Utjecaj hiperekstendiranoga koljenog zgloba na rezulate izokinetičkoga testiranje mišića natkoljenice

Bašćevan, Saša

Doctoral thesis / Disertacija

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:065395

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Saša Bašćevan

UTJECAJ HIPEREKSTENDIRANOGA KOLJENOGA ZGLOBA NA REZULTATE IZOKINETIČKOGA TESTIRANJA MIŠIĆA NATKOLJENICE

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Saša Bašćevan

THE INFLUENCE OF HYPEREXTENDED KNEE JOINT ON UPPER LEG ISOKINETIC TESTS RESULTS

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2018.



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Saša Bašćevan

UTJECAJ HIPEREKSTENDIRANOGA KOLJENOGA ZGLOBA NA REZULTATE IZOKINETIČKOGA TESTIRANJA MIŠIĆA NATKOLJENICE

DOKTORSKI RAD

Mentor:

prof.dr.sc. Saša Janković

Zagreb, 2018.

University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Saša Bašćevan

THE INFLUENCE OF HYPEREXTENDED KNEE JOINT ON UPPER LEG ISOKINETIC TESTS RESULTS

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

prof. Saša Janković, PhD, MD

Zagreb, 2018

Informacije o mentoru:

Saša Janković rođen je 27. travnja 1964. godine u Zagrebu. Osnovnu, srednju školu i Medicinski fakultet (1984.-1989.) završio je u Zagrebu. Pripravnički staž odradio je u K. B. Merkur (1989.-1990.), a državni je ispit položio 1990.g. Znanstveni pripravnik pri Zavodu za kineziološku antropologiju Fakulteta za fizičku kulturu u Zagrebu na predmetu Sportska medicina, 1990 - 1995.g. Specijalist ortoped od svibnja 1998.g. te zaposlen na Zavodu za ortopediju K.B. Sveti Duh. Predstojnik Zavoda za ortopediju od listopada 2009.g. Docent na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na predmetu Sportska medicina, od 2004.g. do danas. Završio postdiplomski studij Sportska medicina na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 1991- 1992.g. te obranio magistarski rad: " Novi model za procjenu tjelesne visine u odrasloj dobi", u rujnu 1992.g. Znanstveni doktorat pod naslovom "Novi pristup u određivanju anaerobnog praga treniranih osoba" obranio je u rujnu 2002 g.

Kao student boravio na usavršavanju u Portugalu "San Antonio" hospital Porto 1984.g. Tijekom specijalizacije koristio stipendija ESKE za specijalizante ortopedije, Grčka, svibanj 1997. Boravio na usavršavanju u Švicarskoj- Basel lipanj 2002.g. Sveučilišna bolnica ACM – Amsterdam prosinac 2004.g. Tijekom 2007.g. usavršavanje Rosemont-SAD, Medicinski fakultet Duseldorf te u Hamburgu i Parizu.

Sudjelovao ka pozvani predavač na Nacionalnom kongresu ortopeda – Varna, Bugarska te kao instruktor na artroskopskim tečajevima Rotterdam ,Ljubljana, Naples.

Član je Hrvatskog liječničkog zbora, Hrvatskog ortopedskog društva, Hrvatskog traumatološkog društva, Hrvatskog udruženja ortopeda i traumatologa, Europskog udruženja za kirurgiju koljena, artroskopiju i sportsku traumatologiju (ESSKA). Predstojnik Zavoda za ortopediju KB Svet Duh, član Zdravstvene komisije HOO, voditelj zdravstvene službe GNK Dinamo.

SADRŽAJ

UVOD 1

1. HIPERMOBILNOST ZGLOBOVA 1

1.1. Hipermobilnost u djece 6

1.2. Spolne razlike u hipermobilnosti 9

1.3. Rasne razlike u hipermobilnosti 9

1.4. Genetske predispozicije za razvoj hipermobilnosti 9

1.5. Lokalna i cjelovita hipermobilnost tijela 10

1.6. Hipermobilnost i sportske aktivnosti 10

1.7. Ostale karakteristike hipermobilnosti 11

2. BIOMEHANIKA HIPERMOBILNOG KOLJENA 12

2.1. Hod kod hipermobilnoga koljena 14

2.2. Proprioceptivna svojstva hipermobilnoga koljena 14

2.3. Hipermobilnost koljena i ozljede 15

2.4. Ostali faktori koji mogu utjecati na pojavu hipermobilnoga koljena 15

3. IZOKINETIČKO TESTIRANJE MIŠIĆA NATKOLJENICE 21

3.1. Standardni i funkcionalni izokinetički pokazatelji 21

3.2. Spolne razlike u izokinetičkim pokazateljima 22

3.3. Omjer jakosti mišića natkoljenice 23

3.4. Poveznica izokinetičkih pokazatelja i hipermobilnosti 25

4. PROBLEM 26

5. CILJ I HIPOTEZE 28

5.1. Cilj istraživanja 28

5.2. Hipoteze 28

6. METODE ISTRAŽIVANJA 30

6.1. Uzorak ispitanika 30

6.2. Uzorak varijabli 30

6.3. O izokinetičkome mjerenju 34

6.4. Metode obrade podataka 39

7. REZULTATI 40

7.1. Povezanost antropometrijskih karakteristika s hipermobilnošću koljena 40

7.2. Razlike u hipermobilnosti koljena između sportaša s istom ili različitom dužinom nogu 41

7.3. Razlika između dominantne i nedominantne noge u hipermobilnosti koljena 42

7.4. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima i indeksu tjelesne mase između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena 43

7.5. Povezanost hipermobilnosti s izokinetičkim pokazateljima 44

7.6. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima, indeksu tjelesne mase i stupnju mobilnosti koljena između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova 45

8. RASPRAVA 48

8.1. Povezanost hipermobilnosti s antropometrijskim karakteristikama 49

8.2. Razlike u hipermobilnosti koljena između sportaša s istom ili različitom dužinom nogu 50

8.3. Razlika između dominantne i nedominantne noge u hipermobilnosti koljena 51

8.4. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima i indeksu tjelesne mase između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena 51

8.5. Povezanost hipermobilnosti s izokinetičkim pokazateljima 53

8.6. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima, indeksu tjelesne mase i stupnju hipermobilnosti koljena između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova 55

9. ZAKLJUČAK 58

10. LITERATURA 59

11. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA 65

12. PRILOZI 68

UTJECAJ HIPEREKSTENDIRANOGA KOLJENOGA ZGLOBA NA REZULTATE IZOKINETIČKOGA TESTIRANJA MIŠIĆA NATKOLJENICE

SAŽETAK

Cilj ovog rada je utvrditi povezanost stupnja mobilnosti koljena sa standardnim i funkcionalnim odnosima jakosti hamstringsa i kvadricepsa (H:Q) i s antropometrijskim karakteristikama donjih ekstremiteta. Sekundarni je cilj bio utvrditi postoje li razlike između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena u standardnim i funkcionalnim odnosima jakosti H:Q, antropometrijskim karakteristikama donjih ekstremiteta i dominantnoj ili nedominantnoj nozi. Tercijarni je cilj bio utvrditi postoje li razlike u izokinetičkim i antropometrijskim pokazateljima, indeksu tjelesne mase i stupnju mobilnosti koljena između sportaša kontaktnih i nekontaktnih sportova.

Uzorak ispitanika čine dvije skupine, sportaši različitih sportskih aktivnosti bez ozljeda i operacija koljena (dob: 23,48±3,54 god., visina 182,02±7,03 cm, masa 80,27±10,5 kg). Prva skupina (N=23) su ispitanici s hipermobilnošću koljena u ekstenziji većoj od 10º. Druga skupina (N=27) su ispitanici bez hipermobilnosti koljena u ekstenziji.

Mjerenje mobilnosti koljena je provedeno pomoću Pasco Xplorer GLX goniometra, izokinetičko testiranje jakosti pomoću Biodex System 4 sustava, dužina noge pomoću antropometra, dužina potkoljenice pomoću skraćenog antropometra i indeksa tjelesne mase dijeljenjem tjelesne mase s kvadratom visine tijela.

Rezultati su pokazali da postoji niska, statistički značajna, negativna povezanost između stupnja mobilnosti koljena u ekstenziji i standardnih izokinetičkih omjera jakosti H/Q ($r=-0,2$, $p<0,05$).

Nadalje, rezultati ukazuju da postoje statistički značajne razlike između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena u standardnim pokazateljima omjera jakosti H/Q ($F=4,54$, $p=0,04$) i u dužini nogu ($F=6,73$, $p=0,01$) te u dužini potkoljenice ($F=10,43$, $p=0,00$) na način da sportaši s hipermobilnošću koljena imaju niže vrijednosti standardnih omjera jakosti H/Q (H/Q60=0,56±0,09) te kraću nogu (87,65±3,98cm) i potkoljenicu (40,3±2,83cm) od skupine

bez hipermobilnosti u koljenu (H/Q=0,59±0,01, dužina noge=90,2±5,26cm, dužina potkoljenice=42,88±4,65cm). Isti se ne razlikuju u indeksu tjelesne mase.

U analizi razlika između sportaša kontaktnih i nekontaktnih sportova ne postoje statistički značajne razlike u standardnim i funkcionalnim pokazateljima omjera jakosti H/Q, indeksu tjelesne mase te u antropometrijskim karakteristikama. Izuzetak su varijable stupnja mobilnosti koljena, (stupanj mobilnosti desnoga koljena F=5,083; p=0,03, stupanj mobilnosti lijevoga koljena F=6,08; p=0,02) tako da sportaši iz nekontaktnih sportova imaju više vrijednosti mobilnosti koljena (stupanj hipermobilnosti desnoga koljena=10,75±3,77°, stupanj hipermobilnosti lijevoga koljena=11,27±3,25°) od sportaša iz kontaktnih sportova (stupanj mobilnosti desnoga koljena=8,24±3,87°, stupanj mobilnosti lijevoga koljena =8,73±3,69°).

Negativna korelacija, iako niska, govori da što je veća mobilnost koljena, jakost hamstringsa pri 60°/s. će biti niža.

Sportaši s patološkom hipermobilnošću koljena imaju statistički niže vrijednosti hamstringsa pri 60°/s. od sportaša bez hipermobilnosti koljena. Isti sportaši imaju, u prosjeku, kraću nogu i potkoljenicu od druge skupine.

Finalno, u ovom uzorku, sportaši iz nekontaktnih sportova, u prosjeku, bilježe višu mobilnost koljena od sportaša iz kontaktnih sportova, do te mjere da su bili na razini patološki hipermobilnih koljena.

Dobivene informacije ukazuju na malu povezanost mobilnosti koljena s jakošću mišića hamstringsa te da se sportaši s hipermobilnošću razlikuju od sportaša bez hipermobilnosti u nekim izokinetičkim i antropometrijskim karakteristikama. Takve informacije mogu poslužiti kao predložak u izradi novih studija na većem broju ispitanika s hipermobilnošću koljena i općom hipermobilnošću iz različitih sportskih aktivnosti.

Ključne riječi: hipermobilnost, koljeno, odnos jakosti hamstringsa i kvadricepsa

THE INFLUENCE OF HYPEREXTENDED KNEE JOINT ON UPPER LEG ISOKINETIC TESTS RESULTS

SUMMARY

The goal of this research is to recognise a potential relationship between the degree of knee mobility with standard and functional hamstrings/quadriceps (H:Q) ratio, and with antrophometric characteristics of lower limb extremites. Secondary goal was to examine is there a difference between athletes with or without knee hypermobility in standard and functional hamstrings to quadriceps strength ratios, anthropometric lower limb characteristics and in dominant or non-dominant leg. Terciar goal was to determine is there a difference between men in contact and non-contact sports acitivites in isokinetic and anthropometric characteristics, body mass index and degree of knee mobility.

The examinees are divided into two groups of athletes from different sports activities and did not suffer any knee injury or had any kind of knee operation (age 23,48±3,54, height 182,02±7,03cm and weight 80,27±10,5kg). First group (N=23) are athletes with knee hyperextension grater then 10º in extension. The other group (N=27) are athletes without knee hyperextension.

Knee mobility is measured by Pasco Xplorer GLX goniometer, isokinetic upper leg strength with Biodex System 4 isokinetic system, leg length with an athropometer, tibia length with a shorten anthropometer, and body mass index calculated by dividing body mass with body height square.

The results indicate that there is a low, statisticaly significant corelation between the degree of knee mobility and standard isokinetic H:Q ratio ($r=-0,2$, $p<0,05$).

Further results show that there is a statisticaly significant difference between athletes with or without knee hypermobility in standard H/Q strength ratios ($F=4,54$, $p=0,04$), leg length ($F=6,73$, $p=0,01$), and shin length ($F=10,43$, $p=0,00$) in a way that athletes with knee hypermobility have a lower values in standard H/Q ratios (H/Q60=56±0,09), shorter leg (87,65±3,98cm) nad shin (40,3±2,83cm) then athletes without knee hypermobility (H/Q=0,59±0,01, leg length=90,2±5,26cm, shin length=42,88±4,65cm). There is no difference between groups in body mass index.

The analysis of difference between athletes from contact and non contact sports indicate that ther is no statisticaly significant difference in standard and functional H/Q ratios, body mass index, and in athropometric indicators, except in variables that measure knee mobility (degree of right knee mobility F=5,08; p=0,03, degree of left knee mobility F=6,08; p=0,02) so that the athletes in non contact sports have higher values (degree of right knee hypermobility=10,75±3,77°, degree of left knee hypermobility=11,27±3,25°) then athletes in contact sports (degree of right knee mobility=8,24±3,87°, degree of left knee mobility=8,73±3,69°).

Negative corelation, although low, proves that the grater the knee mobility, the lower the hamstrings strength at 60°/s.

Athletes with pathological knee hypermobility have a statisticaly significant lower hamstrings values at 60°/s. then athletes without knee hypermobility. The same athletes have, in average, shorter leg and shin then the other group.

Finaly, in this sample, the athletes from non-contact sports, in average, record grater knee mobility than the athletes in contact sports, in a way that they reach a lewel of pathologicaly hypermobile knees.

Gathered information show that there is a small bond between knee mobility and hamstrings strength, and that athletes with knee hypermobility are different from athletes without hypermobility in some isokinetic and antrpomethric characteristics. Information may serve as a ground stone for making new studies on a larger sample on knee and general hypermobility from different sports activities.

Key words: hypermobility, knee, hamstrings and quadriceps strength ratio

UVOD

1. HIPERMOBILNOST ZGLOBOVA

Utjecaj različitih deformacija lokomotornog sustava je tema velikog broja istraživanja. Njihova međusobna povezanost, genetski utjecaj, razlike između spolova, rasa, dobi i sportskih aktivnosti koje na njih utječu. Tako i hipermobilnost koljena u sebi nosi određene faktore koji još nisu u potpunosti prepoznati.

Rječnik definira povećanu mobilnost ili hipermobilnost zgloba kao pokret zgloba koji je veći od njegove potrebne funkcije za punim opsegom (www.merriam-webster.com). Puni opseg pokreta je onaj opseg koji omogućava osnovne biotičke kretnje, npr. stajanje ili hodanje (koljeno), oslonac na rukama (lakat i šaka) i sl. Kada je amplituda određenog zgloba drugačija od one standardne za isti zglob, tada može biti smanjena, povećana ili patološki povećana. Ako je patološki povećana, takav zglob se smatra hipermobilnim.

Hipermobilnost zglobova prvi put se spominje u 4. stoljeću prije Krista, kada Hipokrat opisuje Skite ili Skitijane kao nomadski narod koji je nastanjivao područje današnje Ukrajine. Obilježava ih, kako navodi, opuštenost tijela i nedostatak tonusa, toliki da ne mogu koristiti svoja oružja. Njihov glavni problem u ratovanju je hipermobilnost lakta zbog kojeg ne mogu kvalitetno odapinjati strijelu (Beighton i sur. 2012).

Učestalije spominjanje hipermobilnosti nastavlja se u 19. stoljeću kada sistematizacijom medicine i kategorizacijom bolesti dolazi do spominjanja termina poput hipermobilnosti zglobova, sindroma hipermobilnosti, opće povećane zglobne pokretljivosti, povećane mobilnosti koljena, lakta i sl. (Beighton i sur. 2012).

Istraživanjem Ehlers-Danlos sindroma (EDS) prepoznaje se poveznica bolesti i hipermobilnosti svih zglobova pa tako i koljena (Wenstrup i sur. 2010). Slične poveznice se pronalaze pri istraživanju Marfan sindroma.

Iako se u početku smatralo da je pojava hipermobilnosti rijetka, daljnjim istraživanjima otkriva se široka pojava hipermobilnosti, ne samo kod pacijenta s gore navedenim i sličnim sindromima, već i u populaciji bez oboljenja. Takva otkrića potiču znanstvenike na pronalazak razloga nastanka. Je li hipermobilnost isključivo genetska karakteristika ili je razvojna? U kojim fazama ljudskog razvoja se javlja? Je li ista za sve ljude različitih rasa i podneblja? Zahvaća li više muškarce ili žene? Je li globalna ili lokalna u odnosu na tijelo? Te

kasnije, izaziva li koja sportska aktivnost njenu pojavu, ili je ključna selekcija (kao npr. u plivanju i gimnastici)? Može li ju se smanjiti? I, možda najbitnije, je li opasna po zdravlje?

Prva istraživanja na manjem broju ispitanika prepoznaju značajan utjecaj hereditarnosti i spola na pojavu hipermobilnosti (Finklestein, 1916, Key, 1927, prema Beighton i sur. 2012). Kirk i sur. prvi put spominju sindrom hipermobilnosti kod pacijenata s povećanom zglobnom pokretljivošću i muskoloskeletnim tegobama (Kirk i sur. 1967). Takve spoznaje podastiru put prvim pokušajima mjerenja hipermobilnosti. Na početku su ona „binarna“, tj. je li kod pacijenta prisutan sindrom hipermobilnosti ili nije.

Provođenje daljnih istraživanja nije bilo moguće bez kvalitetne valorizacije hipermobilnosti. Tako dolazi do skaliranja stupnjeva hipermobilnosti i iako je od tada prošlo puno vremena te su se pokušale uspostaviti neke druge, kompleksnije metode mjerenja, model mjerenja razvijen od strane Beightona i suradnika je i danas standardni model mjerenja hipermobilnosti sa sitnim preinakama. Taj model analizira pet dijelova tijela na kojem se pojava hipermobilnosti lako prepoznaje, a to su: mali prst na ruci, palac na ruci, lakat, koljeno i kralježnica (Beighton i sur., 2012). Na početku su ispitanici ocjenjivani tako da se pripisao bod svakom od navedenih dijelova tijela, s tim da su ekstremiteti ocjenjivani kao jedan tj. pretpostavljalo se da je hipermobilnost malog prsta, palca na ruci, lakta i koljena prisutna na obje strane tijela. Kasnije isti autori, zbog još preciznijeg ocjenjivanja rangiraju skalu od 0 do 9, pripisujući bod svakom od navedenih dijelova na obje strane tijela. Smatralo se da su osobe koje su imale od 6 od 9 ili naknadno 4 ili 5 od 9 bodova one koje imaju sindrom hipermobilnosti (Russek, 1999).

Carter i Wilkinson razvijajuju sustav mjerenja koji je u prva četiri elementa isti, ali se razlikuje u posljednjem. Smatraju da pretklon trupa treba zamijeniti s dorzifleksijom stopala te inverzijom i everzijom istog (Carter i Wilkinson, 1964). Njihov sustav mjerenja jednako je zastupljen u literaturi. Drugi način skaliranja je jednostavno zbrajanje hipermobilnosti pojedinih regija, tj. ako osoba ima 3 od 5 navedenih, tada se smatra da ima sindrom hipermobilnosti (Gedalia i Brewer, 1993). Povećana mobilnost malog prsta negdje se zamjenjuje sa cijelim dlanom. No, te varijacije nisu opće prihvaćene jer određene aktivnosti mogu imati značajan utjecaj na njih, kao npr. gimnastika na dlan te balet na dorzifleksiju i inverziju stopala.

a) Hipermobilnost malog prsta na ruci

Pozitivna hipermobilnost malog prsta je prisutna ako ispitanik može flektirati mali prst više od 90 stupnjeva naspram dlana (slika 1).



Slika 1. Hipermobilnost malog prsta na ruci
(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hypermobile_pinky.jpg)

b) Hipermobilnost palca na ruci

Pozitivna hipermobilnost palca je prisutna ako ispitanik može palcem dotaknuti donji dio podlaktice (slika 2).



Slika 2. Hipermobilnost palca na ruci

(https://qw88nb88.wordpress.com/33-2/)

c) Hipermobilnost lakta

Pozitivna hipermobilnost lakta je prisutna ako ispitanik može opružiti lakat više od 10 stupnjeva od pune ekstenzije lakta (slika 4).

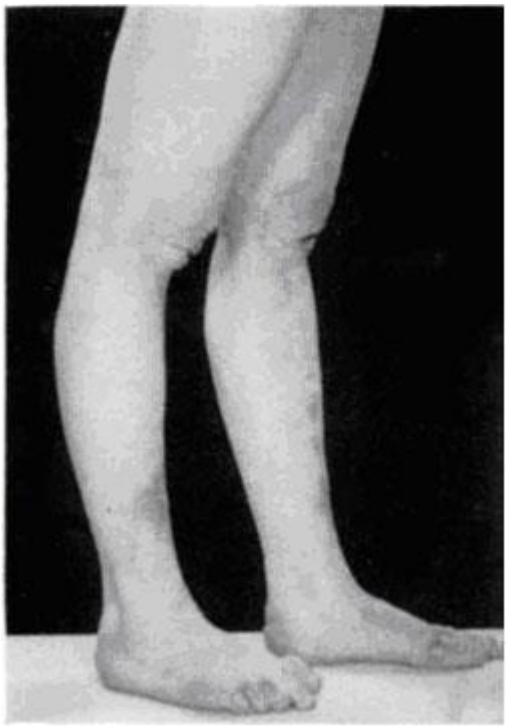


Slika3. Hipermobilnost lakta

(https://mastcellblog.wordpress.com/tag/double-jointed/)

d) Hipermobilnost koljena

Pozitivna hipermobilnost koljena je prisutna ako ispitanik može opružiti koljeno više od 10 stupnjeva od pune ekstenzije. Mjerenje se može provoditi u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, tj. u ležanju ili sjedu i u stajanju (slika 4).



Slika 4. Hipermobilnost koljena (genu recuravatum)

(http://www.johnhartfitness.com/hypermobility)

e) Hipermobilnost trupa

Pozitivnu hipermobilnost kralježnice predstavlja pretklon trupa u kojem ispitanik može punim dlanovima dotaknuti pod, a da pritom koljena ostanu opružena (slika 5).



Slika 5. Hipermobilnost trupa

(https://imgur.com/gallery/cTW6E)

1.1. Hipermobilnost u djece

Svako dijete koje se rodi ima veću mobilnost zglobova, u usporedbi s odraslim osobama (Gedalia i Brewer, 1993). Mobilnost se smanjuje kako dijete postaje starije. Smatra se da je razlog smanjivanja povećanje mišićnog tonusa i proprioceptivnih svojstava koja se poboljšavaju kroz puzanje, sjedenje i hodanje (Beighton i sur., 1973). Također, pretpostavlja se da je dobna granica u kojoj se očekuju promjene povezana s periodom podizanja medijalnog svoda stopala, koje počinje oko treće godine djetetova života.

Problem leži u kategorizaciji samog sindroma hipermobilnosti. Je li on samo blaži oblik nekih ozbiljnijih bolesti poput EDS (Ehlers-Danlos sindrom), Marfan sindroma i sl. ili normalna pojava kod velikog broja djece (Graham, 1999)? Na to pitanje još ne postoji

usuglašen odgovor te se zbog toga hipermobilnost u djece ne smatra kao znak bolesti ili stanja, već kao „normalna“ pojava s nepoznatim potpunim razlogom nastanka.

Louise i suradnici rade meta-analizu na 3330 radova, od kojih 1534 spominju nestabilnost zglobova, 1666 su radovi povezani s Ehlers-Danlos sindromom, a 330 su radovi sa zglobnom hipermobilnošću. Autori smatraju da, bez obzira na spoj težih i blažih slučajeva, svi spomenuti podaci imaju istu poveznicu, a to je hipermobilnost zglobova u djece (lLouise i sur., 2009). Bez obzira na etiologiju, hipermobilnost u školske djece nalazi se kod 5-30% njih, ovisno o dobi, spolu i rasi (Murray i Woo, 2001). Autori posebno naglašavaju povezanost sindroma hipermobilnosti s formom stopala u periodu od 3. do 6. godine života. Tablica 1 ukazuje da je hipermobilnost kod djece prisutna od 6 do 39% ovisno o dobi, spolu, kriteriju bodovanja i autorima (Russek, 1999).

Tablica 1. Hipermobilnost podijeljena po spolu, dobi, različitim kriterijima bodovanja, populaciji i autorima (modificirano prema Russeku, 1999).

