

ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА ВЕЗИВАЊЕ ФИКСНИХ НАДОКНАДА

Весна МЕДИЋ, Косовка ОБРАДОВИЋ-ЂУРИЧИЋ

Клиника за стоматолошку протетику, Стоматолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Померање крунице из њеног лежишта на зубу често настаје као последица неодговарајуће геометријске конфигурације брушеног зуба који није у могућности да се супротстави дислоцирајућим силама које делују на надокнаду.

Циљ рада Циљ рада је био да се процени утицај препаративног дизајна на ретенцију и стабилизацију фиксних надокнада.

Метод рада За испитивање су коришћена 64 различито димензионирана експериментална патрљка од нерђајућег челика. Капице, израђене за сваки експериментални патрљак, такође од нерђајућег челика, употребљене су за испитивање ретенције. После цементирања капица на експерименталне патрљке обављено је мерење јачина сила затезања потребних за раздвајање цементираних капица од патрљка. Капице израђене од легуре сребра и паладијума са нагибом оклузивне површине од 60° у односу на уздужну осу коришћене су за испитивање стабилизације. Почетак померања капице под дејством сила притиска манифестовао се наглим падом силе, што је графички забележено.

Резултати Статистички значајна разлика је уочена између вредности сила затезања потребних за раздвајање капице од експерименталних патрљака различите дужине ($p < 0,05$) и различитог нагиба аксијалних површина ($p < 0,01$). Највеће вредности сила ретенције забележене су код експерименталних патрљака највеће дужине и најмањег нагиба аксијалних површина. Статистички значајна разлика између вредности сила затезања потребних за раздвајање капица цементираних на експерименталним патрљцима различитог пречника није уочена ($p > 0,05$). Иако смањењем нагиба аксијалних површина експерименталних патрљака долази до повећања вредности сила притиска, уочена разлика није статистички значајна. Вредности јачине сила притиска статистички се значајно разликују за експерименталне патрљке различите дужине ($p < 0,01$) и различитог пречника ($p < 0,05$).

Закључак На основу резултата може се закључити да су ретенција и стабилизација фиксне надокнаде обрнуто сразмерне нагибу аксијалних површина брушеног зуба, док су при константном нагибу аксијалних површина брушеног зуба управо сразмерне његовој дужини и пречнику.

Кључне речи: ретенција; стабилизација; дужина; пречник; нагиб аксијалних површина

УВОД

Већина фиксних надокнада у стоматолошкој пракси везује се цементним материјалима за носећа зубна ткива [1, 2]. Интегрална веза надокнаде и зубних ткива током функционалних оптерећења у усној дупљи представља специфични спој који треба да буде постојан при деловању различитих дислоцирајућих сила. Функционално јединство фиксне надокнаде и зуба могуће је једино ако се снага везе супротставља дејству свих дислоцирајућих сила, амортизује их, преноси на зубе носаче и њихова потпорна ткива, изазивајући уједно у костном фундаменту стимулативни ефекат. Успешност такве везе резултат је многих детерминанти, али од примарног значаја су особености цементних везива, одлике брушеног зуба и специфичности надокнада остварене у технолошком поступку њене израде [3, 4]. Без обзира на сложеност и бројност фактора који дефинишу везу фиксне надокнаде и брушеног зуба, мора се признати да су дизајн препаратације и геометријска конфигурација брушеног зуба од кључне важности, а за то је искључиво одговоран терапеут.

Анализа основних фактора који утичу на везивање фиксних надокнада, њихово познавање и тумачење су предуслов за одређивање оптималног геометријског облика брушеног зуба који ће напрезања унутар цементног слоја свести на најмању могућу меру, те тиме

спречити оштећења цемента и губитак ефекта везивања. Модификације обележја брушеног зуба могуће су у оквиру основних принципа припреме [5].

Обележја брушеног зуба су детерминанте ретенције и стабилизације фиксне надокнаде. Критичан значај имају дужина зуба, његов пречник, нагиби аксијалних површина формирани током припреме и величина укупне брушене површине. Посматрано с аспекта клиничке праксе, ретенција и стабилизација фиксне надокнаде су одређене морфолошким особинама и природним димензијама зуба који се бриси. Гингивооклузивна дужина и пречник зуба су константе у сваком поједином случају на које лекар не може битно утицати. Лекар може унеколико утицати на гингивооклузивну дужину брушеног зуба ако рационално планира оклузивно скраћење зуба. Фактор који је под контролом лекара јесте формирање нагиба аксијалних површина зуба током припреме [6].

Литература је богата приказима студија које истражују утицај појединих аспеката припреме на ретенцију и стабилизацију вештачке крунице. Величина угла конвергенције је један од фактора који одређује јачину аксијалних и неаксијалних сила којима круница може бити изложена а да се не одвоји од брушеног зуба [7, 8]. Јоргенсен (*Jorgensen*) [9] је први уочио везу између ретенције и нагиба аксијалних површина. Резултати добијени на основу његових истраживања потврђују чињеницу да се с повећањем нагиба

аксијалних површина, односно коничности брушеног зуба, сразмерно и прогресивно смањује ретенција. Изненађује, међутим, податак да међу ауторима не постоји сагласност о идеалном нагибу насрамних аксијалних површина. Препоручује се нагиб аксијалних површина од 3° , 5° , 10° , 13° и 16° [7-11]. Пошто су углови конвергенције од 3° до 13° вероватно клинички прихватљиви, усаглашавањем различитих мишљења долази се до закључка да би оптимални нагиб аксијалних површина требало да буде 5° [4]. Међутим, нагиби аксијалних површина формирани у условима усне дупље често одступају од препорученог идеала. Резултати мерења на гипсаним моделима зуба брушених у условима свакодневне клиничке праксе показују да вредности углова варирају од 19° до 37° [12-14]. Постигнути углови конвергенције су знатно већи од оних које препоручује теорија.

Формирање нагиба аксијалних површина брушених зуба у условима усне дупље условљено је врстом припреме, положајем зуба у зубном низу, морфолошким одликама зуба, припремом без подмираности и искуством лекара. Изгледа да је немогуће бити категоричан у опредељењу за одређени нагиб аксијалних површина и фаворизовати га као идеалан. Овај рад ће се осврнути на неке од механичких законитости које су одговорне за добру адаптацију фиксне надокнаде на дефинисаној позицији на зубу, као и на факторе који могу спречити померање, ротацију или ломљење надокнаде током функције.

