

БЪЛГАРСКО
НАУЧНО ДРУЖЕСТВО
ПО ДЕНТАЛНА
МЕДИЦИНА



BULGARIAN
SCIENTIFIC
DENTAL
ASSOCIATION

ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

DENTAL MEDICINE

Том 104 • 2/2022

Редакционна колегия

Главен редактор - проф. д-р Божидар Йорданов, PhD
Зам.-главни редактори - проф. д-р Веселина Кондева, PhD
проф. д-р Стефан Пеев, PhD, DSc
Научен секретар - доц. д-р Елка Радева, PhD
Отговорен редактор - проф. д-р Андон Филчев, PhD, DSc

Членове: А. Белчева, В. Свещаров, Е. Деливерска, Ем. Карова, Ил. Христов, Ил. Стоева,
Л. Андреева, М. Димитрова, П. Печалова, Сн. Топалова-Пиринска, Т. Узунов

Редакционен съвет:

А. Влахова, А. Гусийска, А. Млъчкова, А. Кръстева, Б. Бонев, Б. Миланов, Б. Владимиров,
В. Стефанова, В. Панов, В. Петрунов, Г. Йорданов, Г. Папанчев, Г. Томов, Г. Йорданова,
Д. Йовчев, Д. Киров, Д. Константинова, Д. Нейчев, Д. Славчев, Д. Филчев, Е. Фиркова,
Ж. Кирилова, Ж. Павлова, Ив. Филипов, И. Ченчев, И. Димитрова, И. Катрева, И. Йончева,
Й. Папатанасиу, К. Коцилков, Кр. Янева, Л. Дойчинова, М. Денчева, М. Димова, М. Абаджиев,
М. Динкова, М. Рашкова, М. Йорданова, М. Маринова, Н. Гатева, Н. Митова, Н. Манчорова,
Н. Сираков, Н. Апостолов, Н. Шарков, П. Станимиров, Р. Андреева, Р. Василева, Р. Тодоров,
Св. Йорданова, С. Димитрова, С. Кръстева, Сн. Цанова, Ст. Кацаров, С. Янчева, Т. Болярова,
Т. Георгиев, Х. Факих, Хр. Даскалов, Хр. Михайлова, Ц. Тончев, Ю. Каменова, Я. Калъчев

С о ф и я

СЪДЪРЖАНИЕ

Детска дентална медицина

ПОДОБРЯВАНЕ НА ДЕТСКОТО ОРАЛНО ЗДРАВЕ С ВИДЕО ИГРА TOOTH STARS	
З. Янева	79

Оперативно зъболечение и ендодонтия

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЯКОСТ НА СРЯЗВАНЕ МЕЖДУ ПУЛПОПОКРИВНИ СРЕДСТВА И МЕТАКРИЛАТЕН НАНОКОМПОЗИТ	
И. Димитрова, Д. Цанова-Тошева	85

Протетична дентална медицина

ИМБИБИЦИЯ И ОБЕМНИ ПРОМЕНИ НА СВЕТАЛНОПОЛИМЕРИЗИРАЩА ПЛАСТМАСА, ИЗПОЛЗВАНА ЗА РЕПАРАТУРИ НА СНЕМАЕМИ АКРИЛОВИ ПРОТЕЗИ	
Н. Миланов, М. Янкова, А. Василева, Т. Узунов, Б. Йорданов	91
СРАВНИТЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИЛАТА НА ВРЪЗКАТА НА ОПИТНИ ТЕЛА, РЕПАРИРАНИ С ТРИ ВИДА ДЕНТАЛНИ ПЛАСТМАСИ	
Н. Миланов	97

Ортодонтия

ПРОТОКОЛ ЗА ЛЕЧЕНИЕ НА ПАЦИЕНТИ С ХИПОДОНТИЯ НА ДОЛНИ ВТОРИ ПРЕМОЛАРИ	
Т. Йорданова, Б. Йорданов, П. Изнатов	103