Muškarci		**Žene**		**Ukupno**					
%	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**Kriterij**	**Dob**	**Populacija**	**Reference**
0,6	168	3,3	334	2,4	502	Beighton 6/9	20-82	Afrikanci	Beighton i sur.
1,0	104	2,9	104	1,9	208	Beighton 5/9	21-70	Bijelci	Wordsworth i sur.
2,8	422	8,9	214	4,9	636	Mod Carter-Wilkinson 4/5		SAD odrasli	Jessee i sur.
6,2	145	7,1	140	6,7	285	Carter-Wilkinson 4/5	6-11	Britanski školarci	Carter i Wilkinson
		8,0	50			Beighton 3/5	50+	Bez artritisa	Scott i sur.
6,7	134	18,3	126	12,3	260	Mod Beighton	5-17	SAD školska djeca	Gedalia i sur.
6,0	150	21,9	114	12,9	264	Beighton 5/9	15,5 avg	SAD adolescenti sportaši	Decoster i sur.
				16,2	606	Beighton 3/5	38,5±11	Švedski radnici	Larsson i sur.
6,9	360	33,7	300	19,1	660	Beighton 3/5	14-68	SAD studenti glazbe	Larsson i sur.
23,6	1187	31,5	587	29,8	1774	Beighton 4(6)/9	20-24	Irački studenti	Al-Rawi i sur.
				31,7	416	Carter-Wilkinson 5/9	5-17	Brazilska nebjelačka školska djeca	Forleo i sur.
33,7	445	38,4	560	36,3	1005	Carter-Wilkinson 5/9	5-17	Brazilska školska djeca	Forleo i sur.
				39,6	589	Carter-Wilkinson 5/9	5-17	Brazilska djeca bijelci	Forleo i sur.

1.2. Spolne razlike u hipermobilnosti

Hipermobilnost zglobova je učestalija kod žena nego kod muškaraca u bilo kojoj dobi (Beighton, 2010). Na istraživanju koje će biti kasnije spomenuto i kao istraživanje sa rasnim razlikama, utvrđeno je da 57% žena i 35% muškaraca u dobi od 6 do 66 godina na području zapadne Afrike imaju hipermobilnost koja se smatra značajnom tj. minimalno 4 od 9 bodova (Birell, 1994). Tablica 1 isto tako ukazuje na veću hipermobilnost žena naspram muškaraca bez obzira na dob, populaciju, kriterij bodovanja i različite autore (Russek, 1999).

S obzirom na nejasan nastanak, pretpostavlja se da je jedan od razloga veće učestalosti, manja mišićna masa u žena, u prosjeku oko 33%, slabije strukture vezivnog tkiva zbog manje snage te izraženije deformacije, osobito u donjim ekstremitetima kao što su veći Q kut i rotacija zdjelice da bi lakše rodile.

1.3. Rasne razlike u hipermobilnosti

Utvrđene su značajne razlike u hipermobilnosti između bijele i crne rase (populacije koja nastanjuje afrički kontinent). Istraživanje na populaciji zapadne Afrike, na području Nigerije govori da samo 5% ispitanika od ukupno 204 nema niti jedan bod od ukupno 9 na Beightonovoj skali. 54% njih je pozitivno na skali, ako je granica 4 od 9, a 11% ima 9 od 9 bodova, što je značajno više nego što je zabilježeno u sličnim mjerenjima na populaciji bijelaca (Birell, 1994). Na tablici 1 su jasno vidljive razlike između bijelaca i nebijelaca, a osobito su te razlike jasne na istraživanjima provedenim u Brazilu na djeci od 5 do 17 godina (Foreo i sur., prema Russek, 1999).

1.4. Genetske predispozicije za razvoj hipermobilnosti

Među prvim istraživanjima uopće o hipermobilnosti je prije spomenuto istraživanje koje na manjem broju ispitanika potvrđuje utjecaj hereditarnosti na pojavu hipermobilnosti (Finklestein, 1916, Key, 1927, prema Beighton i sur. 2012). Utjecaj hereditarnosti je analiziran na hipermobilnosti lakta u prospektivnoj studiji koja uspoređuje 100 djece s hipermobilnošću lakta (64 djevojke, 36 dječaka) sa 40 djece koja nemaju navedenu

hipermobilost. Kod djece s hipermobilnošću, od njih 100 samo 10 nema roditelja koji ima istu hipermobilnost. Takve spoznaje ukazuju na velik utjecaj hereditarnosti (Amir i sur., 1990).

Novija istraživanja ukazuju na deficite koji nastaju na staničnoj razini, koji mogu uzrokovati sindrome kao što je prije navedeni EDS (Ehlers-Danlos sindrom), kojem je glavna eksterna karakteristika hipermobilnost. Konkretno, sinteza tenescin – X glikoproteina može biti jedan od uzročnika pojave hipermobilnosti, a razlog nepovoljne sinteze istog je primarno hereditarni (Zweers i sur., 2004).

1.5. Lokalna i cjelovita hipermobilnost tijela

Determiniranjem skala i bodovanja hipermobilnosti utvrđeno je da se povećana mobilnost može pojaviti na jednom, više ili svim zglobovima obuhvaćenima mjerenjem. To dovodi do zaključka da hipermobilnost nije nužno globalna karakteristika u odnosu na tijelo, tj. da može biti lokalna ili djelomična. Povećana mobilnost ramenog pojasa u plivača, osobito u delfin tehnici, kralježnice u balerina, ramenog pojasa, laktova i koljena u gimnastičarki ukazuje na to da možda sportska aktivnost potencira razvoj lokalne hipermobilnosti, tj. one koja je potrebna za maksimalne performanse u određenoj sportskoj aktivnosti (Brodie i sur., 1982).

1.6. Hipermobilnost i sportske aktivnosti

Hipermobilnost je izraženija kod nekih sportskih aktivnosti poput ritmičke gimnastike, gimnastike, baleta i plivanja nego kod drugih sportskih aktivnosti što dovodi do pitanja izazivaju li te sportske aktivnosti hipermobilnost ili je u pitanju selekcija gdje takvi sportaši lakše uspijevaju, s obzirom da je povećana mobilnost u navedenim sportskim aktivnostima poželjna?

Autori su pokušali odgovoriti na to pitanje uspoređujući 53 balerine s 53 medicinske sestre. Dobiveni rezultati govore da je hipermobillnost značajno učestalija u balerina i to ne samo u kralježnici, kukovima i gležnju, već i koljenu, laktu i zapešću. Takvi rezultati idu u prilog teoriji da je za povećanu mobilnost ključna hereditarnost. Isto tako, balerine su u istraživanju navele da imaju barem jednog člana bliže obitelji koji je u nekom periodu života

doživio oticanje zglobova, što je glavna karakteristika kod osoba s hipermobilnošću zglobova u zrelijoj dobi (Grahame i Jenkins, 1972).



Slika 6. Hipermobilnost u ritmičkoj gimnastici.
(http://www.sportandspinalphysio.com.au/quick-guide-hypermobility-joints-loose/)

1.7. Ostale karakteristike hipermobilnosti

Neke od poveznica sindroma hipermobilnosti i određenih stanja, do nedavno bi bile nezamislive. No, konstantnim istraživanjem sindroma hipermobilnosti dolazi se do poveznica s povećanom elastičnošću kože, lošijom funkcijom srčanih zalizaka (labavi mitralni zalistak), što su elementi koji ukazuju da hipermobilnost nije samo neka benigna pojava ograničena isključivo na lokomotorni sustav (Beighton i sur., 2010). U zadnje vrijeme ističe se poveznica hipermobilnosti zglobova s pojavom paničnih napadaja, koji se objašnjavaju kroz nepovoljnu sintezu kolagena (Bird i Foley, 2010).

2. BIOMEHANIKA HIPERMOBILNOGA KOLJENA

Po svojoj građi hipermobilno koljeno razlikuje se od koljena koje nije hipermobilno. Dokazana je statistički značajna povezanost luksacije patele i hipermobilnoga koljena, što kod osoba s hipermobilnim sindromom (Steiner, 1987), a što kod osoba s Ehlers-Danlos sindromom kod kojih je pojavnost luksacije patele čak 57% (Shirley i sur., 2012). No, česta je pretpostavka da će takvo koljeno češće pretrpjeti ozljedu i ostalih struktura koljena, a posebno prednjega križnog ligamenta. Razlog tome može biti što su svi ligamenti u takvom koljenu „labaviji“, dok je poznato da su prednji i stražnji križni ligament stalno napeti te ih ukupna nestabilnost koljena čini izloženijima preopterećenju. Takvi zaključci su ekstrahirani kod žena na istraživanju provedenom kod 1558 igračica nogometa i košarke. Regresijskim modelom uz značajnost od 95% potvrđena je povezanost hipermobilnosti koljena s kasnijim pucanjem prednjega križnog ligamenta (Myer i sur., 2008).

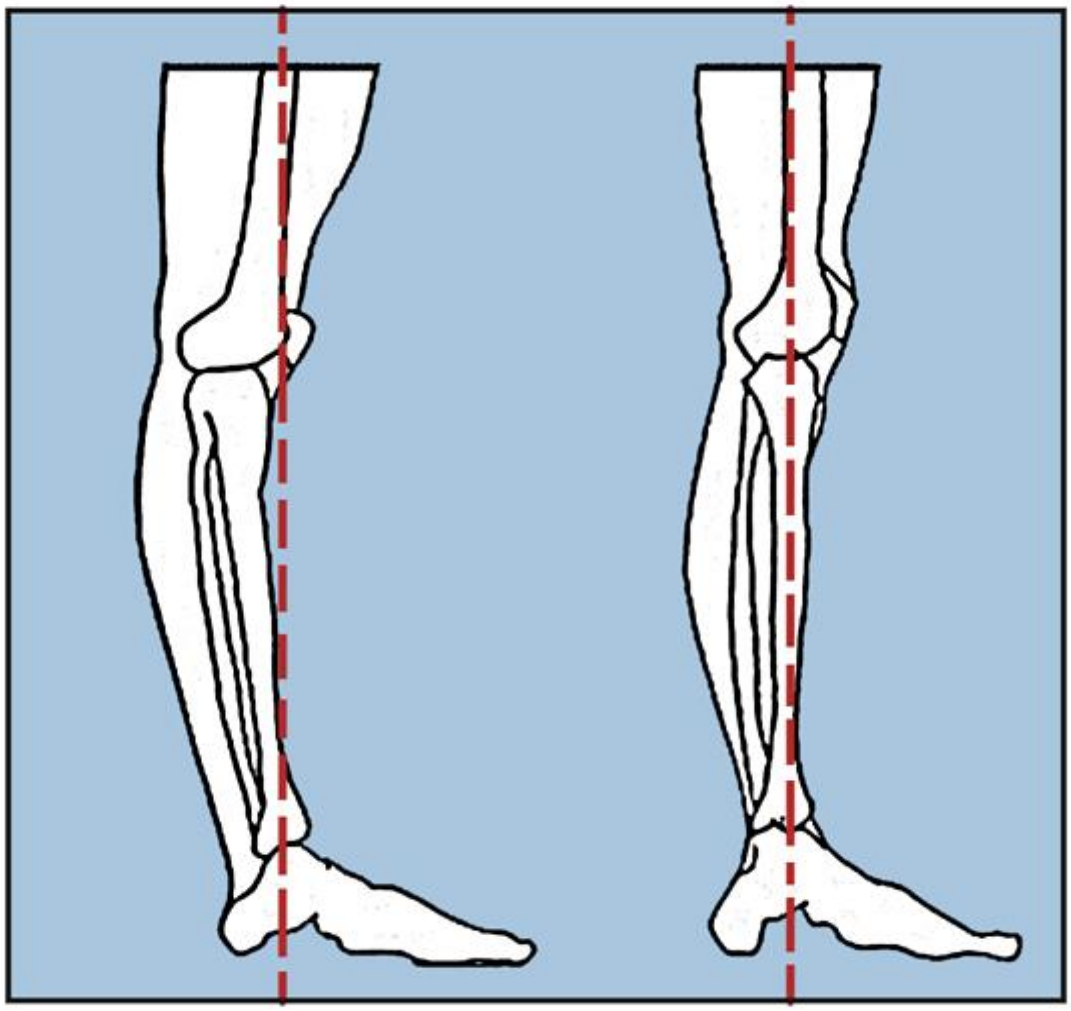
Koljeno (slika 7) se sastoji od donjeg dijela bedrene kosti (femura) i gornjeg dijela goljenične kosti (tibije), pored koje se nalazi lisna kost (fibula). S prednje strane postavljen je iver (patela). Kretnje omogućuju pasivni i aktivni stabilizatori koljena. Pasivni stabilizatori su ligamenti, najvažniji su prednji i stražnji ukriženi ligament, te unutarnji i vanjski kolateralni ligament. Pasivni stabilizatori ivera su patelarni ligament te medijalni i lateralni retinakulum. Menisci predstavljaju polumjesečaste anatomske tvorbe koje prate tvorbu zglobnih tijela te su važni pasivni stabilizatori (Pećina, 2000).



Slika 7. Građa koljena

(http://www.aclsolutions.com/anatomy.php)

Hipermobilno koljeno (lat. genu recurvatum – sabljasta noga), kao što je prije navedeno, karakterizira tzv. preopružanje koljena 10º ili više od pune ekstenzije. Pri stajanju na mjestu obilježava ga hipotoniziran četveroglavi mišić natkoljenice – kvadriceps, istegnut dvoglavi mišić natkoljenice – biceps femoris (Cooper i sur., 2012). Nadalje, obilježavaju ga nešto istegnutije ukrižene sveze i veći pritisak kondila femura na meniskuse i kondile tibije u stajanju, što može objasniti pojavu gdje osobe s hipermobilnim koljenom nisu u mogućnosti stajati dugo bez da osjete bol ili smetnju. Takve pojave zabilježene su na iranskim vojnicima, zajedno s venskom insuficijencijom, koju autori smatraju posljedicom dugotrajnog stajanja, a češća je u osoba sa sindromom hipermobilnosti (Azma i sur., 2015).



Slika 8. Prikaz hipermobilnog i normalnog koljena

(http://www.musicianshealthcollective.com/blog/2016/1/18/the-darker-side-of-hypermobility)

2.1. Hod kod hipermobilnoga koljena

Iako su značajne i vidljive razlike u stajanju, hod osoba s hipermobilnim koljenom ne razlikuje se od onog osoba bez hipermobilnosti u koljenu. Tako primjerice, istraživanje provedeno na 36 ispitanika sa i 40 ispitanika bez prednjega križnog ligamenta, analizira i pojavu hipermobilnosti kod obje skupine te utječe li ona na parametre hoda i sile reakcije podloge. Rezultati govore da se pacijenti s hipermobilnošću, bez obzira imaju li prednji križni ligament ili nemaju, ne razlikuju od osoba bez hipermobilnosti koljena (Kawahara i sur., 2011).

2.2. Proprioceptivna svojstva hipermobilnoga koljena

Propriocepcija predstavlja svijest o položaju tijela i njegovih dijelova u prostoru (Sherington, 1906, prema Hall i sur., 1995). Pojednostavljeno ju možemo definirati kao „osjećaj“ za položaj tijela i dijelova tijela.

Kako osobe sa sindromom hipermobilnosti češće pretrpe ozljede i kako je u njih češće zabilježen osteoartritis, pretpostavka je da te osobe imaju lošije proprioceptivne sposobnosti te da je to jedan od razloga njihovih češćih ozljeda. Takve tvrdnje pronalazimo u nekoliko studija, no problem je u samome mjerenju proriocepcije, pošto je to sposobnost koja je splet velikog broja različitih osjetila i vještina (vid, sluh, dodir, koordinacija, ravnoteža, neuromišićna aktivacija, itd.). Autori su pokušalli razraditi svoj model mjerenja proprioceptivnih svojstava u koljenu analizirajući na različite načine kako ispitanici „osjećaju“ poziciju koljena kroz kretnje, što u otvorenom, a što u zatvorenom kinetičkom lancu. Tako istraživanje na 10 žena sa sindromom hipermobilnosti u koljenu u usporedbi s istim brojem žena bez navedenog sindroma te iste dobi, imaju lošiju „informaciju“ o poziciji koljena mjerenom u otvorenom kinetičkom lancu, osobito pri punoj ekstenziji od kontrolne skupine (Hall i sur., 1995). Slične informacije dobivaju autori na 40 subjekata s hipermobilnošću koljena u usporedbi s njih 30 bez hipermobilnosti. Uz dobivene značajne razlike u testovima koji analiziraju proprioceptivna svojstva, isto tako dobivaju i pozitivne promjene tih svojstava programiranim proprioceptivnim treningom (Sahin i sur., 2008). Takve informacije mogu biti objašnjenje zašto istraživanja provedena na balerinama ne pokazuju

razlike između proprioceptivnih svojstava onih koje imaju sindrom hipermobilnosti naspram onih koje nemaju isti sindrom (Bird i Foley, 2013).

2.3. Hipermobilnost koljena i ozljede

Kroz veliki broj studija od 70-ih godina prošlog stoljeća do danas, analizirala se učestalost ozljeda kod sportaša s hipermobilnošću zglobova, s različitim rezultatima i to osobito na gimnastičarima (Grana i Moretz, 1978, Steele, 1984, Silver i sur., 1986, Bird i sur., 1988).

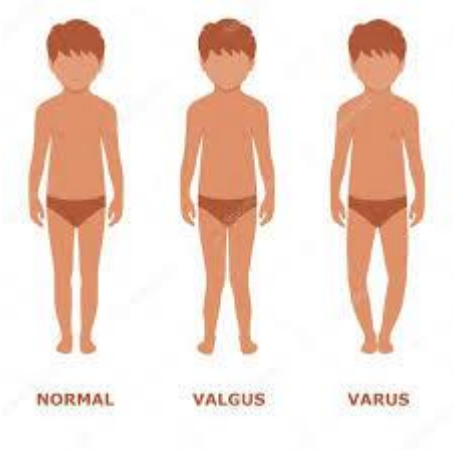
Tako studija na igračima američkog nogometa analizira 156 ispitanika i dijeli ih na „labave“ i „čvrste“ u nedostatku pravilne terminologije u tom trenutku. Kasnijom analizom potvrđeno je da „labaviji“ imaju veću šansu da dožive težu ligamentnu ozljedu (Nicholas, 1970). No, postoje studije koje na određenom uzorku ne potvrđuju hipotezu da osobe s hipermobilnim koljenom imaju češće ozljede koljena. Tako primjerice studija na igračima lacrosa (163 ženskih, 147 muških) istražuje povezanost sindroma hipermobilnosti te učestalosti i tipa ozljeda. Na ukupnom broju ozljeda, igrači i igračice kojima je zabilježena ocjena 5/9 ili više, na testovima mobilnosti se ne razlikuju u ozljedama od sportaša koji imaju rezultat ispod 5/9 na spomenutim testovima pa tako i na koljenu (Decoster i sur., 1999).

Ozljede koljena u kontaktnim i nekontaktnim sportovima su česte, a po težini spadaju među najteže. Zbog toga je jasno da je cilj velikog broja istraživanja utvrditi sve potencijalne rizične faktore koji mogu utjecati na povećanu učestalost ozljeda koljena. Meta-studija koja objedinjuje 16 studija isto tako uspoređuje vrstu i broj ozljeda kod sportaša sa i bez zabilježene hipermobilnosti u kontaktnim sportovima. Podaci ukazuju da osobe sa sindromom hipermobilnosti imaju statistički značajno više ozljeda koljena od osoba bez sindroma hipermobilnosti. Iste dvije skupine se ne razlikuju u ozljedama gležnja (Pacey i sur., 2010).

2.4. Ostali faktori koji mogu utjecati na pojavu hipermobilnoga koljena

Povezanost hipermobilnosti i sportske aktivnosti je već spomenuta prije u smislu sportova koji sa svojim specifičnim zahtjevima mogu generirati povećanu hipermobilnost zglobova kao što su plivanje, gimnastika, ritmička gimnastika, balet i sl. (slika 6), no nije spomenuto imaju li sportovi poput nogometa, košarke, borilačkih sportova kakve poveznice s hipermobilnošću koljena i sa izokinetičkim pokazateljima.

Pretpostavka je da postoji eventualni utjecaj posturalnih deformacija koje po principu lančane reakcije djeluju na pojavu hipermobilnoga koljena, kao što su skolioza, sindrom ravnih leđa i prednja ili stražnja rotacija zdjelice (slika 11). Osobito je interesantno analizirati utjecaj drugih deformacija koljena kao što su valgus koljena ili varus koljena na pojavu sindroma hipermobilnoga koljena tj. sabljaste noge (slika 9), ili ako gledamo tijelo odozdo prema gore, utjecaj deformacija stopala na pojavu hipermobilnoga koljena (slika 10). Isto tako, zanimljivo je razmotriti utjecaj indeksa tjelesne mase, dužine nogu (slika 12) i potkoljenice (slika 13) na gore navedene elemente.



Slika 9. Valgus i varus koljena

(https://depositphotos.com/86010374/stock-illustration-valgus-varus-knee.html)



Slika 10. Spušten medijalni longitudinalni svod stopala

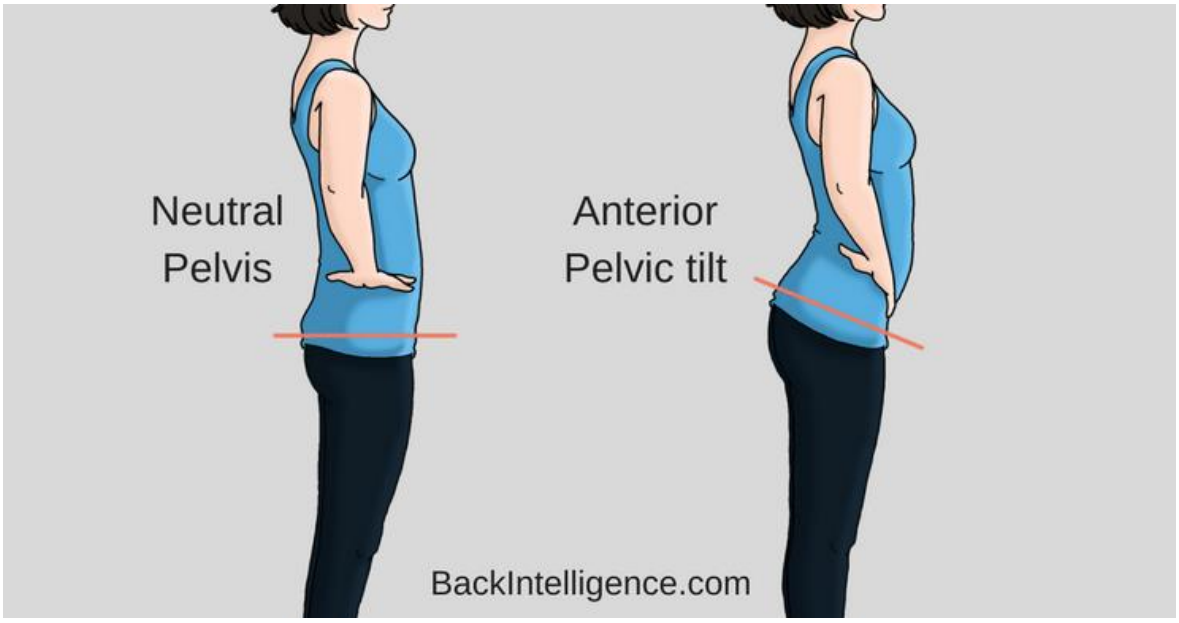
(https://stcloudfootankle.com/flat-feet-pes-planus/)

a) indeks tjelesne mase (BMI)

Mišljenje da će ukupno veća tjelesna masa i indeks tjelesne mase (BMI-body mass index) biti u pozitivnoj korelaciji s hiperekstenzijom koljena na način da će u fazi oslonca veći pritisak biti na stražnjim strukturama koljena te tako preopružati koljeno, nije ispravan. Takvo mišljenje potvrđuje nekoliko studija koje su većinom provedene na djeci i mlađima. Tako studija na 96 djevojaka dobi od 16 do 18 godina govori kako nema korelacije između indeksa tjelesne mase i hipermobilnosti koljena (Berwecki i sur., 2013), dok studija na 420 djece od 6 do 12 godina ukazuje da je hipermobilnost češća u djece koja imaju ispodprosječnu tjelesnu težinu (57%), dok je samo 17% hipermobilne djece bilo iznadprosječne tjelesne težine (Sanjay i sur., 2013).

b) posturalna obilježja

Statistički značajan utjecaj na pojavu prednje nestabilnosti koljena (koja je česta pojava kod hipermobilnoga koljena kod muškaraca i žena) ima prednja rotacija zdjelice (slika 11) i eventualne razlike u dužini ekstremiteta (slika 12), osobito odnos femura i tibije tj. jesu li postavljeni pod određenim kutem (valgus ili varus koljena-slika13) ili je koljeno preopruženo (genu recuravatum-slika 8).



