МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ КОМПЈУТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМА У СТОМАТОЛОГИЈИ

Никола Обрадовић¹

POSSIBILITY OF APPLICATION OF COMPUTERIZED SYSTEMS IN DENTISTRY

Nikola Obradović

Сажетак

Анализирајући употребу CAD/CAM система у стоматологији, дат је посебан осврт на примену компјутеризованих система у овој области стоматологије.

Анализа је показала да компјутеризовани систем даје бројне предности у стоматологији, посебно у стоматолошкој протетици смањујући могућност грешака и време израде надокнада, као и број посета стоматологу. Развојем технологије CAD/CAM данас се могу изградити и комплексни протетски радови у једном дану уз минималан рад зубног техничара.

Кључне речи: CAD/CAM системи, стоматологија, комплексни протетски радови.

Summary

Analyzing the use of CAD/CAM systems in dentistry is given special emphasis to the use of computerized systems in the field of dentistry.

The analysis showed that the computerized system provides numerous advantages in dentistry, especially in prosthodontics reducing the possibility of errors and time for compensation and the number of visits to the dentist. With the development of CAD/CAM technology today it can be manufactured also complex prosthetics in one day with minimal work of dental technicians.

Keywords: CAD/CAM systems, dentistry, complex prosthetics.

¹ Др Никола Обрадовић

УВОД

У данашње време модерне технологије су постале део свакодневног живота савременог човека. Можемо слободно рећи да нема области које она није захватила. Примери развоја технологије у стоматологији су многобројни: дигитални рендген апарати, примена ласера, као и CAD/CAM технологија. Технологија израде зубних надокнада је последњих година знатно унапређена. Зубне надокнаде се све чешће производе модерним технологијама због њиховог сложеног геометријског облика, високих захтева у вези са механичким особинама и због потребе за прецизношћу као и поузданошћу.

Данас је тај систем већ довољно развијен да у многоме олакшава израду фиксних протетских надокнада: CAD (компјутерски потпомогнуто обликовање) / CAM (компјутерски потпомогнута израда, производња), односно рачунарски подржан дизајн и рачунарски подржана израда in-ley-a, onley-a, круница и мостова. Компјутеризовани системи доносе бројне предности како у квалитету израде надокнаде безубих простора, тако и у редуцији времена потребног за стварање истеса или без имало потребе помоћи зубног техничара. Циљ ове технике је скратити време израде надокнаде, смањити број грешака при изради, те смањити број посета стоматологу. Основу оваквих компјутеризованих система представљају: дводимензионална и тродимензионална дигитална радиографија, софтвери за анализу, планирање и симулацију, оперативно навођење. Први CAD/CAM систем се звао Sopha и њега је осмислио др Дурет (Duret) 1971. године, који је први почео да израђује крунице помоћу виртуалног отиска. Тај систем је био веома спор и користио се само у зубној техници. Др Моерман (Moermann) је развио систем др Дурета, који је користио интраоралну камеру и могао је директно израђивати надокнаде у глодалицама.⁽¹⁾

CAD/CAM СИСТЕМИ

Крајем 80-их година прошлог века појавили су се први CAD/CAM системи и њихова примена је јако брзо усвојена у стоматолошким ординацијама. Постоје системи који у себи садрже софтвер који сам генерише рестаурацију и поседује интраоралну камеру па има могућност да зуб прилагоди у свим димензијама (Ceres®, Sirona, Немачка). За разлику од тог система постоји систем који захтева израду у зуботехничкој лабораторији (CEREC IN-LAB, SIRONA. НЕМАЧКА).

Предности CAD/CAM система су:

1. скраћује време израде;
2. смањује број грешака;
3. бољи квалитет надокнаде;
4. уочавање грешака током брушења и њихово отклањање;
5. постизање идеалног морфолошког облика надокнаде;
6. добро рубно затварање;
7. добра оклузија.

CAD/CAM се састоји од три главна дела⁽²⁾:

1. 3D дигитализација;
2. RE-CAD-a;
3. CAM.