Обзори

ПОДОБРЯВАНЕ НА ДЕТСКОТО ОРАЛНО ЗДРАВЕ ЧРЕЗ КОМПЮТЪРНИ ИГРИ	
З. Янева	114
С-ОБРАЗНА КОРЕНО-КАНАЛНА СИСТЕМА ПРИ ДОЛНИТЕ МОЛАРИ. ЧАСТ I: МОРФОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАСИФИКАЦИЯ	
Я. Кузманова	123
ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ НА АДХЕЗИЯТА МЕЖДУ КЕРАМИЧНИ КОНСТРУКЦИИ ОТ ЛИТИЕВ ДИСИЛИКАТ И ХИБРИДНА КЕРАМИКА С КОМПОЗИТНИ ЦИМЕНТИ	
Р. Радев, М. Янкова, Е. Радева, Т. Узунов	131
СЪВРЕМЕННА КОНЦЕПЦИЯ ОТНОСНО БИСФОСФОНАТ-АСОЦИИРАНАТА ОСТЕОНЕКРОЗА НА ЧЕЛЮСТИТЕ - КЛИНИКА, СТАДИРАНЕ, ПАРАКЛИНИКА, ПРЕВЕНЦИЯ	
Б. Илиева, В. Свещаров	137
КЛИНИЧНИ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ АСПЕКТИ ОТ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА НИСКОИНТЕНЗИТЕТНАТА ФОТОТЕРАПИЯ ЧАСТ ПЪРВА - БИОХИМИЧНИ И БИОФИЗИЧНИ АСПЕКТИ НА ФОТОБИОЛОГИЧНОТО ДЕЙСТВИЕ. ВИДОВЕ ЕЛЕКТРОННО-СВЕТАЛНИ УСТРОЙСТВА	
В. Свещаров, С. Свещарова	143
ЛЕЧЕНИЕ НА НЕКРОТИЗИРАЩИТЕ ПАРОДОНТАЛНИ ЗАБОЛЯВАНИЯ (ЧАСТ ВТОРА)	
Т. Болярова	150

ДЕТСКА ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

ПОДОБРЯВАНЕ НА ДЕТСКОТО ОРАЛНО ЗДРАВЕ С ВИДЕО ИГРА TOOTH STARS

З. Янева DMD*

IMPROVING CHILDREN'S ORAL HEALTH WITH THE TOOTH STARS VIDEO GAME

Z. Yaneva DMD*

Резюме: *Цел:* Целта на проучването е да бъде оценен оралният статус при деца на възраст 6–8 години преди и след използването на видео игра Tooth Stars от тях.

Материал и методика: В проучването участват 152 деца, на възраст 6–8 години, разпределени в две групи: експериментална група, състояща се от 100 деца – 24 в предучилищна възраст и 76 от 1-ви и 2-ри клас. Контролната група се състои от 52 деца – 10 от тях са на 6-годишна възраст (предучилищна група), а останалите 42 са в ранна училищна възраст. Клиничното проучване на оралния статус включва: оценка на зъбен статус чрез DMF (T+t) индекс; регистриране на активни емайлови кариозни лезии, определяне на орално-хигиенен индекс (ОHI). Оценка на тези критерии бе извършена преди и след използването на играта Tooth Stars.

Резултати: Резултатите от клиничното проучване преди въвеждането на играта показаха средни стойности на DMF (T+t) около 5,50 и стойности на ОHI около 1,50 при експерименталната и контролната група. Изследването на обратими (активни) кариозни лезии показва стойност от средно 2,25 при двете изследвани групи. След използването на видео играта Tooth Stars се наблюдава понижение в стойностите и на трите изследвани показатели – DMF (T+t) средно 4,50, ОHI средно 1,0 и понижение в броя на активните кариозни лезии.

Заклучение: Наблюдава се подобряване на оралния статус при изследваните деца след използването на видео играта Tooth Stars.

