

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

Podiplomski študij
Antropološka kineziologija

Uroš Reisman

GIBALNE STRATEGIJE MED SKOKI IZ POLČEPA

MAGISTRSKA NALOGA

mentor:
red. prof. dr. VOJKO STROJNIK

Ljubljana, 2008

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil vsem, ki so pripomogli k nastanku tega dela. Najprej svojim pravim prijateljem; v drugi vrstici zahvale si je zaželel, da bi bil in si to tudi pošteno zasluži, Uroš Urbinc. Takoj za njim pa velika hvala Jaku Strelu, Jerneju Roškerju in Mihi Cankarju. Mihi tudi velika hvala za pomoč pri filtriranju 2. reda za rezultate. Brez vas bi bilo mnogo težje.

Nato bi se rad zavalil svojim domačim – brez vaše vsestranske podpore bi bil kdove kje.

Za vire dolgujem svojo hvaležnost naslednjim: Mateju Juhartu, Nejcju Šarabonu, Mihi Fajonu in res velika hvala ponovno Jerneju Roškerju.

Ne bi bilo prav, če bi se pozabil zahvaliti tudi vsem, ki so mi pomagali pri izvedbi meritev in vsem merjencem, ki so v meritvah sodelovali.

Zahvalil bi se še rad prof. dr. Antonu Ušaju, ki mi je znal pokazati, da ceni moj trud, predanost študiju in v letih pridobljeno kineziološko znanje in prof. dr. Janku Strelu za vsestransko pomoč ob nastajanju naloge.

In na koncu bi se rad zahvalil še Aljažu Vogrincu za življenjsko lekcijo, naučeno ob gimnastiki in skokih v vodo: »ne, da ne moreš, če (ZARES) hočeš, boš MORAL!«

Uroš Reisman

IZVLEČEK

Namen magistrske naloge je bil raziskati gibalne strategije pri skoku iz polčepa. Le-te smo proučevali skozi načine mišične aktivacije. Novejše raziskave kažejo, da športniki lahko izvedejo maksimalen skok iz polčepa glede na aktivacijo mišic bodisi simultano (vse mišice so maksimalno aktivne hkrati) ali pa po proksimalno-distalnem zaporedju (na začetku skoka so aktivne proksimalne mišice, na koncu skoka pa distalne).

Posebej nas je zanimalo, ali je možno zaporedje mišične aktivacije, ki se pojavi, povezati s silo reakcije podlage.

V meritvah je sodelovalo 23 merjencev iz različnih športnih panog. Merili smo elektromiografsko (EMG) aktivnost vseh odzivnih mišic desne noge: soleus, lateralni gastrocnemius, vastus lateralis, rectus femoris, biceps femoris, gluteus maximus in erector spinae, izvedena pa je bila kvalitativna analiza na podlagi maksimumon EMG signalov. Poleg EMG-aktivnosti smo merili tudi silo reakcije podlage s tenziometrično ploščo.

Statistično obdelavo smo opravili dvakrat, v časovnem (absolutnem) in relativnem (normaliziranem) prostoru, obravnavali pasmo obravnavali časovne parametre obrnjenega in filtriranega EMG-signala (čas, kdaj se pojavijo maksimumi aktivacije), poleg tega pa še čas največje sile na podlago in čas trajanja odriva.

S primerjavo rezultatov diskriminantne analize in analize gruč smo ugotovili, da obstajata vsaj dva različna načina skakanja skoka iz počepa, kažejo pa se trije, vendar je obstoj tretjega načina skakanja statistično slabše podprt.

Pomembno pa je, da je vsak ugotovljen način skakanja skoka iz počepa povezan z značilno obliko krivulje sile na podlago, kar pomeni, da lahko ugotavljamo uporabljeno gibalno strategijo zgolj z meritvami sile na podlago.

Ključne besede: skok iz polčepa, gibalne strategije, časovni prostor, relativni prostor, sila na podlago, maksimumi EMG signala

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to investigate fundamental strategies of motion that are employed in a squat jump. We investigated strategies of movement through monitoring of muscles' activity. Recent research shows that it is possible to execute a maximal squat jump either using a simultaneous strategy of movement (all muscles are maximally activated together) or a proximal-to-distal strategy (proximal muscles are activated first, distal later on). Of special interest was a possible link between a sequence of muscles activation with ground reaction force.

23 athletes from different sports participated in the study. We measured electromyographical (EMG) activity of seven muscles on the right leg: soleus, lateral gastrocnemius, vastus lateralis, rectus femoris, biceps femoris, gluteus maximus and erector spinae and performed a qualitative analysis based on maxima of EMG signals. Together with EMG measurements we took also measurements of ground reaction force with a force-measuring plate.

Statistical analysis was done twice: in the time-domain (absolute space) and in the relative domain (normalized time of take-off). In the analysis were included the following parameters: time parameters of rectified and filtered EMG signal (time of maxima of activation), time of take off and time of maximum force exerted on the floor.

Comparing the results of discriminant analysis and cluster analysis we found that there exist at least two different ways of executing a squat jump and a third way can be observed, but it lacks solid statistical background to support its existence.

But it is important that every observed way of doing a squat jump is connected to a peculiar shape of ground reaction force, which means that we are able to distinguish the employed strategy of movement by simply measuring the ground reaction force with a force plate.

Keywords: squat jump, strategies of movement, time domain, normalized domain, ground reaction force, maxima of EMG signal

KAZALO

KAZALO	5
1. UVOD	7
2. PREDMET IN PROBLEM	9
2.1. DEFINICIJA SKOKA	9
2.2. SKOK IZ POLČEPA	10
2.6. KONTROLA GIBANJA IN GIBALNE STRATEGIJE	17
2.7. MIŠIČNA AKTIVACIJA PRI EKSPLOZIVNIH GIBIH	19
3. CILJ RAZISKAVE	26
4. HIPOTEZE	26
5. METODE DE LA	27
5.1. VZOREC MERJENCEV	27
5.2. MERILNI POSTOPKI.....	27
5.3. ORGANIZACIJA IN PROTOKOL MERITEV.....	28
5.4. PRIPRAVA PODATKOV IN PARAMETRIZACIJA	30
5.5. STATISTIČNA OBDELAVA.....	32
6. REZULTATI	33
6.1. REZULTATI MERITEV	33
6.2. SJ SKOKI – ABSOLUTNI PROSTOR ODRIVOV	39
6.2.1 UNIVARIATNA ANALIZA (ANOVA).....	39
6.2.2. DISKRIMINANTNA ANALIZA	44
6.2.3. ANALIZA GRUČ	53
6.2.4. PRIMERJAVA REZULTATOV MULTIVARIATNIH METOD.....	56
6.2.5. ZAPOREDJE PROŽENJA MIŠIČ	60
6.3. SJ SKOKI – RELATIVNI PROSTOR ODRIVOV	66
6.3.1. UNIVARIATNA ANALIZA (ANOVA).....	66
6.3.2. DISKRIMINANTNA ANALIZA	71
6.3.3. ANALIZA GRUČ	76
6.3.4. PRIMERJAVA REZULTATOV MULTIVARIATNIH METOD.....	79
6.3.5. ZAPOREDJE PROŽENJA MIŠIČ	84
7. RAZPRAVA	89
7.1. IZHODIŠČA – OPAŽANJA RAZLIČNIH IZVEDB SKOKOV SJ IN CMJ.....	89
7.2. REZULTATI DISKRIMINANTNE ANALIZE	90

7.3. ANALIZA GRUČ IN UJEMANJE REZULTATOV Z DISKRIMINATNO ANALIZO	91
7.4. LASTNOSTI SKUPIN PARA, ASIM IN PLATO	95
7.5. LASTNOSTI SKUPIN PARA2 IN NEPARA IN NJUNE RAZLIKE	98
7.6. ZAKLJUČEK	102
8. LITERATURA	104
9. PRILOGE	113

1. UVOD

Skoki se v različnih oblikah pojavljajo v najrazličnejših športih: od atletskih disciplin (skok v višino, skok v daljino, troskok ...) do iger z žogo (košarka, odbojka, nogomet ...) in drugih športov, kjer je odrivanje s podlage le del drugega, mnogo bolj kompleksnega gibanja (gimnastika, skoki v vodo). Tehnike odrivanja in izvedbe samih skokov so lahko zelo različne (npr. »flop«, »škarjice«), lahko gre za sonožne, enonožne skoke, odriv je lahko v daljino ali višino, med odrivom pa se lahko trup in roke tudi različno gibajo.

Ker se v različnih športih pojavljajo različne zahteve, ki jim morajo skoki zadostiti, da so izvedeni uspešno, obstaja vrsta načinov, kako določene skoke izvesti. Vendar se pri dobrih skakalcih v veliki večini primerov izkaže, da skačejo enake vrste skokov na enak način in to tako, da se segmenti telesa gibajo v t. i. proksimalno-distalnem zaporedju: najprej začne gibanje trup, nadaljujeta ga stegni, nato goleni in šele na koncu pride do plantarne fleksije stopal (npr. Gregoire, Veeger, Huijing in van Ingen Schenau (1984), Bobbert, Huijing in van Ingen Schenau (1986), van Ingen Schenau, Bobbert in Rozendal (1987), Bobbert in van Ingen Schenau (1988), Pandy in Zajac (1991), Ravn et al. (1999), Haguenaer, Legreneur in Monteil (2006)).

Proksimalno-distalni način gibanja pa ni edina možna gibalna strategija. Odvisno od posameznika in zahtev skoka (kinematičnih, dinamičnih, v športu taktičnih ...) lahko dober skakalec izvede določen skok tudi po simultani strategiji, kar pomeni, da se vsi telesni segmenti gibajo hkrati (ne v zaporedju), kar so ugotovili Ravn et al. (1999), ali tudi v drugačnem zaporedju, kot je proksimalno-distalno, npr. zaporedje premikanja sklepov koleno – kolk – gleženj ali koleno – gleženj – kolk (Selbie in Caldwell, 1996), ali drugače (Aragón-Vargas in Gross, 1997, str. 34).

Izvedba danega skoka je po omenjenih strategijah (proksimalno-distalno ali simultano, redkeje drugače) zelo različna in postavlja različne zahteve tako pri kontroli gibanja, koordinaciji, kot pri efektorjih (mišicah). Zaradi tega se pri celovitem testiranju odrivne moči (običajno) uporabljajo t. i. testne baterije, sestavljene iz več skokov. Baterija skokov, s katerimi se testira odrivna moč posameznika v Laboratoriju za kineziologijo na Fakulteti za

šport v Ljubljani, je sestavljena iz naslednjih skokov: skok iz počepa (SJ), skok z nasprotnim gibanjem (CMJ), globinski skoki, skoki z dodatnimi bremenami, po potrebi pa se lahko dodajo še razni specialni skoki.

Skoki iz počepa (ali polčepa) so s fizikalnega vidika, predvsem kinematično, manj zahtevni od ostalih skokov, kot so skok z nasprotnim gibanjem (Hudson, 1986) in drugih skokov, npr. globinskih. Ker so enostavni, je tudi kontrola gibanja pri SJ dobro definirana. Zato so bili do danes temeljito proučevani z več vidikov (kinematika, generacija neto mišične sile v sklepih ...), med njimi tudi z vidika aktivacije mišic. Ugotovljeno je bilo, da velika večina skakalcev skok iz polčepa (SJ) izvede tako, da uporabi na začetku odpiranja proksimalne mišice, na koncu pa distalne (torej je zaporedje aktivacije: najprej ekstenzorji kolka, nato ekstenzorji kolena, nazadnje ekstenzorji stopala (Gregoire, Veeger, Huijing in van Ingen Schenau (1984), Bobbert, Huijing in van Ingen Schenau (1986), van Ingen Schenau, Bobbert in Rozendal (1987), Bobbert in Van Ingen Schenau (1988), Pandy in Zajac (1991), Ravn et al. (1999), Haguenaer, Legreneur in Monteil (2006)).

Zaradi poznavanja zaporedja mišične aktivacije je mogoče že na podlagi poznavanja sile reakcije podlage, merjene s tenziometrično ploščo, oceniti delovanje mišic pri odzivni moči. To pa testiranje zelo poenostavi, saj za oceno delovanja odzivnih mišic zadoščajo že skoki na tenziometrični plošči, brez dodatnih meritev EMG-signalov mišic.

Nekaj raziskav je obravnavalo problem, ali skakalci skoke skačejo na različne načine (za SJ Hasson, Dugan, Doyle, Humphries, Newton (2004), za SJ in CMJ skoke Aragón-Vargas in Gross, (1997) in Ravn et al. (1999)), nobena raziskava pa še ni imela za cilj, ali je možno povezati krivuljo sile podlage z načinom skakanja, kar je narejeno v tem delu.

2. PREDMET IN PROBLEM

2.1. DEFINICIJA SKOKA

Skok je gibanje, ki ga sestavljajo tri faze: odziv (odzivna akcija), faza leta in pristonek (Bolkovič, Čuk, Kokole, Kovač, Novak, 2002, str. 85). Pri skokih, na katere smo se omejili v pričujočem delu, odziv s podlage izvedejo noge in skakalec iz skoka prav tako pristane na nogah, kar pa ni nujno (npr. primer »pristanka« iz skoka, ki ni na noge, je skok na gimnastični drog; skočiti je možno tudi z rok iz opore na rokah (»stoja«), a so vsi ti primeri omejeni na akrobatiko ali »break dance«). Enako gibanje, kot se vrši med skoki, se dogaja tudi med podvodnimi obrati pri plavanju, vendar z razliko, da je odziv pri podvodnem obratu izveden v horizontalni smeri, medtem ko imajo vsi skoki na kopnem vedno vertikalno komponento odziva, ali pa so izvedeni popolnoma vertikalno.

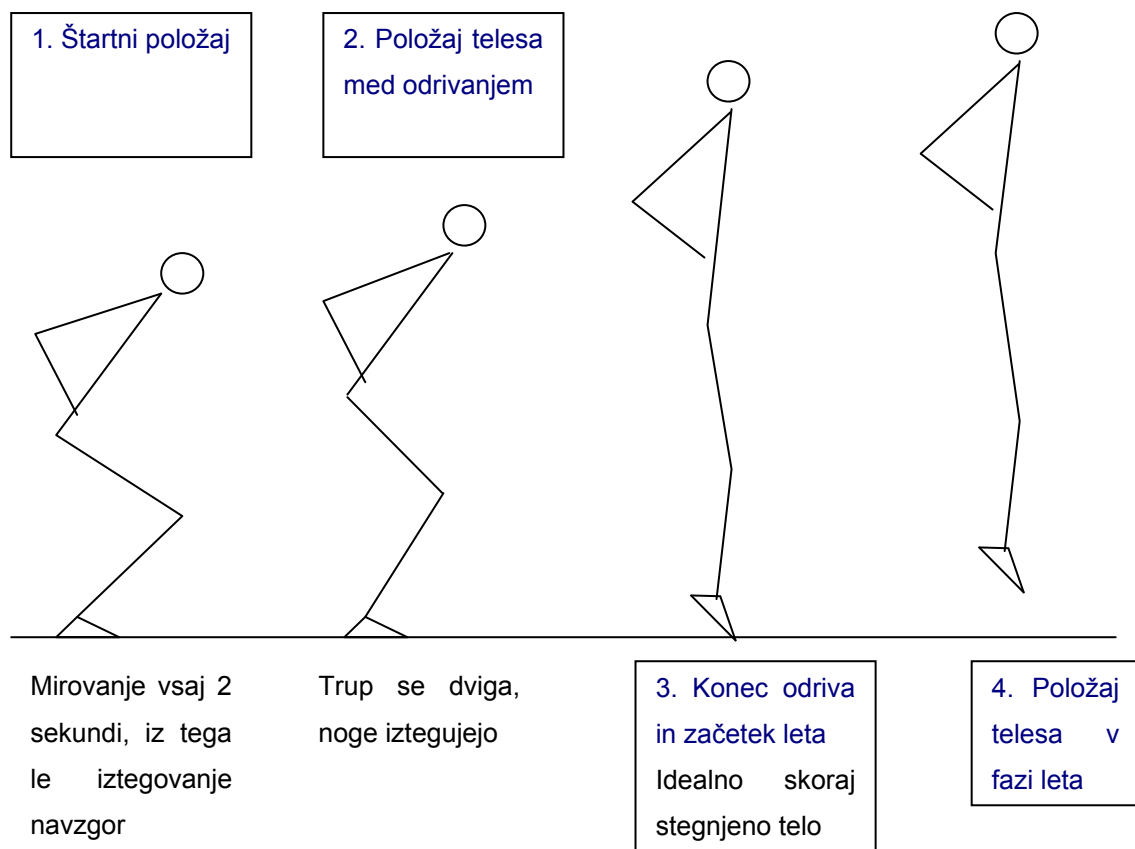
Gibanje težišča telesa je v fazi leta popolnoma določeno z izvedbo odziva, kar opisujejo fizikalni zakoni iz balistike in skakalec v zraku ne more vplivati na let težišča, čeprav lahko v zraku še vedno spreminja gibanje telesa okoli težišča (npr. vijaki v saltu, pospeševanje hitrosti rotacije okoli čelne osi s krčenjem telesa in zaviranje rotacije z iztegovanjem telesa).

Vse faze skoka je možno izvesti na mnogo različnih načinov – odziv in pristonek enonožno, sonožno, v fazi leta smo lahko stegnjeni, vršimo različne osnovne gimnastične vaje (skrčka, prednožka ...), pred odzivom je lahko še faza zaleta, ali pa padamo v odziv iz predhodnega skoka (poskoka), med odzivom si lahko pomagamo z različnimi pripomočki (odzivna deska, mala prožna ponjava, posebna športna obutev ...).

Izmed vseh skokov je v tem delu obravnavan skok iz polčepa (SJ). Spada med skoke, kjer je odziv izveden z mesta (brez zaleta), sonožno (gre za bilateralno in simetrično gibanje), faza leta je v idealnem skoku vertikalna in mesto pristanka je enako mestu odziva, oziroma je med mestoma pristanka in odziva minimalna razlika v katerikoli smeri.

2.2. SKOK IZ POLČEPA

Skok iz polčepa (SJ) je skok, kjer skakalec izvede skok le na koncentričen način. Skakalec mora v najnižji točki počepa obmirovati vsaj 2 sekundi, da se izogne izkoriščanju ekscentrično-koncentričnega delovanja mišic (ne naredi skoka pliometrično). To je pomembno, saj če se skakalec odrine iz počepa le navzgor, se mišice, ki sodelujejo pri odzivu, le krajšajo in je potem skok iz počepa (SJ) dober test odzivne moči za pogoje koncentričnega krčenja celotne mišične verige, povezane z iztegovanjem telesa, sicer pa ne.

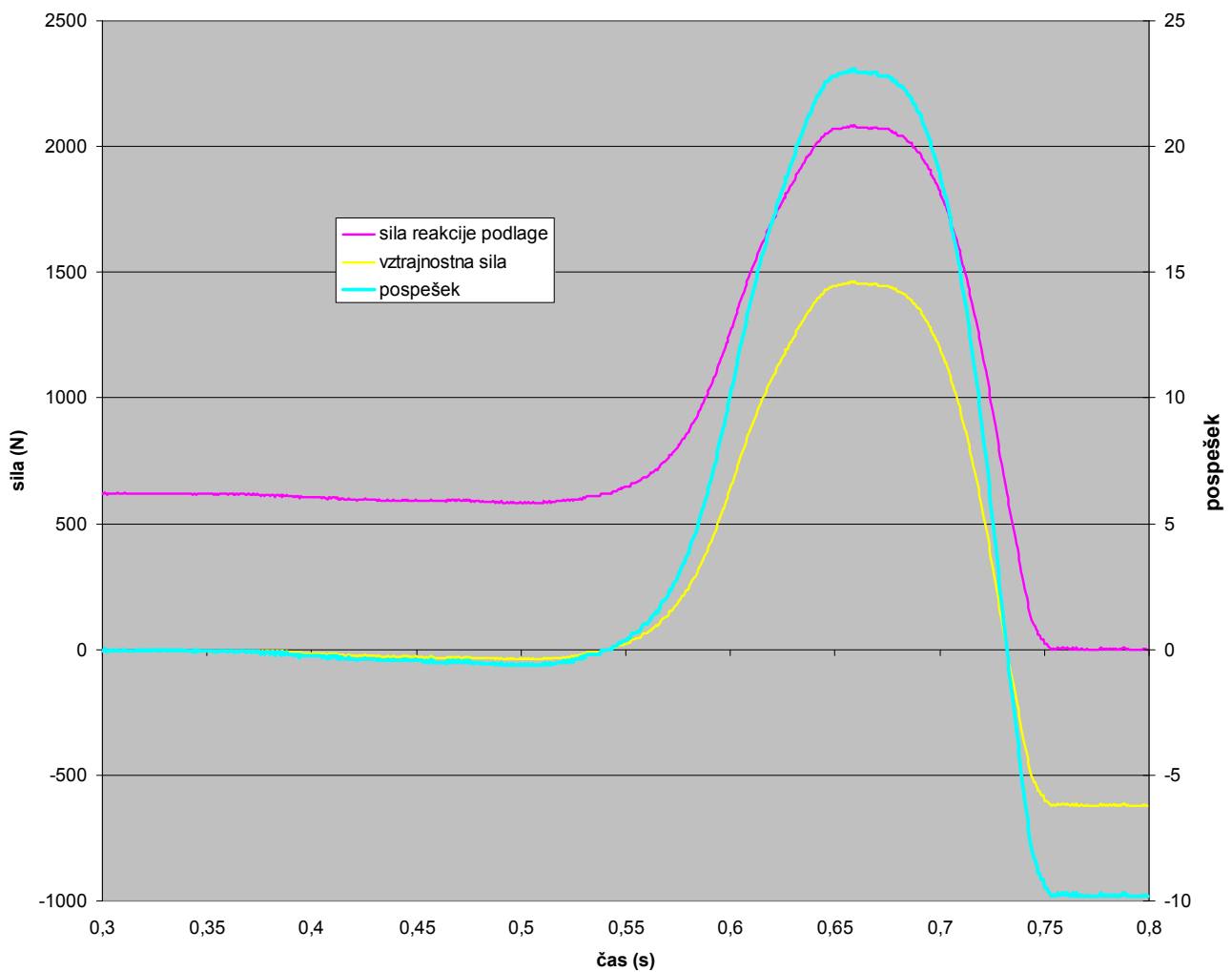


Slika 1: Faze SJ.

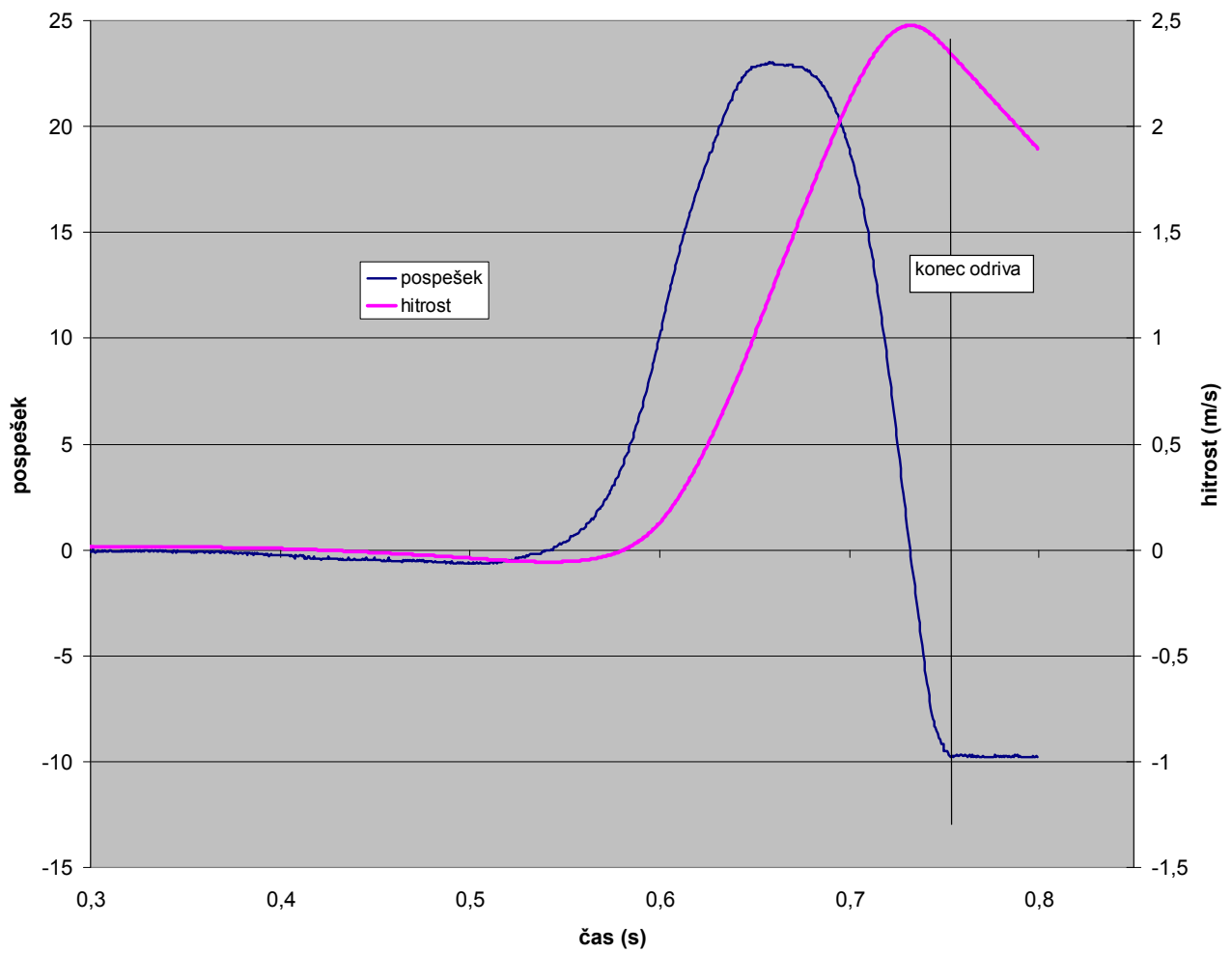
Razlika med tem, ali gre za skok iz polčepa, ali skok iz čepa, je kot v kolenskem sklepu. V položaju polčepa znaša kot v kolenu 90° , pri skoku iz čepa pa ni natančno definiran. Počep pa je gibanje, med katerim (lahko) pride do položaja polčepa, če obmirujemo, ko je kot v kolenu 90° , če se pa ustavimo v položaju, ko so noge pokrčene, a kot ni 90° v kolenu, obmirujemo v položaju čepa.

S parametri, kot je višina skoka, čas leta in vzletna hitrost (in so med seboj tudi fizikalno povezani), lahko zajamemo le obnašanje skakalca med skokom. Da bi dobili vpogled v delovanje med skokom, potrebujemo druge kazalce: eden osnovnih je čas trajanja odziva, ki pa ne daje dovolj informacij o odzivu; več vpogleda v delovanje skakalca med skokom nudi kinematična analiza gibanja, še posebej v povezavi z merjenjem sile na podlago. To silo pa običajno merimo s tenziometrično ploščo.

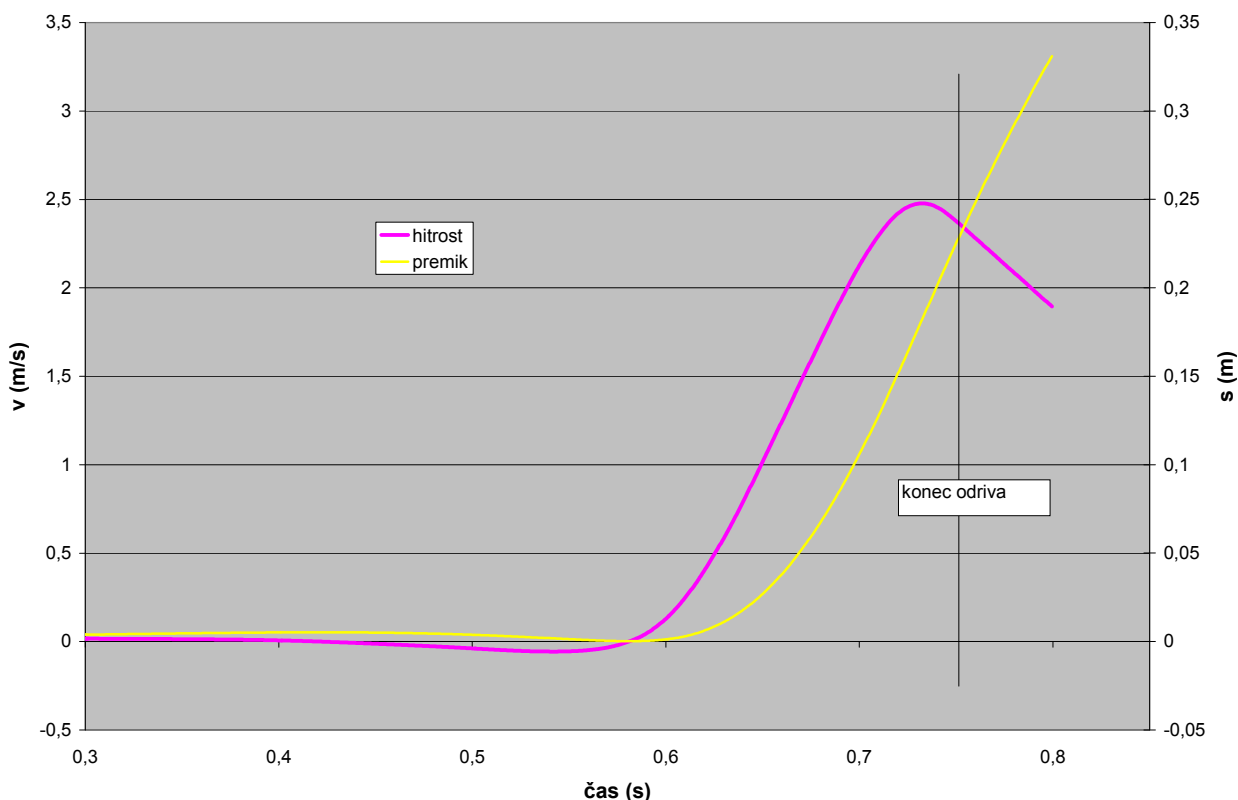
Iz sile na podlago lahko direktno sklepamo o gibanju težišča celotnega telesa, saj so med premikanjem težišča, hitrostjo in silo na podlago fizikalne povezave (Slika 2, Slika 3, Slika 4):



Slika 2: Sila reakcije podlage (N), vztrajnostna sila (N) in pospešek težišča telesa (m/s²).



Slika 3: Pospešek (m/s^2) in hitrost težišča telesa (m/s) med odzivom pri SJ.



Slika 4: Hitrost (v) in premikanje težišča telesa v višino (s) med odzivom pri SJ.

Še vedno pa je tak pristop omejen, saj ne omogoča opazovanja mišic, ki v največji meri vplivajo na generacijo sile med odzivom. Njihovo delovanje med skokom je namreč lahko zelo drugačno od tistega, o katerem bi sklepali po delovanju pri izometrični kontrakciji mišic (Aragón-Vargas, in Gross, 1997, str. 39), iz temeljne anatomije in fiziologije mišic (Bobbert, Huijting in van Ingen Schenau, 1986, str. 899) ali iz podatkov neto mišičnih sil (Gregoire, Veeger, Huijting in van Ingen Schenau (1984), str. 304).

V raziskavah skoka iz (pol)čepa so se uporabljali različni položaji rok in štartni položaji. Vsem raziskavam SJ je skupno to, da je bil položaj rok izbran tako, da so vso odzivno akcijo izvedle noge (in gibanje trupa), roke pa so bile fiksirane v različnih položajih: prekrizane na prsih (Hasson et al., 2004), stegnjene roke, sklenjene za hrbtom (Bobbert, Gerritsen, Litjens, in van Soest, (1996), Bobbert, de Graaf, Jonk in Casius (2006)), roke na bokih (Gregoire, Veeger, Huijting in van Ingen Schenau (1984), Hudson (1986), Bobbert in van Ingen Schenau (1988), Pandy in Zajac (1991), Ravn et al. (1999)), roke, stegnjene nad glavo (Enoka, 1994).

Štartni položaji pa so bili v raziskavah sledeči: poljuben – po izbiri merjenca; najnižji, iz katerega je bil merjenec še sposoben skočiti SJ in štartni položaji za 10 in 20 cm višji in nižji od poljubno izbranega položaja. Pri vseh izbranih štartnih položajih z izjemo najnižjega možnega pa je splošno sprejet standard, da je koleno pokrčeno do kota 90° , tako da gre v vseh primerih z izjemo uporabe najnižjega štartnega položaja o skokih iz polčepa.

Poljuben štartni položaj po izbiri merjenca je bil uporabljen v največ raziskavah: Gregoire, Veeger, Huijing in van Ingen Schenau (1984), van Ingen Schenau, Bobbert in Rozendal (1987), Bobbert in Van Ingen Schenau (1988), Aragón-Vargas in Gross (1997), Pandy in Zajac (1991), Ravn et al. (1999), Hasson, Dugan, Doyle, Humphries, Newton (2004), Bobbert, de Graaf, Jonk in Casius (2006), Haguenaer, Legreneur in Monteil (2006).

Poleg poljubnega položaja za SJ je v raziskavi Bobberta, Gerritsenove, Litjensove in van Soesta (1996) merjenec imel še najnižji položaj, iz katerega je lahko še skočil SJ, ter štartni položaj SJ, ki je bil enak najnižjemu položaju med CMJ, saj so v raziskavi opazovali tudi CMJ; v raziskavi Bobberta, Jaspersa in Sijpkensa (1994) pa so merjenci poleg poljubnega štartnega položaja za SJ imeli še štiri druge; dva, kjer je bilo težišče celotnega telesa višje od poljubno izbranega štartnega položaja za 10 in 20 cm, ter dva, kjer je bilo težišče celotnega telesa nižje za 10 in 20 cm od izbranega položaja. Začetek spreminjanja sile na podlago v tej zadnji raziskavi je bil najbolj sistematično povezan z EMG-aktivnostjo gluteusa maximusa, iz vseh štartnih položajev pa so se merjenci na koncu odrida iztegnili enako, kar pomeni, da so bili odrivi izvedeni koordinirano. Čim nižji je bil štartni položaj, kasneje se je aktivirala mišica gastrocnemius glede na mišico gluteus maximus.

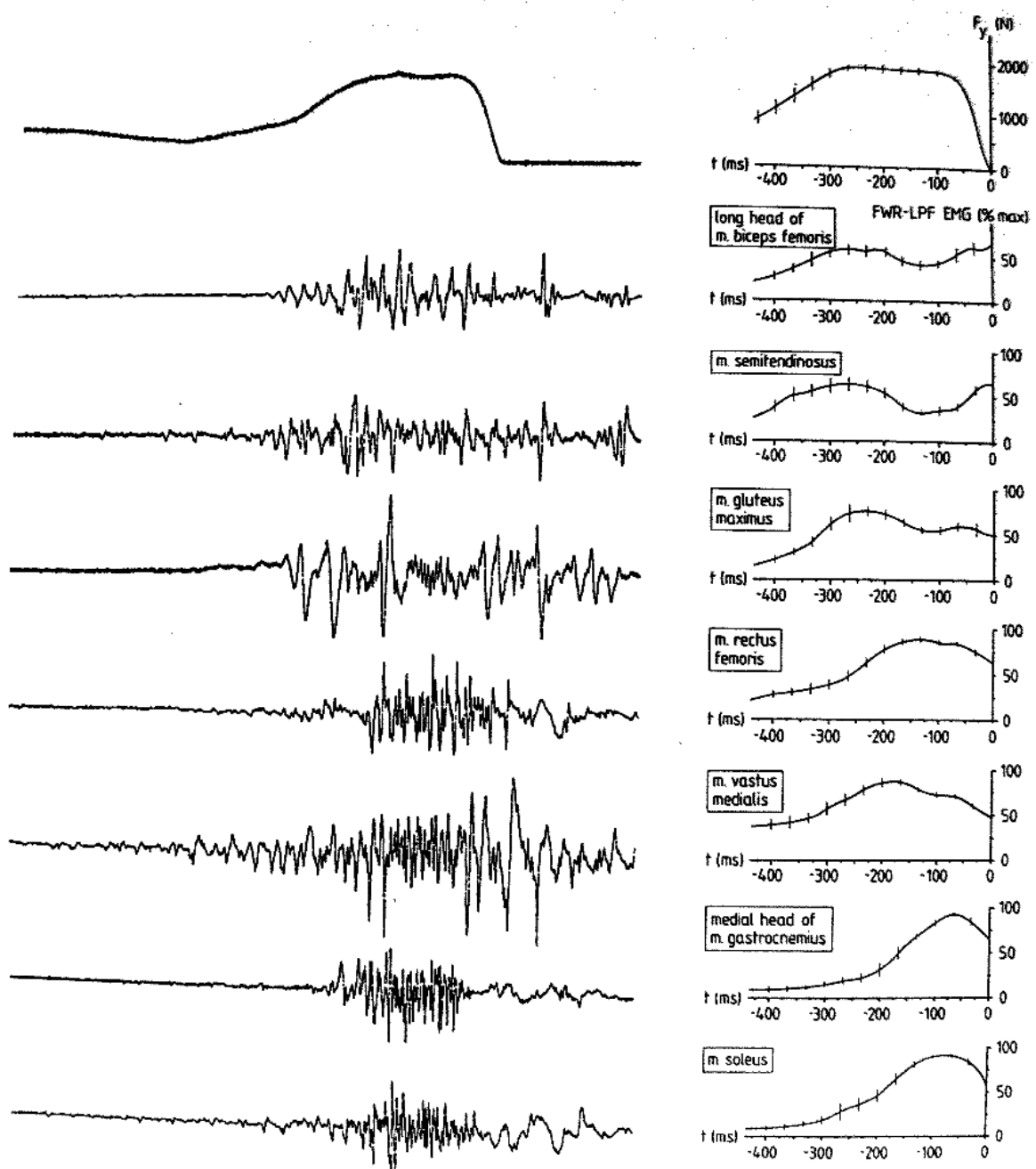
Hočevar (1999) je obravnaval (v približku) koncentrični odziv, podoben SJ v ležeči nožni preši in ugotovil, da se način izvedbe giba (koordinacija ali vzorec gibanja) ohrani v vseh izvedenih štartnih položajih.

V nekaterih raziskavah (Hudson, (1985), Bobbert et al. (1996)) so avtorji opazovali enkrat posebej trup, roke in glavo in drugič trup, roke in glavo kot en segment (»head – arms – trunk« – HAT) v svojem biomehanskem modelu (Bobbert in van Ingen Schenau, (1988),

Pandy in Zajac, 1991, Ravn et al. (1999)). Bobbert in van IngenSchenau (1988) sta s primerjavo izračunane (iz sile reakcije podlage) in izmerjene hitrosti težišča telesa (na podlagi kinematike) dokazala, da v pogojih odrida, ko so roke fiksirane na bokih, lahko gibanje med SJ fizikalno popolnoma zadovoljivo opišemo z uporabo le 4-segmentnega modela. To pomeni, da na silo reakcije podlage vpliva gibanje naslednjih telesnih segmentov: HAT (trupa z rokami in glavo skupaj), gibanje stegen, goleni in stopal. Od tod tudi sledi, da na reakcijo podlage vplivajo le mišice, ki te segmente premikajo, torej predvsem ekstenzorji kolčnega, kolenskega in skočnega sklepa.

Za testiranje odridne moči se v Laboratoriju za kineziologijo uporablja štartni položaj z rokami na bokih, ker je roke tako najlažje fiksirati, da se ne gibljejo drugače kot trup. Tako je spreminjanje sile na podlago odvisno le od dela mišic nog in tak položaj rok smo uporabili tudi v naši raziskavi.

Bobbert in van Ingen Schenau (1988) sta pri SJ-skokih na vzorcu vrhunskih odbojkarjev ugotovila, da aktivirajo mišice v skladu s proksimalno-distalnim principom: najprej se aktivirajo mišice iztegovalke kolka, nato iztegovalke kolena in nazadnje plantarni fleksorji stopala. Odbojkarji so bili izbrani zato, ker njihov trening vsebuje tako SJ- kot CMJ-skoke (Slika 4):



Slika 5: Aktivacija mišic v skladu s proksimalno-distalnim principom (Bobbert in van Ingen Schenau, 1988).

Izvedba SJ po proksimalno-distalnem (PD) principu nudi dve glavni fizikalni prednosti pred ostalimi načini skakanja: omogoča dobro pretvarjanje rotacije segmentov v navpično gibanje skupnega težišča telesa in posledično popolno ekstenzijo med odzivom, kar pomeni, da se izkoristi vsa anatomsko razpoložljiva pot za krčenje mišic, ki sodelujejo v odzivu. Dodatno je na ta način možno izkoristiti dvosklepne mišice za prenos mehanske energije v proksimalno-

distalni (PD) smeri in doseči daljšo aktivacijo enosklepnih mišic. Podrobneje je gibanje po PD-principu prikazano kasneje kot gibalna strategija.

Če skakalec ni pazljiv in iz štartnega položaja na začetku skoka še dodatno počepne, preden se odrine v zrak, ali pa pred začetkom odziva ne obmiruje, skok ni več izveden v pogojih koncentrične kontrakcije odzivnih mišic, ampak skakalec lahko izkoristi prednosti ekscentrično-koncentrične kontrakcije mišic pred koncentrično kontrakcijo in namesto skoka iz počepa (SJ) izvede skok z nasprotnim gibanjem (CMJ).

2.6. KONTROLA GIBANJA IN GIBALNE STRATEGIJE

Če se skušamo lotiti skokov s funkcionalnega vidika, je potrebno, da definiramo pojme s področja kontrole gibanja, kot so gibalna strategija, koordinacija, motorični program in kontrola gibanja in osvetlimo povezave med njimi.

Glede na telesno zgradbo in organizacijo centralnega živčnega sistema imamo za izvedbo nekega gibanja na voljo ogromno različnih možnosti ali prostostnih stopenj. Dejansko je možnosti za izvedbo gibanja toliko, da jih je preveč za večino gibanj. Kot kaže, je zaželeno imeti na voljo veliko možnosti za organizacijo gibanja, ko se ga učimo, ali ga prilagajamo (varanje nasprotnika, utrujenost), sicer pa, ko je gibanje naučeno, uporabljamo le del možnosti, ki so nam na voljo, ali drugače, izoblikujemo si stabilen motorični program.

Temu, kakšen vzorec nevrnalne aktivacije uporabimo, da izvedemo gibanje, pravimo gibalna strategija (Enoka, 1994) in pri proučevanju le-teh gre za to, da ugotovimo, na podlagi katerih pravil se uporabi nek vzorec aktivacije za določen gib. Tako lahko s spremljanjem vzorca aktivacije mišic sklepamo o nevrnalni aktivaciji in če ugotovimo pravila, ki se pojavljajo pri vzorcu aktivacije, lahko določimo gibalno strategijo. Vzorec aktivacije mišic pa lahko določamo z elektromiografsko (EMG) metodo.

Koordinacija za razliko od gibalne strategije pomeni izdelavo optimalnega gibanja (motoričnega programa) kot rezultata smiselnega zaporedja – integriranja posameznih sil v gib. To pomeni, da pravilno časovno usklajevanje (»timing«) in zaporedje gibanja telesnih

segmentov tvori osnovo koordinacije kot skladnega gibanja (Northrip, Logan, McKinney (1983); povzeto po: Hudson, 1986).

V tej definicij manjka le še primerno doziranje mišične sile, ki je očitna pri usklajenem gibanju, kar pa zajameta v definiciji koordinacije Bobbert in van Ingen Schenau (1988), da koordinacijo lahko definiramo kot skupno aktivnost mišic, ki proizvedejo neko gibanje. Tako je koordinacija gibanja določena s časovnim usklajevanjem (»timingom«), zaporedjem in amplitudo mišične aktivacije.

Avtorja v istem članku nadalje ugotavljata podobno kot Enoka (1994), da če motorična naloga zahteva uporabo več sklepov v mišično-kinetični verigi, stopnje prostosti (možnosti za izvedbo gibanja) zelo narastejo. Vseeno pa vse kaže na to, da se po obdobju učenja gibalne naloge opravljajo na vedno enak način, stereotipno. Če za primer opazujemo atlete metalce, vsi opravijo met na praktično enak način in meritve kinematike pri metih to tudi potrjujejo (Bobbert in van Ingen Schenau, 1988).

Vzrok takemu stereotipnemu opravljanju določene gibalne naloge, kot so meti (ali skoki), je dejstvo, da se z učenjem gibanja živčni sistem na izvedbo neke naloge prilagodi tako, da mišice proži (aktivira) na vedno bolj enak način ali drugače – izdelamo si motorični program. Po Enoki (1994) je motorični program le skupek vedno enakega zaporedja ukazov (živčnih impulzov) iz hrbtenjače v mišice in ti impulzi v mišicah izzovejo specifičen odziv. Zaradi zgradbe (organizacije in delovanja) živčnega sistema je motorični program posledica interakcije suprasegmentalnih centrov, nevrlnih mrež v hrbtenjači in senzoričnih (afherentnih) povratnih povezav.

Tako lahko sklenemo, da motorični program lahko izmerimo pri določeni gibalni nalogi kot ponavljajoči se vzorec mišične aktivacije z EMG-metodo. Pravila, katerim se ta vzorec mišične aktivacije podreja, so gibalna strategija. Namreč, iz motoričnega programa (vzorca mišične aktivacije) lahko sklepamo o teh pravilih – o gibalni strategiji. Koordinacija pa je proces, s katerim izdelamo motorični program za dano gibalno nalogo. Čim boljši je proces izdelave tega programa (koordinacija), kvalitetnejši je program in gibanje pri dani gibalni nalogi (gibanje je bolje koordinirano, usklajeno).

