

Okluzijski trening i njegova primjena u nogometu

Šalaj, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:265:969237>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Kinesiology Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Josip Šalaj

**OKLUZIJSKI TRENING I NJEGOVA PRIMJENA U
NOGOMETU**

Završni rad

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Josip Šalaj

**OKLUZIJSKI TRENING I NJEGOVA PRIMJENA U
NOGOMETU**

Završni rad

Kolegij: Osnovne kineziološke transformacije

JMBAG: 0267039433

e-mail: jsalaj@kifos.hr

Mentor: doc. dr. sc. Josip Cvenić

Sumentor: dr. sc. Hrvoje Ajman

Osijek, 2021.

University Josip Juraj Strossmayer of Osijek
Faculty of Kinesiology Osijek
Undergraduate university study of Kinesiology

Josip Šalaj

OCCLUSAL TRAINING AND ITS APPLICATION IN SOCCER

Osijek, 2021.

IZJAVA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je Završni (navesti vrstu rada: završni / diplomski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Kineziološkog fakulteta Osijek, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju „Narodne novine“ broj 123/03., 198/03., 105/04., 174/04., 2/07.-Odluka USRH, 46/07., 63/11., 94/13., 139/13., 101/14.-Odluka USRH, 60/15.-Odluka USRH i 131/17.).
3. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta: Josip Šalaj

JMBAG: 0267039433

e-mail za kontakt: jsalaj@kifos.hr

Naziv studija: Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Naslov rada: Okluzijski trening i njegova primjena u nogometu

Mentor završnog rada: doc. dr. sc. Josip Cvenić

Sumentor: dr. sc. Hrvoje Ajman

U Osijeku, 20. 9. 2021. godine

Potpis Josip Šalaj

Okluzijski trening i njegova primjena u nogometu

SAŽETAK

Primarni cilj ovoga rada je definirati okluzijski trening, nabrojati njegove karakteristike te opisati kako ga sigurno koristiti te provjeriti njegovu primjenu u različitim područjima.

Okluzijski trening je način treniranja u kojem se elastičnom vrpcom ili nekom drugom vrstom podveze koja ima mogućnost napuhivanja tlaka ograniči protok krvi kroz ekstremitet. Točnije, ograniči se arterijski protok, dok se venski protok u potpunosti zaustavi. Najčešći tlak koji se koristi u vrpcama iznosi 140-180 mmHg. Iako se može primjenjivati samostalno, okluzijski trening najčešće dolazi u raznim kombinacijama s ostalim treninzima. To su na primjer, okluzijski trening uz trening snage s niskim opterećenjima, intervalni visoko intenzivni treninzi uz ograničavanje protoka krvi, intervalni treninzi umjerenog intenziteta uz ograničavanje protoka krvi i slično. Glavna karakteristika okluzijskog treninga je da se uz treninge nižih intenziteta mogu postići rezultati neznatnih razlika u odnosu na treninge puno većih intenziteta. To je posebno zanimljivo i pogodno u rehabilitaciji gdje pacijenti često neće moći izvoditi vježbe s optimalnim opterećenjima radi svoje ozljede, no tada je vrlo koristan okluzijski trening koji će uz niske intenzitete polučiti rezultate izazvane optimalnim opterećenjem. Osim u rehabilitaciji okluzijski trening ima svoju ulogu i kod zdravih, treniranih sportaša te i njima može poslužiti u poboljšanju njihovih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti.

Ključne riječi: okluzijski trening, ograničavanje protoka krvi, rehabilitacija, sport, sposobnosti

Occlusal training and its application in soccer

Abstract

The primary goal of this paper is to define occlusal training, list its characteristic and describe how to use it safely and check its application in different areas.

Occlusal training is a method of training in which the blood flow through the extremity is restricted by elastic band or some other type of tourniquet that has the ability to inflate pressure. Specifically, arterial blood flow is restricted, while venous flow is completely stopped. The most common pressure used in cuffs is 140-180 mmHg. Although it can be applied on its own, occlusal training most often comes in various combinations with other trainings. These are, for example, occlusal training with strength training with low loads, interval high intensity training with blood flow restriction, interval training of moderate intensity with blood flow restriction and similar to that. The main characteristic of occlusal training is that with training of lower intensities, the result of insignificant differences can be achieved in relation of trainings with much higher intensities. This is especially interesting and convenient in rehabilitation where patients will often not be able to perform exercises with optimal loads due to their injury, but then is very useful occlusal training which will produce results caused by optimal load at low intensities. Apart from rehabilitation, blood flow restriction training also has a role to play in healthy, well-trained athletes and can also be used to improve their motor and functional abilities.

Keywords:

SADRŽAJ

1. UVOD.....	8
1.1. SIGURNOST KORIŠTENJA OKLUZIJSKOG TRENINGA.....	8
1.1.1. Nastajanje krvnih ugrušaka	9
1.1.2. Nastajanje mišićnih oštećenja	9
1.1.3. Refleks neuobičajenog tlaka tijekom vježbanja	10
1.1.4. Provođenje živaca.....	10
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	11
3. RASPRAVA.....	15
3.1. OKLUZIJSKI TRENING U REHABILITACIJI	15
3.1.1. Okluzijski trening u postoperativnoj rehabilitaciji.....	16
3.2. OKLUZIJSKI TRENING U SPORTU.....	17
3.2.1. Prilagodbe u izdržljivosti sportaša primjenom okluzijskog treninga	18
3.3. PRIMJENA OKLUZIJSKOG TRENINGA U NOGOMETU	20
3.3.1. Utjecaj okluzijskog treninga na aerobne sposobnosti nogometaša	21
3.3.2. Specifični nogometni trening uz ograničavanje protoka krvi.....	23
4. ZAKLJUČAK	24
5. LITERATURA	25

