

ЛАБОРАТОРНА ОЦЕНКА НА ТРИИЗМЕРНАТА ТОЧНОСТ НА ТРИЧЛЕННИ МОСТОВИ КОНСТРУКЦИИ ОТ ЦИРКОНИЕВ ДИОКСИД

Кирил Гогушев¹, Зорница Вълчева²

¹Катедра по Дентално материалознание и протетичната дентална медицина, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Варна

²Катедра по ортодонтия, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Варна

LABORATORY EVALUATION OF THE THREE-DIMENSIONAL ACCURACY OF THREE-UNIT ZIRCONIA FIXED PARTIAL DENTURES

Kiril Gogushev¹, Zornitsa Valcheva²

¹Department of Dental Material Science and Prosthetic Dental Medicine, Faculty of Dental Medicine, Medical University of Varna

²Department of Orthodontics, Faculty of Dental Medicine, Medical University of Varna

РЕЗЮМЕ

Въведение: От клинична гледна точка, два от основните критерии за постигане на дълготраен успех при протетично лечение с неснемаеми протезни конструкции са добрата маргинална адаптация и точното прилягане към препарираниите твърди зъбни тъкани.

Цел: Целта на настоящото изследване е да се измери и оцени в триизмерното пространство циментовия слой на тричленни мостови конструкции от циркониев диоксид, изработени по конвенционална и дигитална отпечатъчна техника.

Материали и методи: За постигането на поставената цел са изследвани 36 пациенти. На всеки пациент са изработени две неснемаеми тричленни мостови конструкции от циркониев диоксид в пълен обем по две различни отпечатъчни техники. При осъществяването на лабораторния експеримент са направени 144 силиконови проби от готовите мостови конструкции и са сканирани 144 подвижни пълчета, от които 72 гипсови и 72 от принтираните 3D модели. Върху тези 144 среза са измерени и оценени общо 720 точки.

Резултати: Резултатите от анализа показват, че има съществена разлика между отстоянието в т. Ам до т. Сд според използваната отпечатъчна техника, като стойностите са по-високи при конструкциите, изработени по конвенционална отпечатъчна техника. Не се установява съществена разлика в измерените отстояния в двете челюсти при НПК, изработени по конвенционален отпечатък, като в т. Ад, т. Вм,

ABSTRACT

Introduction: From a clinical point of view, two of the main criteria for achieving long-term success in any prosthetic treatment with fixed partial dentures are good marginal adaptation and internal fit.

Aim: The aim of the present study is to measure and evaluate the three-dimensional cement layer of three-unit zirconium dioxide fixed partial dentures made by conventional and digital impression techniques.

Materials and methods: To achieve the aim, 36 patients were examined. Two three-unit zirconium dioxide fixed partial dentures were fabricated on each patient using two different impression techniques. During the laboratory experiment, 144 silicone samples of the fabricated fixed partial dentures were made and 144 removable dies were scanned, of which 72 were plaster and 72 were 3D printed models. A total of 720 points were measured and evaluated on 144 sections.

Results: The results of the analysis show that there is a significant difference between the distance in pt. Am to pt. Sd according to the impression technique used, with the values being higher in the fixed partial dentures made by conventional impression technique. No significant difference was found in the measured distances in the two jaws in the case of fixed partial dentures made by conventional impression, as in pt. Ad, pt. Vm, pt. Vd, pt. Om, and pt. Od larger distances are observed in the upper jaw.

Discussion: The unsatisfactory accuracy of the fixed partial dentures may be the cause of plaque accumulation in the marginal area, leading to the appearance of a local inflammatory process, hypersensitivity, a thicker cement layer, micro-leakage and the appearance of secondary caries.

т. Вд, т. Ом и т. Од се наблюдават по-големи отстояния в горна челюст.

Дискусия: Незадоволителната точност на конструкциите може да е причина за акумулиране на плака в маргиналната област, водеща до появата на локален възпалителен процес, свръхчувствителност, по-дебел циментиращ слой, микро-просмукване и поява на вторичен кариес.

