

UTJECAJ DENTALNIH UDLAGA NA PREVENCIJU OZLJEDA I POBOLJŠANJE SPORTSKE IZVEDBE KOD SPORTAŠA

Modrić, Stefan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:318638>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Stefan Modrić

**UTJECAJ DENTALNIH UDLAGA NA
PREVENCIJU OZLJEDA I POBOLJŠANJE
SPORTSKE IZVEDBE KOD SPORTAŠA**

diplomski rad

Zagreb, srpanj 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu

Kineziološki fakultet

Horvaćanski zavoj 15, 10 000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija, smjer: Kineziologija i sportski menadžment

Vrsta studija: sveučilišni

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog naziva: Sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i sportskom menadžmentu

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Stručni rad

Tema rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomске radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022./2023. dana 28. travnja 2023.

Mentor: Pomoć pri izradi: prof. dr. sc. Goran Sporiš

Utjecaj dentalnih udloga

na prevenciju ozljeda i poboljšanje sportske izvedbe kod sportaša

Stefan Modrić, 0034073000

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

1. prof. dr. sc. Goran Sporiš	predsjednik mentor
2. prof. dr. sc. Igor Jukić	član
3. prof. dr. sc. Saša Janković	član
4. doc. dr. sc. Goran Vrgoč	zamjena člana

Broj etičkog odobrenja:

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta,

Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE

University of Zagreb

Faculty of Kinesiology

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: Kinesiology; course Kinesiology in Education and Kinesiological management

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Sports management

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Professional work

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2023./2023. on April 28, 2023.

Mentor: PhD, prof. Goran Sporiš

Technical support: PhD, prof. Goran Sporiš

INFLUENCE OF MOUTHGUARDS ON INJURY PREVENTION AND IMPROVEMENT OF SPORTS PERFORMANCE IN ATHLETES

Thesis defence committee:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| 1. Goran Sporiš, PhD, prof. | chairperson-supervisor |
| 2. Igor Jukić, PhD, prof. | member |
| 3. Saša Janković, PhD, prof. | member |
| 4. Goran Vrgoč, PhD, assistant prof. | substitute member |

Ethics approval number:

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of

Kinesiology, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

prof. dr. sc. Goran Sporiš

Student:

Stefan Modrić

UTJECAJ DENTALNIH UDLAGA NA PREVENCIJU OZLJEDA I POBOLJŠANJE SPORTSKE IZVEDBE KOD SPORTAŠA

Sažetak

Dentalne udlage otporne su naprave koje sprječavaju ozljede tijekom sportskih aktivnosti, bilo da je riječ o kontaktnim ili nekontaktnim sportovima. Unatoč njihovoj očitj koristi u prevenciji ozljeda, u većini se sportova njihova upotreba zanemaruje, osobito tijekom treninga. Razlikujemo tri kategorije dentalnih udlaga, a to su konfekcijske, poluprilagodljive i individualne. Svaki od tipova udlaga ima specifične prednosti i mane, ali individualne se ističu najboljim zadržavanjem i udobnošću. Izrada individualnih dentalnih udlaga stoga je skuplja u odnosu na ostale vrste te zahtijeva posjet stomatologu. S obzirom na značajnu izloženost ove regije, najveći je rizik od orofacijalnih ozljeda u sportu, iako one lako mogu biti izbjegnute pravilnim korištenjem dentalnih udlaga. Postoje određeni dokazi efikasnosti dentalnih udlaga i u prevenciji sportskih potresnih ozljeda mozga, ali i u poboljšanju sportske izvedbe. Kontrakcije mišića čeljusti na dentalnim udlagama povezane su s mehanizmom istodobne aktivacijske potencijacije koji pozitivno djeluje na sportske performanse. Nošenje ventilirane dentalne udlage povezano je s poboljšanjem biomehanike pokreta, a opisan je i utjecaj dentalne okluzije na stabilnost tijela u statičkom i dinamičkom pokretu, odnosno na poboljšanje ravnoteže i točnosti prilikom sportske izvedbe, što je od osobite važnosti u sportovima koji zahtijevaju brzu reakciju. Konfekcijske i poluprilagodljive dentalne udlage široko su dostupne po pristupačnim cijenama u trgovinama sportske opreme, međutim individualno prilagođene dentalne udlage koje se izrađuju u suradnji sa stomatologom jedine pružaju potpunu zaštitu i udobnost. Zbog velike važnosti u zaštiti od ozljeda, ali i zbog doprinosa u poboljšanju sportske izvedbe, potrebna je bolja edukacija o dentalnim udlagama kako bi se njihova upotreba postala uobičajenom u većem broju sportova, a osobito u trenažnom procesu.

Ključne riječi: orofacijalne ozljede, potresne ozljede mozga, preventivna zaštita, istodobna aktivacijska potencijacija, biomehanika pokreta

INFLUENCE OF MOUTHGUARDS ON INJURY PREVENTION AND IMPROVEMENT OF SPORTS PERFORMANCE IN ATHLETES

Abstract

Mouthguards are resistant devices that help prevent injuries during sports activities, in both contact and non-contact sports. Despite their obvious benefit in injury prevention, their use tends to be neglected in most sports, especially during training sessions. There are three main categories of mouthguards - ready-made, semi-adjustable and individual. Each of these types has its specific advantages and disadvantages, but individual mouthguards provide the best retention and comfort. The production of individual mouthguards requires a visit to the dentist which makes this type more expensive than the other two. Due to its significant exposure during sports activities, the orofacial region is the most prone to injuries which can easily be avoided with proper use of mouthguards. There is also certain evidence that mouthguard use can help prevent concussive brain injuries in sports, and that it can enhance performance. Jaw muscle contraction, which happens during mouthguard use, is associated with a simultaneous activation potential mechanism which has a positive effect on sports performance. Furthermore, wearing a ventilated mouthguard has been associated with improved biomechanics of movement and there is evidence of the influence of dental occlusion on body stability during dynamic movements, such as improved balance and accuracy, which is especially significant in sports which require quick reaction time. Ready-made and semi-adjustable mouthguards are affordable and widely available in sporting goods stores, but individually adapted ones, which are made by professionals, are the only ones that provide complete protection and comfort. Due to their importance in injury prevention and their contribution to improving sports performance, better education about mouthguards is required so that their use can become more common in a greater variety of sports, especially during the training process.

Key words: orofacial injuries, concussive brain injuries, simultaneous activation potential, biomechanics of movement

SADRŽAJ

1. UVOD	
1.1. Orofacijalne ozljede	
1.1.1. Etiologija orofacijalnih trauma u sportu	
1.2. Potresne ozljede mozga povezane sa sportom	
1.3. Dentalne udlage	
1.3.1. Podjela dentalnih udlaga	
1.3.2. Izrada individualne dentalne udlage	
1.4. Primjena dentalnih udlaga u sportu	
1.4.1. Pобоljšanje sportske izvedbe	
1.4.2. Svjesnost važnosti preventivne zaštite	
2. RAZRADA TEME	
2.1. Utjecaj dentalnih udlaga na prevenciju orofacijalnih trauma u sportu	
2.2. Utjecaj dentalnih udlaga na prevenciju sportskih potresnih ozljeda mozga	
2.3. Utjecaj različitih vrsta dentalnih udlaga i njihovih karakteristika na uspješnost prevencije ozljeda u sportu	
2.4. Utjecaj dentalnih udlaga na pobоljšanje sportske izvedbe	
2.4.1. Utjecaj na sportsku izvedbu putem mehanizma istodobne aktivacijske potencijacije	
2.4.2. Utjecaj na pobоljšanje biomehanike pokreta prilikom sportske izvedbe	
2.4.3. Utjecaj na pobоljšanje ravnoteže i točnosti prilikom sportske izvedbe	
2.5. Edukacija o ispravnoj upotrebi dentalnih udlaga u sportu i njihovoj važnosti	
3. ZAKLJUČAK	
4. LITERATURA	

1. UVOD

1.1. Orofacijalne ozljede

Orofacijalne ozljede odnose se na ozljede koje se događaju u regiji lica, uključujući usnu šupljinu, zube, čeljust, obraze, nos, oči i okolno tkivo. One se mogu dogoditi iz različitih razloga, uključujući sportske ozljede, prometne nesreće, padove, nasilje, radne nesreće i druge nezgode. Orofacijalne ozljede mogu uključivati prijelome čeljusti, slomljene ili izbijene zube, ozljede mekog tkiva poput rana i modrica, dislokaciju čeljusnog zgloba, ozljede nosa i očiju, opekline lica te ozljede temporomandibularnog zgloba (TMJ). Simptomi orofacijalnih ozljeda mogu varirati ovisno o vrsti i ozbiljnosti ozljede, ali mogu uključivati bol, oticanje, krvarenje, disfunkciju čeljusti, poteškoće s govorom ili žvakanjem, promjene vida i disfunkciju nosa. Liječenje se prilagođava vrsti i težini ozljede, ali može uključivati imobilizaciju čeljusti, obnavljanje zuba, šivanje rana i kirurške zahvate. Takve vrste ozljeda relativno se lako preveniraju korištenjem individualnih dentalnih udlaga koje znatno smanjuju rizik od ozljede dentalnih i parodontnih struktura (Jerolimov, 2014).

1.1.1. Etiologija orofacijalnih trauma u sportu

Dentalne i orofacijalne ozljede jedne su od najčešćih traumatskih ozljeda koje proizlaze iz aktivnosti povezanih sa sportom, pogotovo ako su u pitanju kontaktni sportovi. Prilikom promatranja orofacijalnih i dentalnih ozljeda kao glavni izvor informacija nameće nam se statistika vođena od strane krovnih organizacija pojedinog sporta. Primjerice, američki Nacionalni sveučilišni atletski savez (eng. *National collegiate athletic association*, NCAA) prijavljuje orofacijalnu ozljedu kada ona na barem jedan dan onemogućuje sportašu trenažni proces. S druge strane, dentalne ozljede prijavljuju se bez obzira na to je li sportašu prekinut trenažni proces (Labella i sur., 2002). Istraživanja su utvrdila da su sportske aktivnosti povezane s gotovo trećinom svih ozljeda zuba, (Lephart i Fu, 1991) pri čemu se otprilike jedna od šest ozljeda vezanih uz sport odnosi na područje lubanje i lica (*Centres for disease control and prevention*, 2002). Ozljede zuba i mekih tkiva obično se povezuju s kontaktnim sportovima kao što su nogomet ili hokej na ledu, ali važno je napomenuti da su takve ozljede jednako česte, ako ne i češće, u sportovima poput košarke, nogometa, bejzbola, biciklizma, rolanja, gimnastike i drugih. (Soporowski i sur. 1994., Diab i Mourino 1997, Flanders, 1993, Pinkham i Kohn 1991, McNutt i sur., 1989., Bayliss i Bedi, 1996) U svom istraživanju,

Soporowski i suradnici (1994.) identificirali su bejzbol i biciklizam kao sportove s najvećom stopom oralnih ozljeda, iako se radi o popularnim beskontaktnim sportovima (Soporowski i sur., 1994). Iako muški sportaši općenito pokazuju veću osjetljivost na oralne traume (Rodd i Chesham, 1997), značajni rizici od ozljeda u usnoj šupljini identificirani su kod muškaraca i žena koji sudjeluju u sportovima poput bejzbola, softbola, biciklizma, nogometa, odbojke, alpskog skijanja, karatea i drugih (Kumamoto i Maeda, 2004).

