vrednosti časa krčenja so bile sorazmerno visoke, nad 32 ms.

	N	MIN / ms <sup>-1</sup>	M ± SD / ms <sup>-1</sup>	MAKS / ms <sup>-1</sup>	SPLOŠČ	ASIM
<b>3. razred</b>	124	20,4	31,2 ± 5,9	52,3	0,8015	0,7665
<b>4. razred</b>	120	20,1	30,8 ± 5,0	51,6	-0,6708	0,1187
<b>5. razred</b>	110	25,1	33,3 ± 4,7	49,2	0,5981	0,6457
<b>6. razred</b>	93	21,5	32,9 ± 6,8	55,4	-0,0162	0,5312
<b>7. razred</b>	98	17,5	33,8 ± 8,5	66,1	2,1582	1,1444
<b>8. razred</b>	96	17,5	32,9 ± 8,0	60,6	1,9120	1,0227

**Tabela 7.11:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke indeksa telesne mase (ROHR) pri dečkih posameznih razredov.

	N	MIN / ms <sup>-1</sup>	M ± SD / ms <sup>-1</sup>	MAKS / ms <sup>-1</sup>	SPLOŠČ	ASIM
<b>3. razred</b>	114	20,7	32,1 ± 5,5	48,4	0,1542	0,6131
<b>4. razred</b>	103	22,2	32,2 ± 5,5	50,2	0,9688	0,8180
<b>5. razred</b>	108	22,7	34,5 ± 5,2	48,1	-0,0821	0,2983
<b>6. razred</b>	81	21,8	35,0 ± 7,5	54,9	0,0938	0,7426
<b>7. razred</b>	77	22,5	35,3 ± 7,2	59,0	0,4113	0,7408
<b>8. razred</b>	80	24,8	35,2 ± 7,6	59,1	0,4018	1,0259

**Tabela 7.12:** Število (N), minimalne (MIN), maksimalne (MAKS), povprečne (M) vrednosti s standardno deviacijo (SD), sploščenost (SPLOŠČ) in asimetrija porazdelitve (ASIM) spremenljivke indeksa telesne mase (ROHR) pri deklicah posameznih razredov.

### 4.2.4 Povezanost med hitrostjo teka in časom kontrakcije mišic

Dobro znano je, da se kvaliteta zadnje stegenske mišice (*biceps femoris*) povezuje s tehniko hitrega teka oziroma šprinta. Še več, športniki eksplozivnih športov v svoji karieri izkusijo med 80 do 90 % vseh poškodb ravno v povezavi z zadnjo stegensko mišico.

Ugotovili smo, da pri dečkih ni značilne korelacije med hitrostjo teka in časom krčenja sprednje zunanje stegenske mišice, medtem ko je korelacija značilna med hitrostjo teka in zadnjo dvoglavo stegensko mišico od 6. razreda dalje (Tabela 7.13).

Zanimivo pa je, da pri deklicah nismo ugotovili značilne korelacijo za nobeno mišico (Tabela 7.14).

	<b>R (V, T<sub>cVL</sub>)</b>	<b>P</b>	<b>R (V, T<sub>cBF</sub>)</b>	<b>P</b>
<b>3. razred</b>	0,1275	> 0,05	0,0658	> 0,05
<b>4. razred</b>	-0,1021	> 0,05	-0,0850	> 0,05
<b>5. razred</b>	-0,1045	> 0,05	-0,1698	> 0,05
<b>6. razred</b>	-0,1010	> 0,05	-0,2077	<b>&lt; 0,05</b>
<b>7. razred</b>	-0,0461	> 0,05	-0,2338	<b>&lt; 0,02</b>
<b>8. razred</b>	-0,0836	> 0,05	-0,2885	<b>&lt; 0,01</b>

**Tabela 7.13:** Povezanost med hitrosjo teka (V) in časom kontrakcije sprednje zunanje stegenske mišice (T<sub>cVL</sub>) in zadnje dvoglave stegenske mišice (T<sub>cBF</sub>). Označena je stopnja statistične pomembnosti (P) pri dečkih posameznih razredov.

	<b>R (V, T<sub>cVL</sub>)</b>	<b>P</b>	<b>R (V, T<sub>cBF</sub>)</b>	<b>P</b>
<b>3. razred</b>	-0,0997	> 0,05	0,0760	> 0,05
<b>4. razred</b>	-0,0052	> 0,05	0,0478	> 0,05
<b>5. razred</b>	0,0085	> 0,05	0,0014	> 0,05
<b>6. razred</b>	-0,0063	> 0,05	0,0246	> 0,05
<b>7. razred</b>	-0,0145	> 0,05	0,1216	> 0,05
<b>8. razred</b>	-0,0674	> 0,05	0,1226	> 0,05

**Tabela 7.14:** Povezanost med hitrosjo teka (V) in časom kontrakcije sprednje zunanje stegenske mišice (T<sub>cVL</sub>) in zadnje dvoglave stegenske mišice (T<sub>cBF</sub>). Označena je stopnja statistične pomembnosti (P) pri deklicah posameznih razredov.

Izmerjeni rezultati so potrdili značilno korelacijo med maksimalno hitrostjo teka in časom krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice le pri dečkih.

**Zato smo H1.1 sprejeli za zadnjo dvoglavo stegensko mišico in le za dečke.**

Izmerjeni rezultati so potrdili spreminjanje korelacije med maksimalno hitrostjo teka in časom krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice le pri dečkih.

**Zato smo H1.2 sprejeli za zadnjo dvoglavo stegensko mišico in le za dečke.**

### **4.3 Analiza vpliva redne športne vadbe na telesne lastnosti, mišične lastnosti in maksimalne hitrosti teka**

Sodoben način in vedno hitrejši ritem življenja tako starejše kot mlajše vklanja k vedno bolj pasivnemu in stresnemu bivanju. Otrokom zaradi premajhne gibalne aktivnosti primanjkuje na spodbudi o krepitvi in varovanju zdravja, tako pa si tudi ne oblikujejo navade in pridobijo vedenjske vzorce, ki zagotavljajo zdrav način življenja. V skupino, ki se je redno ukvarjala s športno aktivnostjo smo uvrstili otroke, ki so se vsaj štiri leta redno udeleževali katere od športnih vadb v času šestletnega merjenja. V tem poglavju je tako sodelovalo 90 otrok, ki so se ali niso štiri leta redno ukvarjali s športno aktivnostjo. Vzorec dečkov, ki so se redno ukvarjali s športom je štel 29 članov, vzorec deklic pa 27. Število nešportnih otrok je bilo tako pri dečkih kot pri deklicah 17.

Ob premajhni gibalni aktivnosti so otroci izpostavljeni tudi številnim dejavnikom tveganja za pojav različnih bolezni. Starševska prezaposlenost se odraža v otrokovi prepuščenosti samemu sebi, kar privede do nezdravega načina prehranjevanja, ob premajhni gibalni aktivnosti pa posledično do prekomerne telesne teže.

#### **4.3.1 Indeks telesne mase**

V spodnji tabelah smo primerjali indeks ROHR ločeno po spolu in skupno, med tistimi, ki so se redno ukvarjali s športno aktivnostjo in tistimi, ki se niso.

V tabeli 7.15 je prikazan indeks telesne mase pri deklicah. Indeks ROHR se med tistimi, ki so se redno udeleževale športne aktivnosti in tistimi, ki se niso, bistveno ne razlikuje. V 7. in 8. razredu se je sicer pojavilo večje odstopanje med športno in nešportno skupino, vendar ni statistično značilno.

Tudi pri dečkih ni razlik med obema skupinama, kot je prikazano v tabeli 7.16. V 8. razredu je celo opazen premik k izenačitvi med skupinama.

Indeks ROHR	Nešportnice	Športnice	P
3. razred	11,77 ± 2,31	11,90 ± 1,47	0,412
4. razred	11,97 ± 2,16	12,06 ± 1,43	0,436
5. razred	11,47 ± 2,11	11,32 ± 1,39	0,391
6. razred	11,54 ± 2,35	11,45 ± 1,14	0,433
7. razred	12,09 ± 2,46	11,63 ± 1,29	0,206
8. razred	11,97 ± 2,13	11,58 ± 1,15	0,219

**Tabela 7.15:** Primerjava indeksa ROHR med skupinama športnic in nešportnic.

Indeks ROHR	Nešportniki	Športniki	P
3. razred	13,25 ± 1,82	12,62 ± 1,81	0,129
4. razred	13,36 ± 2,08	12,64 ± 1,88	0,118
5. razred	12,66 ± 2,12	12,12 ± 1,84	0,184
6. razred	12,98 ± 2,13	12,37 ± 1,81	0,154
7. razred	12,92 ± 2,48	12,28 ± 2,01	0,173
8. razred	12,28 ± 2,31	12,07 ± 1,93	0,370

**Tabela 7.16:** Primerjava indeksa ROHR med skupinama športnikov in nešportnikov.

#### 4.3.2 Pojavnost debelosti

Tabela 7.17 prikazuje odstotek predebelih otrok v skupinah, ki so se redno ukvarjali s športno aktivnostjo in tistimi, ki se niso, ločeno po spolu. Debelost oziroma preveliko telesno težo smo definirali kot  $ROHR > 15 \text{ kg/m}^3$ .

Tako dečki kot deklice, ki so se redno ukvarjali s športno dejavnostjo, imajo manjšo pojavnost debelosti od otrok, ki se niso redno ukvarjali z organizirano vadbo.

Indeks ROHR	Nešportniki	Športniki	Nešportnice	Športnice
3. razred	17,6 %	13,8 %	17,6 %	3,4 %
4. razred	23,5 %	6,9 %	11,8 %	3,4 %
5. razred	11,8 %	6,9 %	5,9 %	3,4 %
6. razred	17,6 %	6,9 %	11,8 %	0 %
7. razred	17,6 %	10,3 %	5,9 %	0 %
8. razred	17,6 %	3,4 %	5,9 %	0 %

**Tabela 7.17:** Pojavnost debelosti (odstotek) pri otrocih, ki se redno ukvarjajo z organizirano športno vadbo (športniki, športnice) in otrok, ki se ne (nešportniki, nešportnice).