Slika 11. Prednja inklinacija zdjelice

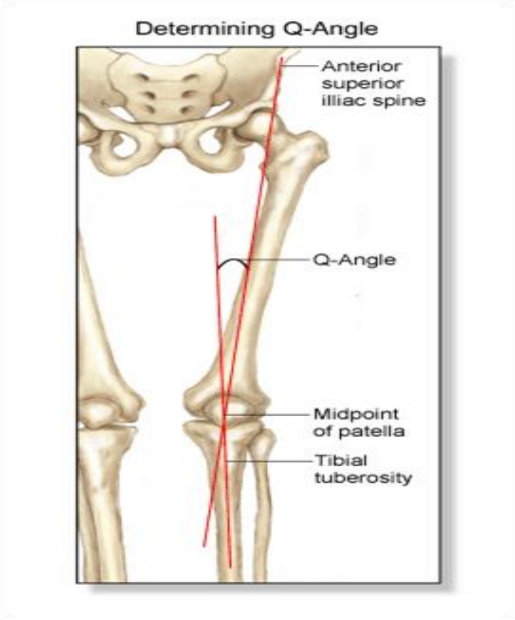
(https://backintelligence.com/anterior-pelvic-tilt-fix/)

Tvrdnja je dokazana na 122 muškarca i 97 žena. 28,1% varijance kod žena i 26,5% varijance kod muškaraca koji su pretrpjeli prednju nestabilnost koljena odlazi na jedan ili više gore navedenih faktora (Shultz i sur., 2009).



Slika 12. Razlika u dužini nogu

(https://www.physio-pedia.com/Leg_Length_Discrepancy)

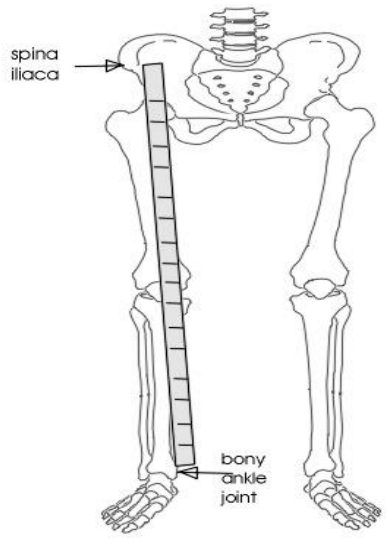


Slika 13. Q kut koljena

(http://www.neurohealthchiro.com.au/knee-pain/)

c) dužina noge i potkoljenice

Jedan od ciljeva ovog istraživanja bilo je utvrditi ima li dužina noge, dužina potkoljenice te njihov omjer eventualni utjecaj na pojavu hipermobilnosti koljena, osobito ako se uzme u obzir eventualna razlika u dužini noge (slika 14) ili potkoljenice (slika 15) između lijeve i desne noge. Za očekivati je da će ukupna razlika u dužini nogu rezultirati tako da duža noga ima veći stupanj hipermobilnosti. No, ne smije se zaboraviti na prije navedene posturalne promjene koje se povezuju s hipermobilnošću koljena, a to su rotacija zdjelice, skolioza, valgus ili varus koljena i sl., što znači da će možda određene osobe veću dužinu jedne noge od druge kompenzirati hipermobilnošću druge noge, dok će druge možda, kompenzirati pojavom rotacije zdjelice, skolioze, valgus ili varus koljena, ovisno o njihovim individualnim predispozicijama. U literaturi ne postoje slična istraživanja. U osnovi ove premise stoji osnova biomehanike i fizike, a to je da ako je veća poluga, bit će i veća sila koja djeluje na koljeno (www.exrx.net).



Slika 14. Dužina noge

(http://charlieweingroff.com/2012/01/measuring-leg-length/)



Slika 15. Dužina potkoljenice

(http://www.compression-socks.com/how_to_measure.php)

3. IZOKINETIČKO TESTIRANJE MIŠIĆA NATKOLJENICE

Izokinetička mjerenja (lat. iso – konstantan, kinesis – pokret, kretnja) spadaju u segment mjerenja elemenata izolirane jakosti i snage kod pojedinca. Takvo mjerenje definira konstantna kutna brzina pokreta iskazana u stupnjevima u sekundi (˚/s). Na osnovi tih podataka moguće je analizirati maksimalne vrijednosti ostvarene određenim kretnjama, omjere među antagonističnim mišićnim skupinama i promjene u jakosti određenih mišićnih skupina ponovljenim mjerenjima te još mnogo drugih informacija poput zamora, ukupnog rada i sl.

Izokinetički uređaji služe kao dijagnostički uređaji za procjenu različitih elemenata jakosti, sile, brzine, rada, prosječne snage, zamora, ubrzanja i usporavanja, segmentarnog rada i brzine s obzirom na kut, omjera rada mišića antagonista, deficita u bilo kojem od navedenih parametara te krivulje koja je odličan pokazatelj funkcije testiranih mišića. (www.biodex.com/rehab/manuals/850000man_08262.pdf).

Prva pojava izokinetičkih uređaja javlja se kasnih 50-ih godina prošlog stoljeća, kroz želju da se pokret ili vježba izvede na drugačiji način osim izotoničkog i izometričkog tipa. Želja je bila razviti uređaj koji će se prilagoditi jakosti mišića u određenom kutu izvedbe. Kako su ti uređaji bili jako veliki i skupi, tako i njihova popularnost nije bila značajna. Krajem 60-ih godina 20. stoljeća razvija se brand Cybex i uređaji koje oni razvijaju primarno se koriste u rehabilitacijske svrhe. Sredinom 80-ih godina uspješno se povezuju izokinetički sustavi s računalima te se, napokon, mogu dobiti povratne informacije o ostvarenim rezultatima. Daljnjim napretkom tehnologije razvijaju se i drugi izokinetički sustavi kao npr. Lumex, Chatecx, Lido, Kin-Com i ostali. Početkom 90-ih godina prošlog stoljeća razvija se brand Biodex koji detaljnije unapređuje sustav mjerenja ograničavanjem kretnje (ROM- range of motion), unapređivanjem ekscentričnog moda vježbanja i drugim sitnim preinakama (http://www.isokinetics.net/index.php/2016-04-05-17-04-58/history-of-isokinetic-s).

3.1. Standardni i funkcionalni izokinetički pokazatelji

Izokinetičko testiranje može se provoditi pri različitim kutnim brzinama. Testiranje koljena najčešće se provodi na dvije ili tri kutne brzine kako bi dobili što bolji uvid u funkciju mišića koji upravljaju koljenom. Većina istraživanja govori o prvoj brzini od 60

stupnjeva u sekundi kao brzini koja najbolje procjenjuje jakost mišića te se ona smatra standardnom brzinom mjerenja. Druga brzina testiranja koljena je najčešće 180 stupnjeva u sekundi te se smatra da je ta brzina bliža kutnim brzinama u kojima se kretnje poput trčanja događaju. Iako to nije u potpunosti točno jer kutne brzine trčanja i drugih kretnji koje su potencijalno rizične su najčešće brže i od najbržeg testiranja koje se često provodi, a to je ono pri 300 i 450 stupnjeva u sekundi. S obzirom da testiranja pri većim kutnim brzinama bolje opisuju aktivnost mišića pri brzinama u kojima se koljeno nalazi pri sportskim aktivnostima, veće kutne brzine i rezultate ostvarene u njima autori smatraju funkcionalnim pokazateljima, dok one ostvarene na nižim kutnim brzinama, autori smatraju standardnim pokazateljima (Edwards, 1981).

Kako su dalje u tekstu detaljno objašnjene informacije dobivene izokinetičkim mjerenjem, razvidno je da su testovi pri svim kutnim brzinama jednako korisni jer informacije koje dobijemo testiranjem, identične su na svim brzinama, samo se vrijednosti mijenjaju. Promjene vrijednosti pri različitim kutnim brzinama isključivo ovise o građi i poprečnom presjeku mišića pa je tako vrijednost kvadricepsa tim viša što je brzina niža i opada s većom brzinom, dok je vrijednost hamstringsa niža pri sporijem pokretu i raste povećanjem brzine testiranja pa se te dvije skupine izjednačavaju u vrijednostima maksimalnog momenta sile pri kutnoj brzini između 300 i 450 stupnjeva u sekundi (Knapikk i Ramos, 1980).

Još jedan oblik testiranja smatra se funkcionalnim, tj. onim koji najbliže objašnjava funkciju mišića natkoljenice u prirodnom obliku kontrakcije, a to je odnos kvadricepsa u koncentričnoj kontrakciji sa ekcentrično kontrahiranim hamstringsom i obratno. Takvo istraživanje opisuje rezultate koji pri svim kutnim brzinama imaju uvijek približan odnos 1:1, osobito ako se uzme u relaciju ekscentrična kontrakcija hamstringsa s koncentričnom kontrakcijom kvadricpesa (Aagard i sur., 1998). Takav oblik mjerenja nije uvršten u ovo istraživanje zbog potencijalno većeg rizika od ozljeda (Proske i Morgan, 2001).

3.2. Spolne razlike u izokinetičkim pokazateljima

Razlika u antropološkim i antropometrijskim obilježjima u spolovima je jasno vidljiva i znanstveno dokazana. Ukupna snaga, različita građa, položaj i forma zdjelice i brojni ostali faktori utječu na različite rezultate u izokinetičkim pokazateljima kod žena naspram muškaraca. Šira zdjelica utječe na povećani Q kut koji, kao posljedicu, ima omjerno

nepovoljan rad mišića stražnje strane natkoljenice (mišić biceps femoris, semimembranosus i semitendinosus) naspram svog antagonista, mišića kvadricepsa u smislu preslabih mišića stražnje strane. Tako meta - analiza na 22 studije opisuje razlike između spolova u omjeru mišića stražnje strane natkoljenice naspram kvadricepsa (H/Q omjer). Ukupno 1568 ispitanika (1145 muškaraca, 421 žena) je ispitano u neovisnim studijama od 1967. godine do 2004. godine na različitim izokinetičkim uređajima s korekcijom gravitacije. Rezultati ukazuju da između spolova pri manjim kutnim brzinama nema razlike u H:Q omjeru, dok pri većim kutnim brzinama dolazi do nižih vrijednosti hamstringsa kod žena što može biti jedan od razloga većeg broja ozljeda koljena i prednje ukrižene sveze kod žena nego kod muškaraca (Hewett i sur., 2008).

3.3. Omjer jakosti mišića natkoljenice

Ljudsko tijelo funkcionira u određenoj homeostazi, ravnoteži između mišića koji nas pokeću i mišića koji stabiliziraju kretnju. Ako gledamo prizmu tijela, ono vrši svoje kretnje u balansu između gornjeg i donjeg dijela, lijevog i desnog dijela te između prednje i stražnje strane tijela. Koljeno, s obzirom da je zglob u kojem se primarno vrši ekstenzija i fleksija, ovisi o odnosu mišića kvadricepsa koji je pokretač i mišića stražnje strane natkoljenice, čija je funkcija primarno stabilizacijska. Kako je kvadriceps (četveroglavi mišić natkoljenice) jači, što obujmom i što je poprečni presjek veći, a mišići sa stražnje strane (biceps femoris - dvoglavi mišić natkoljenice te semimbranosus i semitendinosus) slabiji, bitno je bilo utvrditi njihov točan omjer.

Među prvim istraživanjima koja analiziraju izokinetičke pokazatelje koljena i omjere jakosti mišića kvadricepsa i hamstringsa te pojavu ozljeda, je istraživanje koje dokazuje da bi jakost mišića stražnje strane natkoljenice trebala biti od 60% do 100% jakosti mišića prednje strane natkoljenice iste noge, ovisno o brzini pokreta. Pri sporijem pokretu omjer je niži, a pri svakom povećanju kutne brzine pokreta unutar koljena omjeri se približavaju. Svako odstupanje omjera ima za rezultat povećanje mogućnosti ozljeđivanja koljena. Jednako tako je bitan i odnos između obje noge, gdje svaka razlika može imati za rezultat preopterećivanje određenog zglobnog sustava, najčešće noge koja je slabija i ako je ta razlika veća od 15%, mogućnost ozljede se povećava 2.6 puta (Knapikk i Ramos, 1980).

Trenutno postoji oko 120.000 istraživanja kojima je osnova omjer jakosti hamstringsa naspram kvadricepsa. Razlog tome je vjerojatno činjenica da je omjer jakosti navedenih mišića puno bitniji za normalno funkcioniranje koljena nego maksimalni moment sile jedne skupine bez obzira na drugu.

$$\text{H/Q OMJER} = \frac{\text{MAKSIMALNI MOMENT SILE HAMSTRINGSA}}{\text{MAKSIMALNI MOMENT SILE KVADRICEPSA}}$$

Posebno su zanimljiva istraživanja koja analiziraju omjer rada mišića natkoljenice i poveznicu s nekontaktnim ozljedama.

U istraživanju koje analizira razlike u omjerima jakosti mišića natkoljenice između sportašica (košarka i nogomet) kojima je puknuo prednji križni ligament (N=22) i onih koje se nisu ozlijedile (N=88), dobivena je statistički značajna razlika između dvije grupe. Vrijednosti ukazuju da sportašice koje su pretrpjele ozljedu imaju niže vrijednosti hamstringsa od zdrave grupe, ali nemaju više vrijednosti kvadricepsa od zdrave grupe, što je očekivano u preliminarnoj hipotezi. Obje skupine su komparirane sa zdravim sportašima i zdrave sportašice u usporedbi sa sportašima imaju više vrijednosti kvadricepsa i jednake vrijednosti hamstringsa (nakon parcijalizacije učinka tjelesne mase – maksimalna sila/tjelesna masa). Takvi podaci ukazuju na bitnost jakosti hamstringsa u odnosu mišića natkoljenice i prevenciji od ozljeda (Myer i sur., 2009).

Omjer jakosti mišića natkoljenice kod sportaša različitih sportova (nogomet N=23 i košarka i odbojka N=17) je tema istraživanja koje pokazuje da sportaši koji igraju u dvorani imaju niže vrijednosti hamstringsa od nogometaša pri brzini od 60 i 300 stupnjeva u sekundi. Autori ukazuju na potrebu za različitim korektivnim programima posebno za svaku sportsku aktivnost (Cheung, 2012).

Slične informacije dobivaju na istraživanju provdenom na nogometašima i odbojkašima. Rezultati ne ukazuju na razlike između dominantne i nedominantne noge ili u različitim pozicijama na terenu kod nogometaša, no pri 90 stupnjeva u sekundi odbojkaši imaju niže vrijednosti hamstringsa pa tako i niži H/Q omjer (Magalhaes i sur., 2004). Jedna od pretpostavki je da odbojkaši, za razliku od nogometaša, ne trče toliko pa na taj način ne aktiviraju dovoljno mišiće stražnje strane natkoljenice, što može biti razlog većem broju ozljeda.

3.4. Poveznica izokinetičkih pokazatelja i hipermobilnosti

Istraživanje koje proučava izokinetičke pokazatelje na ženama sa i bez hipermobilnosti koljena, analizira 53 na oko zdrave sportašice iz timskih sportova (košarka, nogomet i hokej na travi). Procjenjuje se povezanost njihovih strukturnih abnormalnosti, pojave sindroma prenaprezanja koljenskog zgloba i izokinetičkih pokazatelja. Kod 9 sportašica je zabilježena hipermobilnost koljenskog zgloba i svaka od njih je imala nekakav oblik prenaprezanja. Te sportašice su imale omjere jakosti između mišića stražnje strane natkoljenice i mišića kvadricepsa mjerenih pri kutnim brzinama od 60°/s i 300°/s ispod normalnih vrijednosti, što ukazuje na povećanje jakosti i izdržljivosti mišića kvadricepsa u odnosu na mišiće stražnje strane natkoljenice. Ta razlika u omjeru je bila značajnija pri testovima s većom kutnom brzinom, onim od 300°/s (Devan i sur., 2004).

U istraživanju povezanosti hipermobilnosti koljena i izokinetičkih pokazatelja kod muškaraca, jedino je ono gdje analiziraju hod kod 36 pacijenata bez prednjeg križnog ligamenta i kod 40 zdravih muškaraca. Sve ispitanike dodatno dijele na one sa ili bez hiperekstenzije veće od 10 stupnjeva, neovisno o postojanju prednjega križnog ligamenta. Uz izokinetičke pokazatelje pri 60 stupnjeva u sekundi, hod analiziraju pomoću sila reakcija podloge i 3D snimanjem. Rezulati ukazuju da pri 60 stupnjeva u sekundi na izokinetičkom testiranju ne postoji razlika u maksimalnim momentima sile između osoba sa i bez hiperekstenzije u koljenu, bez obzira imaju li sačuvan prednji križni ligament ili ne. Ne dobivaju nikakve razlike u kutevima i momentima te mjerenjima sile reakcije podloge između zdravih pacijenata sa ili bez hiperekstenzije u koljenu. Pacijenti bez prednjega križnog ligamenta i bez hiperekstenzije bilježe nepotpunu ekstenziju u fazi oslonca i u ranoj fazi kontakta, dok pacijenti bez LCA i s hiperekstenzijom nemaju različite indikatore od zdravih pacijenata (Kawahara i sur., 2011).

4. PROBLEM

Hipermobilnost koljena je prvenstveno genetski uvjetovana pojava, koja je međuovisna s ukupnom hipermobilnošću tijela (Finkelstein, 1916, Key, 1927, Grahame i Jenkins, 1972, Amir, 1990) te različita uzevši u obzir dob, spol i rasu. Njezin nastanak vjerojatno leži u pogrešnoj sintezi kolagena na staničnoj razini, osobito u sintezi tenescin – X glikoproteina (Zweers, 2004) te je češća u žena (Birel, 1994, Russek, 1999). Autori se još u potpunosti ne mogu složiti je li hipermobilnost samo blaži oblik nekih težih bolesti kao Ehlers-Danlos sindroma, Marfan sindroma i ostalih kojima su eksterna obilježja hipermobilnost zglobova ili je to „normalna“ pojava koja obuhvaća jedan dio zdrave populacije (Graham, 1999). Hipermobilnost je podložna smanjenju, što dokazuju longitudinalna istraživanja na djeci i odraslima koja ukazuju na smanjenje hipermobilnosti kroz život (Gedalia i Brewer, 1993, Russek, 1999, Louise i sur., 2009), no sportske aktivnosti s povećanim zahtjevima na određene strukture mogu pospješiti lokalnu hipermobilnost, kao npr. rame i koljeno u plivanju delfin tehnikom, laktovi u gimnastici, kralježnica i koljena u balerina i sl. (Grahame i Jenkins, 1972, Brodie i sur., 1982).

Hipermobilnost utječe na strukturne odnose u koljenu, ali isto tako, utječe na promjenu aktivacije mišića natkoljenice u stajanju (Cooper i sur., 2012), no to ne utječe na hod osoba s hipermobilnošću (Kawahara i sur., 2011). Ostale deformacije tijela utječu na pojavu hipermobilnosti koljena (Schultz i sur., 2009), no ne može se sa sigurnošću reći je li hipermobilnost koljena izazvala neku drugu deformaciju kao npr. rotaciju zdjelice, skoliozu i sl. ili je ona posljedica neke druge deformacije kao npr. deformacije stopala, ili su pak sve izazvane ukupnom hipermobilnošću. Indeks tjelesne mase kod djece nema direktnu poveznicu s pojavom hipermobilnosti (Sanjay i sur., 2013), čak štoviše, djeca koja su mršavija, češće imaju sindrom hipermobilnosti (Berwecki i sur., 2013).

Hipermobilno koljeno se češće ozljeđuje, no to nije slučaj kod drugih zglobova, primjerice kod hipermobilnoga gležnja (Pacey i sur., 2010), osobito u kontaktnim sportovima s iznimkom jednog istraživanja (Decoster i sur. 1999). Nekontaktni sportovi sa zabilježenom hipermobilnošću najčešće nemaju razlike u pojavi ozljede koljena (Grana i Moretz, 1978, Steele, 1984, Silver i sur., 1986). To može biti i do nešto nižih zahtjeva takvih sportskih aktivnosti za ostvarivanje stabilnosti koljena (plivanje, gimnastika), a djelomično i zbog viših proprioceptivnih zahtjeva aktivnosti poput baleta i gimnastike na parteru i gredi (Bird i sur., 1988). Vježbe koje su primarno fokusirane na razvoj koordinacije i ravnoteže mogu poništiti

nešto niža zabilježena proprioceptivna svojstva hipermobilnoga koljena zabilježena među populacijom osoba koje nisu iz gore navedenih aktivnosti, već su izabrane slučajnim odabirom (Sahin i sur., 2008).

Kod žena, hipermobilno koljeno ima drugačije izokinetičke pokazatelje nego kod muškaraca, osobito pri većim kutnim brzinama pokreta (Devan i sur., 2004), u smislu slabijeg hamstringsa naspram kvadricepsa (H/Q omjer), a poznato je da takav nepovoljan omjer direktno utječe na ozljede koljena (Knapikk i Ramos, 1980, Grace i Edwards, 1981, Aagard i sur., 1990), no na jedinom navedenom istraživanju kod muškaraca (Kawahara i sur., 2011) taj negativan omjer hamstringsa naspram kvadricepsa nije zabilježen. Posebno treba naglasiti da u zadnje navedenom istraživanju (Kawahara i sur., 2011) prvotni cilj je bio usporediti hod osoba sa i bez ozljede prednjega križnog ligamenta te su ispitanici dodatno podijeljeni u dvije skupine: sa i bez hipermobilnosti u koljenu. Pošto je istraživanje provedeno na ozlijeđenim ispitanicima, ne možemo sa sigurnošću reći jesu li te osobe imale hipermobilnost koljena prije ozljede ili je ozljeda izazvala hipermobilnost.

Problem, dakle, leži u činjenici da hipermobilno koljeno u žena ima nepovoljne izokinetičke pokazatelje u smislu funkcionalnog odnosa hamstringsa naspram kvadricepsa, ali kod muškaraca to nije tako. Drugi problem je u tome što je istraživanje na muškarcima rađeno na skupini koja je doživjela ozljedu koljena koja je mogla utjecati na pojavu hipermobilnosti, a ne na zdravoj populaciji. Nadalje, indeks tjelesne mase nema direktnu poveznicu s hipermobilnošću, no to je evidentirano samo kod djece. Poznato je da određene sportske aktivnosti utječu na pojavu hipermobilnosti, ali nije detaljno uspoređen utjecaj razlike između kontaktnih i nekontaktnih sportova. Kao posljednje, dokazan je utjecaj drugih deformacija na pojavu hipermobilnosti koljena, no zanimljivo je istražiti parcijalan utjecaj dužine noge i dužine tibije, tj. eventualno veće poluge na pojavu hipermobilnosti koljena.

5. CILJ I HIPOTEZE

5.1. Cilj istraživanja

Ciljevi ovog rada su:

a) utvrditi povezanost između hipermobilnosti i standardnih i funkcionalnih pokazatelja jakosti hamstringsa i kvadricepsa.

b) utvrditi povezanost antropometrijskih karakteristika (dužine potkoljenice, dužine noge i njihovog omjera) s hipermobilnošću koljena.

c) utvrditi razlike između sportaša iste i različite dužine nogu u hipermobilnosti koljena

d) utvrditi razlike između dominantne i nedominantne noge u hipermobilnosti koljena

e) utvrditi razlike u standardnim i funkcionalnim odnosima jakosti H:Q te antropometrijskim karakteristikama između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena.

f) utvrditi razlike između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova u standardnim i funkcionalnim omjerima jakosti H:Q, antropometrijskim karakteristikama, stupnju mobilnosti koljena i indeksu tjelesne mase.

5.2. Hipoteze

H1: Postoji statistički značajna i praktično relevantna povezanost između hipermobilnosti i standardnih i funkcionalnih pokazatelja jakosti H:Q.

H2: Postoji statistički značajna povezanost između antropometrijskih karakteristika (dužine potkoljenice, dužine noge i njihovog omjera) i hipermobilnosti koljena.

H3: Postoji statistički značajna razlika između sportaša s istom i različitom dužinom nogu u hipermobilnosti koljena

H4: Postoji statistički značajna razlika između dominantne i nedominantne noge u hipermobilnosti koljena

H5: Postoji statistički značajna razlika u standardnim i funkcionalnim odnosima jakosti H:Q te antropometrijskim karakteristikama između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena.

H6: Postoji statistički značajna razlika između sportaša iz kontaktnog i nekontaktnog sporta u standardnim i funkcionalnim omjerima jakosti H:Q, antropometrijskim karakteristikama, stupnju mobilnosti koljena i indeksu tjelesne mase.

6. METODE ISTRAŽIVANJA

6.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika čini 50 ispitanika, zdravih sportaša bez ozljeda koljena u dobi od 23,48±3,54 god., visina 182,02±7,03 cm, masa 80,27±10,5 kg. Prvu skupinu čine 23 ispitanika kojima je zabilježena hipermobilnost u koljenu veća od 10 stupnjeva. Drugu skupinu čine 27 ispitanika bez hipermobilnosti u koljenu. Svi ispitanici su dodatno podijeljeni po kriteriju sportskih igara kojima se bave na kontaktne i nekontaktne sportove. Iz testiranja su isključeni svi potencijalni ispitanici koji su u zadnja tri mjeseca provodili određene oblike izoliranih vježbi za mišićne skupine uključene u testiranje, a osobito one za hamstrings jer je dokazan značajan učinak takvih vježbi na rezultate izokinetičkog testiranja u smislu povećanja maksimalnih vrijednosti hamstringsa, što utječe na promjenu omjera testiranih mišića (Baratta i sur. 1988).