Gibalne strategije so bile proučevane pri najrazličnejših gibih in gibanjih (Enoka, 1994): ohranjanje ravnotežja, doseganje cilja (»goal-oriented movement«), koaktivacija, ekscentrično-koncentrična kontrakcija (EKK), prijetanje (manipulacija), vplivi na vzorce aktivacije motoričnih enot.

Navedeni primeri pa niso uporabni za analizo vzorca aktivacije pri balističnih (eksplozivnih) gibih (z izjemo EKK, ki tudi spada med gibalne strategije). Problem je v tem, da se motorična kontrola počasnih gibov vrši s povratno informacijo (»feed-back« kontrola), balistični gibi pa so programirani vnaprej (»feed-forward« kontrola).

2.7. MIŠIČNA AKTIVACIJA PRI EKSPLOZIVNIH GIBIH

Pri eksplozivnih gibih se je v več raziskavah pokazalo, da dobro trenirani športniki izvajajo gibe ali gibanja v skladu s tako imenovanim proksimalno-distalnim principom, in sicer tako, da na začetku gibanja premikajo proksimalne segmente telesa, na koncu gibanja distalne segmente, vmesne segmente pa vključujejo v zaporedju od proksimalnih k distalnim.

Proksimalno-distalni princip vključevanja telesnih segmentov v gibanje (ne gre vedno za mišice) so pokazali pri proučevanju različnih balističnih gibov in gibanj razni avtorji: skok iz počepa (Gregoire, Veeger, Huijing in van Ingen Schenau (1984), Bobbert in Van Ingen Schenau (1988), Pandy in Zajac (1991), Ravn et al. (1999), Haguenaer, Legreneur in Monteil (2006)), skok z nasprotnim gibanjem (van Ingen Schenau, Bobbert in Rozendal (1987), Ravn et al. (1999)), met krogle (Zatsiorski, 1995), met pri baseballu (Enoka, 1994), pri metih na splošno (Atwater, (1979), Jöris, van Muyen, van Ingen Schenau, van Kemper (1985); povzeto po: Bobbert, van Ingen Schenau (1988)), pri brcanju žoge pri nogometu (Davids, Lees in Burwitz, 2000).

Pri metu krogle (Zatsiorski, 1995) se je izkazalo, da je poleg proksimalno-distalnega vključevanja mišic v mišični verigi pomembno še raztezanje aktiviranih mišic (EKK m. pectoralis major), saj se v nasprotnem primeru razvije premajhna sila pri izmetu.

Zgodovinsko so proksimalno-distalni način gibanja najprej opazili s pomočjo meritev kinematike gibanja in je načelo veljalo le s kinematičnega vidika, to je, da športniki pri izvedbi nekega gibanja najprej začnejo premikati proksimalne segmente, končajo z distalnimi, medtem ko so raziskave, ki so veljavo tega načela razširile še na dinamiko in delovanje mišic, šele sledile. Še več, prve razlage proksimalno-distalnega (PD) gibanja so bile, da do tega pride zaradi simultanelega proženja mišic, vendar pride do zakasnitev v gibanju distalnih segmentov zaradi prevelikih sil, katerih manjše in šibkejše distalne mišice ne morejo premagati v istem trenutku kot proksimalne in posledično pride do gibanja v PD-zaporedju. Torej se je kinematika proksimalno-distalnega principa razlagala na osnovi simultanelega, hkratnega proženja mišic. To pomeni, da je gibalna strategija, katere posledica je bilo gibanje segmentov v proksimalno-distalnem zaporedju, po teh razlagah bila simultana (Kreighbaum in Barthels (1981); povzeto po: Bobbert in van Ingen Schenau (1988), str. 255).

To ni pomembno le z vidika gibalne strategije, ampak tudi z vidika odnosa med funkcionalnim nivojem (delovanje telesa, kjer se mišice po taki teoriji prožijo hkrati – funkcionalni pristop) in vidikom gibanja – kinematike (obnašanje človeka – fenomenološki pristop). Taka razlaga je bila zgodovinsko na mestu zaradi pomanjkanja EMG-meritev vzorcev aktivacije pri eksplozivnih gibih in se kasneje običajno ni potrdila, ampak je bilo gibanje večinoma izvedeno po proksimalno-distalnem principu tudi z vidika delovanja mišic: za SJ v raziskavah Bobberta in Van Ingen Schenaua (1988), Pandya in Zajaca (1991), del skokov v raziskavi Ravnove et al. (1999); za CMJ pa v raziskavah Gregoirea, Veegeera, Huijinga in van Ingen Schenaua (1984), van Ingen Schenaua, Bobberta in Rozendala (1987), ter del skokov, obravnavanih v raziskavi Ravnove et al. (1999).

Omenjene raziskave so pokazale, da proksimalno-distalni princip (lahko) drži na treh nivojih: kinematično – z vidika premikanja telesnih segmentov (spreminjanje kotnih hitrosti, gibanja težišča telesa in energij); mehansko – z vidika spreminjanja navora v sklepih (fizikalno – dinamika); ter funkcionalno – z vidika delovanja mišic (EMG-meritve).

Dobro je vedeti, da povezava med zgoraj predstavljenimi vidiki ni enostavna in samoumevna, saj lahko pride do tega, da se opazi PD-princip gibanja na kinematičnem nivoju, ne pa nujno na ostalih dveh, dinamičnem (fizikalnem) in funkcionalnem (Ravn et al., 1999). Do teh

razhajanj lahko pride, ker ni nujno, da se navor v posameznem sklepu veča (dinamični vidik), čeprav se aktivacija mišic okoli danega sklepa veča (funkcionalni vidik), saj se z aktivacijo dvosklepnih mišic energija lahko prenaša s sklepa na enem koncu segmenta na sklep na drugem koncu segmenta (v skladu s proksimalno-distalnim principom s proksimalnega na distalni sklep – npr. s kolka na koleno, Gregoire, Veeger, Huijing in van Ingen Schenau (1984), str. 304, Bobbert in van Ingen Schenau, 1988).

Mehanski smisel proksimalno-distalnega principa aktivacije mišic pri eksplozivnih gibih je prenos energije s segmenta na segment, v proksimalno-distalni smeri, saj je končni cilj teh gibanj čim večji impulz sile (mehansko) oziroma hitrost (kinematično) na distalnem koncu mišično-kinetične verige.

Osnovni problem eksplozivnih gibov je, kako učinkovito pretvoriti rotacijo telesnih segmentov v čim večjo izmetno hitrost pri metih, oziroma v čim večjo hitrost težišča celotnega telesa pri skoku. Tako na primer pri SJ na začetku odriva prispeva trup največ k dviganju skupnega težišča navzgor zaradi rotacije okoli kolčnih sklepov, a se zaradi rotacije projekcija vrtilne (obodne) hitrosti na hitrost težišča telesa v navpični smeri manjša toliko bolj, kolikor se trup dviga proti navpični legi. Od nekega trenutka naprej tako pospeševanje težišča celotnega telesa (TT) v navpični smeri zaradi rotacije trupa ni več dovolj učinkovito in mora priti do dviganja kolkov, da se zagotovi nadaljevanje pospeševanja TT navpično. Kolki pa se dvignejo zaradi rotacije stegen, to je zaradi iztegovanja kolena. Med rotacijo stegen pridemo spet do točke, ko so stegna toliko izravnana (v navpični smeri), da ne morejo več doprinesti k dviganju TT in je nadaljnje pospeševanje možno le še zaradi dviganja kolen, torej rotacije goleni in kasneje še stopal.

Tako gibanje segmentov v PD-zaporedju omogoča fizikalno najdaljšo možno pot pospeševanja težišča telesa ali drugače, tako gibanje omogoča največjo fizikalno možno hitrost.

Vendar maksimizacija vzletne hitrosti ni edini problem odriva in tudi ne edini razlog za razlago gibanja po PD-principu. Drug problem, ki se med odnavanjem pojavi je, da je skok možno izvesti najvišje le, če se odziv konča do konca: če bi se izravnavanje trupa izvršilo zelo

hitro, bi zaradi svoje velike mase (na trup odpade približno 70 % mase celega telesa po Clauserju, Mc Convillu in Youngu (1969); povzeto po: Bobbertu in van Ingen Schenau (1988), Pandy in Zajac (1991)) trup dobesedno izpulil noge s podlage, saj bi nabral veliko kinetično energijo. To pa bi tudi pomenilo, da smo za odziv v zrak izkoristili le iztegovalke kolkov, ne pa tudi ostalih mišic.

Takemu nedokončanemu odzivu se da izogniti ravno s primerno zakasnitvijo mišic v PD-smeri, pri prenosu te vztrajnostne energije pa so pomembne dvosklepne mišice (s trupa na golen in posledično s kolka na koleno tako prenese vztrajnostno energijo trupa mišica rectus femoris (Bobbert in van Ingen Schenau, (1988), s stegna na stopalo (in iz kolena v gleženj) pa mišica gastrocnemius, van Ingen Schenau, Bobbert in Rozendal (1987)).

Problem maksimalnega odziva je torej fizikalno čim večja vzletna hitrost (ki je enaka hitrosti na koncu odziva) ob čim bolj iztegnjenem telesu, kar zagotovi najdaljše možno pospeševanje in izkoristek vseh mišic, ki lahko doprinesejo k odzivni akciji. Z gibanjem po PD-principu zmoremo doseči oboje (kar sta Bobbert in van Ingen Schenau (1988) poimenovala s pojmom »učinkovita energija – effecitve energy«).

Res pa fizikalno drži, da proksimalno-distalni princip aktivacije ni ustrezen, če se uporabi drug fizikalni model, to je model povezanih mas in vzmeti, saj bi v tem primeru aktivacija morala biti hkratna (Gregoire et al., 1984). Isti avtorji so tudi predpostavili, da pride do pojava proksimalno-distalnega principa zaradi aktivacije dvosklepnih mišic, saj preko njih lahko pride do prenosa mehanske moči iz sklepa v sklep (tudi Enoka, 1994). Glavna prednost uporabe dvosklepnih mišic pa je v tem, da so lahko enosklepni ekstenzorji polno aktivirani ves čas ekstenzije. Posledično je impulz sile na podlago lahko večji, ker lahko enosklepni ekstenzorji opravijo več dela (Bobbert in Van Ingen Schenau (1988) in tudi Bobbert in van Soest (2000)).

Poleg tega lahko dvosklepne mišice proizvedejo bistveno večjo silo, saj ob hkratni fleksiji enega sklepa in ekstenziji drugega sklepa, čez katerega potekajo, same veliko ne spreminjajo dolžine in vršijo praktično izometrično kontrakcijo. Posledično pa lahko razvijejo veliko silo,

če je hitrost krčenja mišičnih pripojev majhna in to vse do konca odrida (Bobbert in Van Ingen Schenau, 1988, Bobbert in van Soest, 2000).

Zanimivo razlago, zakaj bi lahko prišlo do različnih načinov kontrole gibanja (gibalnih strategij), je osvetlila v svojem članku Hudsonova (1986), ko je razširila obravnavo koordinacije po Kreighbaumu in Barthelsu (1981; povzeto po: Hudson, 1986), da če koordinacijo (kot proces gradnje motoričnih programov v skladu z določenimi pravili – gibalnimi strategijami) predstavimo kot kontinuum (zvezen prostor), katerega skrajne vrednosti predstavljajo različni vzorci gibanja (motorični programi), potem so ena skrajnost tega prostora gibanja (gibalne naloge), kjer se telesni segmenti gibajo hkrati (simultano), drugo skrajnost pa predstavljajo gibanja, kjer je gibanje telesnih segmentov zaporedno (sekvenčno).

Gibalne naloge, pri katerih je breme lahko ali pa je kinetična veriga odprta (npr. meti), se domnevno vršijo sekvenčno, kar potrjujejo že navedene raziskave. Pri gibalnih nalogah, kjer je pomembna natančnost ali pa je breme (pre)težko, pa naj bi bilo gibanje telesnih segmentov simultano.

Pomembna omejitev članka zgornje raziskave je (Hudson, 1986), da je bil pojav proksimalno-distalnega principa omejen na kinematični nivo – zgolj na spreminjanje kotnih hitrosti segmentov in parametrov, izpeljanih iz kinematike (energije).

Proksimalno-distalnega principa v SJ-skokih nista potrdila Selbie in Caldwell (1996) ter Aragón-Vargas, in Gross (1997) za del merjencev, kot tudi Ravn et al. (1999). Tudi če upoštevamo, da se z računalniško simulacijo ne da zajeti »realnosti« telesa in da so rezultati odvisni od uporabljenega modela, so bili rezultati precej drugačni od proksimalno-distalnega načina proženja mišic.

To bi lahko pripisali pomanjkljivostim »računalniškega pristopa« – postopku simulacije za dano raaziskavo (Selbie in Caldwell, 1996), saj ni trenja v sklepih, mišicah, ni obsklepnih struktur... in na koncu tudi lastnostim uporabljenega modela. Po drugi strani pa z računalniško simulacijo odpade problem, kako so rezultati odvisni od kvalitete motoričnih

programov, ki jih merjenci imajo (Selbie in Caldwell, 1996) in s tem vpliv štartnega položaja in treninga na rezultate raziskave.

Raziskava (Selbie in Caldwell, 1996) je tudi lep primer tega, kako uporabljen fizikalni model vpliva na dobljene rezultate pri računalniški simulaciji: v enakem 4-segmentnem modelu kot pri ostalih raziskavah so gibanje segmentov vršili le trije enosklepni aktuatorji (fizikalno modelirani le kot mišice, brez kit). Posledično so se običajno premiki začeli v zaporedju koleno – kolk – gleženj, tudi koleno – gleženj – kolk, pri čemer je bila višina težišča telesa v veliki večini skokov CMJ v razponu 1,37–1,44 m za 1,88 m visokega moškega (računalniški model, Selbie in Caldwell (1996)). Predvsem zgodnja plantarna fleksija ni v skladu s proksimalno-distalnim principom aktivacije mišic, ki sta ga ugotovila Bobbert in Van Ingen Schenau (1988).

Ravn et al. (1999) pa so ugotovili, da je izvedba bodisi SJ- ali CMJ-skoka lahko tako sekvenčna (proksimalno-distalna) ali simultana, pri čemer je izbrana gibalna strategija odvisna od posameznika in ni povezana s treningom. V vzorcu so imeli 7 vrhunskih baletnikov in 7 vrhunskih odbojkarjev. Sekvenčna gibalna strategija (proksimalno-distalna) je bila definirana na podlagi: 1) zaporedja ekstenzije dveh dominantnih sklepov, 2) zaporedja maksimumov neto navorov dveh dominantnih sklepov.

Specifičen skok iz baleta so vsi baletniki skočili s simultano strategijo, specifičen skok za napadalni udarec iz odbojke pa so vsi odbojkarji izvedli s sekvenčno (PD) strategijo, kar kaže na to, da je izbira gibalne strategije povezana s tehničnimi zahtevami posameznih skokov.

Za SJ- in CMJ-skoke je bila izbira strategije individualna in ni bila vezana na trening: 6 odbojkarjev in 4 baletniki so pri SJ uporabili proksimalno-distalno strategijo, 1 odbojkar in 3 baletniki pa simultano. Za CMJ sta dva baletnika in trije odbojkarji uporabili sekvenčno strategijo, medtem ko je 5 odbojkarjev in 4 baletniki uporabilo simultano strategijo.

Meritve EMG so pri SJ potrdile izbiro gibalne strategije: pri simultani strategiji so bile mišice gluteus maximus, semitendinosus, vastus lateralis in rectus femoris aktivne hkrati, pri sekvenčni (PD) strategiji pa sta bili mišici gluteus maximus in semitendinosus aktivni pred

vastusom lateralisom in rectusom femorisom. Podobno so EMG-meritve pri skoku za napadalni udarec pokazale sekvenčno naravo skoka, čeprav so bile dokaj velike razlike v vzorcih aktivacije posameznikov.

Za SJ-skok je bila izbira gibalne strategije povezana s tem, koliko je posameznik predklonil trup: tisti, ki so trup predklonili nižje, so skočili proksimalno-distalno, tisti z manjšim predklonom trupa pa simultano. Ta povezava pa ni veljala za izbiro gibalne strategije pri CMJ- skokih, kjer so bili poleg predklona trupa bolj pomembni drugi faktorji.

Aragón-Vargas in Gross (1997) pa sta v svoji raziskavi ugotovila, da dobrih in slabih skakalcev ne loči koordinacija, pač pa proizvedena mehanska (odrivna) moč (tako maksimalna kot celotna). Tako lahko sklepamo, da za dober skok koordinacija ni tako pomembna, kot je pomembna kontrola gibanja (prilagajanje in doziranje moči mišic v motoričnem programu). To je tudi v skladu s Pandyjem in Zajacem (1991), ki sta v svoji raziskavi ugotovila, da so merjenci, ki so skočili višje od ustreznega računalniško simuliranega modela, ostali dlje časa v stiku s podlago in na ta račun razvili večji impulz sile.

Predmet te naloge je proučevanje gibalnih strategij pri izvedbi skoka iz polčepa. Na osnovi navedenih raziskav ugotavljamo, da je možno SJ skakati z uporabo vsaj dveh različnih gibalnih strategij, ki so jih različni avtorji pokazali na treh nivojih: kinematičnem, dinamičnem in z vidika delovanja mišic (meritve EMG-signala).

Problem te naloge je, ali obstaja več načinov izvedbe SJ (ali je poleg opaženih dveh gibalnih strategij možna še katera druga), cilj naloge pa je, ali je možno različne gibalne strategije pri SJ z vidika delovanja posameznih mišičnih skupin spremljati enostavneje, zgolj z meritvami sile na podlago v fazi odriva.

3. CILJ RAZISKAVE

Na podlagi dosedanjih raziskav, s katerimi sta ugotovljeni dve različni gibalni strategiji – proksimalno-distalna in simultana pri skoku iz polčepa (predvsem Ravn et al., 1999), želimo ugotoviti:

1. ali merjenci skačejo SJ skoke po enotni gibalni strategiji, ali na več različnih načinov,
2. na kakšen način so različni načini izvedbe skokov povezani s silo reakcije podlage.

4. HIPOTEZE

Na podlagi razpoložljivih virov lahko postavimo dve hipotezi:

1. merjenci bodo SJ skoke skakali vsaj na dva različna načina, z uporabo proksimalno-distalne gibalne strategije, ali simultane, kar so v raziskavah že opazili (predvsem Ravn et al., 1999), morda pa še kako drugače (Hasson et al., 2004 so ugotovili tri različne izvedbe začetkov odziva za SJ),
2. posamezen način izvedbe skoka ima za posledico značilno spreminjanje sile reakcije podlage, saj zaradi drugačnega delovanja mišic med odzivom pričakujemo, da pride do sprememb tudi pri generaciji sile na podlago.

5. METODE DE LA

5.1. VZOREC MERJENCEV

V eksperimentu je sodelovalo 23 ljudi, od tega športniki, študentje Fakultete za šport in bivši športniki, starosti od 19 do 29 let. Pred glavnimi meritvami smo izvedli nekaj pilotskih meritev s pomočjo študentov Fakultete za šport. Za potrebe raziskave smo izmerili 8 odbojkarjev iz 1. in 2. slovenske lige, vsi so bili med raziskavo v rednem treningu, od tega dva iz državne reprezentance, kot primer dobro treniranih skakalcev. Kot primer dobro treniranih športnikov, a netreniranih z vidika skokov, smo izmerili 8 plavalcev, od tega 7 nekdanjih plavalcev državnega in mednarodnega razreda ter enega aktivnega plavalca. Poleg teh dveh velikih skupin smo izmerili še 2 aktivna šprinterja, 3 smučarje skakalce (članska B-reprezentanca) in 4 rekreativce (vsi študentje Fakultete za šport).

Vsi eksperimenti so bili izvedeni v skladu s Tokijsko-Helsinško deklaracijo. Meritve, na podlagi katerih so bili dobljeni podatki za magistrsko nalogo, so bile del širšega raziskovalnega projekta z naslovom »Vpliv športne vadbe na delovanje živčno-mišičnega sistema«. Le-tega je odobrila Republiška strokovna komisija za medicinsko-etična vprašanja. Vsak od merjencev je tako podpisal pisno privolitev, da prostovoljno pristopa k meritvam.

5.2. MERILNI POSTOPKI

Med skoki smo izvedli naslednje meritve: sile na podlago s tenziometrično ploščo (vzorčenje 2 kHz) ter EMG-signalov naslednjih mišic (vzorčenje 2 kHz): m. erector spinae (ERE), m. gluteus maximus (GLUT), m. biceps femoris (BF), m. rectus femoris (RF), m. vastus lateralis (VL), m. gastrocnemius, caput laterale (LG), m. soleus (SOL).

Za merjenje EMG-signalov na površini mišice je bil uporabljen površinski telemetrijski EMG-sistem (Biotel 88, Glonner, München, Nemčija) skupaj z Ag/AgCl elektrodami (Hellige, Freiburg, Nemčija) premera 9 mm in medelektrodno razdaljo 22 mm.

Pri merjenju EMG je bila koža merjenca pred meritvami ustrezno pripravljena. Na mesto merjenja, kamor so bile postavljene elektrode, smo kožo najprej pobrili (britvica za enkratno

uporabo) in nato podrsali z abrazivno pasto (Nuprep, proizvajalec Weaver & co., Aurelia, ZDA) tako, da se odstrani odmrla plast povrhnjice. To je potrebno zato, ker mora biti upornost med elektrodama med 1 kOhm in 5 kOhm, da je zajeti signal dober. Položaji za elektrode na opazovanih mišicah so bili določeni v skladu z določili (Hermens et al., 1999): na mišico erector spinae (longissimus) so bile elektrode nameščene v vertikalni smeri dva prsta lateralno od kostnega izrastka (processus spinosus) prvega ledvenega vretenca, na GLUT so bile elektrode postavljene na polovico črte, ki povezuje sakralna vretenca z velikim trohanterjem in obrnjene v smeri črte, ki povezuje spino iliaco anterior superior s sredino zadnjega dela stegna, na BF so elektrode bile postavljene na polovico črte, ki povezuje grčo sednice (tuberositas ischii) z lateralnim epikondilom tibie. Drugod so elektrode bile nameščene takole: na RF na polovico črte, ki povezuje spino iliaco anterior superior z zgornjim delom patele, na VL na distalni tretjini črte, ki povezuje lateralni del patele s spino iliaco anterior superior v smeri mišičnih vlaken, na LG na proksimalni tretjini črte, ki poteka od (proksimalne) glave fibule do pete, na SOL pa na distalni tretjini črte, ki povezuje medialni kondil femurja z medialnim maleolusom.

Za zajemanje signala, ki je bilo opravljeno s frekvenco vzorčenja 2000 Hz, shranjevanje in deloma obdelavo EMG signalov je bil uporabljen program »Main«, razvit na nevrološki kliniki v Freiburgu (1982).

Merjenje sile na podlago smo izvedli s tenziometrično ploščo proizvajalca Kistler (Winterthur, Švica), model 9287A, signal pa smo ojačali z nabojnim ojačevalnikom istega proizvajalca, model 9865E1Y28 ter ga nato zajemali in vzorčili s frekvenco 2000 Hz tudi s programom »Main«.

Za pravilno kvantifikacijo in normalizacijo sile na podlago smo vsem merjencem izmerili telesno maso.

5.3. ORGANIZACIJA IN PROTOKOL MERITEV

Vse meritve so potekale v Laboratoriju za kineziologijo Inštituta za šport (LBM) na Fakulteti za šport v Ljubljani.

Vsakemu merjencu smo izmerili telesno maso in mu pripravili kožo za EMG-meritve in namestili EMG-elektrode na mišice. Namestili smo mu tudi potrebno dodatno opremo (telemetrijski oddajnik), nekaterim merjencem pa je telemetrijski oddajnik držal pomočnik.

Sledilo je 6 minut dolgo standardizirano ogrevanje: merjenec je stopal na 25 cm visoko klopco po 1 minuto z eno nogo, nato je zamenjal nogo, s katero je stopal na klopco. Ogrevanje so merjenci izvajali v ritmu 30 dvigov/min. Kot specialno ogrevanje je zatem vsak naredil še 10 počepov in 5 skokov iz počepa (SJ). Na ta način smo zagotovili enakomernejše živčno-mišično delovanje gibalnega aparata med meritvami.

Po ogrevanju je vsak merjenec naredil 5 skokov (izjemoma 6, če je bilo potrebno) iz počepa. V obdelavo smo vzeli povprečje vseh skokov, izjemoma pa tudi manj, če je imel merjenec težave z izvedbo skoka na koncentričen način, kar smo lahko določili na podlagi krivulje sile na podlago. Vseeno pa nekateri niso bili sposobni izvesti popolnoma koncentričen SJ skok in se je zgodilo, da so bili skoki izvedeni z minimalnim nasprotnim gibanjem, kar ni bilo dobro opazno zaradi premajhne grafične ločljivosti (resolucije) v programu »Main«. Ti skoki bili zadržani v analizi, saj je vpliv minimalnega nasprotnega giba ali razbremenitve (trenutka tišine) na doseženo višino zanemarljiv (Hasson et al., 2004), kar pa ne pomeni nujno, da ne povzroči sprememb v delovanju mišic. Tako je morda lahko prišlo do sprememb pri merjenju EMG signala. Poleg tega sta Bobbert in van Ingen Schenau (1988) vse svoje sklepe naredila na SJ skokih, izvedenih vsaj z rahlo razbremenitvijo (Bobbert in van Ingen Schenau (1988), str. 255¹), pa tudi Pandy in Zajac (1991).

Za povprečenje skokov in obdelavo EMG signala smo uporabili program »Main«, vse skoke pa smo združevali na koncu faze odriva na podlagi signala sile reakcije podlage (+50 mV nad signalom nič s teziometrične plošče). Navodilo merjencem med skoki je bilo, naj skočijo čim višje.

Štartni položaj je bil določen: pri skoku iz počepa (SJ) je merjenec počepnil do kota 90° v kolenu, z rokami na bokih, pete so morale biti na tleh. Kot v kolčnem sklepu je bil ravno tako 90°. Če je bila gibljivost gležnja premajhna, smo merjencu podložili ustrezno visoko ploščico

¹ v delu glej stran 10, Slika 5.

pod pete. V štartnem položaju je merjenec ostal vsaj 2 s, da smo preprečili, da bi bil skok po naključju izveden z nasprotnim gibanjem (z uporabo EKK, kar se lahko zgodi, če merjenec počepa v štartni položaj in se iz njega takoj odrine, ne da se v štartnem položaju ustavi). Na navodilo merilca se je merjenec odrinil v zrak le navzgor.

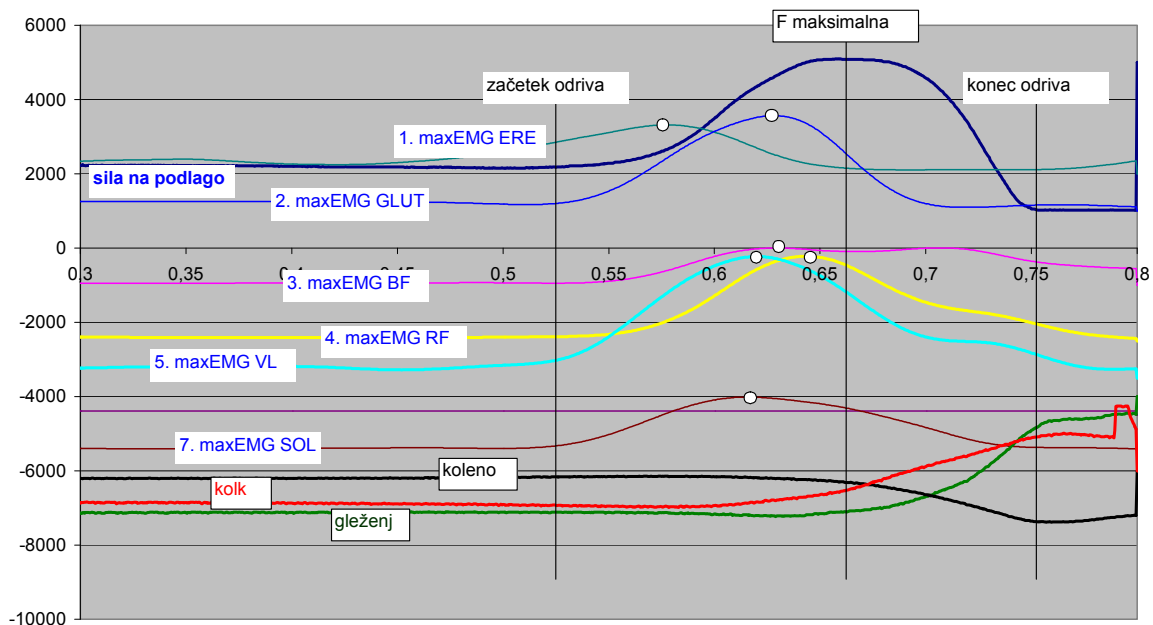
Vse skoke so merjenci izvajali v lastni športni obutvi (sintetični podplat).

5.4. PRIPRAVA PODATKOV IN PARAMETRIZACIJA

Pri EMG-podatkih smo naredili standardno obdelavo izmerjenega signala: najprej smo poravnali osnovno linijo signala z uporabo filtra, ki je prepusten za visoke frekvence (t.i. »high-pass« filtriranje). Mejna frekvenca filtra je bila 10 Hz, za filtriranje pa je bil uporabljen program »filt_HL«, narejen v LBM). To filtriranje je potrebno zato, da se izloči motnje zaradi premikanja elektrod s kožo nad mišico, sledilo je obračanje EMG-signala (»full-wave rectification« s programom »Main«), nato pa še glajenje signala s filtrom, prepustnim za nizke frekvence (»low-pass« filtriranje, program »Main«, mejna frekvenca 10 Hz).

Iz krivulje sile na podlago smo določili začetek odriva, ko se je sila na podlago spremenila za 1 % svoje vrednosti v mirovanju in na podoben način smo določili konec odriva; kjer je krivulja sile podlage dosegla največjo amplitudo, smo določili čas (t_{Fmax}) in iznos maksimalne sile (F_{max} , Slika 1).

Parametrizacijo EMG-signalov smo izvedli na ta način, da smo določili njihove maksimume (maksimalne amplitude signalov, oznaka maxEMG). Upoštevali smo maksimume, ki so se pojavili med začetkom in koncem odriva (Slika 1).



Slika 6: parametri in njihove oznake za SJ.

Oznake: GLEŽENJ, KOLENO in KOLK so krivulje spreminjanja kota v ustreznem sklepu.

Za določanje maksimumov vseh krivulj je bil uporabljen Microsoftov program Excel 2002.

Da je bilo možno skoke normalizirati in izenačiti dolžine odrivov, smo čase vseh opazovanih parametrov za dani skok delili s časom trajanja odriva tega skoka (enačba 1):

$$\text{Čas odriva} = \text{konec odriva} - \text{začetek odriva} \quad (1)$$

Na ta način so postali vsi odrivi enako dolgi in na podlagi tega je možno primerjati, ali je struktura odriva bolj ali manj enaka v vseh skokih. Če je trenutek nekega dogodka med odzivom ob času t , je trenutek tega dogodka pri normaliziranem odzivu enak trenutku T , povezava pa je sledeča (enačba 2):

$$T = \frac{t - \text{zacetek_odriva}}{\text{čas_odriva}} \quad (2)$$

t = čas dogodka v absolutnem prostoru, kot se je zgodil (odriv v sekundah),

T = čas dogodka v relativnem prostoru, normaliziran odziv, dolg 1 (brez enot).

5.5. STATISTIČNA OBDELAVA

Statistična analiza je bila narejena v programskem paketu Statistical Package for Social Sciences (SPSS) verzije 10 (programska hiša SPSS Inc., Chicago, ZDA).

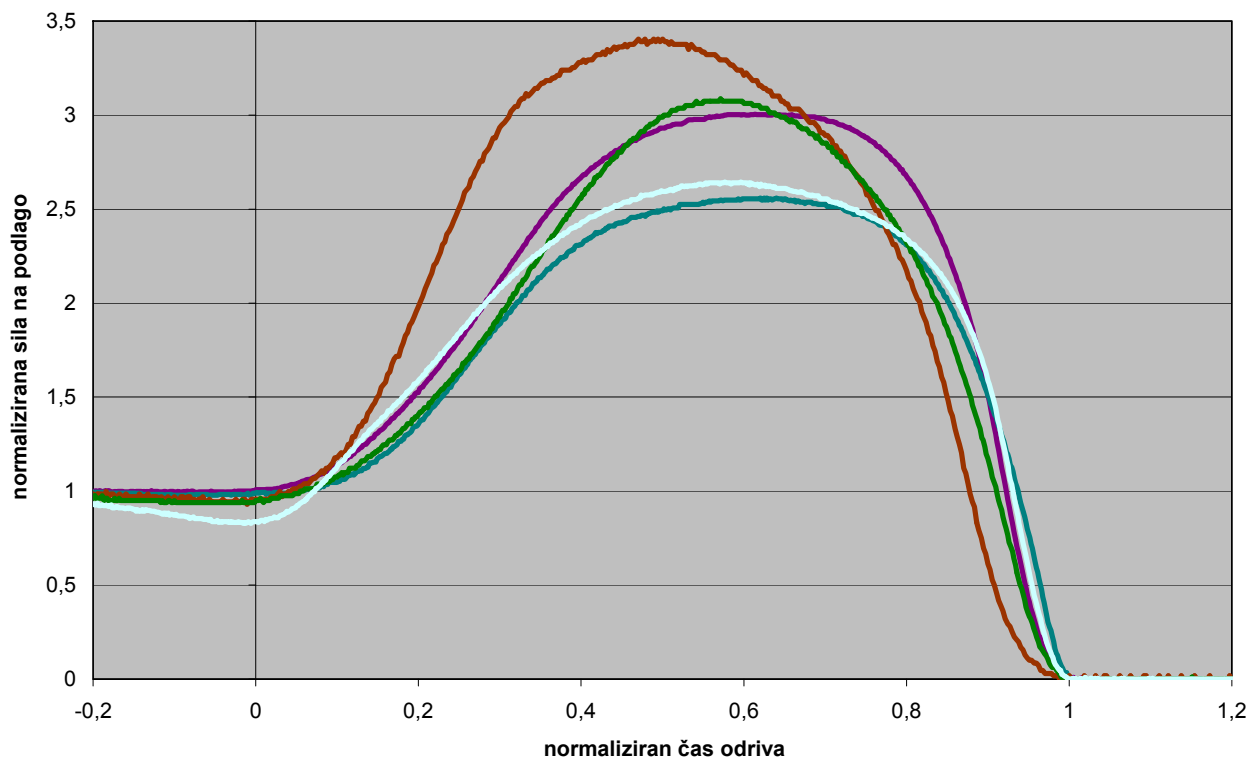
Preverjena je bila normalnost porazdelitev vrednosti po posameznih spremenljivkah (parametrih), izvedena univariatna analiza: analiza variance (ANOVA), hi-kvadrat testi in izračun korelacij, od multivariatne analize pa so bile narejene: diskriminantna analiza in analiza združevanja podatkov («cluster» analiza) in analiza variance s ponovljenimi meritvami.

Z diskriminantno analizo smo preverjali, ali se skupine, narejene na osnovi oblike krivulje sile podlage dejansko razlikujejo tudi po izbranih parametrih, pri analizi združevanja v gruče pa pripadnost skupinam ni bila predpostavljena.

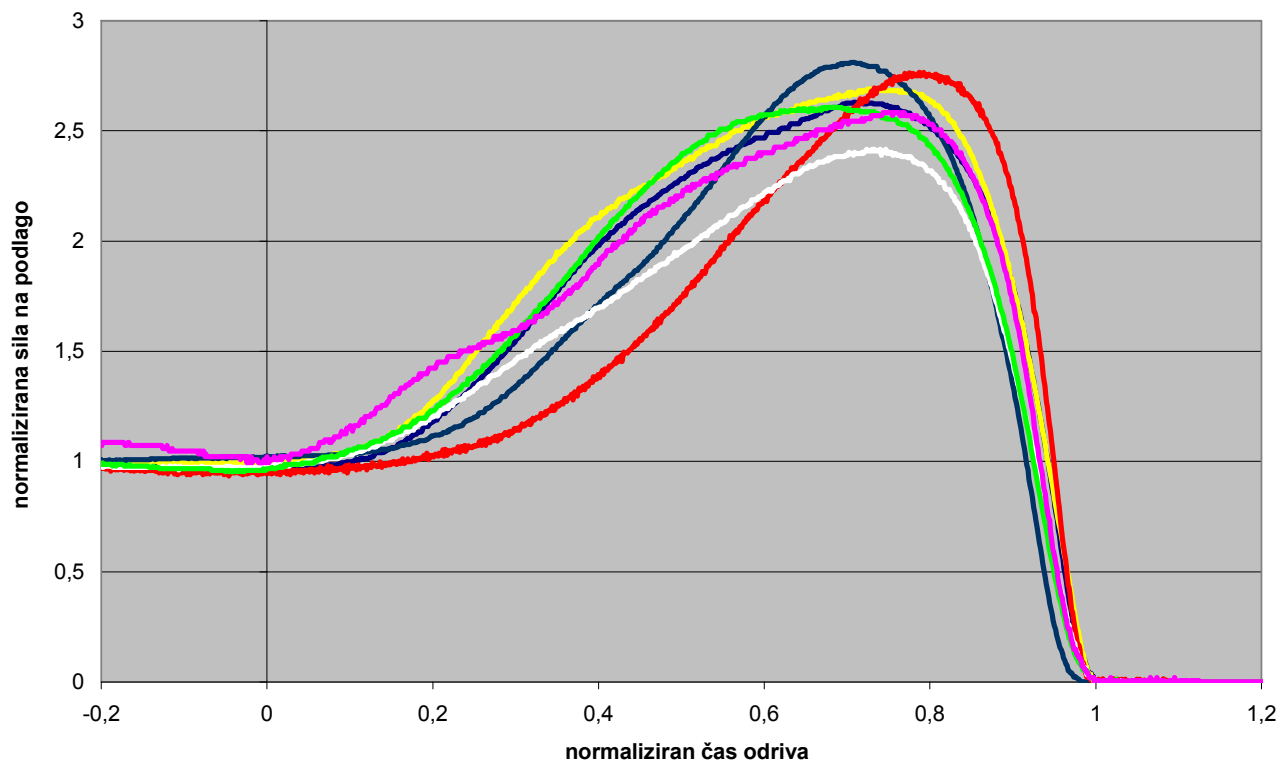
6. REZULTATI

6.1. REZULTATI MERITEV

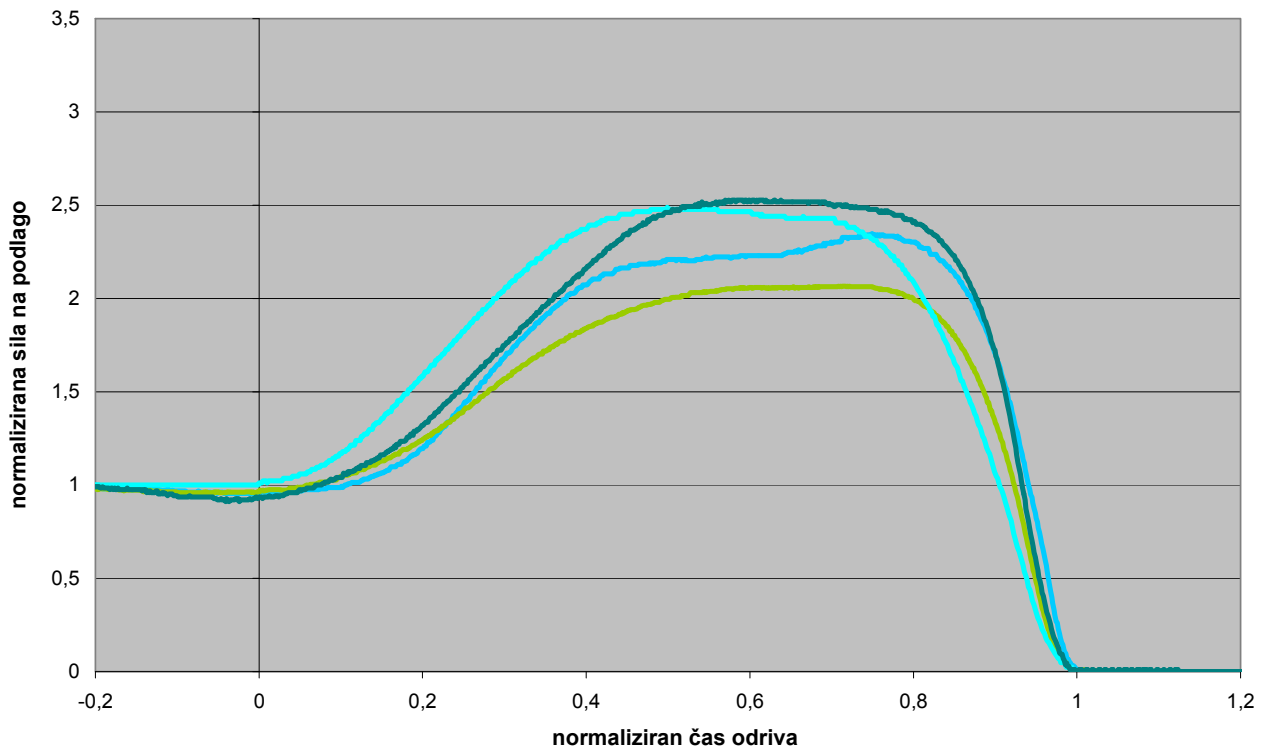
Na osnovi oblik krivulj sile reakcije podlage je bilo možno oblikovati tri različne skupine skokov (Slika 2 – Slika 4):



Slika 7: nekaj tipičnih krivulj iz prve skupine skokov – skupina PARA.



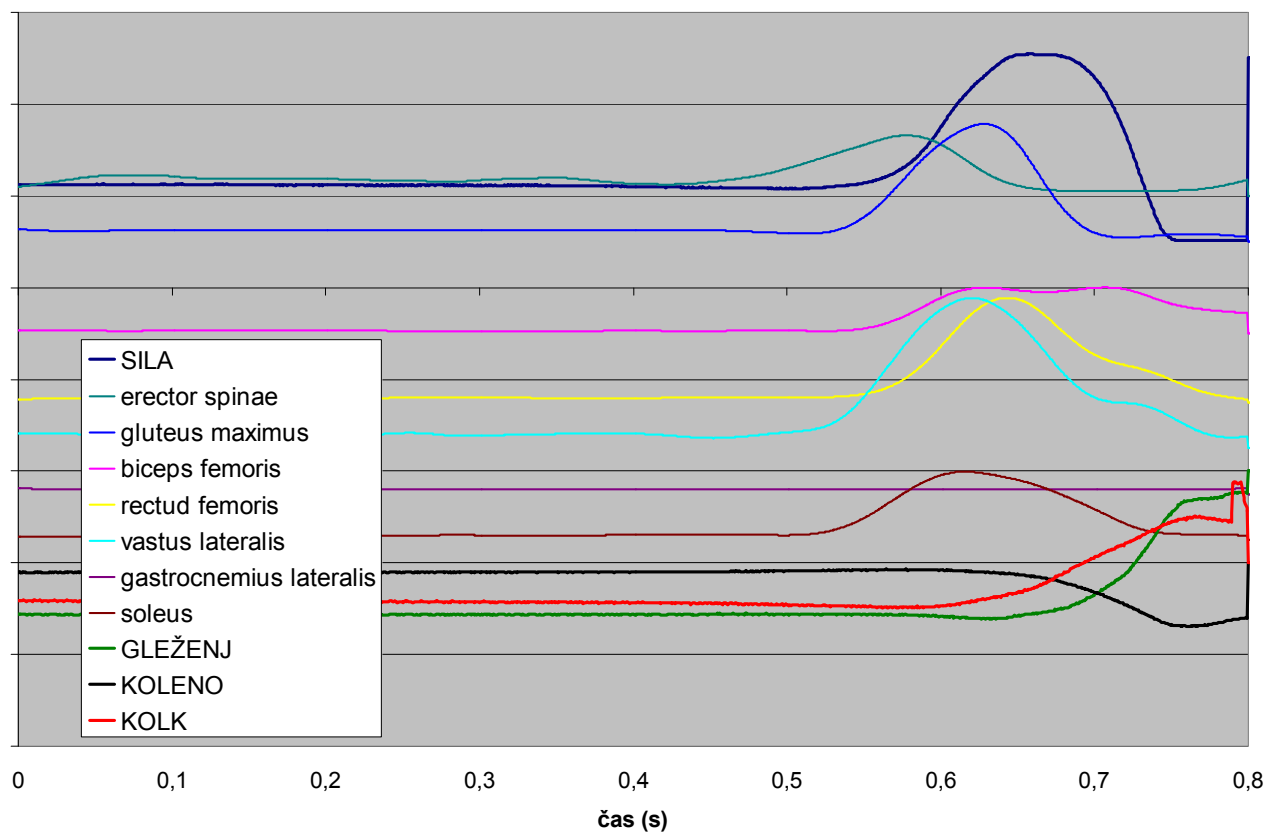
Slika 8: nekaj tipičnih krivulj iz druge skupine skokov – skupina ASIM.



Slika 9: nekaj tipičnih krivulj iz tretje skupine skokov – skupina PLATO.

Prvo skupino, imenovano PARA so sestavljali skoki, kjer je bil oblika krivulje sile na podlago med skokom podobna paraboli (Slika 2). Za vse krivulje sile na podlago iz te skupine je značilno, da se spreminjajo po enaki obliki, kot je značilna za parabolo; nekateri skakalci so dosegli višje, drugi nižje sile, pri nekaterih je krivulja bolj »ozka«, kar pomeni da sila narašča in pada hitreje, kot pri drugih, kjer je krivulja »širša«, a oblika ostaja skozi enaka.

Na spodnji sliki (Slika 5) je prikazan tipičen primer skoka, kjer je krivulja sile na podlago parabolične oblike in merjenci s tako obliko krivulje so tvorili skupino skokov PARA:



Slika 10: krivulja sile na podlago in obdelanega EMG signala za primer skoka PARA.

