

OPORAVAK MIŠIĆA NAKON OPERACIJE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE KOLJENA METODOM PO KENETH-JONESU

HAMSTRINGS RECOVERY AFTER ACL RECONSTRUCTION WITH „KENNETH – JONES“ METHOD

Saša Bašćevan¹, Tatjana Trošt Bobić², Boris Kirin³

¹Poliklinika „Petand“,
Zagreb, ²Kineziološki fakultet u Zagrebu,
³Zavod za ortopediju Županijske bolnice u Bjelovaru

SAŽETAK

U nogometu ozljede koljena čine 40% svih ozljeda nastalih u trenažnim i natjecateljskim uvjetima. Za očekivati je da će se povećanjem svih spoznaja o procesu ozljeđivanja i prevenciji od ozljeđivanja smanjiti broj i težina ozljeda, no nažalost, to nije tako. Po statističkim pokazateljima broj ozljeda je u blagom porastu. Razlog tome možemo potražiti u povećanju broja i inteziteta treninga i sve gušćem rasporedu natjecanja.

Puknuće prednje ukrižene sveze čini 40% svih ozljeda koljena, a 56% do 70% svih puknuća LCA – a su samoizazvane.

Funkcioniranje koljenskog sustava ovisi o pravilnoj raspodjeli snage između agonista i antagonista (musc. quadriceps i musc. biceps femoris). Snaga mišića stražnje strane natkoljenice bi trebala biti od 60% do 100% snage mišića prednje strane natkoljenice iste noge, ovisno o brzini pokreta.

U ovom slučaju analiziran je proces oporavka nakon ozljede prednje ukrižene sveze 10 nogometaša nakon učinjene rekonstrukcije LCA-a Kenneth – Jonesovom metodom (kao zamjenska struktura korištena je tetiva musc. gracilis i musc. semitendinosus iste noge).

Cilj istraživanja je bio utvrditi promjene nastale na muskulaturi stražnje strane natkoljenice operiranog koljena kroz period od 6 tjedana pomoću Biodex System 3 izokinetičkog sustava. Također je bio cilj potvrditi pozitivan učinak agresivnog procesa rehabilitacije na što brži oporavak sportaša nakon operacije prednje ukrižene sveze.

Ključne riječi: koljeno, ozljeda, LCA, rehabilitacija, izokinetički, Kenneth - Jones

SUMMARY

40% of all injuries in soccer are knee injuries that take place in training or competition. It is expected that the number of injuries will reduce considering the constant build-up of knowledge, but it is not so. Statistical indicators say that it is in a mile raise. The reason for that fact lays in many factors such as: raise of number and intensity of training and a denser competition schedule. Rupture of ACL is 40% of all knee injuries, 56% to 70% ACL injuries are self inflicted.

Knee functioning depends on a proper muscle strength ratio between quadriceps and hamstrings muscles. Hamstrings strength output should be around 60% of quadriceps strength, depending on a speed of movement.

This study analyzed the process of recovery after anterior cruciate ligament reconstruction with Kenneth – Jones method of 10 soccer players (tendons of semitendinosus and gracilis muscles were used for graft selection).

The goal of this case study is to validate a 6 week rehabilitation process, and the changes it made on hamstrings muscle with Biodex System 3 isokinetic machine. Also, the goal was to confirm the benefits of an aggressive rehabilitation process after ACL reconstruction.

Key words: knee, injury, ACL, rehabilitation, isokinetic, Kenneth - Jones

UVOD

U nogometu ozljede koljena čine 40% svih ozljeda nastalih u trenažnim i natjecateljskim uvjetima. Za očekivati je da će se povećanjem svih spoznaja o procesu ozljeđivanja i prevenciji od ozljeđivanja smanjiti broj i težina ozljeda, no nažalost, to nije tako. Po statističkim pokazateljima broj ozljeda je u blagom porastu. Razlog tome možemo potražiti u povećanju broja i inteziteta treninga i sve gušćem rasporedu natjecanja.

Puknuće prednje ukrižene sveze čini 40% svih ozljeda koljena, a 56% do 70% svih puknuća LCA – a su samoizazvane (10).

Ekstrand i Gillquist (15, 16) u svojim radovima navode najčešće oblike ozljeđivanja u nogometu. Na uzorku od 86 ispitanika kroz period od dva mjeseca navode da je veći broj ozljeda nastao zbog nefleksibilnosti mišićnih struktura i razlike u omjerima pripadajućih zglobnih sustava.

Knappik i Ramos (23) navode da funkcioniranje koljenskog sustava ovisi o pravilnoj raspodjeli snage između agonista i antagonista (musc. quadriceps i musc. biceps femoris).

Snaga mišića stražnje strane natkoljenice bi trebala biti od 60% do 100% snage 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 koljenskog sustava.

Jednako tako je bitan i odnos između obje noge. Svaka razlika može imati za rezultat preopterećivanje određenog zglobnog sustava, najčešće noge koja je slabija.

Grace i suradnici (19) provode studije o ozljeđivanju i navode da disbalans u mišićnoj strukturi između dominantne i nedominantne noge iznad 10% može biti faktor koji doprinosi potencijalnom ozljeđivanju, dok Knappik i Ramos (23) navode da disbalans veći od 15% povećava mogućnost ozljede za 2.6 puta.