6.2. Uzorak varijabli

Kategorijske varijable:

1. stupanj hipermobilnosti koljena (KHdeg)
2. dominantna noga (DomN) – dominantna noga je određena testom gdje je ispitanik okrenut leđima od mjeritelja, bez najave je gurnut te se noga na koju iskorači da bi spriječio pad, smatra dominantnom nogom (Velota i sur., 2011). Dodatno su ispitanici upitani koju nogu smatraju dominantnom te kojom nogom bi udarili loptu. Ako je postojala razlika između testa i dva upitnika, kao dominantna noga je upisana ona koja je bila na prvom navedenom testu.
3. sportska aktivnost (C/NC – contact/non-contact)

Nezavisne varijable:

Varijable hipermobilnosti:

4. stupanj hipermobilnosti koljena (Hdeg)
5. stupanj hipermobilnosti desnoga koljena (HdegR)
6. stupanj hipermobilnosti a koljena (HdegL)

- *Mjerenje hipermobilnosti koljena provelo se pomoću Pasco Xplorer GLX goniometrijskog sustava pri Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (slika 16 i 17)*



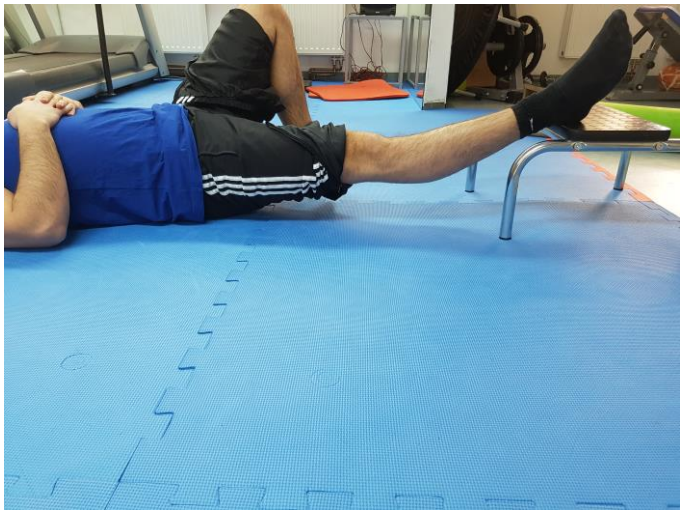
Slika 16. Pasco Xplorer goniometar



Slika 17. Mjerenje kuta u koljenu pomoću Pasco Xplorer goniometra

Postupak mjerenja:

Mjerenje hipermobilnosti koljena izvodi se na način da ispitanik sjedi na podu, dok su mu opružene noge postavljene petama na klupicu visine 20 cm. Mjeritelj postavlja goniometer u središte rotacije koljena te usmjerava jedan produženi krak prema lateralnom proksimalnom vrhu natkoljenice, a drugi prema lateralnom maleolu iste noge. Istim načinom mjeri i drugu nogu (slika 18).



Slika 18. Pozicija ispitanika za mjerenje hipermobilnosti koljena

Antropometrijske varijable:

7. dužina noge (DN)
8. dužina desne noge (DDN)
9. dužina lijeve noge (DLN)



Slika 19. Mjerenje dužine noge antropometrom

Postupak mjerenja:

Mjerenje dužine noge izvodi se antropometrom na način da ispitanik stoji opruženim nogama, dok mjeritelj postavlja donji krak na točku oslonca s podlogom, antropometar postavlja okomito na podlogu i gornji krak postavlja na lateralni proksimalni vrh natkoljenice. Istim načinom mjeri i drugu nogu (slika 19).

10. dužina potkoljenice (DP)
11. dužina desne potkoljenice (DDP)
12. dužina lijeve potkoljenice (DLP)



Slika 20. Mjerenje dužine potkoljenice skraćenim antropometrom

Postupak mjerenja:

Ispitanik stoji dok mjeritelj skraćenim antropometrom mjeri dužinu potkoljenice tako da donji krak stavlja točno na vrh lateralnog maleola, a gornji krak stavlja točno na vrh lateralnog kondila tibije.

13. omjer dužine noge (DP/DN) - omjer se dobiva dijeljenjem dužine potkoljenice s dužinom natkoljenice
14. omjer dužine desne noge (DDP/DDN)
15. omjer dužine lijeve noge (DLP/DLN)
16. razlika u dužini lijeve i desne noge (RDN) – dobivena oduzimanjem vrijednosti kraće noge od duže noge
17. indeks tjelesne mase (BMI) – dobiven dijeljenjem tjelesne mase u kilogramima s kvadratom tjelesne visine izražene u metrima
    $BMI = TM(kg)/TV(m)^2$

Izokinetički testovi natkoljenične muskulature u otvorenom kinetičkom lancu:
koncentrično – koncentrični test pri 60°/s. (CON/CON 60)
koncentrično – koncentrični test pri 180°/s. (CON/CON 180)
varijable u izokinetičkom testiranju (zavisne varijable):

18. omjer jakosti H/Q pri 60˚/s. (H/Q60)
19. omjer jakosti H/Q desne noge pri 60˚/s. - (H/Q60D)
20. omjer jakosti H/Q lijeve noge pri 60˚/s. - (H/Q60L)
21. omjer jakosti H/Q pri 180˚/s. (H/Q180)
22. omjer jakosti H/Q desne noge pri 180˚/s. - (H/Q180D)
23. omjer jakosti H/Q lijeve noge pri 180˚/s. (H/Q180L)

- *Omjer jakosti H/Q se dobiva dijeljenjem maksimalnog momenta jakosti hamstringsa s maksimalnim momentom jakosti kvadricepsa.*
- *Mjerenje će biti provedeno pomoću Biodex System 4 izokinetičkog sustava pri Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.*

6.3. O izokinetičkome mjerenju

Ispitanik je pričvršćen remenima oko kukova i gornjeg dijela tijela te natkoljenice, os dinamometra je usmjerena na područje iznad lateralnog kondila femura, a povez na potkoljenici je postavljen netom iznad lateralnog maleola (slika 14). Os dinamometra se postavlja u točku rotacije koljena koja se može dodatno provjeriti opružanjem i savijanjem ispitanikovoga koljena. Ispitanik prije mjerenja dobiva detaljne upute o testiranju i specifičnostima izokinetičkog pokreta. Naglašava se da će za vrijeme samog testiranja biti

glasovno motiviran kako bi ispoljio maksimum kroz cijelo testiranje. (http://www.biodex.com/rehab/manuals/850000man_08262.pdf).

Protokol testiranja:

1. instrukcije o testiranju
2. zagrijavanje (bicikl 5 min., 100W, 75 rpm.)
3. optimalno namještanje i vezanje ispitanika
4. korekcija aparata u odnosu na os kretanja
5. ponoviti instrukcije
6. korekcija gravitacije
7. zagrijavanje na izokinetičkom uređaju (4x50%, odmor 30 s., 2x75%, odmor 30 s., 1x max., odmor 30 s.)
8. test – brzina (60 °/s., 3 pon.)
9. odmor 30 s.
10. zagrijavanje 3 x max. na brzini od 180°/s.
11. test – brzina (180°/s., 6 pon.)
12. odmor
13. testiranje kontralateralnog ekstremiteta na identičan način
14. točan zapis testiranja sa svim parametrima
15. objašnjenje rezultata

* *uz testiranje ispitanicima se daje verbalni poticaj kako bi maksimalno izveli test*

(www.biodex.com/rehab/manuals/850000man_08262.pdf)

Informacije dobivene Biodex izokinetičkim testiranjem:

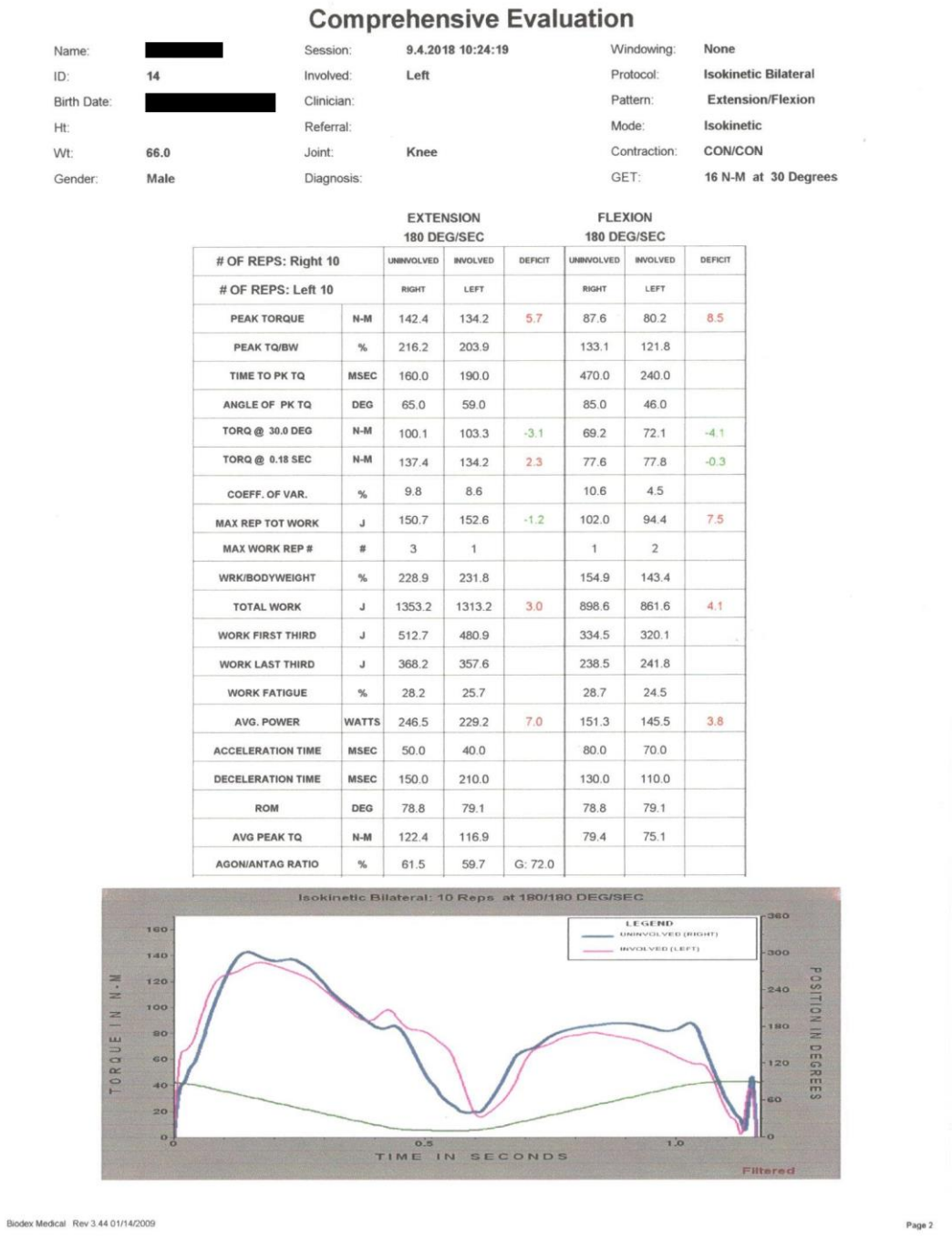
- Vršni moment sile (peak torque - Nm)
- Vršni moment sile izražen u postotnom iznosu tjelesne mase (peak torque/bw - %)
- Vrijeme do ostvarenog vršnog momenta sile (time to peak torque – ms)
- Kut u kojem je ostvaren vršni moment sile (angle of peak torque – deg)

- Moment sile pri 30 stupnjeva (torque at 30 deg)
- Moment sile pri 0.18 s (torque at 0.18 s)
- Koeficijent varijacije (coefficient of variance)
- Ukupni rad (total work – J)
- Rad izražen u postotnom iznosu tjelesne mase (work/body weight - %)
- Rad ostvaren u prvoj trećini ponavljanja (work first third – J)
- Rad ostvaren u zadnjoj trećini ponavljanja (work last third – J)
- Indeks umora (work fatique - %)
- Prosječna snaga (average power – Watts)
- Vrijeme akceleracije (acceleration time – ms)
- Vrijeme deceleracije (decceleration time – ms)
- Opseg pokreta (ROM – deg)
- Prosječni moment sile (average peak torque – Nm)
- **Omjer jakosti agonista i antagonista (agon/antag ratio - %)**
- Deficit
- Krivulja



Slika 21. Biodex izokinetičko testiranje

(http://www.biodex.com/physical-medicine/products/dynamometers/system-4-quick-set)



Comprehensive Evaluation

Name:	[redacted]	Session:	9.4.2018 10:24:19	Windowing:	None
ID:	14	Involved:	Left	Protocol:	Isokinetic Bilateral
Birth Date:	[redacted]	Clinician:		Pattern:	Extension/Flexion
Ht:		Referral:		Mode:	Isokinetic
Wt:	66.0	Joint:	Knee	Contraction:	CON/CON
Gender:	Male	Diagnosis:		GET:	16 N-M at 30 Degrees

		EXTENSION 180 DEG/SEC			FLEXION 180 DEG/SEC		
# OF REPS: Right 10		UNINVOLVED	INVOLVED	DEFICIT	UNINVOLVED	INVOLVED	DEFICIT
# OF REPS: Left 10		RIGHT	LEFT		RIGHT	LEFT	
PEAK TORQUE	N-M	142.4	134.2	5.7	87.6	80.2	8.5
PEAK TQ/BW	%	216.2	203.9		133.1	121.8	
TIME TO PK TQ	MSEC	160.0	190.0		470.0	240.0	
ANGLE OF PK TQ	DEG	65.0	59.0		85.0	46.0	
TORQ @ 30.0 DEG	N-M	100.1	103.3	-3.1	69.2	72.1	-4.1
TORQ @ 0.18 SEC	N-M	137.4	134.2	2.3	77.6	77.8	-0.3
COEFF. OF VAR.	%	9.8	8.6		10.6	4.5	
MAX REP TOT WORK	J	150.7	152.6	-1.2	102.0	94.4	7.5
MAX WORK REP #	#	3	1		1	2	
WRK/BODYWEIGHT	%	228.9	231.8		154.9	143.4	
TOTAL WORK	J	1353.2	1313.2	3.0	898.6	861.6	4.1
WORK FIRST THIRD	J	512.7	480.9		334.5	320.1	
WORK LAST THIRD	J	368.2	357.6		238.5	241.8	
WORK FATIGUE	%	28.2	25.7		28.7	24.5	
AVG. POWER	WATTS	246.5	229.2	7.0	151.3	145.5	3.8
ACCELERATION TIME	MSEC	50.0	40.0		80.0	70.0	
DECELERATION TIME	MSEC	150.0	210.0		130.0	110.0	
ROM	DEG	78.8	79.1		78.8	79.1	
AVG PEAK TQ	N-M	122.4	116.9		79.4	75.1	
AGON/ANTAG RATIO	%	61.5	59.7	G: 72.0			

Slika 22. Primjer podataka dobivenih izokinetičkim mjerenjem

(http://www.biomaxrehabilitation.com/biodex.htm)

Za potrebe ovog istraživanja ispitanici su mjereni u opsegu pokreta od 70 stupnjeva, tako da je u početnoj poziciji potkoljenica postavljena vertikalno prema podlozi. Razlog tome leži u činjenici da amplituda od 90 stupnjeva, dok je tijelo postavljeno uspravno u sjed, može

uzrokovati nemogućnost ispitanika da izvede puni pokret zbog eventualno nedovoljno fleksibilnih mišića stražnje strane natkoljenice, što kod njih izaziva da umjesto krajnjeg pokreta izvedu izometričku kontrakciju (Wimpenny, 2016). Isto tako, s obzirom da je za istraživanje bio potreban samo maksimalni rezultat u ekstenziji i fleksiji (peak torque), tj. njihov omjer, a dokazano je da se maksimalni rezultat u izokinetičkom mjerenju na brzini od 60 stupnjeva u sekundi događa na 54. stupnju od početka pokreta ekstenzije (kvadriceps) i 33. stupnju od početka flektiranja koljena (hamstrings), nije bilo potrebno testirati punom amplitudom. Pri kutnoj brzini od 180 stupnjeva u sekundi maksimalni rezultat se u prosjeku događa oko 43. stupnja ekstenzije i oko 40. stupnja fleksije (Kannus i Beynnon, 1993). Uparivanje izokinetičkog testiranja s elektromiografskim uređajem da bi se otkrio moment u kojem dolazi do maksimalne sile pri testiranju (ako uzmemo da je pokret od 90 stupnjeva podijeljen u jednaka tri dijela) isto tako ukazuje da se to događa uvijek u srednjem dijelu pokreta (Reichrad i sur. 2005). Takvi rezultati govore u prilog smanjivanju opsega pokreta s 90 stupnjeva na manji kut pri izokinetičkom testiranju.

6.4. Metode obrade podataka

Obrada podataka vršila se primjenom programskog paketa STATISTICA for Windows, verzija 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK). Za sve varijable izračunati su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN), maksimum (MAX) i raspon rezultata (RAS). Normalnost distribucije varijabli testirana je Kolmogorov - Smirnov testom. Povezanost varijabli je analizirana pomoću Pearsonovog koeficijenta korelacije, a razlike pomoću univarijatne analize varijance (ANOVA).

7. REZULTATI

7.1. Povezanost antropometrijskih karakteristika s hipermobilnošću koljena

Kolmogorov – Smirnov test je ukazao na normalnost distribucije varijabli dužine noge te omjera dužine potkoljenice i dužine noge ($p>0,20$). Varijabla dužine potkoljenice se pokazala djelomično neparametrijskom ($p<0,10$), no zbog skale u kojoj je mjerena (cm) za potrebe ovog istraživanja se računala kao parametrijska varijabla.

Tablica 2: Deskriptivna statistika za varijable dužina noge (DN), dužina potkoljenice (DP) i omjera dužine potkoljenice i dužine noge (DP/DN)

Varijable	N	AS	Min.	Maks.	SD
DN	100	88,96	77,2	102	4,79
DP	100	41,62	34,3	57	4,01
DP/DN	100	0,47	0,42	0,56	0,03

Legenda: DN-dužina noge, DP-dužina potkoljenice, DP/DN-omjer dužina potkoljenice i dužine noge, AS-aritmetička sredina, Min.-minimum, Maks.-maksimum, SD-standardna devijacija

U tablici 2 prikazani su deskriptivni parametri za varijable DN, DP i DP/DN.

Korelacijska analiza pokazala je statistički značajnu linearnu vezu između antropometrijskih varijabli međusobno. DN i DP ($r=0,78$; $p<0,05$), DN i DP/DN ($r=0,32$; $p<0,05$) te DP i DP/DN ($r=0,85$; $p<0,05$). Zabilježeni su sljedeći koeficijenti determinacije: $R=0,65$ (korelacija DN i DP), $R=0,1$ (korelacija DN i DP/DN) te $R=0,1$ (korelacija DP i DP/DN).

Nadalje, korelacijska analiza pokazala je da postoji statistički značajna negativna linearna veza između varijabli DN i Hdeg ($r=-0,21$; $p<0,05$). Ne postoji statistički značajna linearna veza između varijabli DP i Hdeg ($r=-0.19$; $p<0,05$) te DP/DN i Hdeg ($r=0,13$; $p=0,21$). Koeficijent determinacije između varijabli DN i Hdeg je: $R=0,04$ (korelacija varijabli DN i Hdeg).

7.2. Razlike u hipermobilnosti koljena između sportaša s istom ili različitom dužinom nogu

Tablica 3. Deskriptivna statistika za ispitanike sa istom i različitom dužinom nogu u hipermobilnosti desnog i lijevog koljena

Varijable	AS_{idn}	SD_{idn}	AS_{rdn}	SD_{rdn}
HdegD	**9,91**	**3,45**	**8,75**	**4,28**
HdegL	**10,34**	**3,07**	**9,3**	**4,05**

Legenda: HdegD-stupanj hipermobilnosti desnog koljena, HdegL- stupanj hipermobilnosti lijevog koljena, AS_{idn}-aritmetička sredina sportaša s istom dužinom nogu, SD_{idn}-standardna devijacija sportaša s istom dužinom nogu, AS_{rdn}- aritmetička sredina sportaša s različitom dužinom nogu, SD_{rdn}- standardna devijacija sportaša sportaša s različitom dužinom nogu

U tablici 3 prikazani su deskriptivni parametri za varijable HdegD i HdegL kod sportaša sa istom (idn) i različitom dužinom nogu (rdn).

Multivarijatna analiza varijance ukazuje da se grupa ispitanika s jednakom dužinom nogu ne razlikuje statistički značajno od grupe ispitanika s različitom dužinom nogu u varijablama stupnja hipermobilnosti koljena (Wilks Labda=0,98; p=0,61).

Provedbom dvije univarijatne analize varijance (ANOVA) za svaku nogu posebno (tablica 5), dobiveno je da nema statistički značajne razlike kod sportaša s jednakom ili različitom dužinom nogu u stupnju hipermobilnosti desnoga (F=0,99; p=0,32) i lijevoga koljena (F=0,91; p=0,34).

Tablica 4. Rezultati univarijatne analize varijance između ispitanika sa istom i različitom dužinom nogu u stupnju hipermobilnosti desnoga i lijevoga koljena

Varijable	Multipla korelacija R	Kvadrat multiple korelacije R^2	F	p
HdegD	0,14	0,02	0,99	0,32
HdegL	0,14	0,02	0,91	0,34

Legenda: HdegD-stupanj hipermobilnosti desnog koljena, HdegL- stupanj hipermobilnosti lijevog koljena

7.3. Razlika između dominantne i nedominantne noge u hipermobilnosti koljena

Tablica 5. Deskriptivna statistika za ispitanike s dominantnom desnom i lijevom nogom u hipermobilnosti desnoga i lijevoga koljena

Varijable	AS_{domD}	SD_{domD}	AS_{domL}	SD_{domL}
HdegD	9,43	3,54	8,24	5,56
HdegL	10,07	3,55	8,18	4,14

Legenda: HdegD-stupanj hipermobilnosti desnog koljena, HdegL- stupanj hipermobilnosti lijevog koljena, AS_{domD}-aritmetička sredina sportaša s dominantnom desnom nogom, SD_{domD}-standardna devijacija sportaša s dominantnom desnom nogom, AS_{domL}- aritmetička sredina sportaša s dominantnom lijevom nogom, SD_{domL}-standardna devijacija sportaša s dominantnom lijevom nogom

U tablici 5 prikazani su deskriptivni parametri za varijable HdegD i HdegL kod sportaša sa dominantnom desnom (domD) i dominantnom lijevom nogom (domL).

Multivarijatna analiza varijance ukazuje da se grupa ispitanika s dominantnom desnom nogom ne razlikuje statistički značajno od grupe ispitanika s dominantnom lijevom nogom u varijablama stupnja hipermobilnosti koljena (Wilks Labda=0,97; p=0,5).

Provedbom dvije univarijatne analize varijance (ANOVA) za svaku nogu posebno (tablica 7), dobiveno je da ispitanici nemaju statistički značajnu razliku između dominantne i

nedominantne noge u stupnju hipermobilnosti desnoga (F=0,48; p=0,49) i lijevoga koljena (F=1,17; p=0,29).

Tablica 6. Rezultati univarijatne analize varijance između ispitanika s dominantnom desnom ili lijevom nogom u hipermobilnosti desnoga i lijevoga koljena

Varijable	Multipla korelacija R	Kvadrat multiple korelacije R^2	F	p
HdegD	0,1	0,01	0,48	0,49
HdegL	0,15	0,02	1,17	0,29

Legenda: HdegD-stupanj hipermobilnosti desnog koljena, HdegL- stupanj hipermobilnosti lijevog koljena

7.4. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima i indeksu tjelesne mase između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena

Tablica 7. Deskriptivna statistika za ispitanike sa i bez hipermobilnosti koljena u antropometrijskim i izokinetičkim pokazateljima te indeksu tjelesne mase

Varijable	AS_{hiper}	SD_{hiper}	$AS_{nehiper}$	$SD_{nehiper}$
DN	87,65	3,98	90,2	5,26
DP	40,3	2,83	42,88	4,65
DP/DN	0,46	0,02	0,47	0,04
H/Q60	0,56	0,09	0,59	0,09
H/Q180	0,65	0,1	0,67	0,11
BMI	24,17	1,84	24,13	2,34

Legenda: DN-dužina noge, DP-dužina potkoljenice, DP/DN-omjer dužine potkoljenice i dužine noge, H/Q60-omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 60°/s., H/Q180- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 180°/s., BMI-indeks tjelesne mase, AS_{hiper}-aritmetička sredina ispitanika s hipermobilnošću koljena, SD_{hiper}-standardna devijacija ispitanika s hipermobilnošću koljena, $AS_{nehiper}$- aritmetička sredina ispitanika bez hipermobilnosti koljena, $SD_{nehiper}$- standardna devijacija ispitanika bez hipermobilnosti koljena

U tablici 7 prikazani su deskriptivni parametri za varijable DP, DN, DP/DN, H/Q60, H/Q180 i BMI kod sportaša sa hipermobilnošću koljena (hiper) i bez hipermobilnosti koljena (nehiper).