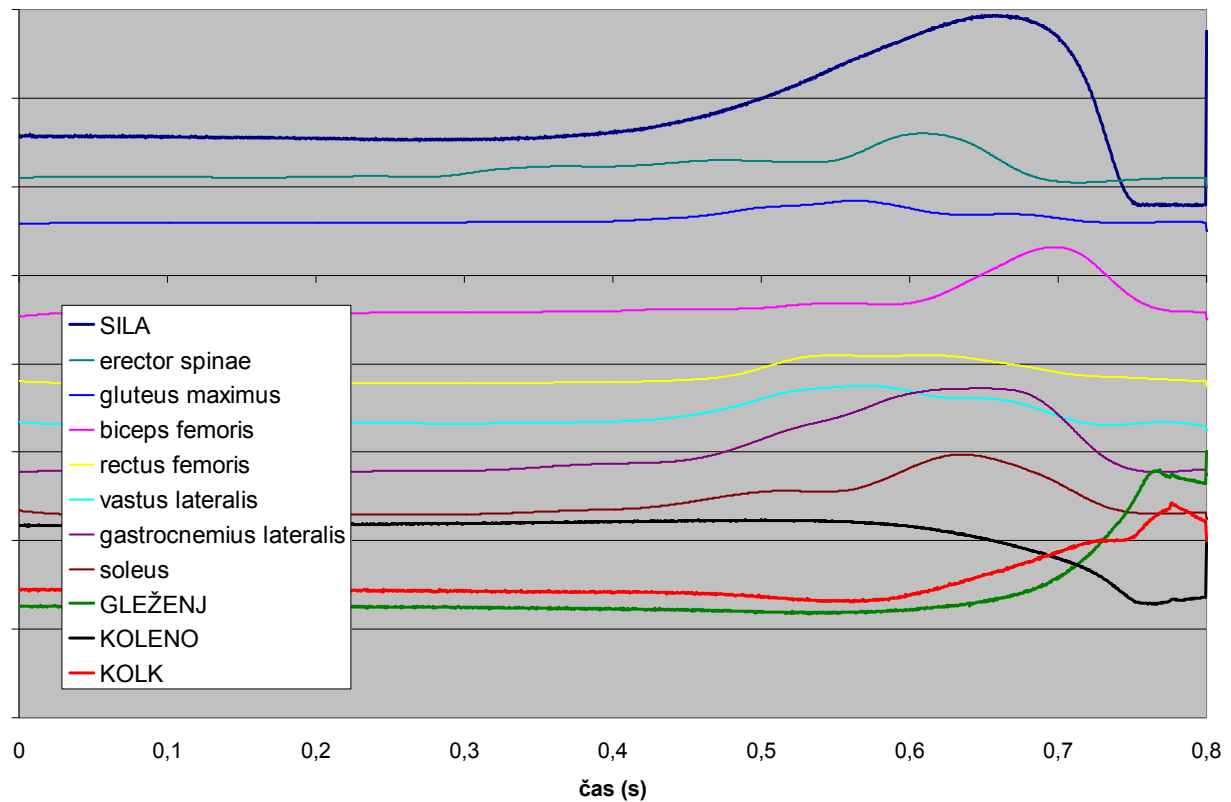
Oznake pomenijo: SILA silo reakcije podlage (debela črta na sliki), imena mišic pa EMG-signal iz ustrezne mišice (tanke črte na sliki); GLEŽENJ, KOLENO in KOLK so krivulje spreminjanja kota v ustreznem sklepu (debele črte na sliki).

Na zgornji sliki (Slika 5) lahko vidimo, da se sila vseskozi spreminja tekoče, vse mišice imajo le en izrazit maxEMG, kot prvi se maksimalno aktivira ERE, ostale mišice imajo maxEMG kasneje, BF deluje dvofazno (o tem sta poročala že Bobbert in Van Ingen Schenau, 1988).

Imamo tudi podatke o spreminjanju kotov v kolku, kolenu in gležnju in vidimo, da se najprej začne spreminjati kot v kolku, gleženj pa začne z gibanjem nekoliko pred kolenom.

Za razliko od skupine skokov PARA je bilo za skoke v skupini ASIM značilno to, da je bilo naraščanje sile podlage na začetku počasnejše od padanja sile po doseženi maksimalni sili (Slika 3). Kot posledica se je pojavilo to, da je bila maksimalna sila dosežena kasneje v teh skokih kot v skokih PARA, saj je bil vrh krivulje premaknjen izrazito v desno (povprečni čas F_{max} v skupini PARA je bil pri 0,175 s, pri ASIM 0,285 s, razlika je statistično značilna $p=$

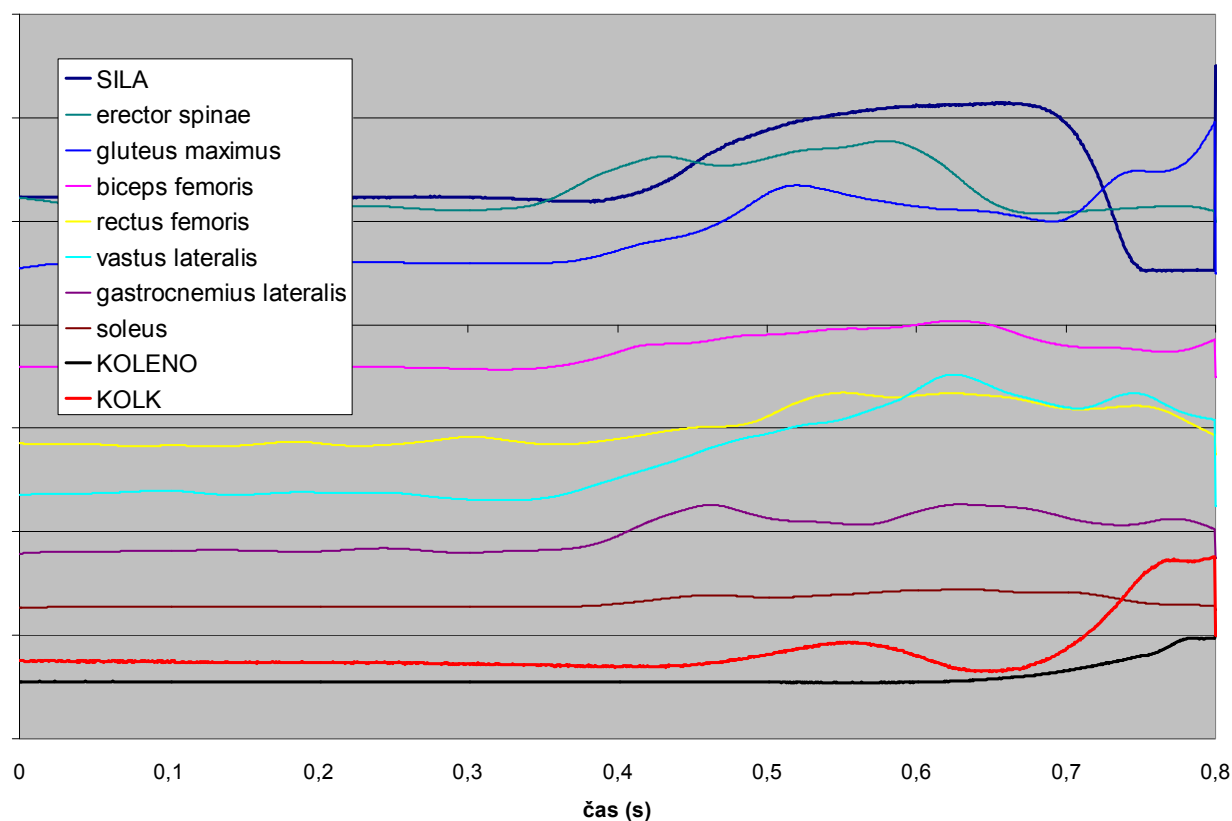
0,000, Preglednica 1). Primer tipičnega skoka, ki je spadal v skupino ASIM, je izgledal takole (Slika 6):



Slika 11: tipičen predstavnik ASIM skoka (oznake so razložene prej – Slika 5).

Na zgornji sliki vidimo, da doseže ERE svoj maksimum izredno pozno med skokom, je pa dolgo aktiven še pred maksimumom. MaxEMG ERE prehiti GLUT in tudi ta mišica je zelo dolgo aktivna submaksimalno. Zelo pozno se aktivira tudi BF v primerjavi s predstavnikom PARA (Slika 5).

Poleg navedenih obeh skupin smo izmerili tudi krivulje, ki po obliki niso sodile v nobeno od obeh navedenih skupin, ampak so tvorile novo skupino, PLATO (Slika 4). Kar loči krivulje te skupine od ostalih dveh skupin je, da se okoli maksimalne sile pojavi izrazit plato, lahko z neizrazitim vrhom na začetku ali koncu platoja (Slika 4), tako da smo skupino po tem tudi poimenovali. Pri tipičnem skoku iz te skupine smo dobili naslednjo sliko (Slika 7):



Slika 12: krivulja sile na podlago in obdelanega EMG signala za primer skoka PLATO (oznake so razložene prej – Slika 5).

Na zgornji sliki vidimo, da se naraščanje sile med skokom ustavi na maksimalni vrednosti in ta vrednost ostane nekaj časa nespremenjena, izrazitega vrha za maksimalno silo ni. Krivulje EMG signalov kažejo več ekstremov, ne pa zgolj enega, ali en ekstrem z veliko dolgo submaksimalno aktivnostjo mišice. EMG krivulja za GLUT ima na koncu artefakt, naraščanje EMG signala, ko sila na podlago začne padati, je umetno.

Rezultati iz goniometrov so neuporabni, z izjemo tistega na kolenu.

Delitev na tri skupine (PARA, ASIM, PLATO) ni bila ostro razmejena, nekaj merjencev je imelo krivulje, ki so združevale značilnosti dveh skupin in smo te skoke razdelili naknadno, glede na to, v katero skupino so se dane mejne krivulje uvrstile na podlagi rezultatov diskriminantne analize.

Po obliki krivulje sile na podlago so bile opažene tri različne skupine skokov, vprašanje pa je, ali se tudi merjenci, ki izvedejo skok z dano obliko krivulje, aktivirajo na specifičen način in je ta način značilen za dano obliko krivulje.

To se da preveriti s statistično analizo, ki je bila narejena dvakrat: najprej v časovnem (absolutnem) prostoru (kjer primerjamo parametre med skoki, ki imajo različno dolge čase odzivne faze) in nato v normaliziranem (relativnem) prostoru (kjer so vse odzivne faze enako dolge). Analizo v normaliziranem prostoru smo naredili zato, da lahko vidimo, ali pride med merjenci do razlik v strukturi skoka, ali pa so razlike med skoki le časovne narave – imamo le hitrejše in počasnejše skakalce, ki pa skačejo na enak način.

6.2. SJ SKOKI – ABSOLUTNI PROSTOR ODRIVOV

6.2.1 UNIVARIATNA ANALIZA (ANOVA)

Najprej je bila narejena osnovna opisna statistika vseh časovnih parametrov: časov maksimalne sile (t_{Fmax}), časov trajanja odzivov (čas odziva) in časov maksimumov EMG vseh opazovanih mišic (T_{maxEMG}), preverili smo normalnost porazdelitve podatkov za vse podatke in skupine (nikjer ni bilo odstopanja od normalne porazdelitve) in naredili univariatno analizo variance (ANOVA), da smo preverili, ali pride do statistično značilnih razlik med skupinami PLATO, ASIM in PARA (Preglednica 1):

Preglednica 1: rezultati opisne statistike, testa normalnosti porazdelitve in ANOVE za tri skupine.

	SKUPINA	N	AS	STD	K-S	ANOVA	POST-HOC
tFmax	1. PARA	13	0,175	0,039	0,964	0,000	1-2: 0,000
	2. ASIM	8	0,285	0,070	0,372		1-3: 0,030
	3. PLATO	2	0,286	0,011	0,999		2-3: 1,000
čas odriva	1. PARA	13	0,292	0,046	0,903	0,020	1-2: 0,022
	2. ASIM	8	0,415	0,143	0,222		1-3: 0,503
	3. PLATO	2	0,392	0,028	0,999		2-3: 1,000
erector spinae	1. PARA	13	0,089	0,044	1	0,007	1-2: 0,071 T
	2. ASIM	8	0,240	0,150	0,302		1-3: 0,276 T
	3. PLATO	2	0,195	0,037	0,999		2-3: 0,846 T
gluteus maximus	1. PARA	12	0,101	0,049	0,723	0,062	1-2: 0,063
	2. ASIM	8	0,231	0,177	0,565		1-3: 1,000
	3. PLATO	2	0,124	0,008	0,999		2-3: 0,742
biceps femoris	1. PARA	13	0,162	0,058	0,964	0,218	1-2: 0,576 T
	2. ASIM	8	0,243	0,177	0,611		1-3: 0,665 T
	3. PLATO	2	0,274	0,087	0,999		2-3: 0,983 T
rectus femoris	1. PARA	13	0,185	0,065	0,753	0,059	1-2: 0,075
	2. ASIM	8	0,291	0,142	0,247		1-3: 0,586
	3. PLATO	2	0,284	0,002	0,999		2-3: 1,000
vastus lateralis	1. PARA	13	0,143	0,060	0,779	0,008	1-2: 0,012
	2. ASIM	8	0,276	0,128	0,247		1-3: 0,181
	3. PLATO	2	0,280	0,073	0,999		2-3: 1,000
lateralni gastrocnemius	1. PARA	9	0,170	0,078	0,994	0,197	1-2: 0,296
	2. ASIM	8	0,276	0,169	0,667		1-3: 0,733
	3. PLATO	2	0,288	0,045	0,999		2-3: 1,000
soleus	1. PARA	13	0,140	0,050	0,8	0,005	1-2: 0,005
	2. ASIM	8	0,288	0,135	0,237		1-3: 0,407
	3. PLATO	2	0,246	0,035	0,999		2-3: 1,000

V prvem stolpcu so izbrani parametri: tFmax je čas maksimalne sile, imena mišic pa pomenijo TmaxEMG ustrezne mišice (vsi parametri v s). V prvi vrstici pa so oznake sledeče: N je število merjencev, AS je povprečje podatkov, STD standardna deviacija, K-S je statistična značilnost testa normalnosti porazdelitve, ANOVA statistična značilnost razlik med skupinami, POST-HOC pa so razlike med posameznimi skupinami po Bonferronijevem kriteriju (kjer je tisk debel in za številko dodan T, je bil zaradi nehomogenosti varianc skupin uporabljen Tamhanov T2 kriterij). Razlike, značilne na nivoju 5% napake alfa so prikazane rdeče, razlike tik nad nivojem statistične značilnosti pa modro.

Preglednica 1 prikazuje, da so v povprečju PARA skoki po vseh parametrih najhitreje izvedeni (stolpec »AS«). Maksimalna sila se pri njih pojavi za približno tretjino prej med odzivom (175 ± 39 ms), kot pri ASIM (285 ± 70 ms) ali PLATO skokih (286 ± 11 ms po začetku odziva) in je razlika statistično značilna ($p=0,000$).

Povprečen čas odziva je pri skupini PARA za četrtno krajši (292 ± 46 ms) od ostalih dveh skupin (415 ± 143 ms za ASIM in 392 ± 28 ms za PLATO) in razlike med skupinami so statistično značilne ($p=0,02$).

Največja aktivacija mišice erector spinae ($T_{maxEMG ERE}$) se pri skokih PARA pojavi v povprečju dvakrat hitreje kot pri PLATO (89 ± 44 ms po začetku odziva za PARA, 195 ± 37 ms za PLATO), pri ASIM pa se $T_{maxEMG ERE}$ pojavi še kasneje (240 ± 150 ms); razlike so statistično značilne ($p=0,007$).

Po $T_{maxEMG GLUT}$ je razlika med skupinama PARA in PLATO zelo majhna (101 ± 49 ms in 124 ± 8 ms po začetku odziva), tako da sta si po tem parametru ti skupini podobni, izstopa pa $T_{maxEMG GLUT}$ za skupino ASIM (231 ± 177 ms), vendar razlike niso statistično značilne, so pa blizu meje ($p=0,062$).

ASIM skoki so v osnovi najpočasnejši, od PLATO skokov se v ASIM skokih hitreje pojavijo le F_{max} ter $maxEMG BF$, VL in LG, vseeno pa se te mišice aktivirajo še hitreje pri skupini PARA; po $T_{maxEMG BF}$ in LG se skupine ne ločijo med seboj, se pa ločijo po $T_{maxEMG VL}$ ($p=0,008$).

$MaxEMG RF$ in SOL se najhitreje pojavita pri skupini PARA ($T_{maxEMG RF}$ je 185 ± 65 ms, za SOL pa 140 ± 50 ms), sledi skupina PLATO ($T_{maxEMG RF}$ je 284 ± 2 ms, za SOL 246 ± 35 ms), najkasneje pa se T_{maxEMG} za RF in SOL pojavita pri skupini ASIM ($T_{maxEMG RF}$ je 291 ± 142 ms, za SOL pa 288 ± 135 ms), razlike pa so blizu statistične značilnosti za RF ($p=0,059$), za SOL pa so statistično značilne ($p=0,005$).

Če povzamemo, se predpostavljene tri skupine (PARA, ASIM, PLATO) med seboj ločijo po sledečih parametrih (Preglednica 1): času, kdaj se med odzivom pojavi maksimalna sila

(tFmax), kako dolgo se merjenci odpravajo (čas odprava), ter po tem, kdaj se pojavi maksimum obrnjenega in pogladenega EMG signala (TmaxEMG) za ERE, VL in SOL, blizu meje 5 % značilnosti pa sta še TmaxEMG RF (post hoc testi po Sidakovem kriteriju $p=0,073$, po Bonferronijevem $p=0,075$, statistično značilno po LSD kriteriju $p=0,025$) in TmaxEMG GLUT (Sidak $p=0,062$, Bonferroni $p=0,063$, statistično značilno po LSD kriteriju, $p=0,021$).

Post-hoc testi (kriterija po Bonferroniju in Sidaku za homogene variance in Tamhanov T2 za nehomogene variance) še pokažejo (priloga 1), da se vse razlike, ki se pojavijo, pojavijo le med skupinami PARA in ASIM, med PARA in PLATO pa le po parametru tFmax, po ostalih parametrih ni razlik med skupinama PARA in PLATO, prav tako tudi ni razlik med skupinama PLATO in ASIM. Poleg tega TmaxEMG ERE pade tik pod mejo statistične značilnosti za homogenost varianc (Levenov test $P=0,048$); to pomeni, da moramo upoštevati post-hoc teste za nehomogene variance (Tamhanov T2), ki pa ne pokaže razlik med skupinami; še najbližje temu sta skupini PARA in ASIM ($p=0,071$). Isti skupini se tako po Bonferronijevem kot Sidakovem kriterijih značilno razlikujeta ($p=0,006$).

Na tem mestu rezultati univariatne statistične analize kažejo na to, da je verjetnejši obstoj dveh skupin kot predpostavljenih treh in to tako, da bi bili združeni v isto skupino skoki PLATO IN PARA, ASIM skoki pa bi ostali posebej, če ne bi bilo statistično značilne razlike pri tFmax med skupinama PARA in PLATO. Da ni več razlik med skupinami pa najbrž vpliva tudi to, da sta le dva merjenca, ki sodita v skupino PLATO.

Iz tega razloga je bila narejena ponovna delitev vseh skokov le na dve skupini, kjer je skupina PARA ostala posebej, v novo skupino NEPARA pa sta bili združeni skupini ASIM in PLATO, mejne primere, ki so združevali lastnosti več skupin, pa smo razdelili ponovno, na podlagi rezultatov diskriminantne analize vseh skokov (mejni primeri so bili razdeljeni tako, da so bile razlike med dobljenima skupinama čim večje). Tako smo dobili novi skupini, skupino PARA2, v kateri so ostali vsi merjenci skupine PARA in večina mejnih primerov, v skupini NEPARA pa so ostali predstavniki skupin ASIM in PLATO. Rezultati opisne statistike in analize variance (ANOVA) so prikazani spodaj (Preglednica 2):

Preglednica 2: rezultati opisne statistike, testa normalnosti porazdelitve in ANOVE za dve skupini in cel vzorec.

	SKUPINA	N	AS	STD	K-S	ANOVA
tFmax	PARA2	15	0,193	0,063	0,798	0,005
	NEPARA	8	0,279	0,062	0,56	
	Total	23	0,223	0,074	0,971	
čas odriava	PARA2	15	0,308	0,063	0,753	0,025
	NEPARA	8	0,410	0,141	0,224	
	Total	23	0,343	0,106	0,08	
erector spinae	PARA2	15	0,108	0,073	0,582	0,012
	NEPARA	8	0,231	0,144	0,147	
	Total	23	0,151	0,117	0,374	
gluteus maximus	PARA2	14	0,117	0,066	0,579	0,094
	NEPARA	8	0,209	0,180	0,267	
	Total	22	0,150	0,125	0,169	
biceps femoris	PARA2	15	0,177	0,084	0,765	0,221
	NEPARA	8	0,242	0,165	0,714	
	Total	23	0,200	0,119	0,422	
rectus femoris	PARA2	15	0,197	0,068	0,813	0,035
	NEPARA	8	0,294	0,141	0,227	
	Total	23	0,230	0,107	0,423	
vastus lateralis	PARA2	15	0,161	0,073	0,683	0,013
	NEPARA	8	0,276	0,131	0,28	
	Total	23	0,201	0,109	0,692	
lateralni gastrocnemius	PARA2	11	0,191	0,091	0,997	0,168
	NEPARA	8	0,276	0,165	0,596	
	Total	19	0,227	0,131	0,753	
soleus	PARA2	15	0,161	0,075	0,732	0,016
	NEPARA	8	0,274	0,134	0,18	
	Total	23	0,200	0,111	0,294	

V prvem stolpcu so izbrani parametri: tFmax je čas maksimalne sile, imena mišic pa pomenijo TmaxEMG (s) ustrezne mišice. V prvi vrstici pa so oznake sledeče: N je število merjencev, AS je povprečje podatkov, STD standardna deviacija, K-S je statistična značilnost testa normalnosti porazdelitve, ANOVA pa statistična značilnost razlik med skupinama. Razlike, značilne na nivoju 5% napake alfa so prikazane rdeče.

Pričakovano so skoki skupine PARA2 hitrejši po vseh obravnavanih parametrih, saj smo v skupino NEPARA združili skupini ASIM in PLATO, ki sta bili obe počasnejši od skupine PARA v primeru treh skupin; mejni primeri, ki so se uvrstili v skupino PARA2 pa se tudi uvrščajo med hitrejše skoke.

Če merjence delimo le v dve skupini PARA2 in NEPARA (Preglednica 2), je statistično značilna še ena spremenljivka več, kot v primeru delitve vzorca na tri skupine (Preglednica 1). To pomeni, da se skupini ločita med seboj poleg tFmax (PARA2: $0,193 \pm 0,063$ s; NEPARA: $0,279 \pm 0,062$; $p = 0,005$), časa konca odrida (PARA2: $0,308 \pm 0,063$ s; NEPARA: $0,410 \pm 0,141$; $p = 0,025$), TmaxEMG za ERE (PARA2: $0,108 \pm 0,073$ s; NEPARA: $0,231 \pm 0,144$; $p = 0,012$), VL (PARA2: $0,161 \pm 0,073$ s; NEPARA: $0,276 \pm 0,131$; $p = 0,013$) in SOL (PARA2: $0,161 \pm 0,075$ s; NEPARA: $0,274 \pm 0,134$; $p = 0,016$) še po TmaxEMG RF (PARA2: $0,197 \pm 0,068$ s; NEPARA: $0,294 \pm 0,141$; $p = 0,035$), pač pa je TmaxEMG GLUT tokrat že daleč od meje 5 % statistične značilnosti (PARA2 $0,117 \pm 0,066$ s; NEPARA $0,209 \pm 0,180$; $p = 0,094$).

6.2.2. DISKRIMINANTNA ANALIZA

Ker smo pri ANOVI omejeni le na univariatno statistično analizo, smo nadaljevali preučevanje podatkov z diskriminantno analizo, da bi ugotovili, koliko skupin skokov dejansko imamo na našem vzorcu. Univariatne metode kot ANOVA imajo manjšo moč razločevanja skupin podatkov kot multivariatne metode, saj pri multivariatnih metodah upoštevamo več parametrov hkrati, ne pa le vsakega zase. Če na našem vzorcu obstaja več (pod)skupin, jih multivariatne metode lahko določijo tudi v primeru, ko ANOVA ne kaže razlik med njimi, ali pa do tega tudi dejansko pride, je odvisno od porazdelitve podatkov.

Pri diskriminantni analizi smo upoštevali vse opazovane časovne parametre (tFmax, čas odrida, in TmaxEMG vseh opazovanih mišic). Nekateri merjenci niso imeli izmerjenih vseh parametrov (občasne težave z merilno opremo). V diskriminantno analizo pa so lahko bili vključeni, če smo v SPSS izbrali opcijo »nadomeščanje manjkajočih vrednosti s povprečnimi vrednostmi« za manjkajoče rezultate iz meritev. Ker smo na ta način lahko upoštevali več informacije (večji vzorec), so bili vsi taki merjenci tudi vključeni v vse diskriminantne analize. Če smo v diskriminantni analizi predpostavili obstoj istih treh skupin kot pri univariatni analizi (PARA, ASIM, PLATO), sta bili obe diskriminantni funkciji skupaj v tem primeru statistično značilni (Preglednica 3):

Preglednica 3: statistična značilnost diskriminantne analize za 3 skupine (značilno).

Test Funkcij	Wilksova Lambda	hi-kvadrat	df	Sig.
1 in 2	,062	30,602	18	,032
2	,367	11,015	8	,201

Rezultati diskriminantne analize potrjujejo obstoj treh različnih skupin skokov na našem vzorcu merjencev ob upoštevanju obeh diskriminantnih funkcij ($p=0,032$, Preglednica 3) pri izbrani parametrizaciji rezultatov meritev.

Diskriminantne funkcije imajo v primeru treh skupin naslednje (standardizirane) kanonične koeficiente (Preglednica 4):

Preglednica 4: standardizirani koeficienti diskriminantnih funkcij (3 skupine).

Standardizirani kanonični koeficienti diskriminantnih funkcij

	Funkcija	
	1	2
Fmax (čas (s))	2,571	-,708
konec odrida	-2,747	,371
erector	1,591	1,121
gluteus	,730	-4,365
biceps femoris	-2,158	1,315
rectus femoris	-,256	,005
vastus lateralis	,133	2,448
lateralni gastrocnemius	-,087	,678
soleus	,723	-,629

Imena posameznih mišic pomenijo ustrezen T_{max}EMG (s).

Prvo diskriminantno funkcijo (Preglednica 4) najbolj določajo spremenljivke čas odrida (koeficient $-2,747$, Preglednica 4), nato tFmax (koeficient $2,571$), ter T_{max}EMG BF ($-2,158$) in ERE ($1,591$), saj imajo največje standardizirane kanonične koeficiente. To pomeni, da te spremenljivke najboljše ločijo skupine med seboj. Druga diskriminantna funkcija ima največje koeficiente spet pri T_{max}EMG GLUT ($-4,365$; daleč največji koeficient), nato VL ($2,448$), nato BF ($1,315$) in ERE ($1,121$). Zanimljivo doprinese k drugi diskriminanti

funkciji T_{max}EMG RF (0,005), kar pomeni, da ne doprinese skoraj nobene informacije k razločevanju skupin, pa tudi pri prvi diskriminantni funkciji ima dokaj majhen koeficient (-0,256).

Kakšna je kvaliteta razločevanja skokov pa sklepamo na osnovi matrike strukture:

Preglednica 5: matrika strukture (3 skupine).

Matrika strukture

	Funkcija	
	1	2
F _{max} (čas (s))	,459*	,173
vastus lateralis	,343*	,135
soleus	,339*	,019
erector	,334*	,015
konec odriava	,277*	,044
gluteus	,259*	-,125
rectus femoris	,237*	,070
lateralni gastrocnemius	,206*	,098
biceps femoris	,163*	,121

Korelacije, povprečene po skupinah med diskriminantnimi spremenljivkami in standardiziranimi kanoničnimi diskriminantnimi funkcijami
Spremenljivke razvrščene po velikosti absolutne vrednosti korelacije s funkcijo.

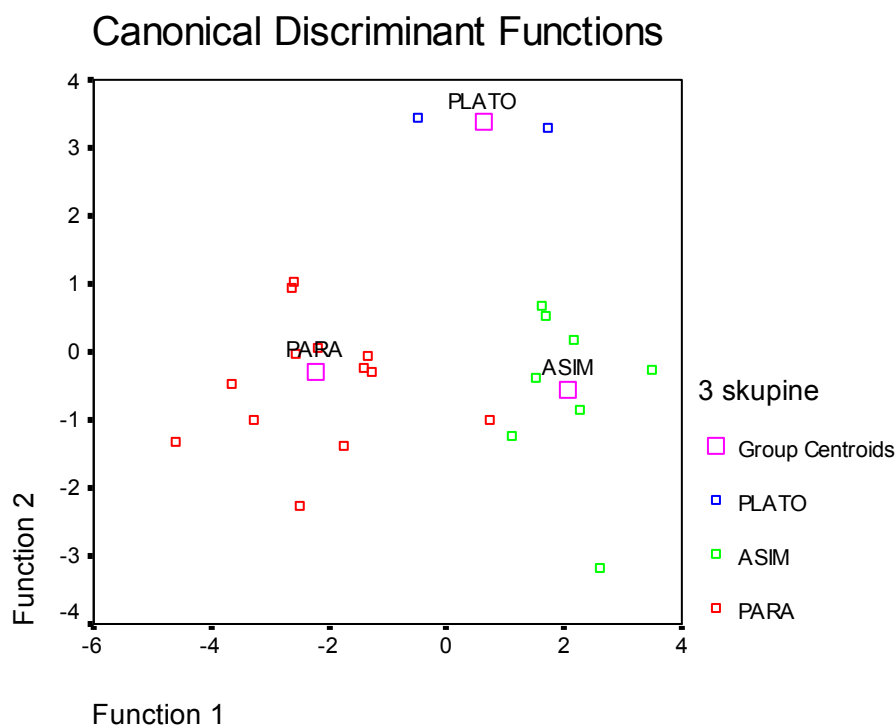
*. Največja absolutna korelacija med vsako spremenljivko in katerokoli diskriminantno funkcijo

Preglednica 5 prikazuje, kako so merjeni parametri povezani z diskriminantnimi funkcijami, razvrščeni pa so po velikosti korelacijskih koeficientov od največjega do najmanjšega (matrika strukture). Vsi korelacijski koeficienti so nizki, največjega pa ima spremenljivka tF_{max} s 1. diskriminantno funkcijo, $r = 0,459$. S 1. diskriminantno funkcijo imajo koeficiente nad 0,3 še (po vrsti): vastus lateralis (0,343), soleus (0,339) in erector spinae (0,334), ostali korelacijski koeficienti so nižji. Korelacijski koeficienti med spremenljivkami in drugo korelacijsko funkcijo so še nižji, nekateri že blizu nepovezanosti spremenljivk z 2. diskriminantno funkcijo. Izjema je le tF_{max}, ki ima z 2. diskriminantno funkcijo nizko korelacijo $r = 0,173$ (ostale spremenljivke imajo še nižje korelacije), a je ta višja od najnižje korelacije katerekoli spremenljivke s 1. diskriminantno funkcijo (le-to ima BF), $r = 0,163$.

Parametri TmaxEMG SOL, ERE, čas odziva, ter TmaxEMG RF in LG pa imajo z 2. diskriminantno funkcijo že tako nizke korelacije, da jih lahko obravnavamo kot z njo nepovezane.

Na podlagi rezultatov korelacije (Preglednica 5) lahko zaključimo, da imajo spremenljivke tFmax ter TmaxEMG VL, SOL in ERE pri 1. diskriminantni funkciji še pomen razločevanja skupin (glej vrednost standardiziranih k.d. koeficientov, Preglednica 4), ostalim pa ta pomen težko pripišemo, saj so korelacije med spremenljivkami in diskriminantnimi funkcijami (sploh z 2. diskriminantno funkcijo), že prenizke, kar kaže na majhno moč razločevanja skupin (to je razvidno tudi iz statistične značilnosti 2. diskriminantne funkcije, Preglednica 3).

Položaj skupin in merjencev v prostoru diskriminantnih funkcij pa kaže naslednja slika (Slika 8):



Slika 13: diskriminantna analiza za 3 skupine.

Po prvi diskriminantni funkciji se dobro ločita med seboj skupini PARA in ASIM, skupina PLATO pa leži med njima. Skupina PLATO se loči od ostalih dveh skupin po drugi diskriminantni funkciji (Slika 8), po kateri pa ne moremo ločiti skupin PARA in ASIM. Ker

je merilo obeh osi primerljivo to pomeni, da je doprinos informacij po obeh funkcijah primerljiv in za razločevanje vseh treh skupin rabimo obe funkciji (Preglednica 3). Res pa je kvaliteta informacije, ki jo k razločevanju skupin doprinese 2. diskriminantna funkcija, slaba zaradi nizkih korelacijskih koeficientov z merjenimi spremenljivkami.

Ker iz rezultatov univariatne analize (ANOVA) ni bilo odgovora na to, ali obstajata dve ali tri skupine skokov na našem vzorcu, smo diskriminantno analizo ponovili tudi za dve skupini, PARA in NEPARA (Preglednica 6):

Preglednica 6: statistična značilnost diskriminantne analize za 2 skupini (neznačilno).

Wilksova Lambda				
Test Funkcij	Wilksova Lambda	hi-kvadrat	df	Sig.
1	,494	8,117	9	,522

Rezultati statistične analize v zgornji preglednici (Preglednica 6) pomenijo, da po diskriminantni analizi delitev na skupini PARA in NEPARA na našem vzorcu ni statistično značilna ($p=0,522$). To pomeni, da če izhajamo iz oblike krivulje sile na podlago, s parametri, kot smo jih izbrali, statistika ne potrjuje delitve v izbrani dve skupini.

Preverjeno je tudi bilo, ali je statistično značilna delitev na štiri skupine, kjer imamo poleg treh skupin PARA, ASIM in PLATO v četrti skupini vse mejne primere, saj bi bilo možno, da je različnih načinov, na katere se da skočiti SJ skoke več, kot to sledi na podlagi oblike krivulj sile podlage (z izbrano parametrizacijo). Delitev na take štiri skupine ni statistično značilna, ni pa zelo daleč od meje statistične značilnosti ($p=0,086$, Preglednica 7):

Preglednica 7: statistična značilnost diskriminantne analize za 4 skupine (neznačilno).

Test Funkcij	Wilksova Lambda	hi-kvadrat	df	Sig.
1 do 3	,028	37,528	27	,086
2 do 3	,138	20,759	16	,188
3	,650	4,523	7	,718

Z vsemi tremi diskriminantnimi funkcijami delitev na štiri skupine ne dosega več statistične značilnosti, če pa upoštevamo le zadnji dve ali zadnjo diskriminantno funkcijo, potem precej pade moč razločevanja skupin. Poleg tega je razmerje spremenljivk proti številu merjencev že zelo neugodno, tako da je ta razlika lahko bolj izražena, kot bi bila, če bi imeli ugodnejše razmerje merjencev proti spremenljivkam (večji vzorec).

Ker je vzorec merjencev majhen za uporabo v diskriminantni analizi, se nismo mogli držati priporočila za to, koliko spremenljivk lahko opazujemo (ugodno vsaj 15 merjencev za 1 spremenljivko), kar pa je posledica narave dela (dolgotrajne in zahtevne meritve za pridobivanje rezultatov in so majhni vzorci pri raziskavah s tega področja običaj, pričujoči vzorec je med večjimi – npr. Bobbert in Rozendal (1987), Bobbert in van Ingen Schenau (1988), Ravn et al. (1999), itd., več merjencev sta zajela le Aragón-Vargas, in Gross, 1997).

Zaradi tega smo diskriminantno analizo ponovili in zožili nabor uporabljenih parametrov v njej, da bi povečali število merjencev na eno spremenljivko. Za izhodišče smo vzeli parametre, ki po univariatni analizi ločijo tako dve, kot tri skupine: tFmax ter TmaxEMG ERE, VL, SOL; da bi nabor uporabljenih spremenljivk v diskriminantni analizi še zmanjšali, je bila izračunana še korelacijska matrika vseh spremenljivk (parametrov), kjer so vse povezave močne (statistično značilne, $p \leq 0,001$, Preglednica 8):

Preglednica 8: korelacijska matrika vseh parametrov za vse skoke (brez skupin).

Korelacije^a

		tFmax	čas odriava	erector spinae	gluteus maximus	biceps femoris	rectus femoris	vastus lateralis	lateralni gastrocnemius	soleus
tFmax	Pearsonova korelacija	1,000	,962**	,817**	,720**	,684**	,683**	,637*	,754**	,812**
	Sig. (dvosmerno)	.	,000	,000	,004	,005	,005	,011	,007	,000
	N	15	15	15	14	15	15	15	11	15
čas odriava	Pearsonova korelacija	,962**	1,000	,767**	,653*	,630*	,754**	,582*	,814**	,848**
	Sig. (dvosmerno)	,000	.	,001	,011	,012	,001	,023	,002	,000
	N	15	15	15	14	15	15	15	11	15
erector spinae	Pearsonova korelacija	,817**	,767**	1,000	,777**	,706**	,734**	,516*	,651*	,835**
	Sig. (dvosmerno)	,000	,001	.	,001	,003	,002	,049	,030	,000
	N	15	15	15	14	15	15	15	11	15
gluteus maximus	Pearsonova korelacija	,720**	,653*	,777**	1,000	,857**	,657*	,788**	,683*	,700**
	Sig. (dvosmerno)	,004	,011	,001	.	,000	,011	,001	,029	,005
	N	14	14	14	14	14	14	14	10	14
biceps femoris	Pearsonova korelacija	,684**	,630*	,706**	,857**	1,000	,560*	,474	,690*	,569*
	Sig. (dvosmerno)	,005	,012	,003	,000	.	,030	,074	,019	,027
	N	15	15	15	14	15	15	15	11	15
rectus femoris	Pearsonova korelacija	,683**	,754**	,734**	,657*	,560*	1,000	,542*	,820**	,810**
	Sig. (dvosmerno)	,005	,001	,002	,011	,030	.	,037	,002	,000
	N	15	15	15	14	15	15	15	11	15
vastus lateralis	Pearsonova korelacija	,637*	,582*	,516*	,788**	,474	,542*	1,000	,594	,534*
	Sig. (dvosmerno)	,011	,023	,049	,001	,074	,037	.	,054	,040
	N	15	15	15	14	15	15	15	11	15
lateralni gastrocnemius	Pearsonova korelacija	,754**	,814**	,651*	,683*	,690*	,820**	,594	1,000	,845**
	Sig. (dvosmerno)	,007	,002	,030	,029	,019	,002	,054	.	,001
	N	11	11	11	10	11	11	11	11	11
soleus	Pearsonova korelacija	,812**	,848**	,835**	,700**	,569*	,810**	,534*	,845**	1,000
	Sig. (dvosmerno)	,000	,000	,000	,005	,027	,000	,040	,001	.
	N	15	15	15	14	15	15	15	11	15

** . Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (dvosmerno).

* . Korelacija je značilna na nivoju 0.05 (dvosmerno).

a. dve skupini = PARA2

Rezultati v zgornji preglednici (Preglednica 8) pomenijo, da so vse spremenljivke med seboj močno povezane in si verjetno delijo veliko skupne variance. Če v analizi uporabimo več takih spremenljivk hkrati tvegamo tako težave zaradi multikolinearnosti, kot težave zaradi odzemanja variance eni spremenljivki z drugo, pač pa lahko v rezultatih interpretiramo vse opazovane mišice. Poleg tega tudi ni preveč smiselno opazovati korelacije v absolutnem prostoru, saj ne dobimo nobene pomembne informacije, ker so vse spremenljivke med seboj močno povezane ($p \leq 0,001$ povsod).

Lahko pa, da pride do take močne povezanosti vseh spremenljivk zato, ker pride do seštevanja povezanosti v posameznih podskupinah (PARA2 in NEPARA), zaradi česar smo izračunali tudi korelacijske matrike za obe podskupini. Korelacijske matrike smo računali za primer dveh skupin in ne treh (PARA, ASIM in PLATO), ker skupina PLATO vsebuje le dva merjenja in izračun njene korelacijske matrike ne bi bil preveč smiseln:

Preglednica 9: korelacijska matrika za skupino PARA2 (absolutni prostor).

Korelacije^a

	tFmax	čas odriva	erector spinae	gluteus maximus	biceps femoris	rectus femoris	vastus lateralis	lateralni gastrocnemius	soleus	
tFmax	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	1,000 , 15	,962** ,000 15	,817** ,000 15	,720** ,004 14	,684** ,005 15	,683** ,005 15	,637* ,011 15	,754** ,007 11	,812** ,000 15
čas odriva	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,962** ,000 15	1,000 , 15	,767** ,001 15	,653* ,011 14	,630* ,012 15	,754** ,001 15	,582* ,023 15	,814** ,002 11	,848** ,000 15
erector spinae	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,817** ,000 15	,767** ,001 15	1,000 , 15	,777** ,001 14	,706** ,003 15	,734** ,002 15	,516* ,049 15	,651* ,030 11	,835** ,000 15
gluteus maximus	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,720** ,004 14	,653* ,011 14	,777** ,001 14	1,000 , 14	,857** ,000 14	,657* ,011 14	,788** ,001 14	,683* ,029 10	,700** ,005 14
biceps femoris	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,684** ,005 15	,630* ,012 15	,706** ,003 15	,857** ,000 14	1,000 , 15	,560* ,030 15	,474 ,074 15	,690* ,019 11	,569* ,027 15
rectus femoris	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,683** ,005 15	,754** ,001 15	,734** ,002 15	,657* ,011 14	,560* ,030 15	1,000 , 15	,542* ,037 15	,820** ,002 11	,810** ,000 15
vastus lateralis	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,637* ,011 15	,582* ,023 15	,516* ,049 15	,788** ,001 14	,474 ,074 15	,542* ,037 15	1,000 , 15	,594 ,054 11	,534* ,040 15
lateralni gastrocnemius	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,754** ,007 11	,814** ,002 11	,651* ,030 11	,683* ,029 10	,690* ,019 11	,820** ,002 11	,594 ,054 11	1,000 , 11	,845** ,001 11
soleus	Pearsonova korelacija Sig. (dvosmerno) N	,812** ,000 15	,848** ,000 15	,835** ,000 15	,700** ,005 14	,569* ,027 15	,810** ,000 15	,534* ,040 15	,845** ,001 11	1,000 , 15

** - Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (dvosmerno).

* - Korelacija je značilna na nivoju 0.05 (dvosmerno).

a. dve skupini = PARA2

Velika večina parametrov je povezana statistično značilno na nivoju vsaj $p=0,001$ in boljše (Preglednica 9), nekaj parametrov pa je povezanih šibkeje ($0,001 \leq p \leq 0,05$): tFmax je na nivoju $0,001 \leq p \leq 0,05$ povezan s TmaxEMG VL ($r = 0,637$), čas odriva je na istem nivoju statistične značilnosti povezan z: TmaxEMG GLUT ($r = 0,653$), BF ($r = 0,630$) in VL ($r = 0,582$), TmaxEMG ERE z: TmaxEMG VL ($r = 0,516$) in LG ($r = 0,651$), TmaxEMG GLUT z: TmaxEMG RF ($r = 0,657$) in LG ($r = 0,683$), TmaxEMG BF in: RF ($r = 0,560$) in LG ($r = 0,690$) ter TmaxEMG VL in SOL ($r = 0,534$). Pomemben sklep v tej fazi je, da se po povezanosti Tmax EMG z ostalimi parametri VL in RF razlikujeta, pa tudi med seboj sta le šibko povezana ($r=0,542$).

Statistično neznačilno povezani pa so le sledeči parametri: TmaxEMG BF in VL ($r = 0,474$), ter TmaxEMG VL in LG ($r = 0,594$).

Za razliko od skupine PARA2 so korelacije med izmerjenimi parametri za skupino NEPARA naslednje (Preglednica 10):

Preglednica 10: korelacijska matrika za skupino NEPARA (absolutni prostor).

		Korelacije ^a								
		tFmax	čas odriava	erector spinae	gluteus maximus	biceps femoris	rectus femoris	vastus lateralis	lateralni gastrocnemius	soleus
tFmax	Pearsonova korelacija	1,000	,957**	,946**	,895**	,969**	,888**	,942**	,820*	,884**
	Sig. (dvosmerno)	,	,000	,000	,003	,000	,003	,000	,013	,004
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
čas odriava	Pearsonova korelacija	,957**	1,000	,994**	,957**	,939**	,954**	,941**	,903**	,963**
	Sig. (dvosmerno)	,000	,	,000	,000	,001	,000	,000	,002	,000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
erector spinae	Pearsonova korelacija	,946**	,994**	1,000	,963**	,929**	,952**	,928**	,894**	,953**
	Sig. (dvosmerno)	,000	,000	,	,000	,001	,000	,001	,003	,000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
gluteus maximus	Pearsonova korelacija	,895**	,957**	,963**	1,000	,850**	,920**	,917**	,837**	,948**
	Sig. (dvosmerno)	,003	,000	,000	,	,007	,001	,001	,010	,000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
biceps femoris	Pearsonova korelacija	,969**	,939**	,929**	,850**	1,000	,856**	,902**	,795*	,878**
	Sig. (dvosmerno)	,000	,001	,001	,007	,	,007	,002	,018	,004
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
rectus femoris	Pearsonova korelacija	,888**	,954**	,952**	,920**	,856**	1,000	,918**	,974**	,922**
	Sig. (dvosmerno)	,003	,000	,000	,001	,007	,	,001	,000	,001
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
vastus lateralis	Pearsonova korelacija	,942**	,941**	,928**	,917**	,902**	,918**	1,000	,821*	,951**
	Sig. (dvosmerno)	,000	,000	,001	,001	,002	,001	,	,012	,000
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
lateralni gastrocnemius	Pearsonova korelacija	,820*	,903**	,894**	,837**	,795*	,974**	,821*	1,000	,845**
	Sig. (dvosmerno)	,013	,002	,003	,010	,018	,000	,012	,	,008
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
soleus	Pearsonova korelacija	,884**	,963**	,953**	,948**	,878**	,922**	,951**	,845**	1,000
	Sig. (dvosmerno)	,004	,000	,000	,000	,004	,001	,000	,008	,
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8

** . Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (dvosmerno).

* . Korelacija je značilna na nivoju 0.05 (dvosmerno).

a. dve skupini = NEPARA

Tudi v skupini NEPARA je velika večina parametrov povezana statistično značilno na nivoju $p \leq 0,001$ (Preglednica 10), nekaj parov parametrov pa je med seboj povezanih le na nivoju statistične značilnosti ($0,001 \leq p \leq 0,05$): v vseh primerih gre za T_{max}EMG LG, ki je na tem nivoju povezan s: tFmax ($r = 0,820$), T_{max}EMG BF ($r = 0,795$) ter T_{max}EMG VL ($r = 0,821$). Noben par parametrov pa ni povezan tako šibko, da bi povezava bila pod nivojem statistične značilnosti.