Заклучение: Не се установи статистически значима разлика в клиничния параметър „маргинална адаптация“ при мостовите конструкции от двете изследвани групи.

Ключови думи: дигитален отпечатък, конвенционален отпечатък, мостова конструкция, точност, лабораторен скенер

Conclusion: No statistically significant difference was found in the clinical parameter “marginal adaptation“ in the fixed partial dentures of the two studied groups.

Keywords: digital impression, conventional impression, fixed partial denture, internal fit, laboratory scanner

ВЪВЕДЕНИЕ

От клинична гледна точка, два от основните критерии за постигане на дълготраен успех при протетично лечение с неснемаеми протезни конструкции са добрата маргинална адаптация и точното прилягане към препарираните твърди зъбни тъкани (1,3,19). Тяхното постигане зависи от точното и прецизно изпълнение на всеки клиничен и лабораторен етап: от отпечатъка, през работния модел, до дизайна и изработката на протезните конструкции (21). В съвременната протетична дентална медицина отпечатъци, взети с помощта на полиетерен и винил полисилоксанов отпечатъчен материал, са ежедневие и рутина за повечето лекари по дентална медицина. Тези отпечатъчни материали са претърпели такова развитие и усъвършенстване, че е трудно да се търси причина в техните качества и свойства при несъвършенства и неточности получени в протезните конструкции. В наличната литература има много доказателства, потвърждаващи тяхната стабилност и точност (8,10,13,22,23).

С разработването на интраоралните скенери се цели да се преодолеят някои ограничения на конвенционалните методи, като например обемните изменения на отпечатъчните материали, разширението на гипса при отливане на работни модели, както и грешките, които могат да бъдат допусна-

ти по време на производствената технология при изработка на протезните конструкции (17). Дигиталните отпечатъци премахват някои от етапите при конвенционалната отпечатъчна техника, като избор на лъжица, поставяне на адхезив, дезинфекция, транспортиране до зъботехническата лаборатория.

Със създаването и въвеждането на CAD/CAM технологията се е целяло да се решат три основни предизвикателства в денталната медицина – да се осигури достатъчна здравина на възстановяванията, особено в дисталната област, да се създават възстановявания с по-естествен външен вид и да се улесни и съкрати процеса на изработка на тези възстановявания, което би довело и да повишаване на точността им (9).

Въпреки многото предимства, които предоставят интраоралните сканиращи системи, все още малък брой дентални лекари са ги въвели в своите практики. Това се дължи най-вече на високата първоначална инвестиция за закупуване на интраорален скенер и софтуер, разходите свързани с неговата поддръжка и необходимото време и усилия за усъвършенстване на работата с него. В дългосрочен план, за да се възвърне инвестицията е необходимо често използване на системата (7).

ЦЕЛ:

Целта на настоящото изследване е да се измери и оцени в триизмерното пространство циментовия слой на тричленни мостови конструкции от циркониев диоксид, изработени по конвенционална и дигитална отпечатъчна техника.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ:

