

Mitja Bračič, Vedran Hadžič, Frane Erčulj

Koncentrična in ekscentrična jakost upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkarjih

Mišična jakost (navor v sklepu) 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 košarkarjih.

Po koncu tekmovalne sezone 2007/2008 smo na izokinetičnem dinamometru TechnoGym REV 9000 izmerili 16 košarkarjev mladinske in 12 košarkarjev kadetske reprezentance Slovenije na izokinetični hitrosti 60°/sek v ekscentričnem in koncentričnem načinu kontrakcije za štiriglavo stegensko mišico (kvadriceps) in zadnjo ložo stegna. Rezultate smo normalizirali glede na telesno maso ter izračunali ustrezna medmišična in znotrajmišična razmerja.

Glavne ugotovitve študije so, da imajo mladi košarkarji vrednosti relativnega navora štiriglave stegenske mišice okoli 2,7 Nm/kg telesne mase in vrednosti relativnega navora zadnje lože stegna okoli 1,6 Nm/kg telesne mase. Bilateralne razlike sicer obstajajo, vendar so majhne in so za vse oblike kontrakcije pod 10 %. Klasično medmišično razmerje HQR je okoli 65 % za mladince in nekoliko nižje (nekaj manj kot 60 %) za kadete.

Primerjava z drugimi študijami pokaže manjše vrednosti ekscentričnega navora štiriglave stegenske mišice in zadnje lože stegna, obenem pa so koncentrične vrednosti dokaj primerljive. Menimo, da je potrebno v trenažni proces vključiti 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 basketball players

Muscle strength is an important performance factor in sport. The 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 the isokinetic measurement. Our study aimed to define the profile of the concentric and eccentric strength of the knee flexors and extensors of young basketball players.

After the end of the 2007/2008 competition season, the isokinetic dynamometer TechnoGym REV 9000 was used to measure 16 junior and 12 cadet members of the Slovenian 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 are as follows: the relative torque of the quadriceps of young basketball players equals about 2.7 Nm/kg of body mass and the relative torque of the hamstring about 1.6 Nm/kg of body mass. Bilateral differences exist, yet they are small and fall below 10% in all types of contraction. The classical inter-muscular ratio HQR (hamstring/quadriceps ratio) was 65% for junior men and slightly lower (just below 60%) for cadet men.

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: isokinetics, quadriceps, hamstrings, basketball

Uvod

Košarka je med mladimi zelo priljubljena igra. Je polistrukturna, kompleksna športna dejavnost, za katero so značilna predvsem hitra in dinamična gibanja z žogo in brez nje (Erčulj, 1998). Vsebuje veliko eksplozivnih gibanj, kot so kratki šprinti, nenadna zaustavljanja, hitre spremembe smeri gibanja, pospeševanja in različni vertikalni skoki (Zwierko, Lesiakowski, 2007; Erčulj, Dežman, Vučković, 2004). Eksplozivna jakost in

ravnovesje jakosti mišic kolenskega sklepa so zato pomembni dejavniki, ki vplivajo na uspeh v košarki.

Zaradi specifičnosti igre oz. gibanja prevladujejo v košarki poškodbe kolenskega sklepa. Kar 51 odstotkov vseh poškodb pri košarki so poškodbe spodnjega uda (Kingma, Jan ten Duis, 1998), od tega je 56 do 69 % poškodb kolenskega sklepa (Powell, Barber - Foss, 2000). Mehanizmi poškodb v košarkarski igri so pivotiranje in hitre spremembe smeri gibanja

(57,2 %), nenadna zaustavljanja (12,2 %), doskok na eno nogo (12,2 %) in stik z drugimi igralci pri skoku za žogo (4,1 %) (Arendt, Agel, Dick, 1999).