1. UVOD

Okluzijski trening ili popularnijeg naziva „blood flow restriction training“ je metoda treniranja koja je nastala u Japanu, šezdesetih godina prošlog stoljeća. Izumio ju je Yoshiaki Sato i nazvao ju KAATSU trening. U svijetu tjelesnog vježbanja i sporta dobro je poznata činjenica da je za hipertrofiju mišića najučinkovitiji trening snage sa dodatnim otporom, odnosno opterećenjem. Za kvalitetne učinke takvog treninga potreban je rad na intenzitetu 60-80% od individualnog jednog maksimalnog ponavljanja (1-RM). Nažalost, ozljede su sastavni dio rekreativnog ili profesionalnog vježbanja, odnosno bavljenja sportom i većina sportaša doživjela je nekakvu vrstu ozljede, koja se dogodila na sportskim borilištima ili u svakodnevnom životu te im je narušila uobičajeno treniranje i bavljenje sportom. Nije bitno radi li se o ozljedama koje zahtijevaju operativni zahvat ili su one pak kroničkog ili akutnog karaktera, zajednički problem svih ozljeda je da vrlo brzo dolazi do opadanja sposobnosti mišića i atrofije, a ozljeda onemogućava sportaša da trenira intenzitetom koji je optimalan za njega i njegovo tijelo. U takvoj situaciji od velike pomoći može biti okluzijski trening, odnosno KAATSU trening. Okluzijski trening djeluje na način da se mišić podveže, ručno ili pneumatski napuše tlak, sa vrpcom koja će onemogućiti venski protok krvi kroz mišić, ali će propuštati arterijski protok krvi i u takvim uvjetima kada se mišić optereti intenzitetom 20-40% od 1-RM učinak na hipertrofiju i snagu mišića bit će isti ili neznatno manji kao kada se vježba intenzitetom 60-80% od 1-RM. Upravo iz toga razloga je ova metoda treniranja popularna u rehabilitaciji i među populacijskim grupama koje uslijed nastanka ozljede moraju pokušati sačuvati svoju mišićnu masu, no okluzijski trening je relativno nova metoda treniranja i njegova šira primjena u sportu tek čeka svoja istraživanja koja će donijeti svakodnevnu upotrebu okluzijskog treninga. Za sada, najbitnije je, da okluzijski trening sa malim opterećenjima dokazano povećava razinu snage i hipertrofije mišića (Loenneke, 2012).

Ovaj završni rad će uz definiciju i povijest nastanka okluzijskog treninga, opisati i njegovu primjenu u rehabilitaciji i sportu poglavito nogometu.

1.1. SIGURNOST KORIŠTENJA OKLUZIJSKOG TRENINGA

Prilikom primjene okluzijskog treninga treba obratiti pozornost da se koriste provjerene i odgovarajuće trake za takvu metodu treninga (Slika 1). Traka se postavlja proksimalno na ekstremitet i osnovni princip djelovanja je okluzija, odnosno ograničavanje venskog protoka na

treniranom ekstremitetu (Abe, 2006). Samim djelovanjem okluzijskih traka pojavile su se različite nuspojave nakon primjene okluzijskog treninga.



Slika 1. Kaatsu uređaj

Izvor: (<https://www.kaatsublog.com/>)

1.1.1. Nastajanje krvnih ugrušaka

Početne nedoumice vezane za okluzijski trening bile su povezane s nastajanjem trombova, odnosno krvnih ugrušaka. No, provedena su razna ispitivanja na zdravim osobama i na starijim osobama s određenim srčanim manama i pokazalo se da nema nikakvih promjena u krvnim markerima za stvaranje tromba ili intravaskularnih ugrušaka (Clark i sur., 2011; Madarame i sur., 2013). Također, provedene su dvije ankete na gotovo 13 tisuća ispitanika koji su koristili okluzijski trening i pokazalo se da su šanse za dobivanje duboko venske tromboze manje od 0.06% i za plućnu emboliju manje od 0.01% (Nakajima i sur., 2006; Patterson i sur., 2017).

1.1.2. Nastajanje mišićnih oštećenja

Iz već navedenih anketa zaključak je da je učestalost pretjeranog mišićnog oštećenja tijekom izvođenja okluzijskog treninga manja od 0.01%, stoga se može dokazano reći da je rizik od prekomjernog mišićnog oštećenja minimalan. No, da bi se taj rizik smanjio na

minimalne razine potrebno je određeno znanje u planiranju i programiranju treninga, točnije za ovu temu bitnije, doziranje opterećenja. Uspoređujući maksimalnu ekscentričnu kontrakciju sa okluzijskim treningom niskog opterećenja do otkaza, kod netreniranih vježbača, došlo je do podjednakih iznosa mišićnog oštećenja uzrokovanog tjelesnim vježbanjem (Takarada i sur., 2000; Sieljacks i sur., 2016). S tim zaključkom proizlazi da je doziranje opterećenja iznimno bitno jer neadekvatno opterećenje, pogotovo ako trening sadrži veliki broj ekscentričnih kontrakcija i vježbi do otkaza, može dovesti do pretjeranog mišićnog oštećenja i kasnog početka mišićne upale. Takve posljedice treninga kod svakog vježbača trebale bi nestati u roku od 24 do 72 sata, ali ipak treba biti oprezan i izbjegavati takva opterećenja ukoliko se radi sa kliničkom populacijom ili netreniranim osobama.

1.1.3. Refleks neuobičajenog tlaka tijekom vježbanja

Dodatne nedoumice u vezi okluzijskog treninga s malim opterećenjima nastale su zbog mogućnosti povećanog refleksa tlaka prilikom vježbanja (EPR – exercise pressure reflex). To je pojava koja doprinosi kardiovaskularnim promjenama, tijekom vježbanja, iz autonomnog živčanog sustava. Smatra se da, krv koja ne dolazi do aktiviranih mišića može dovesti do kardiovaskularnih komplikacija i povišenog krvnog tlaka. Rizik je povećan kod populacije koja je naizgled zdrava, ali ima određenih srčanih mana, dijagnosticiranu hipertenziju ili bolest perifernih arterija. Kod takvih osoba, tijekom vježbanja, dolazi do pretjerane aktivnosti simpatičkog živčanog sustava (Spranger i sur., 2015) i briga kako bi moglo doći do potencijalnih komplikacija je sasvim opravdana.

