

Mitja Bračič, Vedran Hadžič, Frane Erčulj

## Koncentrična in ekscentrična jakost upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkaricah

### Izvleček

Mišična jakost je pomemben dejavnik športne uspešnosti. Mišična jakost upogibalk (fleksorjev) in iztegovalk (ekstenzorjev) kolena pomembno vpliva na dinamično stabilizacijo kolena pri večini športnih aktivnosti. Za ocenjevanje in spremljanje mišične jakosti se v svetu najpogosteje uporabljajo izokinetične meritve. Namen naše študije je bil določiti profil koncentrične in ekscentrične jakosti upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkaricah.

Po koncu tekmovalne sezone 2007/2008 smo na izokinetičnem dinamometru TechnoGym REV 9000 izmerili 13 košarkaric mladinske in 14 košarkaric kadetske reprezentance Slovenije na izokinetični hitrosti 60°/sek v ekscentričnem in koncentričnem načinu kontrakcije za štiriglavo stegensko mišico (kvadriceps) in zadnjo ložo stegna (hamstrings). Rezultate smo normalizirali glede na telesno maso ter izračunali ustrezna medmišična in znotrajmišična razmerja. Glavne ugotovitve študije so, da dosega košarkarice mladinske reprezentance vrednosti relativnega navora levega kvadricepsa okrog 2,09 Nm/kg telesne mase, desni kvadriceps ima vrednost navora 2,00 Nm/kg, kadetinja pa statistično večji navor, ki znaša na levem kvadricepsu 2,39 Nm/kg telesne mase, na desnem pa 2,28 Nm/kg.

Bilateralne razlike sicer obstajajo, vendar so majhne in so za vse oblike kontrakcije pod 10 %. Klasično medmišično razmerje HQR je okoli 59 % na levi in 68 % na desni nogi za mladinke ter nižje (okoli 57 % na obeh nogah) za kadetinja. Primerjava z drugimi študijami pokaže manjše vrednosti ekscentričnega navora kvadricepsa in zadnje lože stegna, obenem pa so koncentrične vrednosti dokaj primerljive. Menimo, da je treba v trenajni proces vnesti tiste vadbene komponente, ki bi ekscentrično okrepile štiriglavo stegensko mišico in zadnjo ložo stegna.

*Ključne besede: izokinetika, štiriglava stegenska mišica, zadnja loža stegna, košarka.*

## Concentric and eccentric strength of the knee flexors and extensors of young female basketball players

### Abstract

Muscle strength is an important performance factor in sport. Muscle strength of the knee flexors and extensors considerably influences the dynamic stabilisation of the knee in most sport activities. The most commonly used method for assessing and monitoring muscle strength in the world is isokinetic measurement. Our study aimed to define the profile of concentric and eccentric strength of the knee flexors and extensors in young basketball players.

After the end of the 2007/2008 competition season, the isokinetic dynamometer TechnoGym REV 9000 was used to measure 13 junior and 14 cadet members of the Slovenian women's national basketball team at an isokinetic speed of 60°/sec in eccentric and concentric contractions for quadriceps and the hamstring. The results were normalised with regard to body mass and the relevant inter-muscular and intra-muscular ratios were calculated. The main findings of the study reveal that the relative torque of the left and right quadriceps of the junior members of the Slovenian women's national team was about 2.09 and 2.00 Nm/kg of body mass, respectively, whereas the torque of the cadet members was statistically significantly higher, namely 2.39 and 2.28 Nm/kg of body mass for the left and right quadriceps, respectively. Bilateral differences exist, yet they are small and below 10% for all types of contraction. The classical inter-muscular ratio HQR (hamstring/quadriceps ratio) of the junior members was about 59% for the left leg and 68% for the right leg, whereas that of the cadet members was lower (about 57% for both legs). A comparison with other studies shows lower values of the eccentric torque of the quadriceps and the hamstring, whereas the concentric values are relatively comparable.

In our opinion, the training process should include those exercise components which eccentrically strengthen the quadriceps and the hamstring.