Mišična jakost in ustrezno mišično ravnovesje sta pomembna dejavnika za normalno delovanje kolenskega sklepa, poleg tega je jakost mišic tudi vodilni dejavnik uspešnosti športnika (Rochcongar, 2004; Dowson in sod., 1998). Meritve koncentrične in ekscentrične jakosti mišic so pomemben element t.

i. košarkarske diagnostike oz. testiranja motoričnega potenciala košarkarjev. Da lahko ustrezno ovrednotimo vrednosti, ki smo jih izmerili pri mladih košarkarjih, in za njih oblikujemo normative, je potrebno pridobiti čim več podatkov, bodisi iz literature ali s pomočjo meritev, ki jih sami izvedemo na vzorcu ustrezno kakovostnih košarkarjev. V tem kontekstu so pomembni predvsem podatki o maksimalnem navoru in o mišičnih razmerjih.

V košarki je bilo doslej opravljenih nekaj raziskav, ki ugotavljajo maksimalni navor mišic kolenskega sklepa ter konvencionalno in funkcionalno razmerje jakostii. Na različno kakovostnih vzorcih mladih košarkarjev so to problematiko raziskovali Zakas in sod. (1995), Buchanan in Vardaxis (2003) ter Gerodimos in sod. (2003). Rezultate teh študij povzemata preglednici 4 in 5.

Za merjenje koncentrične in ekscentrične jakosti mišic kolenskega sklepa se uporablja izokinetično testiranje z dinamometrom. Z izokinetičnimi meritvami dobimo podatke o maksimalnem navoru, ki ga mišica doseže (PT; iz angl. peak torque). Ti podatki se običajno normalizirajo glede na telesno težo merjenca in izrazijo kot maksimalni navor v newton-metrih na kilogram telesne mase merjenca (PT/BW; iz angl. peak torque to body weight). Pomembni so tudi podatki o asimetriji v mišični jakosti (npr. izrazito močnejša desna štiriglava stegenska mišica v primerjavi z levo). Določene asimetrije v jakosti so fiziološke (do 10 %), večje (15–20 %) zahtevajo običajno podrobnejšo analizo in dodatne ter druge meritvene postopke, medtem ko so velike bilateralne razlike (> 20 %) vedno značilne in nikoli niso posledica naključja. Številne študije so pokazale, da so velike bilateralne razlike pomemben dejavnik tveganja za poškodbo.

Poleg absolutnih vrednostih mišičnega navora (ta je merilo jakosti mišice) se običajno izračunajo še medmišična razmerja, ki nam dajo podatke o mišičnem ravnovesju in sklepni stabilizaciji, kar je pomembno pri preventivi pred poškodbami kolenskega sklepa (Baltzopoulos,

Kellis, 1998). Velike razlike v maksimalnem navoru štiriglave stegenske mišice in zadnje lože stegna (hamstrings) pripeljejo do medmišičnega nesorazmerja v jakosti mišic, kar lahko privede do poškodbe kolenskega sklepa (Yamamoto, 1993). Dokaj običajna najdba je koncentrična šibkost zadnje lože stegna (upogibalk kolena) ob zelo dobrih vrednostih mišičnega navora štiriglave stegenske mišice. Takšne najdbe so pogoste zlasti pri tistih športih, kjer sodeluje štiriglava stegenska mišica kot t. i. »prime mover« pri osnovnih športnih prvinah, kot so npr. vertikalni skoki (košarka, odbojka). Seveda je povsem logično, da večina trenerjev poskuša poudariti jakost tistih mišičnih skupin, ki prispevajo k višini vertikalnega skoka (v prvi vrsti plantarni fleksorji, nato pa seveda tudi štiriglava stegenska mišica), vendar bi temu ustrezno morali dodajati tudi vaje za sorazmerno krepitev zadnje lože, čemur (kljub zanikanju stroke) žal nismo vedno priča.