ЦИЉ РАДА

Циљ рада је био да се утврди утицај дужине, пречника и нагиба аксијалних површина брушеног зуба на ретенцију и стабилизацију надокнаде.

МЕТОД РАДА

С обзиром на сложеност постављеног циља, дефинисани методолошки приступ експерименту је подељен на два дела.

Утицај дужине, пречника и нагиба аксијалних површина брушеног зуба на ретенцију надокнаде

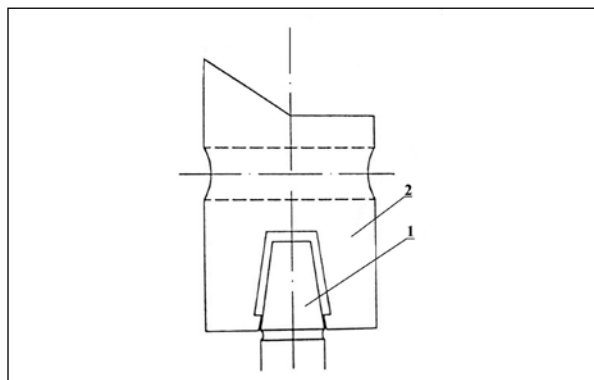
Снага ретенције је квантификована мерењем јачине силе која, делујући у правцу стављања и скидања надокнаде, успева да одвоји цементирану круницу од брушеног зуба. За овај део испитивања посебно су дизајнирана 64 експериментална патрљка од нерђајућег челика. Димензионирање експерименталних патрљака и формирање нагиба њихових аксијалних површина обављено је машински, применом универзалног струга с електронским подешава-

њем. Иако су били различите величине, сви патрљци су имали постоља истих димензија. Дужина и пречник експерименталних патрљака одабрани су тако да одговарају просечним вредностима за дужину (10, 8, 6 и 4 mm) и пречник (7, 6, 5 и 4 mm) различитих група зуба. Нагиби аксијалних површина патрљака (0° , 3° , 6° и 9°) дефинисани су на основу препорука о оптималном нагибу аксијалних зидова патрљака које треба остварити током припреме зуба за прихватање фиксне надокнаде.

После обављеног димензионирања експерименталних патрљака машински су израђене капице од нерђајућег челика за сваки патрљак. Прецизан начин израде капица омогућио је сигурну адаптацију капице на патрљку. Простор између унутрашње површине капице и површине патрљака био је $25 \mu\text{m}$, изузев у зони висине (1 mm), при бази патрљака, где је капица интимно приањала без зазора (Слика 1). Унутар горњег хоризонталног зида сваке капице под правим углом на њену аксијалну осу формиран је канал кроз који ће се провући шина која је саставни део прибора којим се капица повезује с елементима мерног апарата. Овај дизајн је допуњен како би се обезбедило мерење јачине сила потребно за раздвајање цементаних капица од експерименталних патрљака.

Важан моменат током поступка цементирања био је да се елиминишу хоризонталне силе као могући иницијатори малпозиције капица на патрљку. Због тога је осмишљен помоћни алат за цементирање у облику ваљка, у чијем је центру машинском обрадом направљена цилиндрична шупљина. Њен доњи део је димензиониран тако да обезбеђује прецизно лежиште за спољну површину капице. Горњи део шупљине је ужи и прецизно фрезован према постољу експерименталних патрљака. Помоћу додатног алата постигнуто је да капица стабилно лежи, док је правац утискивања патрљака дефинисан вођицама бочне површине горњег дела шупљине (Слика 2).

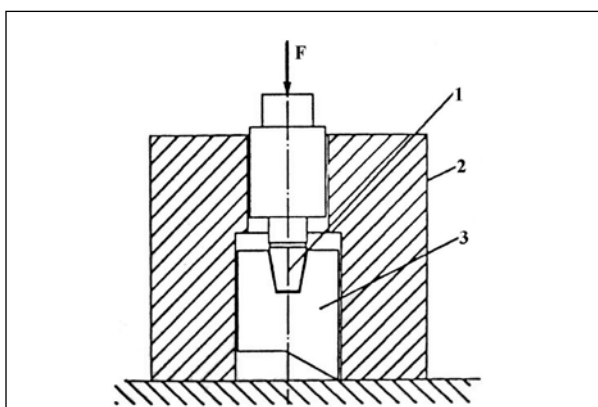
За цементирање капица коришћен је нормално-везујући цемент цинк-фосфат („Цегал”, Галеника, Србија). Материјал је припреман по препоруци произвођача, с оптималним односом праха и течности од 1:0,5



СЛИКА 1. Експериментални патрљак (1) и капица од нерђајућег челика (2).

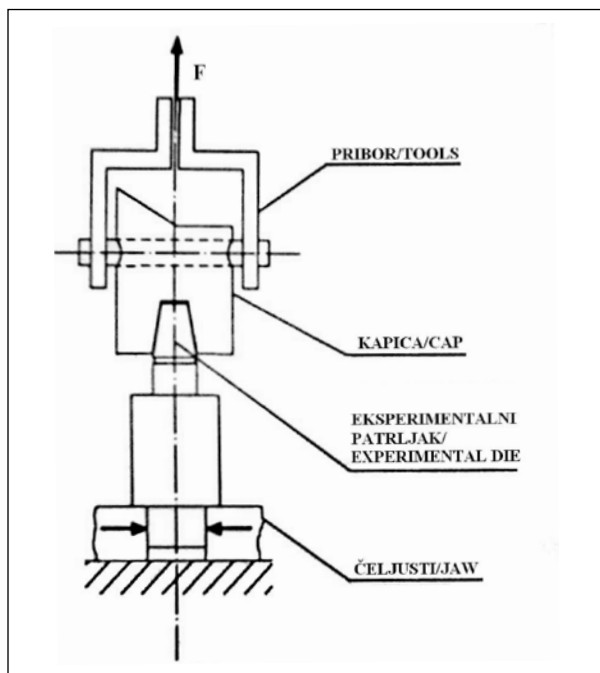
FIGURE 1. Experimental die (1) and stainless steel cap (2).