1.1.4. Provođenje živaca

Posljednja nuspojava koja stvara zabrinutost vezano za okluzijski trening s malim opterećenjem je utrnulost. Vrlo često je povezano sa neadekvatnom postavkom trake u kojoj je previsoki tlak, što rezultira pritiskom na periferne živce. Učestalost je vrlo mala, manja od 2% i prolaznog je karaktera (Nakajima i sur., 2006). Korištenje odgovarajuće opreme i adekvatno postavljanje iste je dovoljno za izbjegavanje ovakve vrste nuspojava.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Lejkowski i sur. (2011) su analizirali i testirali ubrzani program rehabilitacije koljena nakon operacije koji je sadržavao uobičajene rehabilitacijske postupke za taj proces i još je nadopunjen s okluzijskim treningom, odnosno ograničavali su protok krvi i koristili mala opterećenja. Analizu su proveli na devetnaestogodišnjoj igračici nogometa koja je doživjela rupturu prednjeg križnog ligamenta u desnom koljenu te je podvrgnuta operacijskom zahvatu za rekonstrukciju istoga. Za ograničavanje protoka krvi koristili su uređaj za mjerenje krvnog tlaka kojeg bi napuhali do željene razine. U prvim danima nakon operacije postavili bi proksimalno na ekstremitet uređaj i samo metodom napuhivanja i otpuštanja su pokušali dobiti željeni efekt, bez dodatnih vježbi. Nakon četvrtog dana poslije operacije na prijašnju metodu počeli su dodavati i razne vježbe, poput, ekstenzije koljena od 90 do 40 stupnjeva i „heel slides“ u ležećem položaju. Ekstenzitet vježbe je bio 2 serije po 20 ponavljanja, a odmor između serija 30 sekundi, a između vježbi 5 minuta. Kako je vrijeme odmicalo dodavani su manji otpori kao što je elastična guma, sve dok sportašica nije bila u mogućnosti izvesti vježbe čučnja i iskoraka. Prvi cilj ovog istraživanja je utvrditi djeluje li ovakva metoda rehabilitacije na održavanje mišićne mase nakon operacijskog zahvata. Stoga je izmjeren obujam natkoljenice i potkoljenice prije operacije i više puta poslije operacije, točnije svaka tri tjedna. Prije operacije obujam bedra sportašice iznosio je 36cm, a obujam lisnog mišića 32cm. Nakon 12 tjedana rehabilitacije obujam bedra bio je 36.5cm, a obujam lista 32.5cm, dok se funkcionalnost koljena u potpunosti uspostavila. Ovaj slučaj pokazao je da ovakva metoda rehabilitacije može biti učinkovita za održavanje mišićne mase poslije operacije i vraćanje funkcije koljena nakon 12 tjedana, ali potrebno je više istraživanja kako bi se to potvrdilo i počelo koristiti u svakodnevnoj rehabilitaciji.

Iversen i sur. (2016) su proveli istraživanje kojem je cilj u prvih 16 dana nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta primjenjivati okluzijski trening na pacijente kako bi utvrdili pomaže li takva vrsta treninga u smanjivanju gubitka mišićne mase i mišićne snage. Da bi to postigli, proveli su istraživanje na 24 pacijenta, od kojih su svi bili fizički aktivni i zadobili su ozljedu baveći se sportom. Ispitanici su bili stari između 18 i 40 godina i nasumično su podijeljeni u dvije grupe po 12 ljudi, koje čine 7 muškaraca i 5 ženskih osoba. Jedna grupa je bila okluzijska grupa, a druga je kontrolna grupa. Njihova hipoteza bila je da će okluzijska grupa imati manju redukciju mišićne mase u kvadricepsu uspoređujući s kontrolnom grupom.

Magnetska rezonanca i mjerenja su provedena dva dana prije operacije i šesnaest dana poslije operacije. Dva dana prije operacije nije bilo statističkih značajnih razlika među grupama. Dva dana poslije operacije grupe su započele s programom rehabilitacije. Jedina razlika u programu je što je okluzijska grupa koristila vrpču za ograničavanje protoka krvi, dok je kontrolna odrađivala vježbe bez ograničavanja protoka krvi. Magnetska rezonanca 16 dana nakon operacije pokazala je statistički značajne razlike u smanjenju mišićne mase u obje grupe. Snimka dobivena na 40% dužine femura prema referentnoj točki lateralne linije zgloba koljena pokazala je redukciju kvadricepsa za $-9.7 \pm 1.0 \text{ cm}^2$ kod okluzijske grupe i $-9.2 \pm 0.8 \text{ cm}^2$ kod kontrolne grupe. Snimka magnetske rezonance sa sredine femura pokazala je smanjenje kvadricepsa za $-13.7 \pm 0.9 \text{ cm}^2$ kod okluzijske grupe, dok je kod kontrolne grupe smanjenje bilo za $-11.5 \pm 0.7 \text{ cm}^2$. Prosječna promjena u kvadricepsu kod okluzijske grupe iznosila je $-13.8\% \pm 1.1\%$, a kod kontrolne $-13.1\% \pm 1.0\%$. Analizirajući posebno muškarce i žene, nema statistički značajnih razlika između spolova kada je riječ o gubitku mišićne mase. Glavni zaključak ovog istraživanja je da se korištenjem okluzijskog treninga, tijekom prvih 16 dana nakon operacije prednjeg križnog ligamenta, neće uspjeti smanjiti gubitak mišićne mase u populaciji sportaša.

Yasuda i sur. (2017) su proveli nacionalnu anketu u kojoj su ispitali korištenje i sigurnost okluzijskog, tj. KAATSU treninga. Da bi uspješno proveli tu anketu, pomogla im je Japanska zajednica za KAATSU trening. Voditelji i instruktori KAATSU treninga u toj zajednici prosljedili su online anketu svojim članovima i rok za predaju bio je dva mjeseca. Prikupili su podatke od 232 ustanove, od kojih se 108 klasificira kao „osobni treneri i KAATSU instruktori“, 55 kao „sportski i fitness klubovi“, 25 kao „rehabilitacijske ustanove“ i pod ostalo su spadale ustanove koje su poticale dijetu, trening tijela i slično. Autori ankete svakoj ustanovi su slali sadržaj u kojem su bili različiti simptomi koje su vježbači mogli doživjeti tijekom i nakon primjene okluzijskog treninga. Većina ustanova dobila je značajna poboljšanja u efektima treninga korištenjem okluzijskog treninga, iako bilo je rezultata koji su pokazivali određene minimalne simptome uslijed primjene okluzijske metode treninga, no ipak nije bilo ozbiljnijih simptoma koji bi ugrozili korištenje KAATSU treninga. Uzimajući u obzir rezultate ankete i činjenicu da se KAATSU trening značajno više počeo koristiti u posljednjih 10 godina, može se zaključiti da svaka ustanova koja ima stručnu osobu koja temeljno poznaje zakonitosti KAATSU treninga, od kojeg dokazano vježbači mogu proizvesti mnogo pozitivnih efekata, može mirno i bezbrižno provoditi ovakvu vrstu treninga bez obzira na dob, spol i kondicijsku pripremljenost vježbača.