1.2. Potresne ozljede mozga povezane sa sportom

U najširem kliničkom smislu, sportske ozljede mozga često se definiraju kao trenutni i prolazni simptomi traumatske ozljede mozga. Često se kao sinonim za potres mozga koristi izraz blaga traumatska ozljeda mozga. Potres mozga koji nastaje zbog sportskih aktivnosti traumatska je ozljeda mozga koja se javlja kao posljedica biomehaničkih sila. Nekoliko čestih karakteristika koje se mogu koristiti u kliničkom definiranju potresne ozljede glave su:

1. Sportske ozljede mozga mogu se dogoditi kao rezultat direktnog udarca u glavu, lice, vrat ili drugi dio tijela s impulzivnom silom koja se prenosi na glavu.
2. Sportske ozljede mozga tipično rezultiraju brzim nastankom privremenog oštećenja neurološke funkcije koje se obično samo od sebe rješava. Međutim, u nekim slučajevima znakovi i simptomi mogu se postupno pojaviti tijekom razdoblja od nekoliko minuta do nekoliko sati.
3. Sportske ozljede mozga mogu dovesti do neuropatoloških promjena, no akutni klinički znakovi i simptomi uglavnom su povezani s funkcionalnim poremećajem, a ne sa strukturnom ozljedom. Stoga, standardne studije strukturnog neuroslikanja obično ne pokazuju nikakve abnormalnosti.
4. Sportska ozljeda mozga rezultira raznim kliničkim znakovima i simptomima koji mogu, ali ne trebaju nužno uključivati gubitak svijesti. Obično dolazi do postupnog povlačenja kliničkih i kognitivnih karakteristika. Međutim, u nekim slučajevima simptomi mogu biti produljeni.

U prvih 24 do 72 sata nakon same ozljede, sportske ozljede mozga mogu imati značajne štetne učinke na kognitivno funkcioniranje i ravnotežu. Iako je nemoguće potpuno izbjeći sve potresne ozljede mozga u sportu, strategije za njihovu prevenciju mogu značajno smanjiti broj i ozbiljnost potresnih ozljeda mozga u mnogim sportskim aktivnostima (McCrorry i sur., 2016).

1.3. Dentalne udlage

Dentalne udlage (štitnici za zube/usta) možemo definirati kao otpornu napravu/spravu u ustima koja sprječava ozljede zubiju i mekog tkiva usne šupljine. Obično izrađene od termoplastičnog kopolimera, poput etilen vinil acetata (EVA), dentalne udlage dizajnirane su da se priljube uz okluzalne površine gornjih zuba i desni (Bishop i sur., 1985). Dentalne udlage pružaju zaštitu tako što apsorbiraju veliku količinu energije pri udarcu i raspršuju tu energiju, sprječavajući da se ona direktno prenese na zube koji se nalaze ispod udlage (Park i sur., 1994, Hoffmann i sur., 1999). Njihova elastična površina omogućuje ravnomjerno raspoređivanje i apsorpciju udarnih sila, što smanjuje rizik od ozljeda tvrdih i mekih tkiva, poput lomova, izljeva, oguljotina zuba, prijeloma vilice, ozljeda usana, jezika ili sluznice (Johnsen i Winters, 1991). Ukoliko pak do ozljede dođe, udlage zadržavaju slomljene ili rasklimane zube i krhotine i tako sprječavaju njihovo udisanje i gutanje (Parker i sur., 2017). Takve ozljede nisu samo uobičajene u visokorizičnim kontaktnim sportovima poput boksa, hokeja, ragbija i lakrosa, već se mogu dogoditi i u manje očito opasnim sportovima poput košarke, bejzbola ili čak nekontaktnih aktivnosti poput gimnastike i klizanja (ADA Council, 2006). Važno je napomenuti da, za razliku od nekih drugih ozljeda, jedna traumatična ozljeda u usnoj šupljini može ostaviti dugotrajne posljedice koje možda nikada u potpunosti neće zacijeliti, stvarajući tako dugotrajne i skupe probleme za pogođenog sportaša. Kako bi se smanjio rizik od intraoralnih ozljeda, štitnici za usta pružaju zaštitu razdvajanjem obraza i usana od zuba, čime se korisnici čine manje osjetljivim na oguljotine mekih tkiva i sprječava se kontakt između zuba koji može uzrokovati traumatske ozljede (ADA Council, 2006). Cilj sportske dentalne udlage pružiti je učinkovitu zaštitu od ozljeda u usnoj šupljini, pri čemu se varira u materijalima, udobnosti, cijeni i prilagodbi zubima. U nastavku su prikazane uobičajene vrste dentalnih udlaga i njihova svojstva.

1.3.1. Podjela dentalnih udlaga

Udlage za usta dijelimo u tri kategorije prema Američkom društvu za testiranje i materijale:

1. Konfekcijske udlage kao najjeftiniju verziju udlaga možemo pronaći u raznim sportskim dućanima i ljekarnama. Ovu vrstu udlage karakterizira prethodno oblikovana termoplastična ladica koja labavo prijanja na zube. Izrađuju se na jeftin način u obliku modela koje su odmah spremne za nošenje. Nisu prilagođene pojedincu već su dostupne u nekoliko veličina (od manjih do većih) te pojedinac sam odabire

veličinu koja mu približno najviše odgovara. Kako bi ova udlaga stajala na mjestu i pružala zaštitni učinak, potrebno je u potpunosti zatvoriti usta, što donosi poteškoće pri govoru i disanju. Također, konfekcijska udlaga pruža malu ili nikakvu retenciju te nije prilagodljiva mekim i tvrdim tkivima pa se iz ovih razloga ova vrsta udlage smatra najmanje sigurnom (ADA Council, 2006).

Na tržištu nalazimo tri tipa konfekcijskih udlaga:

1. “Single jaw” udlage su udlage izrađene za jednu, gornju ili donju čeljust. Iako, češća je izrada udlaga za gornju čeljust s obzirom da su i ozljede zuba gornje čeljusti češće.
 2. “Bimaxillary” udlage pokrivaju i gornju i donju čeljust odjednom što donosi veću zaštitu, ali donosi i poteškoće pri govoru te teže prilagođavanje i toleriranje udlage.
 3. “Orthoguards” udlage osmišljene su za sportaše koji imaju fiksne zubne aparate te im klasične udlage ne pristaju. Na ovim udlagama izdubljeno je mjesto gdje sjeda fiksni aparat te ih je potrebno mijenjati kako ortodontski tretman napreduje.
2. Poluprilagodljive udlage najprodavaniji su tip udlaga koji se široko distribuira u trgovinama sportske opreme. Nazivaju se “boil-and-bite” udlage zbog njihovog načina korištenja. Naime, ove udlage izrađene su od termoplastičnog materijala (kao npr. EVA) koji nakon zagrijavanja postaje mekan i savitljiv. EVA je termoplastični materijal koji se zbog svoje dostupnosti, mogućnosti oblikovanja i lakoće rukovanja koristi kao glavni materijal za izradu dentalnih udlaga. Prvo je potrebno udlagu staviti u vruću vodu kako bi omekšala nakon čega se kratko stavlja u hladnu vodu te se zatim prstima, jezikom i zagriznim pritiskom oblikuje u finalnu formu. Iako su “boil-and-bite” udlage jeftine i moguće ih je preoblikovati i prilagoditi nakon početne formacije, neka istraživanja su pokazala određena ograničenja u vezi s ovom vrstom udlaga. Jedno istraživanje pokazalo je da se udlage mogu značajno stanjiti u kritičnim područjima tijekom oblikovanja, s gubitkom između 70 i 99 posto njihove okluzalne debljine (Park i sur., 1994).

3. Individualne udlage izrađene su po mjeri pojedinca u stomatološkoj ordinaciji ili profesionalnim laboratorijima prema specifičnim uputama stomatologa. Ova vrsta udlaga smatra se profesionalno preferiranom opcijom zbog preciznosti, kvalitete materijala i detalja koji se koriste u njihovoj izradi. Iako su individualne udlage često skuplja opcija, prema literaturi, one općenito pružaju bolje zadržavanje i udobnost. Istovremeno, ova vrsta udlaga uzrokuje manje smetnji u govoru i disanju te su više prilagodljive za osobe koje nose ortodonske aparate (Newsome i sur., 2001). Nema jasnog konsenzusa o optimalnoj debljini individualnih udlaga, iako neka istraživanja sugeriraju debljinu materijala od 4 do 5 milimetara kako bi se bolje smanjila i apsorbirala sila prilikom udarca. (Park i sur., 1994). Konačna debljina udlage ovisi o kliničkoj procjeni, preferencijama pacijenta i specifičnim potrebama sportaša ili vrste sporta. Stomatolozi također trebaju uzeti u obzir okomitu dimenziju okluzije, osobnu udobnost i sposobnost disanja pacijenta.

Kao i kod konfekcijskih udlaga postoje:

1. “Single jaw” individualne udlage moguće je napraviti za gornju ili donju čeljust, čime se pruža zaštita zuba u odgovarajućem dijelu usne šupljine.
2. “Bimaxillary” individualne udlage moguće je izraditi tako da obuhvaća i gornju i donju čeljust kao jedna cjelovita udlaga. Bimaksilarne individualne udlage često imaju otvore u prednjem dijelu kako bi se omogućio protok zraka tijekom korištenja.

Tablica 1: Prikaz karakteristika različitih kategorija udlaga za usta

(preuzeto iz Parker i sur., 2017).