и временом мешања од 60 секунди. Цементна мешавина је у танком и равномерном слоју нанета на унутрашњу површину капице, а затим је капица постављена у своје лежиште у алату за цементирање. У капицу је дигиталном компресијом помоћу алата за цементирање утиснут експериментални патрљак, а затим је непосредно након тога изложен дејству силе од 50 N десет минута. Цементиран парови су остављени 24 часа у дестилованој води на температури од 37°C. По истеку времена, експериментални парови су подвргнути даљој процедури на универзалном апарату за испитивање механичких особина материјала (*Tira test 2300*), где је обављено раздвајање капица од патрљака у правцу стављања и скидања брзином оптерећења од 5 *mm* у минути (Слика 3).



СЛИКА 2. Помоћни алат за цементирање (1 – експериментални патрљак; 2 – капица од нерђајућег челика; 3 – помоћни прибор за цементирање).

FIGURE 2. Cementing helpful tools (1 – experimental die; 2 – stainless steel cap; 3 – helpful tools for cementing).



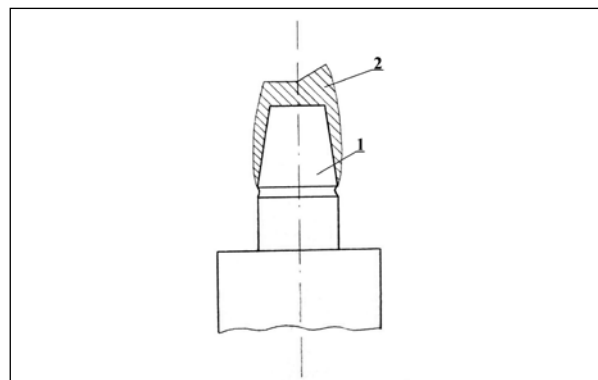
СЛИКА 3. Прибор употребљен за раздвајање цементираних капица од експерименталних патрљака.

FIGURE 3. Tools used during cemented caps removal from experimental dies.

Утицај дужине, пречника и нагиба аксијалних површина брушеног зуба на стабилизацију надокнаде

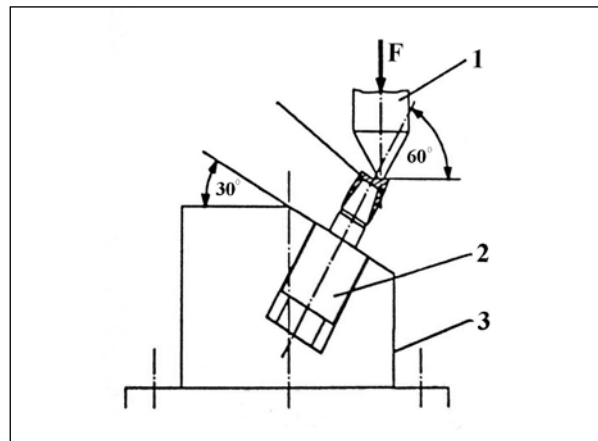
Ефекти стабилизације су одређени мерењем јачине силе која, делујући под одговарајућим углом на правац скидања и стављања надокнаде, успева ротацијом да одвоји руб крунице с њеног лежишта на брушеном зубу. Други део експерименталног рада обављен је на дизајнираним патрљцима од нерђајућег челика димензија дефинисаних у првом делу експеримента. За овај део рада начињене су капице од легуре сребра и паладијума, моделоване као копир-кошуљице исте дебљине зидова. Специфичност ових капица је постојање закошења на оклузивној површини под углом од 60° у односу на уздужну осу. Њихове аксијалне површине су одраз облика патрљака (Слика 4).

Да би се обезбедили услови за индуковање косих сила, за сваки експериментални пар конструисан је посебан прибор (Слика 5) који је чинио масивни држач унутар којег је формирано лежиште за постоље патрљака под углом од 30° у односу на хоризонталну осу. Када се експериментални пар постави на своје лежиште у држачу, закошење на оклузивној површини капице постаје паралелно с хоризонталом и на њега се може де-



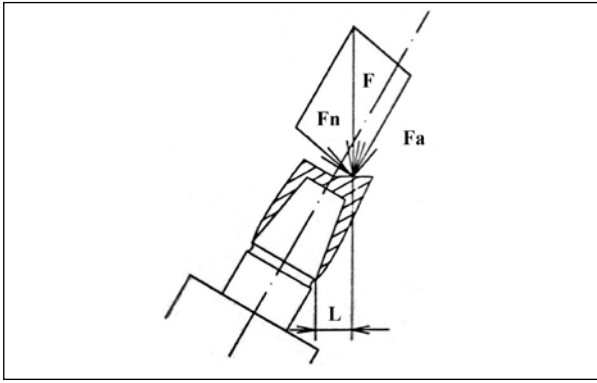
СЛИКА 4. Експериментални патрљак (1) и капица од легуре сребра и паладијума (2).

FIGURE 4. Experimental die (1) and silver-palladium alloy cap (2).



СЛИКА 5. Држач (помоћни прибор): 1 – шиљак; 2 – експериментални патрљак; 3 – држач.

FIGURE 5. The holder (helpful tools): 1 – pointed part; 2 – experimental die; 3 – holder.



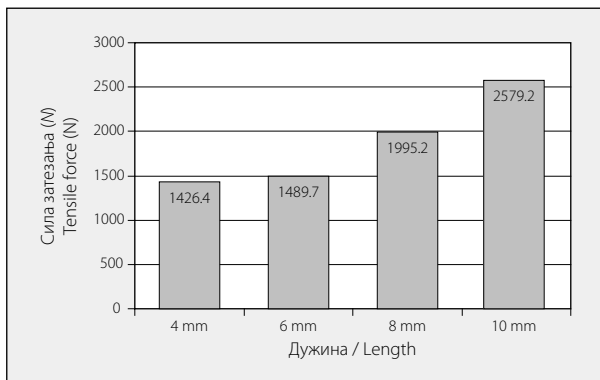
СЛИКА 6. Приказ дејства сила притиска.
FIGURE 6. Pressure force scheme.

