

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

ANŽE OBREZA

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje
Nordijsko smučanje

**ANALIZA POVEZANOSTI MED IZOMETRIČNO
MOČJO IN VERTIKALNIM SKOKOM PRI
SMUČARSKIH SKAKALCIH**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

red. prof. dr. Bojan Jošt

PISEC RECENZIJ

izr. prof. dr. Janez Pustovrh

KONZULTANT

red. prof. dr. Milan Čoh

AVTOR

Anže Obreza

Ljubljana, 2010

Zahvala

Rad bi se zahvalil vsem, ki so mi pomagali pri izdelavi diplomske naloge. Posebej bi se rad zahvalil profesorju dr. Bojanu Joštu, ki me je skozi nastajanje tega dela podpiral in mi nudil pomoč.

Posebna zahvala velja moji družini, ki mi je v času študija stala ob strani in me podpirala.

Ključne besede: eksplozivna moč, izometrična moč, pospešek, sila, odskok, smučarski skakalci, tenziometrijska plošča.

Naslov diplomskega dela:

ANALIZA POVEZANOSTI MED IZOMETRIČNO MOČJO IN VERTIKALNIM SKOKOM PRI SMUČARSKIH SKAKALCIH

Anže Obreza

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2010

Športno treniranje, Nordijska smučanje

44 strani; 5 preglednic; 6 slik; 8 grafikonov; 8 virov

IZVLEČEK

Namen naloge je bil ugotoviti strukturo povezanosti med izbranimi spremenljivkami izometrične in dinamične moči smučarjev skakalcev.

Raziskava je bila izvedena na vzorcu 70 slovenskih smučarjev skakalcev starejših od 16 let. Podatki o spremenljivkah izometrične in dinamične moči odnosa smučarjev skakalcev so bili pridobljeni v oktobru 2009 s pomočjo testiranja v biomehanskem laboratoriju Fakultete za šport. Skakalci so izvedli dve testni nalogi. Prva je bila višina vertikalnega odskoka iz počepa na tenziometrijski plošči. Druga testna naloga je bila izometrično naprežanje v počepu na posebni merilni napravi za simulacijo položaja počepa. V analizo so bile zajete tri spremenljivke eksplozivne moči (višina odskoka, pospešek v odskoku in štartna moč) in štiri spremenljivke izometrične moči (maksimalna sila v počepu, maksimalna sila v počepu relativno, maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah in maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah relativno). Med spremenljivke je bil uvrščen tudi telesno masni indeks smučarjev skakalcev (ang. Body mass index - BMI).

Korelacijska analiza je pokazala statistično značilne povezanosti znotraj spremenljivk izometrične in dinamične moči odnosa smučarjev skakalcev. Z izometrično močjo v

fazi počepa je bila najbolj povezana spremenljivka višina odskoka ($r = 0.58$). Pri korelacijski analizi spremenljivk obeh vrst moči in spremenljivko BMI je bila ugotovljena nizka korelacija spremenljivk. Najvišja ugotovljena korelacija je bila med spremenljivkama telesno masni indeks (BMI) in maksimalna sila v počepu ($r = 0.32$).

Keywords: explosive power, isometric power, acceleration, force, take-off, ski jumpers, tensiometric plate.

Title of diploma thesis:

CORRELATION ANALYSIS BETWEEN VERTICAL JUMP AND ISOMETRIC POWER OF SKI-JUMPERS

Anže Obreza

University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2010

Sports training, Nordic skiing

44 pages; 5 tables; 6 pictures; 8 diagrams; 8 sources

ABSTRACT

In this thesis we try to establish structural correlation between variables of isometric and explosive power of ski-jumpers.

70 Slovenian ski-jumpers over 16 years of age have been measured for their motoric capabilities and data with key importance for the analysis of the correlation between the isometric and explosive power of the measured individuals was captured (Biomechanics laboratory, October 2009). Two separate tests have been conducted on a special tensiometric plate. The first was a test of the explosive power of the vertical jump, the second was a test of isometric power, with which the value of Maximum force exerted in a ski jumping position was determined. Variables of explosive power (height of the jump, acceleration and starting power), isometric power (maximum force, maximum force in a ski jumping position relatively, maximum force in a ski jumping position after 200 milliseconds and maximum force in a ski jumping position after 200 milliseconds relatively) and body mass index (BMI) were included in analysis.

Analysis showed strong correlations between variables of isometric and explosive power. The most significant correlation was found between isometric power in a ski

jumping position and the height of the jump ($r = 0.58$). Correlation analysis showed low correlation between both types of power variables and body mass index – BMI. The strongest correlation was found between body mass index – BMI and maximum force in a ski jumping position ($r = 0.32$).

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	9
1.1. Motorične sposobnosti smučarskih skakalcev.....	11
1.1.1. Moč.....	11
1.1.2. Hitrost.....	12
1.1.3. Gibljivost.....	12
1.1.4. Koordinacija.....	13
1.1.5. Ravnotežje.....	14
1.1.6. Preciznost.....	15
1.1.7. Vzdržljivost.....	15
1.2. Morfološke dimenzije smučarskih skakalcev.....	16
2. PREDMET IN PROBLEM	18
3. CILJI NALOGE	21
4. HIPOTEZE	22
5. METODE DELA	23
5.3. Vzorec merjencev.....	23
5.4. Vzorec spremenljivk.....	23
5.4.1. Spremenljivke dinamične moči:.....	23
5.4.2. Spremenljivke izometrične moči:.....	25
5.5. Metode obdelave podatkov.....	27
6. REZULTATI IN RAZLAGA	28
6.1. Rezultati osnovne statistike.....	30
6.2. Rezultati korelacijske analize.....	35
7. RAZPRAVA	37
8. SKLEP	40
9. LITERATURA	41
10. KAZALO SLIK	42
11. KAZALO PREGLEDNIC	43
12. KAZALO GRAFIKONOV	44

1. UVOD

Smučarski skoki spadajo med zimske športne panoge in so del nordijskih disciplin, ki so na sporedu zimskih olimpijskih iger. Med nordijske discipline uvrščamo še smučarski tek in nordijsko kombinacijo. Medtem ko smučarski tek zadovoljuje potrebe in interese najširšega kroga ljudi oziroma športnikov, sta drugi dve zvrsti, smučarski skoki in nordijska kombinacija, usmerjeni predvsem agonistično.

Smučarski skoki so konvencionalna, monostrukturna, aciklična športna zvrst. So ena izmed bolj priljubljenih športnih zvrsti v Sloveniji, saj imajo dolgoletno tradicijo. Za to športno zvrst je značilna specifičnost in specialnost samega treninga, zato se uvršča v vrhunski šport. V realnem življenju se lahko izvajajo samo v organizirani obliki, ki se jo razume pod pojmom športna panoga. Ena glavnih značilnosti te discipline je tudi ta, da je v vrhunski podobi izrazito selektivnega značaja, ki jo vse od začetkov treniranja spremlja težnja k čedalje boljšim dosežkom. Želja mnogih mladih športnikov je, da bi nekoč postali vrhunski športniki in dosegli najvišje športne dosežke na najvišji ravni tekmovanj. Njihovo treniranje pa vse bolj zaznamuje načrtno, sistematično strokovno delo (menedžment tekmovalne priprave), saj je le tako mogoče priti do zastavljenega cilja.

Menedžment tekmovalne priprave smučarjev skakalcev je proces upravljanja in vodenja športnikov skozi proces športne priprave oziroma treniranja in na tekmovanjih. S tem zapletenim procesom se ukvarjajo posebej usposobljeni menedžerji specialisti oziroma športni trenerji. Namen teorije celotnega procesa športne priprave je proučevati kompleksnost, zapletenost in transformacijsko zmožnost dejavnikov, ki najbolj vplivajo na športni dosežek. Pri tekmovalni pripravi ne gre le za ožje treniranje in učenje, temveč tudi za širše vidike priprave športnikov. Treniranje je najbolj tipična stopnja tekmovalne priprave športnikov. Poudarek komponente treninga je na razvoju tistih specialnih in osnovnih psihomotoričnih sposobnosti, ki bodo maksimizirale uspešnost v tehniki in taktiki gibanja, ter tako posledično prispevale k tekmovalni uspešnosti športnikov. Po neki teoriji je športni trening kompleksni vadbeni proces, ki je načrtno usmerjen na dvigovanje športnikove uspešnosti, predvsem pa je usmerjen na dvigovanje specialne uspešnosti na športnih tekmovanjih (Jošt, 2009).

V celotni strukturi priprave smučarjev skakalcev ima še prav posebej pomembno vlogo specialna motorična priprava. Usmerjena je v razvoj tistih psihomotoričnih sposobnosti tekmovalca, ki so ključnega pomena za doseg optimalne pripravljenosti na tekmovanja. Vadba tako v pripravljalnem in predtekmovalnem obdobju postane veliko bolj specifična in situacijska, pogosto pa so prisotne tudi okoliščine podobne tistim na tekmovanjih.

Splošno pravilo je, da mora specialna priprava predstavljati logično nadaljevanje osnovne priprave. Začenja se z uvajanjem specialnih metod, ki so predvsem prilagojene uspešnejšemu nastopu na tekmi.