Multivarijatna analiza varijance ukazuje da se grupa ispitanika s hipermobilnošću koljena statistički značajno razlikuje od grupe ispitanika bez hipermobilnosti koljena u izokinetičkim i antropometrijskim varijablama (Wilks Labda=0,83; p=0,01).

Serijom univarijatnih analiza varijance (ANOVA), prikazanih u tablici 9, dobivena je pojedinačna razlika između ispitanika sa i bez hipermobilnosti u koljenu koja ukazuje da se grupe statistički značajno razlikuju u antropometrijskim varijablama: DN (F=6,73; p=0,01), DP (F=10,43; p=0,00) i DP/DN (F=6,92; p=0,01), ali ne u varijabli BMI (F=0,00; p=0,00). Grupe se statistički značajno razlikuju u izokinetičkoj varijabli H/Q60 (F=4,54; p=0,04), dok ne postoji statistički značajna razlika u varijabli H/Q180 (F=0,7; p=0,4).

Tablica 8. Rezultati univarijatne analize varijance između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena u antropometrijskim i izokinetičkim pokazateljima te indeksu tjelesne mase

Varijable	Multipla korelacija R	Kvadrat multiple korelacije R^2	F	p
DN	0,25	0,06	6,73	0,01
DP	0,31	0,1	10,43	0,00
DP/DN	0,26	0,07	6,92	0,01
H/Q60	0,21	0,04	4,54	0,04
H/Q180	0,08	0,01	0,70	0,40
BMI	0,01	0,00	0,00	0,94

Legenda: DN-dužina noge, DP-dužina potkoljenice, DP/DN-omjer dužine potkoljenice i dužine noge, H/Q60-omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 60°/s., H/Q180- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 180°/s., BMI-indeks tjelesne mase.

7.5. Povezanost hipermobilnosti s izokinetičkim pokazateljima

Za potrebu ove analize varijable HdegD i HdegL pribrojene u novonastalu varijablu Hdeg u kojoj je prikazan stupanj hipermobilnosti za oba koljena svakog ispitanika. Isto je napravljeno s varijablama H/Q60D i H/Q60L (H/Q60) te H/Q180D i H/Q180L (H/Q180).

Kolmogorov – Smirnov test ukazuje na normalnost distribucije varijabli hipermobilnosti koljena te omjera jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 60 i 180°/s (p>0,20).

Tablica 9: Deskriptivna statistika za varijable Hdeg, H/Q60 i H/Q180

Varijable	N	AS	Min.	Maks.	SD
Hdeg	100	9,46	1,8	17,9	3,86
H/Q60	100	0,57	0,36	0,93	0,09
H/Q180	100	0,66	0,4	1,00	0,12

Legenda: Hdeg-stupanj hipermobilnosti koljena, H/Q60-omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 60°/s., H/Q180- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 180°/s., AS-aritmetička sredina, Min.-minimum, Maks.-maksimum, SD-standardna devijacija

U tablici 9 prikazani su deskriptivni parametri za varijable Hdeg, H/Q60 i H/Q180.

Korelacijska analiza pokazala je nisku, statistički značajnu linearnu vezu između Hdeg i H/Q60 ($r=-0,22$; $p<0,05$) te visoku linearnu vezu između varijabli H/Q60 i H/Q180 ($r=0,76$; $p<0,05$), dok između varijabli Hdeg i H/Q180 ne postoji statistički značajna linearna povezanost ($r=0,06$; $p<0,05$). Zabilježeni su sljedeći koeficijenti determinacije: $R=0,05$ (korelacija Hdeg i H/Q60) i $R=0,58$ (korelacija H/Q60 i H/Q180).

7.6. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima, indeksu tjelesne mase i stupnju mobilnosti koljena između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova

U ovoj analizi su antropometrijske varijable, izokinetički pokazatelji i varijable stupnja hipermobilnosti razdvojene za svaku nogu posebno. Dodana je varijabla indeksa tjelesne mase. Kolmogorov – Smirnov test je ukazao na normalnost distribucije varijabli dužine svake noge, potkoljenice, omjera dužine potkoljenice i dužine noge, indeksa tjelesne mase i izokinetičkih pokazatelja svake noge (K-S $d=0,07$-$0,17$; $p>0,2$).

Tablica 10. Deskriptivna statistika za sportaše iz kontaktnih i nekontaktnih sportova u antropometrijskim varijablama, stupnju hipermobilnosti desnog i lijevog koljena, izokinetičkim pokazateljima i indeksu tjelesne mase

Varijable	$AS_{nekontaktni}$	$SD_{nekontaktni}$	$AS_{kontakt}$	$SD_{kontakt}$
DDN	88,93	4,55	88,74	5,08
DLN	89,04	4,59	88,88	4,97
DDP	41,29	3,09	41,71	4,46
DLP	41,31	3,22	41,66	4,56
DDP/DDN	0,46	0,02	0,47	0,03
DLP/DLN	0,46	0,02	0,47	0,03
HdegD	10,75	3,77	8,32	3,84
HdegL	11,27	3,25	8,90	3,75
H/Q60D	0,56	0,08	0,59	0,10
H/Q60L	0,55	0,09	0,58	0,09
H/Q180D	0,63	0,08	0,67	0,11
H/Q180L	0,64	0,12	0,67	0,11
BMI	24,44	2,41	23,95	1,87

Legenda: DDN-dužina desne noge, DLN-dužina lijeve noge, DDP-dužina desne potkoljenice, DLP-dužina lijeve potkoljenice, DDP/DDN-omjer dužine desne potkoljenice i desne noge, DLP/DLN-omjer dužine lijeve potkoljenice i lijeve noge, HdegD-stupanj hipermobilnosti desnog koljena, HdegL-stupanj hipermobilnosti lijevog koljena, H/Q60D- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa desne noge pri 60°/s, H/Q60L- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa lijeve noge pri 60°/s, H/Q180D- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa desne noge pri 180°/s, H/Q180L- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa lijeve noge pri 180°/s, BMI-indeks tjelesne mase, $AS_{nekontaktni}$-artimetička sredina sportaša iz nekontaktnih sportova, $SD_{nekontaktni}$-standardna devijacija sportaša iz nekontaktnih sportova, $AS_{kontakt}$-aritmetička sredina sportaša iz kontaktnih sportova, $SD_{kontakt}$-standardna devijacija sportaša iz kontaktnih sportova,

U tablici 10 prikazani su deskriptivni parametri za sportaše iz kontaktnih i nekontaktnih sportova u antropometrijskim varijablama (DDN, DLN, DDP, DLP, DDP/DDN, DLP/DLN), varijablama mobilnosti koljena (HdegD, HdegL), izokinetičkim pokazateljima (H/Q60D, H/Q60L, H/Q180D, H/Q180L) i indeksu tjelesne mase (BMI).

Multivarijatna analiza varijance ukazuje da se grupa ispitanika iz kontaktnih sportova ne razlikuje statistički značajno od grupe ispitanika iz nekontaktnih sportova u

antropometrijskim pokazateljima, izokinetičkim varijablama i indeksu tjelesne mase (Wilks Labda=0,74; p=0,46).

Tablica 11. Rezultati univarijatne analize varijance između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova u antropometrijskim pokazateljima, stupnju mobilnosti desnog i lijevog koljena, izokinetičkim pokazateljima i indeksu tjelesne mase

Varijable	Multipla korelacija R	Kvadrat multiple korelacije R^2	F	P
DDN	0,01	0,00	0,00	0,95
DLN	0,01	0,00	0,00	0,96
DDP	0,01	0,01	0,23	0,63
DLP	0,06	0,00	0,18	0,68
DDP/DDN	0,11	0,01	0,61	0,44
DLP/DLN	0,1	0,01	0,45	0,51
HdegD	0,31	0,1	5,08	0,03
HdegL	0,34	0,11	6,08	0,02
H/Q60D	0,17	0,03	1,48	0,23
H/Q60L	0,16	0,02	1,18	0,28
H/Q180D	0,16	0,03	1,28	0,26
H/Q180L	0,12	0,02	0,75	0,39
BMI	0,11	0,01	0,59	0,45

Legenda: DDN-dužina desne noge, DLN-dužina lijeve noge, DDP-dužina desne potkoljenice, DLP-dužina lijeve potkoljenice, DDP/DDN-omjer dužine desne potkoljenice i desne noge, DLP/DLN- omjer dužine lijeve potkoljenice i lijeve noge, BMI-indeks tjelesne mase, HdegD-stupanj hipermobilnosti desne noge, HdegL-stupanj hipermobilnosti lijeve noge, H/Q60D-hamstrings/kvadriceps omjer desne noge pri 60°/s., H/Q60L-hamstrings/kvadriceps omjer lijeve noge pri 60°/s., H/Q180D- hamstrings/kvadriceps omjer desne noge pri 180°/s., H/Q180L- hamstrings/kvadriceps omjer lijeve noge pri 180°/s.

Serijom univarijatnih analiza varijance (ANOVA), prikazanih u tablici 10, dobivena je pojedinačna razlika između ispitanika iz kontaktnih i nekontaktnih sportova koja ukazuje da se grupe statistički značajno ne razlikuju u antropometrijskim i izokinetičkim varijablama te indeksu tjelesne mase, ali se statistički značajno razlikuju u varijablama stupnja hipermobilnosti desnog (F=5,08; p=0,03) i lijevog koljena (F=6,08; p=0,02).

8. RASPRAVA

Ovo je među prvim istraživanjima koje mjeri izokinetičke pokazatelje mišića natkoljenice kod zdravih sportaša s hipermobilnošću koljena većom od 10° od pune ekstenzije.

Podaci ukazuju da postoji mala negativna, statistički značajna povezanost hipermobilnosti koljena i izokinetičkih pokazatelja. Kako je zajednička varijanca stupnja hipermobilnosti i funkcionalnih parametara vrlo niska (5%), ista s praktičnog stajališta nije značajna. Sličan zaključak se može donijeti kad se uzme u obzir povezanost antropometrijskih karakteristika donjih ekstremiteta i hipermobilnosti koljena. I tu je zabilježena statistički značajna, mala, negativna povezanost, no njena razina, isto tako, nije praktično primjenjiva da bi se s nje mogli prenijeti zaključci na širu populaciju.

U analizi razlika između dvije skupine ispitanika, one bez i sa hipermobilnosti u koljenu, analizirani su dodatni elementi. Tako je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika između dvije navedene grupe kada se uzme u obzir dominantna i nedominantna noga tj. da bez obzira je li noga dominantna ili nije, ona može imati različite stupnjeve hipermobilnosti koljena, što je u suprotnosti s postavljenom hipotezom. U idućem segmentu analiza razlika, uzeta je u obzir antropometrijska karakteristika različite dužine nogu kod ispitanika, tj. hoće li se ispitanici koji nemaju jednako dugačke noge zbog toga razlikovati u stupnju hipermobilnosti koljena od ispitanika s istom dužinom nogu. I tu podaci ukazuju da ne postoje statistički značajne razlike.

Nadalje, analizom razlika između dviju skupina ispitanika utvrđeno je da se statistički značajno razlikuju u antropometrijskoj varijabli dužine nogu i dužini potkoljenice i to na način da skupina hipermobilnih ispitanika ima u prosjeku 2,5 cm kraću nogu od nehipermobilnih ispitanika te da postoji i razlika u dužini potkoljenice (cca 2cm) i omjeru dužine potkoljenice i dužine noge. Takvi podaci su u kontradikciji s fizičkim postulatima u kojima je pretpostavka da će duža noga imati veću polugu, tj. veću hipermobilnost ili, u ovom slučaju, da će se skupine statistički značajno razlikovati, no da će skupina hipermobilnih ispitanika imati u prosjeku više vrijednosti od druge skupine. Kad se uzme u obzir tjelesna masa i visina, tj. indeks tjelesne mase, ispitanici se statistički značajno ne razlikuju u toj kategoriji.

Analizirajući razlike između dvije skupine u izokinetičkim pokazateljima, vidljiva je statistički značajna razlika u prvoj izokinetičkoj varijabli, onoj koja mjeri standardne

izokinetičke pokazatelje (60°s.) na način da skupina hipermobilnih ispitanika ima niže vrijednosti H/Q omjera, tj. niže vrijednosti hamstringsa od skupine nehipermobilnih ispitanika. Druga varijabla, ona koja ukazuje na funkcionalni omjer H/Q (180°/s) ne diferencira dvije skupine ispitanika.

Analiza razlika između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova govori da se oni ne razlikuju niti u jednoj izokinetičkoj komponenti. Ne razlikuju se antropometrijskim komponentama, niti u indeksu tjelesne mase, ali se statistički značajno razlikuju u stupnju hipermobilnosti desnoga i lijevoga koljena tako da sportaši iz nekontaktnih sportova imaju veći stupanj hipermobilnosti za 3,51° od sportaša iz kontaktnih sportova. Njihove vrijednosti prelaze granicu od 10° iznad pune ekstenzije, što te sportaše čini patološki hipermobilnima u prosjeku.

8.1. Povezanost hipermobilnosti s antropometrijskim karakteristikama

Jedna od premisa ovog rada je bila utvrditi postoji li utjecaj antropometrijskih karakteristika na hipermobilnost koljena. Točnije, postoji li povezanost između dužine noge (DN), dužine potkoljenice (DP) i njihovog omjera (DP/DN) sa stupnjem hipermobilnosti koljena (Hdeg). Očekivani ishod je bio da će duža noga i duža potkoljenica i omjer potkoljenice i natkoljenice zbog veće poluge na samo koljeno imati kao posljedicu i veći stupanj hipermobilnosti koljena. No, statistički značajan ($p<0.05$), negativan Paersonov koeficijent korelacije (-0,21) koji je između varijabli stupnja hipermobilnosti koljena (Hdeg) i varijable dužine noge (DN) ukazuje da je, u ovom slučaju, viša vrijednost hipermobilnosti koljena povezana s nižom vrijednosti dužine noge, tj. kraćom nogom. Koeficijent determinacije između dvije navedene varijable je 0,04, što znači da je samo 4% zajedničkog prostora objašnjeno njihovom povezanošću. Takva niska vrijednost dovodi do zaključka da je njihova praktična povezanost premala, time i nebitna. Varijabla dužina potkoljenice (DP) i omjer dužine potkoljenice i dužine noge (DP/DN) nisu statistički značajno korelirani s varijablom stupnja hipermobilnosti koljena (Hdeg).

Mala, negativna, statistički značajna povezanost vraijabli dužine noge i stupnja hipermobilnosti koljena donekle može predstavljati dobru osnovu za detaljniju analizu antropometrijskih karakteristika osoba sa sindromom hipermobilnosti na većem uzorku. Posebno bi bilo zanimljivo istražiti dolazi li na većem uzorku hipermobilnih ispitanika

također do nižih vrijednosti dužine noge, tj. ima li kod njih kraća noga veću hipermobilnost koljena te postoji li utjecaj veličine poprečnog presjeka mišića kvadricepsa na viši stupanj hipermobilnosti istog koljena.

8.2. Razlike u hipermobilnosti koljena između sportaša s istom ili različitom dužinom nogu

Istraživanje Shultza i suradnika (2009) govori u prilog utjecajima posturalnih anomalija kao što su rotacija i inklinacija zdjelice, skolioza te razlika u dužini nogu na hipermobilnost koljena. No, u slučaju navedenog istraživanja, razlika u dužini nogu nije mjerena kao stvarna razlika u mjerenju dužine noge, već kao razlika u kontaktu jedne i druge noge s podlogom, a koja može biti posljedica razlike u dužini nogu, ali je češće posljedica prije navedenih anomalija koje jednu nogu podignu više od druge tako da nagnu zdjelicu, zarotiraju zdjelicu i ostalo, a da se noge u mjerenju dužine ne razlikuju. U ovom radu je želja bila utvrditi i postoji li razlika u hipermobilnosti koljena kod sportaša koji imaju istu ili različitu dužinu nogu. Univarijatna analiza varijance ukazuje da ne postoji statistički značajna razlika između dviju skupina ispitanika u hipermobilnosti desnog ($F=0,99$; $p=0,32$) i lijevog koljena ($F=0,91$; $p=0,34$). Pretpostavka da će noga koja je duža imati kao posljedicu i veću hipermobilnost koljena tako da bi kompenzirala svoj višak dužine naspram druge noge, u ovom slučaju je zabilježena kod 58% ispitanika, dok kod njih 42% kraća noga je imala veću hipermobilnost u koljenu. Postoji vjerojatnost da je kod 58% ispitanika njihovo tijelo kompenziralo višak dužine duže noge na način da je preopružilo koljeno duže noge, a kod ostalih 42% je vrlo vjerojatno da je tijelo pronašlo neki drugi, kompleksniji način kompenziranja razlike u dužini jedne noge naspram druge. Takvi podaci dovode do pretpostavke da hipermobilnost koljena nije pojava koja može biti determinirana samo jednom anomalijom kao što je razlika u dužine noge, već je etiologija nastanka hipermobilnosti koljena kompleksna pojava pod utjecajem velikog broja različitih faktora. Isto tako korisno bi bilo ekstrahirati uzorak ispitanika koji imaju veliku razliku dužine između jedne i druge noge, jer je u ovom uzorku uzeta u obzir svaka razlika pa tako i ona od 0,1 cm. Takva mala razlika ne može rezultirati pojavom anomalije kao što je hiperekstenzija koljena noge koja je duža.

8.3. Razlika između dominantne i nedominantne noge u hipermobilnosti koljena

Jedan od interesa ovog istraživanja je postoji li određeni odnos dominantne i nedominatne noge s mobilnošću koljena. Pretpostavka da će nedominantna strana zbog nešto nižih izokinetičkih pokazatelja (Cheung i sur., 2012) za posljedicu imati i eventualno veću hipermobilnost koljena nije točna. Univarijatna analiza razlike ukazuje da se ispitanici statistički značajno ne razlikuju u hipermobilnosti koljena kada se uzme u obzir njihova dominantna i nedominantna noga (F=0,48; p=0,49, F=1,17; p=0,29). Od ukupnog broja od 52 ispitanika 10 ih je ljevaka (19%), što je malo više od populacijskog prosjeka koji je 10% (Johnston i sur., 2009). Od 51 ispitanika 24 ih je imalo dominantnu nogu s većim stupnjem nego nedominantnu (47%). Zanimljivo je da je u ovom uzorku 7 od 10 ljevaka imalo dominantnu nogu hipermobilnu (70%), a 17 od 41 dešnjaka je imalo dominantnu nogu hipermobilnu (41%). Ovakvi podaci jasno govore da ne postoje razlike u hipermobilnosti koljena kod sportaša kada se uzme u obzir njihova dominantna i nedominantna noga.

8.4. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima i indeksu tjelesne mase između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena

U osnovi ove premise je želja da se dokaže da se osobe s hipermobilnim koljenom razlikuju od osoba bez hipermobilnosti koljena u izokinetičkim pokazateljima, ali isto tako da se utvrdi postoje li razlike između ove dvije grupe u antropometrijskim karakteristikama te u indeksu tjelesne mase. Istraživanje Kawahare i suradnika (2011) ukazuje da razlike između te dvije skupine ne postoje, kako u obrascima hoda, tako i u izokinetičkim pokazateljima. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da se grupe statistički značajno razlikuju u standardnim izokinetičkim pokazateljima, no ne i funkcionalnim izokinetičkim pokazateljima. Isto tako, statistički značajno se razlikuju u antropometrijskim karakteristikama, ali ne u indeksu tjelesne mase (Wilks Labda=0,83; p=0,01).

Pojedinačno gledano, kod izokinetičkih pokazatelja grupe se razlikuju u varijabli omjera jakosti H:Q pri kutnoj brzini od 60°/s. (F=4,54; p=0,04), ali ne i u varijabli omjera jakosti H:Q pri kutnoj brzini od 180°/s (F=0,7; p=0,4), gdje bi trebalo ponovno istaknuti prije navedeni artefakt u zadnjem dijelu pokreta fleksije (slika 23). Takvi podaci odgovaraju prije

navedenim podacima o utjecaju stupnja hipermobilnosti koljena na standardne izokinetičke pokazatelje odnosa jakosti hamstringsa naspram kvadricepsa (H/Q60). U deskriptivnoj statistici svake od grupa vidljivo je da grupa hipermobilnih koljena ima statistički značajno niže vrijednosti aritmetričke sredine u varijabli H/Q60 od grupe ne hipermobilnih (AS_{hiper}=0,56, $AS_{nehiper}$=0,59), a u varijabli H/Q180 ona nije statistički značajna (AS_{hiper}=0,65, $AS_{nehiper}$=0,67). Takvi podaci osporavaju zaključke koje se Kawahara i suradnici (2011) dobili na uzorku hipermobilnih ispitanika sa ili bez križnog ligamenta. Takvi podaci govore u prilog tezi o različitosti dva uzorka te činjenici da je kod uzorka Kawahare i suradnika (2011) hipermobilnost nastala kao eventualna posljedica ozljede.

Kod antropometrijskih varijabli inicijalno nisu očekivane razlike između dvije grupe. No, analizom razlika uočeno je da se grupe ispitanika statistički značajno razlikuju u dužini noge (F=6,73; p=0,01), dužini potkoljenice (F=10,43; p=0,00) i omjeru dužine potkoljenice i dužine noge (F=6,92; p=0,01). Tako je u varijabli dužine noge DN aritmetička sredina kod hipermobilnih koljena (AS_{hiper}=87,65), a kod nehipermobilnih ($AS_{nehiper}$=90,19). Aritmetičke sredine ove varijable ukazuju da ispitanici s hipermobilnim koljenom imaju u prosjeku oko 2,5 cm kraću nogu nego ispitanici bez hipermobilnosti u koljenu. Slične razlike su vidljive i na varijabli dužine potkoljenice DP (AS_{hiper}=40,3, AS_{hiper}=42,88) te se, naravno, isti odnosi prenose i na varijablu dobivenu dijeljenjem dužine potkoljenice s dužinom natkoljenice DP/DN (AS_{hiper}=0,46, $AS_{nehiper}$=0,47). Razlike između dvije grupe po ovim varijablama jasno ukazuju da u ovom uzorku osobe s hipermobilnim koljenom imaju u prosjeku statistički značajno kraću nogu i kraću potkoljenicu u odnosu na grupu ispitanika bez hipermobilnosti koljena. Informacije su u skladu s prije dobivenom povezanošću hipermobilnosti i dužine noge, tj. njihovim negativnim odnosom koji govori da će kraća noga biti povezana s višim stupnjem hipermobilnosti. Pretpostavka je da kraća noga može značiti veći poprečni presjek mišića kvadricepsa, time i veću parcijalnu jakost istog kojom djeluje na koljeno tako da ga preopruža.

Istraživanja provedena na djeci (Berwecki i sur., 2013) govore da ne postoji utjecaj indeksa tjelesne mase na hipermobilnost koljena, naprotiv, zabilježeno je da će djeca s nižim indeksom tjelesne mase češće imati viši stupanj opće hipermobilnosti (Sanjay i sur., 2013). U navedenim radovima i u ovom radu pretpostavka je bila da će veća tjelesna masa i njen utjecaj na povećanje indeksa tjelesne mase imati za rezultat veći pritisak na koljeno u stajanju i na taj način prouzročiti povećanje hiperekstenzije koljena. U analizi razlika između dvije skupine ispitanika (sa i bez hipermobilnosti) utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u

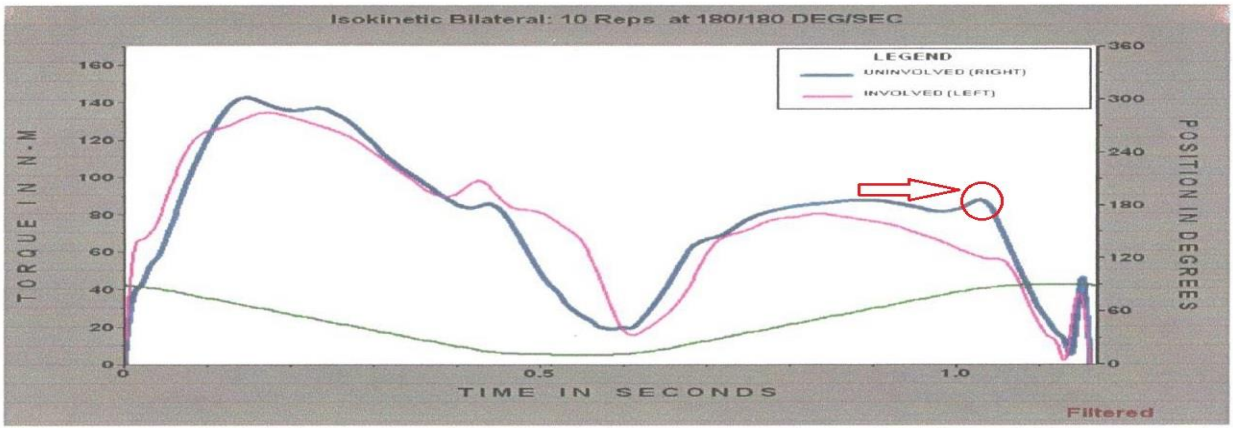
indeksu tjelesne mase između te dvije grupe (F=0,00; p=0,94), što potvrđuje rezultate iz prije navedenih studija (Berwecki i sur., 2013, Sanjay i sur., 2013).