ловати одговарајућом силом под углом од 90° (у односу на хоризонталну осу). Услед притиска настаје обртни моменат који тежи да ротира капицу око аксијалне осе патрљка (Слика 6). Мерење јачине сила потребних да изведу ротацију капице обављено је у машини за испитивање механичких особина материјала (као у првом делу експеримента), при чему је држач експерименталног пара фиксиран за доњи део апарата, док је у горњи део причвршћен шиљак којим се врши притисак на закошени део оклузивне површине капице. Почетак ротације капице забележен визуелно, графички се манифестовао смањењем силе притиска.

РЕЗУЛТАТИ

Резултати првог дела истраживања приказани су на графикама 1-5.

Између средњих вредности интензитета сила утврђених за патрљке различитих дужина постоји статистички значајна разлика. Анализа варијансе (ниво значајности 0,05) показује да дужина патрљака битно утиче на вредности јачине силе. При томе веза два наведена параметра није линеарна, већ експоненцијална, о чему сведочи коефицијент корелације од 0,97. Највећи интензитет силе забележен је код патрљака с највећом дужином (Графикон 1).



ГРАФИКОН 1. Силе затезања измерене на експерименталним патрљцима различите дужине.

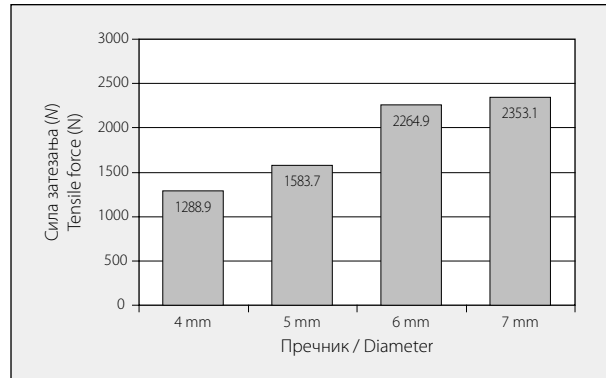
GRAPH 1. Tensile forces measured on the experimental dies of various length.

Повећањем пречника патрљка повећава се и јачина примењене силе. Међутим, анализом варијансе (ниво значајности 0,05) утврђено је да промене пречника не доводе до битних промена у јачини силе (Графикон 2). Коефицијент корелације, као мера јачине утврђене повезаности, био је 0,31.

Средње вредности сила измерених за патрљке с различитим нагибом аксијалних површина статистички су се значајно разликовале. Применом анализе варијансе (ниво значајности 0,01) запажа се да промена нагиба аксијалних површина патрљака значајно утиче на јачину употребљене силе (Графикон 3). На основу коефицијента корелације од 0,45 може се закључити да постоји линеарна зависност између јачине сила и нагиба аксијалних површина.

Регресиона анализа је потврдила вишеструку линеарну корелацију између испитиваних фактора и то тако што пречник, дужина и нагиб аксијалних површина здружено значајно делују на јачину силе. Међутим, иста анализа показала је да је дужина патрљка критични фактор који одређује вредности ретенционе снаге.

Када је реч о резултатима другог дела истраживања, треба нагласити да је код испитивања експерименталних парова велике дужине и паралелних површина примењена сила (7,530-8,356 N) превазилазила ме-



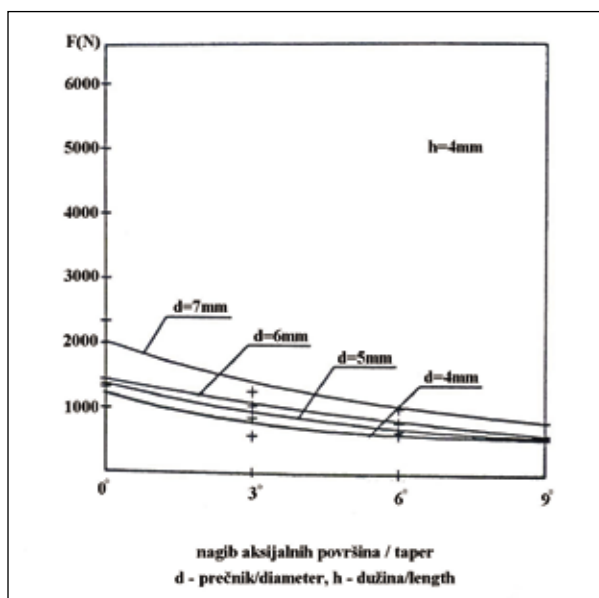
ГРАФИКОН 2. Силе затезања измерене на експерименталним патрљцима различитог пречника.

GRAPH 2. Tensile forces measured on the experimental dies of various diameter.



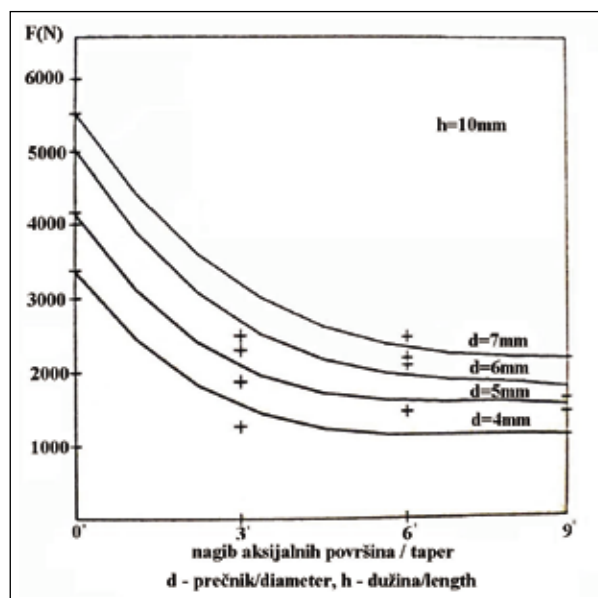
ГРАФИКОН 3. Силе затезања измерене на експерименталним патрљцима различитог нагиба аксијалних површина.

GRAPH 3. Tensile forces measured on the experimental dies of various taper.



ГРАФИКОН 4. Средње вредности сила затезања у функцији пречника и нагиба аксијалних површина за експерименталне патрљке дужине 4 mm.

GRAPH 4. Tensile forces mean values as diameter and taper functions for experimental dies 4 mm long.



ГРАФИКОН 5. Средње вредности сила затезања у функцији пречника и нагиба аксијалних површина за експерименталне патрљке дужине 10 mm.