Specialna priprava mora zadostiti nekaterim zahtevam:

- Biomehanska podobnost izbranih motoričnih nalog tistim na tekmovanju, ko gre za uspešen nastop.
- Podobna napornost, kot se pojavi v tekmovalni situaciji.
- Zahtevnost vadbe se mora nujno nenehno stopnjevati (količina, intenzivnost, frekvenca treningov).

Ta oblika priprave izboljšuje specialne psihomotorične sposobnosti, ki so ključne za uspešen nastop in to v okoliščinah, ki jih zahteva tekma. Slabost pa je v tem, da ne izboljšuje tistih sposobnosti in lastnosti, ki jih tekma ne zahteva. Zaradi tega se le te lahko poslabšajo. Zelo pomembna sestavna dela specialne priprave športnikov sta taktična in psihološka priprava na nastop. Tukaj pride v ospredje kvalitetno delo trenerjev in športnih psihologov, ki znajo športnika pripraviti na stresne tekmovalne situacije. Športnik, ki nastopa na tekmovanjih, običajno še ne doseže nivoja svojih trenutnih sposobnosti. Šele primerno intenziven pojav predstartne treme, ki sovпада s primernim nivojem biološke podlage, taktiko in primernim počutjem ter primernimi nasprotniki lahko omogoči vrhunski dosežek (Ušaj, 2004).

1.1. Motorične sposobnosti smučarskih skakalcev

V smučarskih skokih je izpostavljeno kar nekaj motoričnih sposobnostih, ki so ključnega pomena za dober rezultat tekmovalcev. Ves proces treninga naj bi bil usmerjen v spreminjanje teh psihomotoričnih sposobnosti tako, da bo tekmovalec kar najbolj fizično pripravljen. Dobra splošna in specifična pripravljenost tekmovalca pa sta ključnega pomena za kvalitetno opravljanje določene motorične naloge.

Motorične sposobnosti človeka so tiste njegove lastnosti, ki povzročajo individualne razlike v uspešnosti opravljanja raznih motoričnih nalog. Dejstvo je da neka motorična naloga ni nikoli odvisna samo od ene same motorične sposobnosti. V vsaki specifični motorični nalogi nastopa istočasno več motoričnih sposobnosti, med katerimi ima vsaka svoj relativni vpliv na uspešnost (Jošt, 2004).

Človekove psihomotorične sposobnosti, s katerimi se srečujemo v športu so; moč, hitrost, koordinacija (usklajenost gibanja), gibljivost (razsežnost oz. amplituda gibov), ravnotežje, preciznost in vzdržljivost.

1.1.1. Moč

Je motorična sposobnost, ki pomeni sposobnost človeka, da učinkovito izkorišča silo mišic za delovanje proti zunanjim silam. Pod mišična sila razumemo tisto silo, ki jo razvijajo mišice s svojim naprežanjem. Zunanje sile pa so sile, ki nastanejo izven telesa, kot npr.; sila teže, trenja, vztrajnostna sila, sila pritiska, sila vleka.

Mišica lahko razvija silo z gibanjem (krčenje ali raztezaje mišice) in brez gibanja (v mišici se povečuje napetost brez premikanja). Za skakalce sta pomembni dve vrsti moči. Prva je eksplozivna moč, za katero je značilna hitra in takojšnja mobilizacija velike količine mišične sile, ki se uporabi za premagovanje zunanjih odporov. Druga pa je izometrična moč, ki pomeni mobilizacijo energije za delovanje proti zunanjim odporom, vendar brez premikanja samih pripojev mišice. Napetost se torej povečuje brez premikanja in le v notranjosti same mišice. Skakalec mora imeti dobro razvito tako izometrično kot eksplozivno moč. Izometrično moč potrebuje predvsem v fazi vožnje po zaletišču in še prav posebno v prehodnem loku, v fazi odskoka pa je zlasti pomembna eksplozivna moč.

Treningi skakalcev so zelo specifični in usmerjeni predvsem v to, da bo posameznik lahko v čim krajšem času razvil kar se da veliko silo v fazi odskoka.

1.1.2. Hitrost

Je sposobnost hitrega izvajanja motoričnih nalog oz. določenih gibov pri velikem številu športov. S treningom lahko le malo vplivamo na razvoj hitrosti, saj je človeku prirojena kar v petindevetdesetih odstotkih. Visoka stopnja prirojenosti hitrosti je predvsem pogojena s fiziološkimi značilnostmi človeka, kot so:

- sposobnost centralnega živčnega sistema, da izvaja veliko število impulzov, ki vzdražijo mišice,
- sposobnost hitrega prenosa impulzov po živčnem sistemu in
- tip mišičnih vlaken (večje število hitrih mišičnih vlaken omogoča izvedbo gibanja z večjo hitrostjo).

Ločimo tri oblike hitrosti:

- sposobnost ponavljanja gibov z veliko frekvenco,
- hitro opravljanje enega samega giba,
- hitrost reakcije,
- lokomotorna hitrost in
- agilnost.

1.1.3. Gibljivost

Gibljivost je sposobnost izvajanja gibov z veliko amplitudo. Kakšno gibljivost bo človek sposoben izraziti je odvisno od anatomskih, fizioloških, antropometričnih in psiholoških dejavnikov (Ušaj, 2004).

Za večjo ali manjšo gibljivost so odgovorni:

- velikost in oblika sklepnih površin,
- dolžina in elastičnost mišic in vezi,

- stanje centralnega živčnega sistema,
- mišični tonus,
- dolžina njegovih telesnih segmentov ter
- emocionalno stanje in treniranost v smislu gibljivosti.

Gibljivost je človeku prirojena v približno petdesetih odstotkih, kar pomeni, da lahko amplitudo gibov s pravilnim treningom gibljivosti precej izboljšamo. Za smučarske skoke je predvsem pomembna gibljivost v zgornjem skočnem, kolenskem sklepu, kolčnem sklepu ter v ramenskem obroču. Najbolj se ta gibljivost odraža v fazi vožnje po zaletišču skakalnice in fazi odskoka. Položaj skakalca v skakalnem počepu mora biti nizek in sproščen, da lahko učinkovito aktivira mišice nog ter odskok pravilno izvede. Treningi gibljivosti so usmerjeni predvsem v izboljšanje amplitude gibov omenjenih sklepov, zajemajo pa tako statične kot tudi dinamične vaje.

1.1.4. Koordinacija

Koordinacija pomeni sposobnost kontroliranega in miselnega usklajevanja gibov telesa, ki jih prilagajamo konkretnim potrebam in zahtevam. To pomeni, da lahko naučene gibalne naloge (avtomatizmi) prilagajamo novonastalim situacijam in potrebam. Po drugi strani pa je koordinacijska sposobnost pogojena z zalogo osvojenih gibalnih navad (motoričnih informacij).

Koordinacijska sposobnost se izraža:

- kot sposobnost hitrega učenja motoričnih nalog,
- sposobnost izvajanja motoričnih nalog v določenem ritmu in
- sposobnost hitre preobrazbe že naučenih avtomatiziranih motoričnih nalog.

Znana je povezanost koordinacije s hitrostjo, gibljivostjo, ravnotežjem, preciznostjo in inteligenco. Koordinacija je pri smučarskih skokih povezana s tehniko skakalnega počepa, odskoka, leta in doskoka. Usklajeno delovanje telesnih segmentov ima veliko vlogo pri treningu smučarskih skokov. Vadba koordinacije mora biti čim bolj raznolika in situacijska.

Pomembno je predvsem to, da tekmovalec doseže primerno stopnjo avtomatizacije določenih gibov in se zna odzvati na vplive zunanjih dejavnikov.

1.1.5. Ravnotežje

Ravnotežje je sposobnost hitrega oblikovanja kompenzacijskih (korektivnih, nadomestnih) gibov, ki so potrebni za vračanje telesa v ravnotežni položaj, kadar je le-ta porušen. Pomembno je za vzpostavljanje ali zadrževanje določenega položaja. Koeficient prirojenosti pri tej motorični sposobnosti je sorazmerno visok, kar pomeni, da jo lahko s treningom le malo izboljšamo. Za kvaliteten razvoj te motorične sposobnosti je potrebno uporabljati čim več situacijskih vaj. Je v visoki korelaciji s koordinacijo in generalnim faktorjem inteligence, kar je zlasti pomembno pri selekciji športnikov.

Dejavniki, ki so pomembni pri ohranitvi, oziroma ponovni vzpostavitvi ravnotežja so:

- čutilo vida,
- čutilo sluha,
- taktilni receptorji,
- kinestetična čutila,
- ravnotežni organ in
- center za ravnotežje.

Za smučarske skoke je vzpostavljanje ravnotežja zelo pomembno, saj mora smučarski skakalec ves čas gibanja le tega uravnavati v skladu z zahtevami tehnike, ki so v vsakem trenutku skoka drugačne. Gre predvsem za dinamični tip ravnotežja, saj se podporna ploskev skozi celoten potek skoka premika, skakalec pa skuša ohraniti težišče v čim bolj stabilnem položaju. V fazi vožnje po zaletišču mora več čas ohranjati uravnotežen položaj kar pomeni, da se ne nagiba iz centra težišča telesa. Zelo pomembno vlogo pa ima ta motorična sposobnost tudi v vseh ostalih fazah skoka (v fazi odskoka in prehoda v let, v letni fazi, v fazi doskoka ter vožnje v iztek), da je lahko izvedba celotnega skoka korektna.