Najpogosteje izračunavamo t. i. konvencionalno medmišično razmerje, ki je razmerje med maksimalnim koncentričnim navorom zadnje lože stegna (Hconc) in maksimalnim koncentričnim navorom štiriglave stegenske mišice (Qconc) (t. i. razmerje $HQR = Hconc/Qconc$), vendar se v zadnjih letih vedno bolj uporablja tudi t. i. funkcionalno dinamično razmerje (Gerodimos in sod., 2003), ki predstavlja razmerje med maksimalnim ekscentričnim navorom zadnje lože (Hecc) in maksimalnim koncentričnim navorom štiriglave stegenske mišice (Qconc) (razmerje $DFR = Hecc/Qconc$), saj naj bi to razmerje bolj ponazarjalo realne odnose teh mišičnih skupin pri stabilizaciji kolenskega sklepa in bilo boljši napovednik možnosti poškodbe kot klasično razmerje HQR (Dvir in sod., 1989). Izračun razmerja HQR uporabljamo za določanje funkcionalne sposobnosti mišic kolenskega sklepa (Aagard in sod., 1995). Dokazano je, da je razmerje HQR odvisno od hitrosti izvajanja kontrakcije (iztegovanje in upogibanje kolena): pri nizki hitrosti (60°/sek) je normalno razmerje HQR okoli 0,60 (maksimalni navor mišic zadnje lože stegna predstavlja okoli

60 % maksimalnega navora mišice kvadriceps), pri višjih hitrostih (180 ali 240°/sek) pa so vrednosti okoli 1,00 ali več (Osternig in sod., 1983).

Poleg medmišičnih razmerij lahko iz izokinetičnih meritev izračunamo tudi t. i. znotrajmišična razmerja. Gre za razmerje maksimalnih ekscentričnih in koncentričnih navorov iste mišične skupine (štiriglave stegenske mišice ali zadnje lože stegna). V primeru, da merjenec maksimalno izvede izokinetični test za štiriglavo stegensko mišico pri enaki hitrosti v koncentričnem (Qconc) in ekscentričnem (Qecc) režimu dela, mora biti razmerje ECC/CON večje od 1,00 kar pomeni, da mora biti vrednost maksimalnega ekscentričnega navora te mišice večja od maksimalnega koncentričnega navora 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, ker z naraščajočo hitrostjo raste ekscentrična sila, pada pa koncentrična in posledično razmerje naraste. Potrebno je poudariti, da predstavlja to znotrajmišično razmerje tudi svojevrstno oceno sposobnosti mišice, da deluje ekscentrično. Seveda imajo pri tem pomembno vlogo tudi številni nevrvalni dejavniki, saj pri ekscentrični kontrakciji lahko pride do močnega zaviranja s strani Golgijevega telesca, kar ima za posledico nizke vrednosti ekscentričnega navora in majhno vrednost znotrajmišičnega razmerja, o čemer priča tudi podatek, da so Trudelle-Jackson in sod. (1989) v svoji raziskavi ugotovili, da ima 35 do 54 % normalnih (zdravih) ljudi razmerje ECC/CON manjše od 0,85. Znotrajmišično razmerje za štiriglavo stegensko mišico označujemo z QEC, za zadnjo ložo pa s HEC.

Osnovni namen naše raziskave je bil ugotoviti vrednosti koncentrične in ekscentrične jakosti upogibalk in iztegovalk kolena košarkarjev mladinske in kadetske reprezentance ter izračunati omenjena razmerja mišične jakosti. Poleg tega smo v študiji želeli preveriti

tudi morebitne razlike v vrednostih PT in mišičnih razmerij med kadeti in mladinci. Menimo, da je tovrstnih meritev v našem prostoru premalo in da bo naša študija prispevala k začetku ustvarjanja baze podatkov o vrednostih mišične jakosti pri športnikih različnih športnih panog in ne samo košarke. Dobljene vrednosti lahko v veliki meri pomagajo trenerjem pri načrtovanju kondicijskega treninga, oblikovanju preventivnih programov in pozni rehabilitaciji športnikov.

Metode

Vzorec merjencev

Po koncu tekmovalne sezone 2007/2008 smo izmerili 16 košarkarjev mladinske in 12 košarkarjev 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. Pericari 20, 47035 Gambet-Tola, Forlì, Italija). Kriterij izbora merjencev je bil, da so na širšem seznamu mladinske ali kadetske reprezentance Slovenije. Pred izvedbo meritev so morali merjenci izpolniti vprašalnik o poškodbah, ki so jih imeli v prejšnji sezoni. Merjencev, ki so imeli kakršnokoli poškodbo kolena v pretekli sezoni, nismo testirali.