GRAPH 5. Tensile forces mean values as diameter and taper functions for experimental dies 10 mm long.

ханичку отпорност материјала капице, што је изазвало перфорацију оклузивног дела капице, без њеног померања с лежишта. Стога је планирано мерење сила обављено само у 18 експерименталних парова који припадају групама патрљака с малом дужином и јачинама сила које су биле 3,824-6,17 N.

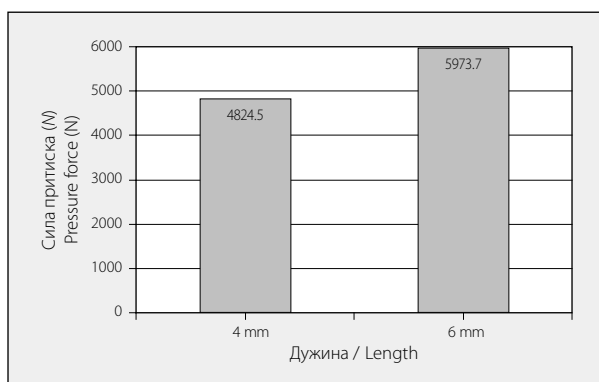
Резултати другог дела истраживања приказани су на графиконима 6-9.

Анализа варијансе (ниво значајности 0,01) показује да промена дужине патрљака доводи до битних промена јачине силе. Средње вредности јачине сила за патрљке с различитом дужином статистички су се значајно разликовале (Графикон 6). Промене пречника патрљака (повећање) такође битно утичу на јачину силе (повећање). Између средњих вредности јачина сила за патрљке различитог пречника постоји статистички значајна разлика (Графикон 7). Повећањем нагиба аксијалних површина патрљака долази до сма-

њења јачине силе. Између средњих вредности јачине силе за патрљке различитог нагиба није утврђена статистички значајна разлика (Графикони 8 и 9).

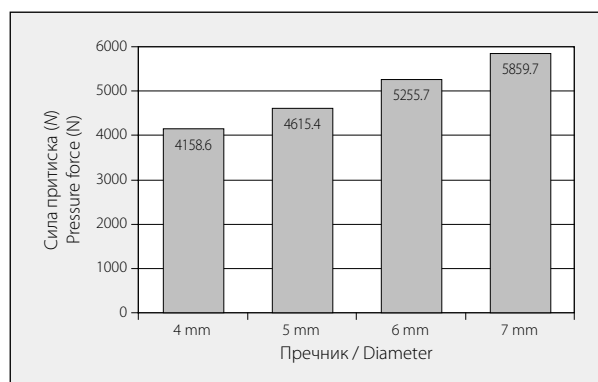
ДИСКУСИЈА

Ретенција и стабилизација фиксних надокнада су обележја која у знатној мери одређују трајност надокнада у условима усне дупље, а најчешће су неодвојиве једна од друге. Ретенција се дефинише као особина надокнаде да се супротстави дислоцирајућим силама које делују у правцу стављања и скидања надокнаде. Она се такође може посматрати као квалитет брушеног зуба који спречава дислокацију надокнаде под дејством сила паралелних с правцем постављања и скидања надокнаде [15, 16]. На ретенцију утичу следећи параметри: величина дислоцирајућих сила, геоме-



ГРАФИКОН 6. Силе притиска измерене на експерименталним патрљцима различите дужине.

GRAPH 6. Pressure forces measured on the experimental dies of various length.

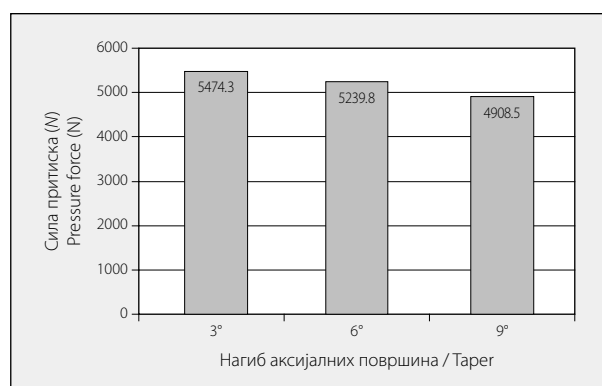


ГРАФИКОН 7. Силе притиска измерене на експерименталним патрљцима различитог пречника.

GRAPH 7. Pressure forces measured on the experimental dies of various diameter.

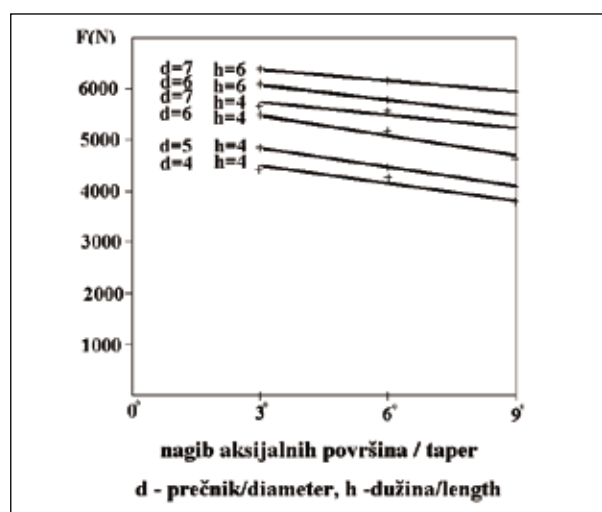
тријски дизајн брушеног зуба, квалитет унутрашњих површина надокнада, врста цементног материјала и дељина цементног филма [17-19].

Механичка ретенција је резултат односа између препарисаних површина зуба и унутрашње површине крунице оствареног током сложеног клиничко-лабораторијског процеса израде и у сваком поједином случају је крајње неизвесна и променљива. Прецизна машинска припрема експерименталних патрљака и адаптација круница у овом истраживању омогућиле су исту полазну механичку ретенцију за све експерименталне парове. У првом делу истраживања је сила затезања, потребна за пуцање цементног слоја и лабављење експерименталних капица, узета као мера за процену ретенције остварене после цементирања у зависности од дужине, пречника и нагиба аксијалних површина. Резултати недвосмислено показују да три испитивана фактора значајно утичу на јачину везивања. Међутим, када се анализира здружено деловање ова три фактора, уочава се да је дужина брушеног зуба критични фактор који одређује ретенцију зато што на кратким патрљацима (4 mm и 6 mm)



ГРАФИКОН 8. Силе притиска измерене на експерименталним патрљацима различитих нагиба аксијалних површина.