1.1.6. Preciznost

Preciznost je sposobnost za natančno določitev smeri in intenzivnost gibanja. Osnovne informacije za oblikovanje glavnih in korektivnih gibalnih programov se oblikujejo v osrednjem živčnem sistemu. Informacije o cilju, razdalji, gibanju nam posreduje čutilo vida in kinestetična čutila (občutenje mišičnega naprežanja). Iz prakse je znano, da je preciznost v pozitivni povezavi z vsemi bazičnimi motoričnimi sposobnostmi in njihova višja raven omogoča doseganja višjega nivoja preciznosti. Lahko je tudi sposobnost za natančno določitev smeri in intenzivnosti. Tudi ta sposobnost je kar v osemdesetih odstotkih prirojena, potrebno pa jo je razvijati v specifičnih pogojih, saj je na ta način vadba veliko bolj učinkovita. Je zelo občutljiva motorična dimenzija.

Pri smučarskih skokih je preciznost najbolj pomembna pri odskoku, ko mora skakalec odskočiti v ravno pravem trenutku in ko mora gibanje izvesti z optimalno tehniko skoka.

1.1.7. Vzdržljivost

Vzdržljivost je psihomotorična sposobnost človeka, da lahko opravlja določeno aktivnost dlje časa, ne da bi zaradi utrujenosti moral to aktivnost prekinjati ali bistveno znižati njeno intenzivnost. Najpreprosteje je mogoče reči, da je vzdržljivost odpornost proti utrujenosti.

Za smučarske skoke specialna vzdržljivost ni tako pomembna, ker je aktivnost mišičnega krčenja kratkotrajna, pomembna pa je splošna vzdržljivost, da lahko skakalec učinkovito prenaša napore, ki so prisotni pri vsakdanjih treningih.

1.2. Morfološke dimenzije smučarskih skakalcev

Telesne oziroma morfološke razsežnosti smučarskih skakalcev imajo pomembno vlogo pri določanju individualne tehnike poteka smučarskega skoka.

Pojem morfološke dimenzije predstavlja razsežnosti, ki kažejo na telesno maso in geometrične razsežnosti telesa. Telesna masa je v bistvu svojevrstna kombinacija vseh geometričnih razsežnosti telesa in notranje strukture tkiv telesa. Geometrijske razsežnosti se lahko delijo na zunanje (eksterne) in notranje (interne) razsežnosti. Zunanje geometrijske razsežnosti se lahko razdeli na vzdolžne (longitudinalne), prečne (transverzalne), voluminoznostne razsežnosti in debelino podkožnega maščobnega tkiva. Notranje geometrične razsežnosti pa določajo predvsem razsežnosti, ki kažejo na razsežnosti notranjih organskih sistemov.

V smučarskih skokih se ugotavljajo predvsem naslednje morfološke razsežnosti (Jošt, 2009):

- **Telesna masa (ugotavlja se s pomočjo telesne teže):** v smučarskih skokih prevladujejo tekmovalci z nizko telesno težo. Tako so potencialno bolj uspešni skakalci, ki imajo nizko relativno telesno težo glede na telesno površino (morfološki indeks plovnosti). Pri tem gre za predpostavko optimalne telesne višine.
- **Telesna višina:** pri skakalcih je pomembna morfološka razsežnost, v povprečju pa se giblje okoli 175 centimetrov (obstajajo tudi ekstremi).
- **Dosežna višina:** s to spremenljivko se ugotavlja relativna gibljivost kolčnega sklepa oziroma bokov.
- **Dolžina trupa:** glede na telesno višino posameznika je boljše, če je trup daljši, kar pomeni večjo površino telesa in s tem večjo plovnost posameznika.
- **Dolžina noge:** skakalec naj bi imel glede na telesno višino in dolžino trupa relativno kratke noge.
- **Dolžina stegna:** od dolžine stegna je odvisna krožna hitrost stegenice v fazi odskoka.

- **Dolžina goleni:** vpliva na postavitev smučarja skakalca v zaletnem počepu in pri odzivu.
- **Širina ramen:** morfološka razsežnost, ki naj bi bila pri skakalcih nadpovprečno izražena relativno glede na telesno višino in telesno težo.
- **Širina medenice:** tudi ta razsežnost naj bi bila relativno nadpovprečno izražena glede na telesno višino in telesno težo.
- **Telesno masni indeks (ang. Body mass index - BMI, slv. indeks telesne mase):** indeks telesne mase ali telesno maščobni indeks je mersko število, s pomočjo katere ugotavljamo, ali je posameznikova telesna teža normalna, prekomerna ali prenizka. Pri računanju seveda uporabljamo telesno težo in telesno višino.

Izračunamo ga tako, da telesno težo v kilogramih delimo s posameznikovo telesno višino v metrih na kvadrat.

Formula za izračun je torej: $ITM = ATT \text{ v kg} / (ATV \text{ v m})^2$

(ATT = telesna teža, ATV = telesna višina, m = meter, kg = kilogram).

Spremenljivka je v smučarskih skokih zelo pomembna zaradi tega, ker vpliva na dolžino smuči (s tem tudi na plovno površino) skakalcev. Osnovna formula za izračun posameznikove dolžine smuči je:

dolžina smuči = ATV x faktor 1,45

Telesno višino torej pomnožimo s faktorjem 1,45 in dobimo primerno dolžino smuči za posameznega skakalca. Mednarodna smučarska zveza FIS je pred tremi leti uvedla pravilo, da mora imeti posameznik za njegovo osnovno dolžino smuči, izračunano po zgornji formuli, ITM z opremo (skakalni kombinezon, čevlji) 20. V letošnji sezoni pa so to vrednost še povečali in sicer na 20,5. Določili so tudi tabele, kako se dolžina smuči glede na vrednost BMI spreminja. To pomeni, če ima skakalec vrednost nižjo od predvidene, se dolžina smuči primerno zmanjša.

2. PREDMET IN PROBLEM

Predmet in problem raziskovalne naloge je bil proučiti strukturo povezanosti med izbranimi spremenljivkami izometrične moči v počepu smučarjev skakalcev in blokom spremenljivk njihove dinamične moči pri odskoku v laboratorijskih pogojih.

Moč je sposobnost smučarja skakalca, da posamezne gibalne naloge tehnike smučarskega skoka izvede z optimalno silo (Jošt, 2009).

Skakalec potrebuje visoko raven moči predvsem v oporni fazi odskoka in oporni fazi doskoka. Maksimalna potreba po moči se največkrat pojavi prav v fazi doskoka pri ekstremno dolgih skokih oziroma poletih. Včasih sile pri doskoku dosežejo tudi 10-kratno velikost sile teže skakalca. Izražanje moči je odvisno od učinkovitosti delovanja mehanizma za regulacijo intenzivnosti energijskih procesov, ki je v okviru gibalne izvedbe tehnike smučarskega skoka odgovoren za tvorjenje maksimalne mišične sile v relativno kratkem času.

Skakalec mora imeti dobro razvito tako dinamično kot tudi statično moč.

Izometrična oz. statična moč je tista vrsta moči, ki je za skakalca najbolj pomembna predvsem v fazi vožnje po ravnem delu zaletišča, pri vožnji v prehodnem loku zaletišča, v osrednjem delu leta in pri vožnji v iztek skakalnice. Tu gre predvsem za premagovanje teže telesa, upora in centrifugalne sile, ki skakalca potiska navzdol v fazi vožnje v prehodnem loku zaletišča ter fazi vožnje v iztek. Skakalec mora prehodni lok čim bolj optimalno speljati v sproščenem počepu. To pomeni, da v delu zaletišča, kjer ga prične centrifugalna sila potiskati navzdol, aktivira mišice spodnjih okončin do take mere, da se višina počepa ne spremeni, težišče pa ostane v enakem položaju. V osrednjem delu leta je zelo pomembno, da je skakalčev zgornji del telesa sproščen, spodnji del nog, natančneje skočni sklep pa mora biti napet, da so smuči v letu stabilne. Le na ta način bo izvedba faze leta lahko uspešna. Pri vožnji skozi radius skakalnice oz. iztek mora skakalec prav tako nasprotovati centrifugalni sili, ki deluje nanj na podoben način, kot pri vožnji skozi prehodni lok. To pomeni, da tudi v tej fazi aktivira mišice telesa do te mere, da uspešno premaguje zunanje sile.

Dinamična moč odrida smučarjev skakalcev je odločilna za uspešno izvedbo faze vzleta in faze doskoka. Mišična sila je glavni vzrok izvedbe gibalne akcije. Eksplozivna moč je sposobnost za maksimalni začetni pospešek, ki se odraža ali v pomikanju telesa v prostoru ali v delovanju na predmete v okolici. Začetni impulz sile pri fazi odskoka smučarja skakalca je izredno pomemben. To pomeni, da skakalec v čim krajšem času razvije čim večjo silo, kar posledično pripelje do razvoja večje začetne hitrosti leta. Hitrost gibanja težišča sistema skakalec – smuča v želeni smeri je torej predvsem odvisna od velikosti producirane mišične sile v določenem času.