8.5. Povezanost hipermobilnosti s izokinetičkim pokazateljima

Osnovna premisa ovog rada je bila da postoji povezanost između stupnja mobilnosti koljena i omjera jakosti H/Q. Pretpostavka je da će veći stupanj hipermobilnosti biti u negativnoj svezi s jakošću hamstringsa, time i nižim vrijednostima u omjeru H/Q. Koeficijent linearne povezanosti (-0,22) varijable stupnja hipermobilnosti koljena (Hdeg) s varijablom omjera jakosti hamstringsa i kvadripcepsa pri kutnoj brzini od 60°/s (H/Q60) je nizak, ali statistički značajan ($p<0.05$) te ukazuje da je viši stupanj hipermobilnosti koljena povezan s nižim standardnim izokinetičkim pokazateljima jakosti hamstringsa tj. s nižim omjerom H/Q. No, s obzirom da je koeficijent determinacije između dvije varijable 0,04, tj. da je samo 4% zajedničkog prostora objašnjeno povezanošću ovim varijablama, praktična povezanost je minorna i smatra se nebitnom. Funkcionalni pokazatelji jakosti H/Q nisu u značajnoj korelaciji sa stupnjem hipermobilnosti koljena. Takvi podaci na tragu su informacija koje su Kawahara i suradnici (2011) dobili na uzorku ispitanika s hipermobilnim koljenom i bez prednjeg i sa prednjim križnim ligamentom, iako se etiologija nastanka hipermobilnosti kod Kawahare i suradnika (2011) može pripisati i ozljedi. No, niska negativna povezanost može biti dobra osnova za dodatna istraživanja na većem uzorku, u kojem bi se još preciznije implementiralo ispitanike kako bi se isključio utjecaj korektivnih vježbi na krajnji rezultat.

Ključni problem kod oba istraživanja je veličina i kvalitetan odabir uzorka. U ovom slučaju, nije bilo moguće u potpunosti isključiti vanjski utjecaj na izokinetičke rezultate, jer sportaši koji su testirani su svakako bili izloženi nekakvom obliku treninga koji je bio usmjeren, među ostalim, na aktivnost mišića stražnje strane natkoljenice, iako se tom problemu pokušalo doskočiti izbacivanjem iz obrade podataka svih ispitanika koji su u periodu tri mjeseca do testiranja provodili nekakav izolirani oblik vježbi za mišiće stražnje strane natkoljenice. S obzirom da je gotovo nemoguće pronaći dovoljno veliki uzorak aktivnih sportaša a većom hiperekstenziojm u koljenu od 10°, a da se nisu ozljedili i da u svojoj karijeri nisu primjenjivali korektivne treninge za hamstringse, moguće da ovaj uzorak od 23 sportaša s hipermobilnošću koljena nije reprezentativan za populaciju sportaša s hipermobilnim koljenom. Sportaši koji u potpunosti odgovaraju takvom opisu, vrlo vjerojatno

već spadaju u populaciju ozlijeđenih sportaša te na taj način odgovaraju uzorku Kawahare i suradnika (2011). Nadalje, ispitanike bi trebalo bolje selekcionirati na one koji uz hipermobilnost koljena imaju 4 ili 6 od 9 na Beightonovoj skali ukupne hipermobilnosti, tj. da se podrobnije prepozna je li kod njih hipermobilnost koljena izolirana pojava koja je možda nastala pod utjecajem određene sportske aktivnosti ili spada u kategoriju opće hipermobilnosti tijela. Još efikasnije bi bilo potpuno selekcionirati ispitanike po različitim sportskim aktivnostima i pažnju obratiti na plivače i gimnastičare te vidjeti kako njihovi parametri hipermobilnosti utječu na izokinetičke pokazatelje. Korisno bi bilo dodatno utvrditi anomalije poput izraženije inklinacije zdjelice, osobito njene stražnje rotacije, koja u kombinaciji sa sindromom ravnih leđa u lumbalnom dijelu mogu značiti slabiju aktivnost gluteusa, a time i hamstringsa, s obzirom da su oni sinergisti u velikom broju motoričkih obrazaca pokreta. U analizi izokinetičkih pokazatelja, osobito funkcionalnog tipa dodatan fokus bi trebalo usmjeriti na vrijeme i kut ostvarivanja maksimalnih vrijednosti, pogotovo hamstringsa, jer je često u ovom istraživanju zabilježeno da se maksimalna vrijednost hamstringsa pri 180°/s ostvarila u zadnjim dijelovima pokreta fleksije (slika 23) u kojima je funkcija hamstringsa, ako gledamo njenu stablilizacijsku funkciju na koljeno, potpuno nerelevantna. Takvi artefakti, ako se odstrane, za rezultat bi imali narušavanje H/Q omjera pri većim kutnim brzinama pokreta te bi mogle utjecati na ukupnu povezanost hipermobilnosti i izokinetičkih pokazatelja.



Slika 23. Artefakt u momentu sile hamstringsa u zadnjem dijelu pokreta fleksije

8.6. Razlike u izokinetičkim, antropometrijskim pokazateljima, indeksu tjelesne mase i stupnju hipermobilnosti koljena između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova

Mali uzorak ispitanika, u ovom slučaju, koji je ekstrahiran iz različitih kontaktnih i nekontaktnih sportova otežava donošenje zaključka koji bi se prenio na određene sportske grane.

Uzorak ispitanika iz kontaktnih sportova (N=32) u ovom istraživanju čine primarno nogometaši (N=22), zatim košarkaši (N=4), rukometaši (N=2) i sportaši iz borilačkih sportova (taekwondo N=2, karate N=1 i hrvanje N=1). Drugu skupinu sportaša iz nekontaktnih sportova (N=18) čine atletičari (N=5), veslači, kajakaši i kanuisti (N=4), fitness treneri (N=3), plivači (N=2), te po jedan ispitanik iz odbojke, sportskog ribolova, triatlona i parkoura.

a) razlika u izokinetičkim pokazateljima između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova

Dosadašnja istraživanja su potvrdila do postoji razlika u izokinetičkim pokazateljima kod dvoranskih sportova (košarka i odbojka) naspram nogometa (Magalhaes i sur., 2004, Cheung, 2012), no u niti jednom radu nije istraživana razlika između kontaktnih i nekontatnih sportova u izokinetičkim pokazateljima. Pojedinačno gledano, istraživanja određenih sportskih grana u izokinetičkim pokazateljima ukazuju na neke specifičnosti. Tako istraživanje Andrade i suradnika (2012) uspoređuje muškarce i žene iz kontaktnih sportova (judo, nogomet i rukomet) pri kutnim brzinama od 60 i 300°/s na izokinetičkom uređaju s prvenstvenim fokusom na omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa. Podaci ukazuju da judaši ostvaruju niže vrijednosti H/Q pri kutnoj brzini od 60°/s nego nogometaši i rukometaši, dok pri brzini od 300°/s ne postoje razlike u omjerima H/Q. Istraživanje na kenijskim atletičarima dugoprugašima bilježi više vrijednosti omjera H/Q pri svim testiranim kutnim brzinama za razliku od prosječnih vrijednosti. Autori naglašavaju da bez detaljnije usporedbe sa sportašima iz drugih sportova, ali iste genetike kao uzorka u ovom istraživanju ne mogu sa sigurnošću utvrditi razlog viših izokinetičkih vrijednosti omjera H/Q, tj., je li on genetski, trenažni ili zato što ti sportaši nisu pretrpjeli težu ozljedu koljena (Kong i De Heer, 2008).

Istraživanja koja diferenciraju ispitanike na kategoriju kontaktnih i nekontaktnih sportaša po izokinetičkim pokazateljima ne postoje, dok podaci ukazuju da na ovom, mješovitom uzorku ispitanika iz kontaktnih i nekontaktnih sportova nema statistički značajne razlike između dvije grupe u izokinetičkim pokazateljima omjera jakosti H/Q pri 60°/s, desne (F=1,48; p=0,23) i lijeve noge (F=1,18; p=0,28) te izokinetičkim omjerima jakosti H/Q pri 180°/s desne (F=1,28; p= 0,26) i lijeve noge (F=0,75; p=0,39).

b) razlika u antropometrijskim karakteristikama između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova

Rezultati ukazuju da se sportaši iz kontaktnih i nekontatnih sportova ne diferenciraju po standardnim antropometrijskim pokazateljima mjerenim u ovom istraživanju. Ne razlikuju se u dužini desne noge (F=0,00; p=0,95), dužini lijeve noge (F=0,00; p=0,96), dužini desne potkoljenice (F=0,23; p=0,63), dužini lijeve potkoljenice (F=0,18; p=0,68), omjeru dužine desne potkoljenice i desne noge (F=0,61; p=0,44) i omjeru dužine lijeve potkoljenice i lijeve noge (F=0,45; p=0,51). Razlika ne postoji niti u indeksu tjelesne mase između dvije skupine (F=0,59; p=0,45).

No, statistički značajna razlika je zabilježena u dvije varijable za procjenu stupnja hipermobilnosti desnog (F=5,08; p=0,03) i lijevog koljena (F=6,08; p=0,02). Podrobnijim uvidom u aritmetičke sredine tih dviju skupina kroz ove dvije varijable vidljivo je da sportaši iz kontaktnih sportova imaju niži stupanj hipermobilnosti koljena ($AS_{kontakt}$=8,24 i $AS_{kontakt}$=8,73) nego sportaši iz nekontaktnih sportova ($AS_{nekontaktni}$=10,75 i $AS_{nekontaktni}$=11,27).

Dosadašnja istraživanja hipermobilnosti koljena nisu provedena diferencirajući ispitanike kao pripadnike kontaktnih ili nekontaktnih sportova, no postoji mnogo prije spomenutih istraživanja (Grana i Moretz, 1978, Steele, 1984, Silver i sur., 1986, Bird i sur., 1988) koja analiziraju pojavu hipermobilnosti kod gimnastičara ili balerina, koji pripadaju nekontaktnim sportovima, u usporedbi s populacijom nevježbača (Grahame i Jenkins, 1972, Brodie i sur., 1982).

S obzirom da skupina ispitanika iz nekontaktnih sportova nije dominantno iz sportova u kojoj je hipermobilnost uobičajena pojava, specifično je da ta ista skupina u ovom istraživanju

i ovim prosječnim vrijednostima ulazi u skupinu patološko hipermobilnih sportaša u području koljena (kut veći od 10° od ekstenzije).

Ovakvi podaci ukazuju na potrebu za daljnim istraživanjem pojave hipermobilnosti koljena te potrobnijom analizom svake sportske aktivnosti, bilo kontaktnog ili nekontatnog tipa i njenih efekata, na većem uzorku ispitanika.

9. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da postoji niska, statistički značajna negativna povezanost između stupnja mobilnosti koljena i standardnih izokinetičkih omjera jakosti H/Q, što znači da što je veća hipermobilnost koljena, jakost hamstringsa će biti niža, no ta povezanost nije dovoljno velika da bi bila praktično primjenjiva.

Nadalje, rezultati ukazuju da postoje statistički značajne razlike između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena u standardnim pokazateljima omjera jakosti H/Q, dužini nogu i potkoljenica na način da sportaši sa hipermobilnossću koljena imaju niže vrijednosti standardnih omjera jakosti H/Q od skupine bez hipermobilnosti u koljenu te da imaju kraću nogu od skupine bez hipermobilnosti.

Finalno, u analizi razlika između sportaša kontaktnih i nekontaktnih sportova ne postoje statistički značajne razlike u standardnim i funkcionalnim pokazateljima jakosti omjera H/Q, indeksu tjelesne mase te u antropometrijskim karakteristikama, osim u varijablama stupnja mobilnosti koljena, gdje sportaši iz nekontaktnih sportova imaju više vrijednosti od sportaša iz kontaktnih sportova, što ih, zapravo, u prosjeku, čini patološki hipermobilnim u koljenu.

Zaključno, sportaši s hipermobilnošću koljena imaju slabiju jakost hamstringsa, a time i omjer jakosti H:Q pri nižim kutnim brzinama, a sportaši iz nekontaktnih sportova imaju veći stupanj hipermobilnosti koljena nego sportaši iz kontaktnih sportova.

Podaci iz ovog istraživanja mogu poslužiti kao predložak u izradi novih studija na većem broju ispitanika s hipermobilnošću koljena i općom hipermobilnošću iz različitih sportskih aktivnosti.

10. LITERATURA

1. Aagaard, P., Simonsen, E.B., Magnusson, S.P., Larsson, B., Dyhre-Poulsen, P. (1998). *A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio*. American journal of sports medicine; 26: 231 – 237.
2. Amir, D., Frankl, P., Pogrund, H. (1990). *Pulled elbow and hypermobility of joints*. Clinical orthopaedics and related research; 257: 94 - 99.
3. Andrade, M.D.S., De Lira, C.A.B., Koffes, F.C., Da Silva, A.C. (2012). *Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity*. Journal of sport sciences; 30(6): 547 – 553.
4. Azma, K., Mottaghi, P., Hosseini, A., Salek, S., Bina, R. (2015). *Venous insufficiency after prolonged standing: Is joint hypermobility an important risk factor?* Advanced biomedicine research; 4: 98.
5. Bašćevan, S., Janković, S., Bašćevan, A (2008). *Izokinetička sila mišića - dijagnostički pristup*. U „Kondicijska priprema sportaša“, zbornik radova. Jukić, Milanović, Gregov (ur.). Zagreb, 2008; 164 – 167.
6. Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, B.H., Letson, D., Chuinard, R., D'Ambrosia, R. (1988). *Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability*. American journal of sports medicine; 16(2): 113 – 122.
7. Beighton, P., Grahame, R., Bird, H. (2012). *Hypermobility of joints - fourth edition*. Springer (2012), New York.
8. Beighton P., Solomon L., Soskolne C.L. (1973). *Articular mobility in an African population.* Annals of rheumatiuc diseases; 32: 413 - 418.
9. Berwecki A., Ridan T., Berwecka M., Spannbauer A., Zdybel K. (2013). *The incidence of hypermobility sindrome in girls aged 16-18.* Journal of orthopaedics trauma and related research; 3: 33.
10. Birrell F. N., Adebajo, A.O., Hazleman, B.L., Silman, A.J. (1994). *High prevalence of joint laxity in WestAfricans*. British journal of rheumatology; 33: 56 - 59.
11. Bird H.A. (2005). *Joint hypermobility in children*. Rheumatology; 44: 703 - 704.
12. Bird H.A., Foley E.C. (2013). *Hypermobility in dancers.* Rheumatology; 52,(4): 585 – 586.
13. Bird H.A, Walker A, Newton J. (1988). *A controlled study of joint laxity and injury in gymnasts.* Journal of orthopaedics and rheumatology; 1: 139 - 145.

14. Brodie D.A, Bird H.A, Wright V. (1982). *Joint laxity in selected athletic populations*. Medicine and science in sport and exercise; 14: 190 - 193.
15. Carter C., Wilkinson J. (1964). *Persistent joint laxity and congenital dislocation of the hip*. The journal of bone and joint surgery; 46b: 40 - 45.
16. Carter, J., Sweetnam, R. (1958). *Familial joint laxity and recurrent dislocation of the patella*. The journal of bone and joint surgery; 40b(4): 664 - 667.
17. Cheung, T.H.R., Smith, A.W., Wong, D.P. (2012). *H:Q Ratios and Bilateral Leg Strength in College Field and Court Sports Players*. Journal of human kinetics; 33: 63 – 71.
18. Cooper, A., Alghamdi, G.A., Alghamdi, M.A., Altowaijri, A., Richardson, S. (2012). *The Relationship of lower limb muscle strength and knee joint hyperextension during the stance phase of gait in hemiparetic stroke patients*. Physiotherapy research international; 17(3): 150 – 156.
19. Devan, M.R., Pescatello, L.S., Faghri, P., Anderson, J. (2004). *A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities*. Journal of athletic training; 39 (3): 263 - 267.
20. Dvir, Z. (1996). *An isokinetic study of combined activity of hip and knee extensors*. Clinical biomechanics; 11(3): 135 – 138.
21. Edwards A.M. (1981). *Comparison of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise*. Journal of orthopaedic and sports physical therapy; 3: 48 – 56.
22. Fowler N.E., Reilly T. (1993). *Assessment of muscle strength asymmetry in soccer players.* U: e.j. Lovesey, ur. Taylor and Francis, Contemporary ergonomics, London; 327 – 332.
23. Gedalia A., Brewer E.J. (1993). *Joint hypermobility in pediatric practice – a review*. Journal of rheumatology; 20: 371 - 374.
24. Goslin B.R., Charteris J. (1979). *Isokinetic dynamometry: normative data for clinical use in lower extremity (knee) cases.* Scandinavian journal of rehabilitation and medicine; 11: 105 – 109.
25. Grahame R., Jenkins J.M. (1972). *Joint hypermobility – asset or liability? a study of joint mobility in ballet dancers.* Annals of rheumatiuc diseases; 31: 109 - 111.
26. Grahame R. (1999). *Joint hypermobility and genetic collagen disorders: are they related?* Archive of disease in childhood; 80: 188 – 191.
27. Grana W.A, Moretz J.A. (1978). *Ligamentous laxity in secondary school athletes*. Journal of American medical association; 240: 1975 - 1976.

28. Hall M.G., Ferrell, W.R., Sturrock R.D., Hamblen D.L., Baxendale R.H. (1995). *The effect of hypermobility syndrome on knee joint proprioception.* British journal of rheumatology; 34(2): 121 – 125.
29. Hewett, T.E., Myer G.D., Zazulak B.T. (2008). *Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity.* Journal of science and medicine in sport; 11: 452 – 459.
30. Hewett, T.E., Paterno, M.V., Myer, G.D. (2002). *Strategies for enhancing knee proprioception and neuromuscular control of the knee.* Clinical orthopaedics and Related Research. 402. str. 76 – 94.
31. Johnston, D.W., Nicholls, M.E.R., Manisha, S., Shields, M.A. (2009). *Nature's Experiment? Handedness and Early Childhood Development*. Demography; 46(2): 281 – 301.
32. Kawahara K., Sekimoto, T., Watanabe S., Yamamoto K., Tajima T., Yamaguchi N., Chosa E. (2012). *Effect of genu recurvatum on the anterior cruciate ligament-deficient knee during gait.* Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy; 20(8): 1479 – 1487.
33. Kannus, P., Beynnon, B. (1993). *Peak Torque Occurrence in the Range of Motion During Isokinetic Extension and Flexion of the Knee*. International journal of sports medicine; 14(8): 422 – 426.
34. Knapik J., Ramos M. (1980). *Isokinetic and isometric torque relationship in the human body.* Archives of physical medicine and rehabilitation; 61: 64 – 67.
35. Kirk J.A, Ansell B.M, Bywaters E.G. (1967). *The hyper mobility syndrome. Musculoskeletal complaints associated with generalized joint hypermobility*. Annals of rheumatic diseases; 26: 419 - 425.
36. Kong, P.W., De Heer, W. (2008). *Anthropometric, Gait and Strength Characteristics of Kenyan Distance Runners.* Journal of sports science and medicine; 7: 499 – 504.
37. Magalhaes, J., Oliveira, J., Ascensao, A., Soares, J. (2004). *Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players.* Journal of sports medicine and physical fitness; 44(2): 119 – 125.
38. Malfait, F., Wenstrup R., De Paepe, A. (2007). *Ehlers-Danlos syndrome, classic type: reviews at Gene-Tests-GeneClinics*. http://www.geneclinics.org, Skinuto sa mreže 18.02.2018.
39. Murray, K.J., Woo, P. (2001). *Benign joint hypermobility in childhood.* Rheumatology; 40(5): 489 – 491.

40. Myer, G.D., Ford, K.R., Barber Foss, K.D., Liu, C., Nick, T.G., Hewett, T.E. (2009). *The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes*. Clinical journal of sports medicine; 19(1): 3 – 8.
41. Myer, G.D., Ford, K.R., Paterno, M.V., Nick, T.G., Hewett, T.E. (2008). The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. American journal of sports medicine; 36(6): 1073 – 1080.
42. Nicholas, J.A. (1970). *Injuries to knee ligaments. Relationship to looseness and tightness in football players*. Journal of American medical association; 212(13): 2236 – 2239.
43. Pacey, V., Nicholson L.L., Adams, R.D., Munn, J., Munns C.F. (2010). *Generalized joint hypermobility and risk of lower limb joint injury during sport: a systematic review with meta-analysis*. American journal of sports medicine; 38(7): 1487 - 1497.
44. Pećina, M. (2000). *Koljeno i potkoljenica*. U M. Pećina(ur.), Ortopedija. Zagreb. Medicinska biblioteka; 247 - 288.
45. Proske, U., Morgan, D.L. (2001). *Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications*. The journal of physiology; 537(2): 333 – 345.
46. Reichrad, L.B., Croisier, J.L., Malnati, M., Katz-Leurer, M., Dvir, Z. (2005). *Testing knee extension and flexion strength at different ranges of motion: an isokinetic and electromyographic study*. European journal of applied physiology; 95(4): 371 – 376.
47. Russek, L.N. (1999). *Hypermobility syndrome*. Physical Theraphy; 79: 591 – 599.
48. Rozzi, S., Lephart, S.M., Gear, W.S., Fu, F.H. (1999). *Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players*. American journal of sports medicine; 27 (3): 312 – 319.
49. Sahin, N., Baskent, A., Cakmak , A., Salli, A., Ugurlu, H., Berker, E. (2008). *Evaluation of knee proprioception and efects of proprioception exercise in patients with benign joint hypermobility syndrome.* Rheumatology international; 28: 995 – 1000.
50. Sanjay, P.P., Bagalkoti, S., Kubasadgoudar, R. (2013). *Study of Correlation between Hypermobility and Body Mass Index in Children aged 6-12 Years.* Indian journal of physiotherapy and occupational therapy; 7(1): 247.
51. Shirley, E.D., DeMaio, M., Bodurtha, E. (2012). *Ehlers-Danlos Syndrome in Orthopaedics. Etiology, Diagnosis, and Treatment Implications.* Sports health; 4(5): 394 – 403.

52. Shultz, S., Anh-Dung, N., Levine, B.J. (2009). *The Relationship between Lower Extremity Alignment Characteristics and Anterior Knee Joint Laxity*. Sports health; 1(1): 54 – 60.
53. Silver, J.R, Silver, D.D., Godfrey, J.J. (1986). *Injuries of the spine sustained during gymnastic activities*. British medical journal; 293: 861 - 863.
54. Steele V.A. (1984). *Injury Amongst Female Olympic Style Competitive Gymnasts* (magistarski rad). Salford: Physical Education Section, University of Salford.
55. Steiner, M.E. (1987). *Hypermobility and Knee Injuries*. The physicians and sportsmedicine; 15(6): 159-165.
56. Velota, J., Weyer, J., Ramirez, A., Winstead, J., Bahamonde, W. (2011). *Relationship between leg dominance and type of task.* Portugese journal of sports scinece; 11: 29.
57. Wimpenny, P. (2016). *Knee flexion/extension.* Isokinetics explained. http://www.isokinetics.net/index.php/component/content/article?id=35. Smreže skinuto 06.03.2018.
58. Zweers, M.C., Hakim, A.J., Grahame, R., Schalkwijk, J. (2004). *Joint hypermobility syndromes. The pathophysiologic role of tenascin-X gene defects.* Arthritis and rheumatism; 50(9): 2742 – 2749.
59. http://bjsm.bmj.com/content/early/2010/05/12/bjsm.2008.055798. abstract. S mreže skinuto 29.09.2010.
60. http://charlieweingroff.com/2012/01/measuring-leg-length/. S mreže skinuto 19.02.2018.
61. https://backintelligence.com/anterior-pelvic-tilt-fix/. S mreže skinuto 19.02.2018.
62. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hypermobile_pinky.jpg. S mreže skinuto 19.02.2018.
63. https://depositphotos.com/86010374/stock-illustration-valgus-varus-knee.html. S mreže skinuto 19.02.2018.
64. https://mastcellblog.wordpress.com/tag/double-jointed/. S mreže skinuto 19.02.2018.
65. http://medicalartsrehab.com/images/q_angle.gif. S mreže skinuto 29.09.2010.
66. Prikaz koljena. http://www.aclsolutions.com/anatomy.php. S mreže skinuto 29.09.2010.
67. http://www.biodex.com/physical-medicine/products/dynamometers/system-4-quick-set. S mreže skinuto 04.10.2010.
68. http://www.biodex.com/rehab/manuals/850000man_08262.pdf. S mreže skinuto 04.10.2010.
69. http://www.biomaxrehabilitation.com/biodex.htm. S mreže skinuto 18.02.2018.
70. https://stcloudfootankle.com/flat-feet-pes-planus/. S mreže skinuto 01.03.2018.