Основни делови CAD/CAM система су⁽³⁾:

1. компјутер;
2. 3D орална видео-камера;
3. монитор;
4. тастатура;
5. показивач;
6. компјутерски софтвер;
7. глодалица.

CAD/CAM системи се према технологији рада могу поделити на:

- субтрактивни (техника одузимања);
- адитивни (техника додавања).

Процес израде надокнаде CAD/CAM техником почиње брушењем зуба које изводи стоматолог. Затим се 3D оралном камером сними избрушени зуб а слика се преноси у компјутер и прави се 3D модел. Ако стоматолог не располаже оралном камером за узимање дигиталног отиска, отисак се узима класичном методом уз примену силиконских отисних материјала високе прецизности. Из овог отиска израђени модел се у фрез центру дигитализује путем 3D скенера. Након стварања 3D модела приступа се конструисању надокнаде. Прво се одређује руб препарације а након тога софтвер аутоматски формира облик надокнаде. Уз помоћ виртуалног артикулатора софтвер одређује контактне тачке и оклузију, што се по потреби може кориговати. Након коначног дефинисања зубне надокнаде, даје се команда компјутеру да изврши потребне прорачуне за започињање фрезовања надокнаде у глодалици, рачунар одмах нуди најадекватније опције као и врсту блока од којег препоручује израду надокнаде.

Наравно, препоручене опције се могу по потреби кориговати. У глодалици се стави керамички блок који се фиксира на носач. И даље се обрађује према унетим подацима. Керамички блок се врти око своје осе и помера се напред-назад а дијамантска сврдла и брусиле се врте и померају горедоле око керамичког блока. За резање једног блока за фасету или inlay потребно је око 200–400 нареза.⁽⁴⁾ За искусног практичара на CAD/CAM опреми, цео поступак од скенирања отиска или модела до коначне израде надокнаде путем фрез уређаја не траје дуже од 10 до 20 минута. Кретање дијамантског сврдла омогућава електрична водилица.⁽⁵⁾

Субтрактивна CAD/CAM техника се базира на скидању материјала. Код субтрактивне технологије из једног блока правимо завршну формирану круницу. Ова технологија је боља него ручна, али има приличан број мана.

У основне недостатке субтрактивних технологија спадају:

- ради се из блока;
- вишак материјала мора да се баци јер не може да се рециклира;
- већи утрошак ротирајућих инструмената;
- компликације при изради комплекснијих и сложенијих форми.

Адитивне технике омогућавају израду надокнада из керамичког праха и додатних компонената путем слојевитог слагања до задатог облика, без заосталих вишкова материјала. Адитивне методе омогућују израду компликованих облика са шупљинама, подминиранима и порима, што посебно налази своју практичну употребу, поред стоматологије и у медицини (неуроваскуларни канали, синусне шупљине, итд.).⁽⁶⁾

УПОТРЕБА CAD/CAM СИСТЕМА

Пре одређивања подручја за употребу ове технологије, потребно је размотрити услове за њену примену.

Услови за употребу CAD/CAM система су^(4, 7):

1. здрав пародонцијум;
2. добра орална хигијена;
3. прецизна и чиста препарација.

Индикације за CAD/CAM системе^(4, 5)

1. оштећене круне зуба (крунице);
2. испуни (крунице);
3. хипоплазија глеђи (круница);
4. коректура након ортодонске терапије (фасета, круница);
5. естетске коректуре – дијастема, смањивање интердентаног простора, елонгација круне зуба, дислокације (фасете);
6. подизање загрижаја;

7. ерозије зубних ткива (фасета, круна, inlay, onlay);
8. крезубост (мост);
9. протезе;
10. имплантати (крунице и мостови – скелет/циркон);
11. замена амалгамских и композитних испуна;
12. израда крунице пре постављања имплантата.

Контраиндикације за CAD/CAM системе

1. лоша орална хигијена са перзистирајућим гингивитисом;
2. несанирана пародонтална обољења;
3. премалена површина за апликацију адхезивног система за цементирање;
4. испуни на апроксималним површинама у фронту (класа III).