Amani i sur. (2018) su proveli istraživanje u kojem su ispitivali učinkovitost okluzijskog intervalnog treninga na aerobne funkcionalne sposobnosti mladih nogometaša tijekom tranzicijskog perioda u periodizaciji. U ovom istraživanju sudjelovalo je 28 mladih nogometaša i nasumično su podijeljeni u tri grupe: kontrolna grupa, intervalna grupa bez korištenja okluzije (IGBO) i intervalna grupa s primjenom okluzijskih principa (IGO). Trening protokol trajao je dva tjedna i u svakom je bilo četiri treninga, dok je razlika bila da su nogometaši u prvom tjednu trčali dionice od 400m u tri serije, a u drugom tjednu su trčali iste dionice u četiri serije. Odmor između serija bio je 60-80 sekundi. Intenzitet treninga postavljen je na oko 60-70% maksimalne srčane frekvencije. Rezultati istraživanja su pokazali da postoje značajne razlike u stopi percipiranog umora (RPE) na razini $p < 0.05$ za sve tri grupe [$F(2,25) = 7.243$, $p = 0.003$]. Uspoređujući rezultate nakon istraživanja, došlo se do zaključka da je zbroj RPE-a kontrolne grupe značajno različit, nego u ostale dvije grupe. Nije zabilježena značajna razlika između IGBO i IGO grupa. Uspoređujući rezultate, koristeći t-test, prije i nakon istraživanja utvrđena je značajna razlika u zbroju RPE-a kod IGO grupe $t(9)=2,689$, $p=0.025$ i kod kontrolne grupe $t(9)=2,828$, $p=0.022$, dok kod IGBO grupe nisu zabilježene značajne razlike u rezultatima prije i poslije istraživanja. Drugi parametar koji se pratio bio je maksimalni primitak kisika (VO_{2max}). Statistička analiza pokazala je da postoje značajne razlike u maksimalnom primitku kisika na razini $p < 0.05$ za sve tri grupe [$F(2,25) = 13.349$, $p = 0.000$]. Usporedba poslije istraživanja pokazala je značajne razlike u VO_{2max} kontrolne grupe, dok u grupama IGBO i IGO nije bilo značajnih razlika u maksimalnom primitku kisika. Uspoređujući rezultate prije i poslije istraživanja, koristeći t-test, rezultati su pokazali značajnu razliku u maksimalnom primitku kisika kod IGO grupe $t(9) = -3.721$, $p=0.005$ i kod kontrolne grupe $t(9)= 3.464$, $p=0.009$. Kod IGBO grupe nisu zamijećene značajne razlike. Zaključak istraživanja je da tradicionalni trening trčanja kombiniran sa ograničavanjem protoka krvi može pomoći u unaprjeđivanju aerobnih funkcionalnih sposobnosti, kao i stope percepcije umora i maksimalnog primitka kisika.

Kakhak i sur. (2020) su proveli istraživanje u kojem su ispitivali utjecaj nogometnog treninga sa ograničenim protokom krvi na fizičku izvedbu mladih sportaša. Devetnaest poluprofesionalnih nogometaša nasumično je podijeljeno u dvije grupe: uobičajeni nogometni trening (NT; $n = 9$) i nogometni trening s ograničavanjem protoka krvi (NTOPK; $n = 10$). Obje grupe izvodile su slične vježbe tijekom 6 tjedana pripremnog perioda. Treninzi su uključivali specifične nogometne vježbe, „small-sided“ igre, vježbe pliometrije i kontinuirana trčanja. Prije i poslije istraživanja igračima je procijenjena snaga i izdržljivosti noge u ekstenziji, test čučanj-

skok, sprint 40 yardi, brzina promjene smjera kretanja, aerobna izdržljivost i specifična nogometna izdržljivost tijekom izvođenja driblinga. Značajno veći napredak zapažen je kod grupe NTOPK u odnosu na grupu NT u testu mišićne izdržljivosti ($74.8 \pm 34.1\%$ vs. $4.0 \pm 14.6\%$), sposobnosti promjene smjera ($8.1 \pm 3.7\%$ vs. $2.8 \pm 4.7\%$), i aerobne ($54.1 \pm 19.6\%$ vs. $24.7 \pm 27.2\%$) i specifične nogometne izdržljivosti ($58.4 \pm 19.6\%$ vs. $22.7 \pm 10.2\%$). Provedeni testovi za maksimalnu snagu, skokove i sprint nisu pokazali značajne razlike među grupama. Ovi rezultati dokazuju da timski sportski trening u kombinaciji s ograničavanjem protoka krvi poboljšava fizičke kapacitete koji su povezani sa sportskom izvedbom mladih nogometaša. Ovakva vrsta primjene okluzijskog treninga može poboljšati adaptacijske karakteristike mišića, bez da se dodatno vrijeme treninga odvaja za unaprjeđenje mišićne kvalitete.

3. RASPRAVA

Okluzijski trening do prije svega desetak godina bila je rijetko korištena trenažna metoda i relativno nepoznata, a razlog za to vjerojatno leži u nedostatku istraživanja, stoga stručno medicinsko, kineziološko i ostalo osoblje povezano s rehabilitacijom i treningom nije bilo uvjereno u učinkovitost i sigurnost okluzijskog treninga. Kao što potvrđuje prošlo poglavlje većina istraživanja su provedena u posljednjih desetak godina, a za nagli porast i popularizaciju okluzijskog treninga uvelike je zaslužno američko Ministarstvo obrane. Johnny Owens, američki znanstvenik, u suradnji s Ministarstvom obrane SAD-a pomagao je ranjenim vojnicima tijekom rehabilitacije. Radio je sa tri grupe ranjenika, u prvoj grupi bili su vojnici i vojnkinje koji su nastradali od eksplozije te su svim silama pokušavali izbjeći amputaciju uda. Owens je tražio način kako da s obzirom na težinu ozljede poveća mišićnu masu i općenito ojača mišiće ranjenicima kako bi spriječio amputaciju. U drugoj grupi bili su ranjenici koji su izgubili komadiće mišića te im je bila potrebna regeneracija mišićnog tkiva. U posljednju grupu pripadali su vojnici s nešto lakšim oblikom ozljeda te su se svrstavali pod populaciju sportske medicine. Rješenje je pronašao u okluzijskom treningu i nakon odličnih postignutih rezultata, popularnost okluzijskog treninga doživljava ogroman eksponencijalni rast. Osim u rehabilitacijske svrhe, okluzijski trening se počinje primjenjivati u sportu i sportskom treningu.

3.1. OKLUZIJSKI TRENING U REHABILITACIJI

Rehabilitacija je medicinski postupak oporavka s kojim se susreću gotovo svi ljudi tijekom svog života, bez obzira jesu li sportaši ili ne. Razne ozljede događaju se tijekom svakodnevnog života i njihova težina može biti različita. Ozljede koje zahtijevaju operacijski zahvat su puno težeg karaktera i podrazumijevaju puno duži i teži proces oporavka. Iako niti jedna ozljeda nije lagana, može se reći da su ozljede koje ne zahtijevaju operacijski zahvat lakšeg karaktera i osoba se brže oporavi od takvog tipa ozljede. U oba slučaja za kvalitetan oporavak od ozljede potrebna je rehabilitacija. Svi sportaši i rekreativni vježbači tijekom svojih trenažnih procesa uvjerali su se koliko je potrebno treninga s teškim opterećenjem kako bi se postigla željena transformacija. Također, uvjerali su se da kratki periodi u kojima ne primjenjuju opterećenje ili su spriječeni vježbati radi ozljede uvelike doprinose atrofiji mišića. Atrofija mišića puno je značajnija kod ozljeda koje zahtijevaju operacijski zahvat i dokazano je da već u prva dva do tri tjedna nakon operacije mišićni se volumen smanjuje za 20-30%. Da bi sačuvali mišiće od atrofije i gubitka snage potrebno je adekvatno opterećenje. Nadalje, s takvom

kliničkom populacijom, ozlijeđenom ili s postoperativnim pacijentima, nemoguće je koristiti treninge s otporom i teškim opterećenjima. Zbog posljedica svoje ozljede nisu u mogućnosti podnositi vježbe visokog intenziteta koje će doprinijeti povećanju mišićne hipertrofije i snage. Upravo iz toga razloga okluzijski trening s niskim opterećenjem se pojavio kao zanimljivo sredstvo u rehabilitacijskom procesu.