Izmerjeni rezultati so potrdili, da količina redne športne aktivnosti bistveno ne vpliva na indeks telesne mase ne pri deklicah niti pri dečkih.

Pojavnost debelosti pa je nižja pri dečkih in deklicah, ki so se redno ukvarjali z organizirano športno vadbo

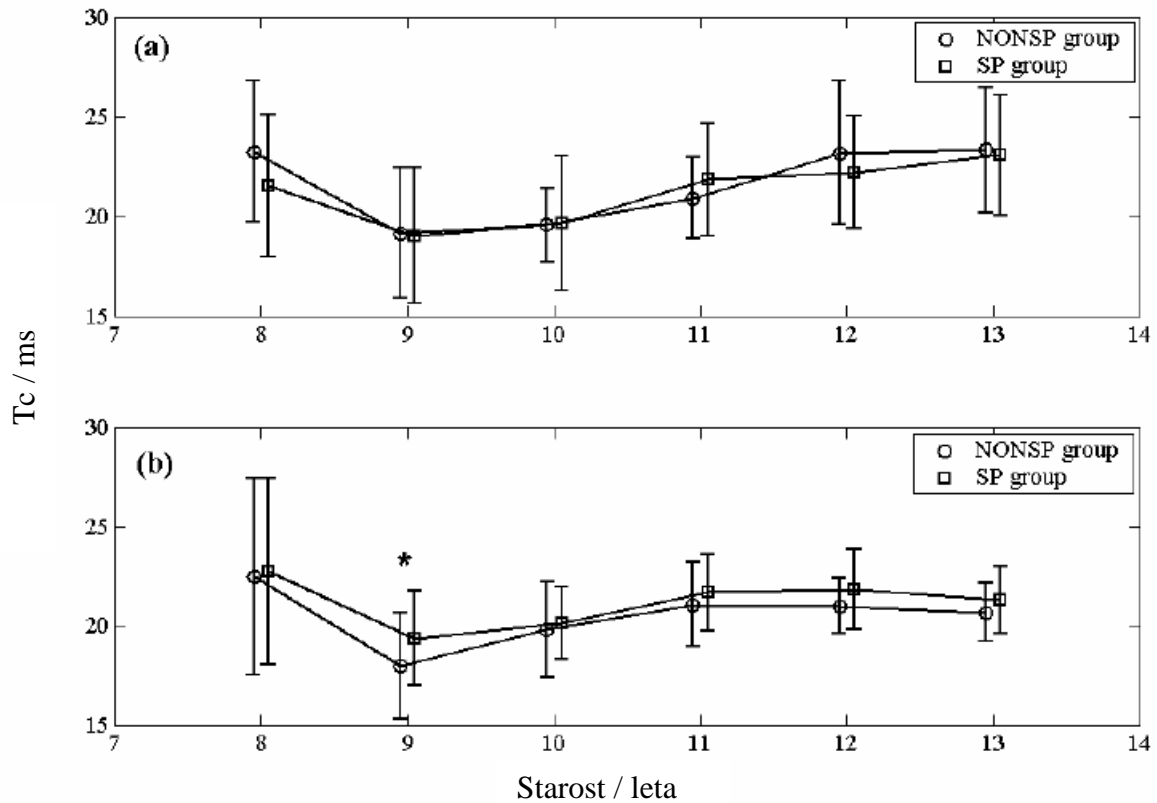
**Hipotezo H2.1 sprejmemo le za pojavnost debelosti, saj je bila ta nižja pri otrocih, ki so bili vključeni v redno športno vadbo ter ovržemo za indeks telesne mase, saj redna športna vadba ni vplivala nanj.**

#### 4.3.3 Čas krčenja mišice

V tej analizi smo primerjali čas krčenja ( $T_c$ ; pridobljen s tenziomiografsko metodo) med dvema skupinama otrok: (i) skupino otrok, ki se redno ukvarjajo z organizirano športno vadbo in (ii) skupino otrok, ki se ne. Analizirali smo dve mišici, sprednjo zunanjo stegensko mišico (VL) in zadnjo dvoglavo stegensko mišico (BF).

#### Sprednja zunanja stegenska mišica

Slika 1 prikazuje  $T_c$  mišice VL v odvisnosti od starosti in udeležbe oziroma neudeležbe pri organizirani športni vadbi (Pišot, Dolenc, Jurdana, Šetina, Volmut in Šimunič, 2007). Avtorji so ugotovili, da se  $T_c$  mišice VL s starostjo spreminja, vendar neodvisno od udeleževanja organizirane vadbo.



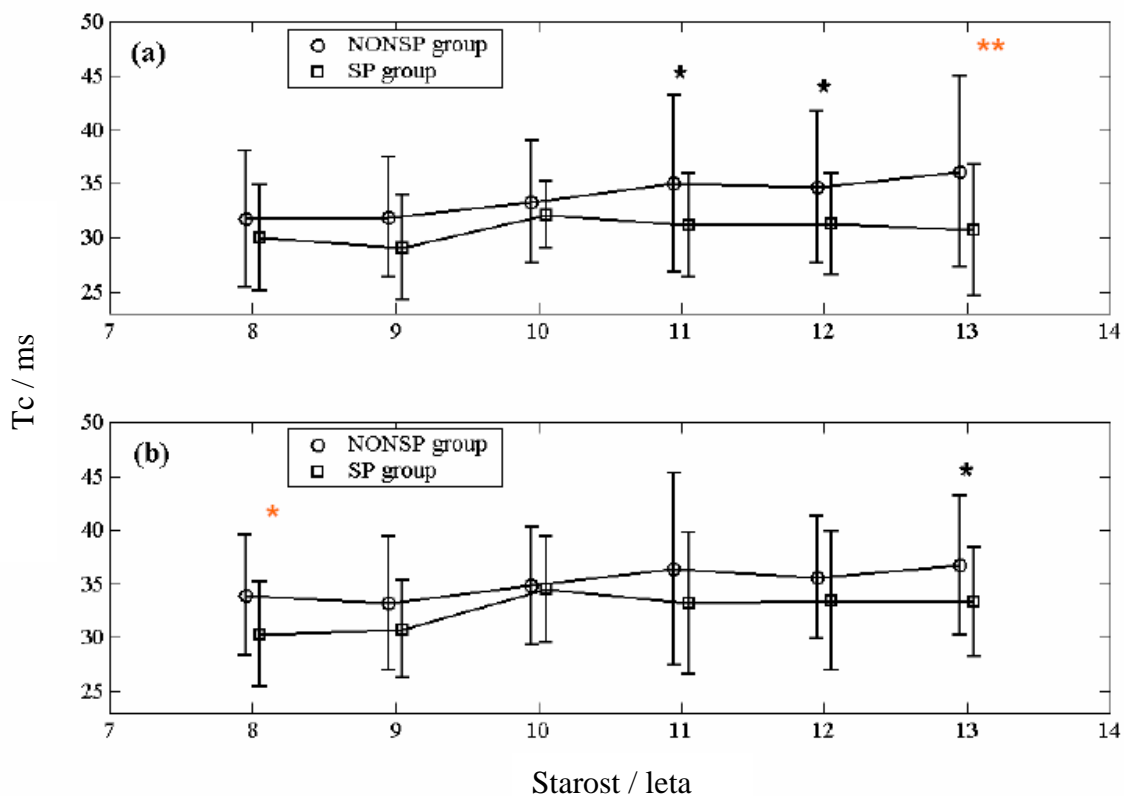
\* -  $p < 0.05$

**Slika 7.1:** Čas krčenja ( $T_c$ ) mišice vastus lateralis (VL) v odvisnosti od starosti dečkov (zgornji graf) in deklic (spodnji graf) in vključenosti (SP) oziroma ne vključenosti (NONSP) v redno organizirano vadbo (Pišot, Dolenc, Jurdana, Šetina, Volmut in Šimunič, 2007).

### Zadnja dvoglava stegenska mišica

Slika 7.2 prikazuje  $T_c$  mišice BF v odvisnosti od starosti in udeležbe oziroma neudeležbe pri organizirani športni vadbi. Avtorji so ugotovili, da se  $T_c$  mišice BF s starostjo spreminja, tako pri dečkih kot pri deklicah (Pišot, Dolenc, Jurdana, Šetina, Volmut in Šimunič, 2007). Predvsem pri tistih, ki niso vključeni v organizirano vadbo, takrat jim  $T_c$  mišice BF narašča s starostjo. Pri tistih, ki pa so vključeni v organizirano vadbo pa se  $T_c$  mišice ne spreminja ali celo zmanjšuje.





\*\* -  $p < 0.01$ , \* -  $p < 0.05$

**Slika 7.2:** Čas krčenja ( $T_c$ ) mišice biceps femoris (BF) v odvisnosti od starosti dečkov (zgornji graf) in deklic (spodnji graf) in vključenosti (SP) oziroma ne vključenosti (NONSP) v organizirano vadbo (Pišot, Dolenc, Jurdana, Šetina, Volmut in Šimunič, 2007).

Izmerjeni rezultati so potrdili, da količina športne dejavnosti bistveno vpliva na zadnjo dvoglavo stegensko mišico, ne pa na sprednjo zunanjo stegensko mišico.

Razlika športne in nešportne skupine je bila bolj izrazita pri dečkih, saj športna skupina s starostjo ohranja oziroma izboljšuje čas krčenja. Pri deklicah je bila razlika med športno in nešportno skupino opazna v osmem letu starosti in nato šele v trinajstem.