Odskok smučarja skakalca se izvaja pri znatnem vplivanju zunanjih fizikalnih sil, kar ruši normalni tok človekove motorične aferentacije (Jošt, 2009). Naloga skakalca je z rešitvijo motorične naloge doseči maksimalni izhod, vendar pa motorična namera ni nikoli prost, neposreden odgovor na zunanje fizikalne stimulanse. Vedno se z motorično nalogo ustvarja shema tistega, kar se mora zgoditi in kar mora skakalec doseči. Delovni učinek skakalca v fazi odskoka je odvisen od večih komponent moči (štartne, pospeševalne, eksplozivne, maksimalne in hitrostne komponente). Pomemben dejavnik, ki določa uspešnost bliskovitega motoričnega akta v tej fazi, je tudi visoka sposobnost aktiviranja in sproščanja tako agonističnih kot tudi antagonističnih mišic. Izhod mišične sile pa je brezpogojno povezan tudi s strukturo mišičnih vlaken in velikostjo le teh. Večje kot je število hitrih (belih) mišičnih vlaken, večji je potencial skakalca za uspešno izvedbo odskoka. S povsem fiziološkega vidika je hitrost mišične kontrakcije odvisna od koncentracije adenozintrifosfata (ATP) od hitrosti razpadanja kreatinfosfata pod vplivom impulzov in tudi od časa razpadanja ATP. To so predvsem biološko pogojeni dejavniki in so pri vsakem posamezniku različni.

Z mehanskega vidika je poleg dolžine ročice, dolžine mišic, fiziološkega preseka mišice, hitrosti kontrakcije in trajanja gibov pomembno, da se aktivira čim večje število motoričnih enot, predvsem tistih, ki vsebujejo dolga, hitra mišična vlakna, ki so bolj na površju mišičnega tkiva.

Poleg omenjenih dejavnikov, pa obstaja še več drugih (motivacija posameznika za izvedbo neke gibalne naloge), ki prav tako vplivajo na hitrost in moč mišičnega krčenja.

Izražanje obeh tipov moči je prav gotovo povezano z morfološkimi značilnostmi smučarjev skakalcev. Med njimi ima še prav posebej pomembno vlogo telesno masni indeks (BMI).

Predmet diplomske naloge je tako analizirati strukturo povezanosti med izbranimi spremenljivkami izometrične moči v počepu smučarjev skakalcev in blokom spremenljivk njihove dinamične moči pri odskoku v laboratorijskih pogojih. Zanimalo nas je, ali obstajajo povezanosti znotraj spremenljivk izometrične in dinamične moči, skušali pa smo ugotoviti tudi povezanosti med spremenljivkami obeh vrst moči z indeksom telesne mase.

3. CILJI NALOGE

V skladu z osnovnim namenom raziskovalne naloge in opredeljenim predmetom in problemom raziskovanja so bili postavljeni naslednji cilji:

- Ugotoviti medsebojno povezanost spremenljivk izometrične moči v počepu smučarjev skakalcev (maksimalna sila v počepu).
- Ugotoviti medsebojno povezanost spremenljivk dinamične odrivne moči smučarjev skakalec ugotovljene v laboratorijskih pogojih (višino vertikalnega odskoka, pospeškom in štartno močjo).
- Ugotoviti povezanost spremenljivk izometrične in dinamične odrivne moči smučarjev skakalec ugotovljene v laboratorijskih pogojih.
- Ugotoviti povezanost med Telesno masnim indeksom - BMI smučarjev skakalcev in spremenljivkami izometrične in dinamične moči smučarjev skakalcev.

4. HIPOTEZE

V diplomski nalogi smo glede na postavljeni predmet, problem in cilj raziskovanja postavili naslednje hipoteze:

- H1:** Med spremenljivkami dinamične odrivne moči smučarjev skakalcev v počepu obstajajo statistično značilne povezanosti.

- H2:** Med spremenljivkami izometrične moči smučarjev skakalcev izmerjene v laboratorijskih pogojih obstajajo statistično značilne povezanosti.

- H3:** Med spremenljivkami izometrične moči izmerjene v počepu in dinamične odrivne moči smučarjev skakalcev izmerjene v laboratorijskih pogojih obstajajo statistično značilne povezanosti.

- H4:** Med spremenljivko telesno masni indeks (BMI) in spremenljivkami izometrične ter dinamične odrivne moči smučarjev skakalcev obstajajo statistično značilne povezanosti.

5. METODE DELA

5.3. Vzorec merjencev

Vzorec merjencev je zajemal 70 slovenskih smučarjev skakalcev iz kategorije članov, starejših od 16 let. Povprečna starost merjencev je znašala 20,7 let ($\pm 3,6$). Merjenci so bili člani slovenskih reprezentanc. V času meritev so bili zdravi, brez telesnih poškodb in drugih omejitev, ki bi lahko vplivale na rezultate testiranja. Povprečna vrednost telesno masnega indeksa (BMI) merjencev je znašala 19,8 ($\pm 1,1$).

5.4. Vzorec spremenljivk

Podatki so bili pridobljeni na rednem testiranju smučarjev skakalcev na Fakulteti za šport v oktobru leta 2009. V skladu s cilji te diplomske naloge so bile izbrane, ter s pomočjo dveh različnih testov izmerjene spremenljivke dinamične in izometrične moči smučarskih skakalcev. Zaradi potreb obeh testov je bila vsem merjencem pred izvedbo izmerjena telesna masa, s pomočjo katere smo izračunali njihov telesno masni indeks (BMI).

5.4.1. Spremenljivke dinamične moči:

Test dinamične odzivne moči smučarjev skakalcev v laboratorijskih pogojih je bil izveden na standardni tenziometrijski plošči (slika 1).



Slika 1: tenziometrijska plošča.

Skakalec je najprej izvedel fazo počepa (slika 2) in nato odrinil v vertikalni smeri s ciljem doseči čim višji odskok (slika 3).



Slika 2: skakalec pred izvedbo odriva v skakalnem počepu.



Slika 3: skakalec v brezoporni fazi odskoka.

Testna naloga je omogočila pridobitev podatkov o spremenljivkah dinamične odzivne moči:

Preglednica 1: prikaz spremenljivk dinamične odzivne moči, njihovih enot in šifer.

IME SPREMENLJIVKE	ENOTA	ŠIFRA SPREMENLJIVKE
pospešek	m/s^2	P
štartna moč	kw	ŠM
višina odskoka	cm	VO

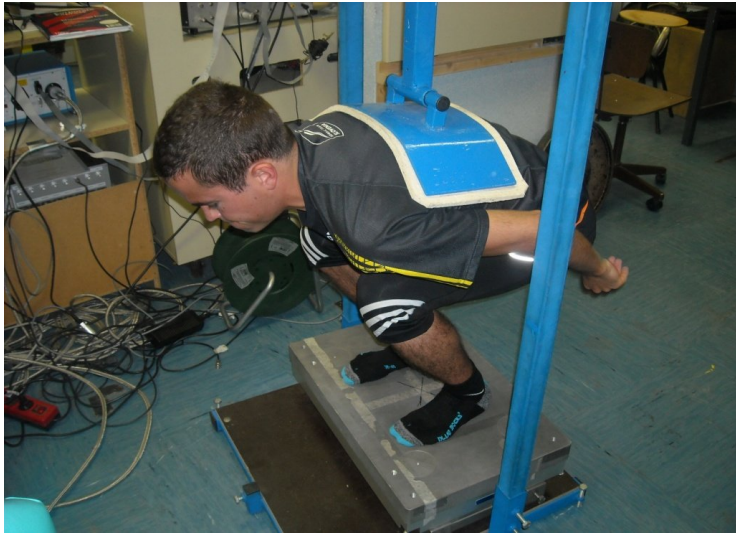
5.4.2. Spremenljivke izometrične moči:

Izometrična moč v skakalnem počepu je bila izmerjena na posebni merilni napravi (slika 4).



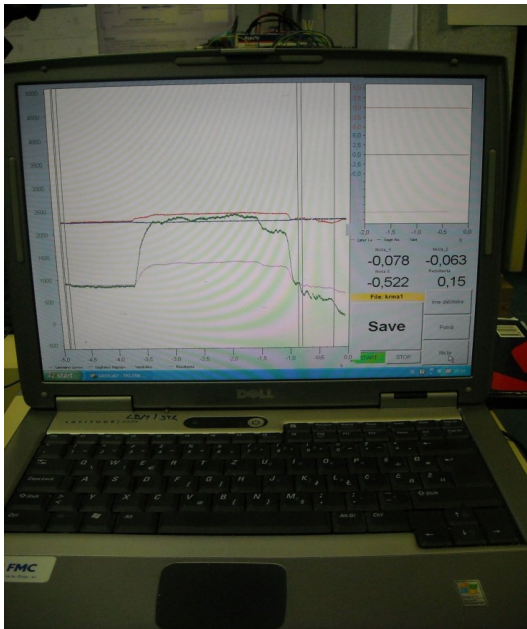
Slika 4: specialna merilna naprava za diagnostiko izometrične moči smučarjev skakalcev v počepu (avtor naprave B. Jošt).

Test je potekal tako, da je skakalec zavzel položaj v skakalnem počepu na tenziometrijski plošči, merilec pa mu je glede na višino njegovega hrbta namestil nepremično oporo (slika 5).



Slika 5: položaj skakalca pri izvedbi testne naloge.

Po znaku merilca je nato skakalec maksimalno aktiviral mišice nog in to silo vzdrževal še nadaljnje tri sekunde. Podatki so se izrisali v obliki grafa na računalniku, ki je bil povezan s tenziometrijsko ploščo (slika 6).