*Key words: is kinetics, quadriceps, hamstrings, basketball*

## Uvod

Poškodbe spodnjih udov, še posebno skočnega in kolenskega sklepa, so v košarki zelo pogoste. Pri kolenskem sklepu je največ poškodb sprednje križne vezi (ACL) in notranjega stranske vezi (NSL) (Thacker in sod., 2003). Kar 51 odstotkov vseh poškodb pri košarki je na spodnjem udu (Kingma in Jan ten Duis, 1998), od tega je 56 do 69 % poškodb kolenskega sklepa (Powell in Barber - Foss, 2000). Mehanizmi poškodb v košarki so različni obrati in hitre spremembe smeri gibanja (57,2 %), nenadna ustavljanja (12,2 %), doskok na eno nogo (12,2 %) in stik z drugimi igralci pri skoku za žogo (4,1 %) (Arendt, Agel in Dick, 1999).

Zunanji dejavniki tveganja za pojav poškodb spodnjih udov so: specifična gibanja (spremembe smeri, skoki), podlaga (moker parket), nepravilna obutev ter pomanjkljiv nadzor treninga in tekem v smislu nadzora obremenitev in intenzivnosti. Posledica pomanjkljivega nadzora treninga je lahko prevelika utrujenost, ki je velik dejavnik tveganja za pojav poškodb spodnjih udov pri košarkaricah. Notranji dejavniki tveganja za pojav poškodb so: starost, spol, višina, teža, odstotek maščobne mase, anatomski dejavniki (Q-kot medenice, hiperpronacija stopal, kratke vezi), slab živčno-mišični nadzor, slaba sklepna stabilizacija, raven estrogena, slaba kondicijska priprava (slaba aerobna in anaerobna vzdržljivost, utrujenost, nizka stopnja maksimalne jakosti mišic nog, slaba mišična razmerja, slaba gibljivost in slaba koordinacija) (Thacker in sod., 2003).

Poročanje o poškodbah ACL je pogostejše za športnice kot za športnike, in to na vseh ravneh (šolski šport, rekreacija, vrhunski šport) (Arendt in Dick, 1995; Gray in sod., 1985). Praksa kaže, da košarkarice izvajajo gibanja v bolj pokončni drži, kolena in kolki so blizu ekstenzije, kadar izvajajo doskok ali spremembe smeri gibanja. Takšen način gibanja povzroči, da je štiriglava stegenska mišica bolj aktivirana kot mišica zadnje lože stegna, zato je zaradi slabe koaktivacije v kolenskem sklepu možnost poškodbe ACL večja. Zadnja loža stegna (hamstrings) ima pomembno vlogo pri stabilizaciji kolenskega sklepa in ACL (Feagin in Curl, 1976). Poškodba ACL se največkrat zgodi ob nenadnem zaustavljanju v prvem koraku, pri doskoku na iztegnjeno nogo v kolenskem sklepu, pri nenadni spremembi smeri gibanja v veliki hitrosti in obratih (Thacker in sod., 2003).

V študiji Aagard in sod. (1997) so ugotovili, da je slabo razmerje med mišicami agonisti in antagonisti velikokrat vzrok za poškodbe spodnjih udov v športu. Ena najpogostejših metod za diagnostiko mišične jakosti kvadricepsa in zadnje lože je dinamična metoda izokinetike (Calmes in Minaire, 1995). Razmerja med mišicami ter med levim in desnim spodnjim udom izračunavamo iz izmerjenega maksimalnega navora (angl. »peak torque« (PT)), ki ga merimo v koncentričnem in ekscentričnem režimu mišične kontrakcije. Najpogosteje izračunavamo t. i. konvencionalno medmišično razmerje, ki je razmerje med maksimalnim koncentričnim navorom zadnje lože stegna (Hconc) in maksimalnim koncentričnim navorom kvadricepsa (Qconc) (t. i. HQR-razmerje = Hconc/Qconc). Izračun razmerja HQR uporabljamo za določanje funkcionalne sposobnosti mišic kolenskega sklepa (Aagard in sod., 1995).