3.1.1. Okluzijski trening u postoperativnoj rehabilitaciji

Kao što je već navedeno u ovom radu, pacijenti koji moraju pristupiti operacijskom zahvatu radi zadobivenih ozljeda ne mogu tolerirati potreban intenzitet za održavanje mišićne mase i snage. Prigodno rješenje za taj problem pojavilo se u vidu okluzijskog treninga. Nažalost, premalo je znanstvene literature i slučajeva gdje su fizioterapeuti i medicinsko osoblje primjenjivali okluzijski trening s postoperativnom populacijom. Svega pet znanstvenih radova u kojima se pacijente s mišićno-koštanim ozljedama tretira s okluzijskim treningom (Tablica 1). Tri rada su kontrolirana ispitivanja, jedan rad je pilot istraživanje i posljednji rad izvještaj slučaja. U četiri od pet radova radilo se o rekonstrukciji prednjeg križnog ligamenta (ACLR), dok je u posljednjem riječ o artroskopiji koljena. Takarada, Ohta, Lejkowski, Iversen i Tennent su sa svojim suradnicima proveli procedure koje su opisane u Tablici 1. Općeniti zaključak iz rezultata navedenih istraživanja je da okluzijski trening samostalno, ali i u kombinacijama s ponekim vježbama niskog intenziteta može značajno doprinijeti u očuvanju mišićne mase i kvaliteti oporavka. Ipak, prvi problem je što nitko nije koristio jednaku proceduru, a drugi je u tome što je mali uzorak istraživanja. To je razlog zašto ne postoji standardizirana procedura okluzijskog treninga u postoperativnoj rehabilitaciji i zbog čega je njegova učinkovitost upitna.

Tablica 1. Okluzijski trening u postoperativnoj rehabilitaciji

Autor	Ozljeda	Procedura	Tlak/širina podveza	Trajanje	Rezultati
Takarada	ACLR (kontrolirano istraživanje)	5x5min okluzije, 3min pauze, 2x dnevno.	180 – 238 mmHg, 9cm	11 dana	Redukcija atrofije u eksperimentalnoj grupi
Ohta	ACLR (kontrolirano istraživanje)	OT vs trening s laganim opterećenjem, 20-60 ponavljanja, 6x tjedno.	180 mmHg	16 tjedana	Porast snage kvadricepsa s OT (p<0.05)
Lejkowski	ACLR (izvještaj slučaja)	OT 5min okluzija/3min odmor + vježbe za donje ekstremitete niskog intenziteta, 2x20 ponavljanja, 2x dnevno.	100 mmHg, 15cm	12 tjedana	Bez promjene u obujmu mišića operirane i neoperirane noge
Iversen	ACLR (kontrolirano istraživanje)	OT vs vježbe za kvadriceps bez okluzije – 5x20. Okluzija 5min, 3 min odmor. 2x dnevno.	130-180 mmHg, 14cm	2 tjedna	Nema razlike u poprečnom presjeku kvadricepsa između grupa
Tennent	Artroskopija koljena (pilot istraživanje)	OT 80% pritiska od max. + vježbe za donje ekstremitete 30% od 1RM. 4 serije 30/15/15/15.	80% okluzijskog pritiska na ekstremitet	6 tjedana	Napredak u svim rezultatima fizičkih funkcija

3.2. OKLUZIJSKI TRENING U SPORTU

Okluzijski trening se pokazao kao zanimljiva opcija u rehabilitaciji i oporavku od ozljeda te je, zahvaljujući dobivenim rezultatima pojedinih istraživanja i slučajeva, popularnost okluzijskog treninga brzo rasla među sportašima. Pogotovo među vrhunskim sportašima koji se profesionalno bave sportom jer je njima u cilju nakon svake ozljede što prije se vratiti u sustav treninga i natjecanja. Među prvim slučajevima okluzijskog treninga s vrhunskim sportašima je primjer Jadeveona Clowneya, NFL zvijezde Houston Texansa. Nakon operacije hrskavice koljena, najveću brigu zadavao mu je gubitak mišićne mase iz razloga što ne može jačati mišić. Tada je klupski fizioterapeut Houston Texansa kontaktirao Johnny Owensa, koji je imao zapažene rezultate okluzijskog treninga s ranjenim vojnicima. Clowneyev primjer

procesa rehabilitacije prošao je vrlo dobro i metoda okluzijskog treninga se velikom brzinom raširila u svim najjačim ligama diljem SAD-a. No, uskoro su se svi fizioterapeuti, kondicijski treneri i treneri zapitali može li okluzijski trening imati širu primjenu od rehabilitacije, odnosno može li se koristiti u svakodnevnim treninzima sportaša.

Primjena okluzijskog treninga svoju svakodnevnu svrhu počela je tražiti u najjačoj košarkaškoj ligi. Dwight Howard, tada centar Houston Rocketsa, u suradnji sa klupskim stručnim stožerom i Johnny Owensom uveo je okluzijski trening u svoj standardni plan i program treniranja (Slika 2). S obzirom na veliku duljinu njegovih ekstremiteta i već ozbiljne igrачke godine, teški treninzi snage s velikim opterećenjima predstavljali su preveliki napor za njegova koljena i tijelo u cijelosti. Iz toga razloga počeo je vježbati na način da koristi niska opterećenja s ograničavanjem protoka krvi. Uzimajući u obzir specifičnosti pozicije centra te veliki broj skokova tijekom utakmice primjena okluzijskog treninga sačuvala ga je od dodatnih ozljeda i zahvaljujući tome produžio je svoju sportsku karijeru. Iz Howardovog primjera može se zaključiti da okluzijski trening može pomoći sportašima u prevenciji ozljeda i jačanju miškulature tijela.