ПРЕПАРАЦИЈА КАВИТЕТА

Прецизност израде надокнаде зависи од препарације кавитета за фиксну надокнаду. Препарација зуба које се израђује у CAD/CAM систему се не разликује од препарације за конвенционалну технику. Брушење зуба у фронталној регији иде 1,5mm до 2mm у пределу инцизалне ивице и 1mm до 1,5mm лабијално и лингвално. За демаркацију се препарише полужлеб или наглашени полужлеб са нагибом до 5 степени и заобљеним унутрашњим рубом. Вертикални угао мора бити 4 степена или већи, а ширина 0,8mm.⁽³⁾ У бочној регији зуби се брусе 1,5mm до 2mm оклузално и 1mm до 2mm апроксимално. Препарација зуба може бити супрагингивална или субгингивална уколико се може остварити суво радно поље.⁽³⁾

Уколико је надокнада inlay или onlay, онда кавитет мора имати ^(4, 5):

1. равно дно и вертикални зидови кавитета (оптимално 3% конвекситета);

2. мезиодистални нагиб унутрашњих зидова кавитета у целој дужини од 4 до 6 степени;
3. оклузална дубина препарације минимално износи 1mm;
4. ширина препарације на истмусу најмање 2mm;
5. препарација апроксималног дела кавитета од цервикалног ка оклузалном делу дивергирају 4–7 степени ка оклузално;
6. цела препарација треба имати што мање подминираних површина;
7. упрагингивална препарација.

ОПТИЧКИ ОТИСАК

Квалитет отисака има први и одлучујући утицај на прецизност поступка израде зубне надокнаде.⁽⁸⁾ Тренд у развоју денталне CAD/CAM технологије јесте да различите методе просторне дигитализације препарисаног зуба замене његово конвенционално отискивање.

Почетак развоја система обележила је примена поступка интраоралног оптичког скенирања. Данас постоји неколико врста камера које се користе за скенирање зуба и добијање оптичког отиска.

Камере на бази инфрацрвене светлости

Представља први 3D систем оптичког отиска који је био велики напредак за CAD/CAM технологију. Скенер на камери емитује инфрацрвене зраке који пролазе кроз сочиво и падају на препарисан зуб (red cam). Стоматолог поставља камеру изнад зуба на који је претходно стављен пудер због рефлексије светлости, а затим прави појединачне снимке који се у софтверу повезују у једну целину. Интензитет рефлектујућег светла региструје се као напон који се претвара у дигиталну форму.⁽⁵⁾

Тамнији делови зуба су вишег напона а светлији нижег.^(4, 6) На екрану се могу препознати: светлија подручја која означавају

издигнуте делове зуба и тамнија подручја сиве боје које означавају дубље и подминирани делове. Употребом тих података тродимензионално обликовање се може извести у неколико слојева који означавају дно, екватор и оклузалну раван.⁽³⁾

Камере на бази плаве светлости

Усавршавањем претходне појавила се камера која користи плаво светло (blue sam). Ова камера је помоћу кристала који се налазио у њој могла да израђује аутоматске снимке и да их повезује у целину. Међутим, и код ове камере је још увек био потребан пудер.

Камере које користе цели спектар боја

Најновију генерацију представља камера која користи цели спектар боја (omni sam). Ова камера омогућава континуирано снимање у усној шупљини као и приказивање 3D података у пуном колору. Овај систем има високу прецизност и не захтева коришћење пудера. Померањем камере преко зуба добијамо слику високе резолуције у пуном колору као и прецизније снимке у природним бојама који се лакше обрађују.

ПОДЕЛА КЕРАМИКЕ

Класификација керамичких материјала се може темељити на хемијском саставу, микроструктури, технолошком поступку израде, температури печења, савојној чврстоћи, индикацијама примене, транспаренцији, абразивности итд. Керамика према нивоу транспаренције може бити opakна, транспарентна или транспарентна.⁽⁹⁾ За анализу оптичких својстава важно је нагласити да су керамике сложени материјали код којих је већи или мањи удео кристала уклопљен у стаклену матрицу.⁽¹⁰⁾ У складу с тим керамике могу бити⁽¹⁰⁾:

- конвенционалне керамике (feldspat);
- оксидне керамике;
- стаклокерамике.