Slika 6: izris grafa maksimalne sile v položaju skakalnega počepa.

S to testno nalogo so bili pridobljeni podatki o naslednjih spremenljivkah izometrične moči:

Preglednica 2: prikaz spremenljivk izometrične moči, njihovih enot in šifer.

IMENA SPREMENLJIVKE	ENOTA	ŠIFRA
maksimalna razvita sila v počepu	N	FmaxP
maksimalna razvita sila v počepu po 200 milisekundah	N	FmaxP200
maksimalna razvita sila v počepu relativno	N	FmaxPR
maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah relativno	N	FmaxPR200

5.5. Metode obdelave podatkov

Vrednosti spremenljivk za vse merjence so bile vnesene v programa Excel in SPSS, kjer smo jih analizirali in medsebojno primerjali v skladu s cilji in namenom diplomske naloge. V programu SPSS 15.0 so bile izračunane in prikazane osnovne statistične vrednosti spremenljivk (povprečna vrednost, standardna deviacija, minimalni rezultat, maksimalni rezultat, oblike distribucije spremenljivk, mere normalnosti porazdelitve s Kolmogorov – Smirnovim testom), izvedena pa je bila tudi korelacijska analiza.

6. REZULTATI IN RAZLAGA

Preglednica 3: prikaz vrednosti spremenljivk.

Ime in priimek	BMI (n=70)	VO (n=70)	P (n=70)	ŠM (n=70)	FmaxP (n=65)	FmaxP200 (n=65)	FmaxPR (n=65)	FmaxPR200 (n=65)
M.M.	19	67,88	8,02	1,04	2072,8	1174	29,44	16,68
P.P.	19,6	64,45	9,66	1,72	1911,6	1252,2	29,82	19,54
R.P.	19,1	63,39	10,4	4,31	2406,3	1257,2	40,37	21,09
J.D.	19,1	63,22	10,12	3,43	2132,3	1235,6	34,84	20,19
H.R.	20	61,64	8,55	2,01	1766,5	1091,1	26,33	16,26
O.A.	22,5	60,6	11,53	3,75	2650,9	1206,8	40,53	18,45
Z.R.	19,4	60,09	8,87	2,04	1494,1	927,7	26,03	16,16
Z.M.	20,8	59,06	9,23	2,02	1672,9	1121,5	25,46	17,07
M.Ž.	18,4	58,04	8,35	2,14	1474,4	961	22,07	14,39
O.K.	20	56,87	9,41	3,22	2262,1	1319,3	33,91	19,78
Š.J.	19,2	56,2	8,16	2,54	1299,6	909,9	19,22	13,46
T.J.	18,5	56,2	9,25	2,06	1432,5	659,7	26,83	12,35
B.T.	20,6	55,87	8,71	3,15	1511,1	967,2	25,92	16,59
K.R.	20,4	55,54	8,76	3,62	2577,8	1368,7	45,71	24,27
B.L.	18,3	55,05	7,77	1,62	1495,3	748	24,59	12,3
P.A.	18,9	55,05	8,56	2,9	1468,6	1020,1	24,11	16,75
P.P.	20,1	54,39	8,76	2,64	1622,8	1186,2	24,29	17,76
D.A.	19,7	53,9	9,01	2,85	1938	1058,3	31,41	17,15
D.J.	19,7	53,58	8,65	3,2	1975,7	1151,2	27,29	15,9
P.P.	20	53,58	8,58	3,27	1420,2	1050	22,44	16,59
M.R.	18,4	53,25	8,23	2,92	1644,9	1064,1	25,31	16,37
O.J.	19,1	52,93	7,94	1,81	1491,7	1040,2	23,53	16,41
T.J.	20,6	52,93	8,26	2,37	2703,7	1137,4	39,59	16,65
K.G.	18,5	52,77	7,75	2,03	1280,7	927,6	21,31	15,43
L.L.	19,3	52,45	8,02	2,5	1849,7	840,7	31,35	14,25
M.A.	21,2	51,97	8,75	2,22	1494,1	1053,3	24,18	17,04
N.T.	18,8	51,65	8,7	3,43	1437,8	936,7	25,58	16,67
Z.D.	20,1	51,65	8,58	1,21	1829,1	1114,7	27,93	17,02
U.R.	19,9	51,49	8,98	2,29	1874	667,5	31,93	11,37
G.L.	21,5	50,86	8,56	2,5	1423,6	883,5	21,8	13,53
K.M.	19,1	50,86	7,78	2,27	1720,6	1352,6	28,77	22,62
M.A.	21,7	50,23	7,27	1,08	1593,2	998,4	23,29	14,6
K.K.	19,9	49,76	7,91	2,08	.	.	.	.
C.T.	19,5	49,6	8,02	2,37	1619,2	896,8	27,77	15,38
Z.Ž.	21,2	49,45	8,53	1,38	1573,6	903,5	25,3	14,53
K.U.	19,4	48,98	7,99	3,46	.	.	.	.
M.G.	18,6	48,98	8,2	2,57	1513,5	1026,5	23,47	15,91
D.J.	20	48,36	8,02	1,96	1556,5	960,6	23,8	14,69
H.A.	19,9	47,59	7,74	1,61	1670,9	1046,5	25,32	15,86
R.J.	19,3	46,08	7,54	2,15	1426	1037,5	22,67	16,49
D.M.	19,6	45,78	7,31	1,72	1374,1	935	22,16	15,08
D.N.	18,7	45,63	7,04	1,24	1657	1007,3	26,6	16,17
L.M.	17,2	45,33	7,47	1,82	.	.	.	.
H.J.	19,4	44,88	7,26	2,39	1650,5	1091,9	28,12	18,6
O.L.	22	44,44	8,2	1,36	2253,7	1061,5	34,3	16,16

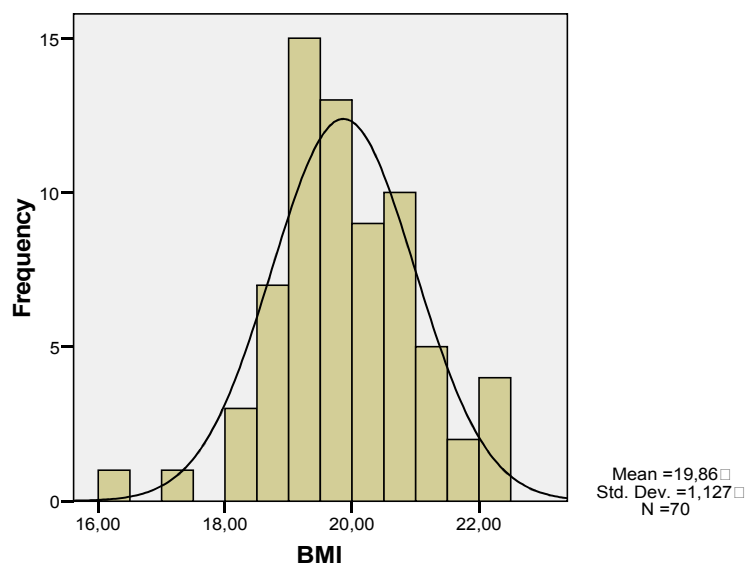
T.A.	20,7	44,44	7,51	1,73	1423,2	876,6	22,63	13,94
T.G.	20,7	41,11	7,21	3,34	1850,8	955,8	29,61	15,29
Š.A.	20	39,42	6,07	0,98	1204,7	818,8	19,4	13,19
S.M.	21	53,42	8,26	1,74	.	.	.	.
P.E.	19,9	46,83	7,6	2,46	2170,2	1084,5	35,81	17,9
L.E.	19,8	41,82	7,22	1,14	1745,1	758,8	29,78	12,95
G.D.	19,9	36,96	6,96	1,53	1114,1	729,1	19,41	12,7
P.M.	20,8	34,32	6,19	0,98	2218,2	741,5	37,66	12,59
V.M.	20,7	31,89	4,96	1	957	688,3	16,61	11,95
K.A.	20,5	45,03	6,99	1,5	1463,2	946,4	19,8	12,81
T.Ž.	22,1	44,29	6,86	1,83	1808	1183,6	22,52	14,74
R.Š.	20,6	42,4	7,8	2,24	1381,6	815,4	25,87	15,27
V.G.	19,8	40,68	6,84	1,67	1493,7	953,1	22,1	14,1
G.R.	20,9	40,54	7,03	1,78	1597,6	737,3	24,43	11,27
B.M.	20,1	43,41	7,14	1,59	1562,1	1098,4	24,64	17,32
J.R.	19,4	45,93	8,34	2,92	1415,2	869,8	24,27	14,92
K.D.	16,4	35,36	6,54	1,79	1104,7	701,8	21,08	13,39
S.U.	21,3	51,81	8,37	1,08	2013,5	1014,6	30,51	15,37
K.J.	19,1	42,25	7,78	1,11	1503,2	601,8	28,52	11,42
R.M.	19	40,97	7	1,63	2048,7	917,2	34,43	15,42
M.B.	19,3	36,82	7,15	1,83	1309,2	840,5	24,43	15,68
H.J.	21,3	43,7	7,83	1,87	1777,5	929,9	30,18	15,79
K.B.	19,9	35,49	6,44	2,91	1347,2	880,7	23,89	15,62
Č.Š.	22,3	34,84	6,47	1,07	.	.	.	.
K.M.	18,8	38,46	5,41	0,26	1369,6	825,5	21,74	13,1

6.1. Rezultati osnovne statistike

Preglednica 4: Rezultati osnovne statistike.