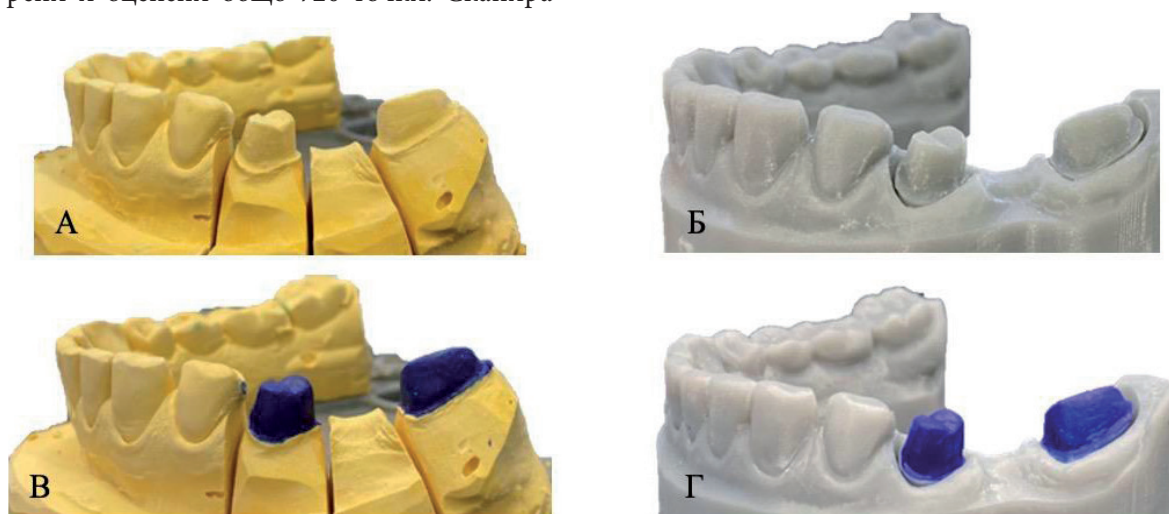
За постигането на поставената цел са изследвани 36 пациенти, от които 13 жени и 23 мъже. На всеки пациент са изработени две неснимаеми тричленни мостови конструкции от циркониев диоксид в пълен обем по две различни отпечатъчни техники. Общият брой на конструкциите е 72, от които 36 са изработени по конвенционален отпечатък и 36 – по дигитален отпечатък. Препарирани са общо 72 зъба, от които 31 са молари, 26 – премолари, 10 – кучешки зъби, и 5 – резци. Общият брой на мостовите тела е 36, от които 20 са молари, 11 са премолари и 5 са резци.

При осъществяването на лабораторния експеримент са направени 144 силиконови проби от готовите мостови конструкции и са сканирани 144 подвижни пънчета, от които 72 гипсови и 72 от принтираните 3D модели. Направени са също така 144 виртуални среза от мостовите конструкции, изработени по конвенционална отпечатъчна техника и 144 виртуални среза от мостовите конструкции, изработени по дигитална отпечатъчна техника. Върху тези срезове са измерени и оценени общо 720 точки. Сканира-

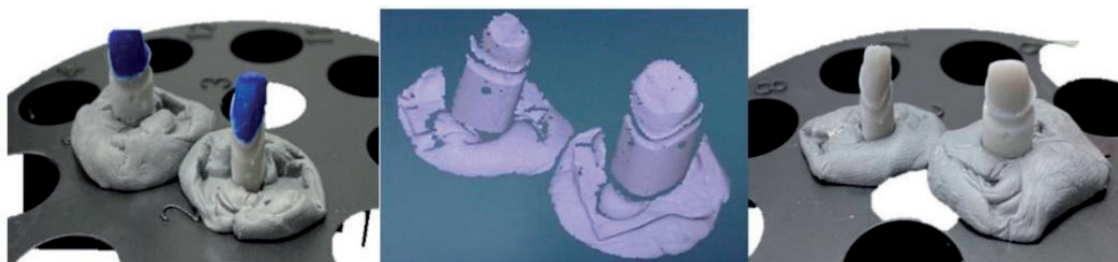
нето се осъществи с екстраорален лабораторен скенер (Up360+ Desktop Scanner, Up3D, China) и подходящ CAD софтуер с възможност за извършване на виртуални измервания (Tizian Creative RT CAD Software, Schütz Dental, Germany).

Върху всяко подвижно пънче на гипсовия и триизмерно принтиран работен модел се постави един тънък слой универсален адхезив за А- и С-силикони (Universal tray adhesive, Zhermack, Dental Products, Italy), който се подсуши според указанията на фирмата-производител. По вътрешната повърхност на всеки мостокрепител се сложи кремообразен VPES отпечатъчен материал (Fit checker Advanced Blue, GC, America), след което мостовата конструкция се постави върху съответния модел чрез упражняване на натиск с пръст (Фиг. 1. А, Б, В и Г). За стандартизиране на изследването при всички конструкции първоначално се осъществи максимален натиск за 10 секунди, след което конструкцията се придържаше до завършване на полимеризацията на материала.