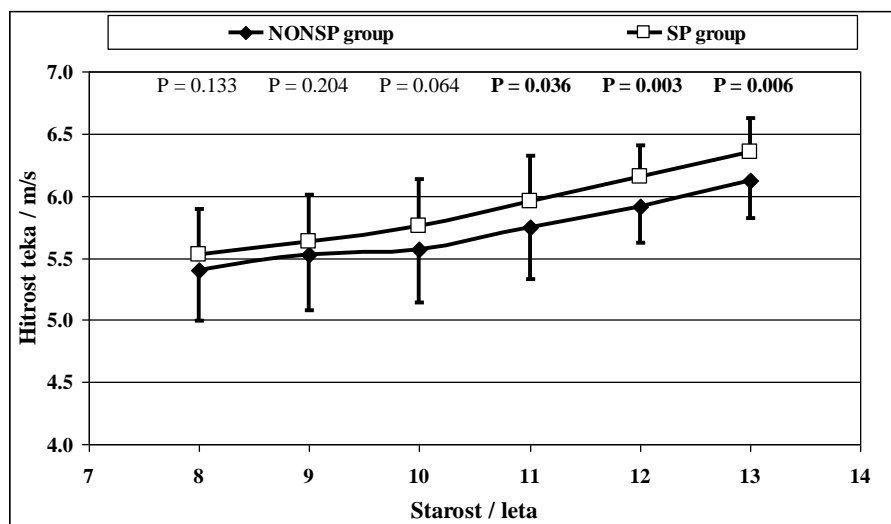
**Zato smo H2.2 sprejeli glede na to, da redna športna aktivnost vpliva na čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice.**

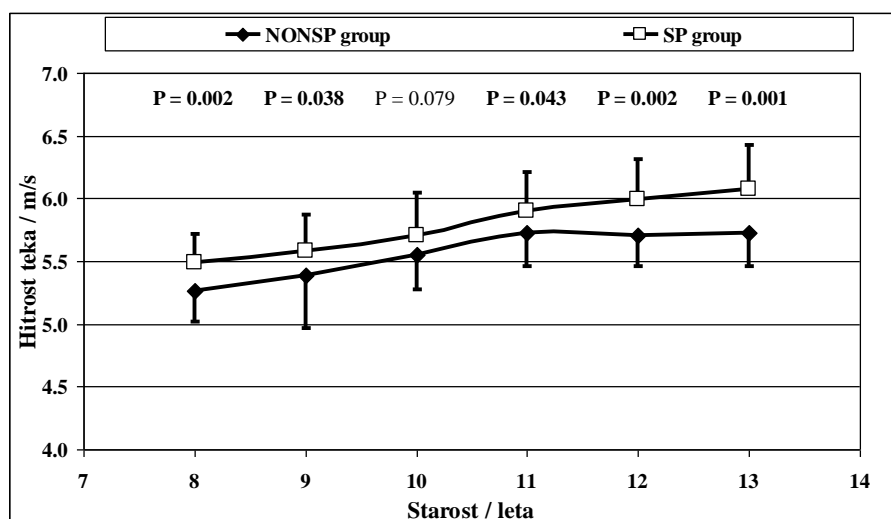
#### 4.3.4 Vpliv redne športne vadbe na maksimalno hitrost teka

Izmed vseh gibalnih sposobnosti je hitrost v največji meri odvisna od dednih lastnosti, saj njen količnik prirojenosti znaša preko 0,90 (Videmšek in Jovan, 2002). Kot smo že v uvodu ugotovili so otroci v obdobju poznega otroštva (od 6. do 11. leta starosti) najbolj dovzetni za razvoj motoričnih sposobnosti, kar pa se pozna tudi pri hitrosti. To je vidno tudi na spodnji sliki (slika 7.3), ki prikazuje razliko maksimalne hitrosti med skupino otrok, ki se redno ukvarja s športno vadbo in skupino, ki se ne. Primerjava je ločena tudi po spolu.

Izmerjeni rezultati so potrdili, da količina športne aktivnosti značilno vpliva na maksimalno hitrost teka. Dečki od starosti 11 let dalje, ki so redno športno aktivni, so imeli večjo maksimalno hitrost teka. Športno aktivne deklice pa so imele večjo hitrost teka vseskozi, od 8 do 13 let, vendar pri starosti 10 let razlika ni značilna.

**Zato smo H2.3 sprejeli glede na to, da redna organizirana športna vadba vpliva na maksimalno hitrost teka.**





**Slika 7.3:** Dečki (zgornja slika), ki se redno ukvarjajo s športom oziroma so vključeni v organizirano vadbo so imeli značilno večjo maksimalno hitrost teka od 6. razreda naprej. Pri deklicah (spodnja slika) je bila razlika še večja in je bila prisotna skoraj vso dobo meritev, le v 5. razredu ni bila značilna.

#### 4.4 Primerjava časa krčenja skeletnih mišic in maksimalne hitrosti teka med spoloma

##### 4.4.1 Primerjava časa krčenja skeletnih mišic

##### Mišica dvoglava upogibalca komolca na dominantni strani

Deklice so imele v tretjem ( $P = 0.0366$ ) in četrtem ( $P = 0,0004$ ) razredu krajši čas krčenja dvoglave mišice upogibalke komolca (Tabela 7.18). Sicer so deklice imele krajši čas krčenja tudi v višjih razredih, vendar razlik ne moremo statistično podpreti.

	Nm	NŽ	Mm $\pm$ SD / ms	MŽ $\pm$ SD / ms	P
<b>3. razred</b>	123	114	28,49 $\pm$ 2,85	27,74 $\pm$ 2,66	<b>0,0366</b>
<b>4. razred</b>	119	103	28,84 $\pm$ 2,61	27,58 $\pm$ 2,59	<b>0,0004</b>
<b>5. razred</b>	110	108	28,61 $\pm$ 2,89	28,01 $\pm$ 2,35	0,0902
<b>6. razred</b>	93	81	31,02 $\pm$ 2,77	30,28 $\pm$ 3,24	0,1066
<b>7. razred</b>	98	77	30,72 $\pm$ 3,46	30,15 $\pm$ 2,55	0,2273
<b>8. razred</b>	94	79	30,72 $\pm$ 3,17	29,79 $\pm$ 3,19	0,0571

**Tabela 7.18:** Primerjava časa krčenja dvoglave mišice upogibalke komolca med spoloma. Prikazana je velikost vzorca dečkov (Nm), deklic (NŽ), povprečna vrednost (Mm in MŽ) časa krčenja s standardno deviacijo (SD) in stopnjo značilnosti (P) razlik.

### Sprednja zunanja stegenska mišica na dominantni strani

Deklice so imele v četrtem, sedmem in osmem razredu krajši čas krčenja sprednje zunanje stegenske mišice na dominantni strani (Tabela 7.19). Sicer so imele deklice krajši čas krčenja tudi v preostalih razredih, z izjemo tretjega, vendar razlik ne moremo statistično podpreti.

	Nm	Nž	Mm ± SD	Mž ± SD	P
<b>3. razred</b>	121	113	22,56 ± 3,74	22,81 ± 4,13	0,6304
<b>4. razred</b>	118	100	20,08 ± 2,97	19,29 ± 2,18	<b>0,0278</b>
<b>5. razred</b>	108	105	19,89 ± 2,51	19,60 ± 2,35	0,3771
<b>6. razred</b>	91	76	22,33 ± 3,20	22,12 ± 2,95	0,6578
<b>7. razred</b>	96	76	23,32 ± 3,30	21,56 ± 2,27	<b>0,0001</b>
<b>8. razred</b>	94	78	23,37 ± 2,98	21,58 ± 2,16	<b>0,0000</b>

**Tabela 7.19:** Primerjava časa krčenja dvoglave mišice upogibalke komolca med spoloma. Prikazana je velikost vzorca dečkov (Nm), deklic (Nž), povprečna vrednost (Mm in Mž) časa krčenja s standardno deviacijo (SD) in stopnjo značilnosti (P) razlik.

### Zadnja dvoglava stegenska mišica na dominantni strani

Čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice na dominantni strani je bil pri dečkih krajši skozi celotno obdobje merjenja, vendar razlik statistično ne moremo podpreti. (Tabela 7.20).

	Nm	Nž	Mm ± SD	Mž ± SD	P
<b>3. razred</b>	123	114	31,20 ± 5,86	32,13 ± 5,48	0,2093
<b>4. razred</b>	117	98	30,85 ± 5,04	32,22 ± 5,46	0,0572
<b>5. razred</b>	107	106	33,33 ± 4,74	34,45 ± 5,21	0,1023
<b>6. razred</b>	92	78	32,86 ± 6,81	35,02 ± 7,51	0,0517
<b>7. razred</b>	97	75	33,78 ± 8,45	35,27 ± 7,24	0,2236
<b>8. razred</b>	95	79	32,88 ± 7,97	35,16 ± 7,60	0,0559

**Tabela 7.20:** Primerjava časa krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice med spoloma. Prikazana je velikost vzorca dečkov (Nm), deklic (Nž), povprečna vrednost (Mm in Mž) časa krčenja s standardno deviacijo (SD) in stopnjo značilnosti (P) razlik.

## Spodnja hrbtne mišice

Obdobje od tretjega do petega razreda so imele deklice krajši čas krčenja spodnje hrbtne mišice (Tabela 7.21). Sicer so imele deklice krajši čas krčenja tudi v preostalih razredih, vendar je bila razlika premajhna, da bi imela statistično veljavo.