TIP UDLAGE	CIJENA	PRILAGO DLJIVOST	ZAŠTITA	POSJET STOMATO LOGU	OSTALO
Konfekcijska - single jaw	niska	niska	slaba	nije potreban	sprema za upotrebu, neprilagodljiva

Konfekcijska - bimaxillary	srednja	osrednja	osrednja	nije nužan	teže dobavljiva, neprilagodljiva
Konfekcijska - Orthoguard	srednja	osrednja	osrednja	nije nužan	bolje prijanja oko fiksnih apartića, omogućuje prirodnu kretnju zubiju, prilagodljiva
Poluprilagodljiva	srednja	osrednja	osrednja	nije nužan	sprema za upotrebu, prilagodljiva
Individualne - po narudžbi	visoka	dobra	dobra	potreban	podnosi ortodontske tretmane, neprilagodljiva

1.3.2. Izrada individualne dentalne udlage

Postoji više različitih metoda izrade profesionalnih dentalnih udlaga. Te metode mogu biti konvencionalne (procesom kivetiranja ili procesom nanošenja akrilata na foliju) ili pak modernije (tehnologijom 3D printanja). U svakoj od spomenutih metoda, ključan korak u izradi kvalitetne udlage ispravno je uzimanje otiska luka za kojeg se izrađuje udlaga. Taj korak ima značajan utjecaj na kvalitetu izrade dentalne udlage. Proces izrade profesionalne dentalne udlage po mjeri pojedinca obično se sastoji od pet standardnih koraka:

1. Uzimanje otiska luka pojedinca za kojeg će se raditi dentalna udlaga. Obično se uzima otisak gornjeg (maksilarnog) luka kako bi se osigurala pravilna prilagodba i zaštita zuba i usta. Uzimanje otiska suprotnog luka i registracija zagriža provode se samo ako su potrebne okluzijske prilagodbe koje zahtijevaju precizni zglobni odljev;
2. Izlijevanje kamenog modela visoke čvrstoće gornjih zubiju pojedinca;

3. Oblikovanje jednog ili više listova termoplastičnog materijala (kao što su etilen vinil acetat, polivinil klorid, polivinil acetat, prirodna guma, meka akrilna smola ili drugi materijal) na prethodno napravljenom kamenom modelu;
4. Postavljanje dentalne udlage s ispravnom okluzijskom ravnotežom i ekvilibracijom;
5. Obrezivanje viška materijala sa štitnika za zube nakon završne izrade.



Slika 1 i 2: Primjer udlage individualno izrađene po mjeri autora ovog rada (Stefan Modrić)

1.4. Primjena dentalnih udlaga u sportu

Sportske dentalne udlage već su desetljećima prepoznate kao ključno sredstvo za smanjenje rizika od dentalnih i orofacijalnih ozljeda prilikom sportskih aktivnosti. Dentalne udlage su prvi put postale uobičajena oprema u boksačkom sportu tijekom 1920-ih godina (Reed, 1994), ali njihova upotreba u drugim sportovima nije postala široko prihvaćena sve do 1960-ih. Tijekom 1950-ih, kada su započela istraživanja o dentalnim udlagama Američka stomatološka udruga (ADA) je aktivno promovirala svijest o važnosti zaštite usta među širom javnošću (ADA Council, 2006). Prije razvoja orofacijalne zaštite, Američka stomatološka udruga (ADA) procijenila je da je polovina ozljeda kod srednjoškolskih nogometaša koji nisu nosili zaštitu za lice ili usta bila usmjerena prema ustima ili oko njih te je smatrala kako je većina tih ozljeda mogla biti spriječena korištenjem orofacijalnih štitnika tijekom igre (Powers i sur., 1984). Od 1962. godine, bilo je obavezno da svi igrači američkog srednjoškolskog nogometa

nose dentalne udlage tijekom igre (Heintz, 1968). Slično pravilo usvojila je i Nacionalna sveučilišna atletska udruga (NCAA) za sveučilišni nogomet 1973. godine (ADA Council, 2006). Tijekom godina, implementacija orofacijalne zaštite poput štitnika za lice, kaciga i štitnika za usta u američkom nogometu rezultirala je smanjenjem učestalosti oralnih ozljeda s otprilike 50% svih ozljeda na samo 1% (Johnsen i Winters, 1991). ADA je 1995. godine usvojila svoju trenutnu politiku koja podržava upotrebu orofacijalnih štitnika i prepoznaje preventivnu vrijednost ovih zaštitnih sredstava za sve sudionike sportskih i rekreacijskih aktivnosti s visokim rizikom od ozljeda. Danas, ADA i dalje promovira korištenje štitnika za usta i surađuje s međunarodnim i nacionalnim sportskim konferencijama, tijelima za sankcioniranje, školskim savezima i drugim agencijama kako bi potaknula obaveznu upotrebu orofacijalnih zaštitnika. Korištenje dentalnih udlaga propisano je u nekoliko sportova diljem svijeta kako bi se smanjila učestalost dentalnih ozljeda i potresnih ozljeda glave (ADA Council, 2006). Unatoč činjenici da dentalne udlage nisu obavezne u većini sportova, Američka stomatološka udruga i Međunarodna akademija sportske stomatologije preporučuju njihovu upotrebu u 30 različitih sportskih aktivnosti koje su navedene u Tablici 2.

Tablica 2: Pregled sportova u kojima je preporučeno nošenje zubnih udlaga

(preuzeto iz Parker i sur., 2017).

Akrobatika	Konjički događaji	Hokej na ledu	Bacanje kugle	Skvoš
Američki nogomet	Ekstremni sportovi	Rolanje	Skateboarding	Surfanje
Bejzbol	Događaji na terenu	Lakros	Skijanje	Odbojka
Košarka	Hokej na travi	Borilačke vještine	Sportsko padobranstvo	Vaterpolo
Bicikliranje	Gimnastika	Racquetball	Nogomet	Dizanje utega
Boks	Rukomet	Ragbi	Softbol	Hrvanje

1.4.1. Poboljšanje sportske izvedbe

Osim sigurnosne komponente i prevencije ozljeda, nošenje udlaga ima ulogu i u poboljšanju performansi prilikom sportske izvedbe te izaziva ergogeni efekt. Podaci iz literature upućuju na tri osnovne teorije koje objašnjavaju poboljšanu sportsku izvedbu povezanu s upotrebom dentalnih udlaga:

1. Prva teorija sugerira da povećana aktivacija mišića čeljusti i snažnije stiskanje tih mišića može rezultirati drugačijom raspodjelom sile u tijelu te poboljšati stabilnost cijelog tijela, uključujući mišiće jezgre (Schulze i sur., 2018). Povećana aktivacija mišića čeljusti može pridonijeti povećanoj proizvodnji sile mišića specifičnih za određeni sport, poboljšavajući biomehaniku i efikasnost kretanja (Busca i sur., 2018, Schulze i sur., 2017).
2. Druga teorija tvrdi da voljno stiskanje zuba uzrokuje koaktivaciju sternokleidomastoidnog mišića (Ehrlich i sur., 1999), što može povećati mišićnu silu zbog poboljšane istodobne aktivacijske potencijacije (eng. *concurrent activation potentiation*, CAP) (Ebben i sur., 2010). Ovo može rezultirati poboljšanom izvedbom mišića povezanih sa sportom putem neuromuskularnih odgovora (Busca i sur., 2018).
3. Treća teorija ističe da karakteristike okluzalnih površina, prisutnost malokluzije i neravnoteže mišića mogu utjecati na koaktivaciju mišića. Repozicioniranje čeljusti s udlagama može poboljšati neuromuskularne odgovore agonističkih mišića u sportu (Busca i sur., 2018). Naime, prilikom primjene dentalne okluzije kod nošenja udlage centralni živčani sustav (eng. *central nervous system*, CNS), prima promijenjene aferentne signale iz lokomotornih struktura čeljusti čime dolazi do eferente adaptacije i novih kompenzacijskih obrazaca (Ohlendorf i sur., 2014).

1.4.2. Svjesnost važnosti preventivne zaštite

Unatoč dostupnosti dentalnih udlaga i njihove uloge u smanjenju oralnih ozljeda, postoji potreba za većom edukacijom o njihovoj upotrebi i rizicima od dentalne traume u sportskim i rekreacijskim aktivnostima. Sportaši često izbjegavaju redovito nošenje dentalnih udlaga tijekom igre (Newsome i sur., 2001, Lephart i Fu, 1991, Diab i Mourino, 1997). Anketa koju su proveli Nowjack-Raymer i suradnici (1996.) pokazuju da usklađenost s propisima o dentalnim udlagama nije univerzalna, a Levin i suradnici (2003.) su u svojoj anketi zaključili kako dobrovoljna upotreba štitnika za zube nije standardna na nacionalnoj i međunarodnoj

razini. Sudionici nekontaktnih sportova često smatraju da su dentalne udlage nepotrebne, neudobne, nametljive i glomazne, a ako su u pitanju individualne dentalne udlage, smatraju ih preskupima (Newsome i sur., 2001, Maestrello i sur., 1999). Mnogi sportaši svjesni su rizika od ozljeda, ali ipak ne nose štitnike za usta. Također, mnogi se ljudi odlučuju za kupovinu oralnih protektora u trgovini umjesto da se posavjetuju sa stomatologom o oblicima zaštite zuba. Nedovoljna primjena dentalnih udlaga može se djelomično objasniti nedostatkom pravila i nedovoljnom edukacijom sportaša od strane njihovih trenera (ADA Council, 2006). Prema istraživanju kojeg su proveli Berg i suradnici u Arizoni 1998. godine koje je obuhvatilo srednjoškolske trenere iz različitih sportova, samo 13% trenera pružilo je informacije o orofacijalnim ozljedama i korištenju štitnika za usta svojim sportašima dok je skoro svaki treći trener izjavio da neće poticati sportaše da koriste štitnike za usta. S obzirom na važnu ulogu koju treneri i vršnjaci imaju u životima mladih sportaša, njihovi stavovi predstavljaju značajne izazove za usklađenost pojedinca i korištenja dentalnih udlaga (Newsome i sur., 2001). Kada su mala djeca u pitanju, često su roditelji ti koji omogućuju i odlučuju o korištenju udlage. Kako bi se povećala svijest o važnosti i prednostima nošenja udlage kod djece, potrebno je educirati roditelje (Diab i Mourino, 1997). Nedavna revizija provedena u Stomatološkoj bolnici Eastman otkrila je da je nedostatak svijesti o udlagama bila glavna prepreka u 95% slučajeva kada je u pitanju njihovo korištenje u kontaktnim sportovima (Parker i sur., 2016).

2. RAZRADA TEME

Dentalne udlage nedvojbeno su prisutne u sportu. Neosporna je njihova raširenost u kontaktnim sportovima iako još ne postoji unificirani konsenzus po pitanju njihove obaveznosti. Borilački sportovi primjer su sportova gdje krovne organizacije zahtijevaju obavezno korištenje dentalnih udlaga. Primjerice u boksu, *International Boxing Federation (IBF)* propisuje obvezu nošenja dentalnih udlaga na početku svake runde profesionalnog boksačkog meča te zaustavljanje meča u slučaju ispadanja i/ili namjernog izbacivanja dentalne udlage dok se ista ne vrati u usta. Međutim, još uvijek postoji značajna ne-adherencija u korištenju istih prilikom trenažnog procesa. Razlog tome je činjenica da, iako je jasno da pružaju sigurnost prilikom izvedbe, još uvijek ne postoji dovoljan broj istraživanja koji bi strogo definirao do koje mjere i u kojim prilikama one tu zaštitu i pružaju. S druge strane, važnost dentalnih udlaga u poboljšanju performansi sportaša prilikom sportske izvedbe nije niti približno naglašena, a daje priliku za povećanje motivacije među sportašima za korištenjem dentalnih udlaga. Cilj ovog diplomskog rada je na jednom mjestu sumirati dosadašnja saznanja o benefitima nošenja dentalnih udlaga po pitanju sigurnosti i poboljšanja performansi tijekom sportskih aktivnosti te na temelju toga predložiti hipoteze za daljnja istraživanja.