GRAPH 8. Pressure forces measured on the experimental dies of various taper.



ГРАФИКОН 9. Средње вредности сила притиска у функцији различите дужине, пречника и нагиба аксијалних површина.

GRAPH 9. Pressure forces mean values as functions for different length, diameter and taper.

смањивање нагиба аксијалних површина чак до нуле доводи до приближно линеарног повећања ретенције (Графикон 5). Супротно томе, смањивање нагиба аксијалних површина патрљака велике дужине (8 mm и 10 mm) доводи до значајног експоненцијалног повећања ретенције (Графикон 4). Добијени резултати су у складу с резултатима Цукермана (Zuckerman) [6], Потса (Potts) и сарадника [20] и Максвела (Maxwell) и сарадника [21].

Према наводима Паркера (Parker) и сарадника [10], при константном нагибу аксијалних површина (10°) ретензивност расте с повећањем дужине (са 4 mm на 7 mm), али повећање није униформно пропорционално целом дужином. Ово је разумљиво ако се у обзир узме чињеница да код сваког конвергентног цилиндра с повећањем дужине пречник постаје мањи, те долази до смањења површине. Ове промене нису очигледне када су аксијалне површине паралелне. Аутори закључују да гингивна поља зуба брушених с већим нагибом аксијалних површина највише доприносе ретенцији, док супротно, препарације са скоро паралелним аксијалним површинама обезбеђују ретенцију која је униформна читавом дужином. То практично значи да код краћих зуба – какви су најчешће доњи молари, малпонирани и морфолошки атипични зуби – треба већу пажњу обратити на смањење нагиба њихових аксијалних површина.

Прорачуни Паркера и сарадника [22] у односу на критичну конвергенцију показали су да је отпор на дислоцирање вештачких круница на премоларима и предњим зубима дужине 3 mm адекватан с нагибом аксијалних површина од 5°. С обзиром на то да се молари често препарирају са већим нагибом аксијалних површина него предњи зуби, да имају већи пречник од осталих зуба и да су смештени у региону оклузивних сила веће јачине, оклузивно-гингивна дужина од 4 mm се предлаже као најмања мера за остваривање адекватне ретенције. Кратки зуби, чак и онда када се препарирају са потпуно паралелним аксијалним површинама, обезбеђују ретенцију која се може сматрати ризичном. Тада се решење мора тражити у планирању и припреми додатних ретенцијских облика, који повећавају укупну површину контакта и цементног филма [23].

Изгледа да је код сва три испитивана фактора која утичу на ретенцију надокнаде најважнија улога у повећању или смањењу укупне површине на којој се остварује везивање фиксне надокнаде.

Дуги зуби великог пречника обезбеђују услове за остваривање највеће могуће ретенције. У таквим случајевима повећање нагиба аксијалних површина до 9° не би требало значајно да угрози ретенцију надокнаде. На основу резултата овог дела истраживања може се извући препорука да препарацијом зуба треба остварити најмањи могући нагиб аксијалних површина, што већу дужину и укупну брушену површину, како би се остварила највећа могућа ретенција у сваком поједином случају.

У другом делу истраживања обележје посматрања су биле силе притиска, под чијим утицајем долази до ротације нецементиране капице и следственог одвајања њеног руба од лежишта на патрљку. Ове силе узете су као квантитативне детерминанте за процену стабилизације вештачке крунице у зависности од три променљива фактора (дужине, пречника и нагиба аксијалних површина).

Стабилизација (резистенција, отпорност) вештачке крунице је њена способност да се супротстави дислокацији под дејством хоризонталних и косих сила које имају тенденцију да је ротацијом одвоје од њеног лежишта на зубу [24, 25]. У вези с тим, потребно је да препаративни дизајн брушеног зуба има одређене одлике које би спречиле могућу ротацију постојањем тзв. компресионих зона. Кумулативне вишеструке компресионе зоне дају брушеном зубу стабилизациону форму. Стабилизација фиксне надокнаде је у директној вези с правцем и јачином деловања дислоцирајућих сила, геометријским дизајном брушеног зуба и физичким особинама цементних везива [26].

Да би се схватио и исправно интерпретирао утицај обележја брушеног зуба у обезбеђењу отпорности крунице на дислокацију под дејством хоризонталних или косих сила, неопходно је протумачити јачину, правац и тачку деловања сила које имају тенденцију да ротацијом дислоцирају надокнаду. Ове силе, настале контракцијом мастикаторне мускулатуре, делују на зубе током различитих контаката антагонистичких дентиција. Ако су то силе које делују у завршном оклузивном положају (њих прихватају бочни зуби), хоризонталне компоненте тих сила могу деловати штетно само ако су централни контакти велики по површини, ако су централни контакти неправилно лоцирани (на косим површинама), ако у условима триподизације недостају један или два од три могућа контакта, ако постоји изразита разлика између ретрудованог контактнoг положаја и интеркуспалног положаја мандибуле или наглашени имедијантни помак мандибуле у страну. Оровестибуларне хоризонталне силе могу деловати посебно штетно у поменутих околностима ако су медиотрузијске инклинације потпорних квржица зуба сувише стрме. Претпоставља се да се оклузивна морфологија фиксних надокнада мора усагласити с основним детерминантама кретњи доње вилице, а тиме дејство хоризонталних сила свести на најмању могућу меру [27].

Друго питање је утицај сила хоризонталног смера, које могу деловати при кретњама мандибуле, на стабилизацију фиксних надокнада. Оне сигурно постоје уколико се на надокнадама јаве протрузијске, ретрузијске, латеротрузијске и медиотрузијске сметње, које, по правилу, не треба да постоје уз правилан систем вођења мандибуле и успостављање једног од модела оклузије оптималног за дати случај (оклузија вођена очњаком или групом зуба) са дисоклузијом на балансној страни [28]. Јаке хоризонталне и косе силе се јављају и при парафункционалним активностима

и лошим навикама пацијената (бруксизам, грицкање луле, оловке и сл.). Но, ако постоји било који од поменутих разлога који би утицао на настанак хоризонталних сила, чији правац одступа од правца аксијалне осовине зуба, јавља се тенденција нагињања зуба у једном од правца: мезијалном, дисталном, вестибуларном оралном или некој њиховој комбинацији.