Poleg medmišičnih razmerij lahko iz izokinetičnih meritev izračunamo tudi t. i. znotrajmišična razmerja. Gre za razmerje maksimalnih ekscentričnih in koncentričnih navorov iste mišične skupine (kvadricepsa ali zadnje lože stegna). V primeru, da merjenka maksimalno izvede izokinetični test za mišico kvadriceps pri isti hitrosti v koncentričnem (Qconc) in ekscentričnem (Qecc) režimu dela, mora biti razmerje ECC/CON večje od 1,00. To pomeni, da mora biti vrednost maksimalnega ekscentričnega navora te mišice večja od maksimalnega koncentričnega navora te iste mišice (Dvir, 2004), kar je povsem v skladu s teoretičnim odnosom sila-hitrost, ki ga opisuje t. i. Hillov graf. Če povečamo hitrost merjenja PT, se poveča tudi razmerje ECC/CON (Rizzardo in sod., 1988), kar je seveda pričakovano, saj z naraščajočo hitrostjo raste ekscentrična sila, pada pa koncentrična in posledično razmerje naraste.

Osnovni namen naše raziskave je bil ugotoviti vrednosti koncentrične in ekscentrične jakosti upogibalk in iztegovalk kolena košarkaric mladinske in kadetske reprezentance Slovenije ter izračunati omenjena razmerja jakosti mišic. Poleg tega smo v študiji želeli preveriti tudi morebitne razlike v vrednostih PT in mišičnih razmerij med kadetinjami in mladinkami. Menimo, da je tovrstnih meritev v našem prostoru premalo, saj smo v košarki z njimi šele začeli. Naša študija bo prispevala k začetku ustvarjanja baze podatkov o vrednostih mišične jakosti pri košarkaricah mlajših

starostnih kategorij. Dobljene vrednosti lahko v veliki meri pomagajo trenerjem pri načrtovanju kondicijskega treninga, oblikovanju preventivnih programov in pozni rehabilitaciji.

## Metode

### Vzorec merjenk

Po koncu tekmovalne sezone 2007/2008 smo izmerili 13 košarkaric mladinske in 14

sezone. Merjenk, ki so imele kakršno koli poškodbo kolena v pretekli sezoni, nismo testirali.

Meritve smo opravili v laboratoriju za izokinetično testiranje na Fakulteti za šport v Ljubljani. Vsa testiranja je izvedel isti izkušeni merilec. Laboratorij je bil klimatiziran, sobna temperatura pa okoli 24 °C. Testiranja smo opravili med 10. in 16. uro (en dan kadetska reprezentanca, naslednji dan pa mladinska). Dan pred testiranjem merjenke

### Preglednica 1: Antropometrične in trenažne značilnosti merjenk (srednja vrednost ± SD)

	N	Starost (let)	Telesna masa (kg)	Telesna višina (cm)	Trenažni staž (let)	BMI
<b>Mladinke</b>	<b>13</b>	16,6 ± 0,65	66,5 ± 8,03	173,6 ± 7,83	7,69 ± 1,79	22,17 ± 2,07
<b>Kadetinje</b>	<b>14</b>	14,8 ± 0,69*	59,9 ± 7,64*	172,7 ± 5,67	4,92 ± 2,12*	20,21 ± 2,51*

\*Razlika med mladinkami in kadetinjami je statistično značilna ( $p < 0.05$ ).

košarkaric kadetske reprezentance Slovenije.

### Izvedba meritev

Merjenje jakosti upogibalk in iztegovalk kolena v koncentričnem in ekscentričnem režimu dela smo opravili z izokinetičnim dinamometrom TechnoGym REV 9000 (TechnoGym, SpA, Via G. Perticari 20, 47035 Gambetto, Forlì, Italija). Kriterij izbora merjenk je bil, da so na širšem seznamu mladinske ali kadetske reprezentance Slovenije. Pred izvedbo meritev so morale izpolniti vprašalnik o poškodbah iz prejšnje

niso imele treninga. Telesno višino in težo smo izmerili s stadiometrom in tehtnico (Seca Instruments Ltd, Hamburg, Nemčija).