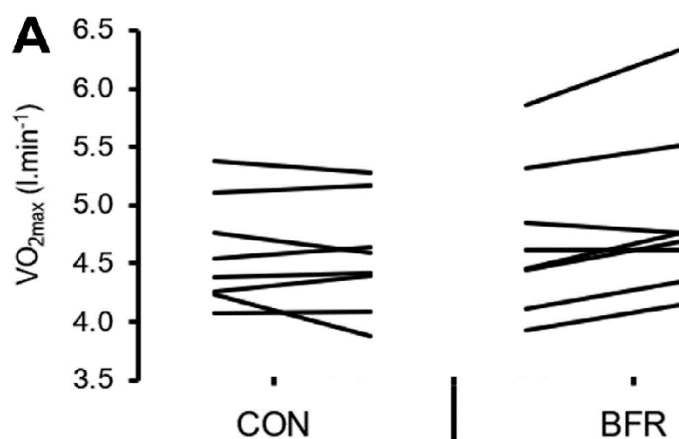
Slika 2. Dwight Howard primjenjuje okluzijski trening

Izvor: (<https://thebarbellphysio.com/>)

3.2.1. Prilagodbe u izdržljivosti sportaša primjenom okluzijskog treninga

Tijekom ovog rada okluzijski trening se uglavnom povezivao sa sposobnošću unaprjeđenja manifestacija snage, no njegove prednosti mogu se iskoristiti i za druge motoričke sposobnosti. Jedna od tih sposobnosti je izdržljivost. U kondicijskoj pripremi sportaša poznato

je da se pomoću kratkih, intenzivnih intervalnih treninga može znatno djelovati na fiziološke prilagodbe sportaša te tako poboljšati njegovu sportsku izvedbu. Dobro trenirani biciklisti imaju prosječan maksimalan primitak kisika ($VO_{2max} > 60 \text{ mL/min/kg}$). Mitchell i sur. (2019) su testirali kako intervalni trening sprinta u kombinaciji s okluzijom djeluje na izdržljivost biciklista i njihov maksimalni primitak kisika. U periodu od četiri tjedna 16 biciklista odrađivalo je dva puta tjedno intervalne treninge sprinta i bili su podijeljeni u dvije grupe; jedna grupa s primjenom okluzije i druga grupa bez primjene okluzije. Između dva takva treninga uvijek je bio razmak od minimalno 48h, a ostatak vremena biciklisti su trenirali po svom uobičajenom planu i programu, ali pod uvjetom da ne smiju raditi intenzivne intervalne treninge. Procedura treninga sastojala se od 4, 5, 6 i 7 ponavljanja maksimalno intenzivnog sprinta na biciklističkom ergometru u trajanju od 30 sekundi, uz pauzu od četiri i pola minute između svakog sprinta. Po završetku sprinta, biciklisti iz grupe s primjenom okluzije se odmah spuštaju s ergometra i postavljaju vrpce za ograničavanje protoka krvi na bedro te namjeste tlak na približno 120 mmHg i tako napuhanu vrpce drže dvije minute u periodu odmora. Tijekom sva četiri tjedna ekstenzitet treninga se povećavao za jedno ponavljanje, no tlak vrpce je konstantan. Mjerenja su provedena prije i nakon istraživanja. U grupi koja je primjenjivala okluziju tijekom perioda odmora primijećen je značajan porast apsolutnog i relativnog VO_{2max} (apsolutni: $p=0.02$, relativni: $p=0.01$), dok u drugoj grupi nije zabilježen takav napredak (apsolutni: $p=0.56$, relativni: $p=0.88$) (Slika 3).



Slika 3. Razlike u VO_{2max} između grupa

Također su mjerene vrijednosti za maksimalnu aerobnu izdržljivost, vršne vrijednosti snage, prosječne vrijednosti snage i konstanta zakrivljenosti. Osim u maksimalnom primitku kisika, mjerenja nisu pokazala razlike između grupa.

U prethodnom istraživanju rezultati su znanstveno potvrdili da visoko intenzivni intervalni trening uz pomoć okluzijskog treninga može biti vrlo pogodan za razvoj izdržljivosti. No, to nije jedini slučaj. Okluzijski trening može biti vrlo prikladan za razvoj izdržljivosti uz korištenje nisko intenzivnih intervalnih treninga. Held i sur. (2020) su angažirali vrhunske veslače za potrebe istraživanja. Njih 31 bilo je podijeljeno u dvije grupe; interventna grupa (INT) koja je koristila princip okluzijskog treninga i kontrolna grupa (KON). INT grupa (n=16; 4 ženska i 12 muških veslača; $VO_2\text{max}$ 63 ± 7.9 mL/min/kg) je na donje ekstremitete postavljala elastičnu vrpcu za ograničavanje protoka krvi tijekom treninga u čamcima i zatvorenih treninga na veslačkim ergometrima. KON grupa (n=15; 4 ženska i 11 muških veslača; $VO_2\text{max}$ 63.2 ± 8.5 mL/min/kg) je provodila sličan trenažni program bez korištenja okluzijske metode treninga. Tri puta tjedno tijekom pet tjedana veslači su izvodili izrazito nisko intenzivne treninge veslanja u čamcima ili na ergometru, točnije 2 x 10 minuta po treningu. Nakon završetka perioda od 5 tjedana istraživači su izmjerili spiroergometrijski ramp test na veslačkom ergometru i 1RM vježbe čučanj kako bi procijenili kapacitete izdržljivosti i snage. Statistički značajna razlika je zabilježena kod maksimalnog primitka kisika u INT grupi ($VO_2\text{max}$: $+9.1 \pm 6.2\%$) uspoređujući s KON grupom ($VO_2\text{max}$: $+2.5 \pm 6.1\%$). U testu jednog maksimalnog ponavljanja čučnja nije zabilježena značajna razlika između grupa.

Ova istraživanja dala su primjer kako se u kratkom periodu s treninzima različitog intenziteta potpomognutih okluzijskim treningom može pozitivno djelovati na motoričku sposobnost izdržljivosti vrhunskih sportaša. Ipak, procedure su prekratko trajale kako bi se utvrdila konstantnost i poboljšanje u natjecateljskim uvjetima. Stoga, potrebna su daljnja i dugotrajnija istraživanja kako bi potvrdili da ovakav način treniranja zaista unaprjeđuje natjecateljsku izvedbu sportaša.