След втвърдяването на материала мостовата конструкция се отстрани внимателно от работния модел, оставяйки силиконовия слой върху подвижните пънчета. Те се обработват със специален спрей (Yeti Digiscan Spray, Yeti Dental, Germany) в един тънък слой, за да се предотврати появата на отражения по време на процеса на сканиране. Подвижните пънчета се сканират самостоятелно с лабораторен скенер (Up360+ Desktop



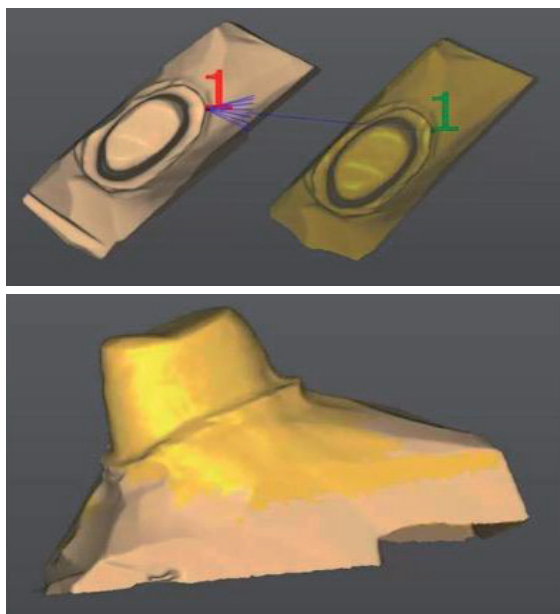
Фиг. 1. А) подвижни пънчета на гипсовия модел; Б) подвижни пънчета на 3D принтирания модел; В) нанесен VPES материал по повърхността на гипсовите зъбни пънчета Г) Нанесен VPES материал по повърхността на триизмерно принтираните зъбни пънчета



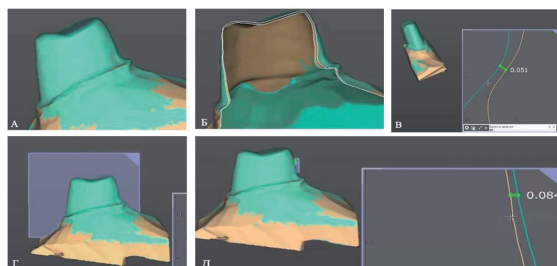
Фиг. 2. Етапи на сканиране на зъбни пълчета. А) сканиране с VPES материал върху пълчетата; Б) процес на сканиране; В) сканиране без VPES материал върху пълчетата

Scanner, Up3D, China), без съседните зъби на модела, с цел получаване на по-прецизен и точен виртуален образ (Фиг. 2).

След приключване на процеса на сканиране силиконовият слой се отстрани, а всяко подвижно пълче се почисти щателно с пароструен апарат. Последва нанасяне на тънък слой от покриващия спрей с цел компенсация от евентуалната поява на грешки, предизвикани от използването му върху силиконовия слой при първото сканиране. Така подготвените подвижни пълчета се сканират за втори път със същия лабораторен скенер, след което двата виртуални образа на всяко пълче се наслагват с помощта на CAD софтуера (Фиг. 3). С помощта на различни инструменти на CAD софтуера се оценява формата на триизмерното пространство на циментовия слой на всяка мостова конструкция и се измери неговата дебелина в 10 точки в две различни направления – вестибуло-лингвално и медио-дистално (Фиг. 4).