### Testni protokol

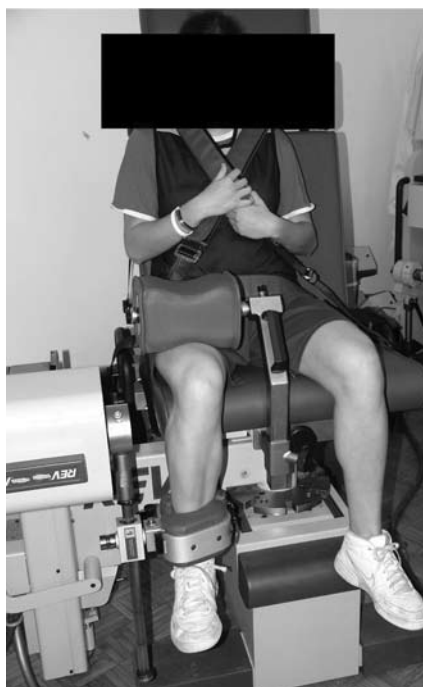
*Standardno ogrevanje pred testiranjem.* Vse merjenke so se ogrele s 6-minutnim kolezarjenjem z obremenitvijo med 50 in 100 kW. Ogrevanju je sledil kratek razteg (10 sekund) štiriglave stegenske mišice in mišic zadnje lože stegna.

*Testni položaj in fiksacija.* Igralke smo testirali v sedečem položaju. Drsenje naprej na sedežu je bilo onemogočeno z uporabo pasu, ki je pritrdil medenico v smeri navzdol in nazaj. Gibanje trupa smo onemogočili z uporabo dveh pasov, pritrjenih čez prsi merjenk. Gibanje stegna gor in dol smo preprečili z uporabo posebnega nastavka, pritrjenega čez sprednjo stran stegna (slika 1). Merjenke se med testiranjem niso smele držati za ročaje stola, temveč so imele roke prekrižane na prsih.

Os rotacije kolenskega sklepa je bila dogovorno določena v višini lateralnega femoralnega kondila in uravnana z osjo dinamometra. Pri tem smo uporabili laserski žarek, pritrjen na njegovo glavo.

Obseg gibanja smo nastavili od 90 do 30° kolenske fleksije, tako da je bil skupni obseg gibanja pri testiranju (ROM) 60°.

*Testna hitrost in tip kontrakcije.* Test smo opravili pri izokinetični hitrosti 60°/sek za koncentrično (KON) in ekscentrično (ECC) kontrakcijo štiriglave stegenske mišice (quadriceps) in zadnje lože stegna (hamstrings).



**Slika 1: Testni položaj in pritrditvev merjenke**

Korekcija gravitacije (kalibracija). Navor, ki nastane zaradi gravitacije, smo umerili pri vsaki merjenki posebej. Dinamometer smo nastavili tako, da meritve ni bilo mogoče izvesti brez poprejšnje korekcije.

Vsem merjenkam smo pred začetkom testiranja podrobno razložili testni protokol in ga tudi demonstrirali.

Ogrevanje na dinamometru. Pred vsakim testiranjem je merjenka izvedla 2 submaksimalni in 1 maksimalno ponovitev pri dani hitrosti in kontrakciji. Merjenka, ki bi pri tem občutila bolečino ali nelagodnost, naj ne bi bila testirana.

Testiranje. Vsaka merjenka je izvedla 5 maksimalnih kontrakcij v temle vrstnem redu: 5 koncentričnih kontrakcij za upogibalke in iztegovalke kolena, sledil je 60-sekundni odmor, 5 ekscentričnih kontrakcij za štiriglavo stegensko mišico, sledil je 60-sekundni odmor, 5 ekscentričnih kontrakcij za zadnjo ložo stegna. Ko je merjenka opravila testiranje za eno nogo, je sledil 3-minutni odmor. Testiranje je nadaljevala še za drugo nogo, po enakem postopku, kot je opisan zgoraj.

### Statistična analiza

Podatke smo obdelali s statističnim programskim paketom SPSS 15.0 za Windows (Chicago, IL, ZDA). Izmerjene spremenljivke so bile maksimalni navor (PT) v newtonmetrih (Nm) za štiriglavo stegensko mišico in zadnjo ložo stegna v koncentrični in ekscentrični kontrakciji. Maksimalni navor smo normalizirali glede na telesno maso merjenke (BW) in ga izrazili kot PT/BW (Nm/kgBW). Izračunali smo še tale razmerja mišične jakosti: (1) HQR – hamstrings (KON)/quadriceps (KON), (2) dinamično razmerje DFR – hamstrings (ECC)/quadriceps (CON), (3) razmerje  $Q_{ECC}$  – quadriceps (ECC)/quadriceps (CON) in (4) razmerje  $H_{ECC}$  – hamstrings (ECC)/hamstrings (CON).