С обзиром на температуре печења, керамику можемо поделити на⁽¹¹⁾:

- изразито ниске температуре (>850 степени C);
- ниске температуре (850–1100 степени C);
- температуре средње висине (1101–1300 степени C);
- високе температуре (<1301 степени C).

Керамика према отпорности на пуцање зависи од⁽¹²⁾:

- чврстоће и жилавости самог керамичког материјала;
- димензија и облика спојних места између чланова моста;
- жваћних сила пацијента.

Фиксне протетске радове можемо поделити на метало-керамичке радове и безметалне керамичке радове. Појам безметална керамика није одговарајући јер сама керамика у свом хемијском саставу садржи и елементе метала, па би прикладнији назив за ту врсту керамике био пуна керамика. Пуну керамику можемо сврстати у две групе, а то би биле оксидна керамика и стаклокерамика, а за додатну безметалну конвенционалну керамику можемо додати фелдспат (Табела 1). Безметална керамика је хемијски инертна и изузетно биокомпатибилна, резистентна је на абразију, има стабилну боју и естетски је врло задовољавајућа. Осим што се може постићи савршена боја, прелаз између зуба носача и керамичке крунице је невидљив што омогућава смештај руба крунице у видљивом делу.⁽¹³⁾

Табела. Подела безметалне керамике.

Конвенционална	Оксидна керамика	Стаклокерамика
Фелдспатна	Алуминијум-триоксид	Литијум-дисиликат
	Цирконијум-диоксид	Леуцит

Фелдспатна керамика

Због компликоване индустријске израде фелдспата, као финални производ добија се блок структура. То олакшава израду надокнада зато што смањује време израде, јер после машинске обраде и полирања није потребно бојење и синтеровање. Ова керамика у поређењу са осталим материјалима има леп и природан изглед. Проблем се јавља при изради соло круница и inlay-а у бочној регији код пацијената са израженом мастикаторном мускулатуром, када долази до њиховог пуцања.

Блокови фелдспат керамике поседују у себи хроматизован дентин и транспуцентну сечивну ивицу. Због таквих особина је била ограничена употреба CAD/CAD система у пределу фронталне регије где је надокнада естетски најзахтевнија.

Данас блокови у свом центру поседују језгро које је изграђено од високохроматизованог „дентинског матрикса“ који је обложен споља транспуцентном „глеђном опном“. Тај „дентински матрикс“ има структуру и боју јако сличну зубном дентину. Дентинско језгро је заштићено са обе стране тако да је погодно за израду јако танких надокнада фронталне регије у доњој вилици. Помоћу CAD/CAM софтвера се може одредити тачна транспуцентност за сваку индивидуалну надокнаду, а стоматолог помоћу софтвера може одредити боју и дебљину глеђи.

Оксидна керамика

Велику чврстоћу керамике осигурава већа количина оксида. Да би се осигурала хемијска резистентност у корозивној средини каква је усна шупљина и отпорност на циклично оптерећење обогаћује се: бором, карбидом, нитридом, титаном и итријумом.

Овакав се материјал такође може користити и при операцијама кука као замена за кост.

Главну фазу оксидне керамике чине кристали Al_2O_3 , MgO , ThO_2 , ZrO_2 са или без стаклене фазе. За ову керамику у стоматологији је веома важан цирконијумов оксид због своје велике отпорности на лом. Цирконијум је хемијски инертан метал који не реагује са базама и киселинама. Израђује се од цирконског прашка или цирконске земље. Степен топљења овог метала је 2715 степени С. Приликом хлађења прелази у моноклинску фазу и долази до раста волумена, што може довести до лома структуре. Како би стабилизovali ову фазу, додаје се итријум оксид (Y_2O_3). Додатак од 0,2 до 1% глинице побољшава се отпорност на корозију и успорава старење. Да би добили керамику високе чврстоће, битан је начин производње. Синтеровање има велику важност јер утиче на формацију кристала. Производња ове керамике је дуготрајна зато што процес синтеровања траје неколико дана, али се зато као крајњи производ добија јако хомоген и чврст материјал. У свим керамичким материјалима постоје микропукотине које се догађају током производње или у устима под дејством сила жвакања.