Фиг. 3. Етапи на наслагване на сканираните пълчета с и без силикон в CAD софтуера



Фиг. 4. Измерване на триизмерното пространство на циментовия слой на 3D принтирано зъбно пълче. А) насложени образи; Б) напречен срез; В) измерване в областта на препарационната граница (т.Мм); Г) срез във вестибуло-лингвално направление; Д) измерване в средата на палатиналната повърхност (т.См)

Първите 6 точки, в които се направиха измерванията са описани подробно в методологията по предходната подзадача, а именно т. Ам, т. Ад, т. Вм, т. Вд, т. См и т. Сд. Работата във виртуална среда позволи в този експеримент да измерим 4 нови точки, което не беше възможно при работата с дигитален шублер. Тези точки са: т. Мм – най-външна точка в областта на препарационната граница (медиален мостокрепител), т. Мд – най-външна точка в областта на препарационната граница (дистален мостокрепител), т. Ом – среда на оклузална повърхност (медиален мостокрепител) и т. Од – среда на оклузална повърхност (дистален мостокрепител). За всяка една от тези 4 точки се измериха по три стойности във вестибуло-лингвално и медио-дистално направление и се взе средноаритметичната стойност.

РЕЗУЛТАТИ

На Табл. 1 е представен сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки на мостовите конструкции според използва-

DENTAL MEDICINE

Отстояние в отделните точки	Конвенционална отпечатъчна техника		Дигитална отпечатъчна техника		P value
	Средна стойност ± СО	Минимум – максимум	Средна стойност ± СО	Минимум – максимум	
т.Ам – среда на медиална апроксимална повърхност	84.05±21.44	43-127	73.77±22.79	27-121	< 0.01
т.Ад – среда на дистална апроксимална повърхност	86.05±23.97	52-145	75.22±20.20	38-125	< 0.01
т.Вм – среда на вестибуларна повърхност (медиален мостокрепител)	82.36±20.46	46-134	72.77±20.24	45-131	< 0.01
т.Вд – среда на вестибуларна повърхност (дистален мостокрепител)	80.94±20.33	45-123	71.47±20.75	41-132	< 0.01
т.См – среда на палатинална/лингвална повърхност (медиален мостокрепител)	83.0±23.46	43-135	73.97±23.95	34-129	< 0.01
т.Сд – среда на палатинална/лингвална повърхност (дистален мостокрепител)	79.88±20.10	43-124	70.97±20.53	41-125	< 0.05
т.Мм – най-външна точка в областта на препарационната граница (медиален мостокрепител)	54.88±23.10	43-124	50.80±22.13	23-123	> 0.05
т.Мд – най-външна точка в областта на препарационната граница (дистален мостокрепител)	58.86±23.99	29-112	55.44±20.83	30-129	> 0.05
т.Ом – среда на оклузална повърхност (медиален мостокрепител)	101.08±27.90	57-202	99.77±29.14	48-194	> 0.05
т.Од – среда на оклузална повърхност (дистален мостокрепител)	107.22±35.83	54-221	104.61±32.01	62-221	> 0.05

Табл. 1. Сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки на мостовите конструкции според вида на използваната отпечатъчна техника, измерено с CAD софтуер (µm)

ната отпечатъчна техника, измерено с CAD софтуер. Резултатите от анализа показват, че има съществена разлика между отстоянието в т. Ам до т. Сд според използваната отпечатъчна техника, като стойностите са по-високи при конструкциите, изработени по КОТ.

В останалите четири точки (т. Мм, т. Мд, т. Ом и т. Од) също се установяват по-големи стойности в изработените по КОТ конструкции, но резултатите нямат статистическа значимост.

Не се установява съществена разлика в измерените отстояния в двете челюсти при НПК, изработени по конвенционален отпе-

чатък, като в т. Ад, т. Вм, т. Вд, т. Ом и т. Од се наблюдават по-големи отстояния в горна челюст (Фиг. 5).

На Фиг. 6 е представен сравнителен анализ на средните стойности на отстоянието, измерено чрез силиконова проба с CAD софтуер при изработените по ДОТ мостови конструкции според протезираната челюст.

Не се установява съществена разлика в измерените отстояния в двете челюсти при използване на ДОТ, като в т. Ад, т. Вм, т. Вд, т. Ом и т. Од се наблюдават по-големи отстояния в горна челюст.

ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА



Фиг. 5. Сравнителен анализ на средните стойности на отстоянието, измерено чрез силиконова проба с CAD софтуер при изработените по КОТ конструкции според вида на протезираната челюст (μm)



Фиг. 6. Сравнителен анализ на средните стойности на отстоянието, измерено чрез силиконова проба с CAD софтуер при изработените по ДОТ конструкции според вида на протезираната челюст (μm)

DENTAL MEDICINE

Мостоносители	Конвенционална отпечатъчна техника					Дигитална отпечатъчна техника				
	резец-кучешки зъб	кучешки зъб - премолар	премолар - молар	молар - молар	P value	резец-кучешки зъб	кучешки зъб - премолар	премолар - молар	молар - молар	P value
Точка										
т.Ам – среда на медиална апроксимална повърхност	77.75 ± 16.58	75.6 ± 19.73	84.6 ± 22.11	111 ± 1.41	0.235	72.5 ± 33.9	63.2 ± 17.73	75.0 ± 22.58	87.5 ± 16.26	0.615
т.Ад – среда на дистална апроксимална повърхност	75.25 ± 20.27	75.2 ± 11.56	88.68 ± 26.04	102.0 ± 18.38	0.402	75.75 ± 21.82	62.0 ± 7.68	77.76 ± 21.62	75.5 ± 19.09	0.485
т.Вм – среда на вестибуларна повърхност (медиален мостокрепител)	82.75 ± 5.32	87.4 ± 21.67	79.52 ± 20.39	104.5 ± 37.47	0.386	68.25 ± 9.94	79.8 ± 15.02	72.56 ± 22.97	67.0 ± 8.48	0.823
т.Вд – среда на вестибуларна повърхност (дистален мостокрепител)	86.5 ± 17.02	96.4 ± 10.35	74.96 ± 19.97	106 ± 11.32	0.031	69.25 ± 7.41	84.6 ± 33.47	68.28 ± 19.34	83.0 ± 7.07	0.366
т.См – среда на палатинална/лингвална повърхност (медиален мостокрепител)	90.5 ± 9.11	83.6 ± 34.98	81.08 ± 22.72	90.5 ± 36.06	0.865	78.0 ± 15.03	69.0 ± 36.68	73.84 ± 23.73	80.0 ± 15.55	0.935
т.Сд – среда на палатинална/лингвална повърхност (дистален мостокрепител)	75.75 ± 13.79	94.8 ± 25.35	76.96 ± 19.61	87.8 ± 16.26	0.300	74.5 ± 2.64	80.8 ± 29.36	68.0 ± 20.81	76.5 ± 9.19	0.605
т.Мм – най-външна точка в областта на препарационната граница (медиален мостокрепител)	37.5 ± 7.51	46.2 ± 13.7	56.2 ± 22.68	95.00 ± 24.04	0.021	45.75 ± 8.26	35.6 ± 10.28	51.84 ± 22.64	86.0 ± 21.21	0.045
т.Мд – най-външна точка в областта на препарационната граница (дистален мостокрепител)	46.5 ± 20.5	42.0 ± 7.84	61.92 ± 24.77	87.50 ± 0.71	0.072	44.0 ± 10.61	45.0 ± 11.57	57.76 ± 22.64	75.5 ± 3.53	0.203
т.Ом – среда на оклузална повърхност (медиален мостокрепител)	85.25 ± 18.24	93.0 ± 19.48	105.36 ± 30.7	99.5 ± 17.68	0.530	83.25 ± 26.92	100.2 ± 17.25	101.4 ± 31.99	111.5 ± 19.09	0.658
т.Од – среда на оклузална повърхност (дистален мостокрепител)	82.0 ± 14.49	105.2 ± 17.28	110.84 ± 40.54	117.5 ± 23.33	0.508	85.5 ± 15.15	105.4 ± 18.04	107.8 ± 36.58	101.0 ± 4.24	0.655

Табл. 2. Сравнителна характеристика на средните стойности на разстоянието между мостоносителите и мостокрепителите при използване на двете отпечатъчни техники според вида на мостоносителите (средна стойност ± CO), измерено чрез CAD софтуер (µm)