U ovom slučaju analiziran je proces oporavka nakon ozljede prednje ukrižene sveze 10 nogometaša. Nakon učinjene rekonstrukcije LCA-a Kenneth – Jonesovom metodom (kao zamjenska struktura korištena je tetiva musc. gracillis i musc. semitendinosus iste noge – slika 1.) proces rehabilitacije započeo je intenzivnom šestotjednom fizikalnom terapijom na odjelu za kineziološku dijagnostiku i terapiju u Daruvarskim toplicama i u mjestu prebivanja (nakon 3 tjedna fizikalne terapije).

Bitno je za naglasiti da je, uz suglasnost sportaša, primijenjen standardiziran postupak rehabilitacije, među ostalim i jačanje mišića stražnje strane natkoljenice, kojem je za cilj povratak u natjecateljsku formu, koji za ovaj oblik rekonstrukcije LCA – a predviđa 5,5 do 6 mjeseci da bi se implantat prihvatio i poprimio normalnu funkciju.

Cilj istraživanja je bio utvrditi promjene nastale na muskulaturi stražnje strane natkoljenice operiranog koljena kroz period od 6 tjedana. Također je bio cilj potvrditi pozitivan učinak agresivnog procesa rehabilitacije na što brži oporavak sportaša nakon operacije prednje ukrižene sveze.



Slika 1. Prikaz ekstrakcije implantata s mišića semitendinosusa i gracilisa.

Figure 1. Graft extraction from semitendinosus and gracilis muscles

(<http://www.anteriorcruciateligament.co.uk/Hamstring-Arthroscopic-Technique.html>)

METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno od 6. do 12. mjeseca 2008. g. u prostorijama centra za kineziološku dijagnostiku i rehabilitaciju u Daruvarskim toplicama za vrijeme samog procesa rehabilitacije.

Promjene nastale na mišićnoj strukturi evidentirane su tri tjedna od zaprimanja pacijenta kad je stručni tim procijenio da je muskulatura spremna na testiranje na Biodex System 3 (slika 2) izokinetičkom sustavu pri pasivnom modu kroz pokret fleksije potkoljenice.



Slika 2. Testiranje operirane noge na Biodex System 3 izokinetičkom sustavu

Figure 2. Testing of operated leg on Biodex System 3 isokinetic machine

Ova studija provedena je na 10 hrvatskih nogometaša životne dobi od 22 do 28 godina, koji su operirani na identičan način te na koje je primijenjen standardizirani proces rehabilitacije kasnije prikazan u tekstu.

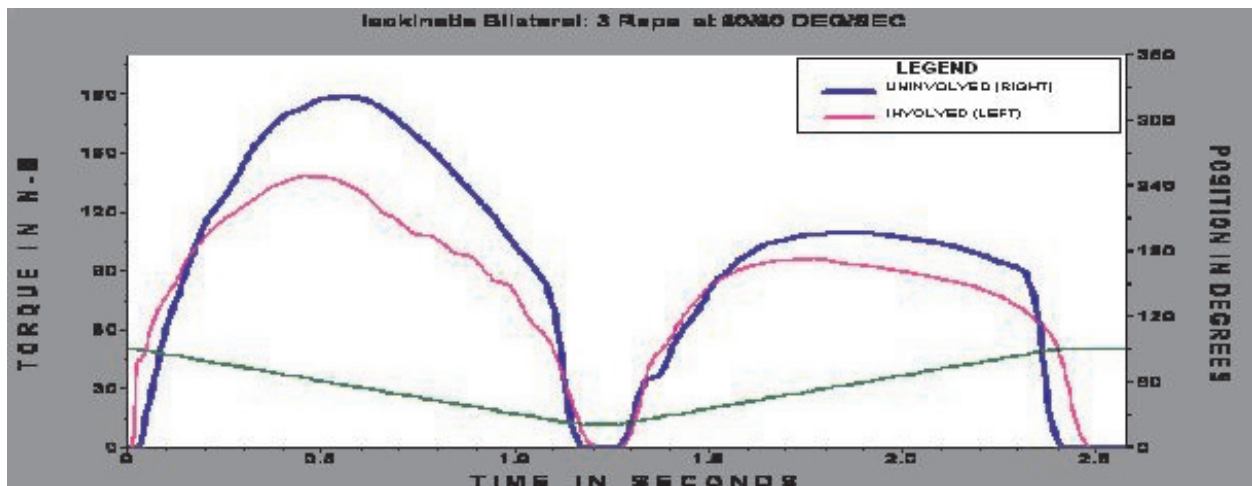
Analizirane su dvije varijable koje procjenjuju silu stražnje strane natkoljenice (pri 90 i 150 stupnjeva u sekundi pri pasivnom modu sprave).

Ispitanici su testirani u dvije vremenske točke kroz dvije varijable izražene u njutnmetrima (Nm):

- PTFO90 – maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice operirane noge pri 90 deg/sec.
- PTFO150 - maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice operirane noge pri 150 deg/sec.
- PTFO902 – maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice operirane noge pri 90 deg/sec. – prvo tranzitivno mjerenje
- PTFO1502 - maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice operirane noge pri 150 deg/sec. – prvo tranzitivno mjerenje

- PTFZ90 – maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice zdrave noge pri 90 deg/sec.
- PTFZ150 - maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice zdrave noge pri 150 deg/sec.
- PTFZ902 – maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice zdrave noge pri 90 deg/sec. – prvo tranzitivno mjerenje
- PTFZ1502 - maksimalni moment sile fleksijom potkoljenice zdrave noge pri 150 deg/sec. – prvo tranzitivno mjerenje