Za ugotavljanje razlik med kategorijama igralk (maksimalna jakost (PT) mišič quadriceps in hamstrings ter mišična razmerja) smo uporabili enosmerno analizo variance (one-way ANOVA).

### Rezultati

Maksimalni in relativni navor upogibalke in iztegovalke kolena prikazuje preglednica 2. V preglednici 3 so prikazana medmišična in znotrajmišična razmerja jakosti upogibalke in iztegovalke kolena leve in desne noge. Primerjava razlik v izbranih spremenljivkah

**Preglednica 2: Izokinetični koncentrični in ekscentrični maksimalni navor (PT) (Nm) in relativni navor (PT/BW) (Nm/kg) upogibalke in iztegovalke kolena pri izokinetični hitrosti 60°/sek**

		UPOGIBALKE				IZTEGOVALKE			
		Maksimalni navor [Nm] ± SD		Normaliziran maksimalni navor [Nm/kgTT] ± SD		Maksimalni navor [Nm] ± SD		Normaliziran maksimalni navor [Nm/kgTT] ± SD	
		Levo	Desno	Levo	Desno	Levo	Desno	Levo	Desno
MLADINKE	KON	81,31 ± 14,66	89,77 ± 19,81	1,22 ± .16	1,34 ± .19	139,23 ± 29,99	133,23 ± 29,59	2,09 ± .36	2,00 ± .35
	ECC	89,85 ± 17,96	93,96 ± 21,91	1,35 ± .23	1,40 ± .25	151,08 ± 50,37	153,77 ± 40,23	2,25 ± .62	2,30 ± .46
KADETINJE	KON	79,57 ± 9,05	78,21 ± 15,01	1,33 ± .17	1,30 ± .17	143,43 ± 22,84	137,21 ± 26,92	2,39* ± .24	2,28* ± .32
	ECC	90,21 ± 16,99	91,79 ± 21,99	1,50 ± .21	1,52 ± .27	155,57 ± 50,64	156,29 ± 54,67	2,57 ± .72	2,58 ± .74

\*Razlika med mladinkami in kadetinjami je statistično značilna ( $p < 0.05$ ).

**Preglednica 3: Razmerja jakosti mišic upogibalke in iztegovalke kolenskega sklepa (%) pri hitrosti 60°/sek**

	60°/sek	MLADINKE		KADETINJE	
		Leva	Desna	Leva	Desna
Medmišična razmerja jakosti	HQR	59,16 ± 7,23	68,07 ± 9,22	56,64 ± 10,81	57,29 ± 5,13*
	DFR	65,68 ± 11,84	70,77 ± 9,31	63,34 ± 9,76	66,93 ± 8,66
Znotrajmišična razmerja jakosti	QEC	1,07 ± .20	1,16 ± .17	1,07 ± .26	1,12 ± .24
	HEC	1,10 ± .12	1,04 ± .10	1,13 ± .18	1,17 ± .15*

\*Razlika med mladinkami in kadetinjami je statistično značilna ( $p < 0.05$ ).

\*\*HQR =  $H_{con}/Q_{con}$ , DFR =  $H_{ecc}/Q_{con}$ , QEC =  $Q_{ecc}/Q_{con}$ , HEC =  $H_{ecc}/H_{con}$ ; glej besedilo za podrobnejšo razlago.

med kadetinjami in mladinkami z uporabo enosmerne analize variance je pokazala, da košarkarice mladinske reprezentance dosejajo statistično pomembno nižje vrednosti relativnega navora levega kvadricepsa ( $F = 6,36$ ,  $p < 0.05$ ) in desnega kvadricepsa ( $F = 5,65$ ,  $p < 0.05$ ) ter statistično pomembno večje razmerje HQR ( $F = 14,32$ ,  $p < 0.05$ ) desne noge kot kadetinke. Kadetinke imajo tudi statistično pomembno večje razmerje HEC na desni nogi od mladink ( $F = 6,27$ ,  $p < 0.05$ ). V drugih spremenljivkah ni bilo statistično pomembnih razlik med dvema starostnima skupinama košarkaric.