71. http://www.compression-socks.com/how_to_measure.php. S mreže skinuto 18.02.2018.
72. http://www.exrx.net/Kinesiology/Levers.html. S mreže skinuto 18.02.2018.
73. http://www.johnhartfitness.com/hypermobility. S mreže skinuto 18.02.2018.
74. https://imgur.com/gallery/cTW6E. S mreže skinuto 19.02.2018.
75. https://www.merriam-webster.com/dictionary/hypermobility. S mreže skinuto 26.02.2018
76. http://www.musicianshealthcollective.com/blog/2016/1/18/the-darker-side-of-hypermobility. S mreže skinuto 19.02.2018.
77. http://www.neurohealthchiro.com.au/knee-pain/. S mreže skinuto 18.02.2018.
78. https://www.physio-pedia.com/Leg_Length_Discrepancy. S mreže skinuto 19.02.2018.
79. http://www.sportandspinalphysio.com.au/quick-guide-hypermobility-joints-loose/. S mreže skinuto 27.02.2018.
80. https://qw88nb88.wordpress.com/33-2/. S mreže skinuto 19.02.2018.

11. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA

Saša Bašćevan rođen je 23.01.1981 u Pakracu. Odrastao je u Končanici gdje je pohađao osnovnu školu, dok je Opću gimnaziju pohađao u Daruvaru. 1999 g. upisuje Kineziološki fakultet gdje je diplomirao 24.05.2005. Na istom fakultetu upisao je poslijediplomski doktorski studij kineziologije 2006 g. 2005 g. zapošljava se u tvrtki Coner u Bjelovaru gdje je zadužen za provođenje kineziterapeutskih programa. 2006 g. godine preuzima vođenje sportskog odjela tvrtke Coner u Zagrebu. 2007 g. zapošljava se kao voditelj izokinetičke dijagnostike za tvrtku PBS. 2010 g. se zapošljava u tvrtki Poliklinika Patela d.o.o. gdje postaje voditelj rehabilitacije. 2013. postaje suvlasnik i jedan od direktora tvrtke Poliklinika Patela d.o.o. 2014 g. postaje suvlasnik tvrtke 3IT d.o.o. koja je vlasnik brenda Videoreha.com kreiranog za internet rehabilitaciju. Od početka studiranja sudjeluje u procesu rehabilitacije i kondicijske pripreme velikog broja vrhunskih sportaša poput: Janice i Ivice Kostelić (višestruki osvajači olimpijskih medalja, svjetskih prvenstava i skijaškog kupa), Matea Kovačića (Real Madrid, hrvatska nogometna reprezentacija), Josipa Pivarića (Dinamo Kyev, hrvatska nogometna reprezentacija), Domagoja Duvnjaka (Kiel, hrvatska rukometna reprezentacija), Maria Hezonje (Orlando, hrvatska košarkaška reprezentacija), Luke Babića (Ulm, hrvatska košarkaška reprezentacija), Manuela Štrleka (Kielce, hrvatska rukometna reprezentacija), Zlatka Horvata (Zagreb, hrvatska rukometna reprezentacija), Marka Kopljara (Fuchse, hrvatska rukometna reprezentacija), Stipe Mandalinića (Fuchse, hrvatska rukometna reprezentacija), Martine Zubčić (taekwondo, brončana olimpijska medalja 2008) i ostalih sportaša i sportašica iz Hrvatske i inozemstva. 2017 g. postaje dio tima tenisača Borne Ćorića zadužen za prevenciju ozljeda. U svojoj sportskoj karijeri bavio se nogometom i košarkom te rekreativno tenisom i plivanjem.

Popis objavljenih radova:

1. Bašćevan, S., Knjaz, D., Bašćevan, A. (2007). *Analiza razlika nekih izokinetičkih pokazatelja kod vrhunskih nogometaša.* Hrvatski športsko medicinski vjesnik; 22(2): 86 – 90.
2. Bašćevan, S. (2007). *Analiza provedbe aktivnih odmora u tri hrvatska lječilišta*. U „Kineziološka rekreacija i kvaliteta života“, zbornik radova. Mirna Andrijašević (ur.). Zagreb: Kineziološki fakultet.
3. Dokman, T., Šopar, J., Bašćevan, S. (2007). *Nordijsko hodanje*. U „Kineziološka rekreacija i kvaliteta života“ zbornik radova. Mirna Andrijašević (ur.). Zagreb: Kineziološki fakultet.
4. Bašćevan, S., Antekolović, Lj. (2008). *Konstrukcija i validacija mjernog instrumenta za procjenu odraznih sposobnosti*. U „Kondicijska priprema sportaša“, zbornik radova. Jukić, Milanović, Gregov (ur.). Zagreb: Kineziološki fakultet: 154 – 159.
5. Bašćevan, S., Janković, S., Bašćevan, A. (2008) *Izokinetička sila mišića - dijagnostički pristup*. U „Kondicijska priprema sportaša“, zbornik radova. Jukić, Milanović, Gregov (ur.). Zagreb: Kineziološki fakultet: 164 – 167.
6. Bašćevan, S., Janković, S., Bašćevan, A. (2008). *Rehabilitacija nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze*. Kondicijski trening; 6(2): 61 – 64.
7. Bašćevan, S., Knjaz, D., Matković B., Rupčić, T. (2009). *Razlike između dječaka i djevojčica iz Zagreba i manjih gradova i mjesta u percepciji nasilja između učenika*. 1. Međunarodni stručni kongres „Antropološki aspekti sporta, fizičkog vaspitanja i rekreacije“. Ur. doc. Goran Bošnjak, phd. Izdavač: Univerzitet Banja Luka, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta.
8. Bašćevan, S., Martinčević, I., Rodić, S. (2009). *Knee rehabilitation process analysis of top soccer player - case study*. 1. Međunarodni stručni kongres „Antropološki aspekti sporta, fizičkog vaspitanja i rekreacije“. Ur. doc. Goran Bošnjak, phd. Izdavač: Univerzitet Banja Luka: Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta.
9. Krističević, T., Mejovšek, M., Bašćevan, S. (2011). *Comparative kinematic analysis ofo preparation phase of take-off in acrobatic elements from „stuff position“*. 6TH international scientific conference on Kinesiology; Opatija, Hrvatska.
10. Jeleč, Ž. Matković, Br. Bašćevan, S. (2011). *Omjer respiracijske izmjene kod djevojčica – longitudinalna studija*. 6th FIEP European congress. Poreč, Hrvatska.

11. Baković, M., Bašćevan, S., Antekolović, Lj. (2011). *Prediction of high jump results for kinesiology students*. 6TH international scientific conference on Kinesiology; Opatija, Hrvatska.

12. PRILOZI

Tablice i histogrami:

Tablica 12: Kolmogorov-Smirnov test za varijable Hdeg, H/Q60 i H/Q180

Varijable:	K-S d	K-S p
Hdeg	0,09	p>0,20
H/Q60	0,07	p>0,20
H/Q180	0,07	p>0,20

Legenda: Hdeg - stupanj hipermobilnosti koljena, H/Q60 – hamstrings/kvadriceps omjer pri 60°/s., H/Q180 - hamstrings/kvadriceps omjer pri 180°/s.

Tablica 13: Korelacija varijabli Hdeg, H/Q60 i H/Q180

Varijable	Hdeg	H/Q60	H/Q180
Hdeg	1,00	-0,22	-0,06
H/Q60	-0,22	1,00	0,76
H/Q180	-0,06	0,76	1,00

Legenda: Hdeg-stupanj hipermobilnosti koljena, H/Q60-omjer jakosti H:Q pri 60°/sec., H/Q180- omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa pri 180°/s.

Tablica 14: Kolmogorov-Smirnov test za varijable DN, DP i DP/DN

Varijable:	K-S d	K-S p
DN	0,104	p>0,20
DP	0,124	p<0,10
DP/DN	0,099	p>0,20

Legenda: DN-dužina noge, DP-dužina potkoljenice, DP/DN-omjer dužine potkoljenice i dužine noge

Tablica 15: Korelacija antropometrijskih varijabli DN, DP i DP/DN s varijablom hipermobilnosti koljena Hdeg

Variable	DN	DP	DP/DN	Hdeg
DN	1,000	0,778	0,323	-0,208
DP	0,778	1,000	0,845	-0,196
DP/DN	0,323	0,845	1,000	-0,125
Hdeg	-0,208	-0,196	-0,125	1,000

Legenda: DN-dužina noge, DP-dužina potkoljenice, DP/DN-omjer dužine potkoljenice i dužine noge, Hdeg-stupanj hipermobilnosti koljena

Tablica 16. Postotak hipermobilnosti koljena kod sportaša s istom ili različitom dužinom nogu

DomN	N	%	DomN/Hdeg%	non-DomN/Hdeg%
D	41	81%	40%	60%
L	10	29%	77%	23%

Legenda: DomN – dominantna noga, DomN/Hdeg% - postotak dominantne hipermobilne noge, non-Dom/Hdeg% - postotak nedominantne hipermobilne noge

Tablica 17. Rezultati multivarijatne analize varijance između sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena u antropometrijskim, izokinetičkim varijablama i indeksu tjelesne mase

	Wilks Lambda	F	p
K (Hdeg)	0,83	4	0,001

Legenda: KHdeg-stupanj hipermobilnosti koljena (kriterijska varijabla)

Tablica 18. Kolmogorov-Smirnov test za varijable DDN, DLN, DDP,D LP,DDP/DDN, DLP/DLN, BMI, HdegD, HdegL, H/Q60D, H/Q60L,H/Q180D, H/Q180L

Varijable:	**K-S d**	**K-S p**
DDN	0,11	p>0,2
DLN	0,10	p>0,2
DDP	0,13	p>0,2
DLP	0,13	p>0,2
DDP/DDN	0,11	p>0,2
DLP/DLN	0,10	p>0,2
BMI	0,17	p>0,2
HdegD	0,13	p>0,2
HdegL	0,10	p>0,2
H/Q60D	0,07	p>0,2
H/Q60L	0,10	p>0,2
H/Q180D	0,10	p>0,2
H/Q180L	0,11	p>0,2

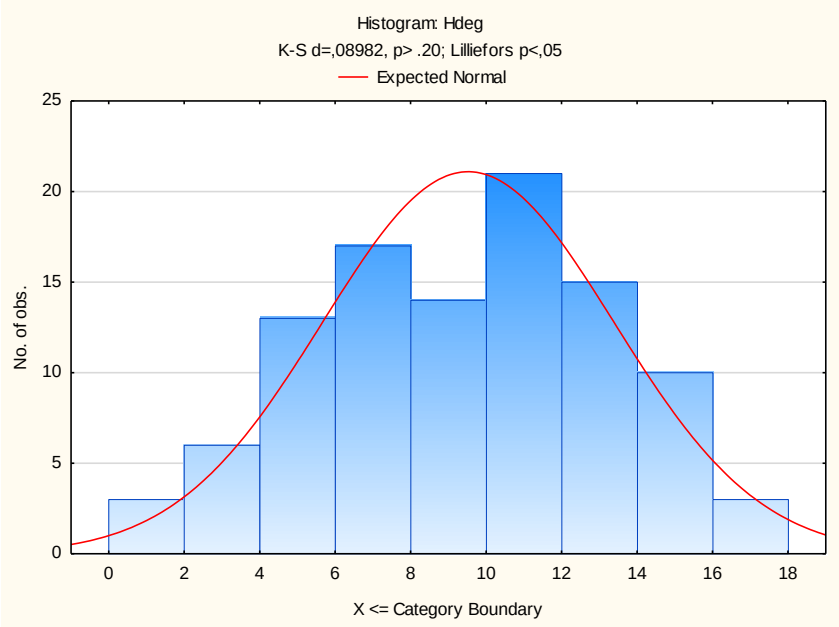
Legenda: DDN-dužina desne noge, DLN-dužina lijeve noge, DDP-dužina desne potkoljenice, DLP-dužina lijeve potkoljenice, DDP/DDN-omjer dužine desne potkoljenice i desne noge, DLP/DLN- omjer dužine lijeve potkoljenice i lijeve noge, BMI-indeks tjelesne mase, HdegD-stupanj hipermobilnosti desne noge, HdegL-stupanj hipermobilnosti lijeve noge, H/Q60D-hamstrings/kvadriceps omjer desne noge pri 60°/s., H/Q60L-hamstrings/kvadriceps omjer lijeve noge pri 60°/s., H/Q180D- hamstrings/kvadriceps omjer desne noge pri 180°/s., H/Q180L- hamstrings/kvadriceps omjer lijeve noge pri 180°/s.

Tablica 19. Rezultati multivarijatne analize varijance između sportaša iz kontaktnih i nekontaktnih sportova

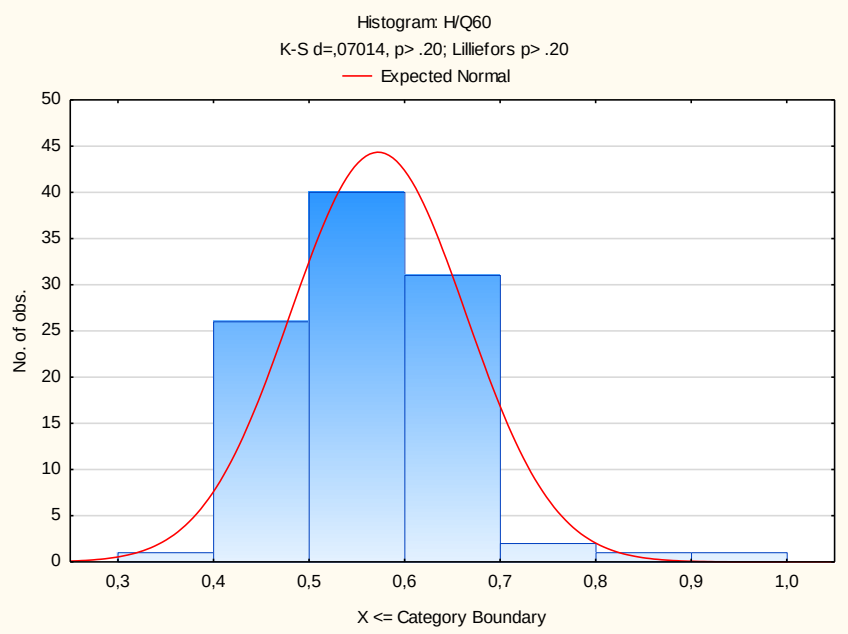
Varijabla	**Wilks Lambda**	**F**	**p**
C/NC	0,742891	1,0	0,460181

Legenda: C/NC-kontakt/nekontaktni (kriterijska varijabla)

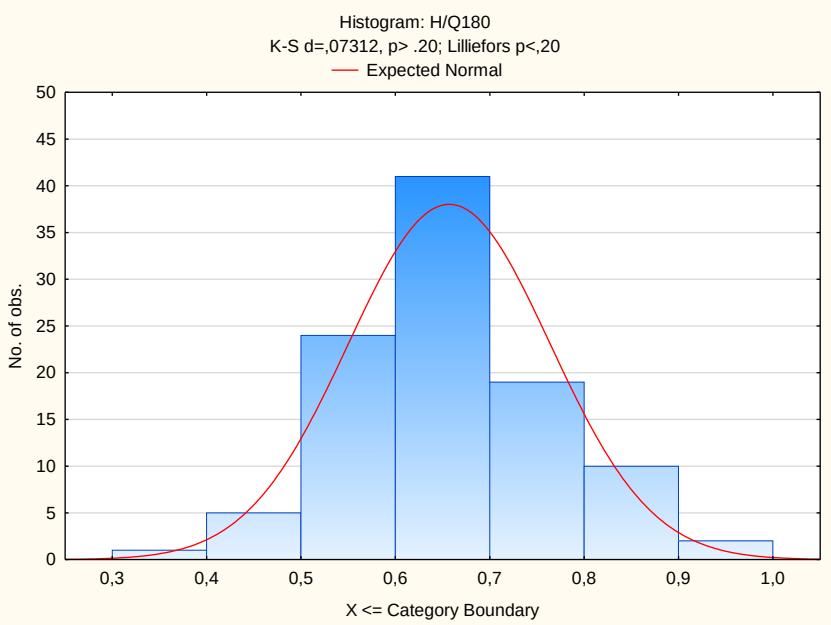
Histogram 1: Distribucija varijable Hdeg



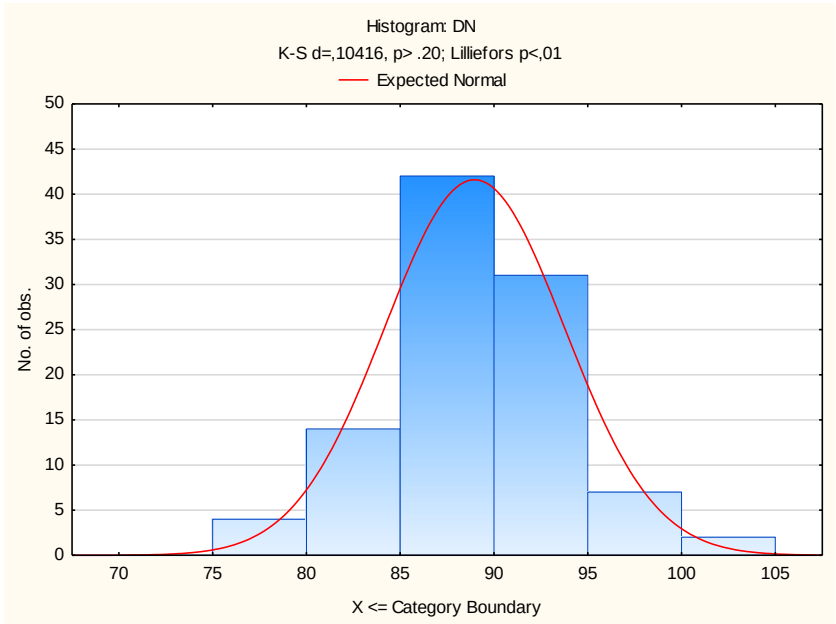
Histogram 2: Distribucija varijable H/Q60



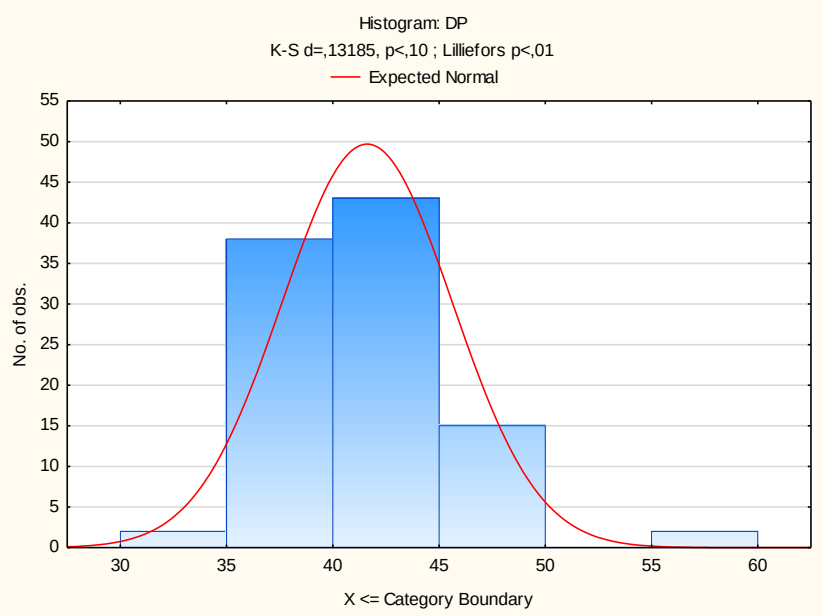
Histogram 3: Distribucija varijable H/Q180



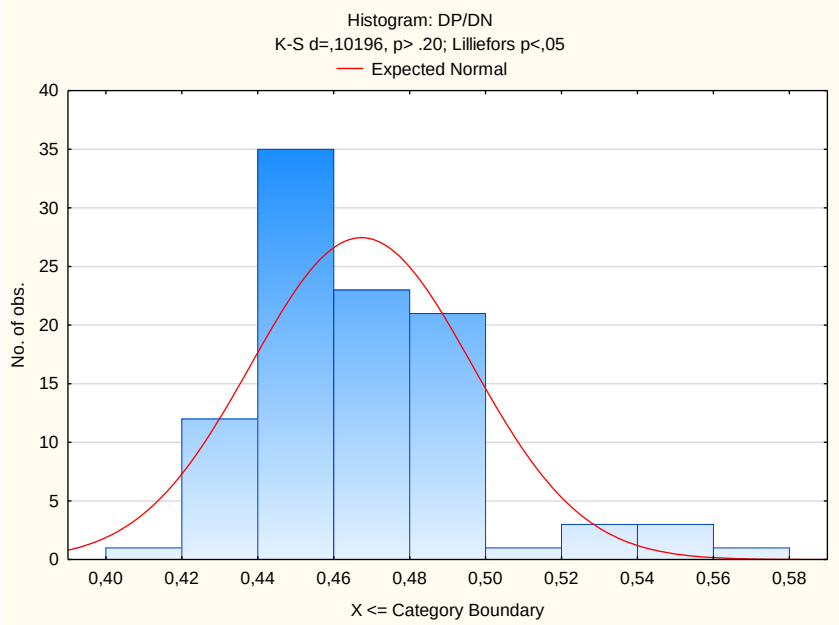
Histogram 4: Distribucija varijable DP



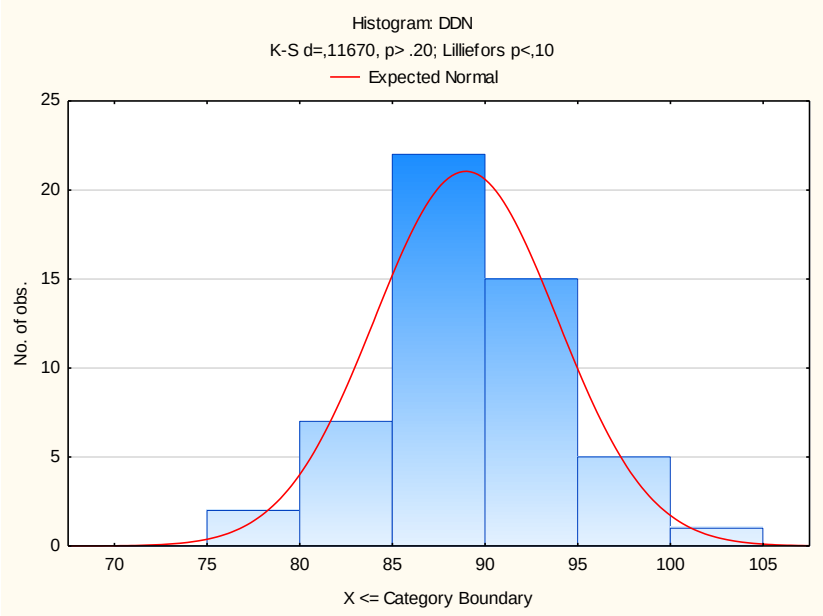
Histogram 5: Distribucija varijable DP



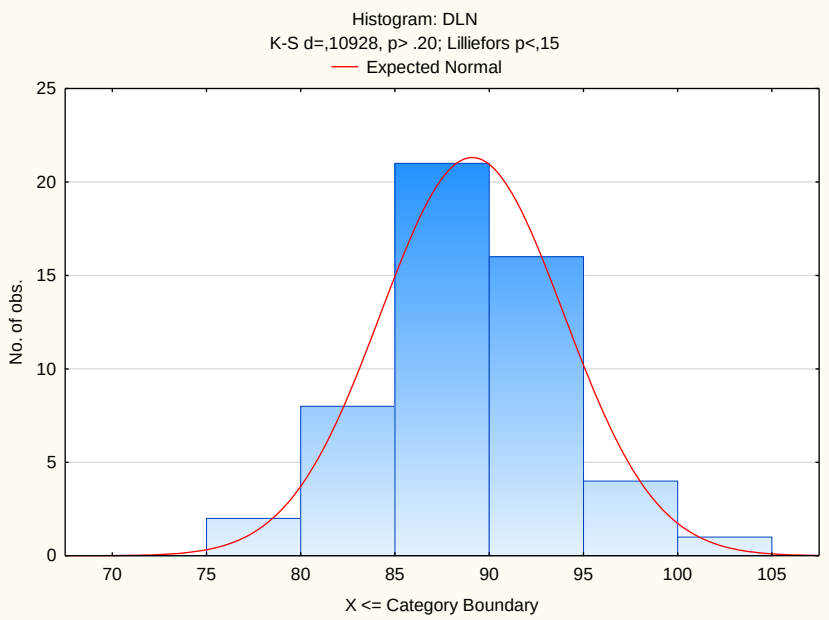
Histogram 6: Distribucija varijable DP/DN