2.1. Utjecaj dentalnih udlaga na prevenciju orofacijalnih trauma u sportu

Orofacijalna regija tijela najizloženija je okolini stoga je rizik od orofacijalnih i dentalnih ozljeda prilično velik. Postoji pretpostavka da udlage smanjuju rizik od orofacijalnih ozljeda kroz nekoliko mehanizama. Prvo, one mogu spriječiti prijelom ili dislokaciju zuba tako što razdvajaju mandibularne i maksilarne zube te apsorbiraju i redistribuiraju silu tijekom snažnih udaraca. Drugo, udlage mogu pružiti zaštitu od prijeloma mandibularne kosti tako što apsorbiraju udarce, redistribuiraju ih ili stabiliziraju mandibulu prilikom traumatskog zatvaranja čeljusti. Treće, dentalne udlage mogu smanjiti rizik od ozljeda mekog tkiva, poput ogrebotina ili modrica, tako što izoliraju zube od mekog tkiva, ublažavaju udarce i ravnomjerno raspoređuju silu udarca. Svaka sportska aktivnost nosi određeni rizik od nastanka takvih ozljeda. Sastavni dio kontaktnih sportova je kontakt između igrača pri čemu se koristi nekontrolirana snaga. Iako se može zaključiti kako dentalne udlage pružaju

sigurnost od orofacijalnih i dentalnih ozljeda samo u kontaktnim sportovima, isti, ako ne i veći rizik prisutan je u nekontaktnim sportovima. Također, u određenim sportovima nije toliko naglašen sam kontakt između igrača, ali je prisutan objekt koji pruža, za sada, iz regulativnog aspekta potencijalno skriven ili nedovoljno naglašen rizik od razvijanja ove vrste ozljeda (npr. pak u hokeju na ledu ili lopta u košarci). Prvi dio problematike prilikom isticanja benefita dentalnih udlaga nalazi se u samoj definiciji ozljeda od kojih bi udlage trebale pružati zaštitu. Naveden je primjer NCAA-a koji za orofacijalnu ozljedu uzima samo onu koja udalji sportaša na barem jedan dan iz trenažnog procesa. Kako orofacijalna regija tijela nije od funkcionalne važnosti za izvođenje sportske aktivnosti, lako se zaključuje kako ustvari velik broj ovih ozljeda prođe nezabilježeno. Labella i suradnici (2002.) su primjetili nesrazmjer u statistici između njihove evidencije orofacijalnih ozljeda i onih zabilježenih od strane NCAA-a. Oni su bilježili svaku traumu na orofacijalnoj regiji tijela te dobili puno veću učestalost orofacijalnih ozljeda kod sportaša nego što to pokazuje statistika vođena od strane NCAA-a. Time se nameće jasna potreba za boljim definiranjem ključnih kriterija za vođenje evidencije orofacijalnih ozljeda. Takvim pristupom lakše bi se ukazala važnost nošenja udlaga i kod sportova s manje izraženim kontaktom kao što je primjerice košarka.

Meta-analiza provedena 2007. godine istražila je učinkovitost udlage u smanjenju dentalnih ozljeda i pokazala da je ukupni rizik od ozljeda bio 1,6 do 1,9 puta manji kada se nosila udlaga u usporedbi s onima koji nisu koristili udlage tijekom sportskih aktivnosti (Knapik i sur., 2007). Unatoč visokom riziku od dentalnih ozljeda, u većini sportova upotreba dentalnih udlaga je dobrovoljna. Upotreba preventivne zaštite obavezna je samo u određenim sportovima i službeno se nadgleda tijekom natjecanja, ali tijekom redovitih sportskih treninga često se zna zapostaviti upotreba preventivne zaštite. Neki od razloga zapostavljanja upotrebe preventivne zaštite mogu biti: nerazvijena samoodgovornost sportaša prema vlastitom oralnom zdravlju, nerazvijena odgovornost trenera prema svom sportašu te dugotrajnost i jednoličnost treninga koja uzrokuje smanjenu koncentraciju sportaša (Badel, 2007). Primjerice, Dilberović i suradnici (2003.) pokazali su da je u tae-kwon-do-u, visokorizičnom kontaktnom sportu, čak 68% sportaša zadobilo nekakvu orofacijalnu ozljedu tijekom treninga jer niti jedan od sportaša uključenih u istraživanje nije koristio preventivnu zaštitu tijekom treninga. Pored toga, djeca i mladi mogu biti izloženi većem riziku od orofacijalnih ozljeda zbog faktora povezanih s rizičnim ponašanjem, kao što su hiperaktivnost (Lalloo, 2003) i povećana sklonost rizičnom ponašanju (Cornwell, 2005).

2.2. Utjecaj dentalnih udlaga na prevenciju sportskih potresnih ozljeda mozga

Neki autori tvrde da je najvažnija vrijednost korištenja dentalnih udlaga u zaštiti od potresa mozga nakon udarca u donju čeljust. Prvenstveno, definicija sportskih ozljeda mozga nije dovoljno precizna jer ne daje uvid u osnovne procese koji dovode do oštećenja mozga, niti razlikuju različite stupnjeve ozbiljnosti, niti odražavaju najnovija saznanja o trajnosti simptoma. Ovo pitanje nije zamagljeno samo nedostatkom podataka, već konfuzijom u definiciji i terminologiji. Iako je teoretski očekivano da bi dentalne udlage trebale zaštititi sportaše od potresa izazvanih udarcima u donju čeljust, u određenim sportovima je malo vjerojatno da će doći do tog mehanizma ozljede. Problematika ne leži samo u evidencijskoj definiciji ovog tipa ozljeda već i u diferencijaciji fiziološki različitih ozljeda ove regije tijela. Većina istraživanja koja su za cilj imala istražiti sigurnosnu komponentu dentalnih udlaga fokusirala se na zaštitu od potresa mozga. Rezultati tih istraživanja često su bili nedovoljno značajni čime je zasigurno nenamjerno umanjena njihova sigurnosna značajnost. S druge strane, malobrojnija istraživanja, koja su stavila naglasak i na orofacijalne ozljede definirane kao traume orofacijalne regije tijela nepobitno su dokazala zaštitnu ulogu dentalnih udlaga prilikom izvođenja sportskih aktivnosti. Iz navedenog se može zaključiti da bi se, uz bolju evidencijsku definiranost ozljeda ove regije tijela, skretanje pozornosti na orofacijalne ozljede u užem smislu ponovno naglasila te u prvi plan stavila sigurnosna uloga dentalnih udlaga.

Postoje znanstveni dokazi koji pokazuju da potpuna zaštita lica (koja uključuje dentalnu udlagu) u sportu poput hokeja na ledu može zaštititi sportaše od potresnih ozljeda ozljeda, što se mjeri gubitkom vremena izvan natjecanja. Ti nalazi pravdaju korištenje dentalnih udlaga u kontaktnim sportovima kao sredstva za smanjenje ozbiljnosti ozljeda, iako se trenutno ne može posebno tvrditi da smanjuju rizik od samog nastanka potresa mozga (Benson i sur., 2009). Također, studija Wisniewskog i suradnika (2004.) nije otkrila razlike u incidenciji potresa mozga između igrača američkog sveučilišnog nogometa koji koriste "boil-and-bite" udlage i onih koji koriste individualno prilagođene udlage. Važno je napomenuti da udlage pružaju ograničenu funkciju u sprječavanju potresa mozga, fokusirajući se uglavnom na apsorpciju udarnih sila prilikom udarca u usta (Finch i sur., 2005). Ove tvrdnje potvrđuje istraživanje koje su Labella i suradnici (2002.) proveli na ispitanicima 1. muške divizije sveučilišne košarke. Nije primijećeno smanjenje učestalosti potresa mozga nakon korištenja individualnih dentalnih udlaga. Međutim, istovremeno nema dokaza o povećanom riziku od ozljeda, dok postoje dokazi koji podržavaju upotrebu dentalnih udlaga u svrhu zaštite zuba (Benson i sur., 2009). Iako postoje dokazi koji podržavaju zaštitnu ulogu dentalnih udlaga što

se tiče dentalnih ozljeda, tvrdnja da doprinose smanjenju učestalosti potresnih ozljeda mozga proizlazi iz ograničenog broja slučajeva i retrospektivnih presječnih istraživanja. Nedostaju čvrsti znanstveni dokazi koji bi potvrdili povezanost između korištenja dentalnih udlaga i smanjenog rizika od potresa mozga.

2.3. Utjecaj različitih vrsta dentalnih udlaga i njihovih karakteristika na uspješnost prevencije orofacijalnih ozljeda u sportu

Postoji raznolika ponuda dentalnih udlaga s različitim razinama prilagođenosti i zaštite, kao što je prikazano u Tablici 1 (Newsome i sur., 2001). Uobičajeno se smatra da su individualno prilagođene udlage najbolji izbor jer pružaju najvišu razinu zaštite. Prvo randomizirano kontrolno istraživanje Fincha i suradnika (2005.) provedeno na australskim nogometašima ukazuje na značajnu zaštitnu ulogu individualno prilagođenih udlaga u prevenciji orofacijalnih ozljeda i ozljeda glave tijekom sportskih aktivnosti i treninga. Iako igrači australskog nogometa često prihvaćaju nošenje udlaga tijekom utakmica, manje su skloni nositi ih tijekom treninga, unatoč postojanju rizika od ozljeda glave i orofacijalnih ozljeda. Australski nogometaši ne odabiru uvijek nošenje zaštitne opreme. Ipak, čini se da individualno prilagođene udlage pružaju bolju zaštitu od ozljeda glave i orofacijalnih ozljeda u usporedbi s nošenjem uobičajenih udlaga. Stoga je preporučljivo da nogometaši koriste individualno prilagođene udlage umjesto "boil-and-bite" udlaga. Primijećeno je značajno zaštitno djelovanje prilagođenih udlaga u usporedbi s uobičajenim udlagama tijekom igara. Ipak, kontrolna skupina igrača i dalje je nosila uobičajene udlage tijekom cijele utakmice u većini slučajeva, što je moglo smanjiti njihov učinak. U istraživanju Labelle i suradnika (2002.) također je utvrđeno značajno smanjenje rizika od ozljeda zuba, ali ne i oralnih ozljeda mekog tkiva. Ova razlika nije iznenađujuća s obzirom da su udlage prvenstveno dizajnirane za zaštitu denticije, a ne usana. Primijećeno je da većina ozljeda mekog tkiva usne šupljine zacjeljuje bez problema, dok su ozljede zuba češće i zahtijevaju skupe stomatološke zahvate. Individualno prilagođene dentalne udlage možda ne smanjuju stopu potresa mozga ili ozljeda mekog tkiva, ali mogu značajno smanjiti morbiditet i troškove koje nose dentalne ozljede. Ova informacija važna je za one koji se bave prevencijom ozljeda i smanjenjem troškova.