### Razprava

Glavne ugotovitve študije so, da dosejajo košarkarice mladinske reprezentance vrednosti relativnega navora leve štiriglave stegenske mišice okoli 2,09 Nm/kg telesne mase, desna štiriglava stegenska mišica ima vrednost navora 2,00 Nm/kg, kadetinke imajo v primerjavi z mladinkami statistično večji navor, ki znaša na levi štiriglavi stegenski mišici 2,39 Nm/kg telesne mase, na desni pa 2,28 Nm/kg. Mladinke dosega-

jo vrednosti relativnega navora zadnje lože stegna na levi nogi 1,22 Nm/kg telesne mase, na desni pa 1,34 Nm/kg. Kadetinke dosejajo podobne vrednosti relativnega navora zadnje lože stegna, in sicer na levi nogi 1,33 Nm/kg telesne mase, na desni pa 1,30 Nm/kg. Bilateralne razlike sicer obstajajo, vendar so majhne in so za vse oblike kontrakcije pod 10 %.

Klasično medmišično razmerje HQR je okoli 59 % na levi nogi in 68 % na desni za mladinke in je nižje (okoli 57 %) za kadetinke. Te razlike so na desni nogi dosegle mejo statistične značilnosti. Iz preglednice 3 je razvidno, da so vrednosti HQR pri mladinkah v primerjavi s kadetinjami višje tudi na levi strani (59 : 56 %), vendar niso bile statistično značilne. Glede na to, da uporablja večina merjenk desno nogo kot prevladujočo pri spremembah smeri (gibanja s spremembo smeri z žogo in brez nje), bi lahko tej funkcionalni prevladi desne noge pripisali tudi boljše medmišično razmerje, saj podobne razlike opazimo tudi pri dinamičnem funkcionalnem razmerju DFR na desni strani. Vsekakor gre zgolj za

hipotezo, ki zahteva dodatno pojasnitev v nadaljevanju študije v smislu iskanja povezav med mišičnim razmerjem in prevlado spodnjega uda. To področje je vsekakor kočljivo in se na tem mestu ne bi želeli spuščati v podrobnejšo analizo, saj to presega namen tega prispevka.

Jakost zadnje lože (hamstring) je zelo pomembna pri vzdrževanju stabilizacije kolenskega sklepa (Coombs in Garbutt, 2002). Pri iztegovanju kolena oziroma pri zaustavljanju in doskoku deluje zadnja loža ekscentrično, ob tem pa s svojim delovanjem onemogoča pomik goleni naprej. Če ima zadnja loža slabo razvito ekscentrično jakost, se pri hitrih zaustavljanjih ali doskokih zgodi, da se golen pomakne v smeri naprej, kar povzroči pretrganje sprednje križne vezi (ACL). Stres na ACL je zmanjšan, če sta štiriglava stegenska mišica in zadnja loža stegna med raztezanjem koaktivirani (More in sod., 1993).

Tovrstnih študij o košarkaricah je razmeroma malo, toda če naše podatke primerjamo s podatki študij Gaida in sod. (2004), Wilkerson in sod. (2004), Egan in sod. (2006), Rosene in sod. (2001) (preglednici 4 in 5), lahko opazimo, da so koncentrični navori upogibalk in iztegovalk kolena dokaj primerljivi, medtem ko ekscentričnih navorov upogibalk in iztegovalk kolena drugi avtorji niso merili. Meritve so bile sicer opravljene na različnih napravah in kar nekaj dokazov obstaja, ki govorijo o tem, da so rezultati izokinetičnih meritev specifični za določen tip dinamometra. Kljub temu pa je ekscentrična šibkost naših košarkarjev v primerjavi s konkurenco (preglednica 4 – Gaida in sod., 2004) že na oko tolikšna, da zahteva podrobnejšo strokovno analizo trenažnega programa v teh starostnih skupinah.