3.3. PRIMJENA OKLUZIJSKOG TRENINGA U NOGOMETU

Nogomet je jedan od najmasovnijih sportova koji se igra i prati diljem cijelog svijeta, mnoštvo ljudi ga igra amaterski i rekreativno, dok ona posebna selekcionirana skupina ljudi sa vrhunski razvijenim sposobnostima potrebnima za ovaj sport uživa razne pogodnosti igranja

ove igre na profesionalnoj razini. Nogomet možemo definirati kao kompleksnu, agonističku, kineziološku aktivnost koja pripada grupi polistrukturalnih acikličkih gibanja, a obilježava je visok varijabilitet motoričkih radnji kojima se igra realizira i kojima igrači postižu osnovne ciljeve igre: postizanje pogodaka i pobjedu (Barišić, 2007). Kao što sama definicija govori nogomet je kompleksna aktivnost koja zahtjeva visoku motoričku i funkcionalnu razvijenost kao temelj za individualnu učinkovitost te suradnju s dva ili više suigrača kako bi se uspješno ostvarile različite strukture gibanja, odnosno tehnika igre i strukture situacije, odnosno taktika nogometne igre. Dugačka povijest igranja i treniranja nogometa rezultirala je mnogim metodama i vrstama treninga te s obzirom na popularnost nogometa u svijetu svakodnevno dolaze novi trendovi treniranja. Okluzijski trening, iako uz potrebne nadopune, dokazao je svoju primjenu u rehabilitaciji i općenito treningu s vrhunskim sportašima te je u nastavku ovoga rada opisana njegova primjena i u ovoj globalnoj ekipnoj igri.

3.3.1. Utjecaj okluzijskog treninga na aerobne sposobnosti nogometaša

Aerobni funkcionalni kapacitet prevladava tijekom nogometne utakmice, stoga je njegova dobra razvijenost temelj izdržljivosti nogometaša i sposobnosti odigravanja većeg dijela ili cijele utakmice. Naravno, postoji mnogo različitih načina razvoja aerobne izdržljivosti, a glavna obilježja te funkcionalne sposobnosti su aktivnosti nižeg intenziteta i dužeg ekstenziteta. Na primjeru veslača i biciklista dokazano je kako okluzijski trening može pozitivno djelovati na motoričke sposobnosti sportaša, ali nogomet je sport iz potpuno drugog skupa aktivnosti stoga će u nastavku rada biti prikazano može li okluzijski trening pomoći nogometašima pri unaprjeđenju njihovih aerobnih kapaciteta.

U dosadašnjem dijelu rada okluzijski trening se koristio sa raznim kombinacijama treninga, odnosno u kombinacijama s treningom jakosti s niskim opterećenjem, intervalnim treningom visokog intenziteta, intervalnim treningom niskog intenziteta te je tako došao red i na intervalni trening umjerenog opterećenja. U Tablici 2. prikazan je plan i program treninga za 28 mladih nogometaša koji su nasumično podijeljeni u tri grupe; kontrolna grupa, KAATSU grupa i intervalna grupa bez ograničavanja protoka krvi (Amani i sur., 2018). U prvom treningu tlak vrpce KAATSU grupi iznosio je 140 mmHg kako bi se tijelo prilagodilo na takvu vrstu opterećenja te se već od drugog treninga povećao na 180 mmHg (Scott i sur., 2015).

Tablica 2. Plan i program treninga

TJEDAN	TRENINZI	BROJ PON.	INTENZITET	DIONICA	ODMOR
1	4	3	60-65% MFS	400m	60-80s
2	4	4	65-70% MFS	400m	60-80s

Bruceov protokol se koristio za utvrđivanje aerobnog kapaciteta i maksimalnog primitka kisika prije i poslije testiranja. Novost koju je netko koristio u primjeni okluzijskog treninga je subjektivna procjena percipiranog napora (RPE) nogometaša, koja se ocjenjuje prema Borgovoj ljestvici. U tablici deskriptivne statistike (Tablica 3.) prikazane su vrijednosti koje su izmjerene prije i poslije testiranja za spomenute varijable u sve tri grupe. Rezultati statističke analize pokazali su da se stopa percipiranog napora u kontrolnoj grupi nakon završetka istraživanja znatno razlikuje od ostale dvije grupe. Isti primjer dogodio se i sa maksimalnim primitkom kisika, rezultati kontrolne grupe prije i poslije istraživanja značajno se razlikuju, dok u KAATSU grupi i intervalnoj grupi bez ograničavanja protoka krvi nema statističkih značajnih razlika u rezultatima prije i poslije testiranja.

Tablica 3. Deskriptivna statistika podataka prije i poslije testiranja

VARIJABLA	KONTROLNA		KAATSU		INTERVALNA	
	Prije	Poslije	Prije	Poslije	Prije	Poslije
RPE	15.88 ± 1.26	16.55 ± 1.23	15.2 ± 1.75	14.5 ± 1.08	15.0 ± 1.87	14.66 ± 1.5
VO ₂ max	52.22 ± 5.04	50.22 ± 5.4	54.6 ± 6.99	56.6 ± 7.74	54.11 ± 5.66	54.88 ± 5.68

Iako je u ovom istraživanju zabilježeno povećanje maksimalnog primitka kisika u KAATSU grupi za 3.66% primjena ovakve vrste treninga za razvoj aerobnih sposobnosti ostaje prilično upitna i nerazriješena. Za usporedbu, kod intervalne grupe zabilježen je porast u VO₂max za 1.43% što je značajno manje od KAATSU grupe. Okluzijski trening pokazuje određene rezultate u njegovoj primjeni u nogometu, no za nešto više potrebno je još daljnjih istraživanja.

3.3.2. Specifični nogometni trening uz ograničavanje protoka krvi

Okluzijski trening je pokazao da njegova upotreba donosi određene prednosti i za nogometaše. No, prava primjena u nogometu može se potvrditi samo na način da se koristi u specifičnim nogometnim treninzima. Za učinkovito igranje nogometa uključeno je više motoričkih i funkcionalnih sposobnosti te je potrebna njihova kvalitetna razvijenost. Iz toga razloga u jednom istraživanju testirano je nekoliko sposobnosti nogometaša poput brzine, agilnosti, snage, izdržljivosti i specifične nogometne izdržljivosti (Kakhak i sur., 2020). Tijekom 6 tjedana pripremnog perioda 19 mladih poluprofesionalnih nogometaša angažirano je za istraživanje. Podijeljeni u dvije grupe, jedna koja je izvodila treninge s ograničavanjem protoka krvi na donjim ekstremitetima, dok je druga uobičajeno provodila treninge. Prije i poslije istraživanja provedeni su testovi za procjenu navedenih motoričkih aktivnosti, a Kakhak je sa svojim suradnicima proveo testove: ekstenzija noge (snaga), skok-čučanaj (snaga), 40 yardi sprint (brzina), trčanje s promjenom smjera (agilnost), aerobna izdržljivost i specifična aerobna izdržljivost (trčanje + dribling). Tijekom 6 tjedana provodili su različite sadržaje specifičnih nogometnih vježbi, „small-sided“ igre, pliometrijske treninge i kontinuirana trčanja. Statistički značajna poboljšanja postigli su nogometaši koji su bili u grupi koja je primjenjivala metodu okluzije. Konkretno, utvrđena je značajna razlika u mišićnoj izdržljivosti ($74.8 \pm 34.1\%$ vs. $4.0 \pm 14.6\%$), agilnosti ($8.1 \pm 3.7\%$ vs. $2.8 \pm 4.7\%$), aerobnoj ($54.1 \pm 19.6\%$ vs. $24.7 \pm 27.2\%$) i specifičnoj nogometnoj izdržljivosti ($58.4 \pm 19.6\%$ vs. $22.7 \pm 10.2\%$).