Konfekcijske i "boil-and-bite" udlage obično lošije pristaju i imaju manju retenciju od individualno prilagođenih udlaga. Čak 42% sportaša opisuje uobičajene udlage kao labavije u usporedbi s individualno prilagođenim udlagama (Newsome i sur., 2001, British Orthodontic

Society). Kada udlage nemaju dovoljno retencije, sportaši često moraju koristiti okluzalne sile kako bi ih držali na mjestu, što može dovesti do njihovog pomicanja tijekom uporabe (Newsome i sur., 2001, Deyoung i sur., 1994). Ovo može otežati komunikaciju između članova tima zbog čega skidaju udlagu i samim time povećavaju rizik od ozljede zuba (Deyoung i sur., 1994). Jedan od nedostataka udlaga koje nisu prilagođene je da mogu biti premalene. Studija je pokazala da samo 15% uobičajenih udlaga pokriva kutnjake sportaša srednjoškolske dobi i studenata (Kuebker i Morrow., 1986). Premalene udlage pružaju manju zaštitu od individualno prilagođenih udlaga koje su adekvatno izrađene, a završni zubi izloženi su povećanom riziku od ozljeda (Kuebker i Morrow., 1986, Winters i Demont, 2014). Važna je i optimalna debljina udlaga. Predebele udlage mogu biti neugodne za nošenje, dok pretanke udlage mogu smanjiti njihovu zaštitnu sposobnost (Newsome i sur., 2001, Westerman i sur., 2002). Studije su pokazale da optimalna debljina udlaga iznosi 4 mm jer smanjenje debljine značajno utječe na njihovu zaštitnu sposobnost (Westerman i sur., 2002). Smanjenje debljine udlaga ima značajan utjecaj na njihovu sposobnost zaštite; kako se debljina materijala smanjuje, prenesena sila udarca logaritamski raste (Kuebker i Morrow, 1986). Tijekom procesa kalupljenja udlaga za usta, debljina materijala može se smanjiti do čak 99%, što drastično smanjuje njihovu zaštitnu sposobnost (Westerman i sur., 2002). Individualno prilagođene udlage imaju prednost jer su dizajnirane i opremljene od strane stomatologa ili ortodonta, što omogućuje provjeru prilagođenosti, retencije, debljine i proširenja prije izdavanja udlage korisniku. Ove prilagođene udlage omogućuju sportašima lakše disanje, govor i općenito veću razinu udobnosti (Deyoung i sur., 1994, Upson, 1985).

Sveukupno, istraživanja su pokazala da individualno prilagođene udlage pružaju bolju prilagođenost i zaštitu u usporedbi s drugim vrstama uobičajenih udlaga (Newsome i sur., 2001, Deyoung i sur., 1994, Smith i Vigneux, 1994). Jednostavniji dizajni nisu pokazali veliku razinu zaštite jer navodno ometaju disanje i govor te često ne pristaju dobro (Benson i sur., 2009). Stoga, neophodno je koristiti individualnu dentalnu udlagu koja je prilagođena pojedincu kako bi se održala učinkovitost dentalne udlage u sudaru ili kontaktnim sportovima. Upravo iz tog razloga, pravilno postavljena dentalna udlaga ima posebnu važnost jer se otprilike 80% traumatskih dentalnih ozljeda događa na prednjim gornjim zubima (Newsome i sur., 2001). Da bi se osigurala adekvatna zaštita, sugerira se da dentalna udlaga treba: pravilno odgovarati ustima i biti točno prilagođena oralnim strukturama pojedinca; biti izrađena od elastičnog materijala i pokrivati sve zube na jednom luku, obično gornjem (maksilarnom) luku; udobno i sigurno stajati na mjestu; biti fiziološki kompatibilna s pojedincem koji ga

nosi; biti relativno jednostavna za čišćenje; imati visoku sposobnost apsorpcije energije udarca i smanjiti prijenosne sile prilikom udarca (ADA Council, 2006).

U svrhu sigurnosti sportaša, dentalna udlaga trebala bi pružiti odgovarajuću retenciju, udobnost i prijanjanje, bez ometanja govora ili disanja tijekom igre. Izrada dentalne udlage s navedenim karakteristikama može se stručno obaviti pod vodstvom ili nadzorom stomatologa. Promovirajući upotrebu pravilno prijanjajućih dentalnih udlaga koje su sigurne, dostupne i priuštive, stomatolozi mogu povećati zadovoljstvo pacijenata i potaknuti suradnju pružanjem štitnika za zube odgovarajuće debljine koji ne klize u ustima pojedinca koji ga nosi (ADA Council, 2006)

2.4. Utjecaj dentalnih udlaga na poboljšanje sportske izvedbe

Nošenje dentalnih udlaga može izazvati ergogeni učinak tijekom sportskih aktivnosti. Postoje mnoge studije koje su istraživale ergogene učinke nošenja dentalnih udlaga na snagu i mišićnu izdržljivost. Neke od tih studija pokazale su da stiskanje čeljusti ima pozitivne učinke na izometrijsku, dinamičku i izokinetičku snagu donjih udova kod mladih ljudi (Bailey i sur., 2015, Allen i sur., 2016). Osim fizičkog utjecaja na izvedbu, psihološka komponenta korištenja dentalnih udlaga odnosi se na osjećaj sigurnosti i zaštite koji one pružaju što može pomoći sportašima da se usredotoče na svoju igru ili trening bez straha od ozljeda. Također, dentalne udlage mogu smanjiti stres kod sportaša tijekom treninga i natjecanja. Neki sportaši osjećaju napetost u čeljusti ili stišću zube tijekom intenzivnih aktivnosti. Udlage mogu pomoći u ublažavanju stresa tako što pružaju mekanu i fleksibilnu površinu za kontakt između gornje i donje čeljusti. Teoretski gledano, postoje tri glavne teorije koje objašnjavaju na koji način dentalne udlage utječu na poboljšanje performansi tijekom neke sportske aktivnosti. Gledajući rezultate istraživanja, zaključuje se kako postoji određena interferencija između tih teorija i mehanizama putem kojih dolazi do poboljšanja sportske izvedbe.

2.4.1. Utjecaj na sportsku izvedbu putem mehanizma istodobne aktivacijske potencijacije

Praktičari snage i kondicije često traže strategije kojima mogu maksimizirati trenutne učinke treninga otpora. Jedna od predloženih strategija je istodobna aktivacijska potencijacija, CAP, koja ima za cilj poboljšati performanse primarnog pokretača kroz istovremene kontrakcije

mišića udaljenih od tog pokretača (Ebben, 2006). Ove kontrakcije mišića udaljenih od glavnog pokretača nazivaju se udaljene voljne kontrakcije (eng. *remote voluntary contractions*, RVC) i mogu povećati reflekse donjeg dijela tijela (Delwaide i Toulouse, 1980, Hortobagyi i sur., 2003, Pereon i sur., 1995), performanse tijekom izometrijskog testiranja (Ebben i sur., 2008, Sasaki i sur., 1998) i skok u protupokretu (Ebben i sur., 2008). Ebben i suradnici (2008.) proveli su jedinu objavljenu studiju koja je istraživala učinak RVC-a tijekom dinamičkog atletskog događaja. U toj studiji, ispitanici su pokazali 19,5% brži razvoj sile (eng. *rate of force development*, RFD) i 20,2% brže vrijeme do vrhunca sile tijekom skoka u protupokretu kada su stiskali čeljust, u usporedbi sa situacijom kada nisu stiskali čeljust. Međutim, ti ispitanici nisu pokazali veću vršnu silu u stanju stiskanja čeljusti. Stoga, potencijal RVC-a kao potencijalnog poticaja za dinamičke atletske zadatke ostaje neizvjestan. Učinkovitost sveobuhvatnog RVC-a prikazana je tijekom izometrijskog testiranja (Ebben i sur., 2008). Ebben i suradnici (2010) također provode prvu istraživačku studiju koja je proučavala učinke CAP-a tijekom vježbanja na tlu, poput stražnjeg čučnja i skok-čučnja. rezultati su pokazali da su subjekti u stanju RVC postigli značajno bolje performanse, od 2,9% do 32,2%, za sve ispitivane varijable osim jedne. Ovi rezultati sugeriraju da CAP može biti učinkovitiji tijekom ranijeg dijela koncentrične faze vježbi na tlu, posebno tijekom aktivnosti brzog ciklusa istežanja i skraćivanja (eng. *fast stretch-shortening cycle*, SSC) koje se događaju unutar 100 milisekundi (Schmidtbleicher, 1992). Iako je ustanovljeno da CAP može biti manje učinkovit tijekom pokreta s duljom koncentričnom fazom, ova studija je pokazala da RVC poboljšava izvođenje zadataka zatvorenog kinetičkog lanca na tlu, kao što su čučanj-skok (Ebben i sur., 2008) i izometrijske radnje mišića (Ebben i sur., 2008, Sasaki i sur., 1998). Na temelju rezultata ove studije, preporučuje se praktičarima snage i kondicije da potiču svoje sportaše da koriste RVC, kao što je stiskanje čeljusti prilikom nošenja dentalne udlage ili snažno hvatanje šipke i povlačenje prema dolje tijekom koncentrične faze vježbi kao što su stražnji čučanj i skok u čučnju. Ovi RVC postupci pokazali su da poboljšavaju rezultate, kao što su veća vršna sila reakcije tla (eng. *peak ground reaction force*, GRF) i brzina razvoja sile (eng. *rate of force development*, RFD) te povećanje čučanj skoka. Stoga, integriranje RVC tehnika vjerojatno će poboljšati kvalitetu treninga otpora za vježbe koje su slične onima u ovoj studiji (Ebben i sur., 2010).