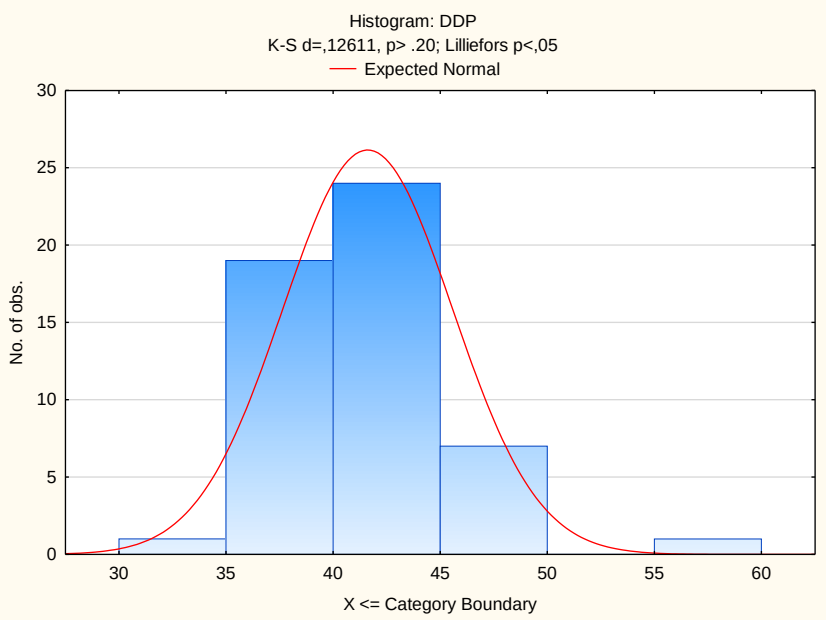
Histogram 7: Distribucija varijable DDN



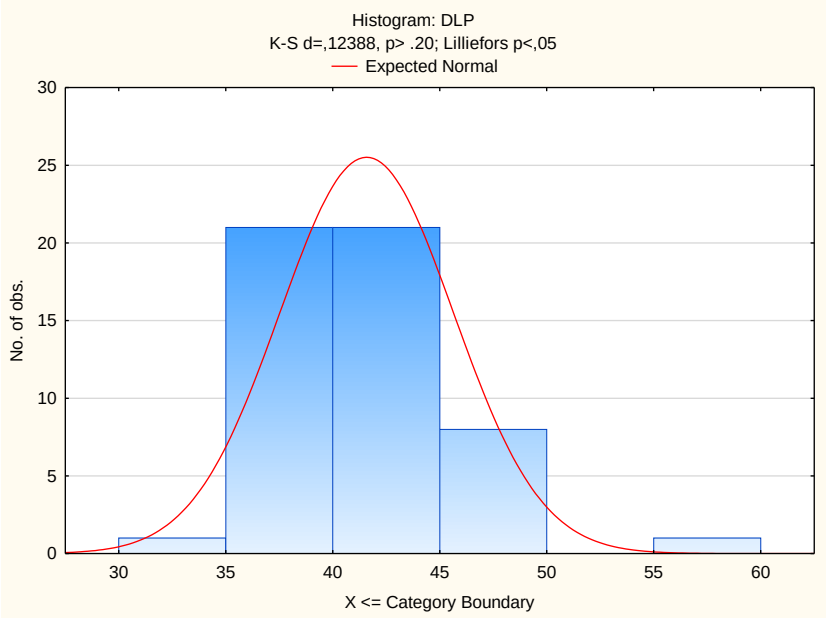
Histogram 8: Distribucija varijable DLN



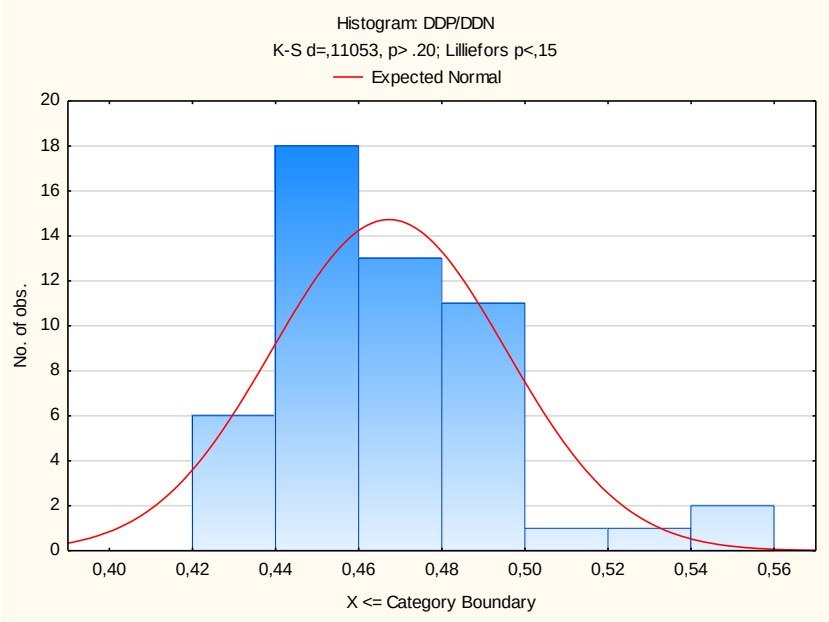
Histogram 9: Distribucija varijable DDP



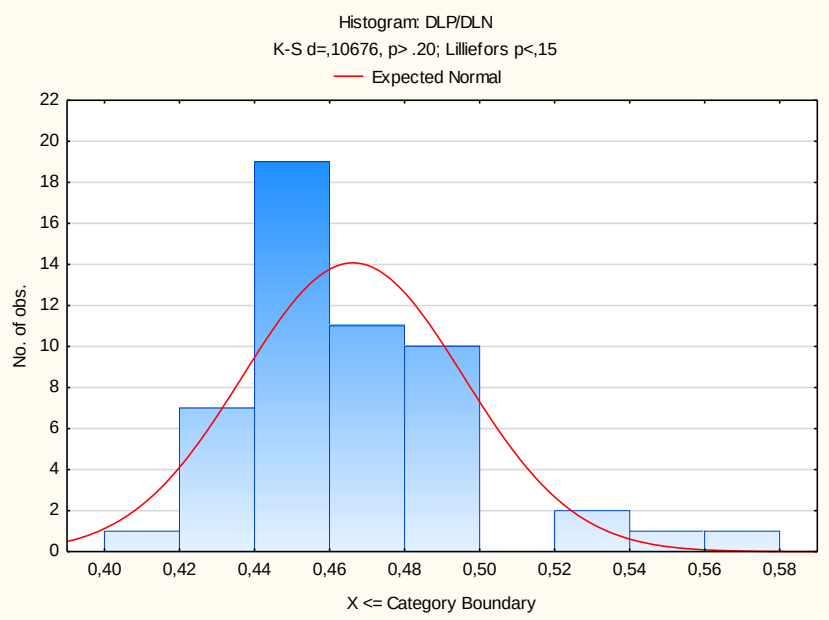
Histogram 10: Distribucija varijable DLP



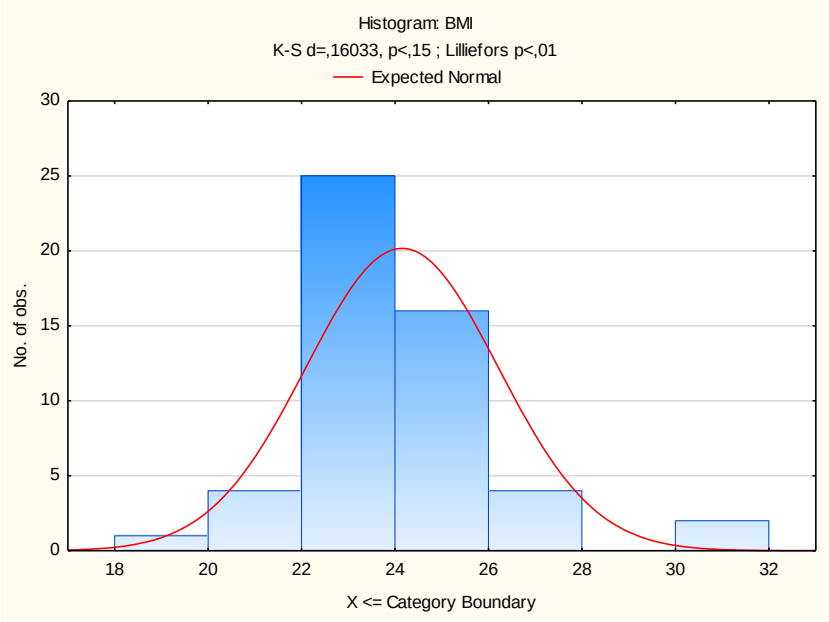
Histogram 11: Distribucija varijable DDP/DDN



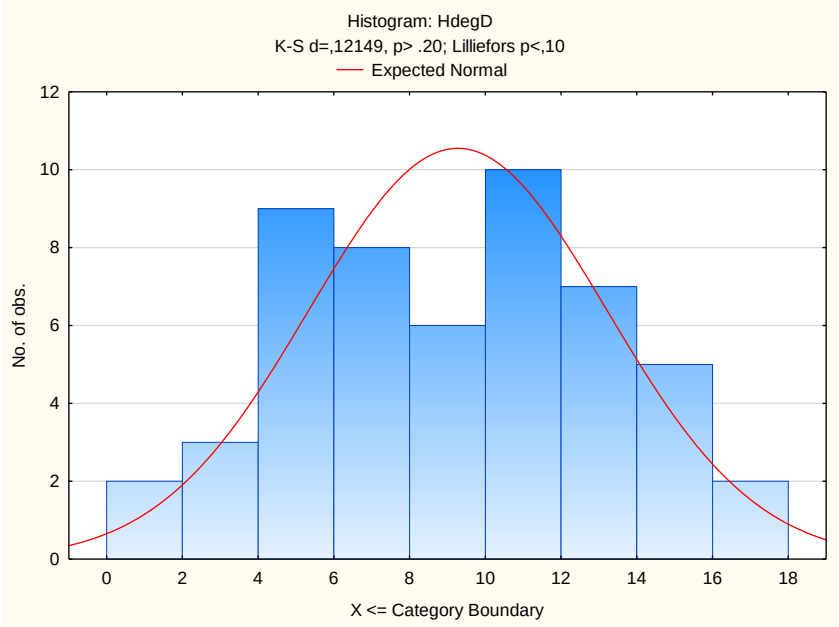
Histogram 12: Distribucija varijable DLP/DLN



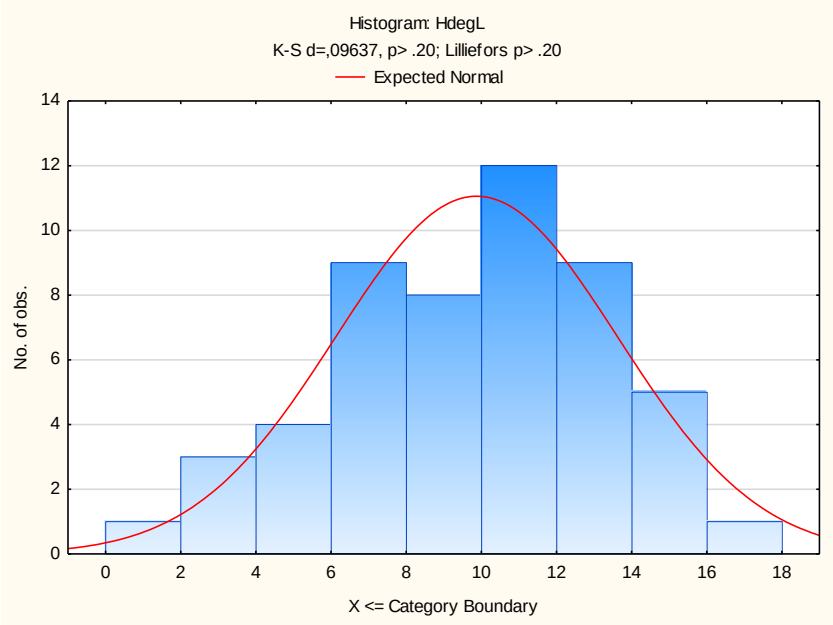
Histogram 13: Distribucija varijable BMI



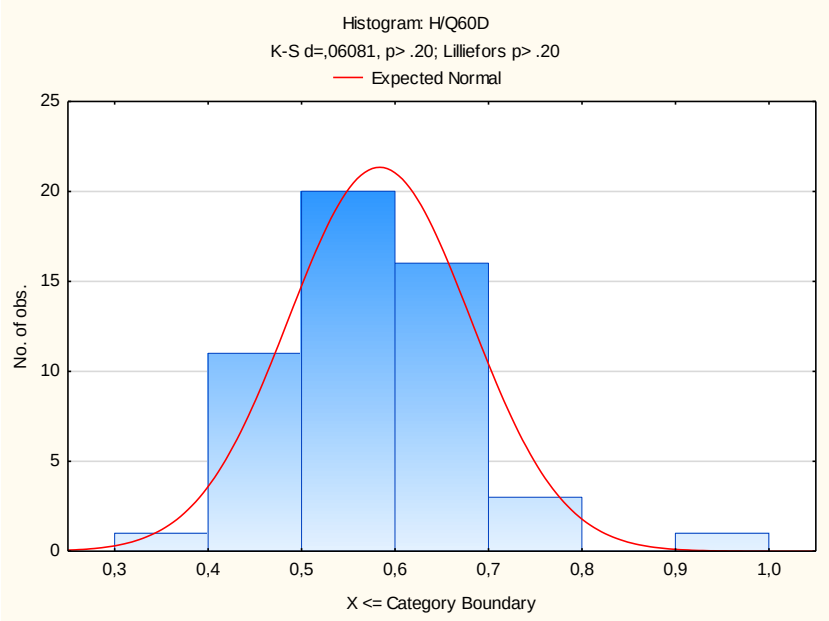
Histogram 14: Distribucija varijable HdegD



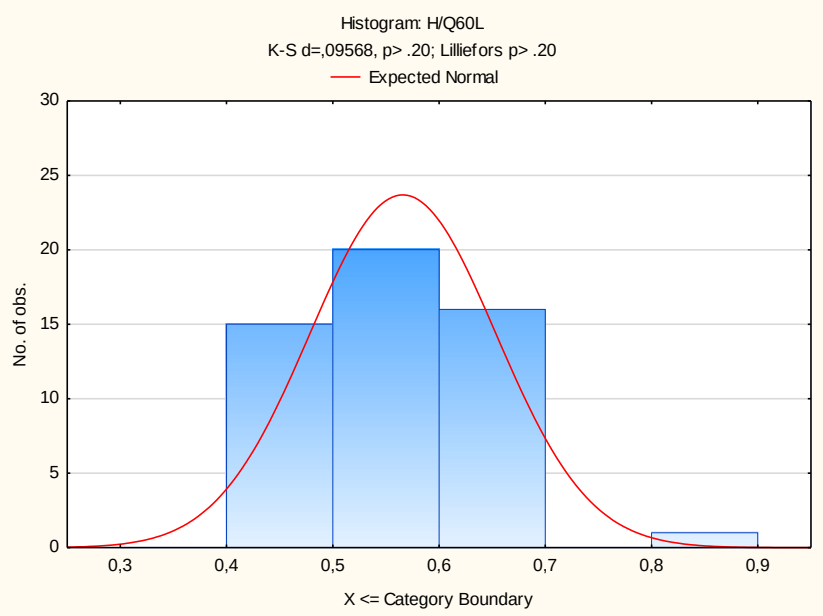
Histogram 15: Distribucija varijable HdegL



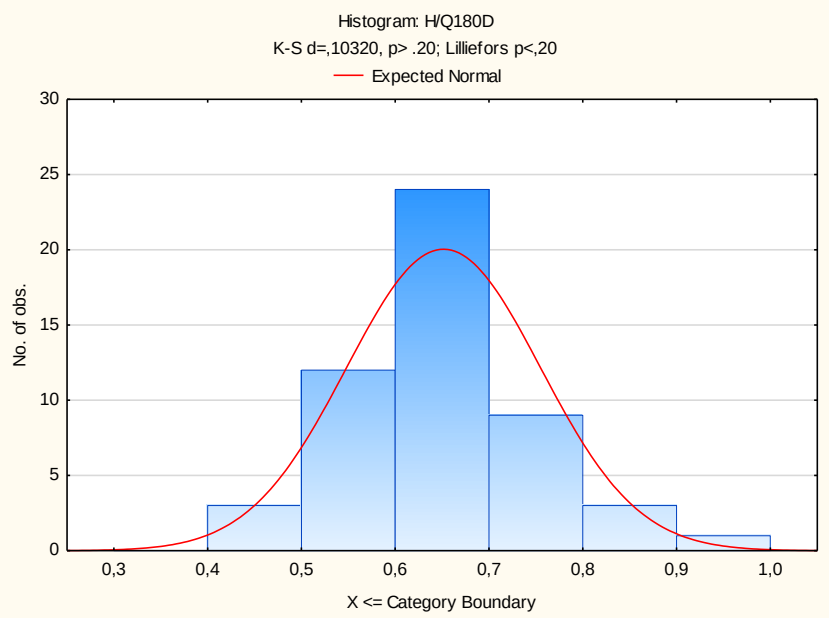
Histogram 16: Distribucija varijable H/Q60D



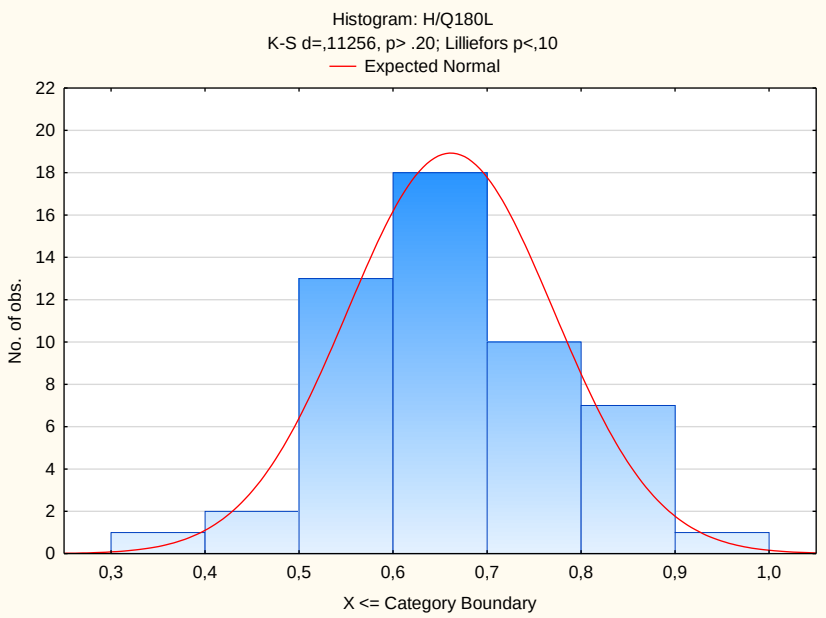
Histogram 17: Distribucija varijable H/Q60L



Histogram 18: Distribucija varijable H/Q180D



Histogram 19: Distribucija varijable H/Q180L



Dodatak:

IZJAVA O SUGLASNOSTI SUDJELOVANJA U EKSPERIMENTU

Naziv istraživanja:

UTJECAJ HIPERMOBILNOG KOLJENOG ZGLOBA NA REZULTATE IZOKINETIČKOG TESTIRANJA MIŠIĆA NATKOLJENICE

UVOD

Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu podupire praksu zaštite prava ispitanika koji sudjeluju u znanstvenim istraživanjima. Informacije koje se nalaze u daljnjem tekstu prikazane su s ciljem da Vam pomognu da odlučite želite li sudjelovati u ovom istraživanju. Možete odbiti potpisati ovu suglasnost i ne sudjelovati u ovom istraživanju. Isto tako, imajte na umu činjenicu da, čak i ako pristanete sudjelovati u istraživanju, u svakom trenutku možete slobodno odustati od daljnjeg sudjelovanja. Konačno, vaše povlačenje iz istraživanja neće utjecati na 1) Vaš odnos s ovom institucijom, 2) Vaša prava i obveze na ovoj instituciji.

CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je utvrditi povezanost stupnja mobilnosti koljena sa standardnim i funkcionalnim odnosima jakosti hamstringsa i kvadricepsa (H:Q) i s antropometrijskim karakteristikama donjih ekstremiteta. Sekundarni cilj je bio utvrditi postoje li razlike između

sportaša sa i bez hipermobilnosti koljena u standardnim i funkcionalnim odnosima jakosti H:Q, antropometrijskim karakteristikama donjih ekstremiteta i dominantnoj ili nedominantnoj nozi. Tercijarni cilj je bio utvrditi postoje li razlike u izokinetičkim i antropometrijskim pokazateljima, indeksu tjelesne mase i stupnju hiperekstenzije koljena između sportaša kontaktnih i nekontaktnih sportova.

OPIS EKSPERIMENTA

Ovo istraživanje se sastoji od jednog testiranja u kojem sudjeluju svi ispitanici podijeljeni u dvije skupine. Testiranje se sastoji od:

1) antropometrijskog mjerenja,

2) izokinetičkog mjerenja

Postupak mjerenja tijekom testiranja biti će raspoređen u jednom danu (eventualna naknadna mjerenja su moguća ukoliko se u definiranim terminima ne stignu odraditi svi testovi) na način da se prvo provode antropometrijski testovi, a zatim izokinetički testovi.. Mjerenja će unutar jednog dana trajati od 30 minuta do najviše 60 min.

RIZICI

Mjerenja koja se provode tijekom testiranja ne izazivaju bol ili nelagodu kod ispitanika, niti su štetni po njegovo zdravlje. Svakom mjerenju prethodit će standardizirano zagrijavanje ispitanika, a kako bi se mogući rizici od ozljeda sveli na minimum. Ipak, treba reći da, kao i kod svake tjelesne aktivnosti visokog intenziteta, postoji mogućnost nastanka ozljede. To se prije svega odnosi na moguću ozljedu mišića nogu.

KORISNOST

Korisnost sudjelovanja u ovom istraživanju jest sljedeća:

1) Informacije o ispitanikovim antropometrijskim vrijednostima i stupnju mobilnosti koljena koja može ukazivati na veći rizik od pojave ozljeda

2) Informacije o rezultatima jakosti mišića natkoljenice mjerenih izokinetičkim uređajem koje daju uvid u veliki broj podataka kao: jakost, brzinu aktivacije mišića, razlike u jakosti između mišićnih skupina i nogu i ostalo.

PLAĆANJE ISPITANIKA

Ispitanici za potrebe ovog ispitivanje neće biti plaćeni

POVJERLJIVOST PODATAKA O ISPITANIKU

Vaše ime i ostali vaši osobni podaci bit će poznati samo glavnom istraživaču i njegovom timu suradnika i neće biti nigdje objavljivani i prikazivani bez Vaše pismene suglasnosti. Tijekom obrade i analize rezultata testiranja, Vaše će ime biti šifrirano tako da neće biti moguće povezati vaše rezultate testiranja s Vašim identitetom. Svi podaci prikupljeni ovim istraživanjem bit će čuvani 3 godine nakon što rezultati istraživanja budu objavljeni u doktorskoj disertaciji, odnosno u znanstvenom časopisu. Vašim potpisom dajete svoje dopuštenje da se rezultati prikupljeni ovim istraživanjem koriste u svrhu pisanja i obrane doktorske disertacije kao i objavljivanja znanstvenih radova, te u svrhu prezentiranja ovih rezultata na znanstvenim skupovima. Pritom Vaš identitet neće biti otkriven.

ODBIJANJE POTPISIVANJA IZJAVE O SUDJELOVANJU

Niste obvezni potpisati ovu izjavu o sudjelovanju u istraživanju. Odbijanje potpisivanja ove izjave neće ni u kojem obliku utjecati na vaša prava, dužnosti i obveze na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu. Međutim, ukoliko odbijete potpisati ovu izjavu, nećete moći sudjelovati u ovom istraživanju.

OTKAZIVANJE IZJAVE O SUDJELOVANJU U ISTRAŽIVANJU I SAMOG SUDJELOVANJA

Možete u svakom trenutku povući Vašu izjavu o sudjelovanju u istraživanju. Ukoliko to učinite, istraživači će prestati prikupljati podatke o Vama i Vi više nećete moći sudjelovati u eksperimentu.

PITANJA VEZANJA ZA SUDJELOVANJE U ISTRAŽIVANJU

Pitanja vezana uz provođenje istraživanja mogu se postaviti Saši Bašćevanu, prof., glavnom istraživaču ili prof. dr. sc. Saši Jankoviću dr.med., voditelju projekta u okviru kojeg se provodi ovaj eksperiment.

POTVRDA ISPITANIKA

Pročitao sam u cijelosti ovaj dokument o suglasnosti sudjelovanja u istraživanju. Imao sam priliku postaviti pitanje vezano uz istraživanje i, ako sam ga postavio, dobio sam odgovor na pitanje. Jasno mi je da, ako budem imao dodatnih pitanja vezanih uz ljudska prava, mogu ih postaviti:

1) glavnom istraživaču (mob. 098/842-402; e-mail: sasa.bascevan@gmail.com) ili
2) pismenim putem Etičkom povjerenstvu Kineziološkog fakulteta u Zagrebu, Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb.

Pristajem sudjelovati u ovom istraživanju u svojstvu ispitanika. Svojim potpisom potvrđujem da sam punoljetan (imam više od 18 godina) te da sam primio jedan primjerak ovog dokumenta.

_____ _____

IME I PREZIME ISPITANIKA DATUM I MJESTO

_____

POTPIS ISPITANIKA

Kontakt istraživača:

Saša Bašćevan, prof.

Poliklinika Patela d.o.o.

Metalčeva 5

10000 Zagreb

mob. 098/842-402

E-mail: sasa.bascevan@gmail.com