Meritve smo izvedli v laboratoriju za izokinetično testiranje na Fakulteti za šport v Ljubljani. Vsa testiranja je opravil isti izkušeni merilec. Laboratorij je bil klimatiziran, sobna temperatura je bila okoli 24 °C. Testiranje smo opravili med 10. in 16. uro (en dan kadetska reprezentanca, naslednji dan mladinska). Dan pred testiranjem merjenci niso imeli treninga. Telesno višino in težo smo izmerili s stadiometrom in tehtnico (Seca Instruments Ltd, Hamburg, Nemčija).

Preglednica 1: Antropometrične in trenajzne značilnosti merjencev (srednja vrednost ± SD)

	N	Starost (let)	Telesna masa (kg)	Telesna višina (cm)	Trenajzni staž (let)
Mladinci	16	17,4 ± 0,51	84,5 ± 10,2	193,9 ± 8,7	7,6 ± 2,2
Kadeti	12	15,8 ± 0,38	78,2 ± 10,7	189,4 ± 7,8	7,6 ± 2,2

Testni protokol

Standardno ogrevanje pred testiranjem. Vsi merjenci so se ogreli s 6-minutnim kolesarjenjem 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 pritrditev. Igralce 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 je bilo onemogočeno z uporabo dveh pasov, ki sta bila pritrjena čez prsi merjenca. Gibanje stegna gor in dol je bilo onemogočeno z uporabo posebnega nastavka, pritrjenega čez sprednjo stran stegna (slika 1). Merjenci se med testiranjem niso smeli držati za ročaje stola, temveč so imeli 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 glavo dinamometra.

Obseg gibanja je bil nastavljen od 90 do 30° kolenskega upogiba, tako da je bil skupni obseg gibanja pri testiranju (ROM) 60°.

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

Korekcija gravitacije (umerjanje). Navor, ki nastane zaradi gravitacije, smo korigirali pri vsakem merjencu posebej. Dinamometer je bil nastavljen tako, da ni bilo mogoče izvesti meritve brez poprejšnjega popravka.

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



Slika 1: Testni položaj in pritrditev merjenca

Ogrevanje na dinamometru. Pred vsakim testiranjem je merjenec izvedel 2 submaksimalni in 1 maksimalno ponovitev pri dani hitrosti in kontrakciji. Merjenec, ki bi pri tem občutil bolečino ali nelagodnost, ne bi bil testiran.

Testiranje. Vsak merjenec je izvedel 5 maksimalnih kontrakcij v naslednjem vrstnem redu: 5 koncentričnih kontrakcij za iztegovalko in upogibalke 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 merjenec opravil testiranje za eno nogo, je sledil 3-minutni odmor. Potem je sledilo testiranje 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 newton-metrih (Nm) za štiriglavo stegensko mišico in zadnjo ložo stegna v koncentrični in ekscentrični kontrakciji. Maksimalni navor smo normalizirali glede na telesno maso merjenca (BW) in ga izrazili kot PT/BW (Nm/kgBW). Izračunali smo še tale razmerja jakosti mišic: (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 igralcev (maksimalna jakost (PT) mišic quadriceps in hamstrings ter mišična razmerja) smo uporabili enosmerno analizo variance (one-way ANOVA).

Rezultati

Maksimalni in relativni navor upogibalk in iztegovalk kolena prikazuje preglednica 2. V preglednici 3 so prikazana medmišična in znotrajmišična razmerja jakosti upogibalk in iztegovalk kolena leve in desne noge. Primerjava razlik v izbranih spremenljivkah med kadeti in mladinci z uporabo enosmerne analize variance je pokazala, da imajo mladinci statistično značilno večja razmerja HQR ($F = 7,44$, $p < 0,05$) in DFR ($F = 4,29$, $p < 0,05$) leve noge kot kadeti. V drugih spremenljivkah ni bilo statistično značilnih razlik med dvema starostnima skupinama košarkarjev.