	<b>Nm</b>	<b>Nž</b>	<b>Mm ± SD</b>	<b>Mž ± SD</b>	<b>P</b>
<b>3. razred</b>	109	101	22,87 ± 7,00	20,63 ± 4,75	<b>0,0079</b>
<b>4. razred</b>	107	92	18,91 ± 6,32	16,83 ± 2,84	<b>0,0040</b>
<b>5. razred</b>	106	102	18,00 ± 4,37	16,92 ± 2,27	<b>0,0279</b>
<b>6. razred</b>	82	70	20,82 ± 8,51	19,79 ± 4,37	0,3604
<b>7. razred</b>	86	69	20,52 ± 7,74	18,81 ± 3,62	0,0940
<b>8. razred</b>	86	76	20,95 ± 5,82	19,76 ± 3,46	0,1236

**Tabela 7.21:** Primerjava časa krčenja spodnje hrbtne mišice med spoloma. Prikazana je velikost vzorca dečkov (Nm), deklic (Nž), povprečna vrednost (Mm in Mž) časa krčenja s standardno deviacijo (SD) in stopnjo značilnosti (P) razlik.

### 4.4.2 Maksimalna hitrost teka obeh spolov

Maksimalna hitrost teka se je med spoloma razlikovala v tretjem, četrtem, šestem in osmem razredu (Tabela 7.22). Dečki so imeli sicer večjo maksimalno hitrost teka skozi celotno obdobje merjenja, vendar je bila razlika v petem in sedmem razredu statistično zanemarljiva.

	<b>Nm</b>	<b>Nž</b>	<b>Mm ± SD</b>	<b>Mž ± SD</b>	<b>P</b>
<b>3. razred</b>	95	124	5,56 ± 0,40	5,42 ± 0,34	<b>0,0035</b>
<b>4. razred</b>	93	105	5,62 ± 0,38	5,52 ± 0,35	<b>0,0388</b>
<b>5. razred</b>	91	107	5,71 ± 0,43	5,67 ± 0,34	0,4592
<b>6. razred</b>	123	79	5,94 ± 0,42	5,81 ± 0,37	<b>0,0363</b>
<b>7. razred</b>	119	74	6,05 ± 0,31	5,98 ± 0,32	0,1811
<b>8. razred</b>	110	73	6,26 ± 0,41	5,88 ± 0,38	<b>0,0000</b>

**Tabela 7.22:** Primerjava maksimalne hitrosti teka med spoloma. Prikazana je velikost vzorca dečkov (Nm), deklic (Nž), povprečna vrednost (Mm in Mž) časa krčenja s standardno deviacijo (SD) in stopnjo značilnosti (P) razlik.

Izmerjeni rezultati so potrdili, da obstaja značilna razlika v času krčenja skeletnih mišic med spoloma. Izjema je bila le zadnja dvoglava stegenska mišica.

**Zato smo H3.1 sprejeli. Čas krčenja skeletnih mišic se med spoloma značilno razlikuje.**

Izmerjeni rezultati so potrdili, da obstaja značilna razlika v maksimalni hitrosti teka med spoloma.

**Zato smo H3.2 sprejeli. Maksimalna hitrost teka se med spoloma značilno razlikuje.**

## 5 RAZPRAVA

Cilji diplomske naloge so bili, da raziščemo povezanost kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic z maksimalno hitrostjo teka ter njeno spreminjanje skozi odraščanje otroka. Analizirali smo vpliv redne športne vadbe na telesne značilnosti, čas krčenja skeletnih mišic in maksimalno hitrost teka. Kot zadnje smo ugotavljali ali se čas krčenja skeletnih mišic in maksimalna hitrost teka razlikujeta med spoloma. Vse cilje smo v sklopu diplomske naloge tudi dosegli.

Raziskava je bila del dveh obsežnih raziskovalnih projektov: aplikativnega raziskovalnega projekta »Vloga biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v gibalnem razvoju otroka« in temeljnega raziskovalnega projekta »Spremljanje sprememb biomehanskih karakteristik skeletnih mišic v zgodnjem otroštvu in obdobju adolescence«, ki sta bila izvedena v organizaciji Znanstveno-raziskovalnega središča Univerze na Primorskem v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Projekta sta bila sofinancirana s strani Ministrstva za šolstvo, znanost in šport, Mestne občine Koper in Zdravstvenega doma dr. Adolfa Drolca Maribor. Odgovorni nosilec projektov je bil prof. dr. Rado Pišot. Kandidat je kot član raziskovalnega tima na omenjenem projektu aktivno sodeloval pri zbiranju podatkov in njihovem vnosu (oblikovanje baze podatkov). V raziskavo smo na začetku vključili 238 otrok, vendar se je njihovo število skozi meritveno obdobje zmanjšalo na 165. Projekt je bil izveden v okviru dveh triletnih projektov, kjer smo soglasja staršev pridobivali dvakrat. Prvič pred pričetkom prvega triletnega projekta, drugič pred pričetkom drugega triletnega projekta. To je bil tudi razlog za znaten padec velikosti vzorca pred pričetkom drugega triletnega obdobja testiranja. Skozi celotno šestletno obdobje je tako sodelovalo 117 otrok. Zaradi kvalitetnejših in reprezentativnejših statističnih analiz smo v posamezne analize diplomske naloge vključili različne vzorce otrok, kar je v rezultatih tudi ustrezno navedeno. To nam je pri nekaterih študijah omogočalo obravnavo večjega vzorca otrok, v longitudinalnih primerjavah pa kvalitetnejše analize rezultatov. V študiji noben otrok ni prekinil sodelovanja zaradi poškodbe ali bolečin, ki bi izhajale iz meritev.

### **Telesne značilnosti merjenih otrok**

Kot prvi rezultat smo predstavili podroben opis vzorca otrok s telesno težo, telesno višino in indeksom telesne mase - ROHR, ločeno po spolu. Rezultati so pokazali normalno telesno rast, pridobivanje telesne mase in razvoj indeksa telesne mase. Za izračun indeksa telesne mase smo uporabili indeks ROHR in ne ITM. Za indeks ROHR smo se odločili zaradi slabše definiranih spodnjih in zgornjih mej indeksa ITM pri otrocih.

Meritve športnovzgojnega kartona so že v preteklosti pokazale spremembe telesnih značilnosti mladostnikov, izrazite so bile med leti 1970 in 1993. V tem obdobju so opazili, da se je telesna višina otrok povišala za približno dva centimetra na desetletje. Spremenila pa se je tudi hitrost rasti. Dečki od 7. do 15. leta starosti tako letno povprečno zrastejo za več kot pet centimetrov, pri deklicah pa je podobna hitrost rasti od 7. do 13. leta starosti.

Prav tako se pojavljajo spremembe tudi pri telesni teži, saj so rezultati športno vzgojnega kartona pokazali, da so bili mladostniki leta 1993 za 10-odstotkov težji od vrstnikov iz leta 1970 (Strel idr., 2003). Ugotovili so tudi, da je medletno povečanje telesne teže pri fantih med 7. in 15. letom starosti ter pri dekletih med 7. in 13. letom starosti stalno in znaša okrog 10-odstotkov telesne teže letno.

Rezultati naših meritev med leti 2001 in 2007 so se ujemali z ugotovitvami (Strel idr., 2003), kar je potrdilo, da je naš vzorec reprezentativen.

### **Povezanost med kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic in maksimalno hitrostjo teka**

Za prikaz povezanosti med kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic in maksimalno hitrostjo teka, smo najprej predstavili razvoj maksimalne hitrosti teka in časa krčenja sprednje zunanje in zadnje dvoglave stegenske mišice po starosti:

- Maksimalna hitrost teka pri dečkih je skozi celotno obdobje merjenja, odraščanja, narasla, medtem ko je pri deklicah naraščala le do 7. razreda;
- Čas krčenja sprednje zunanje stegenske mišice je najprej, do 4. razreda, upadala ter se kasneje zviševala, vendar pri dečkih bistveno bolj kot pri deklicah;
- Čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice se je skozi celotno obdobje merjenja povečevala.

Analiza rezultatov je pokazala, da pri dečkih obstaja značilna negativna povezava med maksimalno hitrostjo teka in časom krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice. Povezanost je bila značilna od 6. do 8. razreda in je znašala med -0,21 in -0,29. Regresijska analiza variance je pokazala, da je bila povezanost sorazmerno nizka, saj je predstavljala le 8,4-odstotno pojasnjevanje variance. Pri deklicah povezanost ni bila ugotovljena v nobenem obdobju merjenja. Prav tako ni bilo ugotovljena nobena korelacija med maksimalno hitrostjo teka in časom krčenja sprednje zunanje stegenske mišice, tako pri dečkih kot pri deklicah.



Ugotovljena negativna povezanost nam je povedala, da obstaja značilna povezanost med zadnjo dvoglavo stegensko mišico in maksimalno hitrostjo teka. Negativni predznak pomeni, da krajši je čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice, večjo maksimalno hitrost so otroci dosegli. Znano je, da je obdobje med 6. in 11. letom starosti oziroma zgodnje šolsko obdobje najprimernejše za razvoj otrokovih motoričnih potencialov in učenje gibalnih vzorcev. Otrok se uči novih gibalnih tehnik izredno hitro in brez večjih naporov (Horvat, 1989; Strel, 1996). Torej, ko se koordinacija pri otrocih razvije, se spremeni tudi način teka. Fantje tečejo tehnično bolj pravilno in pri teku vključujejo zadnjo dvoglavo stegensko mišico. Sicer je povezanost le  $-0,29$  kar je posledica slabe tehnike oziroma šele začetka pravilnega teka. V študiji (Praprotnik, Valencic, Coh in Šimunic, 2002) so ugotavljali korelacijo zadnje dvoglave stegenske mišice in maksimalno hitrost pri atletih, natančneje šprinterjih. Ugotovili so korelacijo  $-0,6$ . Večja povezanost je posledica optimalnejšega teka s pravilno tehniko in izkoriščanjem zadnje dvoglave stegenske mišice. Pri dekletih nismo zaznali korelacije, kar lahko pripisujemo poznejšemu motoričnemu razvoju deklic. Dolenc in Pistotnik (2001) sta ugotovila, da pri večini testov koordinacije dečki dosegajo boljše rezultate kot deklice. V 8. in 9. letu starosti se pri deklicah pojavi le statistično značilna razlika v sposobnostih izvajanja ritmičnih struktur. Deklice torej v tem obdobju še ne izkoriščajo zadnje dvoglave stegenske mišice.