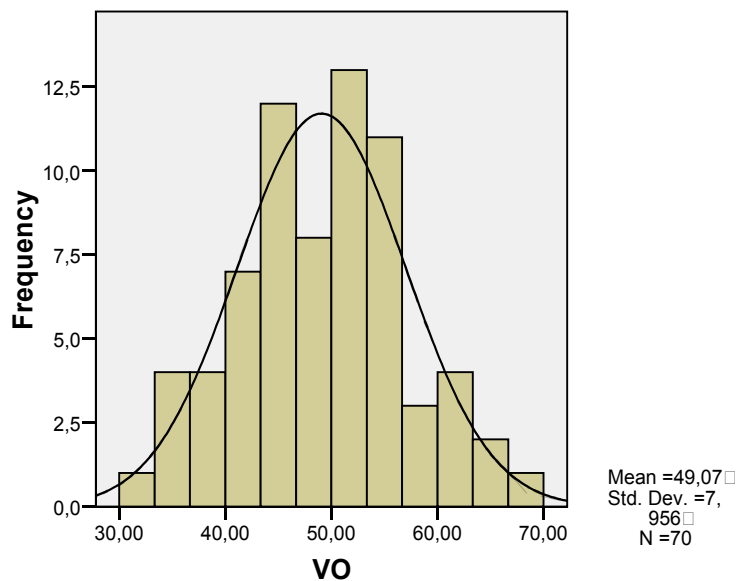
IME SPREMENLJIVKE	Št.	M	SD	MIN	MAX	K-S (sig.)
Višina odskoka (cm)	n=70	49,06	7,95	31,98	67,88	0.20
Pospešek pri odzivu (m/s ²)	n=70	7,94	1,08	4,96	11,53	0.20
Štartna moč (kw)	n=70	2,11	0,81	0,26	4,31	0.20
Maksimalna sila v počepu (N)	n=70	1678,49	867,36	957,0	2703,7	0.00
Maksimalna sila v počepu pri 200 milisekundah (N)	n=65	978,75	75,25	601,8	1368,7	0.20
Maksimalna sila v počepu, relativno na kg telesne teže (N)	n=65	26,98	5,78	16,61	45,71	0.00
Maksimalna sila v počepu, relativno na kg telesne teže pri 200 milisekundah (N)	n=65	15,69	2,55	11,27	24,27	0.03
Telesno masni indeks - BMI	n=65	19,86	1,12	16,4	22,5	0.08

Porazdelitev spremenljivke telesno masni indeks – BMI prikazuje grafikon 1:



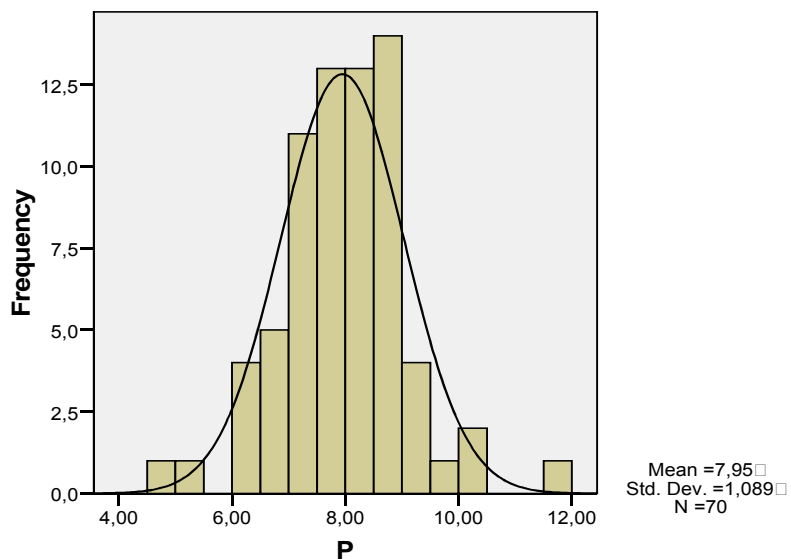
Grafikon 1: oblika porazdelitve spremenljivke telesno masni indeks – BMI.

Porazdelitev spremenljivke višina odskoka – VO prikazuje grafikon 2:



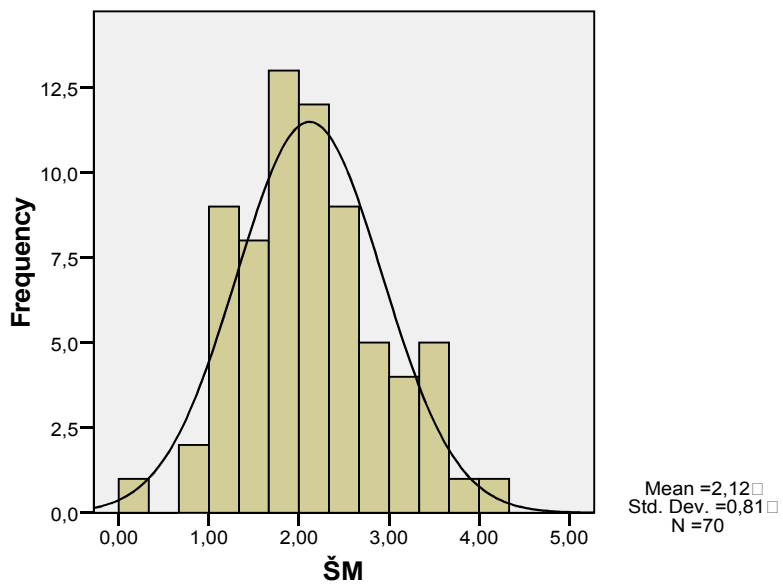
Grafikon 2: oblika porazdelitve spremenljivke višina odskoka – VO.

Porazdelitev spremenljivke pospešek – P prikazuje grafikon 3:



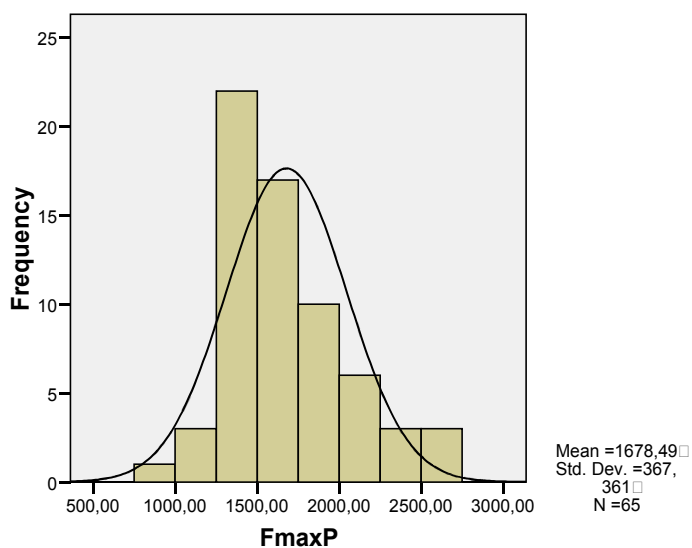
Grafikon 3: oblika porazdelitve spremenljivke pospešek – P.

Porazdelitev spremenljivke štartna moč – ŠM prikazuje grafikon 4:



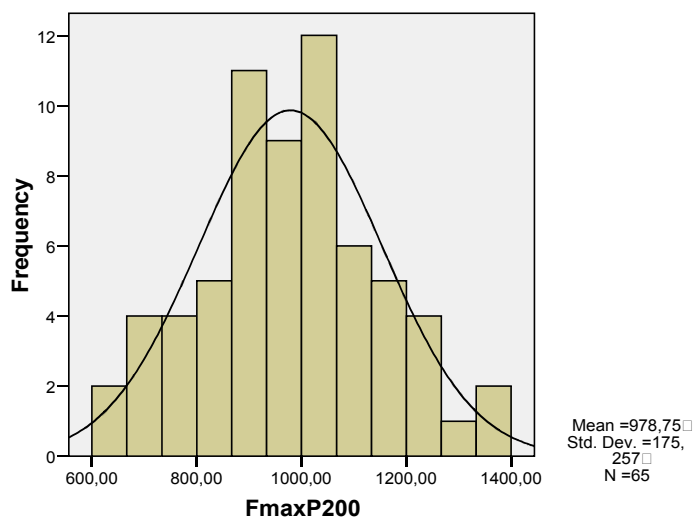
Grafikon 4: oblika porazdelitve spremenljivke štartna moč – ŠM.

Porazdelitev spremenljivke maksimalna sila v počepu – FmaxP prikazuje grafikon 5:



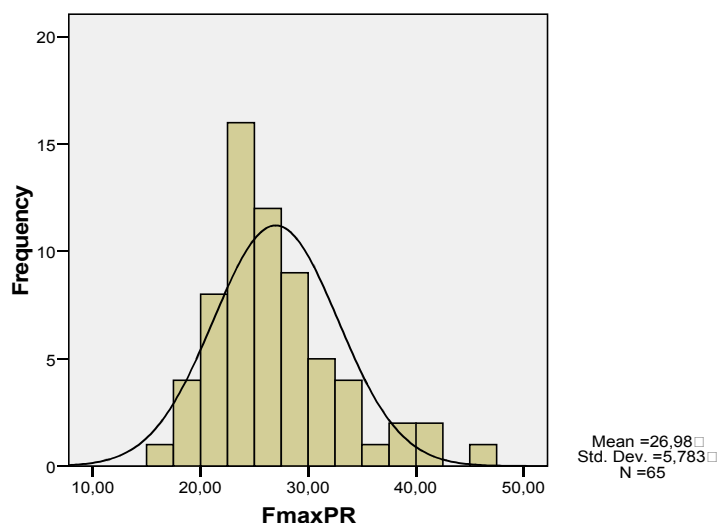
Grafikon 5: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu – FmaxP.