Pomembna je tudi ugotovitev, da so povezave med izmerjenimi parametri po skupinah PARA2 (Preglednica 9) in NEPARA (Preglednica 10) drugačne od tistih za ves vzorec (Preglednica 8). Korelacijska matrika vseh skokov je bila izračunana zato, da bi bila v pomoč

pri izbiri zožanega nabora spremenljivk, s čemer bi lahko dvignili veljavnost rezultatom statistične obdelave.

Da bi se izognili težavam s prevelikim številom spremenljivk, smo v ponovno diskriminantno analizo vzeli le 4: tFmax, ker najbolje loči skupine, nato pa TmaxEMG za ERE, VL in SOL, kot predstavnike mišic (Preglednica 1, Preglednica 2), ki ločijo tako dve, kot tri skupine in kot predstavnike ekstenzorjev posameznega telesnega segmenta (funkcionalni vidik), saj so korelacije med vsemi spremenljivkami primerljive in ni pravega statističnega razloga, da bi vzeli nek parameter namesto drugega; še vedno pa smo v statistično analizo vzeli parametre, ki skupine najbolje ločijo. Poleg tega pa izbrane mišice predstavljajo zaporedne člene v kinetični verigi nog.

Rezultati pokažejo (priloga 2), da v tem primeru delitev vzorca na dve skupini (PARA in NEPARA) ni statistično značilna ($p=0,113$), potrdimo obstoj treh skupin (PARA, ASIM in PLATO, $p=0,027$), štirih ne, a razlika ni daleč od statistične značilnosti ($p=0,086$).

Da bi preverili veljavnost dokazovanja obstoja skupin skokov na našem vzorcu, je bila opravljena tudi diskriminantna analiza na podlagi TmaxEMG ERE in TmaxEMG SOL (priloga 3); parametra smo izbrali na podlagi ANOVE (Preglednica 1, Preglednica 2), ker najbolje ločita tako dve, kot tri skupine z vidika mišic. Delitev na 4 skupine ni statistično značilna ($p=0,123$), delitvi na 3 in dve skupini pa sta (3 skupine: $p=0,031$, 2 skupini: $p=0,044$). Razmerje merjencev proti številu spremenljivk, uporabljenih v diskriminantni analizi je v tem primeru že zelo ugodno, še vedno pa se razen v primeru dveh skupin (le ena diskriminantna funkcija) ne izognemo težavam zaradi multikolinearnosti; poleg tega je pomenska interpretacija teh rezultatov najbrž manj smiselna.

6.2.3. ANALIZA GRUČ

Rezultate, dobljene z diskriminantno analizo smo skušali potrditi še z drugo metodo, to je analizo združevanja v gruče («cluster» analiza). Za razliko od diskriminantne analize sedaj obstoja skupin nismo predpostavili vnaprej, ampak tu metode same združujejo podatke po določenih kriterijih, ki so odvisni od izbrane metode. Če po obeh metodah (diskriminantni

analizi in združevanju v gruče) dobimo primerljive skupine, potem bi potrdili, da je možno merjence razvrščati že samo po obliki krivulje sile na podlago (ob izbrani parametrizaciji).

S hierarhičnim združevanjem (z metodo, ki najprej išče povezanost med skupinami – »linkage between groups«) so gruče sledeče:

Preglednica 11: rezultati hierarhičnega združevanja v gruče (2, 3 in 4 skupine, uporabljena je metoda, ki najprej išče povezanost med skupinami – »linkage between groups«).



Po zgornji preglednici vidimo (Preglednica 11), da treh gruč verjetno ni, saj se merjenec 27 in merjenec 14 obnašata kot neznačilna (»outlierja«) in tvorita kot posameznika svoji skupini. Zato se šele pri delitvi v štiri skupine dejansko pojavita dve skupini.

Z metodo, ki najprej išče povezanost znotraj skupin (»linkage within groups«), torej povezave najprej med posamezniki, se gruče (skupine) izoblikujejo nekoliko drugače (Preglednica 12):

Preglednica 12: rezultati hierarhičnega združevanja v gruče (2, 3 in 4 skupine, uporabljena je metoda, ki najprej išče povezanost znotraj skupin – »linkage within groups«).

MERJENEC	4 GRUČE	3 GRUČE	2 GRUČI
merjenec 1	2	2	1
merjenec 2	2	2	1
merjenec 3	1	1	1
merjenec 5	2	2	1
merjenec 6	1	1	1
merjenec 9	1	1	1
merjenec 10	2	2	1
merjenec 11	1	1	1
merjenec 13	2	2	1
merjenec 14	3	2	1
merjenec 15	1	1	1
merjenec 17	2	2	1
merjenec 18	2	2	1
merjenec 19	2	2	1
merjenec 21	1	1	1
merjenec 23	2	2	1
merjenec 26	1	1	1
merjenec 27	4	3	2

Podatki se sedaj (Preglednica 12) stabilneje združujejo v dve skupini kot prej (Preglednica 11), čeprav je pri štirih skupinah končni rezultat isti; spet se neznačilno obnaša merjenec 27, merjenec 14 pa šele pri delitvi na 4 skupine. Ostali merjenci pa so pri delitvi na 4 skupine spet razdeljeni v isti skupini kot po prejšnji metodi, ki išče povezanost med skupinami (Preglednica 11).

Že samo na osnovi hierarhičnega združevanja v skupine (gruče) lahko ugotovimo, da struktura podatkov v prostoru kaže neko stabilnost, saj jo različni metodi opišeta le deloma različno (za dve skupini metodi razdelita merjence drugače, za tri pa enako, Preglednica 11, Preglednica 12). Podobno je z metodo »k-means cluster«, ki dokaj sovпада z hierarhičnim združevanjem (Preglednica 13):

Preglednica 13: rezultati metode »k-means cluster« (absolutni prostor).

MERJENEC	4 GRUČE	3 GRUČE	2 GRUČI
merjenec 1	2	2	1
merjenec 2	2	2	1
merjenec 3	1	1	1
merjenec 5	2	2	1
merjenec 6	2	2	1
merjenec 9	1	1	1
merjenec 10	3	2	1
merjenec 11	2	2	1
merjenec 13	2	2	1
merjenec 14	3	2	1
merjenec 15	1	1	1
merjenec 17	2	2	1
merjenec 18	2	2	1
merjenec 19	2	2	1
merjenec 21	1	1	1
merjenec 23	2	2	1
merjenec 26	1	1	1
merjenec 27	4	3	2

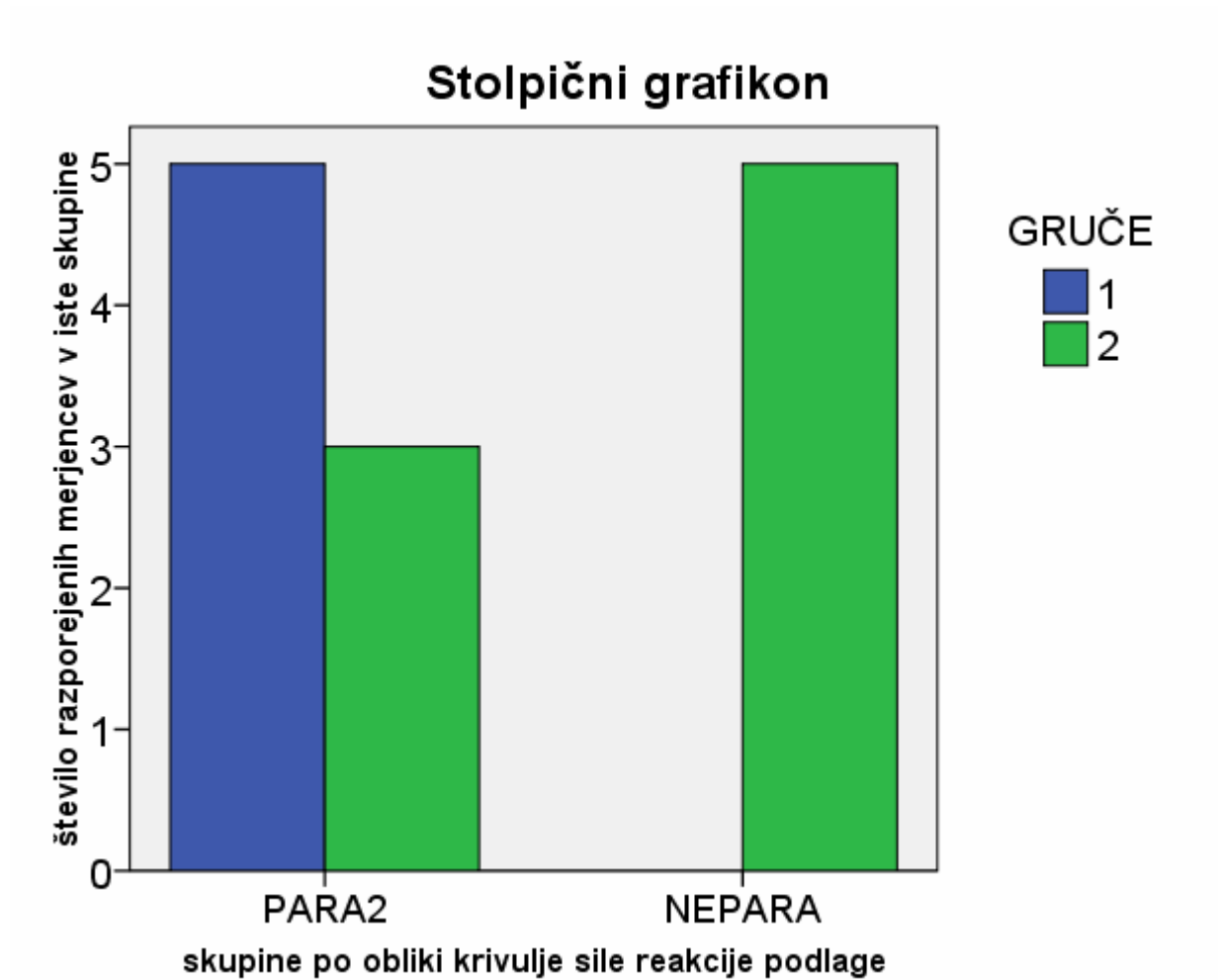
Merjenec 27 je tudi tokrat neznačilen, to pa ni več tako izrazito pri merjencu 14. Pride do nekaj odstopanj v skupinah glede na hierarhično združevanje (Preglednica 11, Preglednica 12), drugače kot pri hierarhičnem združevanju se uvrščata merjenca 6 in 8 (pri treh in štirih skupinah) in še merjenec 10 pri štirih skupinah, ki tvori svojo skupino z merjencem 14 (Preglednica 13).

Če povzamemo rezultate analize gruč, je najverjetnejša hipoteza, da se vzorec deli na dve skupini in je ta delitev dokaj stabilna. Poleg tega se merjenec 27 obnaša kot neznačilen (»outlier«).

6.2.4. PRIMERJAVA REZULTATOV MULTIVARIATNIH METOD

Za razliko od analize gruč pa diskriminantna analiza nedvoumno kaže obstoj treh skupin in ne dveh, vprašanje pa je, koliko so rezultati te metode veljavni zaradi premajhnega števila merjencev proti številu opazovanih spremenljivk.

Kako se rezultati obeh analiz, diskriminantne in analize skupin (gruč) ujemajo med seboj, lahko preverimo s hi-kvadrat testom za nominalne spremenljivke. Iskali smo, ali so v istih skupinah isti merjenci (Slika 9), najprej za primer delitev na dve skupin po obeh metodah:



Slika 14: razvrščanje skupin iz analize gruĉ v predpostavljeni skupini PARA2 in NEPARA.

Oznaki »1« in »2« pri gruĉah pomenita dobljeni skupini merjencev po analizi gruĉ, kjer smo upoštevali le enako razvrščene merjence po predstavljenih metodah.

Ker nekaterim merjencem nismo uspeli izmeriti delovanja vseh sedmih mišic (občasne težave z merilno opremo), so bili ti v analizi gruĉ avtomatiĉno izpušĉeni; v diskriminantno analizo pa so lahko bili vkljuĉeni, ĉe smo v SPSS izbrali opcijo »nadomešĉanje manjkajoĉih vrednosti s povpreĉnimi vrednostmi« za manjkajoĉe rezultate iz meritev. Ker pa v analizi gruĉ nismo

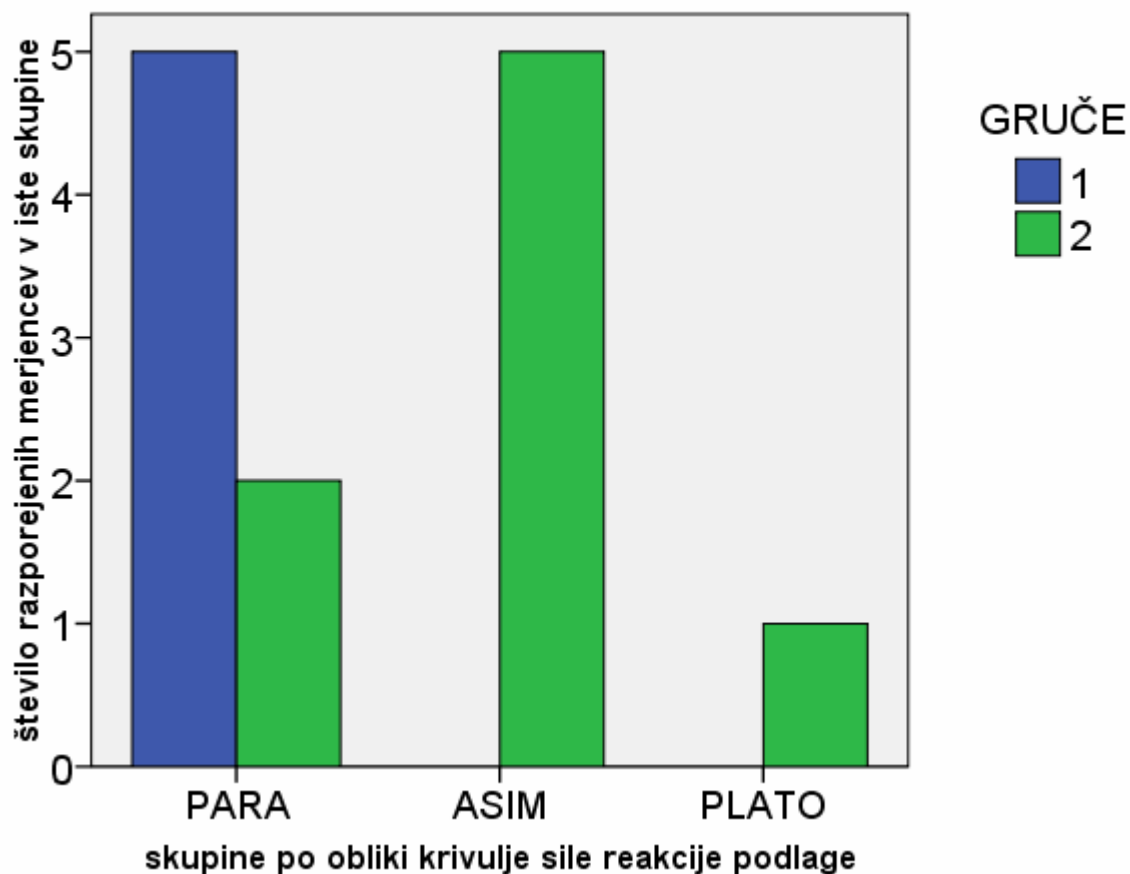
mogli upoštevati merjencev z manjkajočimi parametri, jih tudi nismo upoštevali v primerjavi rezultatov obeh multivariatnih analiz.

Poleg tega analiza gruč zaradi prekrivanja skupin merjencev ni razvrstila popolnoma enolično (stabilno), tako da smo v končni primerjavi od 23 lahko zadržali le še 13 merjencev (tiste, ki so bili razdeljeni vedno enako v dovolj velike skupine). Na podvzorcju teh 13 merjencev pa se izkaže, da sta delitvi po obeh izvedenih multivariatnih analizah statistično značilno povezani (kontingenčni koeficient je 0,53, $p=0,024$) v primeru dveh skupin.

Merjenci iz skupine 1 (Slika 9) po analizi gruč v celoti sovpadajo s skupino PARA2 po diskriminantni analizi, kar pa ne velja za drugo skupino iz analize gruč: trije merjenci sodijo v skupino PARA2, ostali pa v skupino NEPARA. Noben merjenec iz skupine 1 pa ne sodi v skupino NEPARA.

Ker je delitev na 3 skupine po diskriminatni analizi značilna, smo preverili tudi ujemanje med dobljenima dvema skupinama po analizi gruč in tremi skupinami diskriminantne analize. Povezanost je značilna, kontingenčni koeficient znaša 0,591 in je statistično značilen ($p=0,031$, Slika 10):

Stolpični grafikon



Slika 15: razvrščanje skupin iz analize gruč v predpostavljene 3 skupine: PARA, ASIM in PLATO.

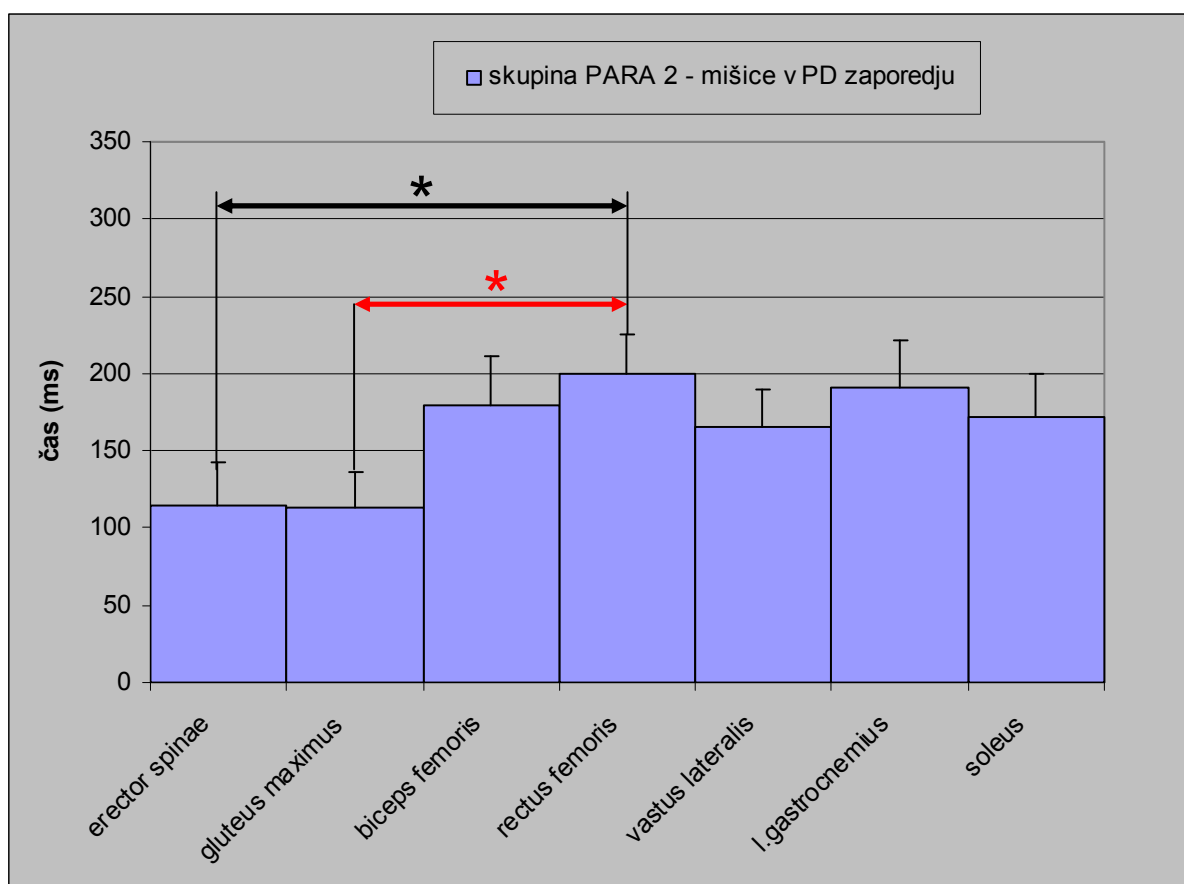
Oznaki »1« in »2« pri gručah pomenita dobljeni skupini merjencev po analizi gruč, kjer smo upoštevali le enako razvrščene merjence po predstavljenih metodah.

Vidimo (Slika 10), da se ponovno vsi merjenci iz skupine 1 ujemajo s skupino PARA; 5 merjencev skupine 2 sovpada s skupino ASIM (skoraj dve tretjini skupine 2), dva merjenca skupine 2 se uvrščata še v skupino PARA in le 1 merjenec skupine 2 sodi tudi v skupino PLATO.

6.2.5. ZAPOREDJE PROŽENJA MIŠIČ

Koliko skupin skokov obstaja na našem vzorcu je le del zastavljene naloge; naslednje, kar je bil potrebno preveriti je bilo, v kakšnem zaporedju se prožijo opazovane mišice pri posameznih skupinah skokov, da lahko sklepamo ali so merjenci skakali z uporabo proksimalno-distalne gibalne strategije, ali kako drugače. Ali so časovne razlike med TmaxEMG vseh opazovanih mišic tudi statistično značilne, smo testirali z ANOVO za ponovljene meritve, omejeno na analizo znotraj obravnavane skupine («within subject»). Statistične razlike med proženjem mišic smo povsod testirali z Bonferronijevim kriterijem.

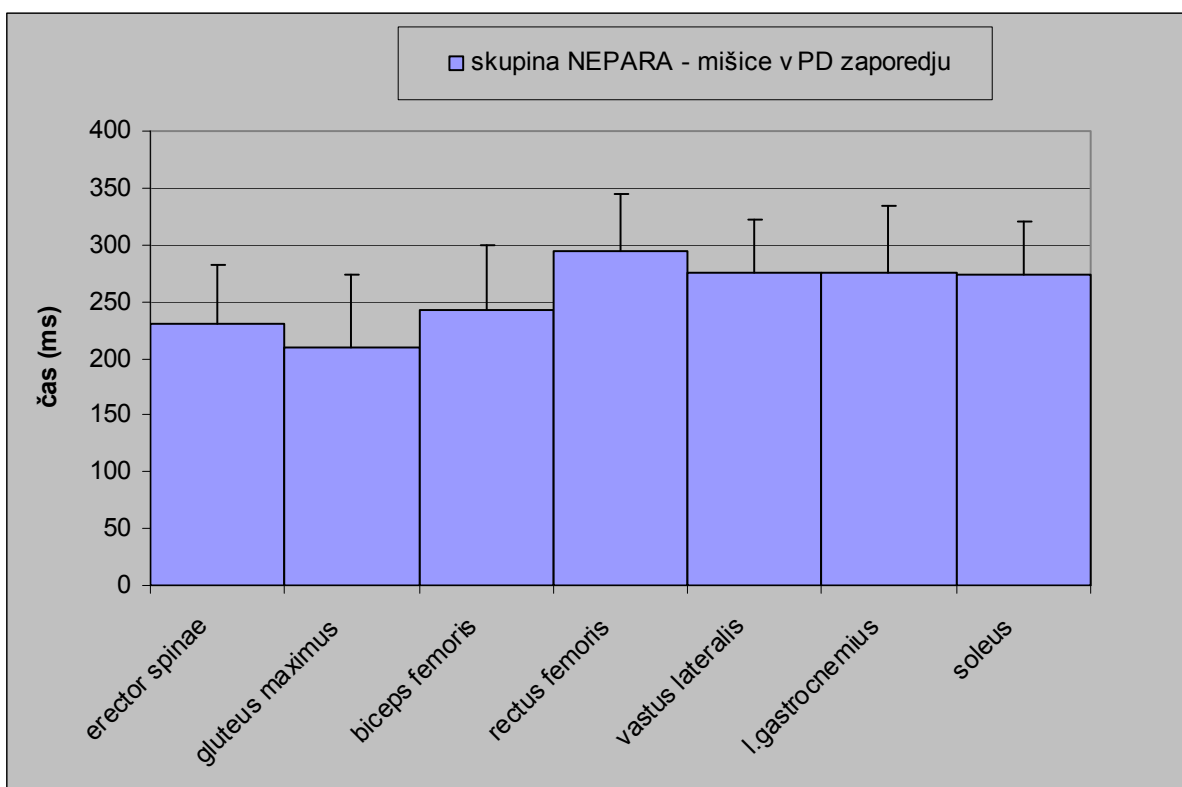
Pri delitvi na dve skupini je zaporedje mišične aktivacije za skupino PARA2 (Slika 11) in skupino NEPARA (Slika 12) sledeče:



Slika 16: časi maxEMG opazovanih mišic za skupino PARA2.

Med T_{max}EMG ERE in RF (označeno črno), ter T_{max}EMG GLUT in RF (označeno rdeče) so statistično značilne razlike (* pomeni $p \leq 0,05$).

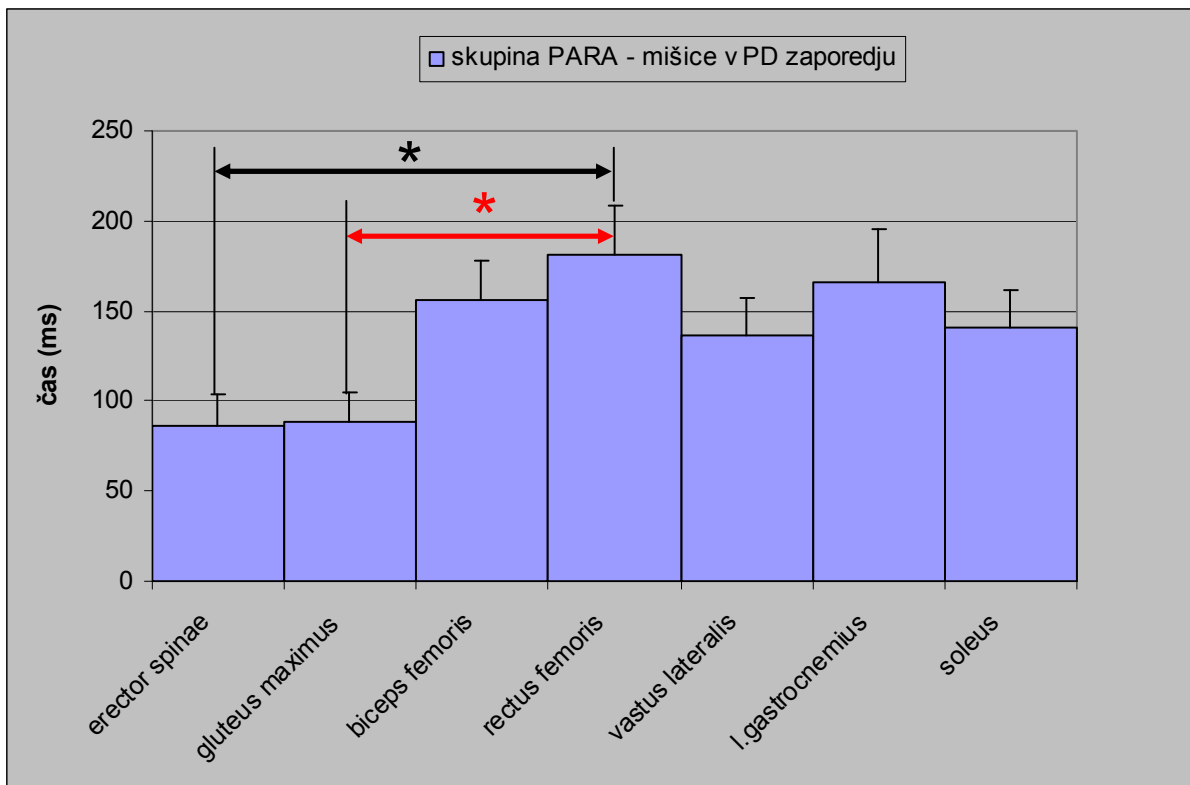
V skupini PARA2 (Slika 11) pride do statistično značilnih razlik med T_{max}EMG le med mišicami ERE (115 ± 87 ms) in RF (200 ± 80 ms) ter GLUT (113 ± 71 ms) in RF (200 ± 80 ms). Ker je v obeh primerih razlika statistično značilna ($p \leq 0,05$), to pomeni, da obstajajo sistematične razlike pri doseganju trenutka največjega EMG signala, torej trenutek največjega nivoja izmerjenega EMG signala dosežeta najprej ERE in GLUT, RF pa kasneje. Med ostalimi T_{max}EMG statistično značilnih razlik ni in lahko govorimo le o kvalitativnih razlikah, ki se nakazujejo, ne dosežajo pa (še) nivoja statistične značilnosti. Najkasneje se maksimalno aktivirajo vse dvosklepne opazovane mišice: med temi je najhitrejša BF (180 ± 97 ms), sledi LG (191 ± 96 ms), najpočasnejši je RF (200 ± 80 ms). Mišici ERE (115 ± 87 ms) in GLUT (113 ± 71 ms) sta aktivni najhitreje, nato pa enosklepne mišice VL (165 ± 78 ms) in SOL (172 ± 88 ms). Statistično vzeto pa moramo zavrniti hipotezo, da mišice BF, RF, VL, LG in SOL delujejo ob različnih časih.



Slika 17: časi T_{max}EMG opazovanih mišic za skupino NEPARA.

Za razliko od skupine PARA2 (Slika 11) ni v skupini NEPARA (Slika 12) med aktivacijo mišic statistično značilnih razlik v nobenem primeru (Slika 12). Vseeno pa lahko vidimo, da doseže trenutek največjega izmerjenega EMG signala najkasneje RF (294 ± 141 ms), najhitreje pa ima T_{max}EMG GLUT (209 ± 180 ms). Vse mišice, ki iztegujejo kolk, dosežejo T_{max}EMG najprej (in erector spinae (231 ± 144 ms)); VL (276 ± 131 ms) doseže T_{max}EMG simultano z LG (276 ± 165 ms) in SOL (274 ± 134 ms), RF (294 ± 141 ms) pa še kasneje, res pa nobena izmed razlik po T_{max}EMG med mišicami ne doseže statistične značilnosti.

Pri delitvi na tri skupine (Slika 13, Slika 14, Slika 15) je zaporedje mišične aktivacije pri posameznih skupinah sledeče:

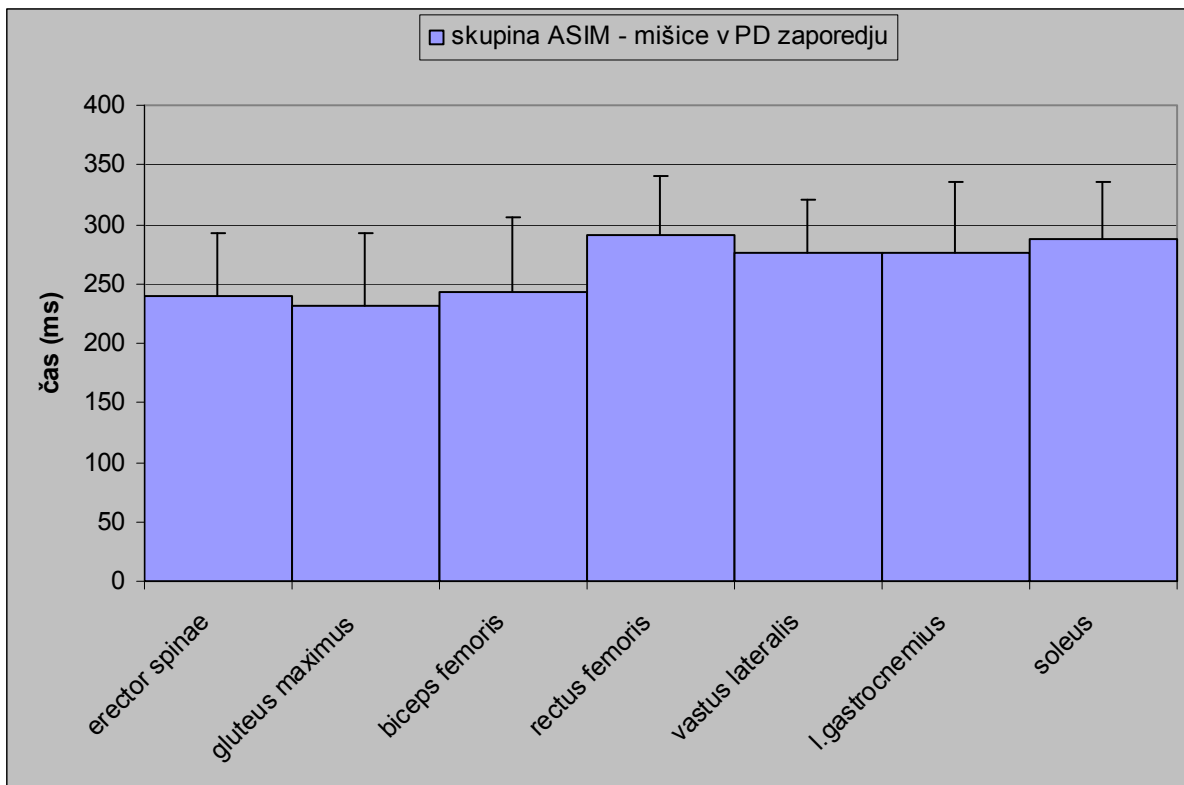


Slika 18: skupina PARA, časi maxEMG, delitev na 3 skupine.

Med TmaxEMG ERE in RF (označeno črno), ter TmaxEMG GLUT in RF (označeno rdeče) so statistično značilne razlike (* pomeni $p \leq 0,05$ v obeh primerih).

V skupini PARA (Slika 13) pride ponovno, kot v skupini PARA2, do statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$) med TmaxEMG mišic ERE (86 ± 51 ms) in RF (181 ± 78 ms) ter TmaxEMG GLUT (89 ± 44 ms) in RF (181 ± 78 ms). Čeprav razlike med ostalimi TmaxEMG niso statistično značilne, vseeno opazimo sledeče: najhitreje dosežeta TmaxEMG mišici ERE in GLUT, nato sledita v zaporedju VL (136 ± 57 ms) in SOL (141 ± 60 ms), nato BF (156 ± 61 ms), LG (166 ± 83 ms) in na koncu RF (181 ± 78 ms). Ker pa med TmaxEMG vseh mišic, z izjemo ERE in RF ter GLUT in RF statistično nismo dokazali razlik, to pomeni, da z vidika statistike ne moremo govoriti o zaporedju mišične aktivacije, razlike se le nakazujejo in so zgolj kvalitativne. Zaporedje aktivacije te skupine je kvalitativno primerljivo s tistim pri skupini PARA2 (Slika 11).

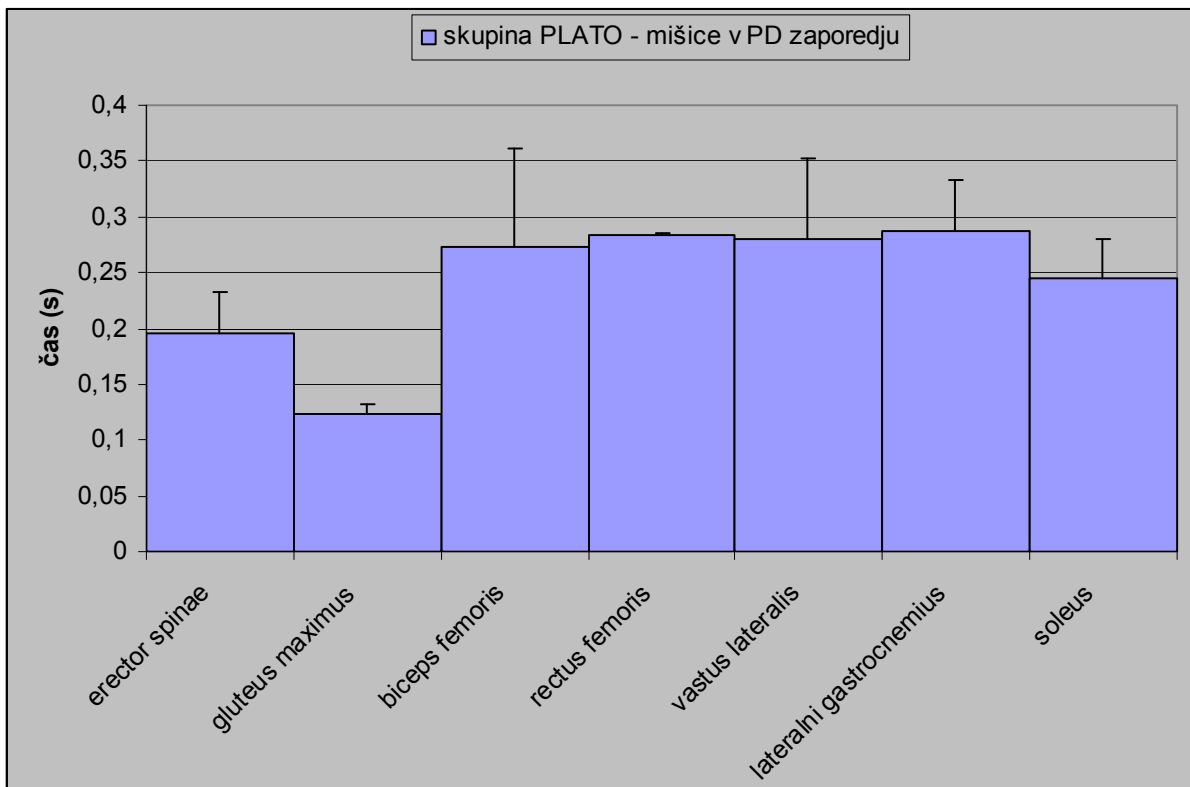
Skupina ASIM je imela naslednje zaporedje proženja mišic (Slika 14):



Slika 19: skupina ASIM, časi maxEMG, delitev na 3 skupine.

Statističnih razlik med TmaxEMG posameznih mišic pri tej skupini ni (Slika 14). Kljub temu pa mišice ne delujejo popolnoma sočasno, ampak mišice, povezane z iztegovanjem kolka, prve dosežejo trenutek največjega izmerjenega EMG signala (najhitreje GLUT (231 ± 177 ms), nato ERE (240 ± 150 ms) in zadnja BF (243 ± 177 ms)), nato doseže TmaxEMG VL (276 ± 128 ms), hkrati z LG (276 ± 169 ms), SOL (286 ± 135 ms) pa še nekoliko kasneje. Zadnja od vseh mišic doseže TmaxEMG RF (291 ± 142 ms). Zaporedje TmaxEMG mišic te skupine je primerljivo s tistim pri skupini NEPARA (Slika 12).

Zaporedje mišične aktivacije v skupini PLATO je naslednje (Slika 15):



Slika 20: skupina PLATO, časi maxEMG, delitev na 3 skupine.

Kljub velikim razlikam in majhnim raztrosom ne pride do statistično značilnih razlik med TmaxEMG opazovanih mišic v skupini PLATO (Slika 15) v nobenem primeru, to pa zato, ker skupino sestavljata le dva merjenca. Vseeno pa opazimo, da najhitreje doseže TmaxEMG mišica GLUT (124 ± 8 ms, Slika 15), sledi ERE (195 ± 37 ms). Z izjemo SOL (246 ± 35 ms) imajo vse ostale mišice trenutek maksimalnega EMG signala skoraj hkrati, SOL pa še nekoliko prej, a še vedno po TmaxEMG zaostane za približno 50 ms za TmaxEMG ERE (195 ± 37 ms). Raztrosa pri mišicah GLUT in RF (284 ± 2 ms) sta izjemno nizka, kar je posledica dejstva, da sta v tej skupini ostala razvrščena le dva merjenca. Po hitrem TmaxEMG GLUT je zaporedje doseganja TmaxEMG mišic te skupine podobno tistima v skupinah ASIM (Slika 14) in NEPARA (Slika 12), kakor tudi po skoraj hkratnem TmaxEMG mišic VL (280 ± 73 ms) in LG (288 ± 45 ms). Ker pa ima SOL (246 ± 35 ms) TmaxEMG nekoliko prej kot VL in LG, je PLATO bližje skupini NEPARA (Slika 12), kot ASIM (Slika 14). Za razliko od teh dveh skupin pa BF (274 ± 87 ms) pri skupini PLATO doseže TmaxEMG kasneje in skoraj sočasno z RF, VL in LG.

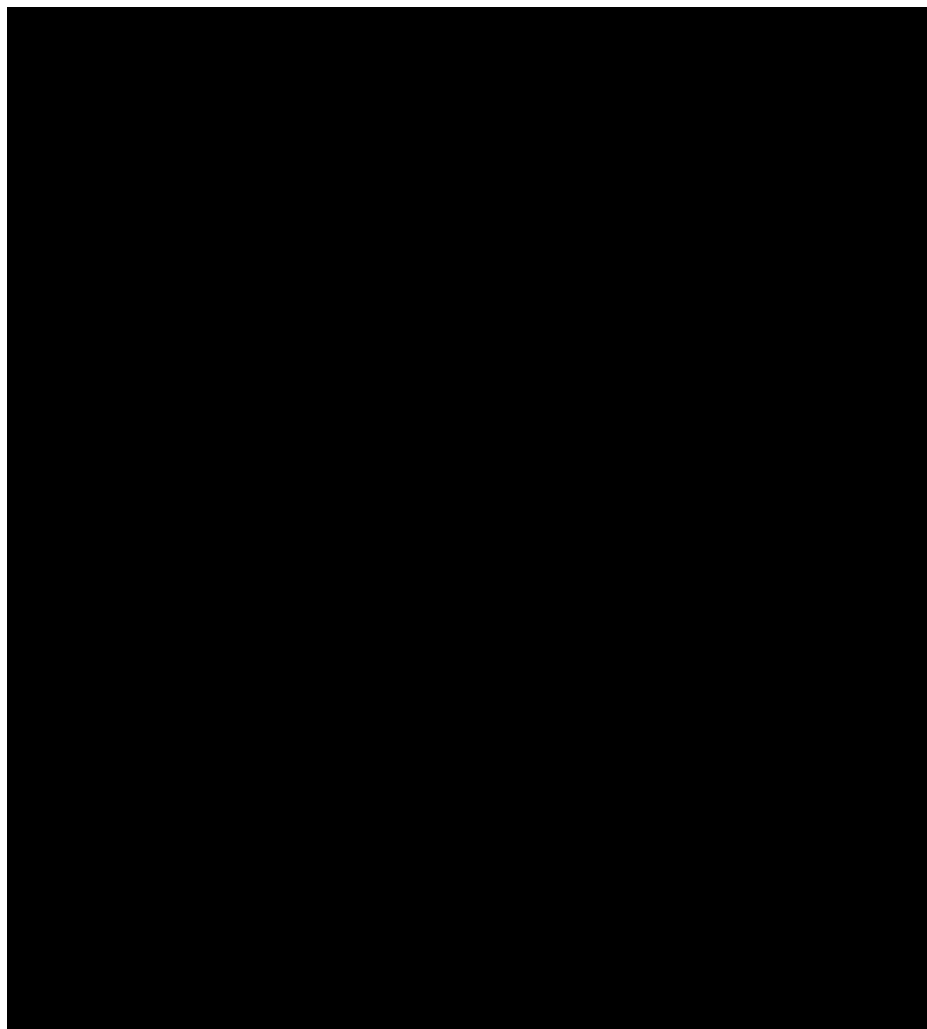
6.3. SJ SKOKI – RELATIVNI PROSTOR ODRIVOV

6.3.1. UNIVARIATNA ANALIZA (ANOVA)

Tu smo ponovili analizo iz absolutnega prostora: preverili smo normalnost porazdelitve vseh opazovanih parametrov za ves vzorec in vse podskupine in nikjer ni bilo statistično značilnih odstopanj. (Pod)skupine so bile identične tistim v absolutnem prostoru, za kar sta dva razloga: 1. tudi tu izhajamo iz oblike krivulje sil na podlago, 2. lahko bi se zgodilo, da sedaj diskriminantna analiza podatke razvrsti drugače; vendar pa tu, v relativnem prostoru nimamo informacije o pravih časovnih razlikah med T_{max}EMG vseh mišic, ampak imamo skoraj samo informacijo o strukturi skokov (vrstni red T_{max}EMG), kar pomeni, da del časovne informacije v relativnem prostoru izgubimo, oziroma ji pade moč razločevanja med skupinami.

Sledila je univariatna analiza razlik med skupinami (spet ANOVA), najprej za primer dveh skupin, PARA2 in NEPARA (Preglednica 14):

Preglednica 14: rezultati ANOVE za vse merjene parametre (2 skupini, relativni prostor).