### **Vpliv redne športne aktivnosti**

Ob ugotovitvi, da je zadnja dvoglava stegenska mišica pri dečkih vplivala na maksimalno hitrost teka, smo raziskali tudi vpliv redne športne aktivnosti. Merjenje smo razdelili na športno in nešportno skupino. Za uvrstitev v športno skupino je bil pogoj, da so se otroci v obdobju merjenja vsaj štiri leta redno ukvarjali s športom. Tako smo v to analizo vključili 90 otrok. Vzorec dečkov, ki so se redno ukvarjali s športom, je štel 29 članov, vzorec deklic pa 27. Število nešportnih otrok je bilo tako pri dečkih kot pri deklicah 17.

Pri ugotavljanju vpliva redne športne aktivnosti na indeks telesne mase, kontraktilne lastnosti skeletnih mišic in maksimalno hitrost teka, smo ugotovili:

- Indeks telesne mase se bistveno ne razlikuje med športno in nešportno skupino. Razlika nastopi le v pojavnosti debelosti, ki je značilna pri dečkih. Športna skupina ima nižji odstotek pojavnosti debelosti in ta se z leti znižuje, medtem ko pri nešportni skupini ostaja enak. Pri deklicah je razlika sicer prisotna, a ni statistično značilna. Nižji odstotek je imela sicer prav tako

športna skupina, z razliko, da se je pojavnost debelosti zniževala pri obeh skupinah.

- Čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice je krajši pri dečkih in deklicah v športni skupini. In sicer je pri dečkih krajši od 11. leta starosti naprej, pri deklicah pa se značilna razlika pojavi pri 13. letu starosti.
- Maksimalna hitrost teka je bila pri športno aktivnih skozi vse obdobje meritev višja. Pri dečkih je značilna razlika nastopila pri 11. letu starosti in bila prisotna do konca, pri deklicah pa je bila značilna skozi vse obdobje, z razliko pri 10. letu starosti, ko ni bila značilna.

Najprej smo preverili v kolikšni meri redna športna vadba vpliva na indeks telesne mase in pojavnost debelosti. Pri indeksu telesne mase ni bilo zaznanih nobenih značilnih razlik med športno in nešportno skupino, ne pri deklicah ne pri dečkih. Drugače je bilo pri pojavnosti debelosti. Iz rezultatov je razvidno, da je redna športna vadba vplivala tako na manjšo pojavnost debelosti, pri čemer je bila pri dečkih značilna, pri deklicah pa ne. Dejstvo je, da je pojavnost debelosti odvisna od številnih faktorjev. Velik vpliv ima genska osnova staršev (Danielzik, Langaese, Mast, Spethmann in Müller, 2002; Kunesova idr., 2007), socialno-ekonomski status (Cecil, Watt, Murrie, Wrieden, Wallis in Hetherington, 2005; Stamatakis, Primatesta, Chinn, Rona in Falascheti, 2005), teža novorojenčka (Singhal, Wells, Cole, Fewtrell in Lucas, 2003), psihološki dejavniki (Müller, Danielzik in Spethmann, 2004; Parisi, 2007), a že predhodne študije so pokazale, da je športna aktivnost bistvenega pomena za količino maščobnega tkiva in s tem povezano pojavnostjo debelosti. Ustrezna in redna telesna dejavnost v otroštvu preprečuje debelost, zmanjša količino maščobne mase, spodbuja razvoj okostja in mišic ter tako zavira razvoj nekaterih kroničnih bolezni v odrasli dobi (Strauss, Rodzilsky, Burack in Colin, 2001; Williams, Hayman in Daniels, 2002). Da se v otrokovi telesni maščobi odraža neravnovesje med vnosom in porabo energije, govorijo tudi druge študije, ki ugotavljajo, da je v zadnjih desetletjih vse manj otrok fizično aktivnih (Biddle, Gorely, Marshall, Murdey in Cameron, 2004; Boreham in Riddoch, 2001; Dencker idr., 2006; Završnik in Pišot, 2005). Študije na dekletih šestega razreda osnovne šole v Združenih državah Amerike so pokazale, da so dekleta s povprečno 13-minutnim športnim udejstvovanjem na dan imele dvakrat večjo verjetnost za pojav debelosti kot tista, ki so se s športno aktivnostjo ukvarjala vsaj 35 minut na dan (Stevens idr., 2007). Da je odstotek telesne maščobe tesno povezano s telesno aktivnostjo je ugotovil tudi Dencker idr. (2006), saj dokazujejo, da so bili otroci z največjo maso telesne maščobe v povprečju 12 minut na dan manj aktivni (pri visoki intenzivnosti) kot vrstniki z najnižjo maso telesnega maščevja.

V nadaljevanju smo preverjali kako vpliva redna športna vadba na čas krčenja skeletnih mišic. Redna vadba je vplivala na krajši čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice, ni pa vplivala na sprednjo zunanjo stegensko mišico. Čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice je bil pri skupini dečkov, ki se redno ukvarjajo s športom, skozi čas enak ali celo krajši, kar pomeni, da mišice hitrost ohranjajo ali pa jo celo izboljšujejo. Značilna razlika med športno in nešportno skupino se je pojavila v enajstem letu starosti. Pri deklicah je bila razlika med športno in nešportno skupino opazna najprej v osmem letu starosti, nato pa šele v trinajstem.

Da se je pojavila razlika pri dečkih v enajstem letu starosti, je lahko vpliv ravno prej ugotovljenega, da v tej starosti ob polno razviti koordinaciji pri teku vključujejo zadnjo dvoglavo stegensko mišico in jo s tem trenirajo, medtem ko jo nešportna skupina ne trenira. Pri deklicah je to dve leti zakasnjeno, kar se ujema s prej navedenim motoričnim razvojem deklic.

Po dosedanjih rezultatih lahko razlike v času krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice med skupinama privede tudi do razlik v maksimalni hitrosti teka, kar smo tudi preverili. Skupina merjencev, ki se je redno ukvarjala s športno vadbo je dosegala višjo maksimalno hitrost od nešportne skupine. Maksimalna hitrost teka je bila v prvem letu merjenja pri dečkih, ki so se redno ukvarjali s športno dejavnostjo, za 2,38 odstotka večja kot pri nešportni skupini. Do konca meritvenega obdobja je narasla na 3,62 odstotka. Značilna razlika se pojavlja od enajstega leta starosti naprej, kar je najverjetneje povezano s prej ugotovljeno vključitvijo zadnje dvoglave stegenske mišice pri teku.

Pri deklicah je bila razlika še večja. V 3. razredu je športna skupina dosegla 4,07 odstotka višjo maksimalno hitrost, v 8. razredu pa 5,66 odstotkov. Statistično značilna razlika je bila v osmem in devetem letu starosti, kar je najverjetneje povezano s hitrejšim krčenjem zadnje dvoglave stegenske mišice pri športni skupini deklet v osmem letu starosti. Značilna razlika se nato znova nadaljuje z enajstim letom.

### **Razlike med spoloma pri času krčenja skeletnih mišic in maksimalni hitrosti teka**

Po ugotovljenem vplivu redne športne aktivnosti na maksimalno hitrost teka in zadnjo dvoglavo stegensko mišico smo preverili, če se čas krčenja skeletnih mišic in maksimalna hitrost teka med spoloma razlikuje.

Iz izmerjenih rezultatov smo ugotovili:

- Čas krčenja skeletnih mišic se med spoloma bistveno razlikuje. Skozi vso obdobje meritev so bile: mišica dvoglava upogibalka komolca, sprednja zunanja stegenska mišica in spodnja hrbtna mišica hitrejši pri dekletih, medtem ko je bila zadnja dvoglava stegenska mišica hitrejša pri dečkih.
- Maksimalna hitrost teka se med spoloma razlikuje, in sicer dosega fantje višjo maksimalno hitrost teka. Značilna razlika ni bila le pri desetem in dvanajstem letu starosti.

Najprej smo primerjali čas krčenja štirih skeletnih mišic. In sicer mišico dvoglavo upogibalko komolca na dominantni strani, sprednjo zunanjo stegensko mišico na dominantni strani, zadnjo dvoglavo stegensko mišico na dominantni strani in spodnjo hrbtno mišico. Rezultati so pokazali, da imajo dekleta hitrejši mišice z izjemo zadnje dvoglave stegenske mišice, ki ni pokazala razlik po spolih. Mišica dvoglava upogibalka komolca je bila pri deklicah značilno hitrejša v 3. in 4. razredu, spodnja hrbtna mišica je bila hitrejša v 3., 4. in 5. razredu, sprednja zunanja stegenska mišica pa je bila hitrejša v 4., 7. in 8. razredu.

Pri pregledu obdobj, v katerih so mišice pri dekletih hitrejši kot pri fantih, se pojavlja vprašanje vpliva rasti in dozorevanje živčnega sistema. Znano je, da je mielinizacija živčevja ključnega pomena za hitrost odzivnosti mišice, značilne razlike v hitrosti mišic pa sovpadajo s tako imenovanimi rastnimi sunki v srednjem in poznem otroštvu ter mladostništvu (Tomazo-Ravnik, 2004). Obdobje poznega otroštva, ki je od sedmega do desetega leta za dekleta in od sedmega do dvanajstega leta za fante, je značilno za hitro linearno rast okončin. Naslednji rastni sunek nastopi v obdobju mladostništva, ki se začne s predpuberteto in traja približno dve leti, in sicer od 11. do 13. leta pri dekletih in od 12. do 14. leta pri fantih. Na tej stopnji se pojavi hitro povečevanje nekaterih dimenzij telesa. Ravno hitrejši odraščanje oziroma dozorevanje deklet bi tako lahko vplivalo na hitrejšo odzivnost njihovih mišic.