Цирконијумов оксид поседује чврстоћу као и метали па се због својих особина користи у CAD/CAM систему. Не користи се чисти ZrO_2 због пукотина које се јављају током синтеровања (трансформација из тетрагонске у монокличку структуру) већ се стабилизује помоћу додатака. Трансформација се спречава оксидним додацима нпр.: MgO , Y_2O_3 , CaO од којих се најзначајнија стабилизација постиже итријумом (Y_2O_3).

Оксидна керамика се састоји од више различитих фаза и врста оксида и као таква се користи у следећим компонентама: Spinel

(MgO , Al_2O_3), Mulit ($3\text{Al}_2\text{O}_3$, 2SiO_2), Алуминијумов титатант (Al_2O_3 , TiO_2).

Алуминијум-триоксидна керамика

Од ове врсте керамике се могу израђивати соло крунице, фасете, inlay, onlay и мостови.⁽¹³⁾ Током синтеровања честице алуминијумоксида се густо слажу једна уз другу чиме се редукује порозност. Контракција током синтеровања износи 15–20%, а компензација се врши предимензионирањем језгра. Чврстоћа керамике је 687 МР-а, што је више него код неких других керамика. Ако се ради о стањеном језгру за санацију фронталних зуба (0,4mm) чврстоћа остаје велика око 450 МР-а. Може се користити и за фронталну и за бочну регију због јако повољног односа транспаренције и опациитета. Само језгро пропушта светлост, али није транспарентно, тако да тамна боја патрљка неће просејавати.⁽¹²⁾ У односу на цирконијумоксидну керамику је транспарентнија и због могућег мањег жваћног оптерећења користи се у изради надокнада у фронталној регији, те постиже врхунску естетику. Истаживање је показало да се неуспех код ове керамике показао само при изради у моларној регији. Због изразито јаког језгра ова керамика пуца само код накнадно напечених керамика, што показује јаку сличност као код израде метало-керамичких надокнада.⁽¹²⁾

Цирконијум диоксидна керамика

Цирконијум диоксид је више него дупло отпорнији од других стоматолошких материјала, и има одличне механичке карактеристике. Отпорност на савијање износи 900–1200 МР-а, а жилавост материјала 9–10 МР-а $\text{m}^{1/2}$, што износи дупло више од материјала који се производе од алуминијумоксида и три пута више од литијум-силикатних материјала. Предности овог система су: висока отпорност на савијање, биокомпатибилност и захваљујући својој транспаренцији, већ дуже време испуњава и естетске критеријуме. Материјал се користи за израду надокнада пуне морфологи-

је (монолитне надокнаде), као и основе на коју се наносе индивидуалне фасете. Цирконијумдиоксидни материјал има одличну трансмисију светла. У овом систему ефикасност се удружује са естетиком у циљу добијања импресивних резултата. Широки избор дискова, одговарајуће боје (stains) као и техника инфилтрације омогућавају повољне ефекте у релативно кратком временском року.

Стакло керамика

Она настаје нуклеацијом и растом кристала унутар стакленог матрикса у строго контролисаном процесу.⁽¹¹⁾ Ове керамике садрже 35 до 70% честица пунила која се додају стакленој матрици како би се побољшала механичка својства. Пунила обично чине кристали попут леуцита и литијум дисиликата и других. Чврстоћа ове керамике је 360–400 МР-а. Данас је стаклокерамика један од најчешће употребљаваних система пуне керамике. Омогућава изванредну естетику, даје добру чврстоћу, обезбеђује дуготрајност надокнаде, поготово кад је реч о надокнадама у фронталном сегменту зубног низа.

Употреба ових материјала у бочном сегменту је ограничена. Истраживања у последњих четрдесетак година била су усмерена на побољшање чврстоће и жилавости, тј. модула еластичности.