V prvem stolpcu so izbrani parametri: tFmax je čas maksimalne sile, imena mišic pa pomenijo TmaxEMG ustrezne mišice (vsi parametri brez enot, normalizirani na dolžino odriva). V prvi vrstici pa so oznake sledeče: N je število merjencev, AS je povprečje podatkov, STD standardna deviacija, K-S je statistična značilnost testa normalnosti porazdelitve, ANOVA statistična značilnost razlik med skupinami, (pri mišici ERE je zaradi nehomogenosti varianc vpisana statistična značilnost heteroskedastičnega t-testa, oznaka »t«, poševni tisk). Razlike, značilne na nivoju 5% napake alfa so prikazane rdeče.

Skupini PARA2 in NEPARA se v relativnem prostoru (Preglednica 14) statistično značilno razlikujeta le po T_{max}EMG ERE (PARA2: $0,332 \pm 0,165$, kar pomeni, da ERE doseže maksimum EMG signala na tretjini odnosa, NEPARA: $0,509 \pm 0,056$, torej ERE maksimalno doseže maksimum EMG signala šele na polovici odnosa, razlika je statistično velika, $p=0,001$) in T_{max}EMG SOL (PARA2: $0,506 \pm 0,157$; SOL v tej skupini doseže maksimalno aktivnost na polovici odnosa, NEPARA: $0,633 \pm 0,082$; v tem primeru je SOL maksimalno aktiven šele na dveh tretjinah odnosa, $p=0,045$).

Po ostalih parametrih ni statistično značilnih razlik: tF_{max}, ki v absolutnem prostoru najbolj loči skupine med seboj tako za primer treh (Preglednica 1), kot dveh skupin (Preglednica 2), tu zelo izgubi moč razločevanja skupin. V skupini PARA2 se F_{max} pojavi v povprečju pred dvema tretjinama odnosa ($0,616 \pm 0,08$), v skupini NEPARA pa tik pred dvema tretjinama odnosa ($0,647 \pm 0,205$), razlika je daleč od statistične značilnosti ($p=0,61$). BF je edina izmed vseh opazovanih mišic, ki v skupini PARA2 v povprečju doseže maxEMG nekoliko kasneje med odnosa kot pri NEPARA (PARA2: $0,573 \pm 0,200$, NEPARA: $0,531 \pm 0,192$), v obeh primerih pa je BF aktiven tik po polovici odnosa in je razlika daleč od statistične značilnosti ($p=0,63$). Ostale mišice dosežejo maxEMG prej v skupini PARA2, kot v NEPARA.

Enako se zgodi, če obravnavamo tri skupine (PARA, ASIM in PLATO), da se skupine med seboj ločijo le po T_{max}EMG ERE in SOL, le da oba parametra statistično ločita skupine še boljše (Preglednica 15):

Preglednica 15: rezultati ANOVE za vse merjene parametre (3 skupine, relativni prostor).

	SKUPINA	N	AS	STD	K-S	ANOVA	POST-HOC
tFmax	1. PARA	13	0,596	0,062	0,894	0,343	1-2: 1,000
	2. ASIM	8	0,650	0,208	0,259		1-3: 0,565
	3. PLATO	2	0,732	0,025	0,999		2-3: 1,000
erector spinae	1. PARA	13	0,300	0,140	0,999	0,002	1-2: 0,002
	2. ASIM	8	0,520	0,096	0,958		1-3: 0,145
	3. PLATO	2	0,496	0,058	0,999		2-3: 1,000
gluteus maximus	1. PARA	12	0,344	0,161	0,182	0,099	1-2: 0,132
	2. ASIM	8	0,494	0,148	0,877		1-3: 1,000
	3. PLATO	2	0,318	0,043	0,999		2-3: 0,479
biceps femoris	1. PARA	13	0,563	0,189	0,923	0,530	1-2: 1,000
	2. ASIM	8	0,517	0,212	1		1-3: 1,000
	3. PLATO	2	0,694	0,172	0,999		2-3: 0,806
rectus femoris	1. PARA	13	0,624	0,161	0,973	0,559	1-2: 1,000
	2. ASIM	8	0,669	0,109	0,991		1-3: 1,000
	3. PLATO	2	0,728	0,058	0,999		2-3: 1,000
vastus lateralis	1. PARA	13	0,491	0,205	0,636	0,120	1-2: 0,329
	2. ASIM	8	0,624	0,093	1		1-3: 0,300
	3. PLATO	2	0,723	0,238	0,999		2-3: 1,000
lateralni gastrocnemius	1. PARA	9	0,570	0,212	0,908	0,573	1-2: 1,000
	2. ASIM	8	0,621	0,196	0,884		1-3: 0,928
	3. PLATO	2	0,733	0,061	0,999		2-3: 1,000
soleus	1. PARA	13	0,473	0,140	0,996	0,009	1-2: 0,010
	2. ASIM	8	0,655	0,078	0,982		1-3: 0,300
	3. PLATO	2	0,632	0,134	0,999		2-3: 1,000

V prvem stolpcu so izbrani parametri: tFmax je čas maksimalne sile, imena mišic pa pomenijo TmaxEMG ustrezne mišice (vsi parametri brez enot, normalizirani na dolžino odriva). V prvi vrstici pa so oznake sledeče: N je število merjencev, AS je povprečje podatkov, STD standardna deviacija, K-S je statistična značilnost testa normalnosti porazdelitve, ANOVA statistična značilnost razlik med skupinami. Razlike, značilne na nivoju 5% napake alfa so prikazane rdeče.

Skupine (Preglednica 15) se statistično značilno razlikujejo ponovno le po TmaxEMG ERE (PARA: $0,300 \pm 0,14$, ERE je v povprečju aktiviran tik pred tretjino odriva, ASIM: $0,52 \pm 0,096$, PLATO: $0,496 \pm 0,058$, kar pomeni, da je pri zadnjih dveh skupinah ERE v povprečju

aktivitran na polovici odriva, statistična značilnost razlik med vsemi skupinami: $p=0,002$) in $T_{max}EMG$ SOL (PARA: $0,473 \pm 0,14$, torej se SOL v tej skupini aktivira tik pred polovico odriva, ASIM: $0,655 \pm 0,078$, PLATO: $0,632 \pm 0,134$, tako da je pri zadnjih dveh skupinah SOL aktivitran blizu dveh tretjin odriva in v skupini PLATO nekoliko hitreje kot pri skupini ASIM, statistična značilnost razlik med vsemi skupinami: $p=0,009$).

Ponovno, tako kot v primeru dveh skupin (Preglednica 14), spet precej pade ločevalna moč parametra tF_{max} in razlike med skupinami ne dosežejo nivoja statistične značilnosti (Preglednica 15; PARA: $0,596 \pm 0,062$, ASIM: $0,650 \pm 0,208$, PLATO: $0,732 \pm 0,025$, maksimalna sila med odzivom se pri vseh skupinah pojavi okoli dveh tretjin odriva, statistično značilnih razlik med skupinami ni: $p=0,343$).

Po ostalih $T_{max}EMG$ ni statistično značilnih razlik, vendar sta po aktivaciji GLUT merjenja skupine PLATO v povprečju najhitrejša (PARA: $0,344 \pm 0,161$, ASIM: $0,494 \pm 0,148$, PLATO: $0,318 \pm 0,043$, $p=0,099$), po aktivaciji BF pa so najhitrejši merjenci v skupini ASIM (PARA: $0,563 \pm 0,189$, ASIM: $0,517 \pm 0,212$, PLATO: $0,694 \pm 0,172$, v tej skupini se BF aktivira zelo pozno, po dveh tretjinah odriva, razlike so tik nad nivojem statistične značilnosti: $p=0,053$).

Pri mišicah RF, VL in LG pa se v povprečju med odzivom najhitreje aktivirajo skakalci skupine PARA, nato ASIM in nazadnje PLATO, brez statistično značilnih razlik.

Če spet naredimo post-hoc analizo (priloga 4), pride do razlik med skupinami PARA in ASIM po času $maxEMG$ ERE (LSD kriterij $p=0,01$, Bonferronijev kriterij $p=0,02$ in prav tako Sidakov kriterij), med skupinama PARA in PLATO pa pride do statistično značilne razlike po $T_{max}EMG$ ERE le po LSD kriteriju, sicer pa ne, tako da se skupini statistično značilno ne ločita med seboj po tem parametru (LSD: $p=0,048$, Bonferroni: $p=0,145$, Sidak: $p=0,138$). Podobno pride do razlike po $T_{max}EMG$ SOL le med skupinama PARA in ASIM (LSD: $p=0,003$, Bonferroni: $p=0,01$, Sidak: $p=0,01$), ne pa med skupinama PARA in PLATO ali PLATO in ASIM.

6.3.2. DISKRIMINANTNA ANALIZA

Ali v relativnem prostoru dobimo obstoj enakih skupin, kot smo jih dobili v absolutnem prostoru, smo ponovno preverili z diskriminantno analizo (najprej z vsemi parametri, Preglednica 16):

Preglednica 16: statistična značilnost delitve na izbrane 3 skupine (neznačilno).

Wilksova Lambda				
Test Funkcij	Wilksova Lambda	hi-kvadrat	df	Sig.
1 in 2	,133	23,210	16	,108
2	,454	9,070	7	,248

Obstoj treh skupin se v relativnem prostoru ne potrди (statistična značilnost Wilksove lambde je prenizka, $p=0,108$, Preglednica 16), vendar ne potrdimo niti obstoja dveh skupin (Preglednica 17):

Preglednica 17: statistična značilnost delitve na dve skupini (neznačilno).

Wilksova Lambda				
Test Funkcij	Wilksova Lambda	hi-kvadrat	df	Sig.
1	,618	5,779	8	,672

Res pa je bolj verjeten obstoj treh ($p=0,108$, Preglednica 16), kot dveh skupin ($p=0,672$, Preglednica 17), če pogledamo statistične značilnosti, ne potrdimo pa niti obstoja štirih skupin ($p=0,373$, Preglednica 18):

Preglednica 18: statistična značilnost delitve na štiri skupini (neznačilno).

Wilksova Lambda

Test Funkcij	Wilksova Lambda	hi-kvadrat	df	Sig.
1 do 3	,097	25,621	24	,373
2 do 3	,398	10,130	14	,753
3	,858	1,681	6	,947

Ker imamo ponovno premalo merjencev, da bi se držali priporočila 15 merjencev na eno spremenljivko v diskriminantni analizi, smo ponovili diskriminantno analizo še z zožanim naborom parametrov iz absolutnega prostora (tFmax in časi maxEMG mišic ERE, VL, SOL, ker ti parametri ločijo tako dve, kot tri skupine med seboj, pomensko pa so tudi vse te mišice enosklepne in udeležene vsaka pri enem od obravnavanih sklepov – kolk, koleno, gleženj).

Preverili smo tudi povezave med vsemi spremenljivkami v relativnem prostoru z izračunom korelacijske matrike (Preglednica 19), da bi smiselno zožil nabor diskriminativnih parametrov:

Preglednica 19: korelacijska matrika za vse skoke.

Korelacije

		Fmax	ERE	GLUT	BF	RF	VL	LG	SOL
Fmax	Pearsonova korelacija	1,000	,240	-,141	,039	,088	,294	-,033	,216
	Sig. (dvosmerno)	,	,269	,531	,860	,690	,173	,893	,322
	N	23	23	22	23	23	23	19	23
ERE	Pearsonova korelacija	,240	1,000	,509*	,178	,509*	,292	,264	,664**
	Sig. (dvosmerno)	,269	,	,016	,415	,013	,176	,275	,001
	N	23	23	22	23	23	23	19	23
GLUT	Pearsonova korelacija	-,141	,509*	1,000	,463*	,351	,502*	,166	,314
	Sig. (dvosmerno)	,531	,016	,	,030	,110	,017	,512	,154
	N	22	22	22	22	22	22	18	22
BF	Pearsonova korelacija	,039	,178	,463*	1,000	,054	,143	,028	-,085
	Sig. (dvosmerno)	,860	,415	,030	,	,808	,516	,911	,701
	N	23	23	22	23	23	23	19	23
RF	Pearsonova korelacija	,088	,509*	,351	,054	1,000	,333	,690**	,512*
	Sig. (dvosmerno)	,690	,013	,110	,808	,	,120	,001	,013
	N	23	23	22	23	23	23	19	23
VL	Pearsonova korelacija	,294	,292	,502*	,143	,333	1,000	,210	,263
	Sig. (dvosmerno)	,173	,176	,017	,516	,120	,	,389	,226
	N	23	23	22	23	23	23	19	23
LG	Pearsonova korelacija	-,033	,264	,166	,028	,690**	,210	1,000	,403
	Sig. (dvosmerno)	,893	,275	,512	,911	,001	,389	,	,087
	N	19	19	18	19	19	19	19	19
SOL	Pearsonova korelacija	,216	,664**	,314	-,085	,512*	,263	,403	1,000
	Sig. (dvosmerno)	,322	,001	,154	,701	,013	,226	,087	,
	N	23	23	22	23	23	23	19	23

*. Korelacija je značilna na nivoju 0.05 (dvosmerno).

**. Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (dvosmerno).

V tem primeru (Preglednica 19) je večina izmerjenih parametrov statistično nepovezanih (korelacije ne dosegajo nivoja statistične značilnosti vsaj $p=0,05$ ali manj). tFmax ni statistično značilno povezan z nobenim izmed TmaxEMG. Statistično značilno pa ($0,001 \leq p \leq 0,05$) so povezani naslednji Tmax EMG: ERE in GLUT ($r = 0,509$); ERE in RF ($r = 0,509$), GLUT in BF ($r = 0,463$), GLUT in VL ($r = 0,502$), RF in SOL ($r = 0,512$), statistično zelo značilno ($p \leq 0,001$) pa so povezani sledeči TmaxEMG: ERE in SOL ($r = 0,664$) in RF in LG ($r = 0,690$).

Kot smo videli že v absolutnem prostoru, se lahko korelacijski matriki za skupini PARA2 in NEPARA pomembno razlikujeta od korelacijske matrike za cel vzorec in smo ju tudi dodatno izračunali:

Preglednica 20: korelacijska matrika za skupino PARA2 v relativnem prostoru.

Korelacije^a

		Fmax	erector spinae	gluteus maximus	biceps femoris	rectus femoris	vastus lateralis	I. gastrocnemius	soleus
Fmax	Pearsonova korelacija	1,000	,606*	,410	,196	,172	,320	,278	,392
	Sig. (dvosmerno)	,	,017	,145	,483	,540	,245	,407	,149
	N	15	15	14	15	15	15	11	15
erector spinae	Pearsonova korelacija	,606*	1,000	,512	,257	,576*	,195	,327	,691**
	Sig. (dvosmerno)	,017	,	,061	,356	,025	,487	,327	,004
	N	15	15	14	15	15	15	11	15
gluteus maximus	Pearsonova korelacija	,410	,512	1,000	,736**	,465	,664**	,297	,361
	Sig. (dvosmerno)	,145	,061	,	,003	,094	,010	,404	,205
	N	14	14	14	14	14	14	10	14
biceps femoris	Pearsonova korelacija	,196	,257	,736**	1,000	,188	,155	,205	,014
	Sig. (dvosmerno)	,483	,356	,003	,	,503	,581	,545	,960
	N	15	15	14	15	15	15	11	15
rectus femoris	Pearsonova korelacija	,172	,576*	,465	,188	1,000	,322	,629*	,615*
	Sig. (dvosmerno)	,540	,025	,094	,503	,	,241	,038	,015
	N	15	15	14	15	15	15	11	15
vastus lateralis	Pearsonova korelacija	,320	,195	,664**	,155	,322	1,000	,362	,123
	Sig. (dvosmerno)	,245	,487	,010	,581	,241	,	,274	,663
	N	15	15	14	15	15	15	11	15
I. gastrocnemius	Pearsonova korelacija	,278	,327	,297	,205	,629*	,362	1,000	,654*
	Sig. (dvosmerno)	,407	,327	,404	,545	,038	,274	,	,029
	N	11	11	10	11	11	11	11	11
soleus	Pearsonova korelacija	,392	,691**	,361	,014	,615*	,123	,654*	1,000
	Sig. (dvosmerno)	,149	,004	,205	,960	,015	,663	,029	,
	N	15	15	14	15	15	15	11	15

*. Korelacija je značilna na nivoju 0.05 (dvosmerno).

**. Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (dvosmerno).

a. dve skupini = PARA2

Tudi v (pod)skupini PARA2 večina parametrov ni statistično značilno povezanih (Preglednica 20); za razliko od celega vzorca (Preglednica 19) pa so statistično značilno ($0,001 \leq p \leq 0,05$) povezani naslednji parametri: tFmax in TmaxEMG ERE ($r = 0,606$), TmaxEMG ERE in RF ($r = 0,576$); TmaxEMG RF s TmaxEMG LG ($r = 0,629$) in SOL ($r = 0,615$) ter TmaxEMG LG in SOL ($r = 0,654$). Močno statistično značilno ($p \leq 0,001$) pa so povezani sledeči parametri: TmaxEMG ERE in TmaxEMG SOL ($r = 0,691$) ter TmaxEMG GLUT s TmaxEMG BF ($r = 0,736$) in s TmaxEMG VL ($r = 0,664$).

Za skupino NEPARA pa so korelacije naslednje (Preglednica 21):

Preglednica 21: korelacijska matrika za skupino NEPARA v relativnem prostoru.

Korelacije^a

		Fmax	erector spinae	gluteus maximus	biceps femoris	rectus femoris	vastus lateralis	l. gastrocne mius	soleus
Fmax	Pearsonova korelacija	1,000	-,343	-,638	-,055	-,012	,378	-,241	,033
	Sig. (dvosmerno)	,	,406	,089	,897	,977	,355	,565	,939
	N	8	8	8	8	8	8	8	8
erector spinae	Pearsonova korelacija	-,343	1,000	,411	,572	-,027	-,115	,009	-,731*
	Sig. (dvosmerno)	,406	,	,311	,139	,949	,786	,982	,039
	N	8	8	8	8	8	8	8	8
gluteus maximus	Pearsonova korelacija	-,638	,411	1,000	,052	-,048	-,051	-,094	-,141
	Sig. (dvosmerno)	,089	,311	,	,902	,909	,904	,826	,739
	N	8	8	8	8	8	8	8	8
biceps femoris	Pearsonova korelacija	-,055	,572	,052	1,000	-,235	,295	-,209	-,284
	Sig. (dvosmerno)	,897	,139	,902	,	,575	,478	,619	,496
	N	8	8	8	8	8	8	8	8
rectus femoris	Pearsonova korelacija	-,012	-,027	-,048	-,235	1,000	,181	,852**	-,151
	Sig. (dvosmerno)	,977	,949	,909	,575	,	,667	,007	,722
	N	8	8	8	8	8	8	8	8
vastus lateralis	Pearsonova korelacija	,378	-,115	-,051	,295	,181	1,000	-,220	,368
	Sig. (dvosmerno)	,355	,786	,904	,478	,667	,	,601	,370
	N	8	8	8	8	8	8	8	8
l. gastrocnemius	Pearsonova korelacija	-,241	,009	-,094	-,209	,852**	-,220	1,000	-,344
	Sig. (dvosmerno)	,565	,982	,826	,619	,007	,601	,	,405
	N	8	8	8	8	8	8	8	8
soleus	Pearsonova korelacija	,033	-,731*	-,141	-,284	-,151	,368	-,344	1,000
	Sig. (dvosmerno)	,939	,039	,739	,496	,722	,370	,405	,
	N	8	8	8	8	8	8	8	8

*. Korelacija je značilna na nivoju 0.05 (dvosmerno).

**. Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (dvosmerno).

a. dve skupini = NEPARA

V tem primeru (Preglednica 21) so z izjemo TmaxEMG ERE in SOL ($r = -0,731$), ki sta statistično značilno povezana ($0,001 \leq p \leq 0,05$) ter TmaxEMG RF in LG ($r = 0,852$, zelo močno povezana TmaxEMG, statistična značilnost $p \leq 0,001$) vse spremenljivke statistično neznačilno povezane.

Nismo pa računali korelacijskih matrik za skupine PARA, ASIM in PLATO, saj sta v skupini PLATO le dva merjenja.

Za zožanje nabora parametrov v diskriminantni analizi sta po korelacijski matriki celotnega vzorca (Preglednica 19) tFmax in TmaxEMG VL dobra parametra, saj nista povezana s TmaxEMG SOL ali ERE in nista povezana niti med seboj; pač pa sta TmaxEMG ERE in SOL zelo značilno povezana ($p \leq 0,001$) in si tako najbrž delita res veliko skupne variance, kar

pomeni, da oba skupaj najbrž ne ločita skupin nič bolje kot en sam izmed njiju, lahko pa skupaj povzročita težave (multikolinearnost). Zadržali smo ju, ker sta v absolutnem prostoru smiselna izbira (ločita skupine – Preglednica 1, Preglednica 2), pomensko ju je možno interpretirati skupaj z ostalima parametroma (tFmax in TmaxEMG VL); nadalje sta tudi edina parametra, ki v relativnem prostoru sploh ločita skupine med seboj (Preglednica 14, Preglednica 15). tFmax in TmaxEMG VL pa nista smiselna izbira v relativnem prostoru, saj skupin ne ločita med seboj, a sta bila zadržana zaradi vloge, ki jo imata pri razločevanju skupin v absolutnem prostoru, da je zožan nabor spremenljivk enak v obeh prostorih.

Obstoja dveh skupin z zoženim naborom parametrom ne potrdimo ($p=0,118$, priloga 5), štirih tudi ne ($p=0,511$, priloga 5), pač pa potrdimo obstoj treh skupin, ($p=0,043$, Preglednica 22):

Preglednica 22: statistična značilnost delitve na izbrane 3 skupine (zožan nabor, značilno).

Wilksova Lambda				
Test Funkcij	Wilksova Lambda	hi-kvadrat	df	Sig.
1 in 2	,422	15,940	8	,043
2	,949	,965	3	,810

Ker smo v zgornji analizi z zoženim naborom parametrov še vedno daleč od priporočila vsaj 15 merjencev na spremenljivko, smo naredili diskriminantno analizo še enkrat in to z edinima parametroma, ki ločita skupine v relativnem prostoru pri univariatni analizi, to sta TmaxEMG ERE in SOL. V tem primeru pa potrdimo tako obstoj treh ($p=0,007$, priloga 6), kot dveh skupin skakalcev ($p=0,029$), res pa je statistično bolj verjeten obstoj treh skupin. Obstoja štirih skupin še vedno ne moremo potrditi ($p=0,226$, priloga 6). Pač pa tem rezultatom dviga vrednost dejstvo, da se že zelo približamo spodnji meji priporočenega razmerja med spremenljivkami in merjenci.

6.3.3. ANALIZA GRUČ

Rezultate, dobljene z diskriminantno analizo smo ponovno poskušali potrditi z uporabo analize gruč. Rezultati analize gruč so v relativnem prostoru bolj stabilni kot v absolutnem

prostoru, čeprav se še vedno nekoliko razlikujejo, odvisno od izbrane metode. Če pa upoštevamo, da lahko le z dvema parametroma (TmaxEMG ERE in SOL, kot v absolutnem prostoru) pri diskriminantni analizi potrdimo obstoj tako dveh, kot treh skupin, je razumljivo, da analiza gruč ne opisuje strukture popolnoma stabilno, saj nekateri merjenci prehajajo med skupinami.

Pri hierarhičnem združevanju v gruče dobimo naslednje rezultate z metodo, ki išče najprej povezanost med skupinami (»linkage between groups«, Preglednica 23):

Preglednica 23: rezultati hierarhičnega združevanja v gruče (2, 3 in 4 skupine z metodo, ki poišče najprej povezanost med skupinami – »linkage between groups«).

MERJENEC	4 GRUČE	3 GRUČE	2 GRUČI
merjenec 1	3	2	2
merjenec 2	2	2	2
merjenec 3	1	1	1
merjenec 5	2	2	2
merjenec 6	3	2	2
merjenec 9	1	1	1
merjenec 10	3	2	2
merjenec 11	3	2	2
merjenec 13	2	2	2
merjenec 14	2	2	2
merjenec 15	1	1	1
merjenec 17	2	2	2
merjenec 18	2	2	2
merjenec 19	2	2	2
merjenec 21	3	2	2
merjenec 23	3	2	2
merjenec 26	1	1	1
merjenec 27	4	3	2

Vidimo (Preglednica 23), da se merjenec 27 spet obnaša kot neznačilen in se zaradi tega tri skupine pojavijo šele pri delitvi na 4 skupine.

Z metodo, ki poišče najprej povezanost znotraj skupin (»linkage within groups«), dobimo naslednje rezultate (Preglednica 24):

Preglednica 24: rezultati hierarhičnega združevanja v gruče (2, 3 in 4 skupine z metodo, ki najprej poišče povezanost znotraj skupin – »linkage within groups«).

MERJENEC	4 GRUČE	3 GRUČE	2 GRUČI
merjenec 1	2	2	2
merjenec 2	2	2	2
merjenec 3	1	1	1
merjenec 5	2	2	2
merjenec 6	3	2	2
merjenec 9	1	1	1
merjenec 10	2	2	2
merjenec 11	3	2	2
merjenec 13	2	2	2
merjenec 14	2	2	2
merjenec 15	1	1	1
merjenec 17	2	2	2
merjenec 18	2	2	2
merjenec 19	2	2	2
merjenec 21	3	2	2
merjenec 23	2	2	2
merjenec 26	1	1	1
merjenec 27	4	3	2

Tudi tokrat je merjenec 27 spet neznačilen (Preglednica 24), tri skupine se pojavijo šele pri delitvi na 4 skupine, vendar tretjo skupino sestavljajo le trije merjenci.

Po metodi »k-means« cluster pa so gruče sledeče:

Preglednica 25: rezultati metode »k-means cluster« (relativni prostor).

MERJENEC	4 GRUČE	3 GRUČI	2 GRUČI
merjenec 1	3	2	2
merjenec 2	3	2	2
merjenec 3	1	1	1
merjenec 5	3	2	2
merjenec 6	1	2	1
merjenec 9	2	1	1
merjenec 10	3	2	2
merjenec 11	1	2	1
merjenec 13	2	2	2
merjenec 14	3	2	2
merjenec 15	1	1	1
merjenec 17	2	2	2
merjenec 18	3	2	2
merjenec 19	2	2	2
merjenec 21	1	2	1
merjenec 23	3	2	2
merjenec 26	1	1	1
merjenec 27	2	3	2

V relativnem prostoru delitve po različnih metodah razvrščanja v gruče (Preglednica 23, Preglednica 24, Preglednica 25) dajo nekoliko stabilnejšo sliko kot v absolutnem prostoru (Preglednica 11, Preglednica 12, Preglednica 13): hierarhični metodi data pri delitvi na 3 skupine enak rezultat in najdeta isti dve skupini; delitev na 2 skupini po metodi »k-means cluster« pa drugače od omenjenih metod razvrsti le 3 merjence. Če iščemo obstoj štirih skupin, spet obe hierarhični metodi drugače razdelita le 3 merjence, metoda »k-means cluster« pa se po rezultatih razlikuje kar precej od obeh hierarhičnih metod, v vseh primerih pa delitev na 4 skupine kaže možnost obstoja treh skupin.

6.3.4. PRIMERJAVA REZULTATOV MULTIVARIATNIH METOD

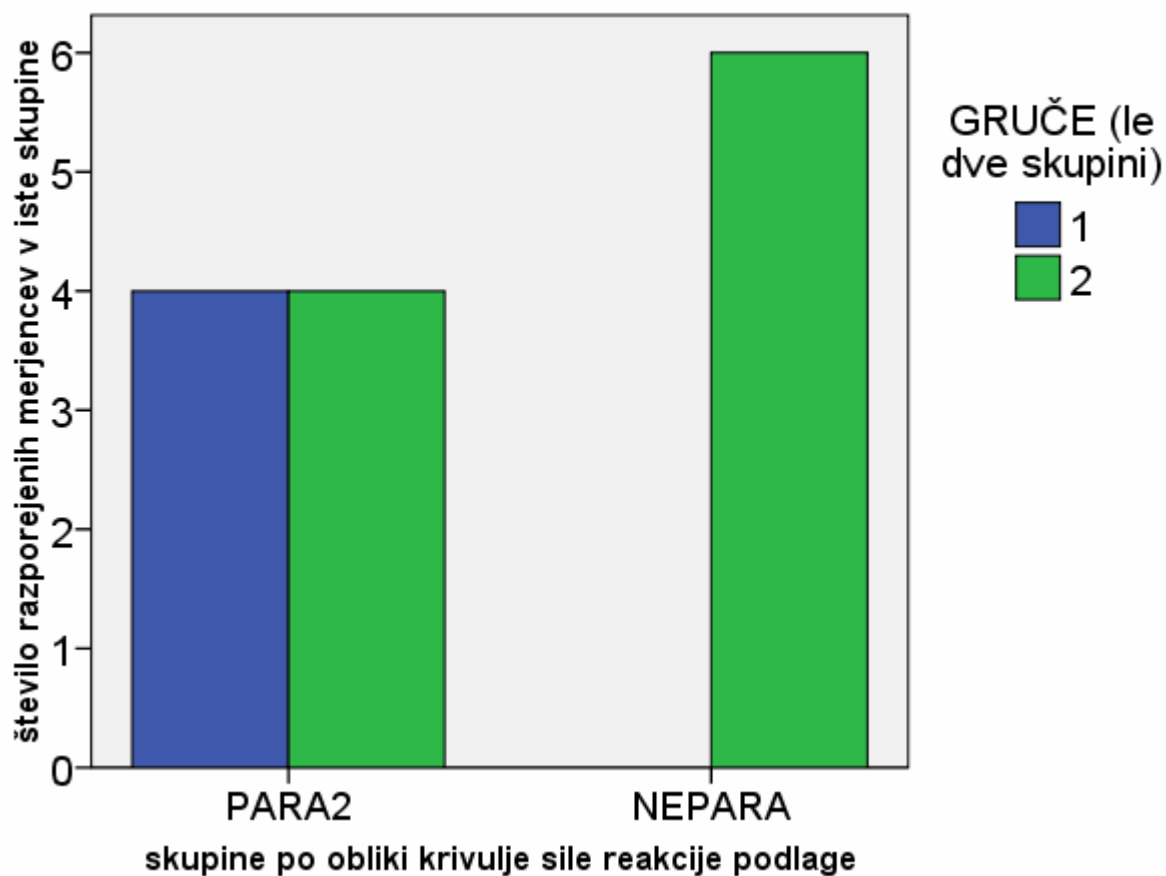
Diskriminantna analiza v relativnem prostoru z vsemi parametri ne potrdi obstoja ne dveh (Preglednica 17), ne treh skupin (Preglednica 16; obstoj treh skupin je statistično značilen šele z zoženim naborom 4 parametrov), pač pa rezultati analize gruč kažejo na obstoj treh skupin bolj prepričljivo kot v absolutnem prostoru (Preglednica 23, Preglednica 24, Preglednica 25). Kakorkoli pa je skladnost rezultatov analize gruč in diskriminantne analize pomembna, saj bi to pomenilo, da smo pri diskriminantni analizi obstoj skupin predpostavili pravilno, torej

različne oblike krivulje sile na podlago dejansko odražajo različne načine skakanja (in je primerna tudi uporabljena parametrizacija).

Preverjanje je bilo opravljeno v dveh delih – posebej za dve in posebej za tri skupine, saj smo tako izpustili vsakič le tri merjence, ki so bili različno razdeljeni (poleg štirih, ki jih v analizo gruč nismo mogli zajeti, saj niso imeli izmerjenih EMG signalov vseh mišic); če bi upoštevali le vse merjence, ki jih vse metode enako razdelijo, bi jih ostalo pa le 11, kar smo imeli za preveliko izgubo informacije.

Če obravnavamo dve poskupini v našem vzorcu, PARA2 in NEPARA po diskriminantni analizi in skupini 1 in 2 po analizi gruč, pri iskanju le dveh skupin, je kontingenčni koeficient statistično značilen ($p=0,04$) in znaša 0,48, skupine pa se ujemajo takole (Slika 16):

Stolpični grafikon



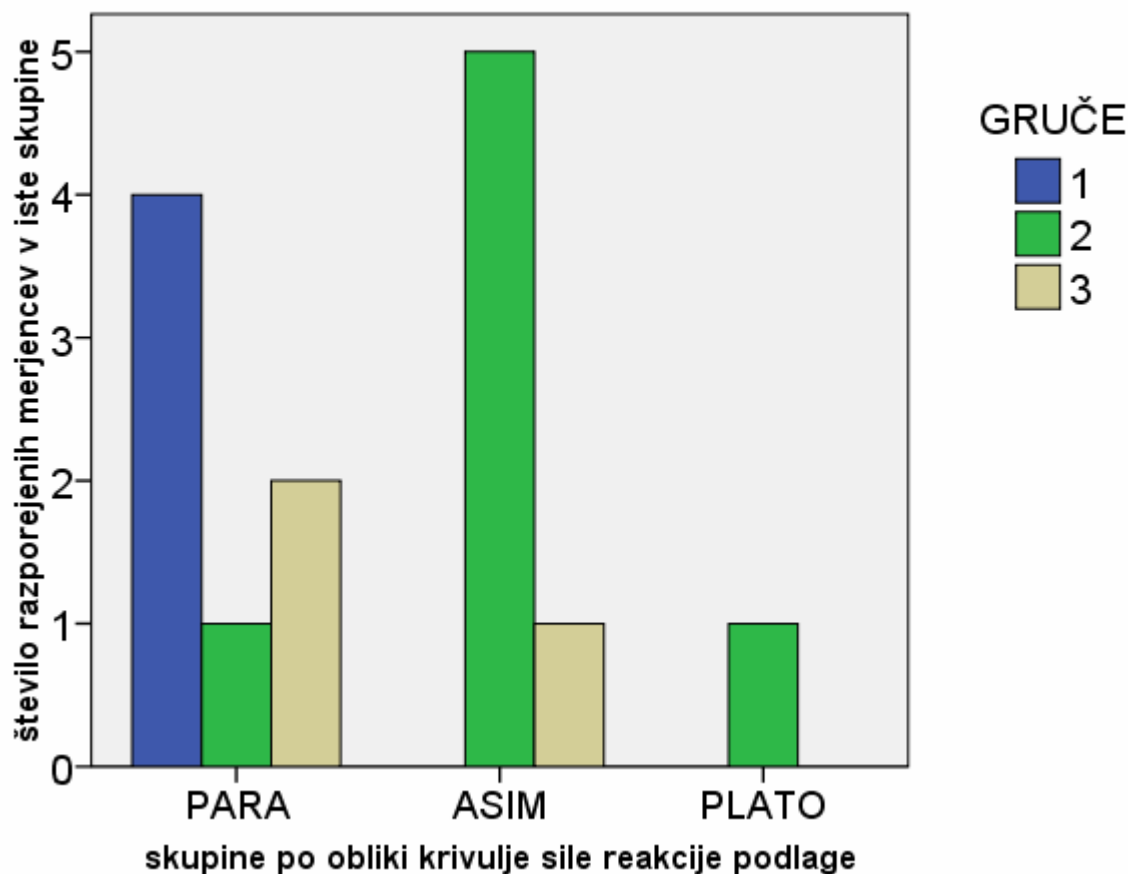
Slika 21: ujemanje dveh skupin v relativnem prostoru po multivariatnih metodah.

Oznaki »1« in »2« pri gručah pomenita dobljeni skupini merjencev po analizi gruč, kjer smo upoštevali le enako razvrščene merjence po predstavljenih metodah.

Skupina 1 (Slika 16) iz analize gruč se v celoti pokriva s skupino PARA2 (4 merjenci), pač pa se 7 merjencev iz skupine 2 ujema s skupino NEPARA, štirje pa s skupino PARA2. V deležih to pomeni, da malo manj kot dve tretjini skupine 2 sovpada s skupino NEPARA, malo več kot tretjina pa s skupino PARA2.

V primeru treh skupin pa je ujemanje sledeče (Slika 17):

Stolpični grafikon



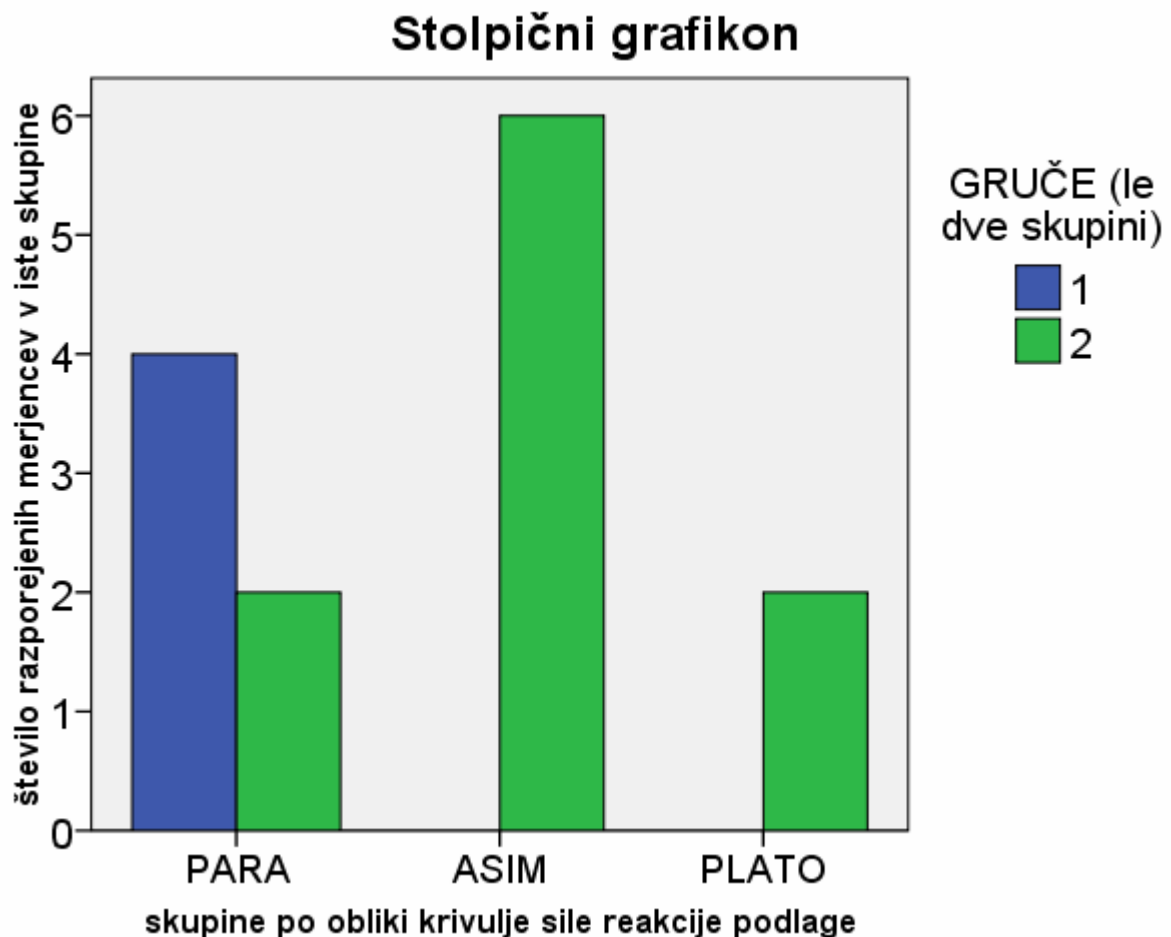
Slika 22: ujemanje treh skupin v relativnem prostoru po multivariatnih metodah.

Oznake »1«, »2« in »3« pri gručah pomenita dobljeni skupini merjencev po analizi gruč, kjer smo upoštevali le enako razvrščene merjence po predstavljenih metodah.

Kontingenčni koeficient v tem primeru znaša 0,608 in ni statistično značilen ($p=0,089$), kar pomeni, da moramo zavrniti hipotezo, da sta delitvi povezani (da gre za enaki, ali vsaj zelo podobni delitvi), res pa statistična značilnost kontingenčnega koeficienta ni zelo daleč od meje statistične značilnosti.

Vsi merjenci iz skupine 1 (Slika 17) so še vedno v skupini PARA, skupina 2 se razen dveh merjencev prekrije s skupino ASIM, ostala dva merjenca pa sta vsak v svoji skupini – eden v skupini PARA, drugi pa v skupini PLATO; pač pa se tretja skupina (le trije merjenci) razdeli takole: dva merjenca se uvrščata v skupino PARA, eden pa v ASIM.

Ker iz rezultatov programa SPSS ne moremo direktno sklepati na to, koliko so gruče med seboj statistično značilno različne, je bila opravljena tudi primerjava dveh skupin po analizi gruč (vse tri uporabljene metode v tem primeru drugače razvrstijo le tri merjence), ter treh skupin po diskriminantni analizi (Slika 18):



Slika 23: ujemanje skupin v relativnem prostoru po multivariatnih metodah (3 skupine po diskriminantni analizi in dve skupini po analizi gruč).

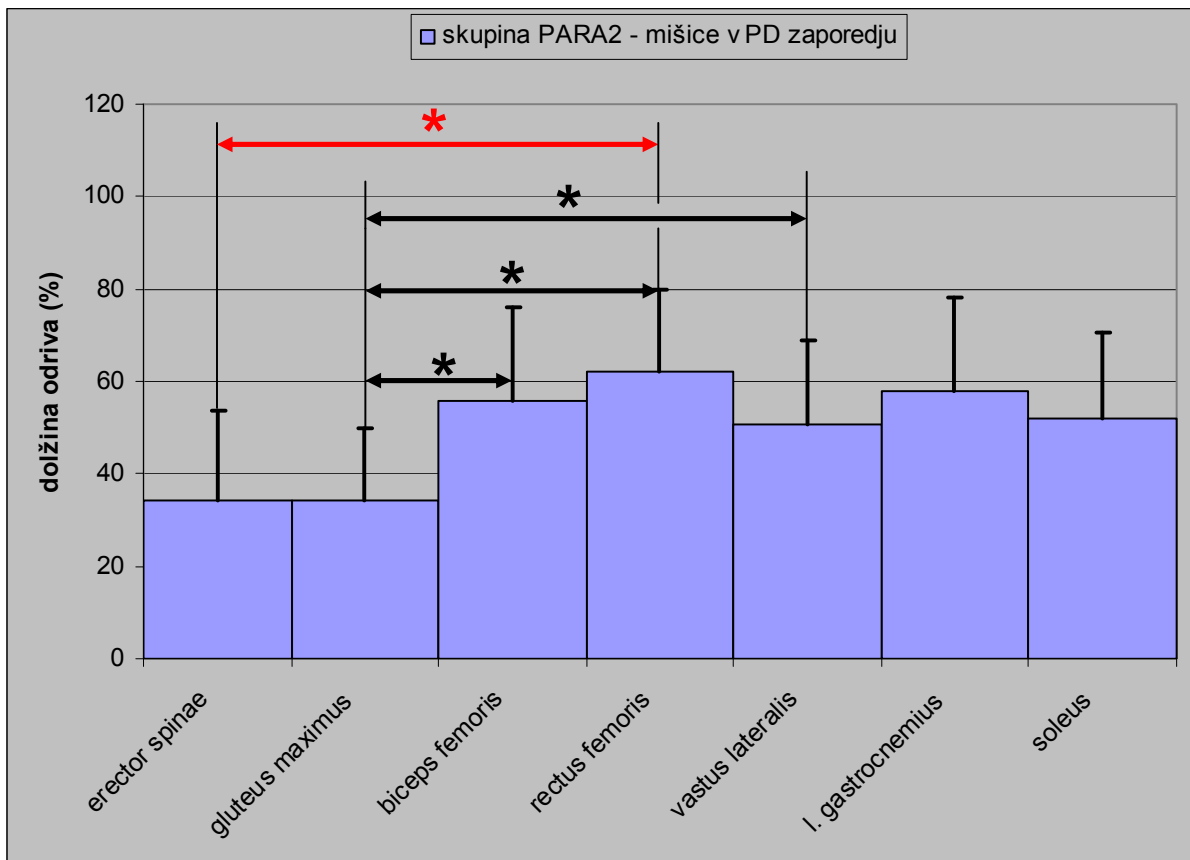
Oznaki »1« in »2« pri gručah pomenita dobljeni skupini merjencev po analizi gruč, kjer smo upoštevali le enako razvrščene merjence po predstavljenih metodah.

V tem primeru pa sta delitvi statistično značilno povezani, $p=0,024$ za kontingenčni koeficient, ki znaša 0,590. Ponovno se skupina 1 v celoti ujema s skupino PARA (Slika 18), v skupini 2 pa se po dva merjeneca uvrstita v skupini PARA in PLATO, ostalih 6 pa v ASIM; upoštevati moramo tudi, da se v slučaju treh skupin vsi merjenci, ki spadajo v 3. skupino po

analizi gruč, v njo uvrstijo iz 2. skupine (Preglednica 23, Preglednica 24, Preglednica 25), torej v tem primeru (Slika 18) skupina 2 zajema tako skupini 2, kot 3 v primeru treh skupin po analizi gruč (Slika 17).