Razprava

Glavne ugotovitve študije so, da dosejajo mladi košarkarji vrednosti relativnega navora štiriglave stegenske mišice okoli 2,7 Nm/kg telesne mase in vrednosti relativnega navora zadnje lože stegna okoli 1,6 Nm/kg telesne mase. Bilateralne razlike sicer obstajajo, vendar so majhne in so za vse oblike kontrakcije pod 10 %. Klasično medmišično razmerje HQR je okoli 65 % za mladince in nekoliko nižje (nekaj manj kot 60 %) za kadete. Te razlike so na levi nogi dosegle mejo statistične značilnosti. Iz preglednice 3 je razvidno, da so vrednosti HQR pri mladincih v primerjavi s kadeti višje tudi na desni strani (62 % vs. 59 %), vendar niso bile statistično značilne. Glede na to, da uporablja večina merjencev levo nogo kot odzivno, bi lahko tej funkcionalni prevladi leve noge pripisali tudi boljše medmišično razmerje, saj podobne razlike opazimo tudi pri dinamičnem funkcionalnem razmerju DFR na levi strani. Vsekakor gre zgolj za hipotezo, ki zahteva dodatno pojasnitev v nadaljevanju študije v smislu iskanja povezav med mišičnim

Preglednica 2: Izokinetični koncentrični in ekscentrični maksimalni navor (PT) (Nm) in relativni navor (PT/BW) (Nm/kg) upogibalk in iztegovalk 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
MLADINCI	KON	138,31 ± 33,11	144,19 ± 31,83	1,61 ± ,30	1,68 ± ,26	211,06 ± 44,25	231,88 ± 33,28	2,48 ± ,49	2,73 ± ,38
	ECC	137,38 ± 29,32	138,69 ± 29,65	1,60 ± ,24	1,63 ± ,31	228,81 ± 40,65	234,94 ± 50,45	2,69 ± ,43	2,75 ± ,49
KADETI	KON	119,27 ± 23,52	122,00 ± 23,64	1,53 ± ,18	1,57 ± ,23	217,18 ± 36,70	208,09 ± 41,35	2,80 ± ,31	2,69 ± ,45
	ECC	125,36 ± 30,55	133,00 ± 26,93	1,60 ± ,22	1,71 ± ,20	225,18 ± 58,78	217,27 ± 61,58	2,88 ± ,53	2,80 ± ,63

Preglednica 3: Razmerja moči mišic upogibalk in raztegovalk kolenskega sklepa (%) pri hitrosti 60°/sek.

	60°/sek	MLADINCI		KADETI	
		Leva	Desna	Leva	Desna
Medmišična razmerja moči	HQR	66,45 ± 12,89	62,11 ± 10,59	55,06 ± 5,90	59,28 ± 9,85
	DFR	66,88 ± 14,81	59,84 ± 10,56	57,12 ± 5,68	65,05 ± 13,21
Znotrajmišična razmerja moči	QEC	1,10 ± ,16	1,00 ± ,13	1,02 ± ,13	1,04 ± ,18
	HEC	1,01 ± ,16	0,97 ± ,17	1,04 ± ,14	1,09 ± ,11

*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.

Preglednica 4: Izokinetični koncentrični in ekscentrični maksimalni navor (PT) (Nm) in relativni navor (PT/BW) (Nm/kg) kolenskih upogibalk (hamstrings) in iztegovalk (quadriceps) pri izokinetični hitrosti 60°/sek (Buchanan in Vardaxis, 2003; Gerodimos in sod., 2003)