Nasprotno je bilo pri doseganju maksimalne hitrosti teka, kjer dečki dosega višjo hitrost. Skozi vso obdobje merjenja so namreč dosegali višjo hitrost teka, izjema je bila le v 5. in 7. razredu, kjer so bili sicer hitrejši, ni pa bilo statistično značilno.

Dosedanje raziskave so potrdile naše ugotovitve, da zadnja dvoglava stegenska mišica vpliva na maksimalno hitrost teka. Čeprav je bilo do sedaj le malo govora o povezanosti maksimalne hitrosti teka s kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic, je bila v eni od raziskav ugotovljena statistično značilna povezanost maksimalne hitrosti teka s kontraktilno lastnostjo mišice BF (Biceps femoris) in mišice GL (Gastrocnemius lateralis). Še večja povezanost je bila ugotovljena med maksimalno

hitrostjo teka in časom relaksacije mišice BF. Dokazali so tudi statistično značilno povezanost med maksimalno hitrostjo teka in povprečnim časom relaksacije vseh izmerjenih mišic. Raziskava, ki je bila narejena na sedemindvajsetih slovenskih šprinterjih, je potrdila primarni pomen mišice BF pri izvajanju propulzivne faze šprinterskega teka (Praprotnik, Valencic, Coh in Šimunic, 2002).

Pri analizi vseh rezultatov so se pojavila vprašanja, zakaj je zadnja dvoglava stegenska mišica v hitrosti krčenja enaka pri obeh spolih in zakaj dečki dosegajo večjo maksimalno hitrost teka kot deklice, če smo ugotovili, da ravno zadnja dvoglava stegenska mišica vpliva na maksimalno hitrost teka.

Znano je, da je zadnjo dvoglavo stegensko mišico mogoče v veliki meri natrenirati, saj vsebuje največje število vlaken tipa IIc ali satelitskih vlaken, ki se lahko, glede na funkcionalno zahtevo telesa, transformirajo v vlakna tipa I ali II.

V raziskavi (Djordjevic, Dahmane, Šimunic, Pišot in Kropelj, 2005) je bil izmerjen čas krčenja mišice BF pri treh skupinah. V raziskavi so izmerili čas krčenja mišice BF pri truplih, nešportnih ljudeh in šprinterjih. Razlika v času krčenja mišice BF med nešportno skupino in šprinterji je znašala 35,5 odstotkov, kar potrjuje povezanost med kontraktilno lastnostjo mišice in maksimalno hitrostjo teka. Razlike med športniki in nešportniki so ugotovili tudi Šimunič, Pišot in Rittweger (2009), ki so s tenziomiografijo merili kontraktilne lastnosti skeletnih mišic biceps femoris in vastus lateralis pri športnikih in nešportnikih v zrelih letih. Omenjene ugotovitve, da redna vadba vpliva na lastnosti mišic in maksimalno hitrost teka, so potrdili tudi naši rezultati.

Nedvomno na maksimalno hitrost teka vpliva sam razvoj otroka in posledično ob pravilni tehniki teka tudi vključevanje zadnje dvoglave stegenske mišice. Način krepitve mišice, ki odločilno vpliva na tek, pa se po spolih razlikuje. V številnih raziskavah je bila namreč ugotovljena razlika v izbiri športne discipline. Moški bolj pogosto sodelujejo pri skupinskih športih, medtem ko se dekleta raje vključujejo v individualne športne discipline (Jurak, Kovač, Strel in Bednarik, 2003). Pri izbiri športne discipline je pomembna tudi njuna popularnost. Fantje se tako najpogosteje ukvarjajo z nogometom, košarko in atletiko, medtem ko se dekleta ukvarjajo z gimnastiko, plavanjem in atletiko (Makuc, 1998).

Možen odgovor bi bila različna sestava mišice po spolih, vendar dosedanje raziskave ne potrjujejo takšne domneve. Značilne razlike v odstotku tipov mišičnih vlaken med spoloma ne obstajajo (Drinkwater, 1984; Starona idr., 2000). Čeprav imajo ženske manjši prečni presek mišičnih vlaken od moških (Alway, Grumbt, Gonyea in Stray-Gundersen, 1989). Možna razlaga krajšega časa krčenja pri ženskah je lahko tudi v manjši masi delov telesa, na katere mišice delujejo.

## 6 SKLEP

Pridobljene sposobnosti v obdobju človekovega razvoja so ključnega pomena za njegovo podobo v zrelosti, zato je poznavanje osnovnih zakonitosti rasti in razvojnih značilnosti otrok predpogoj za načrtovanje kvalitetnih programov in vsebin gibalnih/športnih aktivnosti. Ker sta hitrost in natančnost giba kriterij uspešnosti za večino športov, smo raziskovali otrokov gibalni razvoj z vidika biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v povezavi s telesnim razvojem in rastjo, motoričnimi sposobnostmi in stimulusi iz okolja, kot je na primer način preživljanja prostega časa.

V diplomski nalogi smo ugotavljali adaptacijo skeletnih mišic in maksimalno hitrost teka na gibalne navade v obdobju poznega otroštva in adolescence. Analizirali smo vpliv redne športne vadbe na telesne lastnosti, mišične lastnosti in maksimalno hitrost teka ter čas krčenja skeletnih mišic in maksimalno hitrost teka primerjali med spoloma.

Raziskava je bila del dveh obsežnih raziskovalnih projektov: aplikativnega raziskovalnega projekta »Vloga biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v gibalnem razvoju otroka« in temeljnega raziskovalnega projekta »Spremljanje sprememb biomehanskih karakteristik skeletnih mišic v zgodnjem otroštvu in obdobju adolescence«, ki sta bila izvedena v organizaciji Znanstveno-raziskovalnega središča Univerze na Primorskem v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Projekta sta bila sofinancirana s strani Ministrstva za šolstvo, znanost in šport, Mestne občine Koper in Zdravstvenega doma dr. Adolfa Drolca Maribor. Odgovorni nosilec projektov je bil prof. dr. Rado Pišot. Kot član raziskovalnega tima sem na omenjenem projektu aktivno sodeloval pri zbiranju podatkov in njihovem vnosu (oblikovanje baze podatkov). V raziskavi smo zajeli 238 otrok iz devetih osnovnih šol, ki tako pokrivajo tri slovenske regije: primorsko, ljubljansko in mariborsko. V šestletnem obdobju merjenja smo otroke spremljali od 3. do 8. razreda oziroma od 8. do 13. leta starosti, med letnimi meritvami pa je minilo od 10 do 12 mesecev. Projekt je bil izveden v okviru dveh triletnih projektov, kjer smo soglasja staršev pridobivali dvakrat. Velikost vzorca se je zaradi drugega pridobivanja soglasja spremenila, skozi celotno šestletno obdobje pa je tako sodelovalo 117 otrok.

Meritve so zajele štiri skeletne mišice, in sicer: *vastus lateralis* in *biceps femoris* na dominantni strani ter *biceps brachii* in *erector spinae* na obeh straneh telesa. S tenziomiografijo smo merili naslednje lastnosti: čas zakasnitve, čas krčenja, čas zadržka, polovični čas sproščanja in maksimalni odmik.

Na podlagi rezultatov, ki smo jih dobili po obdelavi podatkov, smo potrdili ali zavrnili naslednje hipoteze:

**Hipoteza 1.1:** Obstaja značilna povezanost med maksimalno hitrostjo teka in kontraktilnimi lastnostmi skeletnih mišic.

Hipotezo smo sprejeli le za zadnjo dvoglavo stegensko mišico in le pri dečkih.

**Hipoteza 1.2:** Povezanost med kontraktilnimi lastnostmi mišic in maksimalno hitrostjo teka se spreminja s starostjo.

Hipotezo smo sprejeli za zadnjo dvoglavo stegensko mišico in le za dečke.

**Hipoteza 2.1:** Količina gibalno/športne aktivnosti značilno vpliva na indeks telesne mase in pojavnost debelosti.

Hipotezo smo sprejeli za pojavnost debelosti, ter ovrgli za indeks telesne mase.

**Hipoteza 2.2:** Obstaja značilni vpliv redne športne vadbe na čas krčenja mišic, in sicer sprednje zunanje stegenske mišice in zadnje dvoglave stegenske mišice.

Hipotezo smo sprejeli glede na to, da redna športna aktivnost vpliva na čas krčenja zadnje dvoglave stegenske mišice.

**Hipoteza 2.3:** Obstaja značilni vpliv redne športne vadbe na maksimalno hitrost teka.

Hipotezo smo sprejeli glede na to, da redna organizirana športna vadba vpliva na maksimalno hitrost teka.

**Hipoteza 3.1:** Obstajajo značilne razlike v času krčenja skeletnih mišic med spoloma.

Hipotezo smo sprejeli, saj se čas krčenja skeletnih mišic med spoloma značilno razlikuje.

**Hipoteza 3.2:** Obstajajo značilne razlike v maksimalni hitrosti teka med spoloma.

Hipotezo smo sprejeli, saj se maksimalna hitrost teka med spoloma značilno razlikuje.

Uporaba visokotehnološke diagnostične merilne opreme pri spremljanju gibalnega razvoja otroka odpira nove možnosti h kakovostnejšemu raziskovanju in spremljanju

človekovega razvoja. A zaradi kompleksnosti človeškega sistema, bi bilo potrebno izvesti še številne raziskave, katerih vsaka naslednja bi podrobneje analizirala določen segment razvoja. Če primerjamo samo naše rezultate, dobljene na osnovnošolcih in zrelejše populacije (Šimunič, Pišot in Rittweger, 2009), lahko ugotovimo, da imajo otroci, vključeni v našo študijo, bistveno slabše rezultate kot športniki pri starosti 35 let. Še več, mišice imajo isti čas krčenja kot pri športnikih starih 47 let. Medtem ko so rezultati otrok, ki se športno ne udeležujejo enaki z rezultati športno neaktivnih starostnikov pri 50. letih. Postavlja se vprašanje, če so naši otroci pod vplivom sodobnega, pretežno sedečega, življenjskega sloga ali je obdobje, katerega dosedanje raziskave niso zajele, odločilnega pomena za take velike spremembe. Iz tega razloga bo potrebno še dodatno preveriti trende pri otrocih starih med 13 in 20 let ter dodatno preveriti stanje telesnega in gibalnega razvoja pri otrocih mlajših od 8 let.