6.3.5. ZAPOREDJE PROŽENJA MIŠIC

Zadnje, kar moramo preveriti je, v kakšnem zaporedju dosegajo T_{max}EMG mišice v opazovanih skupinah. Tako kot v absolutnem prostoru smo uporabili ANOVO za ponovljene meritve, za statistično značilne razlike pa smo pri post-hoc testiranju upoštevali Bonferronijev kriterij. V primeru obstoja dveh skupin je zaporedje (normaliziranih) T_{max}EMG mišic v skupini PARA2 naslednje (Slika 19):

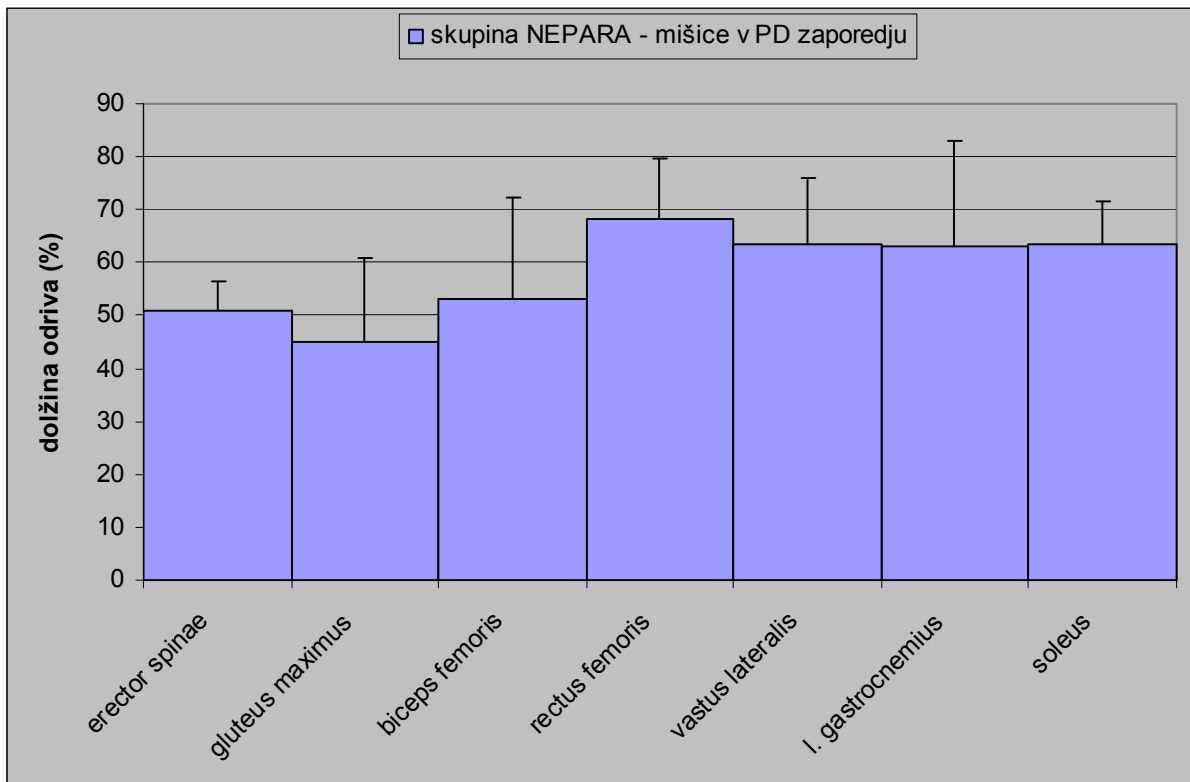


Slika 24: normalizirani časi maxEMG opazovanih mišic za skupino PARA2.

Med T_{max}EMG ERE in RF (označeno rdeče), ter T_{max}EMG GLUT in BF, ter GLUT in RF in GLUT in VL (označeno črno) so statistično značilne razlike (* pomeni p≤0,05).

Statistično značilno se po normaliziranih TmaxEMG razlikujejo naslednje mišice (Slika 19): GLUT ($0,343 \pm 0,157$) in BF ($0,558 \pm 0,201$, $p = 0,033$), GLUT in RF ($0,620 \pm 0,18$, $p = 0,01$), GLUT in VL ($0,507 \pm 0,182$, $p = 0,044$) ter ERE ($0,341 \pm 0,197$) in RF ($0,620 \pm 0,18$, $p = 0,014$). V ostalih primerih ni statistično značilnih razlik, vseeno pa lahko vidimo, da najhitreje dosežeta normaliziran TmaxEMG mišici ERE in GLUT sledita VL ($0,507 \pm 0,182$) in SOL ($0,522 \pm 0,186$), najkasneje pa se aktivirajo vse dvosklepne mišice, BF ($0,558 \pm 0,201$), RF ($0,620 \pm 0,18$) in LG ($0,578 \pm 0,205$).

V skupini NEPARA se mišice po (normaliziranih) TmaxEMG statistično značilno ne razlikujejo med seboj (Slika 20):

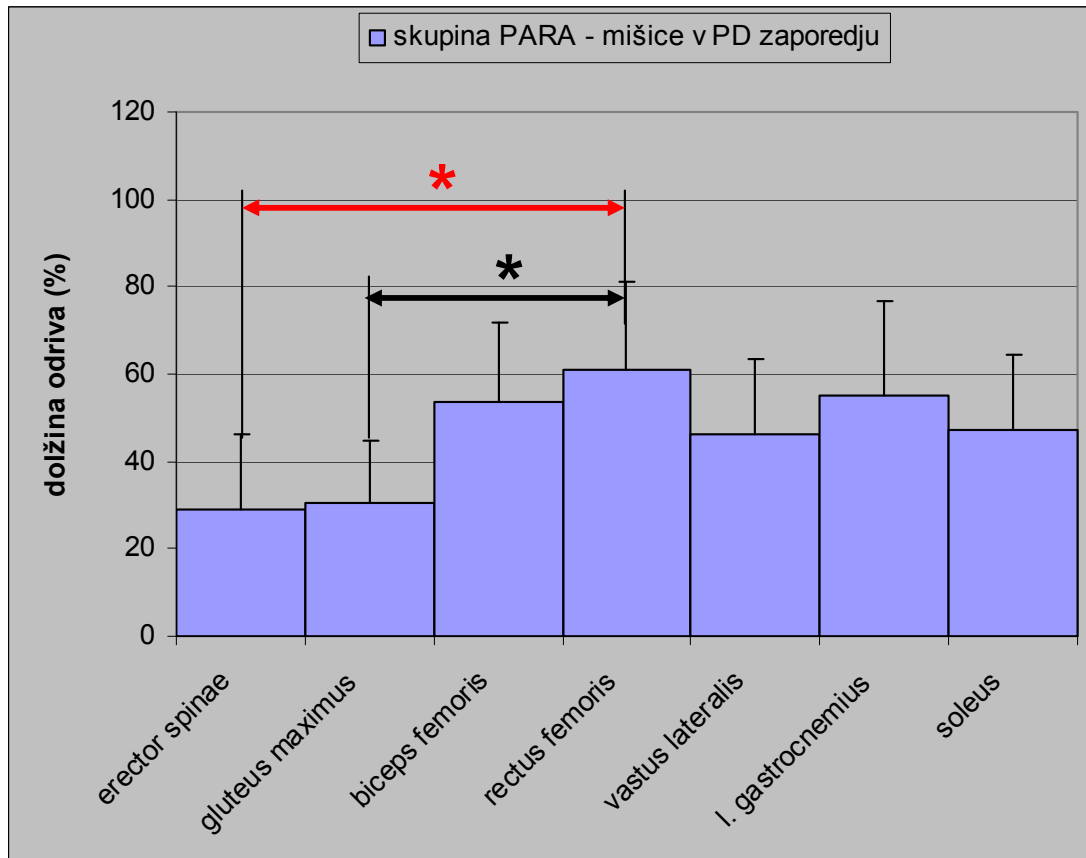


Slika 25: normalizirani časi maxEMG opazovanih mišic za skupino NEPARA.

Čeprav razlike ne dosegajo nivoja statistične značilnosti, pa kljub temu mišice ne dosežejo (normaliziranega) TmaxEMG hkrati: najhitreje doseže TmaxEMG GLUT ($0,449 \pm 0,161$), sledi ERE ($0,509 \pm 0,056$) in nato BF ($0,530 \pm 0,152$). VL ($0,633 \pm 0,128$), LG ($0,632 \pm 0,197$) in

SOL ($0,633 \pm 0,082$) so maksimalno aktivne praktično hkrati, RF ($0,683 \pm 0,112$) pa ima TmaxEMG zadnja, vendar so vse razlike med TmaxEMG mišic zgolj kvalitativne.

Pri delitvi v tri skupine pa je zaporedje proženja mišic v skupini PARA naslednje (Slika 21):



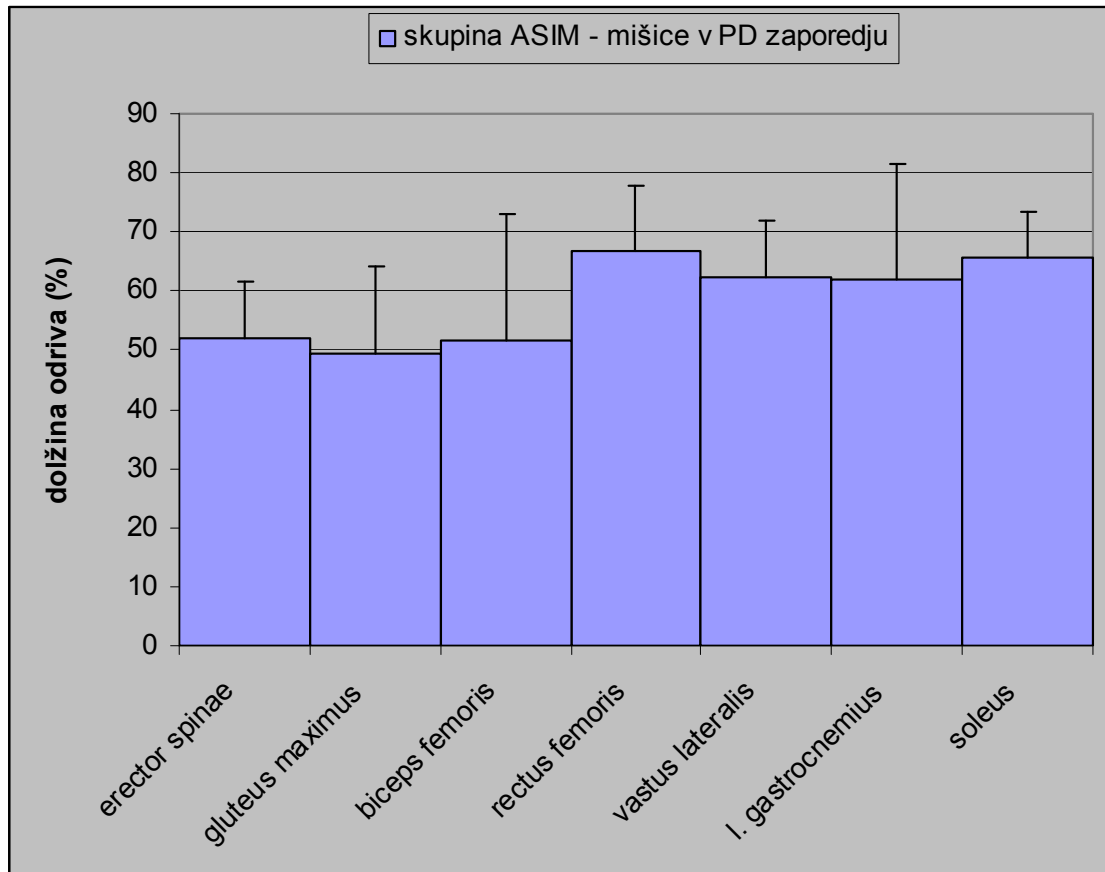
Slika 26: normalizirani časi maxEMG opazovanih mišic za skupino PARA.

Med TmaxEMG ERE in RF (označeno rdeče), ter TmaxEMG GLUT in RF (označeno črno) so statistično značilne razlike (* pomeni $p \leq 0,05$).

Do statistično značilnih razlik pride le med (normaliziranimi) TmaxEMG ERE ($0,291 \pm 0,170$, Slika 21) in RF ($0,609 \pm 0,201$), ter GLUT ($0,304 \pm 0,143$) in RF. Ostale razlike med TmaxEMG niso statistično značilne, kvalitativno (na nivoju statistično neznačilnih razlik) pa imata ERE in GLUT najhitreje trenutek maksimalnega EMG signala, sledita enosklepna ekstenzorja VL ($0,462 \pm 0,170$) in SOL ($0,472 \pm 0,174$), dvosklepne mišice pa so na koncu;

prva med njimi se maksimalno aktivira BF ($0,538 \pm 0,180$), praktično hkrati z LG ($0,551 \pm 0,218$), zadnja izmed vseh opazovanih mišic pa TmaxEMG doseže RF ($0,609 \pm 0,201$).

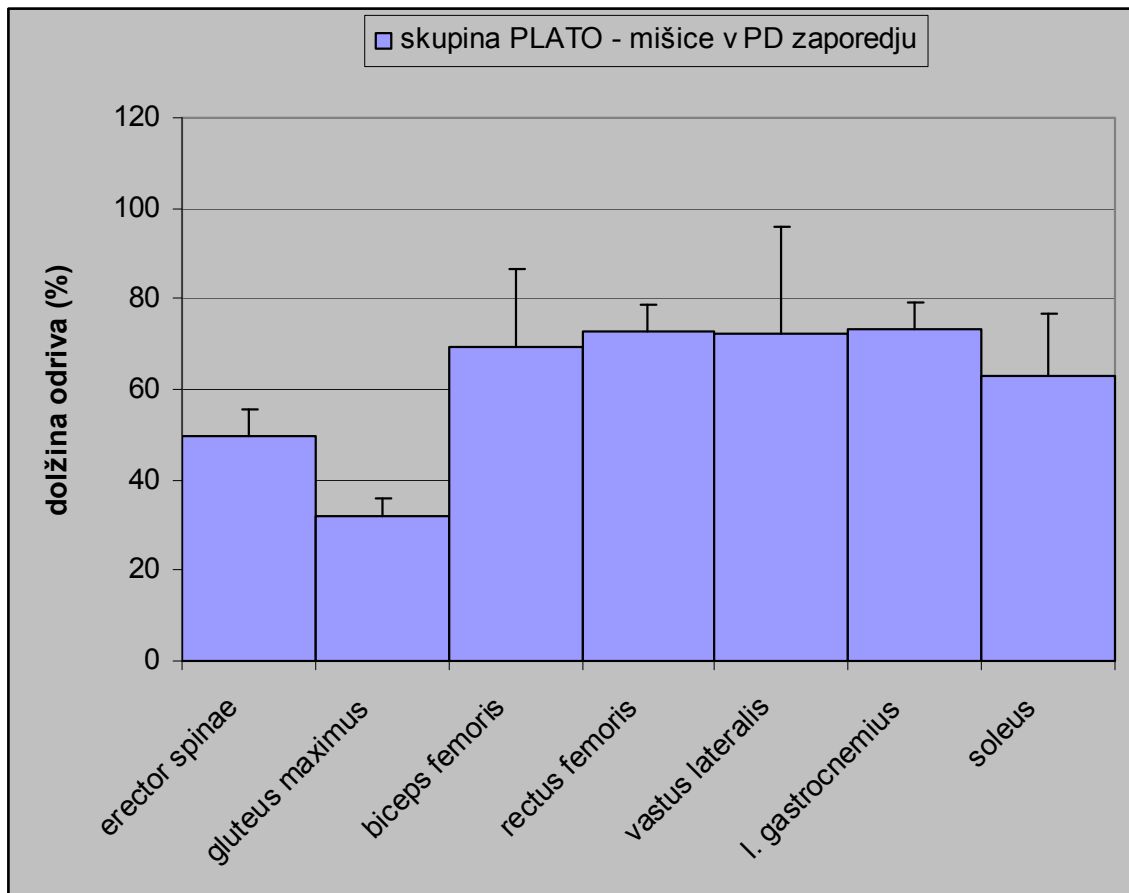
Med normaliziranimi TmaxEMG opazovanih mišic v skupini ASIM ni statistično značilnih razlik v nobenem primeru (Slika 22):



Slika 27: normalizirani časi maxEMG opazovanih mišic za skupino ASIM.

Vse mišice dosežejo TmaxEMG med polovico in 70 % odriva (Slika 22). Na nivoju kvalitativnih (statistično neznačilnih) razlik najhitreje dosežejo (normaliziran) TmaxEMG mišice, povezane z iztegovanjem kolka: najprej GLUT ($0,494 \pm 0,148$), nato praktično hkrati BF ($0,517 \pm 0,212$) in ERE ($0,520 \pm 0,096$), sledita LG ($0,621 \pm 0,196$) in VL ($0,624 \pm 0,093$) tudi skoraj hkrati, nekoliko kasneje pa SOL ($0,655 \pm 0,078$). Nazadnje ima trenutek maksimalnega EMG signala RF ($0,669 \pm 0,109$).

Tudi v skupini PLATO ne pride do statistično značilnih razlik med normaliziranimi T_{max}EMG opazovanih mišic (Slika 23):



Slika 28: normalizirani časi maxEMG opazovanih mišic za skupino PLATO.

Kljub temu pa opazimo, da daleč najhitreje doseže (normaliziran) T_{max}EMG GLUT ($0,318 \pm 0,043$, Slika 23), sledi ERE ($0,496 \pm 0,058$) in SOL ($0,632 \pm 0,134$). Ostale mišice imajo treutek maksimalnega EMG signala približno hkrati: prva med njimi je BF ($0,694 \pm 0,172$), sledi VL ($0,723 \pm 0,238$) ter RF ($0,728 \pm 0,058$) in LG ($0,733 \pm 0,061$). Da statistično značilnih razlik ni je zelo verjetno posledica dejstva, da sta v tej skupini ostala razvrščena le dva merjenca.

7. RAZPRAVA

7.1. IZHODIŠČA – OPAŽANJA RAZLIČNIH IZVEDB SKOKOV SJ IN CMJ

Kar nekaj raziskav (Bobbert in van Ingen Schenau (1988), Pandy in Zajac (1991), Ravn et al. (1999), Haguenaer, Legreneur in Monteil (2006), Bobbert, Jaspers in Sijpkens (1994)) nakazuje možnost, da dobri skakalci skačejo SJ skoke vedno na enak način in to po proksimalno-distalnem načelu.

Poleg teh raziskav pa obstajajo druge, ki kažejo na to, da je možno skoke skakati na različne načine: Hasson et al. (2004) so dobili za štart pri SJ tri različne načine izvedbe, Ravn et al. (1999) su ugotovili, da je možno tako SJ, kot CMJ skoke izvesti bodisi simultano, bodisi proksimalno-distalno, odvisno od posameznika. Glede na obstoj več načinov izvedbe skakanja, je zanimivo tudi vprašanje, ali se te razlike kažejo tudi med dobrimi in slabimi skakalci. Odgovor na to vprašanje sta iskala Aragón-Vargas in Gross (1997) in dobila, da dobrih skakalcev od slabih ne loči koordinacija, ampak proizvedena odzivna moč. To z drugimi besedami pomeni, da gibalna strategija ni povezana s tem, kako visoko kdo skoči.

Eden izmed osnovnih ciljev naloge je, da ugotovimo, ali je možno zgolj na podlagi oblike krivulje sile reakcije podlage ločiti različne značilne načine izvajanja SJ skokov, ker je naš namen, da bi lahko napovedali delovanje mišic iz znane oblike krivulje sile na podlago. Zato je ključnega pomena odgovor na vprašanje, ali vsi merjenci skačejo na enak način ali ne in ali je določen vzorec aktivacije povezan z določeno obliko krivulje sile na podlago. Dalje pa nas zanima, ali merjenci dobre skoke izvajajo po proksimalno-distalnem (PD) načelu.

7.2. REZULTATI DISKRIMINANTNE ANALIZE

Po obliki krivulje sile na podlago so se med meritvami izoblikovale tri različne skupine skokov: PARA (Slika 2), ASIM (Slika 3) in PLATO (Slika 4), katere se ločijo tudi po kvalitativno drugačnih krivuljah EMG signala (Slika 5, Slika 6, Slika 7).

Nekatere krivulje (mejni primeri) so kazale lastnosti dveh ali celo vseh treh skupin; te so bile razdeljene v izbrane tri skupine na podlagi rezultatov diskriminantne analize (poglavje 6.1., str. 34 spodaj) v obstoječe tri skupine tako, da so bile razlike med skupinami čim večje (načelo maksimizacije razlik).

Domnevo, ali skakalci dejansko skačejo SJ na tri različne načine in tvorijo tri značilno različne skupine (PARA, ASIM, PLATO) smo statistično preverili z diskriminantno analizo (DIANA). Rezultati DIANE v absolutnem (časovnem) prostoru potrjujejo, da na našem vzorcu merjencev, ob izbrani parametrizaciji obstajajo opažene tri skupine PARA, ASIM in PLATO (Preglednica 3, $p = 0,032$), oziroma, statistično korektnije, zavrnilo hipotezo, da na našem vzorcu ne obstajajo skupine različnih skokov.

Iz statističnih razlogov (majhnost vzorca, razmerje števila spremenljivk proti merjencem) je obstoj skupine PLATO v statističnem smislu vprašljiv (zelo nizke povezanosti spremenljivk z drugo diskriminantno funkcijo, Preglednica 5). Zato smo preverili tudi obstoj dveh skupin, kjer smo mejne primere iz skupin PARA in ASIM ponovno razvrščali v skupini PARA2 in NEPARA v skladu z načelom o maksimizaciji razlik. Diskriminantna analiza obstoja dveh skupin ne potrjuje z naborom vseh opazovanih parametrov (Preglednica 6, $p = 0,522$), pa tudi štirih skupin ne (Preglednica 7, $p = 0,086$).

Da bi lahko ugotavljali kvaliteto veljavnosti rezultatov, smo DIANO ponovili tudi z zožanim naborom spremenljivk (poglavje 6.2.2., str. 49). Le-te smo določili na podlagi dveh statističnih in enega vsebinskega kriterija: 1. univariatno razlikovanje skupin (ANOVA, Preglednica 1); 2. čim manjša korelacijska povezanost, 3. interpretabilnost rezultatov.

Obstoj treh skupin smo potrdili z obema zoženima naboroma rezultatov, obstoj dveh skupin pa le z DIANO z le dvema spremenljivkama (priloga 3); preverili smo tudi obstoj štirih skupin, kjer so poleg skupin PARA, ASIM in PLATO v 4. skupini bili zbrani mejni primeri skokov, a njihovega obstoja nismo potrdili z nobenim uporabljenim naborom parametrov tako v absolutnem, kot relativnem prostoru.

Za razliko od absolutnega prostora v relativnem prostoru (normaliziran čas odziva) potrdimo obstoj treh skupin šele z zoženim naborom parametrov (Preglednica 22), dveh ne (priloga 5), s polnim naborom spremenljivk pa ne moremo ovreči hipoteze, da v našem vzorcu obstajajo podskupine, saj ne potrdimo obstoja ne dveh (Preglednica 16), ne treh (Preglednica 17), ne štirih skupin (Preglednica 18). To lahko pomeni, da bodisi obstaja enotna gibalna strategija (enotna struktura skokov), bodisi da z dano parametrizacijo skupine, oblikovane na podlagi oblike krivulje sile na podlago v relativnem prostoru ne ločimo najboljše (in potem uporabljena parametrizacija ni najbolj primerna v relativnem prostoru).

7.3. ANALIZA GRUČ IN UJEMANJE REZULTATOV Z DISKRIMINATNO ANALIZO

Da imeli več informacij o objektivnosti in veljavnosti rezultatov, dobljenih z diskriminantno analizo in da bi testirali tudi primernost uporabljene parametrizacije za naš problem, smo za razvrščanje skokov uporabili poleg DIANE še drugo metodo in sicer metodo razvrščanja v skupine (gruče; »cluster« analiza ali krajše analiza gruč). V tem primeru analiza sama razvrsti skoke v skupine iz danega vzorca na podlagi določenih (matematičnih) kriterijev združevanja, ti pa so odvisni od izbrane (pod)metode. V nalogi so bile za zagotavljanje stabilnosti in objektivnosti rezultatov analize gruč uporabljene 3: a) metoda povezanosti med skupinami, b) metoda povezanosti znotraj skupin, c) metoda hitrega razvrščanja (v SPSS »k-means« razvrščanje v gruče).

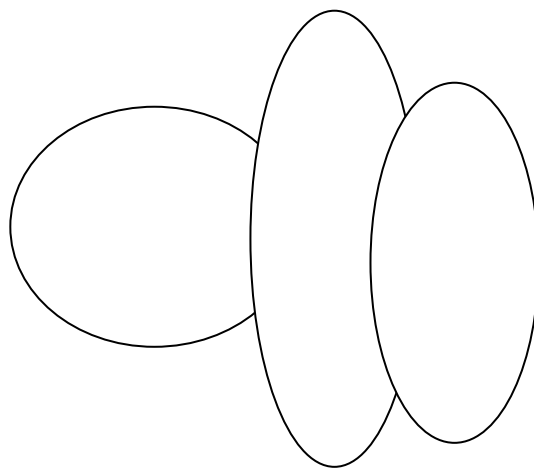
Rezultati analize gruč so bili po vseh metodah dokaj podobni; v absolutnem prostoru smo z analizo gruč dobili le dve večji skupini, namesto treh skupin pa smo dobili kvečjemu dve skupini in dva posameznika, ki sta tvorila vsak svojo skupino in se statistično torej obnašata

kot neznačilna predstavnika vzorca – in zelo verjetno populacije («outlierja»; v obeh primerih gre za skoke, ki so bili daleč najbolj asimetrični).

V relativnem prostoru so rezultati analize gruč stabilnejši kot v absolutnem prostoru, saj vse 3 metode pri delitvi na dve skupini drugače razdelijo le 3 skoke (Preglednica 23, Preglednica 24, Preglednica 25), poleg tega pa se tudi pri delitvi treh skupin hierarhični metodi razlikujeta spet po drugačni delitvi le treh merjencev, metoda hitrega razvrščanja pa od obeh odstopa nekoliko bolj. Po vseh treh metodah analize gruč pa se v relativnem prostoru kažejo tri različne skupine.

Tako se ponovno kaže problem, da imamo razloge, da bi potrdili tako obstoj dveh, kot treh skupin, ponoviti pa velja, da uporabljena parametrizacija morda ni najbolj primerna za analizo v relativnem prostoru, saj je lahko slabše razločevanje skupin tudi zgolj posledica uporabljene parametrizacije.

Pač pa lahko zaključimo, da so skupine skokov v absolutnem prostoru med seboj povezane in deloma prekrite, med seboj niso ločene (Slika 24):



Slika 29: model prekrivajočih se skupin podatkov v naši raziskavi.

Postane tudi logično, zakaj različne metode zato združijo podatke le podobno, ne pa enako in zakaj enkrat dobimo bolj verjetno obstoj dveh, drugič pa treh skupin, saj odvisno od kriterijev združevanja v gruče (ali DIANO), merjenci včasih preidejo iz ene gruče v drugo po različnih metodah.

Če skušamo rezultatom dodati nekaj vsebine, bi pričakovali, da bomo z vidika delovanja telesa imeli tri skupine: v skupini ASIM (Slika 3, Slika 6, Preglednica 1) imamo počasne skoke, merjenci ne zmorejo zgenerirati sile hitro ampak do največje sile sila narašča počasi, morda zaradi šibkosti proksimalnih mišic (Slika 14, Šarabon in Strojnik, 2002).

V skupini PLATO (Slika 4, Slika 7, Preglednica 1) pa imajo merjenci težave z generacijo velikih sil, sile med odzivom so manjše pri ostalih dveh skupinah (priloga 7). Zaradi česa do tega pride, je vprašanje, dejstvo pa je, da signala mišic ERE in LG kažeta (Slika 7), da se mišici dvakrat vklopita do maksimuma; če bi ti mišici bili zgolj šibki, bi bili najbrž aktivni brez (izrazitih) minimumov med trajanjem aktivacije. Torej gre pri tej skupini verjetno za problem koordinacije oziroma programiranja giba, ker se iztegovanje trupa med odzivom prekinja, morda zaradi ohranjanja ravnotežja (Strojnik, 1998), manj verjeten pa je pojav inhibicije delovanja mišic.

Z vidika oblike krivulje sile na podlago so tako najboljši skoki iz skupine PARA (Slika 2, Slika 5, Preglednica 1): merjenci so bili sposobni odriniti hitro in z velikimi odrivnimi silami.

Delitev na vsaj dve skupini je zato logična: v prvi skupini so skakalci PARA2, v drugi skupini skakalci NEPARA, skupini pa loči to, da so v skupini NEPARA merjenci, ki niso uspeli odriniti hkrati hitro in močno, ampak so odrinili počasi in močno, ali hitro in šibko, poenostavljeno, gre za delitev na dobre in slabe skoke, za katero pa imamo osnovo tudi v matriki strukture pri rezultatih DIANE (obstoj skupine je statistično PLATO je vprašljiv – majhnost vzorca, razmerje števila spremenljivk proti merjencem in predvsem zelo nizke povezanosti spremenljivk z drugo diskriminantno funkcijo v matriki strukture, Preglednica 5). Poleg tega po analizi gruč v absolutnem prostoru najdemo tudi zgolj dve gruči in delitvi na dve skupini PARA2 in NEPARA (po obliki krivulje sile reakcije podlage) ter dve gruči sta statistično značilno povezani tako v absolutnem ($C=0,53$, $p=0,024$, Slika 9) kot tudi relativnem prostoru ($C=0,48$, $p=0,04$, Slika 16) in ima delitev na zgolj dve skupini PARA2 in NEPARA tako tudi statistično osnovo. Omeniti velja, da se gruče v absolutnem in relativnem prostoru razlikujejo zaradi matematične narave analize gruč.

Delitvi na tri skupine (PARA, ASIM in PLATO) po obliki krivulje sile reakcije podlage in v dve gruči sta tudi statistično povezani v obeh prostorih (absolutni: $C=0,591$, $p=0,031$, Slika 10, relativni: $C=0,590$, $p=0,024$, Slika 18) in razlogi za to testiranje so statistični – DIANA potrjuje obstoj treh skupin (v absolutnem prostoru, v relativnem ga pa nakazuje), analiza gruč pa zagotavlja obstoj vsaj dveh gruč (v obeh prostorih).

Blizu meje statistične značilnosti, a je ne doseže, pa je povezanost delitev na 3 skupine (PARA, ASIM in PLATO) in 3 gruče ($C=0,608$, $p=0,089$, Slika 17) in strogo vzeto ni dovolj statističnih razlogov, da ne bi zavrnilo hipoteze, da sta delitvi povezani. Ker pa smo blizu meje statistične značilnosti, v vseh ostalih primerih pa je povezava delitev po obeh multivariatnih metodah statistično potrjena, je bolj verjetno, da do tega pride zaradi še vedno majhnega vzorca (in je statistično problematičen obstoj skupine PLATO) in morda tudi zaradi uporabljene parametrizacije. Ta je primerna za opis EMG krivulj zaradi narave delovanja mišic v skupinah PARA (Slika 5) in ASIM (Slika 6), ne pa nujno za PLATO (Slika 7, več maksimumov EMG signala), morda pa bi potrebovali kak drug parameter za opis krivulje sile na podlago (npr. iznos (normalizirane) sile, dolžina platoja, če se pojavi...), vendar bi bilo potrebno paziti, da število parametrov ne naraste preveč.

Z vidika strukture skokov (relativni prostor) imamo najboljše definirane skoke v gruči 1, saj se v vseh primerih v celoti uvrsti v le v eno skupino, oblikovano po krivulji sile podlage: PARA2 ali PARA na podvzorcju enako razdeljenih skokov po analizi gruč. Dobro sta definirani tudi skupini NEPARA v primeru dveh skupin in skupini ASIM in PLATO v primeru ujemanja delitev dveh gruč in treh skupin tako v absolutnem (Slika 10), kot relativnem prostoru (Slika 17). Je pa struktura skokov teh skupin že slabše definirana kot struktura skokov v gruči 1, saj se skoki iz gruče 2 uvrščajo tako v skupini PARA2 in NEPARA v primeru dveh skupin, oziroma v vse tri skupine v primeru delitve na tri skupine po obliki krivulje sile podlage.

V primeru treh skupin in treh gruč (Slika 17) pa ima najslabše definirano strukturo skupina PARA, nato ASIM in PLATO pa najboljše; res pa ta kvaliteta definiranosti strukture skoka ne dosega tiste pri gruči 1, ker je gruča 2, ki zajema svojo strukturo, razširjena na prav vse 3 skupine (še PARA in ASIM), prav ta gruča 2 pa definira tudi PLATO. Tako je gruča 2 ravno

tako nejasno definirana kot skupina PARA, gruča 3 pa ima definiranost strukture na nivoju skupine ASIM, ker je razširjena tako na skupino PARA, kot ASIM.

7.4. LASTNOSTI SKUPIN PARA, ASIM IN PLATO

Po rezultatih univariatne analize (ANOVA) se skupine, opažene na osnovi oblike krivulje sile na podlago (PARA, ASIM in PLATO) med seboj razlikujejo v absolutnem prostoru po naslednjih parametrih (Preglednica 1): tFmax, času odrida, TmaxEMG mišic VL in SOL, blizu meje pa so še TmaxEMG ERE, GLUT in TmaxEMG RF.

Pomembna je ugotovitev, da se po post-hoc testih (Preglednica 1) med seboj po vseh parametrih razlikujeta le skupini PARA in ASIM, PARA in PLATO le po tFmax, statistično značilnih razlik med PLATO in ASIM ni, kar je bilo pomembno kasneje, pri delitvi skokov na dve skupini. Poleg tega rezultati post-hoc testov postavljajo po vprašaj obstoj skupine PLATO skupaj z rezultati diskriminantne analize, saj se skupina PLATO z izjemo tFmax od skupine PARA ne razlikuje po nobenem parametru od ostalih skupin.

Sledi, da se skupine med seboj razlikujejo po tem, v katerem trenutku odrida dosežejo trenutek maxEMG enosklepni ekstenzorji in posledično, kdaj med odiranjem proizvedejo maksimalno silo med odrivom.

To je zgolj logična posledica tega, da se skupine značilno razlikujejo po času odrida in sicer so skoki skupine PARA izvedeni najhitreje (Preglednica 1), ASIM skoki so najpočasnejši in primerljivo dolgi s skoki PLATO in tu lahko iščemo razlago za multikolinearnost nekaterih parametrov (Preglednica 4).

Med seboj se skupine razlikujejo po zaporedjih proženja mišic zgolj kvalitativno (Slika 11 – Slika 15), edine statistično značilne razlike med TmaxEMG mišic pa smo dobili le v skupinah PARA (Slika 13) in PARA2 (Slika 11) in to le med TmaxEMG ERE in RF ter TmaxEMG ERE in GLUT.

Skupini PARA (Slika 13) in PARA2 (Slika 11) sta si z vidika delovanja mišic podobni: najprej dosežeta v povprečju T_{maxEMG} ERE in GLUT, sledita VL in SOL; to do neke mere potrjuje (funkcionalen) PD princip gibanja. Zadnje pa dosežejo v povprečju T_{maxEMG} po vrsti BF, LG in RF. Tako zaporedje ne izključuje nujno PD gibanja na kinematičnem ali dinamičnem nivojih, vendar o tem ne moremo sklepati pri nobeni skupini, saj ni bilo obdealnih izmerjenih parametrov, na podlagi katerih bi o tem lahko sklepali.

Dejstvo, da vse dvosklepne mišice dosegajo T_{maxEMG} za enosklepnimi, ki so generatorji sil, tudi govori v prid učinkovitemu prenosu mehanske energije v PD smeri, saj je distalni sklep stabiliziran in tog v trenutku prenosa energije (dvosklepni ekstenzor »ojača« delo enosklepnega). Na ta način si lahko razlagamo tudi to, da RF vedno zadnji doseže T_{maxEMG}, v vseh skupinah (togost skočnega sklepa mora biti zadostna in aktiviran celoten triceps surae). Enake rezultate za RF sta dobila tudi Bobbert in van Ingen Schenau (1988) – Slika 5, kjer so dinamični in kinematični rezultati potrjevali PD princip gibanja.

Kvalitativno izgleda zaporedje proženja mišic v skupini ASIM (Slika 14) sicer še najbližje proksimalno-distalnemu vrstnemu redu, kjer GLUT v povprečju po T_{maxEMG} (231 ± 177 ms) za 9 ms prehiti ERE (240 ± 150 ms), RF (291 ± 142 ms) pa je še vedno zadnja. Če pa upoštevamo, da se vsi T_{maxEMG} vseh mišic pojavijo v razdobju približno 50 ms je mnogo bolj verjeten sklep, da so mišice pri teh skokih dejansko delovale bolj ali manj simultano. Ali to pomeni, da je bil prenos energije slab, ali pa, da je bila pomembnejša generacija energije (aktivnost enosklepnih ekstenzorjev) kot njen transport, na podlagi teh rezultatov ne moremo reči. Dejstvo pa je, da so v povprečju ti skoki najpočasnejši (415 ± 143 ms), torej generacija odzivnega impulza zelo verjetno ni optimalna.

Pač pa so v skupini ASIM (Slika 14) vsi ekstenzorji kolka dosegli T_{maxEMG} pred ostalimi (bolj distalnimi) mišicami in to do neke mere potrjuje PD princip gibanja na funkcionalnem nivoju. Poleg tega je v povprečju BF dosegel T_{maxEMG} (243 ± 177 ms) 33 ms pred VL (276 ± 128 ms), kar z vidika prenosa energije pomeni, da v tej skupini najbrž ni imel vloge prenosa energije, ampak je bila verjetno važnejša njegova vloga iztegovanja kolka. Podobno se nakazuje tudi pri mišicah LG (276 ± 169 ms) in SOL (286 ± 135 ms), a je zakasnitve med

njima zgolj 12 ms, tako da je vprašanje, ali je smiselno tako kratki zakasnitvi pripisovati nek funkcionalen pomen.

Z izjemo T_{max}EMG SOL je skupina ASIM (Slika 14) kvalitativno podobna skupini NEPARA (Slika 12), v skupini NEPARA pa SOL doseže T_{max}EMG praktično hkrati z VL in LG.

Skupina PLATO (Slika 15), kjer sta na koncu ostala razvrščena le 2 merjenca, je kvalitativno drugačna po zaporedju proženja mišic od ostalih dveh skupin. Kar jo loči od ostalih dveh skupin je, da ima GLUT v povprečju T_{max}EMG zelo hitro med odzivom (124 ± 8 ms), kar za 70 ms pred ERE (195 ± 37 ms) ter SOL (246 ± 35 ms), ki se v tej skupini maksimalno aktivira še pred VL (280 ± 73 ms). Poleg tega se v povprečju BF (274 ± 87 ms), RF (284 ± 2 ms), VL (280 ± 73 ms) in LG (288 ± 45 ms) maksimalno aktivirajo v razdobju 14 ms, kar pomeni, da najbrž delujejo hkrati. Zgodnja aktivacija SOL pa je najverjetneje kompenzacijski mehanizem za generacijo večje odzivne sile, saj imata merjenca te skupine težave z doseganjem velikih sil, morda pa je povezan zgolj s kontrolo gibanja težišča telesa (zgodnja opora na prste). Najbrž pa T_{max}EMG SOL ni povezan s stabilizacijo gležnja zaradi prenosa mehanske energije v distalni smeri, saj prehitijo po T_{max}EMG tudi VL.

Pri zaporedju T_{max}EMG mišic se v relativnem prostoru spremeni le to, da pride v skupini PARA2 do statistično značilnih razlik še med (normaliziranim) T_{max}EMG GLUT in BF, ter GLUT in VL, poleg statistično značilnih razlik med (normaliziranim) T_{max}EMG ERE in RF ter GLUT in RF, ki smo jih opazili že v absolutnem prostoru, vse ostale značilnosti zaporedja T_{max}EMG mišic ostanejo enake po ostalih skupinah.

Pač pa se v relativnem prostoru skupine med seboj razlikujejo le po normaliziranem T_{max}EMG ERE in T_{max}EMG SOL (Preglednica 15) in to le skupini PARA in ASIM, skupina PLATO se ne razlikuje od ostalih dveh skupin po nobenem parametru, kar ponovno postavlja pod vprašaj njen obstoj.

Dodatno lahko odsotnosti ostalih razlik med skupinami pripišemo pomen, da je delovanje mišic okoli kolena na nek način enako pri vseh treh skupinah (v smislu enotne strukture

gibanja), morda zaradi prenosa mehanske energije, ali pa čisto anatomskih in geometrijskih omejitev gibanja in bi bil tudi argument v prid enotni gibalni strategiji (rezultati DIANE ob uporabljeni parametrizaciji).

7.5. LASTNOSTI SKUPIN PARA2 IN NEPARA IN NJUNE RAZLIKE

Ker je vprašljivo, ali je obstoj treh skupin dejansko statistično precejšen (in koliko, če je, zaradi slabe povezanosti spremenljivk z 2. diskriminantno funkcijo v matriki strukture, Preglednica 5), smo analizirali tudi lastnosti le dveh skupin, PARA2 in NEPARA, oblikovanih na podlagi skupin PARA, ASIM in PLATO. V skupino PARA2 razvrstili vse skoke iz skupine PARA, v skupino NEPARA smo uvrstili skoke skupine ASIM in PLATO, mejne primere pa smo spet delili po principu maksimizacije razlik.

Pričakovano so skoki skupine PARA2 hitrejši po vseh obravnavanih parametrih, saj smo v skupino NEPARA združili skupini ASIM in PLATO, ki sta bili obe počasnejši od skupine PARA v primeru treh skupin; mejni primeri, ki so se uvrstili v skupino PARA2 pa se tudi uvrščajo med hitrejše skoke, kar je pričakovano.

Če merjence delimo le v dve skupini PARA2 in NEPARA (Preglednica 2), je v absolutnem prstoru statistično značilna še ena spremenljivka več, $T_{\max}EMG_{RF}$, kot v primeru delitve vzorca na tri skupine (Preglednica 1), a je $T_{\max}EMG_{GLUT}$ v tem primeru že daleč od statistične značilnosti.

Torej skupini PARA2 in NEPARA ločijo časi aktivacije enosklepnih ekstenzorjev z izjemo GLUT (strogo vzeto ERE ni enosklepna mišica, a ga glede na gibanje, ki ga povzroča v lumbo-sakralnem sklepu lahko tako obravnavamo) in posledično kdaj se med skoki pojavi maksimalna sila (tF_{\max}) poleg $T_{\max}EMG_{RF}$. Vloga aktivacije te mišice se običajno povezuje s prenosom energije iz kolčnega v kolenski sklep (Enoka, 1994, str. 247) in tako lahko sklepamo, da do prenosa energije preko kolenskega sklepa prihaja ob različnih časih pri obeh skupinah.

Preden tem razlikam pripisujemo nadaljnji pomen je smiselno, da ponovno opozorimo na dejstvo, da so skoki skupine PARA2 spet v povprečju hitrejši po času odziva (Preglednica 2)

od skokov NEPARA, tako da se posledično tudi vsi opazovani parametri v skupini PARA2 pojavijo prej, kot v skupini NEPARA.

Poleg zaporedja (povprečnih) časov maksimalnega proženja mišic (TmaxEMG), po katerem je skupina PARA2 (Slika 11) zelo podobna skupini PARA (Slika 13) in skupina NEPARA (Slika 12) skupini ASIM (Slika 14), lahko poiščemo še nekaj dodatnih lastnosti na podlagi korelacijskih matrik obeh skupin. Izkaže se, da nima smisla interpretirati korelacijskih matrik iz absolutnega prostora (Preglednica 9, Preglednica 10), saj tam pride do izraza časovni vpliv prisotnosti ekstremnih skokov (veliko kratkih in dolgih skokov, malo pa tistih vmesnega trajanja; posledično so vse korelacije visoke, saj na razlike med parametri mnogo bolj vpliva različen čas skokov, kot dejanski raztros podatkov, Preglednica 8). Še več, izkaže se, da interpretacija korelacij v časovnem prostoru zavaja, saj zaradi omenjenega vpliva izgleda delovanje mišic med skoki skupine PARA2 (Preglednica 9) manj usklajeno (večje število statistično manj in neznačilnih korelacij), kot pri skupini NEPARA (Preglednica 10).

Tega ne pričakujemo, saj so po predstavljenih parametrih PARA2 skoki hitreje izvedeni od NEPARA, torej bi morala biti generacija odzivnega impulza bolj optimalna, predvsem pa usklajenost delovanja mišic večja (obratno bi pričakovali le, če bi PARA2 skakalci skakali hitro in submaksimalno, kar pa se ni zgodilo, po iznosu so sile primerljive (priloga 7).

V relativnem prostoru, kjer se moteč časovni vpliv ekstremnih skokov učinkovito izniči, da lahko sklepamo o strukturi skokov, sta v skupini NEPARA (Preglednica 21) statistično značilno povezana le TmaxEMG ERE in SOL ($r = -0,731, 0,001 \leq p \leq 0,05$) in zelo močno povezana TmaxEMG RF in LG ($r = 0,852, p \leq 0,001$). Povezavo med TmaxEMG RF in LG lahko povezujemo z usklajenostjo delovanja dvosklepnih mišic, potrebnih za prenos energije v proksimalno-distalni smeri (Gregoire, Veeger, Huijing in van Ingen Schenau (1984), Bobbert, Huijing in van Ingen Schenau (1986), van Ingen Schenau, Bobbert in Rozendal (1987), Bobbert in van Ingen Schenau (1988), Prilutsky, Zatsiorsky (1994), Ravn et al. (1999), Haguenaer, Legreneur in Monteil (2006), Bobbert, Jaspers in Sijpkens (1994); le Pandy in Zajac (1991) pa sta sklepala o obratnem toku energije (distalno-proksimalno), saj sta obravnala le gibanje trupa). Skupaj z rezultati korelacij za skupino PARA2 (Preglednica 20)

pa lahko sklepamo, da je pretok mehanske energije važnejši od generacije sile, ker je generacija sile proksimalnih mišic nezadostna (glej naprej 2. odstavek).

Povezava med normaliziranima T_{max}EMG ERE in SOL govori o tem, da tisti, ki imajo T_{max}EMG ERE prej med skokom, imajo T_{max}EMG SOL kasneje in obratno. To lahko kaže na to, da so eni izvajali gibanje med odzivom izrazito po PD principu (velika razlika med maksimumoma), drugi pa ne, že znotraj same skupine NEPARA (majhna razlika med maksimumoma). Tako obnašanje je lahko tudi razlog, da razlike med normaliziranimi T_{max}EMG niso statistično značilne (Slika 20).