Avtor	Leto	N	Meritvena hitrost, tip kontrakcije in naprava	Populacija	Upogibalke PT/BW		Iztegovale PT/BW	
Buchanan*	2003	9	60°/sek Conc Cybex II	fantje 15–17 let	0,99	0,98	2,28	2,04
Gerodimos**	2003	90	60°/sek Conc in Ecc Cybex II	fantje 15 let	1,7 C 2,2 E		2,53 C 3,32 E	
				fantje 16 let	1,78 C 2,29 E		2,73 C 3,42 E	
				fantje 17 let	1,84 C 2,28 E		2,76 C 3,69 E	
Bračić	2008	28	60°/sek Conc in Ecc TechnyGym REV9000	fantje 16 let	1,53 C 1,60 E	1,57 C 1,71 E	2,80 C 2,88 E	2,69 C 2,80 E
				fantje 17 let	1,61 C 1,60 E	1,68 C 1,63 E	2,48 C 2,69 E	2,73 C 2,75 E

*Buchanan, 2003; merili so dominantno in nedominantno nogo.

**Gerodimos in sod., 2003; merili so samo eno nogo.

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.

Če primerjamo naše podatke s podatki drugih študij (preglednici 4 in 5), lahko opazimo, da so koncentrični navori upogibalk in iztegovalk kolena dokaj primerljivi z drugimi študijami, medtem

ko so ekscentrični navori tako upogibalk kot tudi iztegovalk kolena nižji kot pri sovrstnikih iz tujine. 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 je ekscentrična šibkost naših košarkarjev v primerjavi s konkurenco že na oko tolikšna, da zahteva podrobnejšo analizo stroke v smi-

Preglednica 5: Razmerja moči upogibalk in iztegovalk kolenskega sklepa (%) pri hitrosti 60°/sek (Buchanan in Vardaxis, 2003; Gerodimos in sod., 2003)

Avtor	Leto	N	Meritvena hitrost, tip kontrakcije in naprava	Populacija	HQR	DFR	QEC	HEC
Buchanan*	2003	9	60°/sek, Conc, Cybex II	fantje 15–17 let	43.0–47.0	—	—	—
Gerodimos**	2003	90	60°/sek, Conc in Ecc, Cybex II	fantje 15 let	67.7	87.1	1.31	1.29
				fantje 16 let	66.0	84.7	1.25	1.29
				fantje 17 let	67.7	83.5	1.34	1.24
Bračič	2008	28	60°/sek, Conc in Ecc, TechnyGym REV9000	fantje 16 let	55.1–59.3	57.1–65.1	1.02–1.04	1.04–1.09
				fantje 17 let	62.1–66.5	59.8–66.9	1.00–1.10	0.97–1.01

slu analize 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). Če pogledamo preglednico 5, lahko vidimo, da so vrednosti DFR pri naših košarkarjih precej nižje, ravno tako oz. še bolj pa vrednosti ekscentrično-koncentričnega razmerja štiriglave stegenske mišice (QEC) ali zadnje lože stegna (HEC). Vrednosti QEC in HEC pri nas niso niti enkrat presegle 10 %, v Gerodimosovi študiji pa so krepko nad 20 %. Klasično razmerje HQR je primerljivo za mladince, vendar je pri kadetih nekoliko nižje zaradi nekoliko nižjih vrednosti maksimalnega koncentričnega navora zadnje lože stegna.

Podatki iz naše raziskave govorijo o določenih težavah testiranih košarkarjev z ekscentričnim načinom kontrakcije upogibalk in iztegovalk kolena. Ekscentrična jakost zadnje lože stegna je zelo pomemben dejavnik, ki varuje in razbremenjuje sprednjo 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 skakalca), ki je najpogosteje preobremenitveni sindrom v košarki. 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 v mišični jakosti, ki jih lahko z ustrezno spremembo treninga

pravočasno odpravimo in preprečimo morebitne posledice v smislu akutnih ali kroničnih poškodb kolena.

Vaje za razvoj ekscentrične moči štiriglave stegenske mišice in zadnje lože stegna

NORDIJSKA VAJA

Začetni položaj

Klečite na blazini z zravnanim zgornjim delom telesa. Kolena in goleni so v širini kolkov. Roke prekrizate na prsih. Partner naj vam čvrsto drži gležnje pritisnjene v tla z obema rokama.