		EXTENSION 60 DEG/SEC			FLEXION 60 DEG/SEC		
#OF REPS (60/60):5		UNINVOLVED	INVOLVED	DERCIT	UNINVOLVED	INVOLVED	DERCIT
#OF REPS (180/180):5		RIGHT	LEFT		RIGHT	LEFT	
PEAK TORQUE	N-M	144,6	150.3	-3.9	78.9	89.5	-13.3
PEAK TQ/BW	%	206,8	215.0		112.9	127.9	
MAX REP TOT WORK	J	114,5	119.5	-4.4	65.6	71.1	-8.5
OOEFF.OFVAR	%	2.0	4.3		0.5	6.2	
AVG POWER	WATTS	98.6	96.6	2.1	57.8	62.5	-8.2
TOTAL WORK	J	334.3	334.1	0.0	193.5	208.7	-7.9
ACCELERATION TIME	MSEC	30.0	40.0		60.0	90.0	
ACCELERATION TIME	MSEC	180.0	140.0		120.0	130.0	
ROM	DEG	59.5	59.4		59.5	59.4	
AVG PEAK TQ	N-M	141.5	142.9		78.5	84.4	
AGON/ANTAG RATIO	%	54.6	59.5	G: 62.0			



Slika 3. Prikaz rezultata izokinetičkog testiranja
Picture 3. Display of isokinetic testing results

Sve analize izvršene su uz pomoć statističkog sustava *Statistica*, ver 5.0. u kojem je korištena multivarijatna analiza varijance (MANOVA) za procjenu ukupnih razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja, univarijatna analiza varijance (ANOVA) da bi se utvrdilo koje varijable utječu na tu razliku, a pomoću Studentovog t – testa za zavisne uzorke procijenjena je pojedinačna razlika između svake od varijabli iz prvog i drugog

mjerenja. Također, analizirana je pojedinačna razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja po ispitaniku. Kvalitativne promjene su analizirane pomoću korelativnih odnosa unutar inicijalnog i finalnog mjerenja te kros-korelacijama između oba mjerenja. Isto tako, kvalitativne promjene procijenjene su pomoću metode prve glavne komponente.

REZULTATI

Ispitanici su testirani pomoću Biodex System 3 izokinetičkog sustava. U ovom slučaju testiran je isključivo zglobni sustav koljena tj. mišići stražnje strane natkoljenice u pasivno - koncentričnom modu pri dvije kutne brzine (90 deg/sec. i 150 deg/sec.). Dvije različite

brzine se koriste da bi se smanjila mogućnost greške u procjeni funkcije. Poznato je da su više kutne brzine bolji pokazatelji funkcije zgloba pri bržim kretanjama kao što je trčanje, dok se sporija brzina koristi za procjenu snage većeg broja motoričkih jedinica (očituje se i pravilnijom krivuljom koja se koristi kao dobar pokazatelj funkcije mišića).

Tablica 1. Rehabilitacijski program nakon rekonstrukcije LCA – a (Kenneth – Jones)

Table 1. Rehabilitation program after ALC reconstruction (Kenneth – Jones method)

VRIJEME	VJEŽBE	FIZ. TERAPIJA	AKTIVNOSTI
1. tjedan	<ul style="list-style-type: none"> - fleksija po podlozi do 90° - ležanje na prsima na stolu s koljenom ispod ruba - odizanje pružene noge u svim smjerovima - kontrakcije kvadricepsa - statička aktivacija kvadricepsa pod kutevima od 90°, 60° i 40° - istezanje musc. biceps femoris - duga glava - balans daske sunožno u sjedu (pred kraj prvog tjedna) 	<ul style="list-style-type: none"> - kompresija i ortoza - krioterapija - kinetek - elektrostimulacija - frikcijska masaža - mobilizacija patele - laser - magnet - ultrazvuk 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbe za gornji dio tijela - plantarna i dorzalna fleksija - fleksibilnost
2. tjedan	<ul style="list-style-type: none"> - akt. i pas. fleksija po podlozi 0 do 105° - sobni bicikl s visokim sjedalom bez opterećenja - vježbe stabilizacije trupa - propriocepcija u stajanju s osloncem na rukama i u sjedu na jednoj nozi - vježbe OKL i ZKL za stražnju stranu natkoljenice - gore navedene vježbe 	<ul style="list-style-type: none"> - kompresija i ortoza - krioterapija - kinetek - elektrostimulacija - frikcijska masaža - mobilizacija patele - laser - magnet - ultrazvuk 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbe za ostale mišićne skupine - plantarna i dorzalna fleksija - fleksibilnost
3. tjedan	<ul style="list-style-type: none"> - izokinetičko testiranje (pasivni mod) - aktivna fleksija po podlozi 0 do 115° - dizanje noge u svim smjerovima (mali uteg) - propriocepcija sunožno - vježbe OKL i ZKL za stražnju stranu natkoljenice - bicikl - visoko sjedalo s malim opterećenjem - istezanje musc. biceps femoris 	<ul style="list-style-type: none"> - kompresija i ortoza - elektrostimulacija - laser - magnet - ultrazvuk 	<ul style="list-style-type: none"> - hod u ortozi bez štaka - hod uz stepenice - hod u vodi - vježbe za ostale mišićne skupine - fleksibilnost
4.-6. tjedan	<ul style="list-style-type: none"> - aktivna fleksija po podlozi 0 do 130° - bicikl s većim opterećenjem - OKL i ZKL za stražnju stranu natkoljenice (vanjsko opterećenje) - postupno uključivanje vježbi ZKL za kvadriceps (počućanj, klizanje uz zid, pozicioni ispad s osloncem rukama, itd) - razvoj fleksibilnosti - izokinetičko testiranje (pasivni mod) - postupno uključivanje vježbi ZKL za kvadriceps (počućanj, klizanje uz zid, pozicioni ispad s osloncem rukama, itd) - razvoj fleksibilnosti - izokinetičko testiranje (pasivni mod) 	<ul style="list-style-type: none"> - sauna - masaža - limfna drenaža - hidroterapija - PNF 	<ul style="list-style-type: none"> - hod bez ortoze i štaka - hod unazad - plivanje s laganom aktivacijom nogu (ne prsno) - vježbe za ostale MS - fleksibilnost