Košarkaši često koriste udlage kako bi zaštitili zube od sudara s drugim igračima. Osim toga, literatura sugerira da određene udlage mogu djelovati kao ergogeni uređaj koji potiče snažno stiskanje čeljusti, samim time i CAP mišića mandibule kroz RVC. Uz zaštitnu

funkciju, udlage mogu pružati prednosti kada je riječ o snazi, visini skoka i mišićnoj snazi, kako je opisano u literaturi. RVC iz stisnute čeljusti pokreće CAP mehanizam koji može objasniti ergogeni učinak. Također, ortopedski aparati koji pomažu u repozicioniranju mandibule potiču CAP (Ebben, 2006, Ebben i sur., 2008). Neuromuskularni učinci repozicioniranja čeljusti i kontrakcije mišića mandibule mogu rezultirati poboljšanim neuromuskularnim odgovorima mišića koji sudjeluju u sportskim pokretima poput veslanja, pedaliranja, trčanja ili skakanja (Milani i sur., 2000). Dakle, kontrakcija mišića donje čeljusti može poboljšati neuromuskularne odgovore glavnih mišića uključenih u izvedbu (Busca i sur., 2018). Studija koju su proveli Busca i suradnici (2018) otkrila je značajne razlike u performansama sportaša. Korištenje udlage za pomicanje čeljusti pokazalo se korisnim za poboljšanje visine i snage skokova, kao i za izvedbu T-testa agilnosti i ravnog potiska s klupe (eng. *barbell bench press*) s umjerenim opterećenjem. Pokazano je da korištenje udlage prilikom izvođenja ravnog potiska s klupe pri opterećenju od 50 kg pozitivno utječe na prosječnu snagu. Međutim, rezultati nisu bili uvjerljivi kada je u pitanju snaga ravnog potiska s klupe i potiska nogama s velikim opterećenjem. Važno je napomenuti da je postupak pravilnog postavljanja udlaga ključan za postizanje pravilnog prilagođavanja i udobnog dizajna, što omogućuje snažno stiskanje čeljusti i iskorištavanje prednosti CAP-a. Stoga su potencijalni učinci udlaga u vezi s pomicanjem čeljusti ograničeni na one koji koriste individualno prilagođene kako bi se osigurala optimalna stabilizacija donje čeljusti u dugotrajnom centričnom položaju (Busca i sur., 2016). Sportaši koji se bave kontaktnim sportovima koji zahtijevaju snagu, jakost i agilnost, poput košarke, mogu razmotriti korištenje individualno prilagođenih udlaga zbog sigurnosti i poboljšanja kvalitete zagriža kako bi potencijalno unaprijedili sportsku izvedbu u snažnim radnjama tijekom igre i treninga (Busca i sur., 2018).

2.4.2. Utjecaj na poboljšanje biomehanike pokreta prilikom sportske izvedbe

Shulze i suradnici (2018.) proveli su studiju na rukometašima u kojoj su istraživali moguću opstrukciju dišnih putova i posljedično smanjenje performansi prilikom nošenja ventilirane (šuplje) dentalne udlage. Prvi ključni nalaz iz ove studije je da su vrijednosti primitka kisika (VO₂) bile slične sa i bez upotrebe udlage pri istom intenzitetu opterećenja. Također, zabilježene vrijednosti primitka kisika i otkucaja srca pokazuju da je postignuta visoka izlazna snaga. Ovaj nalaz u skladu je s većinom prethodnih istraživanja s obzirom da vrijednosti

primitka kisika upućuju na to da upotreba ventilirane udlage nije utjecala na energetske efikasnost. Drugi ključni nalaz odnosi se na ventilacijske vrijednosti (VE) koje su bile značajno niže sa ventiliranom udlagom. Najvjerojatnije objašnjenje za ovo je poboljšana biomehanika mišića trupa, ramena i vrata što može biti rezultat stabilizacije čeljusti prilikom nošenja udlage što dovodi do bolje koordinacije zatvorenog kinetičkog lanca putem CAP mehanizma (Ebben i sur., 2010). Osim što poboljšava funkciju mišića jezgre, upotreba udlage može poboljšati i stabilnost cijelog tijela. Ovi rezultati podržavaju prethodna istraživanja koja ukazuju da RVC, poput stiskanja čeljusti, mogu dovesti do CAP i rezultirajućeg ergogenog učinka tijekom aktivnosti koje zahtijevaju visoku razinu snage (Allen i sur., 2018). Dakle, upotreba ventilirane udlage nije imala negativne učinke na primitak kisika te na aerobni i anaerobni metabolizam. Također, stope ventilacije i disanja bile su značajno niže prilikom nošenja udlage, što ukazuje na smanjeni respiratorni napor iz mišićne periferije. Svi ovi rezultati potvrđuju da upotreba udlage može imati povoljan učinak na metabolizam i ventilaciju stoga je važno da sportaši budu svjesni da nošenje ventilirane udlage smanjuje ventilaciju i poboljšava efikasnost disanja (Schulze i sur., 2018). Schulze i Busse (2019.) sličnu su studiju proveli i sa košarkašima. U tom istraživanju, vrijednosti primitka kisika ($\dot{V}O_2$) i ventilacije (VE) jasno pokazuju da korištenje ventilirane udlage nije imalo utjecaja na učinkovitost energetske pretvorbe već je poboljšana ekonomičnost disanja. Ventilirana udlaga vjerojatno je rezultirala smanjenim opterećenjem mišića i refleksa na respiratorni centar (Busse i sur., 1991). Daljnje objašnjenje može biti bolja stabilizacija čeljusti s ventiliranom udlagom, što dovodi do poboljšane ekonomičnosti pokreta. Stoga, stiskanje čeljusti može pružiti podršku stabilizaciji cijelog tijela uključujući mišiće jezgre. Zaključno, korištenje udlage nije utjecalo na maksimalno opterećenje, što je testirano u specifičnim vježbama za košarku kod profesionalnih sportaša. Niža ventilacija uz iste vrijednosti $\dot{V}O_2$ pri nošenju štitnika za zube može biti rezultat poboljšane biomehanike (Schulze i sur., 2017).

2.4.3. Utjecaj na poboljšanje ravnoteže i točnosti prilikom sportske izvedbe

Dentalna okluzija može imati utjecaj na stabilnost tijela u statičkom i dinamičkom položaju. Različite studije istaknule su da stiskanje čeljusti može odigrati važnu ulogu u brznoj stabilizaciji tjelesne posture (Milani i sur., 2000, Fujino i sur., 2010, Hosoda i sur., 2007), stabilnosti hodanja (Fujimoto i sur., 2001) i održavanju ravnoteže (Bracco i sur., 2004). Stomatognatski sustav može utjecati na funkcije mišića u drugim dijelovima tijela, kao što su

opseg pokreta kuka (Fernandez-de-las-Penas i sur., 2006), kvaliteta vizualne stabilizacije (Cuccia i Caradonna, 2008) i položaj glave (Kibana i sur., 2002).

Julià-Sánchez i suradnici (2016.) proveli su istraživanje uspoređujući tjelesnu ravnotežu na nestabilnim platformama s različitim dentalnim okluzijama i uvjetima umora na dvije ekstremne razine stabilnosti (stabilno/nestabilno). Dentalna okluzija snažno je utjecala na kontrolu ravnoteže, posebno u uvjetima umora. Njihov zaključak je da su senzorne informacije za kontrolu ravnoteže povezane s dentalnom okluzijom i da taj učinak dovodi do poboljšanja posture gornjeg dijela tijela i bolje ravnoteže kada je tijelo izloženo uvjetima narušene stabilnosti (balansiranje na nestabilnoj platformi). Ovo također može biti relevantno u odbojci, gdje je potrebna kombinacija stabilnosti trupa, aktivnosti ramenog obruča i pravilnog držanja tijela. Schulze i Busse (2019.) istraživali su odbojkaše i najznačajniji rezultat njihove studije primjetno je povećanje performansi u preciznoj točnosti pokreta (eng. *pinpoint accuracy* - definirana kao višestruka ponovljivost prostorno i vremenski optimalne izvedbe pokreta) kada koriste ventiliranu udlagu. U zaključku, primjena udlage kod odbojkaša rezultira značajno boljom točnošću. U situacijama kada se očekuju ergogeni učinci, preporučuje se upotreba dentalnih udlaga, osobito u slučaju poremećaja interkuspalne okluzije, slabosti mišića ili neravnoteže.

2.5. Edukacija o ispravnoj upotrebi dentalnih udlaga u sportu i njihovoj važnosti

Konkretna primjena povećane svijesti oko zaštitne uloge udlaga bila bi strože definiranje obaveznosti dentalnih udlaga tijekom trenažnog procesa ili natjecanja. Interesantan je nedavni sudski slučaj u kojem je hokejašica tužila školu nakon što je pretrpjela ozljedu zuba na utakmici tijekom koje nije nosila udlagu. Sudac je presudio u korist škole, zaključivši da školska politika koja preporučuje, ali ne zahtijeva upotrebu dentalnih udlaga, zadovoljava odgovarajuće standarde brige. U slučaju standardiziranja obaveznosti dentalnih udlaga spriječili bi se ovakvi slučajevi u kojima sportaš razvija svijest o važnosti dentalne udlage tek nakon što dođe do ozljede i gdje u tom scenariju ustanova u kojoj se odvijao trenažni proces ili natjecanje ne snosi odgovornost za zadobivenu ozljedu. Potrebno je naglasiti važnost preventivne zaštite tijekom trenažnog procesa u kojem se ona često zanemaruje. Sportovi koji propisuju obveznu primjenu dentalnih udlaga nadgledaju prisutnost takve zaštite tijekom natjecanja, ali tijekom treninga sportaši nerijetko zanemaruju njihovu upotrebu bez obzira što su svjesni rizika od ozljede. Razlozi za to su mnogobrojni: nedovoljno izražena odgovornost

samog sportaša tijekom treninga, potencijalno istovremena neodgovornost samog trenera prema svom sportašu i poslu, osjećaj treninga kao rutine koja je predvidljiva i bezopasna te nedostatak kontrole prisutnosti preventivne zaštite tijekom trenažnog procesa. Osim toga, neki sportaši imaju tendenciju da se ponose činjenicom da ne koriste preventivnu zaštitu. Ponekad bez obzira čak na kvalitetno dizajniranu zaštitnu opremu, njezina učinkovitost ovisi o individualnoj odluci igrača da je koristi. Međutim, nošenje zaštitne opreme tijekom treninga ima važnu ulogu u razvijanju svijesti igrača o ograničenjima te pitanjima udobnosti i komunikacije. Edukacija sportaša, roditelja i trenera potrebna je kako bi se povećala svijest o važnosti korištenja ovakve vrste zaštite. Povećanje korištenja dentalnih udlaga kod sportaša ovisi uglavnom o njihovom volji i znanju. U širem smislu, stomatolozi mogu odigrati ključnu ulogu pružajući savjete pacijentima, roditeljima, trenerima i školskim službenicima o značajnom riziku od ozljeda u sportskim aktivnostima (posebno ako se ne koristi dentalna udlaga) i preventivnoj vrijednosti pravilno prilagođene dentalne udlage (ADA Council, 2006). U suradnji sa sportskim trenerima, nastavnicima i roditeljima, stomatolozi mogu razviti lokalne inicijative i preventivne programe koji osiguravaju dostupnost udlaga u školama, sveučilištima i društvenim centrima (Smith i Vigneux, 1995). Ključna poruka koju treba prenijeti je da je najbolja udlaga ona koja se nosi te, iako mnogi smatraju da su individualno prilagođene dentalne udlage najbolja zaštitna opcija, druge vrste udlaga također mogu biti učinkovite ako se pravilno koriste.