Izvajanje vaje

Počasi se nagnite naprej ob tem pa vzdržujte zgornji del telesa zravnani. Stegna, kolki in zgornji del telesa naj bodo v ravni črti. To držo vzdržujte čim dlje. Ko položaja ne morete več vzdrževati z uporabo mišic zadnje lože stegna, uporabite obe roki, da ublažite padec. Po padcu se odrinite nazaj, in

znova privzemite izvajanje giba z zadnjo ložo ter se na takšen način vrnite v izhodiščni položaj. Počivajte 5-10 sekund in ponovite vajo.

Ponovitve

Ponovimo 6 krat.

Pomembno

- Partner mora čvrsto držati noge.
- Zgornji del telesa, kolki in stegno morajo oblikovati ravno črto.
- Ne upogibajte se v kolkih.
- Ne nagibajte glavo nazaj.
- V začetku vajo izvajajte počasi, vendar ko pridobite izkušnje lahko izvajate vaje hitreje.



SESTOPANJE S KLOPI

Začetni položaj

Stojite na klopici. Kolena in kolki so rahlo pokrčeni. Pred klopco je odbojkar-ska žoga.

Izvajanje vaje

Z levo nogo poskušate sestopiti s klopce, medtem ko vam desna noga dela oporo. Desno nogo pokrčite ne več kot do 30°, s prsti leve noge pa se dotaknite žoge, in se počasi vrnite v izhodiščni položaj. Vajo ponovimo za levo nogo (leva noga dela oporo, z desno pa se dotaknemo tal). Roke držite ali na bokih ali prekrižane na prsih.

Ponovitve

Naredimo 10 ponovitev za eno nogo, nato pa 10 ponovitev za drugo nogo. Nadaljujemo z vajo do izteka časa predvidenega za to postajo.

Pomembno

- Vajo v začetku morate izvajati počasi in nadzirati ves potek giba.
- Gledano spredaj so kolk, koleno in gleženj oporne noge v ravni črti.
- Koleno ne krčimo več kot do 30°.
- S prsti nasprotno noge se morate dotakniti podlage.

Literatura

1. Aagard, 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. 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.
3. Baltzopoulos, V., Kellis, E. (1998). Isokinetic strength during childhood and adolescence. V: E Van Praagh, *Pediatric anaerobic performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 225–240.
4. Buchanan, P. A., Vardaxis, V. G. (2003). Sex-related and age-related differences in knee strength of basketball players ages 11–17 years. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 231–237.
5. Dowson, M. N., Nevill, M. E., Lakomy, H. K., Nevill, A. M., Hazeldine, R. J. Modelling the relationship between isokinetic muscle strength



and sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*. 1998 Apr; 16(3), 257–265.

6. Dvir, Z. (2004). *Isokinetics. 2nd ed. muscle testing, Interpretation and clinical applications*. London: Churchill Livingstone.
7. Dvir, Z., Eger, G., Halperin, N., Shklar, A. (1989). Thigh muscle activity and anterior cruciate ligament insufficiency. *Clinical Biomechanics*, 4, 87–91.
8. Gerodimos, V., Mandou, V., Zafeiridis, A., Iakimidis, P., Stavropoulos, N., Kellis, S. (2003). Isokinetic peak torque and hamstrings/quadriceps ratios in young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 444–452.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

13. Rochcongar P. Isokinetic thigh muscle strength in sports: a review. *Ann Readapt Med Phys*. 2004 Aug, 47(6), 274–81.
14. Trudelle - Jackson, E., Meske, N., Highenbotten, C., Jackson, A. (1989). Eccentric/concentric torque deficits in the quadriceps muscle. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 11, 142–145.
15. Yamamoto, T. (1993). Relationship between hamstrings strains and leg muscle strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33, 194–199.
16. Zakas, A., Mandroukas, K., Vamvakoudis, Christulas, K., Aggelopoulou, N. (1995). Peak torque of quadriceps and hamstrings muscles in basketball and soccer players of different divisions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 199–205.

Mitja Bračič, strok. sod., prof. šp. vzg.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport,
Gortanova 22, 1000 Ljubljana – Katedra
za atletiko
mitja.bracic@fsp.uni-lj.si