Литијум-дисиликат

Додавањем литијум дисиликата стакло-керамици постиже се чврстоћа од око 400 МР-а уз задржавање релативно високог степена транспаренције и једноставне технике израде, што омогућава широки спектар индикација. Исти материјал се користи и у конвенционалној изради надокнада као и у CAD/CAM технологији. За CAD/CAM системе се производи врста керамике у блоковима различитих боја и величине. За све врсте литијум дисиликатних керамика као додаток постоји универзално употребљив нано-флуорапатит, стаклокерамика за прављење керамичких фасета. Тај материјал се

састоји од стаклокерамике, али се разликује од претходних керамичких система због четири карактеристике. Те карактеристике су: индекс оптичке рефракције, висока чврстоћа, коефицијент термичке експанзије и иновативни начин израде. Индекс оптичке рефракције је тако прилагођен да су кристали литијумдисиликата слични или исти као код матрикса стакла. Коефицијент термалне експанзије је прилагођен тако да LS_2 (литојумдисиликат стаклокерамика) има сличну експанзију као цирконијумоксид. Након иницијалног моделовања материјал је релативно мекан и његова чврстоћа износи до 160 MP-а, плавкасте је боје (*IPS e.max*). Све док је у том стању на њему се могу направити и неке ручне промене. Након моделовања синтерује се 30min на 850 степени C и тако достиже своју коначну чврстоћу од 360 MP-а. У даљем процесу постоји могућност наношења фасетне керамике. Може се користити за соло крунице и за фасете.

Данас се нуде керамички блокови у две величине и четири степена транспаренције: high translucency (HT), low translucency (LT), medium opacity (MO) и high opacity (HO). Зависно о клиничкој ситуацији, бира се одговарајући степен транспаренције као и одговарајућа боја.

Леуцитна керамика

Додавањем K_2O (kalijumovog oksida) садржају алумино-силикатног стакла, створена је керамика са леуцитима. Леуцит представља кристалну фазу. Има два значења за керамичке материјале. Прво, он осигурава постојаност, односно одговоран је за очување облика објекта који се пече при високим температурама. Друго, уделом леуцита контролише се коефицијент термичке истељивости керамике за фасетирање, што је важно код поновљеног печења металну конструкцију. Осим тога, кристали повећавају чврстоћу фасете и блокирају ширење пукотине.

За разлику од литијум-дисиликатних керамике, мање су чврстоће и отпорности.⁽⁵⁾

ЦЕМЕНТИРАЊЕ

Везивање фиксних надокнада за зубе носаче подразумева успостављање везе чији интегритет треба да остане очуван дуги низ година, упркос свим специфичним условима усне дупље и функционалних оптерећења. У остваривању такве везе, поред карактеристика брушених зуба и саме надокнаде, значајну улогу има и цемент као везивни материјал.

Идеалан цемент би требало имати одређена својства, као што су:

1. биокомпатибилност;
2. нетопљивост;
3. добра механичка својства;
4. адхезијска својства;
5. естетска својства;
6. заштитни учинак на пулпу.

Постоји више врста цемента који се користе се за трајно везивање фиксних зубних надокнада. Одабир цемента зависи од врсте надокнаде и материјала од кога је надокнада изграђена. Ниједан цемент није идеалан за све ситуације. При одабиру важно је водити рачуна о чврстоћи, поузданости, естетици и једноставности примене цемента. Цементирање керамичких надокнада изводи се на два начина: конвенционалном и адхезивном техником.

Конвенционални цемента су:

- Глас-јономер цемента.

Адхезивни цемента су:

- Композитни;
- Хибридни.

Керамике велике чврстоће могу се цементирати конвенционалним цементима. Надокнаде мање чврстоће могу се цементирати адхезивном техником због стварања микромеханичке и хемијске везе између зуба и надокнаде, додатног јачања керамике и стабилизације надокнаде.

Конвенционални цементи

Конвенционални поступак цементирања се већ дуго година примењује у пракси. Најважнији предуслов за конвенционално цементирање је облик препарације који сам по себи обезбеђује ретенцију. Како би се то постигло, често је потребно жртвовати велику количину зубног ткива.