На Табл. 2 е представен сравнителен анализ средните стойности на разстоянието между мостоносителите и мостокрепителите при използване на двете отпечатъчни техники според мостоносителите, измерено чрез

CAD софтуер. Съществена разлика при изработените по КОТ конструкции се установява в т. Вд (най-малка стойност се наблюдава при конструкции с мостоносители премолар-молар – 74.96 µm) и т. Мм (най-малка стойност

се наблюдава при конструкции с мостоносители резец-кучешки зъб – 37.5 µm), а според ДОТ само в т. Мм (най-малка стойност се наблюдава в конструкции с мостоносители кучешки зъб-премолар – 35.6 µm).

ДИСКУСИЯ

В наличната литература се откриват редица клинични изследвания, които доказват значението на точността на протезните конструкции, за да се приеме едно протетично лечение за успешно (16,18). Два от основните параметри, които описват понятието „точност“ на неснемаемите протезни конструкции са маргиналната адаптация (marginal adaptation) и прилягането на вътрешната повърхност към препарираниите твърди зъбни тъкани (internal fit) на възстановяванията. Заедно с високата механична якост на материала и добрата адхезия на циментите за постоянно фиксиране, тези фактори са от изключително важно значение за дълготрайния успех на лечението.

Незадоволителната точност на конструкциите може да е причина за акумулиране на плака в маргиналната област, водеща до появата на локален възпалителен процес, свръхчувствителност, по-дебел циментиращ слой, микро-просмукване и поява на вторичен кариес (16,26).

Въз основа на проведени изследвания е установено, че максимално допустимото отстояние между препаративната граница и протезната конструкция, при което може да се постигне клиничен успех, е не повече от 120 µm (4,5,24,27).

Разстояния над 120 µm ще доведат до това по-голяма част от циментовия слой да бъде изложена на неблагоприятното въздействие на различни течности и химико-механични сили в устната кухина, което ще доведе до по-бързи темпове на разтваряне на цимента (14). Има доказателства, че по-дебелият слой цимент в дадена област на възстановяването може да е причина за възникване на допълнително напрежение на опън, което да инициира пукнатини в послойно нанесената керамика при този вид конструкции (20) или да повлияе на дълготрайната стабилността на възстановяванията (25). Felton et al. съобщават за поява на локален възпа-

лителен процес в маргиналната гингива при неподвижни конструкции с установени несъответствия в областта на препаративната граница от 250 µm до 430 µm (11).

В проучената литература се откриват изследвания, които сравняват точността и клиничния успех на НПК, изработени по дигитални отпечатъци спрямо конвенционални методи. Koulivand et al. сравняват маргиналната точност посредством техниката на силиконова реплика с помощта на микроскоп с увеличение x50. Резултатите показват по-добра точност на конструкциите, изработени по дигитална отпечатъчна техника (15). До подобни резултати достигат и Haddadi et al. в тяхно изследване от 2019 г. (12). Техниката на силиконовата реплика е използвана и в проучване на Banic et al. от 2018 г., при което се сравняват несъответствията в 4 области на скелети от циркониев диоксид, изработени по дигитален метод, спрямо такива от метална сплав, изработени по конвенционален метод. Резултатите показват еднаква или по-добра маргинална точност при първата тестова група (6). Ahrberg et al. и Zaraus et al. стигат до извода, че конструкции, изработени по дигитален отпечатък показват значително по-добра маргиналната точност от тези, изработени по конвенционална отпечатъчна техника. Маргиналните несъответствия в двете тестови групи са в границите на клинично допустимата разлика (2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамките на ограниченията на това *in vitro* изследване могат да бъдат направени следните заключения:

Не се установи статистически значима разлика в клиничния параметър „маргинална адаптация“ при мостовите конструкции от двете изследвани групи.