Če upoštevamo še rezultate korelacij za skupino PARA2 (glej naprej), ki je pri T_{max}EMG ERE in SOL pozitivna (in v povezavi s časovnim zamikom med obema T_{max}EMG potrjuje PD princip), je tudi možno, da gre pri zgodnji aktivaciji SOL pri tistih merjencih, kjer se ERE aktivira pozno, v skupini NEPARA za kompenzacijski mehanizem za generacijo večje odzivne sile, ker je generacija sile proksimalnih mišic nezadostna (čeprav razlike niso statistično značilne, imajo (tudi normalizirane) T_{max}EMG GLUT, ERE in BF prve v skupini NEPARA, Slika 12, Slika 20).

Lahko pa kaže na dobro usklajenost plantarne fleksije in določenega položaja trupa (ali trenutka največjega pospeška trupa, zaradi vztrajnostne sile, najbrž pa ne kot v kolčnem sklepu, saj manjka vsaj statistično značilna korelacija med ERE in GLUT). V virih te povezave nismo našli, opažena je bila le povezanost začetka plantarne fleksije s kotom v kolenu med ekstenzijo (Bobbert in Rozendal (1987), Haguenaer, Legreneur, in Monteil, (2006)). Ker se pri SJ gibanje vrši v zaprti kinetični verigi nog, pa lahko pričakujemo, da to pomeni tudi določen položaj trupa (če že ne določen določen kot v kolku), odstopanja od tega pa so možna le v okviru razvitih vztrajnostnih sil zaradi pospeševanja. Če so odstopanja večja, je ogrožena horizontalna stabilnost težišča telesa zaradi geometrijske povezanosti gibanja v horizontalni in veritkalni smeri (lahko pride do izgube ravnotežja).

V skupini PARA2 (Preglednica 20) so močno statistično značilno ($p \leq 0,001$) povezani sledeči parametri: T_{max}EMG ERE in T_{max}EMG SOL ($r = 0,691$) ter T_{max}EMG GLUT s T_{max}EMG BF ($r = 0,736$) in s T_{max}EMG VL ($r = 0,664$).

Povezavo med (normaliziranimi) T_{max}EMG ERE in SOL smo že osvetlili, v povezavi s časovnim zamikom med obema T_{max}EMG potrjuje gibanje po PD principu.

Povezavo med T_{max}EMG GLUT in BF lahko razložimo funkcionalno-anatomsko, da je usklajenost obeh mišic pomembna pri ekstenziji kolka, povezavo med T_{max}EMG GLUT in VL pa z vlogo enosklepnih ekstenzorjev pri generaciji sil za gibanje; te povezave pri skokih NEPARA ni in od tod sklepanje, da je problem teh skokov verjetno slaba generacija sile, morda pa tudi nekosistentnost aktivacije (različni načini skakanja znotraj same skupine NEPARA).

Nekoliko manj, a statistično še vedno značilno, pa so povezani naslednji parametri: tF_{max} in T_{max}EMG ERE, T_{max}EMG ERE in RF; T_{max}EMG RF s T_{max}EMG LG in SOL ter T_{max}EMG LG in SOL. Trenutek, kdaj se pojavi maksimalna sila med odzivom je v skupini PARA2 povezan z gibanjem trupa (tu zelo verjetno s pospeškom – vztrajnostna sila), saj je trup najtežji telesni segment. To sklada z ugotovitvami Ravn et al. (1999), da je izbira gibalne strategije odvisna od predklona trupa (večji predklon pomeni PD strategijo gibanja, manjši pa simultano). Če upoštevamo še dejstvo, da pri skupini NEPARA povezave med (normaliziranim) tF_{max} in T_{max}EMG ni, se to sklada tudi s tem, da predklon trupa ni edini razlog za izbiro gibalne strategije (Ravn et al., 1999).

Povezanost normaliziranih T_{max}EMG ERE in RF lahko interpretiramo, da je trenutek prenosa mehanske energije okoli kolena povezan z gibanjem trupa (bodisi položajem – razbremenitvijo nog, bodisi s pospeškom, vprašanje pa je, če tudi z ekstenzijo kolka, saj manjka vsaj statistično značilna korelacije ERE in GLUT, čeprav bi s funkcionalno-anatomskega vidika povezavo med aktivnostjo ERE (stabilizatorja hrbtenice) in GLUT (ekstenzorjem kolka) pričakovali), povezanost normaliziranih T_{max}EMG RF in LG kaže na usklajenost delovanja dvosklepnih mišic, kar lahko samo po sebi jemljemo za argument v prid prenosu mehanske energije z njihovim delovanjem. Povezanost normaliziranih T_{max}EMG

tako RF in SOL, kot LG in SOL kaže na pomembno vlogo uskladitve plantarne fleksije s prenosom mehanske energije, kot ugotavljajo že Bobbert in Rozendal (1987) ter Bobbert in van Ingen Schenau (1988), statistično zelo močna povezava med normaliziranima T_{max}EMG ERE in SOL pa še dodatno potrjuje pomen prenosa mehanske energije v skočni sklep (Bobbert in Rozendal, 1987 ter Bobbert in van Ingen Schenau, 1988).

7.6. ZAKLJUČEK

S pomočjo proučevanja zaporedja največje aktivacije posameznih mišic in oblike krivulje sile reakcije podlage smo ugotovili obstoj gotovo vsaj dveh, verjetno pa treh načinov izvedb skoka iz polčepa.

V primeru dveh skupin imajo skakalci skupine PARA2 bolj usklajeno aktivacijo opazovanih mišic (več korelacij med T_{max}EMG), trenutek (ne čas, gre za povezavo v relativnem prostoru), kdaj se pojavi maksimalna sila je povezan z maksimalnim EMG signalom mišice ERE in na kvalitativnem nivoju se vse dvosklepne mišice aktivirajo za vsemi enosklepnimi.

V skupini NEPARA čas maksimalne sile ni povezan z nobenim drugim parametrom, med seboj sta usklajena le normalizirana maksimuma EMG signala mišic ERE in SOL ter RF in LG, na kvalitativnem nivoju pa se vsi ekstenzorji kolka aktivirajo pred ostalimi opazovanimi distalnimi mišicami, z izjemo RF.

Glavne značilnosti prve izvedbe SJ (skupina PARA) so parabolična oblika krivulje sile na podlago, enkratna aktivacija opazovanih mišic do največjega EMG signala (z izjemo BF), v povprečju najkrajši odzivni časi in doseganje T_{Max}EMG vseh dvosklepnih mišic za vsemi enosklepnimi na nivoju kvalitativnih razlik.

V skupini ASIM sila narašča počasi do maksimalne sile, pred največjo izmerjeno aktivacijo so mišice nekaj časa aktivne submaksimalno, odzivni časi so v povprečju najdaljši, aktivacija mišic pa je na kvalitativnem nivoju najbližje vklapljanju mišic po PD načelu.

Skupina PLATO pa se od ostalih dveh razlikuje po platoju v obliki krivulje sile na podlago, večkratnem vklapljanju mišic do maksimumov EMG signala, kvalitativno pa v tej skupini najhitreje doseže T_{max}EMG GLUT, SOL pa po T_{Max}EMG prehititi tudi VL le v tej skupini.

Zato ugotavljamo, da so posamezni načini izvajanja skoka iz počepa, kot ga opisuje sila reakcije podlage, povezani z značilnimi vzorci mišične aktivacije tako v primeru obstoja dveh, kot treh skupin.

8. LITERATURA

1. Aragón-Vargas, L. F. in Gross, M. (1997). Kinsiological facotrs in vertical jump performance: differences among individuals. *Journal of applied biomechanics*, 13, str. 24-44.
2. Atwater, A. E. (1979). Biomechanics of throwing movements and throwing injuries [Biomehanika metalnih gibov in poškodb pri metih]. V Hutton, R. S. in Miller, D.I. (ur.), *Exercise and sport rewievs. Vol. 7*, str. 43-85.
3. Bartlett, R., Wheat, J., in Robins, M. (2007). Is movement variability important for sports biomechanists? *Sports Biomechanics* 6(2): str. 224–243.
4. Bobbert, M.F., Huijing, P. A. in Van Ingen Schenau, G. J. (1986). An Estimation of power output and work done by the human triceps surae muscle-tendon complex in jumping. *Journal of Biomechanics*, 19 (11), str. 899-906
5. Bobbert, M.F. in van IngenSchenau, G.J. (1988). Coordination in vertical jumping [Koordinacija pri vertikalnih skokih]. *Journal of Bimechanics*. 21(3), 249-262.
6. Bobbert, M. F., Jaspers, R. T. in Sijpkens, I. W. T. (1994). Muscle activation patterns in squat jumps from different initial positions. *Journal of Biomechanics*, 40.
7. Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G. M., Litjens, M. C. A. in van Soest, A., J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? [Zakaj je višina pri skokih z nasprotnim gibanjem večja od tiste pri skokih iz počepa?]. *Medicine and science in sports and exercise*.1402-1412
8. Bobbert, M. F. in van Soest, A. J. (2000). Two joint muscles offer the solution, but what was the problem? [Dvosklepne mišice so rešitev, a kaj je bil problem?]. *Motor control*. 4(1), 48 – 52, 97 – 116.
9. Bobbert, M. F. (2001). Dependence of human squat jump performance on the series elastic compliance of the triceps surae: a simulation study. *The Journal of Experimental Biology* 204: str. 533–542.
10. Bobbert, M.F., de Graaf, W.W., Jonk, J.N. in Casius, L.J.R. (2006). Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. *Journal of Applied Physiology*. 100: 493-499.

11. Bolkovič, T., Čuk, I., Kokole, J., Kovač, M. in Novak, D. (2002). Izrazoslovje v gimnastiki. Del 1, osnovni položaji in gibanja. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport, Inštitut za kineziologijo.
12. Brondino, L., Suter, E., Hae-Dong, L. in Herzog, W. (2002). Elbow flexor inhibition as a function of muscle length. *Journal of Applied Biomechanics*, 18 (1).
13. Brooks G. A. in Fahey D. F. (1986). *Exercise physiology*. [Fiziologija napora]. New York: Macmillan Publishing Company.
14. Büschges, A. (2005): Sensory Control and Organization of Neural Networks Mediating Coordination of Multisegmental Organs for Locomotion. *J Neurophysiol* 93: 1127-1135.
15. Carson, J. S., Frank, J. E. in Shapiro, R. (2000). Effects of prolonged activity on vertical jump performance. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
16. Carson, R. G. (2006). Changes in muscle coordination with training. *J Appl Physiol* 101: 1506–1513.
17. Cavagna, G. A. in Citterio, G. (1974). Effect of stretching on the elastic characteristic and the contractile component of frog striated muscle. *Journal of applied physiology*. 20: 157-158.
18. Chiu, L. Z. F., Schilling, B. K., Fry, A. C. in Weiss, L. W. (2004). Measurement of Resistance Exercise Force Expression. *Journal of Applied Biomechanics*. 20 (2).
19. Christou, E. A. in Carlton, L. G. (2000). Eccentric contractions of the quadriceps femoris muscle have greater motor output variability than isometric and concentric contractions. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
20. Clauser, C.E., Mc Conville, J.T. in Young, J.W. (1969). *Weight, volume and center of mass of segments of the human body*, p. 59. Wright-Patterson Air Force Base, OH (AMRL-TR-69-70).
21. Costa, K. E., McNitt-Gray, J.L., Mathiyakom, W., Requejo, P., in Eagle, J. (2000). Lower extremity power generation strategies specific to task constraints. V *Papers*

- Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000. Chicago: University of Illinois.*
22. Čoh, M. (1996). Vrhunski športni rezultat in sodobna merilna tehnologija. *Življenje in tehnika*. 47 (12), str. 30-33.
 23. Davids, K., Lees, A. in Burwitz, L. (2000). Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: Implications for talent identification and skill acquisition. *Journal of sports sciences*, (18): 703-714.
 24. De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13: str. 135-163.
 25. Dolenc, A. (1997). *Analiza delovanja skočnega sklepa pri različnih tehnikah izvedbe vertikalnih skokov*. Magistrska naloga, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
 26. Dolenc, A. (1999). *Vpliv treninga globinskih skokov s plantarno in dorzalno tehniko na delo gležnja pri globinskih skokih*. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
 27. Domire, Z. in Challis, J. H. (2000). An evaluation of muscle model parameters determined by an optimal fit to a static strength curve. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
 28. Doupona, M. (1996). *Socialno demografska struktura mater in očetov šoloobveznih otrok in njihov odnos do športa*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
 29. Dyrby, C. O. in Andriacchi T. P. (2000). Knee kinetics during the deep squat. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
 30. Ebben, W. P. (2006). A Brief Review of Concurrent Activation Potentiation: Theoretical and Practical Constructs.. *Journal of strength and Conditioning Research*, 20 (4): str. 985-991.
 31. Enoka, R. (1994). *Neuromechanical basis of kinesiology*. [Živčno-mišična osnova kineziologije]. Champaign: Human Kinetics.

32. Evans, T. (2006). *The Effects of Static Stretching on Vertical Jump Performance*. Magistrska naloga, Univerza Marshall.
33. Ferligoj, A., Leskošek, K. in Kogovšek, T. (1995). *Zanesljivost in veljavnost merjenja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede.
34. Flitney, F.W. in Hirst, D.G. (1978a). Cross-bridge detachment and sarcomere »give« during stretch of active frog muscle. *Journal of Physiology*, 276: 449-465.
35. Flitney, F.W. in Hirst, D.G. (1978b). Filament sliding and energy absorbed by the cross-bridges in active muscle subjected to cyclical length changes. *Journal of Physiology*, 276: 467-479.
36. Ford, C., Huxley, A. in Simmons, E. (1981). The relation between stiffness and filament overlap in stimulated frog muscle fibers. *Journal of Physiology*, 311: 219-249.
37. Fukashiro, S., Besier, T. F., Barret, R., Cochrane, J., Nagano, A. in Lloyd, D. G. (2005). Direction control in jumping. *International Journal of Sport and Health Sciences*, 3: str. 272-279.
38. Gabriel, D. A. (2000). Kinematic and emg variability while practicing a maximal effort task. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
39. Gallucci, J. G. in Challis, J. H. (2002). Examining the role of the gastrocnemius during the leg curl exercise. *Journal of Applied Biomechanics*, 18 (1).
40. Grabiner, M. D. in Owings, T. M. (2003). Intent-Related Differences in Surface EMG of Maximum Eccentric and Concentric Contractions. *Journal of Applied Biomechanics*. 19 (2).
41. Gregoire, L., Veeger, H.E., Huijing, P. A. in van Ingen Schenau, G. J. (1984). Role of mono- and biarticular muscles in explosive movements [Vloga eno- in dvosklepnih mišic pri eksplozivnih gibih]. *International journal of sports medicine* (5), 301 – 305.
42. Gregor, R.J., Smith, J.L., Smith, D. W., Oliver, A. in Prilutsky, B.I. (2001). Hindlimb Kinetics and Neural Control During Slope Walking in the Cat: Unexpected Findings. *Journal of Applied Biomechanics*, 17: str. 277-286.

43. Gollhofer, A., Strojnik, V., Rapp, W. in Schweizer, L. (1992). Behaviour of triceps surae muscle-tendon complex in different jumping conditions. *European Journal of Applied Physiology*, 64: str. 283-291.
44. Haguenaer, M., Legreneur, P. in Monteil, K. M. (2006). Influence of figure skating skates on vertical jumping performance. *Journal of Biomechanics* 39: 699-707.
45. Hasson, C. J., Dugan, E. L., Doyle, T. L.A., Humphries, B. in Newton, R. U. (2004). Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, str. 515-521.
46. Heise, G.D. in Bachman, G. (2000). Leg spring model properties of children. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
47. Hermens, H. J., Freriks, B., Merletti, R., Stegeman, D., Blok, J., Rau, G., Disselhorst-Klug, C. in Hägg, G. (1999). *European recommendations for surface electromyography*. Roessingh research and development.
48. Hočevar, G. (1999). *Vloga mišic pri sonožnem odzivu*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko.
49. Hreljac, A., Arata, A., Ferber, R., Mercer J. A. in Row, B. S. (2001). An Electromyographical Analysis of the Role of Dorsiflexors on the Gait Transition During Human Locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 17: str. 287-296.
50. Hudson, J. L. (1986). Coordination of segments in the vertical jump [Nadzorovanje segmentov pri vertikalnih skokih]. *Medicine and science in sports and exercise* 18(2), 242 – 251.
51. Huijing, P.A. (1992). Elastic potential of muscle. [Elastični potencial mišice]. V P. V. Komi (ur.), *Strength and power in sport* [Moč in eksplozivnost v športu] (str.151 – 168). Oxford: Blackwell scientific publications.
52. Jacobs, R. in van Ingen Schenau, G. J. (1992). Control of an external force in leg extensions in humans. *Journal of Physiology* , 457: str. 611-626
53. Jensen, J. L. (1989). Contribution of the armswing to propulsion mechanics in vertical jump. (Doktorska disertacija. Univerza v Marylandu, College Park). *Dissertation Abstracts International*, 50, 1978A.

54. Jensen, J. L., Phillips, S. J. in Clark, J. E. (1994). For young jumpers, differences are in the movement's control, not its coordination. *Research quarterly for Exercise and Sport*. 65(3), 258-268.
55. Joyce, G., Rack, P. in Westbury, D. (1969). The mechanical properties of cat soleus muscle during controlled lengthening and shortening movements. *Journal of Physiology*, 204:461-474.
56. Jöris, H. J. J., van Muyen, A. J. E., van Ingen Schenau, G. J. in van Kemper, H. C. G. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of biomechanics*. 18, 409 – 414.
57. Juhart, M. (2003). *Povezanost spremenljivk šprinterskega teka s spremenljivkami moči*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
58. Kurokawa, S., Fukunaga, T., Nagano, A. in Fukashiro, S. (2003). Interaction between fascicles and tendinous structures during counter movement jumping investigated in vivo. *J Appl Physiol* 95: str. 2306–2314.
59. Komi, P. V. (1979). Neuromuscular performance: factors influencing force and speed production. *Scandinavian journal of sport science*. 1, 2 – 15.
60. Kreighbaum, E. in Barthels, K. M. (1981). *Biomechanics: A Qualitative Approach for Studying Human Movement*. Burgess, Minneapolis, str. 406-410.
61. Kurz, M.J., Porter, J. in Steele, J.P.H. (2000). A response surface model approach to predict strategies for adjusting joint stiffness during locomotion. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
62. Lees, A., Vanrenterghem, J. in De Clercq, D. (2006). The energetics and benefit of an arm swing in submaximal and maximal vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*. 24 (1): 51-57.
63. Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American journal of Physics*. 69 (11), 1198 – 1204.
64. Marsden, C. D., Rothwell J. C. in Day, B. L. (1983). Long-latency automatic responses to muscle stretch in man: origin and function [Avtomatični polisinaptični refleksni odzivi na raztezanje človeške mišice: izvor in delovanje]. V Desmedt, J. E. (ur.), *Motor control mechanisms in health and disease*. Advances in neurology, 39: 509-539.

65. Mathiyakom, W., McNitt-Gray, J. L., Eagle, J., in Munkasy, B. (2000). Mechanisms of power generation during the take-off phase of dives are direction dependent. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
66. Mero, A. in Komi P. V. (1994). EMG, Force, and Power Analysis of Sprint-Specific Strength Exercises. [EMG, sile in analiza moči različnih vaj moči, specifičnih za šprint]. *Journal of applied biomechanics*, 10, str1-13.
67. Mullineaux, D.R., Milner, C. E., Davis, I. S. in Hamill, J. (2006). Normalization of ground reaction forces. *Journal of Applied Biomechanics*, 22: str.230-233.
68. Nagano, A. in Gerritsen, K. G. M. (2000). Effects of neuro-muscular training on vertical jump height: a forward-dynamics simulation study. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
69. Nielsen, J. B. (2004). Sensorimotor integration at spinal level as a basis for muscle coordination during voluntary movement in humans. *J Appl Physiol*, 96: 1961–1967.
70. Northrip, J. W., Logan, G. A. in McKinney, W. C. (1983). *Analysis of Sport Motion: Anatomic and Biomechanic Perspectives*. Dubuque, IA: Brown. Tretja izdaja, str. 174
71. Official FINA website, Diving rules. (2007). Pridobljeno 12.4.2007 s svetovnega spleta: www.fina.org
72. Pandy, M. G. in Zajac, F. E. (1991). Optimal muscular coordination strategies for jumping. *Journal of Biomechanics*, 24 (1), str. 1-10.
73. Prilutsky, B. I. in Zatsiorsky, V.M. (1994). Tendon action of two-joint muscles: transfer of mechanical energy between joints during jumping, landing, and running. *J. Biomech*, 27 (1): str. 25-34.
74. Rack, P. M.H. in Westbury, R.D. (1974). The short range stiffness of active mammalian muscle and its effect on mechanical properties. *Journal of Physiology*, 240: 331-350.
75. Ravn, S., Voigt, M., Simonsen, E. B., Alkjær, T., Bojsen-Møller, F. in Klausen, K. (1999). Choice of jumping strategy in two standard jumps, squat and countermovement jump – effect of training background or inherited preference? *Scandinavian Journal of Medical Science and Sport*. 99(9): str. 201-208.

76. Robbins, D.W. (2005). Postactivation Potentiation and its Practical Applicability: a Brief Review. *Journal of strength and Conditioning Research*, 19 (2): str. 453-458.
77. Row, B. in Hreljac, A. (2000). The one-legged and two-legged vertical jumps: a kinetic and temporal analysis. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
78. Rudomin, P., Quevedo, J. in Eguibar, J.R. (1993). Presynaptic modulation of spinal reflexes. *Curr Opin Neurobiology*, 3: 997-1004.
79. Sale, D. G. (1991). Neural adaptation to strength training [Prilagoditve živčevja na trening moči]. V P. V. Komi (ur.), *Strength and power in sport*. (str. 249 – 265). Oxford: Blackwell scientific publications.
80. Selbie, W. S. in Caldwell, G. E. (1996). A simulation study of vertical jumping from different starting postures. *Journal of Biomechanics*. 29(9), 1137 – 1146.
81. Stergiou, N., Scholten, S. D., Houser, J., Dierks, T. in Blanke, D. (2000). Segmental interactions during running over obstacles of increasing height. V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
82. Strojnik, V. (1998). The effect of superimposed electrical stimulation of the quadriceps muscles on performance in different motor tasks. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 38 (3): str. 194-200.
83. Šarabon, N. (2002). *Napovedovanje parametrov skoka iz polčepa na osnovi diferencialnih testov mišične zmogljivosti*. Diplomsko delo. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.
84. Šarabon, N. in Strojnik, V. (2002a). Effects of feed-back information on power training. [Učinki povratne informacije pri treningu eksplozivnosti]. V *The 15th International Congress on Sport Sciences for Students*. Budimpešta: Madžarska Univerza za telesno kulturo.
85. Šarabon, N., Strojnik, V. (2002b). Prediction of squat jump dynamics from differential strength tests. V: Milanović, D. (ur.), Prot, F. (ur.). *3rd International scientific conference Kinesiology new perspectives. Opatija, Croatia, september 25-29, 2002, proceedings book*. Zagreb: Fakultet za kineziologiju, Univerza u Zagrebu, str. 709-712.

86. Štirn, I. (2006). *Ugotavljanje utrujenosti mišic med plavanjem na 100 metrov*. Magistrska naloga, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
87. Temprado, J., Della-Grasta, M., Farrell, M. in Laurent, M. (1997). A novice-expert comparison of (intra-limb) coordination subserving the volleyball serve. *Human Movement Science 16* : str. 653-676.
88. Tomioka, M., Owings, T. M. in Grabiner, M. D. (2001). Lower Extremity Strength and Coordination are Independent Contributors to Maximum Vertical Jump Height. *Journal of Applied Biomechanics, 17*: str. 181-187.
89. Ušaj, A. (1997). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport. Ponatis 1996.
90. Van Ingen Schenau, G.J., Bobbert, M.F. in Rozendal, R. H. (1987). The unique action of bi-articular muscles in complex movements. *J. Anat.* 155: 1-5.
91. Van Ingen Schenau, G.J., Bobbert, M.F. in de Haan, A. (1997). Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretch-shortening cycle? *Journal of Applied Biomechanics, 13*: str. 389-415.
92. Vandervoort, A. A., Sale, D. G. in Moroz, J. (1984). Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. *International Journal of Sport and Health Sciences, 3*: str. 272-279.
93. Vint, P. V., McLean, S. P. in Harron, G. M. (2000). Should the source of electromechanical delay be reconsidered? V *Papers Presented at the 24th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics University of Illinois at Chicago July 19-22, 2000*. Chicago: University of Illinois.
94. Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and practice of strength training*. [Znanost in praksa treninga moči]. Champaign: Human Kinetics.

9. PRILOGE

9.1. PRILOGA 1 (ABSOLUTNI PROSTOR)

ANOVA za 3 skupine:

Preglednica 26: opisna statistika pri ANOVI treh skupin.

		Descriptives							
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
tFmax (s)	PARA	13	,175231	3,90372E-02	,010827	,151641	,198821	,0885	,2265
	ASIM	8	,285063	7,03062E-02	,024857	,226285	,343840	,2005	,4150
	PLATO	2	,286250	1,09602E-02	,007750	,187777	,384723	,2785	,2940
	Total	23	,223087	7,43112E-02	,015495	,190952	,255222	,0885	,4150
čas odziva (s)	PARA	13	,291654	4,58423E-02	,012714	,263952	,319356	,1850	,3535
	ASIM	8	,414813	,142737	,050465	,295482	,534143	,3155	,7505
	PLATO	2	,391500	2,82843E-02	,020000	,137376	,645624	,3715	,4115
	Total	23	,343174	,106359	,022177	,297181	,389167	,1850	,7505
erector spinae	PARA	13	,088808	4,38912E-02	,012173	6,22845E-02	,115331	,0150	,1530
	ASIM	8	,240375	,149657	,052912	,115258	,365492	,1285	,5810
	PLATO	2	,195000	3,67696E-02	,026000	-,135361	,525361	,1690	,2210
	Total	23	,150761	,116640	,024321	,100322	,201200	,0150	,5810
gluteus maximus	PARA	12	,100750	4,91563E-02	,014190	6,95176E-02	,131982	,0495	,2040
	ASIM	8	,231063	,176501	,062402	8,35043E-02	,378621	,0945	,6435
	PLATO	2	,124000	7,77817E-03	,005500	5,41159E-02	,193884	,1185	,1295
	Total	22	,150250	,124925	,026634	9,48611E-02	,205639	,0495	,6435
biceps femoris	PARA	13	,162269	5,81677E-02	,016133	,127119	,197420	,0720	,2605
	ASIM	8	,242687	,177033	,062591	9,46840E-02	,390691	,0585	,5990
	PLATO	2	,274000	8,69741E-02	,061500	-,507432	1,055432	,2125	,3355
	Total	23	,199957	,119009	,024815	,148493	,251420	,0585	,5990
rectus femoris	PARA	13	,184654	6,47490E-02	,017958	,145526	,223781	,0790	,3295
	ASIM	8	,291125	,141640	,050077	,172711	,409539	,1685	,6255
	PLATO	2	,284000	2,12132E-03	,001500	,264941	,303059	,2825	,2855
	Total	23	,230326	,107280	,022369	,183935	,276717	,0790	,6255
vastus lateralis	PARA	13	,143154	6,00050E-02	,016642	,106893	,179415	,0585	,2665
	ASIM	8	,275625	,127778	,045176	,168800	,382450	,1485	,5750
	PLATO	2	,279500	7,28320E-02	,051500	-,374870	,933870	,2280	,3310
	Total	23	,201087	,109374	,022806	,153790	,248384	,0585	,5750
lateralni gastrocnemius	PARA	9	,169722	7,83809E-02	,026127	,109473	,229971	,0585	,2910
	ASIM	8	,276375	,168885	,059710	,135183	,417567	,0805	,6395
	PLATO	2	,288000	4,45477E-02	,031500	-,112245	,688245	,2565	,3195
	Total	19	,227079	,130652	,029974	,164107	,290051	,0585	,6395
soleus	PARA	13	,139962	5,03051E-02	,013952	,109562	,170361	,0485	,2205
	ASIM	8	,287500	,135332	,047847	,174360	,400640	,1850	,6015
	PLATO	2	,245500	3,46482E-02	,024500	-,065802	,556802	,2210	,2700
	Total	23	,200457	,111195	,023186	,152372	,248541	,0485	,6015

Preglednica 27: Levenov test za ANOVO teh skupin (absolutni prostor).

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
tFmax (s)	2,321	2	20	,124
čas odziva (s)	2,707	2	20	,091
erector spinae	3,545	2	20	,048
gluteus maximus	2,997	2	19	,074
biceps femoris	3,713	2	20	,043
rectus femoris	1,343	2	20	,283
vastus lateralis	,550	2	20	,585
lateralni gastrocnemius	1,678	2	16	,218
soleus	2,409	2	20	,116

Preglednica 28: rezultati ANOVE treh skupin (absolutni prostor).

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tFmax (s)	Between Groups	6,848E-02	2	3,424E-02	12,919	,000
	Within Groups	5,301E-02	20	2,650E-03		
	Total	,121	22			
čas odniva (s)	Between Groups	8,023E-02	2	4,012E-02	4,758	,020
	Within Groups	,169	20	8,432E-03		
	Total	,249	22			
erector spinae	Between Groups	,118	2	5,903E-02	6,513	,007
	Within Groups	,181	20	9,063E-03		
	Total	,299	22			
gluteus maximus	Between Groups	8,303E-02	2	4,151E-02	3,223	,062
	Within Groups	,245	19	1,288E-02		
	Total	,328	21			
biceps femoris	Between Groups	4,404E-02	2	2,202E-02	1,646	,218
	Within Groups	,268	20	1,338E-02		
	Total	,312	22			
rectus femoris	Between Groups	6,245E-02	2	3,123E-02	3,274	,059
	Within Groups	,191	20	9,537E-03		
	Total	,253	22			
vastus lateralis	Between Groups	,100	2	5,019E-02	6,166	,008
	Within Groups	,163	20	8,140E-03		
	Total	,263	22			
lateralni gastrocnemius	Between Groups	5,647E-02	2	2,824E-02	1,801	,197
	Within Groups	,251	16	1,567E-02		
	Total	,307	18			
soleus	Between Groups	,112	2	5,612E-02	7,025	,005
	Within Groups	,160	20	7,989E-03		
	Total	,272	22			

Post-hoc testi:

Multiple Comparisons		(I) 3 skupin	(J) 3 skupin	Mean Differ	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Dependent Variable				Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
tFmax (s)	LSD	PARA	ASIM	-,109832(*)	0,023134	0	-0,158088	-0,061575
			PLATO	-,111019(*)	0,039103	0,01	-0,192587	-0,029451
		ASIM	PARA	,109832(*)	0,023134	0	6,16E-02	0,158088
			PLATO	-0,001188	0,0407	0,977	-0,086086	8,37E-02
	Bonferroni	PARA	ASIM	-,109832(*)	0,023134	0	-0,170271	-0,049393
			PLATO	-,111019(*)	0,039103	0,03	-0,21318	-0,008859
		ASIM	PARA	,109832(*)	0,023134	0	4,94E-02	0,170271
			PLATO	-0,001188	0,0407	1	-0,10752	0,105145
	Sidak	PARA	ASIM	-,109832(*)	0,023134	0	-0,170089	-0,049574
			PLATO	-,111019(*)	0,039103	0,03	-0,212873	-0,009166
		ASIM	PARA	,109832(*)	0,023134	0	4,96E-02	0,170089
			PLATO	-0,001188	0,0407	1	-0,1072	0,104825
Tamhane	PARA	ASIM	-,109832(*)	0,023134	0,007	-0,187838	-0,031825	
		PLATO	-,111019(*)	0,039103	0	-0,153222	-0,068817	
	ASIM	PARA	,109832(*)	0,023134	0,007	3,18E-02	0,187838	
		PLATO	-0,001188	0,0407	1	-0,079657	7,73E-02	
čas odriava	LSD	PARA	ASIM	-,123159(*)	0,041262	0,007	-0,20923	-0,037088
			PLATO	-0,099846	0,069746	0,168	-0,245333	4,56E-02
		ASIM	PARA	,123159(*)	0,041262	0,007	3,71E-02	0,20923
			PLATO	0,023313	0,072594	0,751	-0,128115	0,17474
	Bonferroni	PARA	ASIM	-,123159(*)	0,041262	0,022	-0,230959	-0,015358
			PLATO	-0,099846	0,069746	0,503	-0,282062	8,24E-02
		ASIM	PARA	,123159(*)	0,041262	0,022	1,54E-02	0,230959
			PLATO	0,023313	0,072594	1	-0,166344	0,212969
	Sidak	PARA	ASIM	-,123159(*)	0,041262	0,022	-0,230635	-0,015682
			PLATO	-0,099846	0,069746	0,423	-0,281515	8,18E-02
		ASIM	PARA	,123159(*)	0,041262	0,022	1,57E-02	0,230635
			PLATO	0,023313	0,072594	0,985	-0,165774	0,212399
Tamhane	PARA	ASIM	-0,123159	0,041262	0,131	-0,28003	3,37E-02	
		PLATO	-0,099846	0,069746	0,155	-0,287007	8,73E-02	
	ASIM	PARA	0,123159	0,041262	0,131	-0,033712	0,28003	
		PLATO	0,023313	0,072594	0,967	-0,139831	0,186456	
erector spi	LSD	PARA	ASIM	-,151567(*)	0,042778	0,002	-0,2408	-0,062335
			PLATO	-0,106192	0,072307	0,157	-0,257023	4,46E-02
		ASIM	PARA	,151567(*)	0,042778	0,002	6,23E-02	0,2408
			PLATO	0,045375	0,07526	0,553	-0,111615	0,202365
	Bonferroni	PARA	ASIM	-,151567(*)	0,042778	0,006	-0,263328	-0,039807
			PLATO	-0,106192	0,072307	0,472	-0,295102	8,27E-02
		ASIM	PARA	,151567(*)	0,042778	0,006	3,98E-02	0,263328
			PLATO	0,045375	0,07526	1	-0,151248	0,241998
	Sidak	PARA	ASIM	-,151567(*)	0,042778	0,006	-0,262992	-0,040143
			PLATO	-0,106192	0,072307	0,402	-0,294534	8,21E-02
		ASIM	PARA	,151567(*)	0,042778	0,006	4,01E-02	0,262992
			PLATO	0,045375	0,07526	0,911	-0,150657	0,241407
Tamhane	PARA	ASIM	-0,151567	0,042778	0,071	-0,316038	1,29E-02	
		PLATO	-0,106192	0,072307	0,276	-0,475394	0,263009	
	ASIM	PARA	0,151567	0,042778	0,071	-0,012903	0,316038	
		PLATO	0,045375	0,07526	0,846	-0,133738	0,224488	
Tamhane	PARA	ASIM	-0,151567	0,042778	0,071	-0,316038	1,29E-02	
		PLATO	-0,106192	0,072307	0,276	-0,475394	0,263009	
	ASIM	PARA	0,151567	0,042778	0,071	-0,012903	0,316038	
		PLATO	0,045375	0,07526	0,846	-0,133738	0,224488	

gluteus med	LSD	PARA	ASIM	-,130313(*)	0,0518	0,021	-0,23873	-0,021895	
			PLATO	-0,02325	0,086677	0,791	-0,204668	0,158168	
			ASIM	,130313(*)	0,0518	0,021	2,19E-02	0,23873	
			PLATO	ASIM	0,107063	0,089719	0,247	-0,080723	0,294848
				PARA	0,02325	0,086677	0,791	-0,158168	0,204668
				ASIM	-0,107063	0,089719	0,247	-0,294848	8,07E-02
	Bonferroni	PARA	ASIM	-0,130313	0,0518	0,063	-0,266292	5,67E-03	
			PLATO	-0,02325	0,086677	1	-0,250787	0,204287	
		ASIM	PARA	0,130313	0,0518	0,063	-0,005667	0,266292	
			PLATO	0,107063	0,089719	0,742	-0,128461	0,342586	
		PLATO	PARA	0,02325	0,086677	1	-0,204287	0,250787	
			ASIM	-0,107063	0,089719	0,742	-0,342586	0,128461	
Sidak	PARA	ASIM	-0,130313	0,0518	0,062	-0,26588	5,26E-03		
		PLATO	-0,02325	0,086677	0,991	-0,250098	0,203598		
	ASIM	PARA	0,130313	0,0518	0,062	-0,005255	0,26588		
		PLATO	0,107063	0,089719	0,574	-0,127748	0,341873		
	PLATO	PARA	0,02325	0,086677	0,991	-0,203598	0,250098		
		ASIM	-0,107063	0,089719	0,574	-0,341873	0,127748		
Tamhane	PARA	ASIM	-0,130313	0,0518	0,215	-0,324291	6,37E-02		
		PLATO	-0,02325	0,086677	0,393	-0,065606	1,91E-02		
	ASIM	PARA	0,130313	0,0518	0,215	-0,063666	0,324291		
		PLATO	0,107063	0,089719	0,343	-0,087248	0,301373		
	PLATO	PARA	0,02325	0,086677	0,393	-0,019106	6,56E-02		
		ASIM	-0,107063	0,089719	0,343	-0,301373	8,72E-02		
biceps fem	LSD	PARA	ASIM	-0,080418	0,051973	0,137	-0,188833	2,80E-02	
			PLATO	-0,111731	0,087851	0,218	-0,294985	7,15E-02	
			ASIM	0,080418	0,051973	0,137	-0,027997	0,188833	
			PLATO	PARA	0,111731	0,087851	0,218	-0,071524	0,294985
				ASIM	0,031313	0,091438	0,736	-0,22205	0,159425
				ASIM	-0,080418	0,051973	0,412	-0,216203	5,54E-02
	Bonferroni	PARA	ASIM	-0,080418	0,051973	0,412	-0,216203	5,54E-02	
			PLATO	-0,111731	0,087851	0,654	-0,34125	0,117788	
		ASIM	PARA	0,080418	0,051973	0,412	-0,055367	0,216203	
			PLATO	-0,031313	0,091438	1	-0,270203	0,207578	
		PLATO	PARA	0,111731	0,087851	0,654	-0,117788	0,34125	
			ASIM	0,031313	0,091438	1	-0,207578	0,270203	
Sidak	PARA	ASIM	-0,080418	0,051973	0,358	-0,215795	5,50E-02		
		PLATO	-0,111731	0,087851	0,522	-0,34056	0,117098		
	ASIM	PARA	0,080418	0,051973	0,358	-0,054959	0,215795		
		PLATO	-0,031313	0,091438	0,982	-0,269485	0,20686		
	PLATO	PARA	0,111731	0,087851	0,522	-0,117098	0,34056		
		ASIM	0,031313	0,091438	0,982	-0,20686	0,269485		
Tamhane	PARA	ASIM	-0,080418	0,051973	0,576	-0,27499	0,114153		
		PLATO	-0,111731	0,087851	0,665	-1,678149	1,454687		
	ASIM	PARA	0,080418	0,051973	0,576	-0,114153	0,27499		
		PLATO	-0,031313	0,091438	0,983	-0,401013	0,338388		
	PLATO	PARA	0,111731	0,087851	0,665	-1,454687	1,678149		
		ASIM	0,031313	0,091438	0,983	-0,338388	0,401013		
rectus fem	LSD	PARA	ASIM	-,106471(*)	0,043884	0,025	-0,198012	-0,014931	
			PLATO	-0,099346	0,074178	0,195	-0,254078	5,54E-02	
			ASIM	,106471(*)	0,043884	0,025	1,49E-02	0,198012	
			PLATO	ASIM	0,007125	0,077206	0,927	-0,153925	0,168175
				PARA	0,099346	0,074178	0,195	-0,055385	0,254078
				ASIM	-0,007125	0,077206	0,927	-0,168175	0,153925
	Bonferroni	PARA	ASIM	-0,106471	0,043884	0,075	-0,221122	8,18E-03	
			PLATO	-0,099346	0,074178	0,586	-0,293141	9,44E-02	
		ASIM	PARA	0,106471	0,043884	0,075	-0,00818	0,221122	
			PLATO	0,007125	0,077206	1	-0,194583	0,208833	
		PLATO	PARA	0,099346	0,074178	0,586	-0,094449	0,293141	
			ASIM	-0,007125	0,077206	1	-0,208833	0,194583	
Sidak	PARA	ASIM	-0,106471	0,043884	0,073	-0,220777	7,84E-03		
		PLATO	-0,099346	0,074178	0,479	-0,292559	9,39E-02		
	ASIM	PARA	0,106471	0,043884	0,073	-0,007835	0,220777		
		PLATO	0,007125	0,077206	1	-0,193977	0,208227		
	PLATO	PARA	0,099346	0,074178	0,479	-0,093867	0,292559		
		ASIM	-0,007125	0,077206	1	-0,208227	0,193977		
Tamhane	PARA	ASIM	-0,106471	0,043884	0,214	-0,26262	4,97E-02		
		PLATO	-,099346(*)	0,074178	0	-0,149165	-0,049527		
	ASIM	PARA	0,106471	0,043884	0,214	-0,049678	0,26262		
		PLATO	0,007125	0,077206	0,999	-0,148874	0,163124		
	PLATO	PARA	,099346(*)	0,074178	0	4,95E-02	0,149165		
		ASIM	-0,007125	0,077206	0,999	-0,163124	0,148874		

vastus late	LSD	PARA	ASIM	-,132471(*)	0,040542	0,004	-0,217041	-0,047902
			PLATO	-0,136346	0,068529	0,06	-0,279295	6,60E-03
		ASIM	PARA	,132471(*)	0,040542	0,004	4,79E-02	0,217041
		PLATO	PARA	-0,003875	0,071327	0,957	-0,152661	0,144911
		PLATO	PARA	0,136346	0,068529	0,06	-0,006602	0,279295
		ASIM	PARA	0,003875	0,071327	0,957	-0,144911	0,152661
Bonferroni	PARA	ASIM	ASIM	-,132471(*)	0,040542	0,012	-0,238391	-0,026551
		PLATO	PARA	-0,136346	0,068529	0,181	-0,315384	4,27E-02
		ASIM	PARA	,132471(*)	0,040542	0,012	2,66E-02	0,238391
		PLATO	PARA	-0,003875	0,071327	1	-0,190223	0,182473
		PLATO	PARA	0,136346	0,068529	0,181	-0,042691	0,315384
		ASIM	PARA	0,003875	0,071327	1	-0,182473	0,190223
Sidak	PARA	ASIM	ASIM	-,132471(*)	0,040542	0,012	-0,238073	-0,026877
		PLATO	PARA	-0,136346	0,068529	0,171	-0,314845	4,22E-02
		ASIM	PARA	,132471(*)	0,040542	0,012	2,69E-02	0,238073
		PLATO	PARA	-0,003875	0,071327	1	-0,189663	0,181913
		PLATO	PARA	0,136346	0,068529	0,171	-0,042153	0,314845
		ASIM	PARA	0,003875	0,071327	1	-0,181913	0,189663
Tamhane	PARA	ASIM	ASIM	-0,132471	0,040542	0,066	-0,273422	8,48E-03
		PLATO	PARA	-0,136346	0,068529	0,494	-1,246783	0,974091
		ASIM	PARA	0,132471	0,040542	0,066	-0,008479	0,273422
		PLATO	PARA	-0,003875	0,071327	1	-0,345704	0,337954
		PLATO	PARA	0,136346	0,068529	0,494	-0,974091	1,246783
		ASIM	PARA	0,003875	0,071327	1	-0,337954	0,345704
lateralni ga	LSD	PARA	ASIM	-0,106653	0,060835	0,099	-0,235617	2,23E-02
			PLATO	PARA	-0,118278	0,097871	0,244	-0,325755
		ASIM	PARA	0,106653	0,060835	0,099	-0,022311	0,235617
		PLATO	PARA	-0,011625	0,098977	0,908	-0,221447	0,198197
		PLATO	PARA	0,118278	0,097871	0,244	-0,0892	0,325755
		ASIM	PARA	0,011625	0,098977	0,908	-0,198197	0,221447
Bonferroni	PARA	ASIM	ASIM	-0,106653	0,060835	0,296	-0,269266	5,60E-02
		PLATO	PARA	-0,118278	0,097871	0,733	-0,37989	0,143335
		ASIM	PARA	0,106653	0,060835	0,296	-0,055961	0,269266
		PLATO	PARA	-0,011625	0,098977	1	-0,276194	0,252944
		PLATO	PARA	0,118278	0,097871	0,733	-0,143335	0,37989
		ASIM	PARA	0,011625	0,098977	1	-0,252944	0,276194
Sidak	PARA	ASIM	ASIM	-0,106653	0,060835	0,268	-0,26876	5,55E-02
		PLATO	PARA	-0,118278	0,097871	0,569	-0,379076	0,14252
		ASIM	PARA	0,106653	0,060835	0,268	-0,055455	0,26876
		PLATO	PARA	-0,011625	0,098977	0,999	-0,27537	0,25212
		PLATO	PARA	0,118278	0,097871	0,569	-0,14252	0,379076
		ASIM	PARA	0,011625	0,098977	0,999	-0,25212	0,27537
Tamhane	PARA	ASIM	ASIM	-0,106653	0,060835	0,35	-0,294469	8,12E-02
		PLATO	PARA	-0,118278	0,097871	0,2	-0,336347	9,98E-02
		ASIM	PARA	0,106653	0,060835	0,35	-0,081164	0,294469
		PLATO	PARA	-0,011625	0,098977	0,998	-0,218524	0,195274
		PLATO	PARA	0,118278	0,097871	0,2	-0,099792	0,336347
		ASIM	PARA	0,011625	0,098977	0,998	-0,195274	0,218524
soleus	LSD	PARA	ASIM	-,147538(*)	0,040163	0,002	-0,231317	-0,06376
			PLATO	PARA	-0,105538	0,067888	0,136	-0,24715
		ASIM	PARA	,147538(*)	0,040163	0,002	6,38E-02	0,231317
		PLATO	PARA	0,042	0,07066	0,559	-0,105394	0,189394
		PLATO	PARA	0,105538	0,067888	0,136	-0,036073	0,24715
		ASIM	PARA	-0,042	0,07066	0,559	-0,189394	0,105394
Bonferroni	PARA	ASIM	ASIM	-,147538(*)	0,040163	0,005	-0,252468	-0,042609
		PLATO	PARA	-0,105538	0,067888	0,407	-0,282901	7,18E-02
		ASIM	PARA	,147538(*)	0,040163	0,005	4,26E-02	0,252468
		PLATO	PARA	0,042	0,07066	1	-0,142605	0,226605
		PLATO	PARA	0,105538	0,067888	0,407	-0,071825	0,282901
		ASIM	PARA	-0,042	0,07066	1	-0,226605	0,142605
Sidak	PARA	ASIM	ASIM	-,147538(*)	0,040163	0,005	-0,252152	-0,042924
		PLATO	PARA	-0,105538	0,067888	0,354	-0,282368	7,13E-02
		ASIM	PARA	,147538(*)	0,040163	0,005	4,29E-02	0,252152
		PLATO	PARA	0,042	0,07066	0,914	-0,14205	0,22605
		PLATO	PARA	0,105538	0,067888	0,354	-0,071292	0,282368
		ASIM	PARA	-0,042	0,07066	0,914	-0,22605	0,14205
Tamhane	PARA	ASIM	ASIM	-0,147538	0,040163	0,052	-0,296348	1,27E-03
		PLATO	PARA	-0,105538	0,067888	0,221	-0,372132	0,161055
		ASIM	PARA	0,147538	0,040163	0,052	-0,001271	0,296348
		PLATO	PARA	0,042	0,07066	0,841	-0,122077	0,206077
		PLATO	PARA	0,105538	0,067888	0,221	-0,161055	0,372132
		ASIM	PARA	-0,042	0,07066	0,841	-0,206077	0,122077
*	The mean difference is significant at the .05 level.							