## KOLOFON

Univerzitetni študijski program: Specialna športna vzgoja, Šport in mediji

Diplomsko delo: Otrokov gibalni razvoj in pomen športne aktivnosti: longitudinalna telesna, funkcionalna in mišična adaptacija

Avtor: Kristian Vrečič

Strokovna recenzentka: doc. dr. Saša Cecić Erpič

Lektorica: Barbara Mulej, prof. slovenščine in književnosti

Ljubljana, 2009

Gradivo je izvedeno iz podatkov projektov:

- Aplikativnega raziskovalnega projekta »Vloga biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v gibalnem razvoju otroka«, 2001-2004
- Temeljnega raziskovalnega projekta »Spremljanje sprememb biomehanskih karakteristik skeletnih mišic v zgodnjem otroštvu in obdobju adolescence«, 2004-2007

Projekt delno financira Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Mestna občina Koper.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Ministrstva za šolstvo in šport in Mestne občine Koper. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

## LITERATURA

- Alway, S. E., Grumbt, W. H., Gonyea, W. J. in Stray-Gundersen, J. (1989). Contrasts in muscle and myofibers of elite male and female bodybuilders. *J Appl Physiol*, 67(1), 24-31.
- Biddle, S. J. H., Gorely, T., Marshall, S. J., Murdey, I. in Cameron, N. (2004). Physical activity and sedentary behaviours in youth: issues and controversies. *The Journal of The Royal Society for the Promotion of Health*, 124(1), 29 – 33.
- Boreham, C. in Riddoch, C. (2001). The physical activity, fitness and health of children. *Journal of Sports Sciences*, 12, 915–29.
- Cecil, J. E., Watt, P., Murrie, I. S., Wrieden, W., Wallis, D. J. in Hetherington, M. M. (2005). Childhood obesity and socioeconomic status: a novel role for height growth limitation. *International Journal of Obesity*, 29(10), 1199-1203.
- Dahmane, R., Valenčič, V., Knez N. in Eržen, I. (2000). Evaluation of the ability to make non-invasive estimation of muscle contractile properties on the basis of the muscle belly response. *Med Biol Eng Comput*, 39, 51-55.
- Dahmane, R., Djordjevič, S., Šimunič, B. in Valenčič, V. (2005). Spatial Fiber Type Distribution in Normal Human Muscle Histochemical and Tensiomyographical Evaluation. *Journal of Biomechanics*, 38(12), 2451-2459.
- Danielzik, S., Langnaese, K., Mast, M., Spethmann, C. in Müller, M. J. (2002). Impact of parental BMI manifestation of overweight in 5-7 year old children. *European Journal of Nutrition*, 41, 132-138.
- Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M. K., Lindén, C., Svensson, J., Wollmer, P. idr. (2006). Daily physical activity in Swedish children aged 8-11 years. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(4), 252-257.
- Djordjevic, S., Dahmane, R., Šimunic, B., Pišot, R. in Kropej, V. L. (2005). Histochemical and tensiomyographical analysis of sedentary men and sprinters biceps femoris. V *10th Annual Congress European College of Sport Science, julij 13-16, 2005* (str. 280). Beograd: Book of abstracts, Sport Medicine Association of Serbia.

- Dolenec, M. in Pistotnik, B. (2001). Primerjava nekaterih motoričnih razsežnosti otrok, starih od 7 do 11 let. V M. Kovač in B. Škof (ur.) *Zbornik 14. strokovnega posveta športnih pedagogov* (str. 282–289). Kranjska gora: Zveza društev športnih pedagogov.
- Drinkwater, B. L. (1984). Women and exercise: physiological aspects. *Exerc Sport Sci Rev*, 12, 21-51.
- Fili-Maurič, M. (1997). Primerjava nekaterih motoričnih sposobnosti otrok v osnovnih šolah Slovenije v primerjavi z Osnovno šolo Tolmin v obdobju 1970–1983–1993. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Fleishman, E. A. (1964). *The structure and measurment of Physical Fitness*. New York: Prentice - Hall.
- Freedman, D. S., Khan, L. K., Serdula, M. K., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R. in Berenson, G. S. (2005). The relation of childhood BMI to adult adiposity: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, 115, 22-27.
- Gredelj, M., Metikoš, D., Hošek, A. in Momirović, K. (1975). Model hierarhiske strukture motoričkih sposobnosti: Rezultati dobijeni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. *Kineziologija*, 5(1–2), 5–82.
- Guillford, J. P. (1954). *General psychology*. New York: McCraw Hill.
- Horvat, L. (1989). *Razvojna psihologija*. Ljubljana: DZS.
- Humphrey, J. H. (1991). *An Overview of Chidhood Fitness*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher.
- Jelovčan, G., Pišot, R. in Žerjal, I. (2002). Ukvarjanje s prostočasno gibalno/športno aktivnostjo otrok v zgodnjem šolskem obdobju. V R. Pišot, V. Štemberger, F. Krpač in T. Filipčič (ur.), *Otrok v gibanju [A child in motion]: zbornik prispevkov 2. mednarodnega znanstvenega posveta* (str. 580–585). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

- Jurak, G., Kovač, M., Strel, J. in Bednarik, J. (2003). Gender differences of Slovenian children and youth in spending summer holidays. [Electronic source]. *Suomen liikuntalääketiede [Finnish sports and exercise medicine]: The International XVII Puijo Symposium special issue »Physical Activity and Health: Gender Differences Across the Lifespan«*. Pridobljeno 21.3.2009 iz <http://ffp.uku.fi/sll/index.html>
- Kelly, N. T. in Kelly, B. J. (1985). *Physical Education for Pre-School and Primary Grades*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher.
- Kiphard, E. J. (1997). *Psychomotorische Padagogik und Therapie. Zbornik prispevkov 1. posveta o psihomotoriki in gibalni vzgoji*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Kondrič, M. in Šajber-Pincolič, D. (1997). *Analiza razvoja nekaterih telesnih značilnosti in gibalnih sposobnosti učencev in učenk v Republiki Sloveniji od leta 1988 do leta 1995*. Magistrska naloga, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Kunesova, M., Vignerova, J., Steflová, A., Parížkova, J., Lajka, J., Hainer, V. idr. (2007). Obesity of Czech children and adolescents: relation to parental obesity and socioeconomic factors. *Journal of Public Health*, 15, 163-170.
- Kupec, L., Šimunič, B. in Pišot, R. (2008). Primerjava gibalnih sposobnosti in telesnih značilnosti otrok iz mestnega in podeželskega okolja, starih od 6 do 7 let [Comparison of physical and motorical ability and body characteristics of children aged from 6 to 7 years from urban and rural environment]. V V. Štemberger, R. Pišot in R. Kristina (ur.), *Gibalna, športna vzgoja v luči kakovostnega izobraževanja* (str. 286-292). Koper: Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta, Znanstveno raziskovalno središče; Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, D. in Viskić-Štalec, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzia omladine*. Beograd: Fakultet za fizičko vaspitanje, Inštitut za naučna istraživanja.
- Larson, L. A. (1941). A factor analysis of motor ability of variables and tests, with tests for college men. *Research Quarterly*, 12(3), 499–517.
- Makuc, B. (1998). *Športnorekreativna dejavnost učenk in učencev četrtil razredov koprskih osnovnih šol*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Oddelek v Kopru.

- McCloy, C. H. (1934). The measurement of general motor capacity and general motor ability. *Research Quarterly: Supplement*, 5(1), 46–62.
- Müller, M. J., Danielzik, S. in Spethmann, C. (2004). Prevention of overweight and obesity. In W. Kiess, C. Marcus und M. Wabitsch (Eds.), *Obesity in childhood and adolescence* (pp. 243-236). Basel: Karger.
- Parisi, P. (2007). Health, Development and Education in an Integral Perspective. In W. D. Brettschneider und R. Naul (Eds.), *Obesity in Europe* (pp. 101-118). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Perat, M. H. (1996). Športna vzgoja v začetnih razredih osnovne šole. *Pedagoška obzorja*, 11(1–2), 80–88.
- Petkovšek, M. (1984). *Odnos učencev četrtil razredov do telesnovzgojnih dejavnosti v celodnevni osnovni šoli in njihova motiviranost za ukvarjanje s športom*. Ljubljana: Inštitut za kineziologijo.
- Petrović, K., Strel, J. in Ambrožič, F. (1982). *Motorično najuspešnejši in motorično ogroženi učenci in učenke osnovnih šol SR Slovenije (z vidika stratifikacijskih in socializacijskih dejavnikov ter pogojev šolanja in šolskega okolja)*. Ljubljana: Inštitut za kineziologijo.
- Petrović, K., Ambrožič, F., Sila, B. in Doupona, M. (1996). *Športnorekreativna dejavnost v Sloveniji 1996*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Petrović, K., Ambrožič, F., Sila, B. in Doupona, M. (1998). *Športnorekreativna dejavnost v Sloveniji 1997*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Phillips, M. (1949). Study of a series of Physical Education Tests by Factor Analysis. *Research Quarterly*, 20(1), 60–71.
- Pišot, R. (1997). *Model motoričnega prostora šestipolletnih otrok pred parcializacijo morfoloških značilnosti in po njej*. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