Šibkost v ekscentričnem načinu kontrakcije je seveda vplivala tudi na vrednosti dinamičnega mišičnega razmerja in znotrajmišičnih razmerij (QEC in HEC). Iz preglednice 5 lahko vidimo, da so vrednosti DFR pri naših košarkaricah solidne, saj so vse večje od 60 %. Tudi vrednosti ekscentrično-koncentričnega razmerja kvadricepsa (QEC) ali zadnje lože stegna (HEC) so solidne, saj so vse večje od 1. Kadetinja imajo višje razmerje HEC zaradi nižjih vrednosti maksimalnega navora zadnje lože med koncentrično kontrakcijo. Klasično razmerje HQR je primerljivo za mladinke, vendar je pri kadetinjah nekoliko nižje zaradi nekoliko

višjih vrednosti maksimalnega koncentričnega navora zadnje lože stegna.

## Sklep

Podatki iz naše raziskave govorijo o določenih težavah testiranih košarkaric z ekscentričnim načinom kontrakcije upogibalk in iztegovalk kolena. Ekscentrična jakost zadnje lože stegna je zelo pomemben dejavnik, ki varuje in razbremeni spretno križno vez. Po drugi strani je ekscentrična jakost štiriglave stegenske mišice pomembna pri nadzoru počepa (ali tudi doskoka) in igra zelo pomembno vlogo pri patelarni tendinopatiji (koleno skakal-

ca), ki je najpogostejši preobremenitveni sindrom v košarki. Zelo pogosto je dejavnik tveganja za poškodbe tudi prevelika utrujenost, ki se pojavi pri visoko intenzivnih treningih in tekmah. Trenerji bi morali načrtovati kondicijski trening jakosti, agilnosti, gibljivosti in sklepne stabilizacije za vso sezono in ne samo v pripravljalnem obdobju treniranja. Ob teh dejstvih in podatkih iz uvoda o prevladovanju poškodb kolena pri košarkarjih je razumljivo, da bo morala košarkarska stroka poiskati načine, da te šibkosti ustrezno odpravi. Študija je dober kazalnik, da lahko sistematične meritve pred začetkom tekmovalne sezone razkrijejo pomanjkljivosti mišične jakosti,

**Preglednica 4: Izokinetični koncentrični in ekscentrični maksimalni navor (PT) (Nm) in relativni navor (PT/BW) (Nm/kg) kolenskih fleksorjev (hamstrings) in ekstenzorjev (quadriceps) pri izokinetični hitrosti 60°/sek (Gaida in sod., 2004; Wilkerson in sod., 2004; Egan in sod., 2006)**

Avtor	Leto	N	Meritvena hitrost, tip kontrakcije in naprava	Populacija	Upogibalke PT/BW		Iztegovalke PT/BW	
Gaida in sod.*	2004	39	180°/sek Conc, Ecc Cybex II	dekleta 20 let	–	–	2,05 C 3,07 E	2,09 C 3,07 E
Wilkerson in sod.**	2004	19	60°/sek Conc Biodex III	dekleta 19 let	1,42 C	–	2,52 C	–
Egan in sod.***	2006	11	60°/sek Conc Biodex III	dekleta 20 let	–	–	2,53 C	–
Bračič in sod.	2009	27	60°/sek Conc in Ecc TechnyGym REV9000	dekleta 17 let	1,22 C 1,35 E	1,34 C 1,40 E	2,09 C 2,25 E	2,00 C 2,30 E
				dekleta 15 let	1,33 C 1,50 E	1,30 C 1,52 E	2,39 C 2,57 E	2,28 C 2,58 E

\*Gaida in sod., 2004; merili so dominantno nogo – samo iztegovalke.

\*\*Wilkerson in sod., 2004; merili so samo eno nogo.

\*\*\*Egan in sod., 2006; merili so dominantno nogo – samo iztegovalke.