Исте хоризонталне силе, делујући и на цементиране фиксне надокнаде, имају тенденцију да их у једном од правца ротирају и одвоје од зуба на којем леже. Ефекат дејства хоризонталних сила на соло крунице и инлеје је најизраженији у оровестибуларном правцу, будући да њихове мезиодисталне компоненте неутралишу контакти са суседним зубима. Оровестибуларне хоризонталне силе теже да крунице и инлеје на горњим зубима нагну вестибуларно, а на доњим орално, те да њихове рубове на наспрамним странама одвоје од зуба на којима леже. Када су ове надокнаде котве или ретинери моста, до изражаја ће доћи и ефекти мезиодистално усмерених хоризонталних сила. Оне су последица напрезања у мостној конструкцији током функционалних оптерећења. С обзиром на различита напрезања (компресија, смицање, затезање) у телу моста и постојање резултирајуће силе које ово напрезање индукује, котве моста су изложене интензивнијим и по правцу дејства разноврснијим дислоцирајућим силама у поређењу с онима које делују на усамљене крунице, посебно у пуном зубном низу. Способност надокнаде да се супротстави овој дислокацији пре свега зависи од дужине и пречника брушеног зуба [24, 29]. Вискот (*Wiskott*) и сарадници [26] објашњавају ово чињеницом да аксијални зидови брушеног зуба, уколико секу лук ротације, спречавају настанак ове дислокације. Да би аксијални зид брушеног зуба могао сећи лук ротације, он мора имати довољну дужину.

Ширина лука ротације зависи од пречника брушеног зуба: што је пречник већи, лук ротације је шири, и обрнуто. Ефикасност аксијалних површина брушеног зуба, према мишљењу Цукермана [24], зависи од односа дужине и пречника. Да би аксијалне површине могле да секу лукове ротације, потребно је да њихова дужина буде једнака половини пречника. Овај однос важи само када су аксијални зидови паралелни. Уколико се нагиб аксијалних зидова повећава, дужина брушеног зуба мора бити већа од половине његовог пречника. Другим речима, дугачки зуби малог пречника могу обезбедити стабилизацију надокнаде чак и када имају веће нагибе аксијалних површина. С повећањем пречника зуба при истој дужини, за обезбеђење стабилизације потребно је смањивати нагибе аксијалних површина. Најнеповољнији услови за остваривање адекватне стабилизације су код кратких зуба великог пречника.

После ових објашњења, логично је тумачење запажања зашто је дошло до механичког оштећења капица, а не до њихове ротације на патрљку, када су експериментални парови велике дужине и паралелних ак-

сијалних површина изложени деловању сила притиска великог интензитета (7,530-8,356 N). Наиме, механичка отпорност аксијалних зидова експерименталних патрљака, који се ефикасно супротстављају ротацији, довела је до механичког оштећења дела чија је механичка отпорност мања. Ови налази су у сагласности с резултатима експеримената Цукермана [24], Паркера [29] и Трира (*Trier*) [30].

Налаз који, међутим, није у сагласности са доступним подацима из литературе каже да нагиби аксијалних површина не утичу битно на јачину измерених сила. Овај налаз се може протумачити чињеницом да су експериментални патрљци у овом делу истраживања имали повољан однос дужине и пречника. Код свих 18 експерименталних парова дужина патрљка била је већа од половине његовог пречника, што је омогућило да аксијалне површине секу лукове могуће ротације и супротставе се дислокацији. У оваквим условима смањивање нагиба аксијалних површина довело је до повећања јачине силе, али не значајно.

Вискот [26] истиче да је за остваривање адекватне стабилизације фиксне надокнаде кључни фактор повољан однос гингивооклузивне и букооралне димензије брушеног зуба. Теоретски прорачуни показују да се адекватан отпор на дејство хоризонталних сила може постићи код зуба с размером гингивооклузивне и букооралне димензије од 0,1 и нагибом аксијалних површина од 3°. При размери од 0,2 адекватна стабилизација се може постићи с нагибом аксијалних површина од 6°. Ако је размера 0,3, дозвољен је нагиб аксијалних површина до 9°, а ако је 0,4, адекватан отпор се обезбеђује док год је нагиб аксијалних површина до 12°. Ови подаци указују на потребу да се на основу клиничког прегледа и анализе модела за студије обави преоперационо планирање препарације за сваки поједини случај. На студијском моделу се могу сасвим прецизно и несметано проценити дужине, пречници и нагиби потенцијалних носача. На основу тих запажања добија се увид у то у којој мери су димензије сваког појединог носача повољне за остваривање адекватне стабилизације. Ако су потенцијални носачи надокнаде дугачки зуби или дугачки и широки зуби, при планирању стабилизације не треба инсистирати на паралелизирању аксијалних површина брушеног зуба – може се ићи са већом оклузивном конвергенцијом. Овај податак је користан за свакодневну праксу с обзиром на услове ручне обраде и визуелне процене контроле паралитета у устима који нису једноставни. Осмишљеним планирањем припреме, укључујући и додатне ретензивне облике, може се остварити задовољавајућа стабилизација и при већем нагибу аксијалних површина.

ЗАКЉУЧАК

На основу резултата истраживања може се закључити да ретенција и стабилизација фиксне надокнаде

битно зависе од дужине, пречника и нагиба аксијалних површина брушеног зуба, да су при константном нагибу аксијалних површина брушеног зуба ретенција и стабилизација фиксне надокнаде управо сразмерне дужини и пречнику брушеног зуба, а да су при константној дужини и пречнику брушеног зуба обрнуто сразмерне нагибу његових аксијалних површина.