Legenda: OKL – otvoreni kinetički lanac, ZKL – zatvoreni kinetički lanac, MS – mišićne skupine, PNF – proprioceptivna neuromuskularna facilitacija

U tablici 1 prikazan je programirani proces oporavka od trenutka kad je pacijent primljen do 6-og tjedna kad je pacijent otpušten na samostalno vježbanje s kontrolom. Inicijalno testiranje se izvodilo tri tjedna nakon

zaprimanja pacijenta zbog zacjeljivanja mišićne strukture s koje je korišten implantat.

U tablici 2 prikazani su osnovni statistički parametri varijabli.

Tablica 2. Deskriptivna statistika
Table 2. Descriptive statistics

varijable	broj ispitanika	aritmetička sredina	minimum	maximum	standardna devijacija
PTFO90	10	50,56	28,9	104,5	20,08
PTFO902	10	81,76	58,6	114,0	17,94
PTFO150	10	37,77	20,9	51,6	9,18
PTFO1502	10	73,92	38,1	91,3	16,9
PTFZ90	10	101,48	63,2	136,1	21,45
PTFZ902	10	113,17	70,2	149,8	25,86
PTFZ150	10	78,14	37,4	118,3	21,23
PTFZ1502	10	96,71	42,1	137,8	30,22

Multivarijatna analiza varijance (MANOVA) između inicijalnog i finalnog mjerenja

Iz multivarijatne analize varijance (MANOVA) prikazane u tablici 3 vidljiva je statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog testiranja ($p = 0,00$).

Tablica 3. Multivarijatna analiza varijance (MANOVA) između inicijalnog i finalnog mjerenja
Table 3. Multivariate analysis of variance (MANOVA) between initial and final measurement

Wilksova lambda	Rao's R	Effect df	p-level
0,32	8,14	15	0,00

Legenda: Wilksova lambda – multivarijatna F vrijednost

temeljena na komparaciji varijance greške i varijance efekta; Rao's R – Raova F vrijednost; Effect df – stupnjevi slobode; p-level – razina značajnosti razlike

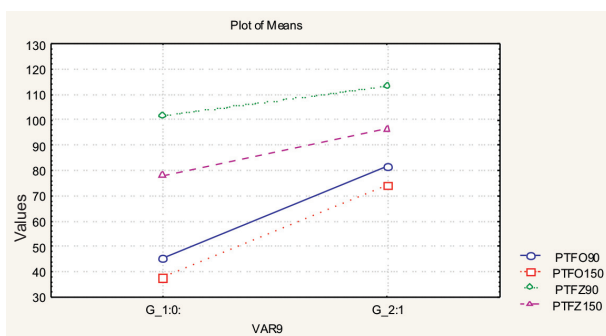
Univarijatna analiza varijance (ANOVA) između inicijalnog i finalnog mjerenja

Iz univarijatne analize varijance za zavisne uzorke prikazane u tablici 4 vidljivo je da postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja u dvije varijable koje procjenjuju silu mišića stražnje strane natkoljenice operirane noge, dok kod varijabli koje procjenjuju silu mišića stražnje strane natkoljenice zdrave noge vidljiva je promjena (slika 3), ali nije statistički značajna (tablica 3).

Tablica 4. Univarijatna analiza varijance (ANOVA) između inicijalnog i finalnog mjerenja
Table 4. Univariate analysis of variance (ANOVA) between initial and final measurement

	SS Effect	df Effect	MS Effect	F	p
PTFO90/ PTFO902	6694,14	1	6694,14	32,3	0,00
PTFO150/ PTFO1502	6534,11	1	6534,11	35,31	0,00
PTFZ90/ PTFZ902	683,28	1	683,28	1,21	0,29
PTFZ150/ PTFZ1502	1724,24	1	1724,24	2,53	0,13

Legenda: SS Effect – suma kvadrata između grupa; df Effect – broj stupnjeva slobode između grupa; MS Effect – SS Effect/df effect; F – MS Effect/MS Error, p – razina značajnosti razlike



Slika 4. Razlike aritmetičkih sredina inicijalnog i finalnog mjerenja

Figure 4. Differences between arithmetic middles of initial and final measurement

Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja operirane noge pri brzini od 90 deg/sec.

T – testom za zavisne uzorke utvrđena je razlika između inicijalnog i prvog tranzitivnog testiranja na Biodex System 3 izokinetičkom uređaju pri pasivnom modu ($t = -6,27$) pri pogrešci od 0,0015 (tablica 5). Prosječno povećanje vrijednosti je 76% u odnosu na inicijalno testiranje.

Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja operirane noge pri brzini od 90 deg/sec.

T – testom za zavisne uzorke utvrđena je razlika između inicijalnog i prvog tranzitivnog testiranja na Biodex System 3 izokinetičkom uređaju pri pasivnom modu ($t = -6,27$) pri pogrešci od 0,0015 (tablica 5). Prosječno povećanje vrijednosti je 76% u odnosu na inicijalno testiranje.

Tablica 5. Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja operirane noge pri brzini od 90 deg/sec.

Table 5. Differences between initial and final measurement at 90 deg/sec speed

N	Diff	St. Dev. Diff	t	df	p
10	36,59	18,45	6,27	9	0,0015

Legenda: Diff – razlika, ST. Dev. Diff – standardna devijacija razlike, t – Studentova t vrijednost, df – broj stupnjeva slobode, p – razina značajnosti pogreške

Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja operirane noge pri brzini od 150 deg/sec.

U tablici 5 prikazana je razlika između inicijalnog i prvog tranzitivnog testiranja pri kutnoj brzini od 150 deg/sec., koja je pokazatelj funkcije mišića pri bržim pokretima. Takva kutna brzina odgovara pokretu bržeg

hoda u zglobu koljena. Pogreška je 0,0016, a vrijednost t – testa za zavisne uzorke je -6,2. Prosječno povećanje vrijednosti je 97,3% što ukazuje na to da je ispitanicima bilo teže izvesti prvo testiranje pri velikoj kutnoj brzini kao što je 150 deg/sec.

Tablica 6. Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja operirane noge pri brzini od 150 deg/sec.

Table 6. Difference between initial and final measurement at 150 deg/sec speed

N	Diff	St. Dev. Diff	t	df	p
10	36,15	18,43	6,20	9	0,0016

Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja zdrave noge pri brzini od 90 deg/sec.

U tablici 7 vidljiva je statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog testiranja zdrave noge pri

kutnoj brzini od 90 deg/sec ($t = 2,75$, $p = 0,02$). Porast vrijednosti aritmetičkih sredina je 11% u odnosu na inicijalno testiranje.

Tablica 7. Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja zdrave noge pri brzini od 90 deg/sec.

Table 7. Difference between initial and final measurement of healthy leg at 90 deg/sec speed

N	Diff	St. Dev. Diff	t	df	p
10	11,69	13,43	2,75	9	0,02

Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja zdrave noge pri brzini od 150 deg/sec.

Razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja zdrave noge pri 150 deg/sec. ukazuje na to da je trend koji je zabilježen kod testiranja zdrave noge pri 90 deg/sec.

nastavljen i na ovom testiranju (tablica 8). Prosječno povećanje vrijednosti između inicijalnog i finalnog mjerenja je 19,3%, Studentova t vrijednost je 2,98, pogreška je 0,02.

Tablica 8. Razlika između inicijalnog i finalnog testiranja zdrave noge pri brzini od 150 deg/sec.

Table 8. Difference between initial and final measurement of healthy leg at 150 deg/sec speed

N	Diff	St. Dev. Diff	t	df	p
10	18,57	19,7	2,98	9	0,02

Razlika između zdrave i operirane noge u inicijalnom testiranju pri 90 i 150 deg/sec.

U tablici 9 vidljiva je očekivana značajna razlika između zdrave i operirane noge u pokretu fleksije potkoljenice pri 90 i 150 deg/sec. Pri 90 deg/sec.

Studentova t vrijednost je 7,01, a pogreška je 0,00. Dok pri 150 deg/sec. t vrijednost je 5,63, a pogreška je također 0,00. Pri 90 deg/sec. operirana noga je 44% vrijednosti zdrave noge, dok pri 150 deg/sec. operirana noga na 48% vrijednosti zdrave noge.

Tablica 9. Razlika između zdrave i operirane noge u inicijalnom testiranju pri 90 i 150 deg/sec.

Table 9. Difference between healthy and operated leg in initial measurement at 90 and 150 deg/sec speed

	N	Diff	St. Dev. Diff	t	df	p
PTFZ90/PTFFO90	10	56,31	25,4	7,01	9	0,00
PTFZ150/PTFFO150	10	40,37	22,66	5,63	9	0,00

Razlika između zdrave i operirane noge u finalnom testiranju pri 90 i 150 deg/sec.

U tablici 10 vidljiva je očekivana značajna razlika između zdrave i operirane noge u finalnom testiranju pri 90 deg/sec., dok pri 150 deg/sec. ta razlika nije značajna. Pri 90 deg/sec. Studentova t vrijednost je 3,77, a pogreška

je 0,00. Pri 150 deg/sec. pogreška je 0,07 što ukazuje da ne postoji statistički značajna razlika između operirane i zdrave noge na toj kutnoj brzini u pokretu fleksije potkoljenice. Pri 90 deg/sec. operirana noga je 72% vrijednosti zdrave noge, dok pri 150 deg/sec. operirana noga na 76% vrijednosti zdrave noge.

Tablica 10. Razlika između zdrave i operirane noge u finalnom testiranju pri 90 i 150 deg/sec.