**Preglednica 5: Razmerja jakosti upogibalk in iztegovalk kolenskega sklepa (%) pri hitrosti 60°/sek (Wilkerson in sod., 2004; Rosene in sod., 2001)**

Avtor	Leto	N	Meritvena hitrost, tip kontrakcije in naprava	Populacija	HQR	DFR	QEC	HEC
Wilkerson in sod.*	2004	19	60°/sek Conc Biodex III	dekleta 19 let	55,7	–	–	–
Rosene in sod.**	2001	10	60°/sek Conc Biodex III	dekleta 19 let	51,2–55,0	–	–	–
Bračič in sod.	2009	27	60°/sek, Conc in Ecc, TechnyGym REV9000	dekleta 17 let	59,1–68,0	65,7–70,8	1,07–1,16	1,04–1,10
				dekleta 15 let	56,6–57,3	63,3–66,9	1,07–1,12	1,13–1,17

\*Wilkerson in sod., 2004; merili so samo eno nogo.

\*\*Rosene in sod., 2001; merili so obe nogi.

ki jih lahko z ustreznim načrtovanjem treninga pravočasno popravimo in preprečimo morebitne posledice v obliki akutnih ali kroničnih poškodb kolena.

## Literatura

1. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstrings/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction, and contraction mode. *Acta Physiol Scand*, 154, 421–427.
2. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., Kjaer, M. (1997). Isokinetic muscle strength and capacity for muscular knee joint stabilization in elite sailors. *International Journal of Sports Medicine*, 18, 521–5.
3. Arendt, E., Agel, J., Dick, R. (1999). Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. *American Journal of Sports Medicine*, 23, 694–701.
4. Arendt, E., Dick, R. (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *American Journal of Sports Medicine*, 23, 694–701.
5. Calmes, P., Minaire, P. A. (1995). A review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation. *Disability Rehabilitation*, 17, 265–276.
6. Coombs, R., Garbutt, G. (2002). Developments in the use of hamstrings/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 56–62.
7. Dvir, Z. (2004). *Isokinetics. 2<sup>nd</sup> ed. Muscle testing, interpretation and clinical applications*. London: Churchill Livingstone.
8. Feagin, J. A., Curl, W. W. (1976). Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow-up study. *American Journal of Sports Medicine*, 4, 95–100.
9. Gaida, J. E., Cook, J. L., Austen, S., Kiss, Z. S. (2004). Are unilateral and bilateral tendinopathy distinguished by differences in anthropometry, body composition, or muscle strength in elite female basketball players. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 581–585.
10. Gray, J., Taunton, J. E., McKenzie, D. C., Clement, D. B., McConkey, J. P., Davidson, R. G. (1985). A survey of injuries to the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 314–316.
11. Kingma, J., Jan ten Duis, H. (1998). Sports members participation in assesment of incidence rate in five sports from records of hospital-based clinical treatment. *Perceptual Motor Skills*, 86, 675–686.
12. More, R. C., Karras, B. T., Neiman, R., Fritschy, D., Woo, S. L. Y., Daniel, D. M. (1993). Hamstring- an anterior cruciate ligament protagonist: an in vitro study. *The American Journal of Sports Medicine*, 21, 231–237.
13. Osternig, L. R., Hamill, J., Sawhill, J., Bates, B. T. (1983). Influence of torque and limb speed on power production in isokinetic exercise. *American Journal of Physical Medicine*, 62, 163–171.
14. Powell, J. W., Barber - Foss, K. D. (2000). Sex-related injury patterns among selected high school sports. *American Journal of Sports Medicine*, 28, 385–391.
15. Rizzardo, M., Bay, G., Wessel, J. (1988). Eccentric and concentric torque and power of the knee extensors in female. *Canadian Journal of Sports Science*, 13, 166–169.
16. Rosene, J. M., Fogarty, T. D., Mahaffey, B. L. (2001). Isokinetic hamstrings:quadriceps ratio in intercollegiate athletes. *Journal of Athletic Training*, 36(4), 378–383.
17. Thacker, S. B., Stroup, D. F., Branche, C. M., Gilchrist, J., Goodman, R. A., Kelling, P. E. (2003). Prevention of knee injuries in sport. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 165–179.
18. Trudelle - Jackson, E., Meske, N., Highenboten, C., Jackson, A. (1989). Eccentric/concentric torque deficits in the quadriceps muscle. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 11, 142–145.

**strok. sod. Mitja Bračič, prof. šp. vzg.**  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport,  
Gortanova 22, 1000 Ljubljana – Katedra za  
atletiko  
mitja.bracic@fsp.uni-lj.si