Ovo istraživanje je potvrdilo kako upotreba okluzijskog treninga u kombinaciji s nogometnim treningom može imati značajna poboljšanja na fizičke kapacitete nogometaša. Okluzijski trening je dokazao svoju primjenu u nogometu te zasigurno može služiti trenerima kao sredstvo za unaprjeđenje sposobnosti nogometaša.

4. ZAKLJUČAK

Okluzijski trening je još uvijek relativno nova i neistražena metoda treninga, ali zasigurno zbog svojih principa potpuno drugačija od uobičajenih modaliteta i načina treniranja. U korištenju okluzijskog treninga treba biti vrlo oprezan, koristiti samo odobrenu i provjerenu opremu jer nepravilnim korištenjem okluzijskog treninga moglo bi doći do neželjenih posljedica, no sve to se može vrlo jednostavno izbjeći uz malo edukacije.

Okluzijski trening svoje početke ima u rehabilitaciji gdje pomaže pacijentima u što lakšem oporavku od ozljede i pokušava prevenirati gubitak mišićne mase uslijed nemogućnosti očuvanja iste sa standardnom procedurom treninga s visokim opterećenjima. Efekti okluzijskog treninga sami po sebi su vrlo zanimljivi jer postići gotovo jednake efekte s malim opterećenjima, kao one s optimalnim opterećenjima, samo tako što će se postaviti elastičnu traku i napuhati tlak u njoj zvuči pomalo i nemoguće. Unatoč malom opterećenju to ne znači da je okluzijski trening lagan, upravo suprotno, uz ograničen protok krvi raditi vježbu poput biceps pregiba vrlo je naporno i izazovno bez obzira što će se ta vježba izvoditi s utegom od svega par kilograma. Osim u rehabilitaciji okluzijski trening dokazao je svoju primjenu i u sportu kada ga koriste zdravi i vrhunski trenirani sportaši. Zanimljivost je uzimajući u obzir rezultate kakve nudi okluzijski trening, da su u oba područja potrebna još mnoga istraživanja koja će službeno potvrditi učinkovitost okluzijskog treninga. Potrebna su još mnoga istraživanja koja će standardizirati procedure korištenja okluzijskog treninga, ali jedna stvar je sigurna, a to je da upotreba okluzijskog treninga može biti vrlo korisna svima u kliničkoj populaciji, kao i u sportskoj od rekreativaca do vrhunskih sportaša.

Kakhak i sur. (2020) su pokazali u svom istraživanju da se korištenjem okluzijskog treninga u kombinaciji sa specifičnim sportskim treningom, u ovom slučaju nogometnim, također mogu postići značajne promjene u sposobnostima sportaša. Na taj način treneri mogu uštedjeti mnogo vremena, a imat će kvalitetno razvijene potrebne sposobnosti. Zbog svega navedenog pretpostavka je da će u budućnosti okluzijski trening, uz dodatna istraživanja, imati svakodnevnu primjenu te da će njegova popularnost rasti.

5. LITERATURA

1. Amani, A. R., Sadeghi, H., & Afsharnezhad, T. (2018). Interval training with blood flow restriction on aerobic performance among young soccer players at transition phase. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 7(2), 5.
2. Behi, A., Amani, A., Fahey, T. D., & Afsharnezhad, T. (2017). Effect of high intensity interval training with blood restriction on anaerobic performance. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 6(2), 45.
3. Gerber, J. P., Marcus, R. L., Dibble, L. E., & LaStayo, P. C. (2009). The use of eccentrically biased resistance exercise to mitigate muscle impairments following anterior cruciate ligament reconstruction: a short review. *Sports health*, 1(1), 31-38.
4. Grønfeldt, B. M., Lindberg Nielsen, J., Mieritz, R. M., Lund, H., & Aagaard, P. (2020). Effect of blood-flow restricted vs heavy-load strength training on muscle strength: Systematic review and meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(5), 837-848.
5. Held, S., Behringer, M., & Donath, L. (2020). Low intensity rowing with blood flow restriction over 5 weeks increases VO₂max in elite rowers: A randomized controlled trial. *Journal of science and medicine in sport*, 23(3), 304-308.
6. Hosseini Kakhak, S. A., Kianigul, M., Haghghi, A. H., Jabbari Nooghabi, M., & Scott, B. R. (2020). Performing soccer-specific training with blood flow restriction enhances physical capacities in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
7. Iversen, E., Røstad, V., & Larmo, A. (2016). Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of sport and health science*, 5(1), 115-118.
8. Lejkowski, P. M., & Pajaczkowski, J. A. (2011). Utilization of vascular restriction training in post-surgical knee rehabilitation: a case report and introduction to an under-reported training technique. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 55(4), 280.
9. Mitchell, E. A., Martin, N. R., Turner, M. C., Taylor, C. W., & Ferguson, R. A. (2019). The combined effect of sprint interval training and postexercise blood flow restriction on critical power, capillary growth, and mitochondrial proteins in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 126(1), 51-59.

10. McEwen, J. A., Jeyasurya, J., & Owens, J. (2016). How Can Personalized Tourniquet Systems Accelerate Rehabilitation of Wounded Warriors, Professional Athletes and Orthopaedic Patients?. *CMBES Proceedings*, 39.
11. Nakajima, T., Kurano, M., Iida, H., Takano, H., Oonuma, H., Morita, T., ... & Nagata, T. (2006). Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *International journal of KAATSU training research*, 2(1), 5-13.
12. Pignanelli, C., Christiansen, D., & Burr, J. F. (2021). Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *Journal of Applied Physiology*, 130(4), 1163-1170.
13. Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of science and medicine in sport*, 19(5), 360-367.
14. Vanwyke, W. R., Weatherholt, A. M., & Mikesky, A. E. (2017). Blood flow restriction training: Implementation into clinical practice. *International journal of exercise science*, 10(5), 649.
15. Wilkinson, B. G., Donnenwerth, J. J., & Peterson, A. R. (2019). Use of blood flow restriction training for postoperative rehabilitation. *Current Sports Medicine Reports*, 18(6), 224-228.