Table 10. Difference between healthy and operated leg in final measurement at 90 and 150 deg/sec speed

	N	Diff	St. Dev. Diff	t	df	p
PTFZ902/PTFFO902	10	31,41	26,36	3,77	9	0,00
PTFZ1502/PTFFO1502	10	22,79	34,61	2,08	9	0,07

Analiza pojedinačnih razlika

Procjenom pojedinačnih razlika vidljivo je da su ukupne veće razlike nastale na operiranoj nozi (tablica 11, tablica 12). Detaljnom analizom tablice 12 vidljivo je da

su ispitanici pod rednim brojem 8 i 4 doživjeli najveća povećanja vrijednosti u finalnom mjerenju, dok je ispitanik pod rednim brojem 9 ostvario najveće promjene u varijabli 150 zdrave noge.

Tablica 11. Osnovni statistički parametri varijabli razlika

Table 11. Basic statistical parameters of variables of difference

	MEAN	MIN.	MAX.	ST.DEV.
R90O	36,59	15,0	70,7	18,45
R150O	34,55	7,3	76,4	17,86
R90Z	14,00	3,0	34,8	11,12
R150Z	17,55	-5,2	58,8	18,83

Tablica 12. Varijable razlike

Table 12. Variables of difference

	R90O	R150O	R90Z	R150O
1.	28,8	38,6	8,3	7,9
2.	25,0	36,2	7,0	4,4
3.	21,6	30,8	7,3	5,4
4.	65,1	76,4	13,0	25,8
5.	28,6	7,3	33,2	28,3
6.	15,0	23	3,0	3,5
7.	41,1	28,5	34,8	30,8
8.	70,7	45,7	13,7	15,8
9.	27,6	30,3	13,7	58,8
10.	42,5	28,7	6,0	-5,2

Kvalitativne promjene

U usporedbi korelacija u matricama korelacija inicijalnog i finalnog mjerenja (tablica 13 i 14) vidljiva je značajna promjena u korelaciji između varijabli operirane noge u prvog i drugom mjerenju (PTFO90 – PTFO150 = 0,45, PTFO902 – PTFO1502 = 0,90), dok je kod zdrave noge ta korelacija nebitno promijenjena (PTFZ90 – PTFZ150 = 0,85, PTFZ902 – PTFZ1502 = 0,87). U dijagonali korelacijske matrice je (tablica 15) vidljivo da

su kros-korelacije varijabli koje procjenjuju koncentričnu silu mišića stražnje strane natkoljenice operirane noge u niskim korelativnim odnosima s rezultatima istih u finalnom mjerenju (PTFO90 = 0,21, PTFO150 = 0,10), što govori da su se odnosi između inicijalnog i finalnog mjerenja bitno promijenili, dok kod varijabli koje procjenju tu istu silu zdrave noge korelativni odnosi su visoki i statistički značajni (PTFZ90 = 0,85, PTFZ150 = 0,76).

Tablica 13. Korelacijska matrica varijabli inicijalnog mjerenja
Table 13. Correlation matrices of initial measurement variables

	PTFO90	PTFO150	PTFZ90	PTFZ150
PTFO90	1	0,45	-0,22	-0,18
PTFO150	0,45	1	-0,08	0,06
PTFZ90	-0,22	-0,08	1	0,87
PTFZ150	-0,18	0,06	0,87	1

Tablica 14. Korelacijska matrica varijabli finalnog mjerenja
Table 14. Correlation matrices of final measurement variables

	PTFO902	PTFO1502	PTFZ902	PTFZ1502
PTFO902	1	0,90	0,32	0,29
PTFO1502	0,90	1	-0,04	0,00
PTFZ902	0,32	-0,04	1	0,85
PTFZ1502	0,29	0,00	0,85	1

Tablica 15. Korelacijska matrica varijabli inicijalnog i finalnog mjerenja (kros-korelacijska matrica)
Table 15. Correlation matrices of initial and final measurement variables (cros – correlation matrices)

	PTFO902	PTFO1502	PTFZ902	PTFZ1502
PTFO90	0,21	0,42	-0,35	-0,18
PTFO150	-0,14	0,10	-0,10	-0,07
PTFZ90	0,34	0,07	0,85	0,92
PTFZ150	0,38	0,14	0,79	0,76

Obradom matrice korelacija inicijalnog i finalnog mjerenja pomoću metode glavnih komponenti u oba mjerenja po GK kriteriju (λ veća ili jednaka 1) od 4 varijable u svakom mjerenju ekstrahirana su dva statistički značajna korijena matrice korelacija ili glavne komponente (tablica 14).

Kvalitativne promjene analizirane pomoću korelacijskih odnosa metodom glavnih komponenti ukazuju na povećanje vrijednosti prve glavne komponente ($\lambda_1 = 1,99, \lambda_2 = 2,19$). Razlika između prvog i četvrtog korijena u prvom mjerenju je 18,09, dok u drugom mjerenju ona iznosi 53,75.

Tablica 16. Statistički značajni korijeni matrice korelacija
Table 16. Statistically significant roots of correlation matrices

	inicijalno mjerenje	finalno mjerenje
λ_1	1,99	2,19
λ_2	1,38	1,62
λ_3	0,52	0,16
λ_4	0,11	0,04
razlika (λ_1/λ_4)	18,09	53,75

Legenda: λ =korijen matrice korelacija

RASPRAVA

Rehabilitacijski tijek se uvelike promijenio u posljednjih 15 – ak godina. Prijašnje mišljenje da je osnova svakog dobrog rehabilitacijskog procesa stabilan impalpat koji zahtjeva što manje stresa, rezultiralo je dugim periodima imobilizacije (2 do 3 tjedna) sa polaganim povratkom aktivnostima i postupnim povećavanjem amplitude pokreta, što je rezultiralo

povratkom u natjecateljsku aktivnost između 9 do 12 mjeseci od operacije uz nepotpunu funkciju mišića (22). Takvim konzervativnim procesom javljao se velik broj komplikacija poput krutosti zgloba, fibroze tkiva, nedostatka potpune ekstenzije i atrofije kvadricepsa (21). Zbog tih negativnih posljedica dolazi do preokreta i ubrzavanja procesa rehabilitacije koji za rezultat ima bržu restituciju funkcije mišića i amplitude pokreta, ali i očuvanje implantata (28).