Porazdelitev spremenljivke maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah – FmaxP200 prikazuje grafikon 6:



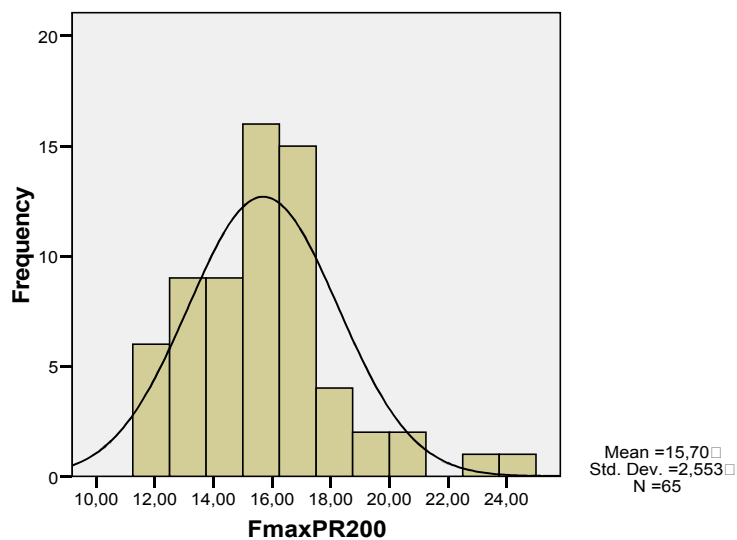
Grafikon 6: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah – FmaxP200.

Porazdelitev spremenljivke maksimalna sila v počepu relativno – FmaxPR prikazuje grafikon 7:



Grafikon 7: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu relativno – FmaxPR.

Porazdelitev spremenljivke maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah relativno – FmaxPR200 prikazuje grafikon 8:



Grafikon 8: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah relativno – FmaxPR200.

6.2. Rezultati korelacijske analize

Izračunane vrednosti korelacijskih koeficientov in statistično značilnost povezanosti med spremenljivkami izometrične moči, dinamične moči ter telesno masnega indeksa (BMI) prikazuje spodnja korelacijska matrika (preglednica 5):

Preglednica 5: korelacijska matrika povezanosti uporabljenih spremenljivk.

		VO	P	ŠM	Fmax P	Fmax P200	Fmax PR	Fmax PR200	BMI
VO	Moč povezanosti	1	,84	,45	,42	,59	,33	,51	-,10
	St. Značilnost		,00	,00	,00	,00	,01	,00	,43
	N	70	70	70	65	65	65	65	70
P	Moč povezanosti	,84	1	,64	,51	,51	,49	,52	,06
	St. Značilnost	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,60
	N	70	70	70	65	65	65	65	70
ŠM	Moč povezanosti	,45	,64	1	,34	,45	,38	,56	-,08
	St. Značilnost	,00	,00		,01	,00	,00	,00	,49
	N	70	70	70	65	65	65	65	70
FmaxP	Moč povezanosti	,42	,51	,34	1	,59	,93	,54	,32
	St. Značilnost	,00	,00	,01		,00	,00	,00	,01
	N	65	65	65	65	65	65	65	65
FmaxP200	Moč povezanosti	,59	,51	,45	,59	1	,43	,90	,17
	St. Značilnost	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,16
	N	65	65	65	65	65	65	65	65
FmaxPR	Moč povezanosti	,33	,49	,38	,93	,43	1	,54	,19
	St. Značilnost	,01	,00	,00	,00	,00		,00	,13
	N	65	65	65	65	65	65	65	65
FmaxPR200	Moč povezanosti	,51	,52	,56	,54	,90	,54	1	,02
	St. Značilnost	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,91
	N	65	65	65	65	65	65	65	65
BMI	Moč povezanosti	-,10	,06	-,08	,32	,17	,19	,02	1
	St. Značilnost	,43	,60	,49	,01	,16	,13	,91	
	N	70	70	70	65	65	65	65	70

Sklop A: Analiza povezanosti spremenljivk dinamične odzivne moči

Ugotovljena je bila statistično značilna povezanost znotraj spremenljivk dinamične odzivne moči. Najvišja povezanost je prisotna med spremenljivkama višina odskoka - VO in pospešek ($r = 0.84$). Najšibkeje sta povezani štartna moč - ŠM in višina odskoka - VO ($r = 0.45$). Vrednost koeficienta povezanosti med štartno močjo - ŠM in pospeškom - P znaša $r = 0.63$.

Sklop B: Analiza povezanosti spremenljivk izometrične moči

Znotraj spremenljivk izometrične moči obstaja statistično značilna povezanost. Najmočnejša povezanost je prisotna med spremenljivkama maksimalna sila v počepu - FmaxP in maksimalna sila v počepu relativno - FmaxPR ($r = 0.93$). Koeficient povezanosti za spremenljivki maksimalna sila v počepu - FmaxP in maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah – FmaxP200 znaša $r = 0.59$. Najnižja povezanost je bila ugotovljena za spremenljivki maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah – FmaxP200 in maksimalna sila v počepu relativno - FmaxPR ($r = 0.43$).

Sklop C: Analiza povezanosti med spremenljivkami izometrične in dinamične odzivne moči

Med spremenljivkami izometrične in dinamične odzivne moči so bile ugotovljene statistično značilne povezanosti. V tem primeru nismo ugotavljali povezanosti znotraj spremenljivk ene vrste moči, ampak smo obe vrsti moči medsebojno primerjali. Najvišja ugotovljena povezanost je prisotna med spremenljivkama maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah – FmaxP200 in višina odskoka - VO ($r = 0.58$), najnižja pa med spremenljivkama maksimalna sila v počepu relativno - FmaxPR in višina odskoka - VO ($r = 0.32$).

Sklop D: Analiza povezanosti med telesno masnim indeksom (BMI) smučarskih skakalcev in spremenljivkami izometrične in dinamične odzivne moči

Ugotovljene so bile nizke vrednosti koeficientov povezanosti med spremenljivkami. Najvišja ugotovljena povezanost je bila med spremenljivkama telesno masni indeks - BMI in maksimalna sila v počepu FmaxP ($r = 0.32$), najnižja pa med spremenljivkama telesno masni indeks - BMI in maksimalno silo v počepu po 200 milisekundah relativno – FmaxPR200 ($r = 0.01$). V splošnem so spremenljivke izometrične in dinamične moči v šibki korelaciji s spremenljivko telesno masni indeks – BMI.

7. RAZPRAVA

Smučarski skoki so športna panoga, pri kateri sta zelo pomembni dve komponenti moči. Prva je izometrična komponenta, druga pa dinamična komponenta moči. Osnovni cilj diplomske naloge je bil analizirati spremenljivke obeh komponent moči ter jih medsebojno primerjati.

Opravljena je bila osnovna statistika uporabljenih spremenljivk. Izračunane so bile aritmetične sredine, modusi, mediane, standardni odkloni ter maksimalne in minimalne vrednosti spremenljivk. S pomočjo grafičnega izrisa je bila nazorno prikazana oblika porazdelitev spremenljivk.

Metoda korelacijske analize je bila uporabljena z namenom ugotavljanja povezanosti spremenljivk izometrične moči, spremenljivk dinamične moči, spremenljivk izometrične in dinamične moči, ter spremenljivk izometrične in dinamične moči s spremenljivko telesno masni indeks (BMI). S pomočjo te metode so bile preverjene štiri postavljene hipoteze, ki so navedene v četrtem poglavju.

Ugotovili smo, da znotraj spremenljivk dinamične odzivne moči smučarskih skakalcev obstajajo statistično značilne povezanosti. Najvišja ugotovljena povezanost je bila med spremenljivkama višina odskoka – VO in pospešek – P, kjer je vrednost koeficienta povezanosti znašala $r = 0.84$, vrednosti povezanosti ostalih spremenljivk pa so bile nekoliko nižje. Hipotezo **H1** smo na podlagi dobljenih vrednosti potrdili.

Najbolj značilno korelacijo v sklopu spremenljivk dinamične moči med višina odskoka – VO in pospeškom – P je mogoče razložiti tudi s fizikalnega vidika. Pospešek pomeni spremembo hitrosti v časovni enoti ($a=v/t$). Pot, ki jo v našem primeru predstavlja višina odskoka, lahko izračunamo po formuli $s=at^2/2$. Tako lahko teoretično trdimo, da je povezava med pospeškom in višino odskoka povsem logična, saj večji pospešek skakalca pri odskoku pomeni višjo doseženo višino odskoka.

V sklopu povezanosti spremenljivk izometrične moči so bile ugotovljene statistično značilne povezanosti. Najmočnejša povezanost je bila ugotovljena med spremenljivkama maksimalna sila v počepu – FmaxP in maksimalna sila v počepu relativno – FmaxPR ($r = 0.93$).