9.2. PRILOGA 2 (ABSOLUTNI PROSTOR)

Diskriminantna analiza, 2 skupini, 4 spremenljivke:

Preglednica 29: upoštevani primeri v diskriminantni analizi dveh skupin (4 spremenljivke).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	85,2
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	4	14,8
	Total	4	14,8
Total		27	100,0

Preglednica 30: statistika za skupine, DIANA za 2 skupini (4 spremenljivke).

Group Statistics

		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
dvogrbe-ostale	Fmax (čas (s))	15	15,000
	erector	15	15,000
	vastus lateralis	15	15,000
	soleus	15	15,000
dvojna ali rampa	Fmax (čas (s))	8	8,000
	erector	8	8,000
	vastus lateralis	8	8,000
	soleus	8	8,000
Total	Fmax (čas (s))	23	23,000
	erector	23	23,000
	vastus lateralis	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 31: lastna vrednost in koeficient kanonične korelacije za DIANO dveh skupin (4 spremenljivke).

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	,481 ^a	100,0	100,0	,570

a. First 1 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 32: vrednost Wilksove lambde (DIANA, 2 skupini, 4 spremenljivke).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,675	7,465	4	,113

Preglednica 33: standardizirani kanonični koeficienti diskriminantnih funkcij.

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
Fmax (čas (s))	,765
erector	,183
vastus lateralis	,297
soleus	-,196

Preglednica 34: matrika strukture (DIANA, 2 skupini, 4spremenljivke).

Structure Matrix

	Function
	1
Fmax (čas (s))	,979
erector	,869
vastus lateralis	,854
soleus	,823

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

Diskriminantna analiza, 3 skupine, 4 spremenljivke:

Preglednica 35: število upoštevanih primerov v DIANI, 3 skupine (4 spremenljivke).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	85,2
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	4	14,8
	Total	4	14,8
Total		27	100,0

Preglednica 36: statistika skupin v DIANI (3 skupine, 4 spremenljivke).

SKGRAF2		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
parabola	Fmax (čas (s))	13	13,000
	erector	13	13,000
	vastus lateralis	13	13,000
	soleus	13	13,000
rampa	Fmax (čas (s))	8	8,000
	erector	8	8,000
	vastus lateralis	8	8,000
	soleus	8	8,000
dvojna	Fmax (čas (s))	2	2,000
	erector	2	2,000
	vastus lateralis	2	2,000
	soleus	2	2,000
Total	Fmax (čas (s))	23	23,000
	erector	23	23,000
	vastus lateralis	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 37: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues				
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1,357 ^a	94,4	94,4	,759
2	,080 ^a	5,6	100,0	,272

a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 38: vrednost Wilksove lambde (3 skupine, 4 spremenljivke).

Wilks' Lambda				
Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	,393	17,284	8	,027
2	,926	1,422	3	,700

Preglednica 39: standardizirani kanonični koeficienti (3 skupine, 4 spremenljivke).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function	
	1	2
Fmax (čas (s))	1,160	-,827
erector	-,514	1,142
vastus lateralis	,131	-,839
soleus	,182	,849

Preglednica 40: matrika strukture (3 skupine, 4 spremenljivke).

Structure Matrix

	Function	
	1	2
Fmax (čas (s))	,975*	,164
soleus	,704*	,606
erector	,677*	,607
vastus lateralis	,674*	,086

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

Diskriminantna analiza, 4 skupine, 4 spremenljivke:

Preglednica 41: upoštevani primeri v DIANI (4 skupine, 4 spremenljivke).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		18	78,3
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	5	21,7
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	5	21,7
Total		23	100,0

Preglednica 42: statistika skupin v DIANI (4 skupine, 4 spremenljivke).

Group Statistics

4 skupine		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
PARA	tFmax (s)	5	5,000
	čas odziva (s)	5	5,000
	erector spinae	5	5,000
	gluteus maximus	5	5,000
	biceps femoris	5	5,000
	rectus femoris	5	5,000
	vastus lateralis	5	5,000
	lateralni gastrocnemius	5	5,000
	soleus	5	5,000
ASIM	tFmax (s)	6	6,000
	čas odziva (s)	6	6,000
	erector spinae	6	6,000
	gluteus maximus	6	6,000
	biceps femoris	6	6,000
	rectus femoris	6	6,000
	vastus lateralis	6	6,000
	lateralni gastrocnemius	6	6,000
	soleus	6	6,000
PLATO	tFmax (s)	2	2,000
	čas odziva (s)	2	2,000
	erector spinae	2	2,000
	gluteus maximus	2	2,000
	biceps femoris	2	2,000
	rectus femoris	2	2,000
	vastus lateralis	2	2,000
	lateralni gastrocnemius	2	2,000
	soleus	2	2,000
ostalo	tFmax (s)	5	5,000
	čas odziva (s)	5	5,000
	erector spinae	5	5,000
	gluteus maximus	5	5,000
	biceps femoris	5	5,000
	rectus femoris	5	5,000
	vastus lateralis	5	5,000
	lateralni gastrocnemius	5	5,000
	soleus	5	5,000
Total	tFmax (s)	18	18,000
	čas odziva (s)	18	18,000
	erector spinae	18	18,000
	gluteus maximus	18	18,000
	biceps femoris	18	18,000
	rectus femoris	18	18,000
	vastus lateralis	18	18,000
	lateralni gastrocnemius	18	18,000
	soleus	18	18,000

Preglednica 43: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	3,938 ^a	48,2	48,2	,893
2	3,694 ^a	45,2	93,4	,887
3	,538 ^a	6,6	100,0	,592

a. First 3 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 44: vrednost Wilksove lambde (4 skupine, 4 spremenljivke).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 3	,028	37,528	27	,086
2 through 3	,138	20,759	16	,188
3	,650	4,523	7	,718

Preglednica 45: standardizirani kanonični koeficienti (4 skupine, 4 spremenljivke).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function		
	1	2	3
tFmax (s)	,607	2,527	-1,384
čas odziva (s)	,370	-1,783	-,227
erector spinae	-1,195	-,144	3,436
gluteus maximus	-4,099	2,165	-2,321
biceps femoris	2,117	-2,116	-,577
rectus femoris	2,037	,010	-2,299
vastus lateralis	1,797	-,875	2,094
lateralni gastrocnemius	-,843	1,032	1,940
soleus	-,439	-,225	-,457

Preglednica 46: matrika strukture (4 skupine, 4 spremenljivke).

Structure Matrix

	Function		
	1	2	3
tFmax (s)	,239	,589*	,005
čas odziva (s)	,080	,392*	,034
soleus	,031	,390*	,149
lateralni gastrocnemius	,078	,381*	,195
vastus lateralis	,123	,378*	,161
erector spinae	,019	,374*	,175
rectus femoris	,078	,351*	,096
gluteus maximus	-,063	,346*	,008
biceps femoris	,136	,217*	-,013

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

9.3. PRILOGA 3 (ABSOLUTNI PROSTOR)

Diskriminantna analiza, 2 skupini, 2 spremenljivki:

Preglednica 47: upoštevani primeri v DIANI (2 skupini, 2 spremenljivki).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	85,2
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	4	14,8
	Total	4	14,8
Total		27	100,0

Preglednica 48: statistika skupin v DIANI (2 skupini, 2 spremenljivki).

Group Statistics

		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
dvogrbe-ostale	erector	15	15,000
	soleus	15	15,000
ne-dvojna	erector	8	8,000
	soleus	8	8,000
dvojna ali rampa	erector	8	8,000
	soleus	8	8,000
Total	erector	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 49: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	,367 ^a	100,0	100,0	,518

a. First 1 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 50: vrednost Wilksove lambde (2 skupini, 2 spremenljivki).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,732	6,248	2	,044

Preglednica 51: standardizirani kanonični koeficienti (2 skupini, 2 spremenljivki).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
erector	,800
soleus	,216

Preglednica 52: matrika strukture (2 skupini, 2 spremenljivki).

Structure Matrix

	Function
	1
erector	,996
soleus	,943

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

Diskriminantna analiza, 3 skupine, 2 spremenljivki:

Preglednica 53: upoštevani primeri v DIANI (3 skupine, 2 spremenljivki).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	85,2
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	4	14,8
	Total	4	14,8
Total		27	100,0

Preglednica 54: statistika skupin v DIANI (3 skupine, 2 spremenljivki).

Group Statistics

SKGRAF2		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
parabola	erector	13	13,000
	soleus	13	13,000
rampa	erector	8	8,000
	soleus	8	8,000
dvojna	erector	2	2,000
	soleus	2	2,000
Total	erector	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 55: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	,721 ^a	100,0	100,0	,647
2	,000 ^a	,0	100,0	,015

a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 56: vrednost Wilksove lambde (3 skupine, 2 spremenljivki).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	,581	10,596	4	,031
2	1,000	,004	1	,948

Preglednica 57: standardizirani kanonični koeficienti (3 skupine, 2 spremenljivki).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function	
	1	2
erector	,351	2,138
soleus	,676	-2,059

Preglednica 58: matrika strukture (3 skupine, 2 spremenljivki).

Structure Matrix

	Function	
	1	2
soleus	,987*	-,162
erector	,950*	,312

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

9.4. PRILOGA 4 (RELATIVNI PROSTOR)

ANOVA za 3 skupine:

Preglednica 59: opisna statistika pri ANOVI treh skupin (relativni prostor).

		Descriptives							
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Fmax (čas (s))	PARA	13	,59552124969786	,06161939681419	,01709014575206	,55828502087240	,63275747852332	,478378378378	,692660550459
	ASIM	8	,65044248587332	,20783753350005	,07348166466148	,476688595956737	,82419901217928	,147395171537	,789020452099
	PLATO	2	,73206141075310	,02489315045504	,01760211549186	,50840532752378	,95571749398242	,714459295261	,749663526245
	Total	23	,62649734585065	,13278595120010	,02768778480950	,56907639462431	,68391829707699	,147395171537	,789020452099
erector spinae	PARA	13	,29986180059383	,13969198056141	,03874358451425	,21544678158688	,38427681960078	,081081081081	,530329289428
	ASIM	8	,52044114387651	,09567957182246	,03382783702834	,44045102006036	,60043126769266	,390277777778	,691065662002
	PLATO	2	,49598602754915	,05808671592222	,04107351072546	-,025902408962	1,01787446406029	,454912516824	,537059538275
	Total	23	,39363933103609	,16033013402902	,03343114395275	,32430738196326	,46297128010893	,081081081081	,691065662002
gluteus maximus	PARA	12	,34435297580543	,16106631183238	,04649583924690	,24201632361699	,44668962799387	,174846625767	,655948553055
	ASIM	8	,49430643127009	,14774850954878	,05223698650607	,37078558614770	,61782727639248	,299524564184	,728081321474
	PLATO	2	,31827882431246	,04286196473111	,03030798591635	-,066820649882	,70337829850664	,287970838396	,348586810229
	Total	22	,39651112765885	,16350448645602	,03485927363978	,32401729957842	,46900495573529	,174846625767	,728081321474
biceps femoris	PARA	13	,56264512494036	,18928359929532	,05249782483567	,44826219065879	,67702805922194	,220858895706	,837620578778
	ASIM	8	,51650857213346	,21243441500391	,07510690770333	,33890895671602	,69410818755089	,185419968304	,882669537137
	PLATO	2	,69365761281070	,17204223247086	,12165222923062	-,852080518406	2,23939574402695	,572005383580	,815309842041
	Total	23	,55799001856147	,19380113421275	,04041032994397	,47418412362556	,64179591349737	,185419968304	,882669537137
rectus femoris	PARA	13	,62355960502850	,16088692709687	,04462200501535	,52633660801557	,72078260204143	,427027027027	,932107496464
	ASIM	8	,66855374639563	,10885614736965	,03848645998946	,57754772974660	,75955976304467	,462277091907	,809849521204
	PLATO	2	,72750940736465	,05797801725809	,04099664916294	,20659758960314	1,24842122512615	,686512758202	,768506056528
	Total	23	,64824885440282	,13828681706502	,02883479463213	,58844915039670	,70804855840893	,427027027027	,932107496464
vastus lateralis	PARA	13	,49128984771705	,20516891642023	,05690361909881	,36730751237006	,61527218306403	,291598023064	,985212569316
	ASIM	8	,62412743836747	,09342294301920	,03302999826364	,54602390344320	,70223097329174	,470681458003	,772222222222
	PLATO	2	,72252648862040	,23823278071476	,16845601474434	-,141791012376	2,86296310100202	,554070473876	,890982503365
	Total	23	,55760176106531	,18707696015780	,03900824273088	,47670361703948	,63849990509115	,291598023064	,985212569316
l. gastrocnemius	PARA	9	,57042625642432	,21200057949711	,07066685983237	,40746818542934	,73338432741930	,316216216216	,833841463415
	ASIM	8	,62122672858352	,19563827817013	,06916857657688	,45766903496168	,78478442220536	,220850480110	,846785225718
	PLATO	2	,73343592444018	,06079955705046	,04299177908352	,18717357743263	1,27969827144773	,690444145357	,776427703524
	Total	19	,60897484133513	,19389671304363	,04448295671799	,51551961715121	,70243006551904	,220850480110	,846785225718
soleus	PARA	13	,47257884384908	,14018928169498	,03888151103244	,38786330877475	,5729437892340	,227828746177	,696226415094
	ASIM	8	,65492665097349	,07777303529434	,02749692032504	,58990676632877	,71994653561820	,506155950752	,750269106566
	PLATO	2	,63192142458818	,13415496617695	,09486188631357	-,573413124572	1,83725597374816	,537059538275	,726783310902
	Total	23	,54986004465227	,14703053992306	,03065798688055	,48627927134454	,61344081796000	,227828746177	,750269106566

Preglednica 60: Levenov test homogenosti varianc (3 skupine, relativni prostor).

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Fmax (čas (s))	2,250	2	20	,131
erector spinae	1,200	2	20	,322
gluteus maximus	1,075	2	19	,361
biceps femoris	,113	2	20	,894
rectus femoris	1,368	2	20	,277
vastus lateralis	1,648	2	20	,218
l. gastrocnemius	1,607	2	16	,231
soleus	1,297	2	20	,295

Preglednica 61: rezultati ANOVE treh skupin (relativni prostor).

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Fmax (čas (s))	Between Groups	3,935E-02	2	1,967E-02	1,129	,343
	Within Groups	,349	20	1,743E-02		
	Total	,388	22			
erector spinae	Between Groups	,264	2	,132	8,749	,002
	Within Groups	,302	20	1,508E-02		
	Total	,566	22			
gluteus maximus	Between Groups	,121	2	6,070E-02	2,621	,099
	Within Groups	,440	19	2,316E-02		
	Total	,561	21			
biceps femoris	Between Groups	5,086E-02	2	2,543E-02	,656	,530
	Within Groups	,775	20	3,877E-02		
	Total	,826	22			
rectus femoris	Between Groups	2,379E-02	2	1,189E-02	,599	,559
	Within Groups	,397	20	1,985E-02		
	Total	,421	22			
vastus lateralis	Between Groups	,147	2	7,349E-02	2,359	,120
	Within Groups	,623	20	3,115E-02		
	Total	,770	22			
l. gastrocnemius	Between Groups	4,556E-02	2	2,278E-02	,577	,573
	Within Groups	,631	16	3,945E-02		
	Total	,677	18			
soleus	Between Groups	,179	2	8,971E-02	6,058	,009
	Within Groups	,296	20	1,481E-02		
	Total	,476	22			

Post-hoc testi:

Multiple Comparisons									
Dependent		(I) 3 skupir	(J) 3 skupine	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
				Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	
Fmax (čas)	LSD	PARA	ASIM	-0,054921236	5,93E-02	0,366	-0,178664708	6,88E-02	
			PLATO	-0,136540161	0,100272439	0,188	-0,345704804	7,26E-02	
		ASIM	PARA	0,054921236	5,93E-02	0,366	-6,88E-02	0,17866471	
			PLATO	-0,081618925	0,104366864	0,443	-0,299324388	1,36E-01	
	Bonferroni	PARA	ASIM	-0,054921236	5,93E-02	1	-0,209904964	0,1006249	
			PLATO	-0,136540161	0,100272439	0,565	-0,398510474	0,12543015	
		ASIM	PARA	0,054921236	5,93E-02	1	-1,00E-01	0,20990496	
			PLATO	-0,081618925	0,104366864	1	-0,354286272	0,19104842	
	Sidak	PARA	ASIM	-0,054921236	5,93E-02	0,745	-0,209439196	9,96E-02	
			PLATO	-0,136540161	0,100272439	0,465	-0,397723183	0,12464286	
		ASIM	PARA	0,054921236	5,93E-02	0,745	-9,96E-02	0,2094392	
			PLATO	-0,081618925	0,104366864	0,828	-0,353466833	0,19022898	
Tamhane	PARA	ASIM	0,081618925	0,104366864	0,828	-0,190228983	0,35346683		
		ASIM	-0,054921236	5,93E-02	0,866	-0,283330092	0,17348762		
		PLATO	-,13654016105524(*)	0,100272439	0,022	-0,241492589	-3,16E-02		
		ASIM	0,054921236	5,93E-02	0,866	-1,73E-01	0,28333009		
	ASIM	PARA	-0,081618925	0,104366864	0,676	-0,311274626	1,48E-01		
		PLATO	-,13654016105524(*)	0,100272439	0,022	3,16E-02	0,24149259		
		ASIM	0,081618925	0,104366864	0,676	-0,148036777	3,11E-01		
		PLATO	0,081618925	0,104366864	0,676	-0,148036777	3,11E-01		
	erector spi	LSD	PARA	ASIM	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,001	-0,335690234	-0,10546845
				PLATO	-,19612422695532(*)	9,33E-02	0,048	-0,390697145	-1,55E-03
			ASIM	PARA	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,001	1,05E-01	0,33569023
				PLATO	0,024455116	9,71E-02	0,804	-0,178062798	0,22697303
Bonferroni		PARA	ASIM	-0,024455116	9,71E-02	0,804	-1,55E-03	0,39069714	
			ASIM	-0,024455116	9,71E-02	0,804	-0,22697303	0,1780628	
		PLATO	ASIM	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,002	-0,36475111	-7,64E-02	
			PLATO	-0,196124227	9,33E-02	0,145	-0,439818991	4,76E-02	
Sidak		PARA	ASIM	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,002	7,64E-02	0,36475111	
			PLATO	0,024455116	9,71E-02	1	-0,229190435	0,27810067	
		ASIM	PARA	0,196124227	9,33E-02	0,145	-4,76E-02	0,43981899	
			ASIM	-0,024455116	9,71E-02	1	-0,278100668	0,22919044	
gluteus ma	LSD	PARA	ASIM	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,002	-0,364317835	-7,68E-02	
			PLATO	-0,196124227	9,33E-02	0,138	-0,439086622	4,68E-02	
		ASIM	PARA	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,002	7,68E-02	0,36431783	
			PLATO	0,024455116	9,71E-02	0,992	-0,228428162	0,2773384	
	Tamhane	PARA	ASIM	0,196124227	9,33E-02	0,138	-4,68E-02	0,43908662	
			ASIM	-0,024455116	9,71E-02	0,992	-0,277338395	0,22842816	
		ASIM	PARA	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,001	-0,355415861	-8,57E-02	
			PLATO	-0,196124227	9,33E-02	0,098	-0,44597653	5,37E-02	
	gluteus ma	LSD	PARA	ASIM	-,22057934328269(*)	5,52E-02	0,001	8,57E-02	0,35541586
				PLATO	0,024455116	9,71E-02	0,968	-0,264047645	0,31295788
			ASIM	PARA	0,196124227	9,33E-02	0,098	-5,37E-02	0,44597653
				ASIM	-2,45E-02	9,71E-02	0,968	-0,312957878	0,26404764
Bonferroni		PARA	ASIM	-,14995345546466(*)	6,95E-02	0,044	-0,295334667	-4,57E-03	
			PLATO	2,61E-02	0,11622862	0,825	-0,217195146	2,69E-01	
		ASIM	PARA	-,14995345546466(*)	6,95E-02	0,044	4,57E-03	0,29533467	
			PLATO	0,176027607	0,120308051	0,16	-7,58E-02	0,42783525	
Sidak		PARA	ASIM	-2,61E-02	0,11622862	0,825	-0,269343449	0,21719515	
			ASIM	-0,176027607	0,120308051	0,16	-0,427835252	7,58E-02	
		PLATO	ASIM	-0,149953455	6,95E-02	0,132	-0,332293012	3,24E-02	
			ASIM	2,61E-02	0,11622862	1	-0,279038286	3,31E-01	
gluteus ma	LSD	PARA	ASIM	0,149953455	6,95E-02	0,132	-3,24E-02	0,33229301	
			PLATO	0,176027607	0,120308051	0,479	-0,13979377	0,49184898	
		ASIM	PARA	-2,61E-02	0,11622862	1	-0,331186589	0,27903829	
			ASIM	-0,176027607	0,120308051	0,479	-0,491848984	0,13979377	
	Bonferroni	PARA	ASIM	-0,149953455	6,95E-02	0,126	-0,33174095	3,18E-02	
			PLATO	2,61E-02	0,11622862	0,995	-0,278114508	3,30E-01	
		ASIM	PARA	0,149953455	6,95E-02	0,126	-3,18E-02	0,33174095	
			PLATO	0,176027607	0,120308051	0,407	-0,13883757	0,49089278	
	Tamhane	PARA	ASIM	-2,61E-02	0,11622862	0,995	-0,330262811	0,27811451	
			ASIM	-0,176027607	0,120308051	0,407	-0,490892783	0,13883757	
		ASIM	PARA	-0,149953455	6,95E-02	0,136	-0,336213623	3,63E-02	
			PLATO	2,61E-02	0,11622862	0,958	-0,143635228	0,19578353	
Sidak	PARA	ASIM	0,149953455	6,95E-02	0,136	-3,63E-02	0,33621362		
		PLATO	0,176027607	0,120308051	0,066	-1,23E-02	0,36438119		
	ASIM	PARA	-2,61E-02	0,11622862	0,958	-0,195783531	0,14363523		
		ASIM	-0,176027607	0,120308051	0,066	-0,36438119	1,23E-02		

biceps fem	LSD	PARA	ASIM	4,61E-02	8,85E-02	0,608	-0,138432045	0,23070515
			PLATO	-0,131012488	0,149560565	0,391	-0,442990359	0,18096538
		ASIM	PARA	-4,61E-02	8,85E-02	0,608	-2,31E-01	0,13843204
			PLATO	-0,177149041	0,155667571	0,269	-0,501865904	0,14756782
		PLATO	PARA	0,131012488	0,149560565	0,391	-0,180965383	0,44299036
			ASIM	0,177149041	0,155667571	0,269	-0,147567823	5,02E-01
	Bonferroni	PARA	ASIM	4,61E-02	8,85E-02	1	-0,185028201	2,77E-01
			PLATO	-0,131012488	0,149560565	1	-0,521752239	0,25972726
		ASIM	PARA	-4,61E-02	8,85E-02	1	-0,277301307	0,1850282
			PLATO	-0,177149041	0,155667571	0,806	-0,583843868	0,22954579
		PLATO	PARA	0,131012488	0,149560565	1	-0,259727263	0,52175224
			ASIM	0,177149041	0,155667571	0,806	-0,229545786	0,58384387
	Sidak	PARA	ASIM	4,61E-02	8,85E-02	0,94	-0,184333489	2,77E-01
			PLATO	-0,131012488	0,149560565	0,775	-0,520577961	0,25855299
		ASIM	PARA	-4,61E-02	8,85E-02	0,94	-0,276606595	0,18433349
			PLATO	-0,177149041	0,155667571	0,609	-0,58262164	0,22832356
		PLATO	PARA	0,131012488	0,149560565	0,775	-0,258552985	0,52057796
			ASIM	0,177149041	0,155667571	0,609	-0,228323559	0,58262164
	Tamhane	PARA	ASIM	4,61E-02	8,85E-02	0,946	-0,203047761	2,95E-01
			PLATO	-0,131012488	0,149560565	0,845	-2,047947533	1,79E+00
		ASIM	PARA	-4,61E-02	8,85E-02	0,946	-0,295320867	0,20304776
			PLATO	-0,177149041	0,155667571	0,723	-1,377452146	1,02315406
		PLATO	PARA	0,131012488	0,149560565	0,845	-1,785922558	2,05E+00
			ASIM	0,177149041	0,155667571	0,723	-1,023154064	1,38E+00
rectus fem	LSD	PARA	ASIM	-4,50E-02	6,33E-02	0,485	-0,177044178	8,71E-02
			PLATO	-0,103949802	0,107003457	0,343	-0,327155103	1,19E-01
		ASIM	PARA	4,50E-02	6,33E-02	0,485	-8,71E-02	0,17704418
			PLATO	-5,90E-02	0,111372729	0,602	-0,291275104	0,17336378
		PLATO	PARA	0,103949802	0,107003457	0,343	-0,119255498	0,32715511
			ASIM	5,90E-02	0,111372729	0,602	-0,173363782	0,2912751
	Bonferroni	PARA	ASIM	-4,50E-02	6,33E-02	1	-0,210381508	1,20E-01
			PLATO	-0,103949802	0,107003457	1	-0,383505475	0,17560587
		ASIM	PARA	4,50E-02	6,33E-02	1	-0,120393225	0,21038151
			PLATO	-5,90E-02	0,111372729	1	-0,349926431	0,23201511
		PLATO	PARA	0,103949802	0,107003457	1	-0,175605871	0,38350548
			ASIM	5,90E-02	0,111372729	1	-0,232015109	0,34992643
	Sidak	PARA	ASIM	-4,50E-02	6,33E-02	0,864	-0,209884474	1,20E-01
			PLATO	-0,103949802	0,107003457	0,716	-0,382665335	0,17476573
		ASIM	PARA	4,50E-02	6,33E-02	0,864	-0,119896192	0,20988447
			PLATO	-5,90E-02	0,111372729	0,937	-0,349051985	0,23114066
		PLATO	PARA	0,103949802	0,107003457	0,716	-0,174765731	0,38266534
			ASIM	5,90E-02	0,111372729	0,937	-0,231140663	0,34905199
	Tamhane	PARA	ASIM	-4,50E-02	6,33E-02	0,838	-0,199428056	0,10943977
			PLATO	-0,103949802	0,107003457	0,401	-0,334072819	0,12617321
		ASIM	PARA	4,50E-02	6,33E-02	0,838	-0,109439773	0,19942806
			PLATO	-5,90E-02	0,111372729	0,747	-0,3174274	0,19951608
		PLATO	PARA	0,103949802	0,107003457	0,401	-0,126173215	0,33407282
			ASIM	5,90E-02	0,111372729	0,747	-0,199516078	0,3174274
vastus late	LSD	PARA	ASIM	-0,132837591	7,93E-02	0,11	-0,298270589	3,26E-02
			PLATO	-0,231236641	0,134054509	0,1	-0,510869446	4,84E-02
		ASIM	PARA	0,132837591	7,93E-02	0,11	-3,26E-02	0,29827059
			PLATO	-9,84E-02	0,139528357	0,489	-0,389450102	0,192652
		PLATO	PARA	0,231236641	0,134054509	0,1	-4,84E-02	0,51086945
			ASIM	9,84E-02	0,139528357	0,489	-0,192652001	0,3894501
	Bonferroni	PARA	ASIM	-0,132837591	7,93E-02	0,329	-0,340035776	7,44E-02
			PLATO	-0,231236641	0,134054509	0,3	-0,581465497	1,19E-01
		ASIM	PARA	0,132837591	7,93E-02	0,329	-7,44E-02	0,34003578
			PLATO	-9,84E-02	0,139528357	1	-0,462928801	0,2661307
		PLATO	PARA	0,231236641	0,134054509	0,3	-0,118992215	0,5814655
			ASIM	9,84E-02	0,139528357	1	-0,2661307	0,4629288
	Sidak	PARA	ASIM	-0,132837591	7,93E-02	0,294	-0,33941309	7,37E-02
			PLATO	-0,231236641	0,134054509	0,271	-0,580412965	1,18E-01
		ASIM	PARA	0,132837591	7,93E-02	0,294	-7,37E-02	0,33941309
			PLATO	-9,84E-02	0,139528357	0,866	-0,461833291	0,26503519
		PLATO	PARA	0,231236641	0,134054509	0,271	-0,117939683	0,58041296
			ASIM	9,84E-02	0,139528357	0,866	-0,26503519	0,46183329
	Tamhane	PARA	ASIM	-0,132837591	7,93E-02	0,166	-0,305994843	4,03E-02
			PLATO	-0,231236641	0,134054509	0,767	-3,714706073	3,25223279
		ASIM	PARA	0,132837591	7,93E-02	0,166	-4,03E-02	0,30599484
			PLATO	-9,84E-02	0,139528357	0,962	-5,132331605	4,9355335
		PLATO	PARA	0,231236641	0,134054509	0,767	-3,25E+00	3,71470607
			ASIM	9,84E-02	0,139528357	0,962	-4,935533504	5,1323316

l. gastrocn	LSD	PARA	ASIM	-5,08E-02	9,65E-02	0,606	-0,255392245	0,1537913	
			PLATO	-0,163009668	0,155265006	0,309	-0,492156776	1,66E-01	
		ASIM	PARA	5,08E-02	9,65E-02	0,606	-1,54E-01	0,25539225	
		PLATO	PARA	-0,112209196	0,157019468	0,485	-0,445075599	0,22065721	
		PLATO	ASIM	0,163009668	0,155265006	0,309	-0,16613744	0,49215678	
		ASIM	PARA	0,112209196	0,157019468	0,485	-0,220657207	0,4450756	
	Bonferroni	PARA	ASIM	-5,08E-02	9,65E-02	1	-0,308774456	0,20717351	
		PLATO	ASIM	-0,163009668	0,155265006	0,928	-0,578038041	2,52E-01	
		ASIM	PARA	5,08E-02	9,65E-02	1	-2,07E-01	0,30877446	
		PLATO	PARA	-0,112209196	0,157019468	1	-0,531927304	0,30750891	
		PLATO	ASIM	0,163009668	0,155265006	0,928	-0,252018705	0,57803804	
		ASIM	PARA	0,112209196	0,157019468	1	-0,307508912	0,5319273	
	Sidak	PARA	ASIM	-5,08E-02	9,65E-02	0,939	-0,307971397	0,20637045	
		PLATO	ASIM	-0,163009668	0,155265006	0,671	-0,576746081	2,51E-01	
		ASIM	PARA	5,08E-02	9,65E-02	0,939	-2,06E-01	0,3079714	
		PLATO	PARA	-0,112209196	0,157019468	0,864	-0,530620745	0,30620235	
		PLATO	ASIM	0,163009668	0,155265006	0,671	-0,250726745	0,57674608	
		ASIM	PARA	0,112209196	0,157019468	0,864	-0,306202353	0,53062074	
	Tamhane	PARA	ASIM	-5,08E-02	9,65E-02	0,943	-0,31639724	2,15E-01	
		PLATO	ASIM	-0,163009668	0,155265006	0,243	-0,418973172	9,30E-02	
		ASIM	PARA	5,08E-02	9,65E-02	0,943	-0,214796296	0,31639724	
		PLATO	PARA	-0,112209196	0,157019468	0,513	-0,370756494	0,1463381	
		PLATO	ASIM	0,163009668	0,155265006	0,243	-9,30E-02	0,41897317	
		ASIM	PARA	0,112209196	0,157019468	0,513	-0,146338102	0,37075649	
soleus	LSD	PARA	ASIM	-,18234780712441(*)	5,47E-02	0,003	-0,296414407	-6,83E-02	
		PLATO	ASIM	-0,159342581	9,24E-02	0,1	-0,352150325	3,35E-02	
		ASIM	PARA	,18234780712441(*)	5,47E-02	0,003	6,83E-02	0,29641441	
		PLATO	PARA	2,30E-02	9,62E-02	0,813	-0,177675436	0,22368589	
		PLATO	ASIM	0,159342581	9,24E-02	0,1	-3,35E-02	0,35215033	
		ASIM	PARA	-2,30E-02	9,62E-02	0,813	-0,223685889	0,17767544	
	Bonferroni	PARA	ASIM	-,18234780712441(*)	5,47E-02	0,01	-0,325211641	-3,95E-02	
		PLATO	ASIM	-0,159342581	9,24E-02	0,3	-0,400826535	8,21E-02	
		ASIM	PARA	,18234780712441(*)	5,47E-02	0,01	3,95E-02	0,32521164	
		PLATO	PARA	2,30E-02	9,62E-02	1	-0,228339242	0,2743497	
		PLATO	ASIM	0,159342581	9,24E-02	0,3	-8,21E-02	0,40082654	
		ASIM	PARA	-2,30E-02	9,62E-02	1	-0,274349695	0,22833924	
	Sidak	PARA	ASIM	-,18234780712441(*)	5,47E-02	0,01	-0,324782297	-3,99E-02	
		PLATO	ASIM	-0,159342581	9,24E-02	0,271	-0,400100811	8,14E-02	
		ASIM	PARA	,18234780712441(*)	5,47E-02	0,01	3,99E-02	0,3247823	
		PLATO	PARA	2,30E-02	9,62E-02	0,994	-0,227583885	0,27359434	
		PLATO	ASIM	0,159342581	9,24E-02	0,271	-8,14E-02	0,40010081	
		ASIM	PARA	-2,30E-02	9,62E-02	0,994	-0,273594337	0,22758388	
	Tamhane	PARA	ASIM	-,18234780712441(*)	5,47E-02	0,003	-0,307044742	-5,77E-02	
		PLATO	ASIM	-0,159342581	9,24E-02	0,676	-1,750676975	1,43E+00	
		ASIM	PARA	,18234780712441(*)	5,47E-02	0,003	5,77E-02	0,30704474	
		PLATO	PARA	2,30E-02	9,62E-02	0,997	-2,224215944	2,2702264	
		PLATO	ASIM	0,159342581	9,24E-02	0,676	-1,431991814	1,75067698	
		ASIM	PARA	-2,30E-02	9,62E-02	0,997	-2,270226397	2,22421594	
*	The mean difference is significant at the .05 level.								

9.5. PRILOGA 5 (RELATIVNI PROSTOR)

Diskriminantna analiza, relativni prostor, 4 skupine, 4 spremenljivke:

Preglednica 62: upoštevani primeri v DIANI (4 skupine, 4 spremenljivke).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	0	,0
Total		23	100,0

Preglednica 63: statistika skupin v DIANI (4 skupine, 4 spremenljivke).

Group Statistics

4 skupine		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
PARA	Fmax (čas (s))	7	7,000
	erector spinae	7	7,000
	vastus lateralis	7	7,000
	soleus	7	7,000
ASIM	Fmax (čas (s))	6	6,000
	erector spinae	6	6,000
	vastus lateralis	6	6,000
	soleus	6	6,000
PLATO	Fmax (čas (s))	2	2,000
	erector spinae	2	2,000
	vastus lateralis	2	2,000
	soleus	2	2,000
ostalo	Fmax (čas (s))	8	8,000
	erector spinae	8	8,000
	vastus lateralis	8	8,000
	soleus	8	8,000
Total	Fmax (čas (s))	23	23,000
	erector spinae	23	23,000
	vastus lateralis	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 64: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	,559 ^a	74,8	74,8	,599
2	,118 ^a	15,9	90,7	,325
3	,070 ^a	9,3	100,0	,255

a. First 3 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 65: vrednost Wilksove lambde (4 skupine, 4 spremenljivke).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 3	,536	11,216	12	,511
2 through 3	,836	3,227	6	,780
3	,935	1,213	2	,545

Preglednica 66: standardizirani kanonični koeficienti (4 skupine, 4 spremenljivke).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function		
	1	2	3
Fmax (čas (s))	-,052	1,038	,173
erector spinae	,700	,045	-,362
vastus lateralis	,229	-,405	,941
soleus	,358	-,129	-,107

Preglednica 67: matrika strukture (4 skupine, 4 spremenljivke).

Structure Matrix

	Function		
	1	2	3
erector spinae	,924*	,103	-,209
soleus	,760*	,012	-,120
Fmax (čas (s))	,212	,911*	,347
vastus lateralis	,403	-,127	,904*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

Diskriminantna analiza, relativni prostor, 3 skupine, 4 spremenljivke:

Preglednica 68: upoštevani primeri v DIANI (3 skupine, 4 spremenljivke).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	0	,0
Total		23	100,0

Preglednica 69: statistika skupin v DIANI (3 skupine, 4 spremenljivke).

Group Statistics

3 skupine		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
PARA	Fmax (čas (s))	13	13,000
	erector spinae	13	13,000
	vastus lateralis	13	13,000
	soleus	13	13,000
ASIM	Fmax (čas (s))	8	8,000
	erector spinae	8	8,000
	vastus lateralis	8	8,000
	soleus	8	8,000
PLATO	Fmax (čas (s))	2	2,000
	erector spinae	2	2,000
	vastus lateralis	2	2,000
	soleus	2	2,000
Total	Fmax (čas (s))	23	23,000
	erector spinae	23	23,000
	vastus lateralis	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 70: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1,247 ^a	95,9	95,9	,745
2	,054 ^a	4,1	100,0	,225

a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 71: vrednost Wilksove lambde (3 skupine, 4 spremenljivke).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	,422	15,940	8	,043
2	,949	,965	3	,810

Preglednica 72: standardizirani kanonični koeficienti (3 skupine, 4 spremenljivke).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function	
	1	2
Fmax (čas (s))	,103	,679
erector spinae	,645	-,287
vastus lateralis	,370	,535
soleus	,406	-,227

Preglednica 73: matrika strukture (3 skupine, 4 spremenljivke).

Structure Matrix

	Function	
	1	2
erector spinae	,835*	-,309
soleus	,695*	-,286
Fmax (čas (s))	,259	,735*
vastus lateralis	,414	,649*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

Diskriminantna analiza, relativni prostor, 2 skupini, 4 spremenljivke:

Preglednica 74: upoštevani primeri v DIANI (2 skupini, 4 spremenljivke).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	0	,0
Total		23	100,0

Preglednica 75: statistika skupin v DIANI (2 skupini, 4 spremenljivke).

Group Statistics

dve skupini		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
PARA	Fmax (čas (s))	15	15,000
	erector spinae	15	15,000
	vastus lateralis	15	15,000
	soleus	15	15,000
NEPARA	Fmax (čas (s))	8	8,000
	erector spinae	8	8,000
	vastus lateralis	8	8,000
	soleus	8	8,000
Total	Fmax (čas (s))	23	23,000
	erector spinae	23	23,000
	vastus lateralis	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 76: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	,473 ^a	100,0	100,0	,567

a. First 1 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 77: vrednost Wilksove lambde (2 skupini, 4 spremenljivke).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,679	7,362	4	,118

Preglednica 78: standardizirani kanonični koeficienti (2 skupini, 4 spremenljivke).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
Fmax (čas (s))	-,135
erector spinae	,790
vastus lateralis	,336
soleus	,198

Preglednica 79: matrika strukture (2 skupini, 4 spremenljivke).

Structure Matrix

	Function
	1
erector spinae	,929
soleus	,677
vastus lateralis	,458
Fmax (čas (s))	,164

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

9.6. PRILOGA 6 (RELATIVNI PROSTOR)

Diskriminantna analiza, relativni prostor, 2 skupini, 2 spremenljivki:

Preglednica 80: upoštevani primeri v DIANI (2 skupini, 2 spremenljivki).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	0	,0
Total		23	100,0

Preglednica 81: statistika skupin v DIANI (2 skupini, 2 spremenljivki).

Group Statistics

dve skupini		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
PARA	erector spinae	15	15,000
	soleus	15	15,000
NEPARA	erector spinae	8	8,000
	soleus	8	8,000
Total	erector spinae	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 82: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	,424 ^a	100,0	100,0	,545

a. First 1 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 83: vrednost Wilksove lambde (2 skupini, 2 spremenljivki).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,702	7,063	2	,029

Preglednica 84: standardizirani kanonični koeficienti (2 skupini, 2 spremenljivki).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
erector spinae	,851
soleus	,230

Preglednica 85: matrika strukture (2 skupini, 2 spremenljivki).

Structure Matrix

	Function
	1
erector spinae	,982
soleus	,716

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

Diskriminantna analiza, relativni prostor, 3 skupine, 2 spremenljivki:

Preglednica 86: upoštevani primeri v DIANI (3 skupine, 2 spremenljivki).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	0	,0
Total		23	100,0

Preglednica 87: statistika skupin v DIANI (3 skupine, 2 spremenljivki).

Group Statistics

3 skupine		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
PARA	erector spinae	13	13,000
	soleus	13	13,000
ASIM	erector spinae	8	8,000
	soleus	8	8,000
PLATO	erector spinae	2	2,000
	soleus	2	2,000
Total	erector spinae	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 88: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1,053 ^a	100,0	100,0	,716
2	,000 ^a	,0	100,0	,007

a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 89: vrednost Wilksove lambde (3 skupine, 2 spremenljivki).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	,487	14,026	4	,007
2	1,000	,001	1	,977

Preglednica 90: standardizirani kanonični koeficienti (3 skupine, 2 spremenljivki).

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function	
	1	2
erector spinae	,719	-,837
soleus	,454	1,006

Preglednica 91: matrika strukture (3 skupine, 2 spremenljivki).

Structure Matrix

	Function	
	1	2
erector spinae	,912*	-,411
soleus	,759*	,652

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

Diskriminantna analiza, relativni prostor, 4 skupine, 2 spremenljivki:

Preglednica 92: upoštevani primeri v DIANI (4 skupine, 2 spremenljivki).

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		23	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	0	,0
Total		23	100,0

Preglednica 93: statistika skupin v DIANI (4 skupine, 2 spremenljivki).

Group Statistics

4 skupine		Valid N (listwise)	
		Unweighted	Weighted
PARA	erector spinae	7	7,000
	soleus	7	7,000
ASIM	erector spinae	6	6,000
	soleus	6	6,000
PLATO	erector spinae	2	2,000
	soleus	2	2,000
ostalo	erector spinae	8	8,000
	soleus	8	8,000
Total	erector spinae	23	23,000
	soleus	23	23,000

Preglednica 94: lastne vrednosti in koeficienti kanonične korelacije.

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	,536 ^a	99,8	99,8	,591
2	,001 ^a	,2	100,0	,032

a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Preglednica 95: vrednost Wilksove lambde (4 skupine, 2 spremenljivki).

Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	,650	8,172	6	,226
2	,999	,019	2	,990

Preglednica 96: standardizirani kanonični koeficienti (4 skupine, 2 spremenljivki)

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function	
	1	2
erector spinae	,746	-,919
soleus	,378	1,122

Preglednica 97: matrika strukture (4 skupine, 2 spremenljivki).

Structure Matrix

	Function	
	1	2
erector spinae	,948*	-,319
soleus	,777*	,630

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

9.7. PRILOGA 7 (MAKSIMALNE ODRIVNE SILE)

Preglednica 98: maksimalne odrivne sile pri skupinah PARA2 in NEPARA.

SKUPINA PARA2	SILA*	SKUPINA NEPARA	SILA*
merjenec 3	3,005135	merjenec 1	2,630808
merjenec 4	2,559187	merjenec 2	2,690813
merjenec 9	2,535548	merjenec 5	2,34728
merjenec 11	2,259811	merjenec 6	2,794029
merjenec 13	2,810334	merjenec 10	2,067032
merjenec 14	2,764301	merjenec 17	2,415628
merjenec 15	3,404172	merjenec 19	2,296586
merjenec 18	2,809365	merjenec 27	2,582399
merjenec 20	2,489024		
merjenec 21	3,086599		
merjenec 22	3,351107		
merjenec 23	2,526218		
merjenec 24	2,606571		
merjenec 25	3,107724		
merjenec 26	2,64344		

* sila pomeni maksimalno silo med odrivom normalizirano na težo merjenca

Preglednica 99: povprečna maksimalna odrivna sila po skupinah PARA2 in NEPARA.

	SILA*
PARA2	2,797236
NEPARA	2,478072

* povprečna maksimalna odrivna sila celotne skupine (normalizirana na lastne teže merjencev)