Адхезивни цементи

Највећа предност адхезивне у односу на конвенционалну технику цементирања је могућност такозване минимално инвазивне препарације с обзиром на то да није нужно пазити на ретенцију. Када је реч о начину полимеризације, адхезивни цементи се могу сврстати у три групе:

1. Хемијски полимеризујући цемент;
2. Светлосно полимеризујући цемент;
3. Дуално полимеризујући цемент, односно хемијски полимеризујући цемент с могућношћу светлосне полимеризације.

Адхезивни цемент треба да задовољи следеће критеријуме:

1. Висока снага везе;
2. Добра механичка својства;
3. Одговарајућа вискозност;
4. Лако руковање;
5. Мала растворљивост;
6. Рендген контраст.

ЗАКЉУЧАК

Циљ протетске терапије је надокнада изгубљених зуба, али и очување преосталих зуба и задовољавајуће функције стоматогнатног система. У данашње време естетика је битан фактор сваког захвата у стоматологији, па тако и у фиксној протетици, поготово ако је реч о предњем сегменту зубног низа. Протетски рад треба бити дуготрајан и да обезбеди функцијске и естетске захтеве пацијента и терапеута.

Компјутеризовани системи доносе бројне предности: смањила се могућност грешака, смањило се време израде протетских надокнада као и број посета стоматологу. Развијањем технологије CAD/CAM системима данас се могу израдити и комплексни протетски радови у једном дану без потребе за зубним техничаром, или уз његов минималан ангажман. Такође, упоредо са развијањем ових система долази и до појаве нових, функционално и естетски бољих материјала. Готови керамички блокови који се користе у оквиру CAD/CAM система имају предност у односу на денталну керамику која се користи у лабораторији, током израде зубних надокнада конвенционалним техникама. Примена CAD/CAM система је данас широко распрострањена и постала је неизоставан део модерне естетске стоматологије.

ЛИТЕРАТУРА

1. Miyazaki T, Hotta Y, Kunni J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater.* 2009.
2. Williams RJ, Eggbeer D, Lapcevic A, Trifkovic B, Puskar T, Budak I, Jevremovic D. RE-CAD/CAM approach in design and manufacturing of dental ceramic crowns in combination with manual individualization. *Journal of Production Engineering*, 2012.

3. Обрадовић - Ђуричић К. Керамички материјали у стоматолошкој пракси. Београд, 2013.

4. Главина Д, Шкрињарић И. Нови поступак за израду керамичких испуна: CAD/CAM сустав технологија 21. столећа. *Acta Stomatologica Croatia.* 2001.
5. Leinfelder K, Isenberg B, Essing M. A new method for generating ceramic restorations: a CAD-CAM system. *J Am Dent Assoc.* 1989.

6. Mormann W, Furrer O. Efficiency of an electric drive in the CEREC CAD/CAM unit. *J Dent Res*. 1992.
7. Mehl A, Gloger W, Kunzelmann K-H. Entwicklung eines neuen optischen Oberflächenmeßgerätes zur präzisen dreidimensionalen Zahnvermessung. *Dtsch Zahnärztl Z*. 1996.
8. Luthardt RG, Bornemann G, Lemelson S, Walter MH, Huls A. An innovative method for evaluation of the 3-D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical versus indirect laser scan digitizing. *Int J Prosthodont* 2004; 17(6): 680–5.
9. Јеролимов В, едитор. Основе стоматолошких материјала. Загреб: Свеучилиште у Загребу, Стоматолошки факултет; 2005.
10. Kunzelmann KH, Kern M, Pospiech P, Mehl A, Frankenberger R, Reiss B, and Wiedhahn K. *Vollkeramik auf einen Blick*, 2nd ed. Ettlingen, Немачка: Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V. 2006.
11. Anusavice K. *Phillip's Science of Dental Materials*. 11th ed. St. Louis: Elsevier Science; 2003.
12. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. Five-year follow-up with Procera all-Ceramic crowns. *Quintessence Int*. 2005.
13. Kunzelmann KH, Kern M, Pospiech P, Raigrodski AJ, Strassler HE, Mehl, Mehl A. et. al. *All-ceramic at a Glance*. Introduction to indications, material selection, preparation and insertion of all-ceramic restorations. Ettlingen: Society for Dental Ceramics; 2006.

Контакт: Др Никола Обрадовић,