Vrednosti koeficientov povezanosti ostalih spremenljivk izometrične moči so bile nižje, vendar še vedno statistično značilne, zato smo hipotezo **H2** potrdili pri nizki stopnji tveganja.

Menimo, da je glavni razlog značilnih povezanosti znotraj spremenljivk dinamične in izometrične prav v tem, da so istovrstne in soodvisne. Teoretično bi lahko rekli, da so linearno povezane, kar pomeni, če se poveča vrednost ene spremenljivke, se poveča tudi vrednost ostalih.

V sklopu spremenljivk izometrične moči izmerjene v počepu in dinamične odzivne moči smučarjev skakalcev izmerjene v laboratorijskih pogojih smo preverili hipotezo **H3**, ki pravi, da med temi spremenljivkami obstajajo statistično značilne povezanosti.

Z metodo korelacijske analize smo izračunali vrednosti koeficientov povezanosti in ugotovili, da med spremenljivkami izometrične moči in dinamične moči smučarskih skakalcev prihaja do statistično pomembnih povezanosti. Najvišja ugotovljena povezanost je bila med spremenljivkama maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah – FmaxPR200 in višina odskoka – VO, kjer je koeficient povezanosti znašal $r = 0.58$. Hipotezo **H3** smo potrdili pri nizki stopnji tveganja.

Iz dobljenih vrednosti lahko izpostavimo dejstvo, da so posamezniki, ki imajo višje vrednosti spremenljivk izometrične moči, sposobni proizvesti večjo silo, ko gre za dinamično krčenje mišic. Skakalci naj bi imeli obe vrsti moči razviti na visoki ravni, saj je lahko le v tem primeru izkoristek mišične sile v fazi odskoka najboljši.

Enako je bilo ugotovljeno v raziskavi, ki jo je leta 1998 izvedel Andrew D. Walshe na štiridesetih treniranih študentih avstralske Univerze za znanost v športu. Walshe in sodelavci so ugotovili, da sta izometrična in dinamična moč močno povezani. Posamezniki, ki so razvili večjo silo v mišicah nog pri izometričnem naprežanju, so bili sposobni tvoriti večjo silo, ko je šlo za dinamični režim mišičnega krčenja.

Smučarski skoki so športna panoga, pri kateri je pomembna relativno nizka telesna teža tekmovalcev. Zanimalo nas je, v kakšni povezanosti je spremenljivka telesno masni indeks – BMI s spremenljivkami izometrične in dinamične moči. Postavili smo hipotezo **H4**, ki pravi, da med temi spremenljivkami obstajajo statistično značilne povezanosti.

Izračunani korelacijske analize so pokazali, da obstaja le ena statistično pomembna povezanost in sicer med spremenljivkama telesno masni indeks - BMI in maksimalna sila v počepu – FmaxP. Vrednost koeficienta povezanosti za ti dve spremenljivki znaša $r = 0.32$. Pri vseh ostalih spremenljivkah ni bilo ugotovljenih nobenih statistično značilnih korelacij, zato smo hipotezo **H4** zavrnil.

Ugotovljena povezanost je povsem logična, saj večja vrednost telesno masnega indeksa – BMI hipotetično pomeni večji odstotek mišične mase tekmovalca, ter s tem večji prečni presek mišice, kar posledično vodi do razvoja večje maksimalne sile v počepu. Relativno težji skakalci so bili sposobni razviti večjo maksimalno silo v počepu, kot relativno lažji skakalci. Pri tem pa je potrebno poudariti, da so relativno težji skakalci v deficitu predvsem v fazi leta, saj vrednost telesno masnega indeksa - BMI vpliva na velikost vzgona, ki deluje na skakalca.

Raziskava, ki sta jo leta 1992 izvedla Manhke in Mross na najboljših nemških skakalcih, je pokazala linearno povezanost med dolžino skoka in telesno težo. Računalniška simulacija dolžine skoka na skakalnici K100 je pokazala, da se s porastom telesne teže za en kilogram zmanjša dolžina skoka za približno en meter (Jošt, 2009).

V samem trenažnem procesu je potrebno torej trening moči usmeriti v takšno smer, da tekmovalci pridobivajo tako na izometrični, kot tudi na dinamični moči, ob enem pa ne pridobivajo odvečne mišične mase. Ta lahko povzroči prevelik telesno masni indeks – BMI tekmovalca in s tem slabši izkoristek vzgona v fazi leta.

V pripravi programa treningov za tekmovalce imajo zelo pomembno vlogo predvsem trenerji in njihov pristop do dela. Potrebno je poudariti, da je za uspeh športnika pomembnih veliko dejavnikov, eden glavnih pa je predvsem proces priprave na tekmovanja. Ključno vlogo ima individualni pristop do treninga, kar pomeni, da morajo trenerji zelo dobro poznati svoje tekmovalce (sistematična testiranja, spremljanje razvoja športnika) in prilagoditi program treninga za vsakega posameznika tako, da bo le ta najbolj učinkovit.

8. SKLEP

Cilj te diplomske naloge je bil analizirati povezanost med nekaterimi spremenljivkami izometrične in dinamične moči ter ugotoviti povezanost spremenljivke telesno masni indeks – BMI z omenjenima vrstama moči.

Metoda korelacijske analize je pokazala statistično pomembne povezanosti znotraj spremenljivk izometrične in znotraj dinamične moči, prav tako pa je bilo ugotovljeno, da sta obe vrsti moči pomembno medsebojno povezani. Sposobnost razvoja večje izometrične sile skakalca v skakalnem počepu je bila statistično pomembno povezana z vrednostjo sile, ko je šlo za dinamični režim mišičnega krčenja.

Spremenljivka telesno masni indeks – BMI v smučarskih skokih igra pomembno vlogo, saj njena vrednost vpliva na dolžino smuči skakalcev, ta pa neposredno vpliva na samo plovnost (velikost vzgona) v letni fazi. Na podlagi izračunov korelacijske analize je bilo ugotovljeno, da med spremenljivkami izometrične in dinamične moči, ter spremenljivko telesno masni indeks – BMI obstaja le ena statistično značilna povezanost, in sicer med spremenljivkama maksimalna sila v počepu – F_{maxP} in telesno masnim indeksom – BMI ($r = 0.32$). Pri vseh ostalih spremenljivkah ni bilo ugotovljenih statistično pomembnih povezanosti. Posamezniki z večjo vrednostjo spremenljivke telesno masnega indeksa – BMI imajo večjo mišično maso, zaradi tega so sposobni razviti večjo maksimalno silo v počepu od tistih, ki imajo to vrednost nižjo, vendar pa so po rezultatih predhodnih raziskav podvrženi deficitu v letni fazi.

9. LITERATURA

Jošt, B. & Pustovrh, J. (1995). *Nordijsko smučanje*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Jošt, B. (2004). *Trener za smučarske skoke in nordijsko kombinacijo »B«*. Neobjavljeno delo.

Jošt, B. (2009). *Teorija im metodika smučarskih skokov*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Leskošek, B. (2010). *Korelacija*. Pridobljeno 15. 6. 2010, iz <http://www.fsp.uni-lj.si/metodologija>.

Medved, I. (2007). *Povezanost izbranih spremenljivk odskoka smučarja skakalca z dolžino skoka*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Sagadin, J. (2003). *Statistične metode za pedagoge*. Maribor: Obzorja.

Ušaj, A. (2004). *Osnove športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Walshe, A. D., Wilson, G. J., Gertjan J. C. (1998). *Stretch-shorten cycle compared with isometric preload*. Pridobljeno 28.6. 2010, iz <http://jap.physiology.org>.

10. KAZALO SLIK

Slika 1: tenziometrijska plošča.....	23
Slika 2: skakalec pred izvedbo odrida v skakalnem počepu.....	24
Slika 3: skakalec v brezoporni fazi odskoka.....	24
Slika 4: specialna merilna naprava za diagnostiko izometrične moči smučarjev skakalcev v počepu (avtor naprave B. Jošt.....	25
Slika 5: položaj skakalca pri izvedbi testne naloge.....	26
Slika 6: izris grafa maksimalne sile v položaju skakalnega počepa.....	26

11. KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: prikaz spremenljivk dinamične odzivne moči, njihovih enot in šifer.....	25
Preglednica 2: prikaz spremenljivk izometrične moči, njihovih enot in šifer.....	27
Preglednica 3: prikaz vrednosti spremenljivk.....	28
Preglednica 4: Rezultati osnovne statistike.....	30
Preglednica 5: korelacijska matrika povezanosti uporabljenih spremenljivk.....	35

12. KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: oblika porazdelitve spremenljivke telesno masni indeks – BMI.....	31
Grafikon 2: oblika porazdelitve spremenljivke višina odskoka – VO.....	31
Grafikon 3: oblika porazdelitve spremenljivke pospešek – P.....	32
Grafikon 4: oblika porazdelitve spremenljivke štartna moč – ŠM.....	32
Grafikon 5: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu – FmaxP.....	33
Grafikon 6: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah – FmaxP200.....	33
Grafikon 7: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu relativno – FmaxPR.....	34
Grafikon 8: oblika porazdelitve spremenljivke maksimalna sila v počepu po 200 milisekundah relativno – FmaxPR200.....	34