Ключови думи: орален статус, видео игра, кариозни лезии

Summary: *Aim:* The aim of the study was to assess the oral status of children aged 6–8 years before and after using the Tooth Stars video game by them.

Material and methods: The study involved 152 children at age 6–8 years, divided into two groups: an experimental group consisting of 100 children – 24 preschoolers and 76 from 1st and 2nd grade. The control group consists of 52 children – 10 of them are 6 years old (preschool group) and the remaining 42 are in early school age. The clinical study of oral status included: dental status and DMF (T+t); registration of reversible carious lesions – active and stationary, determination of oral hygiene index (OHI). These criteria were examined before and after using the Tooth Stars video game.

Results: The results of the initial clinical examination (before using Tooth Stars) showed DMF (T + t) values around 5.50 and OHI values around 1.50 in the experimental and control groups. The assessment of reversible (active) carious lesions showed an average value of 2.25 in both groups. After using the video game Tooth Stars, there was a decrease in the values of all three examined indicators – DMF (T+t) on average 4.50, OHI on average 1.0 and a decrease in the number of active carious lesions.

Conclusion: There is an improvement in the oral status of the children in the experimental group after using the video game Tooth Stars.

Keywords: oral status, video game, carious lesions

* Асистент, катедра „Детска дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

Въведение

Оралното здраве е част от общото здраве и също пряко се влияе от хранителните навици на индивида – от вида на приеманата храна и честота на приемите ѝ. Детската възраст е най-подходяща за формиране на правилни и корекция на наличните неправилни навици (21). За да е възможно формиране на правилни навици за поддържане на оралното здраве, на първо място е необходима информация. Част от информацията, която е основа за здравословното поведение, трябва да се притежава от всеки индивид. Тя се набавя от семейството, приятелите, училищната среда и други. Обучението, набавянето на информацията е процес, който цели постигане на трайни знания. Според класификацията на Блум процесът преминава през шест нива – знания, разбиране, прилагане, анализ, синтез и оценка (2). Мотивацията се свързва с желанието на обучаемия да полага усилия за усвояване на материала и се определя като вътрешно състояние, което инициира и поддържа целенасочено поведение (11). От десетилетия насам се изпробват методи за промяна в поведението, които да комбинират в себе си вътрешната и различните видове външна мотивация. В последните години за целта се използват и игри. Добре разработените игри могат успешно да ангажират и мотивират играчите, задоволявайки основните им психологически потребности (21). Игрите засилват и надграждат потенциала на децата във всяка една област (22). За детска възраст те са формата за запознаване и адаптиране към света. Посредством тях децата изучават заобикалящата ги среда. Играта помага за социалното, емоционалното, когнитивното и физическото благополучие още в ранна възраст (12). Игрите са един от най-достъпните и приятни начини за обучение, а в наши дни се разработват мобилни игри с такава цел. Ученето се дефинира като доживотен процес на достъп до информация, нейното тълкуване и оценка, с последваща трансформация на информацията до знания, умения и ценности (7). Съществува широк спектър от игри, изпълнявани на електронни устройства (Nintendo, Sony PlayStation, Microsoft Xbox) и компютърни игри в Интернет (10). Учените, занимаващи се с образователни игри, се концентрират върху два типа – приключенски и игри с имитации (16). До момента са разработени разнообразни видео игри за подобряване на детското орално здраве. Сред тях е играта „Molaropolis“, в която участниците се включват в антагонистичната роля на кариесогенни микроорганизми. Друга игра, която е свързана с подобряване

на хранителните навици в детска възраст, е играта „Barney's healthy foods“ („Здравословните храни на Барни“) (15). Тя е оценена чрез произволно контролирано тестване (RCT), проведено при деца на възраст между 4 и 7 години в две начални училища в Шотландия. Резултатите сочат подобряване на способностите за разпознаване на здравословните храни (15).