- Pišot, R. (1999). Principi motoričnega učenja kot osnova za izbiro primerne strategije poučevanja otrok. V B. Škof, A. Rot in M. Kovač (ur.), *Športni pedagog in kvalitetna športna vzgoja: zbornik referatov 12. strokovnega posveta Zveze društev športnih pedagogov Slovenije, Rogaška Slatina, od 6. do 8. maja 1999* (str. 136–139). Ljubljana: Zveza društev športnih pedagogov Slovenije.
- Pišot, R. (2000). Dejavniki celostnega razvoja otroka kot izhodišče specialnih didaktik na razredni stopnji osnovne šole. V M. Kramar in M. Duh (ur.), *Didaktični in metodični vidiki nadaljnega razvoja izobraževanja: zbornik prispevkov z mednarodnega znanstvenega posveta v Mariboru, 25. in 26. novembra 1999*, (str. 215–221). Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Oddelek za pedagogiko, psihologijo in didaktiko.
- Pišot, R. in Planinšec, J. (2005). *Struktura motorike v zgodnjem otroštvu: motorične sposobnosti v zgodnjem otroštvu v interakciji z ostalimi dimenzijami psihosomatičnega statusa otroka*. Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za kineziološke raziskave, Založba Annales.
- Pišot, R. in Šimunič, B. (2006). *Vloga biomehanskih lastnosti skeletnih mišic v gibalnem razvoju otrok*. Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za kineziološke raziskave, Založba Annales.
- Pišot, R. in Štemberger, V. (2002). Vloga in pomen temeljnih in aplikativnih raziskav pri spremljanju gibalnega razvoja otroka. V R. Pišot, V. Štemberger, F. Krpač in T. Filipčič (ur.), *Otrok v gibanju: zbornik prispevkov 2. mednarodnega znanstvenega in strokovnega simpozija [A child in motion: Proceedings]* (str. 36–42). Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Pišot, R. in Zurc, J. (2002). Ponudba interesnih gibalnih/športnih aktivnosti na osnovnih šolah v gorenjski regiji. V M. Kovač in B. Škof (ur.), *Zbornik prispevkov posvet športnih pedagogov*. Ljubljana: Zveza društev športnih pedagogov Slovenije.
- Pišot, R. in Zurc, J. (2003). Influence of out-of-school sports/motor activity on school success [Vpliv izvenšolske gibalne/športne aktivnosti otrok na učni uspeh], *Kinesiologia slovenica*, 9(1), 42–54.

- Pišot, R., Dolenc, P., Jurdana, M., Šetina, T., Volmut, T. in Šimunič, B. (2007). Skeletal muscle differentiation related to child physical activity [Diferencijacija mišiča skeleta u odnosu na fizičku aktivnost dece]. V B. Gustav (ur.), *Zbornik radova interdisciplinarne naučne konferencije sa međunarodnim učešćem Antropološki status i fizička aktivnost dece, omladine i odraslih* (str. 249-258). Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanj.
- Pišot, R., Jelovčan, G., Černuta, U., Stankovič, D., Črtanec, A. in Žerjal, I. (2003). Predstavitev raziskovalnega projekta »Krepimo zdravje z gibanjem na prostem«. *Vzgojiteljica*, 5(4), 22–25.
- Praprotnik, U., Valencic, V., Coh, M. in Šimunic, B. (2002). Povezanost maksimalne hitrosti teka z kontraktilnimi lastnostmi mišic. V B. Zajc (ur.), *Zbornik enajste mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2002* (str. 329-332). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Fakulteta za elektrotehniko.
- Rajtmajer, D. (1990). *Metodika telesne vzgoje 2*. Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta.
- Rajtmajer, D. (1993a). Factor Structure of Psychomotor Abilities of 5,5 Year Old Boys. V *Proceedings of II. International Symposium Sport of the Young* (str. 176–180) Ljubljana/Bled: Fakulteta za šport
- Rajtmajer, D. (1993b). Komparativna analiza psihomotorične strukture dečkov in deklic, starih 5–5,5 let. *Šport*, 4, 36–40.
- Schmidt, A. R. in Lee, T. D. (1999). *Motor control and motor learning – a Behavioral Emphasis*. Champaign: Human Kinetics.
- Singhal, A., Wells, J., Cole, T. J., Fewtrell, M. in Lucas, A. (2003). Programming of lean body mass: a link between birth weight, obesity, and cardiovascular disease? *American Journal of Clinical Nutrition*, 77(3), 726-730.
- Sluga, S. (1981). *Telesna vzgoja za nižje razrede osnovne šole*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Stamatakis, E., Primates, P., Chinn, S., Rona, R. in Falaschetti, E. (2005). Childhood obesity and socioeconomic deprivation. *Archives of Diseases in Childhood*, 90, 999-1004.

- Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Murray, T. F., Hostler, D. P., Crill, M. T. idr. (2000). Fiber Type Composition of the Vastus Lateralis Muscle of Young Men and Women. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 48(5), 623-630.
- Stevens, J., Murray, D. M., Baggett, C. D., Elder, J. P., Lohman, T. G., Lytle, L. A. idr. (2007). Objectively assessed associations between physical activity and body composition in middle-school girls. *American Journal of Epidemiology*, 166(11), 1298-1305.
- Strauss, R. S., Rodzilsky, D., Burack, G. in Colin, M. (2001). Psychosocial correlates of physical activity in healthy children. *Archives of Pediatrics Adolescent Medicine*, 155(8), 897-902.
- Strel, J. (1994). Motorični in morfološki status otrok in mladine v Sloveniji. V *Cilji šolske športne vzgoje: Uvodna izhodišča*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo in šport.
- Strel, J. (1996). *Športnovzgojni karton*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport.
- Strel, J. in Kovač, M. (2000). Gibalni razvoj otrok in mladine. V *zbornik prispevkov Otrok v gibanju* (str. 39–61). Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Strel, J., Kovač, M., Rogelj, A., Leskošek, B., Jurak, G., Starc, G. idr. (2003). *Ovrednotenje spremljave gibalnega in telesnega razvoja otrok in mladine v šolskem letu 2001 – 2002 ter z obdobjem 1990 – 2000*. Ljubljana: Zavod za šport Slovenije.
- Šetina, T., Volmut, T., Pišot, R., Dolenc, P., Štemberger, V., Videmšek, M. idr. (2007). Measurement of children's physical activity-related to age and gender [Merenje fizičke aktivnosti dece u odnosu na godište i pol]. V B. Gustav (ur.), *Zbornik radova interdisciplinarne naučne konferencije sa međunarodnim učešćem Antropološki status i fizička aktivnost dece, omladine i odraslih* (str. 31-40). Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
- Šimunič, B., Pišot, R. in Rittweger, J. (2009). The effect of ageing on contraction time of postural and non-postural skeletal muscles in master athletes. V M. Mikalački (ur.). *Proceedings book*, (str. 185-190 ). Novi Sad: University of Novi Sad, Faculty of Sport and Physical Education.



- Šimunič, B., Prot, F. in Pišot, R. (2008). The 5-year follow-up study of body mass index in correlation to skeletal muscle belly stiffness and lateral symmetry. V D. Milanović in F. Prot (ur.), *5th International Scientific Conference on Kinesiology, Zagreb, Croatia, September 10-14, 2008* (str. 728-730). Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
- Šturm, J. in Strel, J. (1981). *Zanesljivost in struktura nekaterih motoričnih sposobnosti in morfoloških značilnosti šestinpolletnih učencev in učenk*. Raziskava, Ljubljana: Inštitut za kineziologijo, Fakulteta za telesno kulturo.
- Šturm, J. in Strel, J. (1985). *Primerjava nekaterih motoričnih in morfoloških parametrov v osnovnih šolah SR Slovenije v obdobju 1970/71–83* (Zaključno poročilo). Ljubljana: FTK, Inštitut za kineziologijo.
- Tancig, S. (1987). *Izbrana poglavja iz psihologije telesne vzgoje in športa*. Ljubljana: Fakulteta za telesno kulturo.
- Taylor, A. H. (2000). Physical activity, anxiety and stress. V S. J. H. Biddle, K. R. Fox in S. H. Boutcher (ur.), *Physical activity and psychological well-being* (str. 10-46). London: Routledge.
- Tomazo-Ravnik, T. (2004). Biološka rast človeka. V L. Marjanovič Umek, M. Zupančič (ur.), *Razvojna psihologija, razprave Filozofske fakultete 1. izd.* (str. 119-145). Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni inštitut Filozofske fakultete.
- Valenčič, V. in Knez, N. (1997). Measuring of skeletal muscle's dynamic properties. *Artif. organs*, 33(3), 240-242.
- Videmšek, M. in Cemič, A. (1991). *Analiza in primerjava dveh različnih modelov obravnavanja motoričnih sposobnosti petinpolletnih otrok*. Magistrsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Videmšek, M. in Jovan, N. (2002). *Čarobni svet igral in športnih pripomočkov: predšolska športna vzgoja* (str. 160). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Volmut, T., Dolenc, P., Šetina, T., Pišot, R. in Šimunič, B. (2008). Objektivno izmerjena gibalna aktivnost deklic in dečkov pred in po poletnih počitnicah. V V. Štemberger, R. Pišot in R. Kristina (ur.), *Gibalna, športna vzgoja v luči kakovostnega izobraževanja* (str. 496-501). Koper: Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta, Znanstveno raziskovalno središče; Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

Williams, C. L., Hayman, L. L. in Daniels S. R. (2002). Cardiovascular health in childhood. American Heart Association. *Circulation*, 106, 143-60.

Završnik, J. in Pišot, R. (2005). *Gibalna/športna aktivnost za zdravje otrok in mladostnikov*. Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za kineziološke raziskave.

Zimmer, R. in Volkamer, M. (1981). *Motoriktest für vier bis sechsjährige Kinder*. Weinheim: Manuel Beltztest.

Zurc, J. (2001). *Relacije med izvenšolskim ukvarjanjem s športom in učnim uspehom učencev in učenk osnovnih šol v gorenjski regiji: [Prešernova nagrada študentom]*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Oddelek za razredni pouk.