Potrebe za bržim povratkom u natjecateljsku aktivnost skraćuju rehabilitacijske postupke. Shelbourne i Nitz opisuju ubrzani proces oporavka na većem broju ispitanika koji traje od 4 do 6 mjeseci. Tek kasnije saznaju da se jedan dio ispitanika odlučio za povratak u natjecateljsku aktivnost nakon 3 mjeseca od operacije, bez njihovog znanja i odobrenja. Iako ima veći broj pojedinačnih slučajeva (6), nema dovoljno informacija o kvaliteti implantata kod natjecatelja koji su se vratili u natjecateljsku aktivnost prije vremena.

Veliko povećanje vrijednosti u finalnom testiranju naspram inicijalnog testiranja je nastalo zbog izrazito malih prosječnih vrijednosti u inicijalnom testiranju koja koreliraju s nemogućnošću pokretanja zgloba i zahtjevom za mirovanjem zbog regeneracije tkiva nakon operacije.

Veće vrijednosti prve glavne komponente i veća ukupna razlika između prve i posljednje komponente u finalnom mjerenju znači da je povećan ukupni dio varijance koja odlazi na prvu komponentu, tj. da je nastupila određena homogenizacija rezultata u finalnom mjerenju.

Na pitanje zašto su vrijednosti zdrave neoperirane noge nogometaša porasle, može biti više odgovora. Najvjerojatniji je da su ispitanici zbog imobilnosti operirane noge veći dio težišta tijela prenijeli na zdravu nogu i na taj način natjerali ju na dodatan rad koje je rezultirao povećanjem vrijednosti. Druga opcija je da se dogodila negativna neuromišićna adaptacija koja predstavlja princip gdje impuls koji neurotransmiteri iz centralnog živčanog sustava šalju u operiranu nogu pri vježbama bilateralno grana te inervira dodatno i zdravu nogu. Treća opcija je da se dogodila adaptacija na testiranje koja je prepoznata od strane autora kad je riječ o testiranju na izokinetičkim uređajima. Bitno je napomenuti da niti jedna opcija ne isključuje drugu (5).

Vrijednosti potvrđuju da je u ovom slučaju protokol za oporavak funkcije stražnje strane natkoljenice učinkovit i već u šestom tjednu od operacije mišić *musculus biceps femoris* i sinergisti dolaze do maksimalnih vrijednosti s obzirom na zdravu nogu, koja u ovom slučaju predstavlja referentnu vrijednost. Takav proces omogućuje daljnji razvoj kvadricepsa čim se ostvare

uvjeti za njegovo jačanje koji ne opterećuju operirano koljeno.

ZAKLJUČAK

Analiza ovih slučajeva predstavlja ogledni primjer procesa reabilitacije nakon operativne rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta. Proces u kojem je odmah nakon otpuštanja iz bolnice započelo invazivno korištenje svih dopuštenih elemenata za što brži oporavak i povratak u natjecateljski nogomet. Fizikalna terapija je uključivala hidroterapiju (kontrastne kupke- naizmjenično toplo-hladno, podvodnu masažu, sjedeće kupke, ovoje i obloge, kabinu s vlažnim zrakom, saunu), krioterapiju, terapijski ultrazvuk, laser, elektrostimulaciju, elektromagnetoterapiju i masažu u kombinaciji s kineziterapijskim vježbanjem na dnevnoj bazi, sportaš je bio aktivan i do 9 sati.

Smanjenjem obujma fizikalne terapije povećan je obujam aktivacije svih mišićnih skupina presudnih za stabilnost koljenskog zgloba. Prvo okolnih mišićnih skupina, zatim mišića fleksora, a na kraju i mišića ekstenzora potkoljenice. Kao što je spomenuto u uvodu, proces rehabilitacije nakon ovakve operacije traje od 5,5 do 6 mjeseci. Vidljiva razlika između inicijalnog i prvog tranzitivnog testiranja ukazuju na pravilnost oporavka mišićnih funkcija. Rezultati ovog testiranja ukazuju na prednosti rada i testiranja na izokinetičkom sustavu koji omogućuje konstantnu kontrolu i korekciju deficitarnih segmenata mišićnih funkcija (13, 26).

Kvantitativno i kvalitativno praćenje procesa oporavka je rijetkost nakon operacije prednje ukrižene sveze zbog kompleksnosti same operacije i nemogućnosti za testiranjem većeg broja ljudi radi nestandardiziranih uvjeta testiranja i procesa rehabilitacije.

Potreba za ranim kvantificiranjem sile mišića nakon operacije LCA –a je nužna kao osnova daljnjeg procesa rehabilitacije, a mjerenje sile mišića stražnje strane natkoljenice pasivnim modom sprave je prvo moguće izokinetičko mjerenje koje ne uzurpira funkciju koljena i ne otežava sam proces rehabilitacije, a daje dovoljno informacija o funkciji mišića fleksora potkoljenice koji su stabilizatori koljena.