3. ZAKLJUČAK

Ozljede su sastavni dio svake sportske aktivnosti bez obzira provodi li se ona na profesionalnoj ili rekreativnoj razini. Orofacijalna regija tijela izrazito je izložena okolini stoga je važna svjesnost o velikom riziku od nastanka orofacijalnih ozljeda. Kada je riječ o sportu i tjelesnoj aktivnosti, korištenje dentalnih udlaga ima poseban značaj. Sportovi koji uključuju kontakt ili izloženost udarcima, poput hokeja, ragbija, boksa ili borilačkih sportova, nose povećani rizik od orofacijalnih ozljeda. U takvim situacijama, dentalne udlage djeluju kao zaštita, smanjujući vjerojatnost prijeloma, dislokacija ili drugih ozljeda zuba i čeljusti. One apsorbiraju i redistribuiraju silu udarca te tako štite oralne strukture od potencijalnih štetnih posljedica. Često se zanemaruje uloga orofacijalne i dentalne zaštite prilikom aktivnosti u kojima je kontakt između sudionika minimalan ili nedovoljno naglašen. U takvim aktivnostima postoji potencijalno skriven i nedovoljno izražen rizik od orofacijalnih i dentalnih ozljeda uzrokovan objektom koji je karakterističan za tu sportsku aktivnost. S druge strane, zabrinjava ne-adherencija nošenja dentalnih udlaga tijekom trenažnog procesa u visokokontaktim sportovima kod kojih je prisutan velik rizik nastanka orofacijalnih i dentalnih ozljeda. Takvo ponašanje može dovesti do akumulirane štete i mikro trauma koje mogu odigrati ulogu u nastanku ozljeda u budućnosti.

Primarna uloga dentalnih udlaga u sportskim aktivnostima pružanje je zaštite te prevencija ozljeda bez obzira je li u pitanju natjecanje ili trenažni proces. Iako se teoretski očekuje da dentalne udlage štite i preveniraju sportske potresne ozljede mozga, istraživanja ne daju dovoljno dokaza po tom pitanju stoga možemo zaključiti kako dentalne udlage same nisu dovoljne da smanje incidenciju sportskih potresnih ozljeda mozga. Mehanizmi nastanka takvih ozljeda su mnogobrojni u različitim sportovima pa je iz toga razloga uloga dentalnih udlaga u njihovoj prevenciji minimalna i ograničena. Doduše, nošenje dentalnih udlaga u kombinaciji sa ostalim orofacijalnim protektorima poput kacige ili zaštite za lice može utjecati na smanjenu ozbiljnost sportskih potresnih ozljeda mozga. S druge strane, dokazana je značajna uloga dentalnih udlaga u prevenciji nastanka orofacijalnih, a posebice dentalnih ozljeda. Takve vrste ozljeda mogu biti itekako opasne, a često ne dobivaju dovoljno pažnje dok zapravo do njih ne dođe. U određenim situacijama njihovo liječenje može biti dugotrajno i poprilično skupo ako uzmemo u obzir cijene u stomatološkoj struci. Upravo iz tog razloga potrebno je definirati kriterije i proširiti spektar sportova koji su visokorizični za nastanak

orofacijalnih ozljeda i uvesti obvezu nošenja preventivne zaštite kako tijekom natjecanja tako i tijekom trenažnog procesa.

Osim zaštite od ozljeda, dentalne udlage mogu poboljšati i sportsku izvedbu. Pravilno postavljene individualne udlage mogu doprinijeti stabilnosti čeljusti i mišića lica, poboljšati ravnotežu i propriocepciju, te čak smanjiti umor mišića. Udaljena voljna kontrakcija (RVC) stiskanjem čeljusti pokreće mehanizam istodobne aktivacijske potencijacije (CAP) koji može biti poboljšana korištenjem dentalne udlage prilikom stiskanja čeljusti što objašnjava ergogene učinke dentalnih udlaga. Dokazan je njihov utjecaj na kvalitetu zagriža i stabilizaciju čeljusti koja može doprinijeti boljoj biomehanici i ekonomičnosti pokreta te poboljšanoj posturi tijela u uvjetima narušene ravnoteže. Ovo može biti od izuzetne važnosti u sportovima koji zahtijevaju jakost, snagu, agilnost, precizne pokrete, brzu reakciju i optimalnu izvedbu.

Važno je napomenuti da korištenje dentalnih udlaga treba biti individualno prilagođeno i izrađeno od strane stručnjaka, poput stomatologa ili dentalnog tehničara. Samo pravilno postavljene udlage mogu pružiti potpunu zaštitu i udobnost te osigurati najbolje rezultate. Većina istraživanja pokazuju značajnu prednost individualno prilagođenih udlaga u usporedbi sa uobičajenim i financijski prihvatljivim vrstama udlaga što se tiče sigurnosti i poboljšanja performansi prilikom sportske izvedbe. Neki od najčešćih razloga njihove uporabe široka je dostupnost uobičajenih udlaga u trgovinama sportske opreme i njihova niska cijena zbog čega se većina ljudi odlučuje za kupovinu dentalnih udlaga u trgovini umjesto da se posavjetuju sa stomatologom o boljim oblicima zaštite zuba. Ipak, individualno prilagođene dentalne udlage značajno su superiornije od uobičajenih udlaga po pitanju udobnosti, prijanjanja, sigurnosti i poboljšanja performansi. Osim toga, sportašu je veoma važno da dentalna udlaga ne utječe na njegovo disanje i sposobnost govora što može biti od izrazite važnosti prilikom određenih sportskih aktivnosti. Također, važno je napomenuti kako je potreban određeni period prilagodbe pojedinca na nošenje dentalne udlage. Takav period prilagodbe može trajati i do dva tjedna, što je relativno dug period, ali nakon uspješnog perioda prilagodbe sportaš se toliko navikne na nošenje dentalne udlage tijekom sportskih aktivnosti da će eventualan izostanak takve zaštite percipirati čudnim i nepovoljnim.

Edukacija o dentalnim udlagama igra ključnu ulogu u povećanju svijesti o njihovoj važnosti i promicanju njihove pravilne upotrebe. Osiguravanje pravilne edukacije sportašima, trenerima, roditeljima i drugim relevantnim dionicima može imati značajan utjecaj na povećanje svijesti o prednostima korištenja dentalnih udlaga i poticanju njihove šire upotrebe. Jedan od ključnih aspekata edukacije je informiranje o rizicima i posljedicama nedostatka zaštite oralnih

struktura tijekom sportskih aktivnosti. Drugi važan aspekt edukacije informiranje je o pravilnom odabiru, postavljanju i održavanju dentalnih udlaga. Sportaši trebaju biti svjesni da samo pravilno izrađene i prilagođene udlage mogu pružiti adekvatnu zaštitu i udobnost. Edukacija trenera i sportskog osoblja može uključivati prepoznavanje situacija u kojima je potrebna zaštita oralnih struktura, preporuku korištenja udlaga i osiguranje njihove pravilne upotrebe tijekom treninga i natjecanja. Također, roditelji trebaju biti upućeni po pitanju važnosti dentalnih udlaga i poticati njihovu upotrebu kod svoje djece kako bi im osigurali dodatnu zaštitu tijekom sportskih aktivnosti. Nadalje, promocija svijesti o važnosti dentalnih udlaga može se provoditi putem kampanja na društvenim mrežama i javnih edukativnih programa. Održavanje predavanja, radionica ili distribucija informativnih materijala može doprinijeti širem razumijevanju i prihvaćanju dentalnih udlaga kao standardne prakse zaštite u sportu. Ova edukacija treba biti kontinuirana i ciljati na sve relevantne dionike kako bi se osigurala zaštita i promicanje oralnog zdravlja u sportskim aktivnostima.

U zaključku, korištenje dentalnih udlaga ima značajnu važnost u sportu i tjelesnoj aktivnosti. One štite oralne strukture od ozljeda, poboljšavaju sportsku izvedbu i pridonose općem oralnom zdravlju. Stoga se njihova upotreba preporučuje sportašima i rekreativcima prilikom provođenja sportskih aktivnosti u kojima je prisutan rizik od orofacijalnih ozljeda.

4. LITERATURA

- AFFAIRS, A. C. O. S. (2006). Using mouthguards to reduce the incidence and severity of sports-related oral injuries. *The Journal of the American Dental Association*, 137(12), 1712-1720.
- Allen, C. R., Fu, Y. C., Cazas-Moreno, V., Valliant, M. W., Gdovin, J. R., Williams, C. C., & Garner, J. C. (2018). Effects of jaw clenching and jaw alignment mouthpiece use on force production during vertical jump and isometric clean pull. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 237-243.
- Allen, C., Fu, Y. C., & Garner, J. C. (2016). The effects of a self-adapted, jaw repositioning mouthpiece and jaw clenching on muscle activity during vertical jump and isometric clean pull performance. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 4(3), 42-49.
- Badel, T., Jerolimov, V., Pandurić, J., & Carek, V. (2007). Custom-made mouthguards and prevention of orofacial injuries in sports. *Acta medica Croatica: casopis Hrvatske akademije medicinskih znanosti*, 61, 9-14.
- Bailey, S. P., Willauer, T. J., Balilionis, G., Wilson, L. E., Salley, J. T., Bailey, E. K., & Strickland, T. L. (2015). Effects of an over-the-counter vented mouthguard on cardiorespiratory responses to exercise and physical agility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 678-684.
- Bayliss, T., & Bedi, R. (1996). Oral, maxillofacial and general injuries in gymnasts. *Injury*, 27(5), 353-354.
- Benson, B. W., Hamilton, G. M., Meeuwisse, W. H., McCrory, P., & Dvorak, J. (2009). Is protective equipment useful in preventing concussion? A systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 43(Suppl 1), i56-i67.
- Berg, R., Berkey, D. B., Tang, J. M., Altman, D. S., & LONDEREE, K. A. (1998). Knowledge and attitudes of Arizona high-school coaches regarding oral-facial injuries and mouthguard use among athletes. *The Journal of the American Dental Association*, 129(10), 1425-1432.

- Bishop, B. M., Davies, E. H., & Von Fraunhofer, J. A. (1985). Materials for mouth protectors. *The Journal of prosthetic dentistry*, 53(2), 256-261.
- Bracco, P., Deregibus, A., & Piscetta, R. (2004). Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neuroscience letters*, 356(3), 228-230.
- British Orthodontic Society. Mouthguards Advice Sheet. 2012.
<http://www.bos.org.uk/MembersAdviceSheets> (pristupljeno u srpnju 2023).
- Busca B, Morales J, Solana-Tramunt M, Mir o A, García M. (2016). Effects of jaw clenching while wearing a customized bite-aligning mouthpiece on strength in healthy young men. *J Strength Condit Res.* 30(4):1102-1110.
- Busca, B., Moreno-Doutres, D., Pena, J., Morales, J., Solana-Tramunt, M., & Aguilera-Castells, J. (2018). Effects of jaw clenching wearing customized mouthguards on agility, power and vertical jump in male high-standard basketball players. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 16(1), 5-11.
- Busse, M. W., Maassen, N., & Konrad, H. (1991). Relation between plasma K⁺ and ventilation during incremental exercise after glycogen depletion and repletion in man. *The Journal of physiology*, 443(1), 469-476.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2002). Nonfatal sports-and recreation-related injuries treated in emergency departments--United States, July 2000-June 2001. *MMWR: Morbidity and mortality weekly report*, 51(33), 736-740.
- Cornwell, H. (2005). Dental trauma due to sport in the pediatric patient. *Journal of the California Dental Association*, 33(6), 457-461.
- Cuccia, A. M., & Caradonna, C. (2008). Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: a study in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(5), 640-e15.
- Delwaide, P. J., & Toulouse, P. (1980). Jendrassik maneuver vs controlled contractions conditioning the excitability of soleus monosynaptic reflexes. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 61(11), 505-510.
- DeYoung, A. K., Robinson, E., & Godwin, W. C. (1994). Comparing comfort and wearability: custom-made vs. self-adapted mouthguards. *Journal of the American Dental Association* (1939), 125(8), 1112-1118.