Материал и методи

В изследването бяха включени общо 152 деца на възраст от 6–8 години. Групата е формирана от деца от различни детски градини и училища в град София и такива, посетили денталния кабинет в периода на изследването. 100 от тези 152 деца формираха експериментална група (24 от тях в предучилищна възраст и 76 от 1-ви и 2-ри клас), а останалите 52 деца съставиха контролна група (10 от тях са на 6-годишна възраст, а останалите 42 са в ранна училищна възраст). Децата от експерименталната група получиха играта Tooth Stars за период от 1 месец. Тези от контролната група получиха единствено класически инструкции за поддържане на оралното здраве. Има подписано информирано съгласие от родителите.

За създаването на мобилната игра беше включен и екип от компютърни специалисти, в допълнение участваха също художник и актьор.

Клиничното изследване на децата, участващи в експеримента, включваше проучване на няколко фактора:

- 1) При изследваните деца беше направена оценка на зъбния статус с помощта на индекса DMF (T+t) с начален диагностичен праг D1a, който обхваща най-ранните емалови кариозни лезии.
- 2) Определяне на активността на началните (обратими) кариозни лезии. Отчитат се следните особености – лезиите да са разположени под плака, на предилекционни места и да имат загуба на блясък, на гладкост, границите им да са неясни.
- 3) Нивото на оралната хигиена беше оценено чрез орално-хигиенния индекс на Green-Vermillion.

Тези изследвания бяха направени преди и след въвеждането на мобилната игра Tooth Stars.

За създаването на видео играта Tooth Stars бяха използвани правилата за хранене, контрол на въглехидратните приеми и правилна орална хигиена, както и специфични психологични елементи



Фиг. 1а Лого на играта



Фиг. 1б Начална страница на играта

за възрастта. Тази информация беше селектирана и систематизирана от нашия екип. След това беше предоставена на компютърни специалисти, които да я използват при създаването на сериозна, образователна и интересна за децата игра. Те създадоха играта съвместно с художник, който изработи анимациите, включени в нея. Репликите в играта са записани от актьор (фиг. 1 а, б). Тя е достъпна за голям брой устройства – настолни компютри, лаптопи, таблети, мобилни телефони (независимо от операционната им система). От менюто ѝ детето избира герой, с който да участва (момче или момиче). Tooth Stars се състои от 4 мини игри – 2 за орална хигиена и 2 за хранене. Продължителността на един цикъл е 5–10 минути. Играта осигурява повторемост на информацията, която трябва да достигне до тях. Тя включва основните правила и съвети за поддържане на оралното здраве. Те се предоставят едновременно като реплики, записани от актьор, и изписани като текст на екрана. При няколко последователни изигравания на Tooth Stars, във всеки цикъл на играта се включва различен набор от съвети, което придава по-голямо разнообразие, с цел задържане на интереса на децата по-продължително време. Когато играчът се справя добре и следва правилата, като възнаграждение той печели звезди. С тях може да „пазарува“ във виртуалния магазин на Tooth Stars. Това създава допълнителен стимул за децата. В менюто на играта има сектор за персонална статистика – може да бъде проверено колко пъти е играна, колко продължително, колко успешно се е справило детето. Tooth Stars може да бъде намерена онлайн на следния адрес: <http://toothstarsgame.com/game05/>

Резултати

Таблица 1 показва децата, участвали в клиничното проучване. Средната възраст на пациентите в

експерименталната група е 7.32 години, а в контролната – 7.12 години.

Групи	п общо	Възраст в години	Брой	х	σ	t, p
Експери- ментална	100	6	24	7,32	0,84	t=1,61 p>0,05
		7	20			
		8	56			
Конт- ролна	52	6	10	7,12	0,70	
		7	26			
		8	16			

Табл. 1 Разпределение на децата от експерименталната и контролната група по възраст

При клиничното изследване на пациентите в началото на експеримента (преди въвеждане на играта) бяха получени следните резултати:

Групи	п	DMF (T + t)		ОНІ	
		х	σ	х	σ
Експериментална	100	5,32	4,61	1,43	0,82
Контролна	52	5,62	3,88	1,71	0,67
t, p		t=0,42 p>0,05		t=1,47 p>0,05	