Отстоянията в областта на препаративната граница и при двата вида мостови конструкции са в границите на клинично допустимите стойности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Abdel-Azim T., K. Rogers, E. Elathamna, A. Zandiejad, M. Metz, D. Morton. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by

- using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *J Prosthet Dent*. 2015 Oct; 114(4):554-9.
2. Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2016;20:291-300.
 3. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo É, Stimmelmayer M, Vieira LC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig* 2014;18:515-23.
 4. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry I, Thomas GW, et al. 3D and 2D marginal fit of pressed and CAD/CAM lithium disilicate crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthodont* 2014;23:610-7.
 5. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, et al. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent* 2015;113:304-9.
 6. Benic GI, Sailer I, Zeltner M, Gütermann JN, Özcan M, Mühlemann S. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part III: marginal and internal fit. *J Prosthet Dent* 2019;121:426-31.
 7. Christensen G.J. The Challenge to Conventional Impressions, *JADA*, 2008, 139(3), p.347-349.
 8. Clancy J.M., F.R. Scandrett, R.L. Ettinger. Long-term dimensional stability of three current elastomers. *J Oral Rehabil*, 1983, 10(4), p.325-333.
 9. Davidowitz G, Kotick P.G. The Use of CAD/CAM in Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 2011, 55(3), p.559-570.
 10. Endo T., W.J. Finger. Dimensional accuracy of a new polyether impression material. *Quintessence Int*, 2006, 37(1), p.47-51.
 11. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent* 1991;65:357-64.
 12. Haddadi Y, Bahrami G, Isidor F. Accuracy of crowns based on digital intraoral scanning compared to conventional impression on a split-mouth randomised clinical study. *Clin Oral Investig* 2019;23:4043-50.
 13. Hondrum S.O. Changes in properties of nonaqueous elastomeric impression materials after storage of components. *J Prosthet Dent*, 2001, 85(1), p.73-81.
 14. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A et al. Clinical marginal and internal gaps of Procera All-Ceram crowns. *J Oral Rehab*, 2005, 32:526-530.
 15. Koulivand S, Ghodsi S, Siadat H, Alikhasi M. A clinical comparison of digital and conventional impression techniques regarding finish line locations and impression time. *J Esthet Restor Dent* 2020;32:236-43.
 16. May K.B., M.M. Russell, M.E. Razzog, B.R. Lang. Precision of fit: the Procera AllCeram crown. *J Prosthet Dent*, 1998, 80, p.394-404c.
 17. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y (2009) A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 28: 44-56.
 18. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: a literature review. *J Prosthet Dent* 2013;22:419-28.
 19. Papadiochos I., Papadiochou S, Emmanouil I. The Historical Evolution of Dental Impression Material. *J Hist Dent*. 2017 Summer/Fall; 65(2):79-89.
 20. Rekow D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry: a review of the state of the art. *J Prosthet Dent*, 1987, 58(4), p.512-6.
 21. Schlenz M.A., Wöstmann B., Vogler J., Schmidt A., Rehmann P., Wöstmann W. New Intraoral Scanner-Based Chairside Measurement Method to Investigate the Internal Fit of Crowns: A Clinical Trial. *Int J of Environ. Res. Public Health*, 2020, 17,2182.
 22. Shen C. Impression materials. In: Anusavice KJ, editor. *Phillip's science of dental materials* 11 th edition. Philadelphia: Saunders; 2003. p. 210-30.
 23. 23.The Glossary of Prosthodontic Terms. 9Ed. *Journal Prosthet Dent*. 2017;117:10-92.
 24. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;116:328-35.
 25. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement thickness on the fracture strength of all-ceramic crowns. *Aust Dent J* 1995; 40: 17-21.

26. White SN, Ingles S, Kipnis V. Influence of marginal opening on microleakage of cemented artificial crowns. J Prosthet Dent 1994;71:257-64.
27. Zarauz C, Valverde A, Martinez-Rus F, et al: Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. Clin Oral Investig 2016,20:799-806.

Адрес за кореспонденция:

Кирил Гогушев
Факултет по дентална медицина
Медицински университет – Варна
бул. Цар Освободител 84
9002 Варна
e-mail: kiril.gogushev@gmail.com