ЛИТЕРАТУРА

- Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: a review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80:280-301.
- Ayad MF, Rosenstiel SF, Salma M. Influence of tooth surface roughness and type of cement on retention of complete cast crowns. *J Prosthet Dent* 1997; 77:116-21.
- Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 3rd ed. St. Louis: The CV Mosby; 2001.
- Shillingburg HT, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of Tooth Preparations*. 3rd ed. Chicago, IL: Quintessence Publishing Co; 1997.
- Goodacre CJ, Campagani WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns: An art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent* 2001; 85:363-76.
- Zuckerman RG. Factors that influence the mechanical retention of complete crown. *Int J Prosthodont* 1988; 1:196.
- Nordlander J, Weir D, Stoffer W, Ochi S. The taper clinical preparations for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1988; 60:148-51.
- Mack PJ. A theoretical and clinical investigation into the taper achieved on crown and inlay preparations. *J Oral Rehabil* 1980; 7:255-65.
- Jorgensen KD. The relationship between the retention and convergence angle in cemented veneer crowns. *Acta Odontol Scand* 1961; 60:746.
- Parker MH, Calverley MJ, Gardner FM, et al. New guidelines for preparation taper. *Int J Prosthodont* 1993; 2:61-6.
- Wiskott HWA, Nicholls JL, Belser UC. The relationship between abutment taper and resistance of cemented crowns to dynamic loading. *Int J Prosthodont* 1996; 9:117-39.
- Noonan JE, Goldfogel MH. Convergence of axial walls of full veneer crown preparations in a dental school environment. *J Prosthet Dent* 1991; 66:706-8.
- Patel PB, Wildgoos DG, Winstanley RB. Comparison of convergence angles achieved in posterior teeth prepared for full veneer crowns. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 2005; 13:100-4.
- Sato T, Mutawa N, Okada D, Hasegawa S. A clinical study on abutment taper and height of full cast preparations. *J Med Dent Sci* 1989; 45:205-10.
- Owen CP. Retention and resistance in preparations for extracoronal restorations. Part I. Theoretic studies. *J Prosthet Dent* 1986; 56:13-9.
- Owen CP. Retention and resistance in preparations for extracoronal restorations. Part II: practical and clinical studies. *J Prosthet Dent* 1986; 49:148-53.
- Jorgensen KD. The relationship between the film thickness of conk-phosphate cement and retention of veneer crowns. *Acta Odontol Scand* 1960; 18:479.
- Zidan O, Ferguson GC. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. *J Prosthet Dent* 2003; 89:565-71.
- Wiskott HWA, Belser UC, Scherrer SS. The effect of film thickness and surface texture on the resistance of cemented extracoronal restorations to lateral fatigue loading. *Int J Prosthodont* 1999; 12:255-62.
- Potts RG, Shillingburg HT, Duncanson MG. Retention and resistance of preparations of cast restorations. *J Prosthet Dent* 1980; 43:303-8.
- Maxwell AW, Blank LW, Pelleu GB. Effect of crown preparation height on the retention and resistance of gold castings. *Gen Dent* 1990; 38:200-4.
- Parker MH, Gounderson RB, Gardner FM, et al. Quantitative determination of taper adequate to provide resistance form: concept of limiting taper. *J Prosthet Dent* 1988; 59:281-8.
- Proussaefs P, Campagani W, Bernal G, et al. The effectiveness of auxiliary features on a tooth preparation with inadequate resistance form. *J Prosthet Dent* 2004; 91:33-41.
- Zuckerman RG. Resistance form for the complete veneer crown:

- principles of design and analysis. *Int J Prosthodont* 1988; 1:302.
25. Wiskott HWA, Belser UC, Scherrer SS, et al. Compressive and tensile zones in the cement interface of full crowns: a technical note on the concept of resistance. *Int J Prosthodont* 1999; 8:80-91.
 26. Wiskott HWA, Nicholls JI, Belser UC. The effect of tooth preparation height and diameter on the resistance of complete crowns to fatigue loading. *Int J Prosthodont* 1997; 10:207-15.
 27. Korioht TWP. Number and location of occlusal contacts in intercuspal position. *J Prosthet Dent* 1990; 64:206-10.
 28. Stanišić-Sinobad D. *Osnovi gnatologije*. Beograd: BMG; 2001.
 29. Parker MH, Malone KH, Trier AC, Striano TS. Evaluation of resistance form for prepared teeth. *J Prosthet Dent* 1991; 66:730-3.
 30. Trier AC, Parker MH, Cameron SM, et al. Evaluation of resistance form of dislodged crowns and retainers. *J Prosthet Dent* 1998; 80:405-9.

FACTORS INFLUENCING BONDING FIXED RESTORATIONS

Vesna MEDIĆ, Kosovka OBRADOVIĆ-DJURIČIĆ

Clinic for Prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Belgrade, Belgrade

INTRODUCTION Crown displacement often occurs because the features of tooth preparations do not counteract the forces directed against restorations.

OBJECTIVE The purpose of this study was to evaluate the effect of preparation designs on retention and resistance of fixed restorations.

METHOD The study was performed on 64 differently sized stainless steel dies. Also, caps which were used for evaluated retention were made of stainless steel for each die. After cementing the caps on experimental dies, measuring of necessary tensile forces to separate cemented caps from dies was done. Caps, which were made of a silver-palladium alloy with a slope of 60° to the longitudinal axis formed on the occlusal surface, were used for evaluating resistance. A sudden drop in load pressure recorded by the test machine indicated failure for that cap.

RESULTS A significant difference was found between the tensile force required to remove the caps from the dies with different length ($p < 0.05$) and different taper ($p < 0.01$). The greatest retentive strengths (2579.2 N and 2989.8 N) were noticed in experimental dies with the greatest length and

smallest taper. No statistically significant ($p > 0.05$) differences were found between tensile loads for caps cemented on dies with different diameter. Although there was an apparent slight increase in resistance values for caps on dies with smaller tapers, the increase in resistance for those preparation designs was not statistically significant. There was a significant difference among the resistance values for caps on dies with different length ($p < 0.01$) and diameter ($p < 0.05$).

CONCLUSION In the light of the results obtained, it could be reasonably concluded that retention and resistance of the restoration is in inverse proportion to convergence angle of the prepared teeth. But, at a constant convergence angle, retention and resistance increase with rising length and diameter.

Key words: retention; resistance; length; diameter; convergence angle

Vesna MEDIĆ
Sindelićeva 40, 11000 Beograd
E-mail: meda32000@yahoo.com

* Рукопис је достављен Уредништву 27. 3. 2007. године.