Literatura

1. Aagaard P, i sur. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J of Sports Med* 1998; 26: 231–7.
2. Agre JC, Baxter TL. Musculoskeletal profile of male collegiate soccer players. *Archives of Phys Med and Rehab* 1987; 68: 147–50.
3. Bašćevan S, Janković S, Bašćevan, A. Izokinetička sila mišića - dijagnostički pristup. U „Kondicijska priprema sportaša“, zbornik radova. Jukić, Milanović, Gregov (ur.). Zagreb 2008: 164–7.
4. Bašćevan S, Janković S, Bašćevan, A. Rehabilitacija nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze. Kondicijski trening, Zagreb 2008; 6.(2): 61–4.
5. Bašćevan S, Knjaz D, Bašćevan A. Analiza razlika nekih izokinetičkih pokazatelja kod vrhunskih nogometaša. *HŠMV*. Zagreb 2007; 22 (2): 86–90.
6. Bašćevan S, Martinčević I, Rodić S. Analiza procesa rehabilitacije koljena vrhunskog nogometaša – analiza slučaja 2010. U tisku.
7. Capranica L i sur. Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *J of Sports Med and Phys Fit* 1992; 32: 358–63.
8. Charteris J, Goslin B. The effects of position and movement velocity on isokinetic force output at the knee. *J of Sports Med and Phys Fit* 1982; 22: 154–60.
9. Chin MK i sur. Cardiorespiratory fitness and isokinetic muscle strength of elite asian junior soccer players. *J Sports Med Phys Fit* 1994; 34: 250–7.
10. Cochrane, J. L. i sur. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *J of Sci and Med in Sport* 2007, vol. 10, str. 96–104.
11. Coldwells A, Atkinson G, Reilly T. Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics* 1994; 37: 79–86.
12. Coleman AE. Physiological characteristics of major league baseball players. *Phys and Sportsmed*, 1982; 10: 51–7.
13. Dubravčić-Šimunjak S, Pećina M, Kuvalja S, Šučur Ž. Cybex - izokinetička mjerenja funkcionalnog statusa zglobova. *HŠMV* 1997; 12: 80-91.
14. Edwards AM. Comparison of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise. *J of Orthop and Sports Phys Ther* 1981; 3: 48–56.
15. Ekstrand J, Gillquist J. Frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *Am J of Sports Med* 1982; 10: 75–8.
16. Ekstrand J, Gillquist J. Soccer injuries and their mechanisms. *Med and Sci in Sports and Exercise* 1983; 15: 267–70.
17. Fowler NE, Reilly T. Assessment of muscle strength asymmetry in soccer players, U: e.j. Lovesey, ur. Taylor and Francis, *Contemporary Ergonomics*, London 1993; 327–32.
18. Goslin BR, Charteris J. Isokinetic dynamometry: normative data for clinical use in lower extremity (knee) cases. *Scandinavian J of Rehab and Med* 1979; 11: 105–9.
19. Grace TG, Sweetser ER i Nelson MA. Isokinetic muscle imbalance and knee – joint injuries. *J of Bone and Joint Surg* 1984; 66: 734–9.
20. Hašpl M. Plastika prednjeg ukriženog ligamenta koljenskog zgloba modificiranom metodom „Kenneth Jones“. *HŠMV* 1993; 8: 89–92.
21. Huegel i Indelicato. Trends in anterior cruciate ligament rehabilitation. *Clin Sports Med* 1988; 7: 801–11.
22. Kasović M. Biomehanička dijagnostika rekonstrukcije prednje ukrižene sveze. (Doktorska disertacija). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2008.
23. Kvist, J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Sports Med* 2004; 34 (4): 270–80.
24. Knapik J, Ramos M. Isokinetic and isometric torque relationship in the human body. *Archives of Phys Med and Rehab* 1980; 61: 64–7.
25. Knapik J i sur. Pre-season strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J of Sports Med* 1991; 19: 76–81.
26. Pećina M i suradnici. *Športska medicina*. Medicinska naklada, Zagreb 2004.
27. Rahnema N i sur. A comparison of musculoskeletal function in elite and sub-elite English soccer players. In Marfell-Jones, ur. *Kinanthropometry VIII*, London, Routledge 2003; 151–64.
28. Shelbourne, K.D., Nitz, P. Accelerated rehabilitation process after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J of Sports Med* 1990; 18: 292–9.
29. Smodlaka V. Rehabilitating the injured athlete. *Phys and Sportsmed* 1977; 5: 43–52.
30. Squires, N.A., West, R.V., Harner, C.D. Anterior cruciate ligament reconstruction: general considerations. U *Surgical Techniques in Sports Medicine*. Ur. Ellatrache, N. S., Harner, C. D., Mirzayan, R., Sekiya, J. K. Izdavač: Lippincott, Williams i Wilkins 2007.
31. Wilhite MR, Cohen ER i Wilhite SC. Reliability of concentric and eccentric measurements of quadriceps performance using the kin – com dynamometer: the effect of testing order for three different speeds. *J of Orthopaedic and Sports Phys Ther* 1992; 15: 175–182.
32. <http://www.anteriorcruciateligament.co.uk/HamstringArthroscopicTechnique.html>. S mreže skinuto 01.12.2010.