- Diab, N., & Mourino, A. P. (1997). Parental attitudes toward mouthguards. *Pediatric dentistry*, 19(8), 455-460.
- Dilberović N., Seifert D., Jerolimov V. (2003). Ozljede stomatognatskog sustava u tae-kwon-do-u. *Hrvat. Športskomed. Vjesn.* 18: 15-9
- Ebben, W. P. (2006). A brief review of concurrent activation potentiation: theoretical and practical constructs. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 985-991.
- Ebben, W. P., Flanagan, E. P., & Jensen, R. L. (2008). Jaw clenching results in concurrent activation potentiation during the countermovement jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1850-1854.
- Ebben, W. P., Kaufmann, C. E., Fauth, M. L., & Petushek, E. J. (2010). Kinetic analysis of concurrent activation potentiation during back squats and jump squats. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1515-1519.
- Ebben, W. P., Leigh, D. H., & Geiser, C. F. (2008). The effect of remote voluntary contractions on knee extensor torque. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(10), 1805-1809.
- Ehrlich, R., Garlick, D., & Ninio, M. (1999). The effect of jaw clenching on the electromyographic activities of 2 neck and 2 trunk muscles. *Journal of orofacial pain*, 13(2).
- Fernández-de-las-Peñas, C., Carratalá-Tejada, M., Luna-Oliva, L., & Miangolarra-Page, J. C. (2006). The immediate effect of hamstring muscle stretching in subjects' trigger points in the masseter muscle. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 14(3), 27-35.
- Finch, C., Braham, R., McIntosh, A., McCrory, P., & Wolfe, R. (2005). Should football players wear custom fitted mouthguards? Results from a group randomised controlled trial. *Injury prevention*, 11(4), 242-246.
- Flanders, R. A. (1993). Mouthguards and sports injuries. *Illinois dental journal*, 62(1), 13-16.
- Francis, K. T., & Brasher, J. (1991). Physiological effects of wearing mouthguards. *British journal of sports medicine*, 25(4), 227-231.

- Fujimoto, M., Hayakawa, I., Hirano, S., & Watanabe, I. (2001). Changes in gait stability induced by alteration of mandibular position. *Journal of medical and dental sciences*, 48(4), 131-136.
- Fujino, S., Takahashi, T., & Ueno, T. (2010). Influence of voluntary teeth clenching on the stabilization of postural stance disturbed by electrical stimulation of unilateral lower limb. *Gait & posture*, 31(1), 122-125.
- Heintz, W. D. (1968). Mouth protectors: a progress report. *The Journal of the American Dental Association*, 77(3), 632-636.
- Hoffmann, J., Alfter, G., Rudolph, N. K., & Göz, G. (1999). Experimental comparative study of various mouthguards. *Dental Traumatology*, 15(4), 157-163.
- Hortobágyi, T., Taylor, J. L., Petersen, N. T., Russell, G., & Gandevia, S. C. (2003). Changes in segmental and motor cortical output with contralateral muscle contractions and altered sensory inputs in humans. *Journal of neurophysiology*, 90(4), 2451-2459.
- Hosoda, M., Masuda, T., Isozaki, K., Takayanagi, K., Sakata, K., Takakuda, K., ... & Morita, S. (2007). Effect of occlusion status on the time required for initiation of recovery in response to external disturbances in the standing position. *Clinical Biomechanics*, 22(3), 369-373.
- Jerolimov, V. (2014). Bubalo V. Orofacijalne ozljede u sportu. *Hrvat Športskomed Vjesn*, 29, 43-59.
- Johnsen, D. C., & Winters, J. E. (1991). Prevention of intraoral trauma in sports. *Dental Clinics of North America*, 35(4), 657-666.
- Julià-Sánchez, S., Álvarez-Herms, J., Gatterer, H., Burtscher, M., Pagès, T., & Viscor, G. (2016). The influence of dental occlusion on the body balance in unstable platform increases after high intensity exercise. *Neuroscience letters*, 617, 116-121.
- Kibana, Y., Ishijima, T., & Hirai, T. (2002). Occlusal support and head posture. *Journal of oral rehabilitation*, 29(1), 58-63.
- Knapik, J. J., Marshall, S. W., Lee, R. B., Darakjy, S. S., Jones, S. B., Mitchener, T. A., ... & Jones, B. H. (2007). Mouthguards in sport activities history, physical properties and injury prevention effectiveness. *Sports medicine*, 37, 117-144.

- Kuebker, W. A., Morrow, R. M., & Cohen, P. A. (1986). Do mouth-formed mouth guards meet the NCAA rules?. *The Physician and Sportsmedicine*, 14(6), 69-74.
- Kumamoto, D. P., & Maeda, Y. (2004). A literature review of sports-related orofacial trauma. *General dentistry*, 52(3), 270-80.
- Labella, C. R., Smith, B. W., & Sigurdsson, A. (2002). Effect of mouthguards on dental injuries and concussions in college basketball. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 41-44.
- Laloo, R. (2003). Risk factors for major injuries to the face and teeth. *Dental traumatology*, 19(1), 12-14.
- Lephart, S. M., & Fu, F. H. (1991). Emergency treatment of athletic injuries. *Dental Clinics of North America*, 35(4), 707-717.
- Lerotić, L. (2019). NAVIKE I STAVOVI SPORTAŠA O SPORTSKIM DENTALNIM ŠTITNICIMA (Doctoral dissertation, University of Split. School of Medicine. Dental medicine protetics).
- Levin, L., Friedlander, L. D., & Geiger, S. B. (2003). Dental and oral trauma and mouthguard use during sport activities in Israel. *Dental traumatology*, 19(5), 237-242.
- Maestrello, C. L., Mourino, A. P., & Farrington, F. H. (1999). Dentists' attitudes towards mouthguard protection. *Pediatric dentistry*, 21, 340-346.
- McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., ... & Vos, P. E. (2017). Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British journal of sports medicine*, 51(11), 838-847.
- McNutt, T., Shannon, S. W., Wright, J. T., & Feinstein, R. A. (1989). Oral trauma in adolescent athletes: a study of mouth protectors. *Pediatr Dent*, 11(3), 209-213.
- Milani, R. S., De Perière, D. D., Lapeyre, L., & Pourreyron, L. (2000). Relationship between dental occlusion and posture. *CRANIO®*, 18(2), 127-134.
- Newsome, P. R. H., Tran, D. C., & Cooke, M. S. (2001). The role of the mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: a review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 11(6), 396-404.

- Nowjack-Raymer, R. E., & Gift, H. C. (1996). Use of mouthguards and headgear in organized sports by school-aged children. *Public Health Reports*, 111(1), 82.
- Ohlendorf, D., Seebach, K., Hoerzer, S., Nigg, S., & Kopp, S. (2014). The effects of a temporarily manipulated dental occlusion on the position of the spine: a comparison during standing and walking. *The spine journal*, 14(10), 2384-2391.
- Park, J. B., Shaull, K. L., Overton, B., & Donly, K. J. (1994). Improving mouth guards. *The Journal of prosthetic dentistry*, 72(4), 373-380.
- Parker, K., Marlow, B., Patel, N., & Gill, D. (2016). An audit on the use of mouthguards in orthodontic patients before treatment. *BOS Clinical Effectiveness Bulletin*, 36(2), 14-16.
- Parker, K., Marlow, B., Patel, N., & Gill, D. S. (2017). A review of mouthguards: effectiveness, types, characteristics and indications for use. *British dental journal*, 222(8), 629-633.
- Péréon, Y., Genet, R., & Guihéneuc, P. (1995). Facilitation of motor evoked potentials: timing of Jendrassik maneuver effects. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 18(12), 1427-1432.
- Pinkham JR, Kohn DW. (1991). Epidemiology and prediction of sportsrelated traumatic injuries. *Dent Clin North Am* 35(4):609-26
- Powers, J. M., Godwin, W. C., & Heintz, W. D. (1984). Mouth protectors and sports team dentists. Bureau of Health Education and Audiovisual Services, Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *Journal of the American Dental Association* (1939), 109(1), 84-87..
- Reed, R. V. (1994). Origin and early history of the dental mouthpiece. *British dental journal*, 176(12), 478-480.
- Rodd, H. D., & Chesham, D. J. (1997). Sports-related oral injury and mouthguard use among Sheffield school children. *Community dental health*, 14(1), 25-30.
- Sasaki, Y., Ueno, T., Taniguchi, H., & Ohyama, T. (1998). Effect of teeth clenching on isometric and isokinetic strength of ankle plantar flexion. *Journal of Medical and Dental Sciences*, 45(1), 29-37.

- Schulze, A., & Busse, M. (2019). Prediction of ergogenic mouthguard effects in volleyball: a pilot trial. *Sports medicine international open*, 3(03), E96-E101.
- Schulze, A., Kwast, S., & Busse, M. (2017). Vented mouthguard effects on cardiopulmonary parameters in basketball: A pilot study. *EC Dent Sci*, 15, 182-190.
- Schulze, A., Laessing, J., Kwast, S., & Busse, M. (2020). Influence of a vented mouthguard on physiological responses in handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(7), 2055-2061.
- Smith, R. S., & Vigneux, B. (1994). Tailor your game plan when implementing mouthguard programs for school and town sports. *Journal of the Massachusetts Dental Society*, 43(4), 48-53.
- Soporowski, N. J., Tesini, D. A., & Weiss, A. I. (1994). Survey of orofacial sports-related injuries. *Journal of the Massachusetts Dental Society*, 43(4), 16-20.
- Špehar, I. (2021). Izrada stabilizacijske udlage tehnologijom 3D printanja.
- Turner, Anthony. (2009). *Training For Power : Principles And Practice*. Profesional Strength and Conditioning. 20-32.
- Upton, N. (1985). Mouthguards, an evaluation of two types for Rugby players. *British journal of sports medicine*, 19(2), 89-92.
- Westerman, B., Stringfellow, P. M., & Eccleston, J. A. (2002). EVA mouthguards: how thick should they be?. *Dental traumatology*, 18(1), 24-27.
- Winters, J., & DeMont, R. (2014). Role of mouthguards in reducing mild traumatic brain injury/concussion incidence in high school football athletes. *General dentistry*, 62(3), 34-38.
- Wisniewski, J. F., Guskiewicz, K., Trope, M., & Sigurdsson, A. (2004). Incidence of cerebral concussions associated with type of mouthguard used in college football. *Dental traumatology*, 20(3), 143-149.