Табл. 2 Изходен орален статус

Групи	Обратими (активни) кариозни лезии	
	х	σ
Експериментална	2,40	2,6
Контролна	2,08	3,26
t, p	t=0,61 p>0,05	

Табл. 3 Изходно състояние на обратими (активни) кариозни лезии

Резултатите от **таблица 2** показват данните от изходния орален статус на двете групи, участващи в изследването. По отношение на DMF (T+t) и OHI (Green-Vermillion) анализът показва, че няма статистически значима разлика между експерименталната и контролната група, което позволява те да бъдат сравнявани.

В **таблица 3** са представени началните данни за обратимите активни кариозни лезии в експерименталната и контролната група. И в двете се откриват обратими кариозни лезии. Липсва достоверна разлика в броя им, което ни дава основание да сравняваме и да получим обективни резултати от провеждане на експеримента.

Експериментална група				
DMF (T+t)			ОHI	
	х	σ	х	σ
начало	5,32	4,61	1,43	0,82
край	3,92	3,16	0,77	0,39
t, p	t=2,22 p<0,05		t=7,33 p<0,05	

Табл. 4 Изходен и краен орален статус- експериментална група

Контролна група				
DMF (T+t)			ОHI	
	х	σ	х	σ
начало	5,62	3,88	1,71	0,67
край	5,38	3,44	1,57	0,67
t, p	t=0,4 p>0,05		t=1,07 p<0,05	

Табл. 5 Изходен и краен орален статус – контролна група

В **таблицы 4 и 5** са представени два от изследваните показатели (DMF (T+t) и OHI) в експерименталната и контролната група. Сравнявайки числовите данни в началото и края на експеримента, наблюдава се намаляване в стойностите и на двата показателя в двете групи. Статистически значими са разликите в изходните и крайните стойности в експерименталната група, за разлика от контролната. В експерименталната група подобряването на DMF и OHI е значително по-голямо, отколкото е в контролната.

Понижената стойност на DMF (T+t) може да се дължи единствено на въздействието върху обратимите кариозни лезии, които са намалели. Този резултат е повлиян от проведения експеримент с електронната игра Tooth Stars.

Група	Обратими (активни) кариозни лезии в края на изследването	
	х	σ
Експериментална	0,8	1,26
Контролна	1,80	1,9
t, p	t=3,33 p<0,05	

Табл. 6 Сравнение на броя на обратимите кариозни лезии в края на изследването

При разглеждане на данните в **таблица 6** относно активните кариозни лезии, след прилагането на видео играта, също може да се види редуцията в техния брой, което е доказателство за нейната ефективност. Наблюдава се намаляване на броя активните лезии и в двете изследвани групи, но то е достоверно по-голямо в експерименталната група.

Обсъждане

Използването на електронни устройства е навлязло широко в ежедневието на всички хора, включително и децата. Това поражда нови възможности и води до възникване на иновативни начини за провеждане на обучение. Един от тях е създаването на образователни електронни игри (5, 20 17). До момента у нас липсват продължителни наблюдения върху ефективността на този тип методи. В литературата се откриват експерименти за подобряване на оралното здраве чрез видео игри (15, 19).

При клиничния преглед изследвахме DMF (T+t) индекса на нашите пациенти, броя на активните (емайлови) кариозни лезии, които имат връзка с нивото на оралната хигиена, както и орално-хигиенния им индекс (OHI Green-Vermillion).

Ние регистрирахме в експерименталната група средни стойности на DMF (T+t) 5.32 ± 4.61 . Епидемиологично проучване на български деца от 2011 година (1) установява, че стойностите на индексите dmft и DMFT по възрастови групи (5–6 години, 12 години и 18 години) средно за страната са значително по-високи в сравнение с глобалните цели на СЗО (50% от децата на 5–6 години да не бъдат засегнати от кариес, децата на 12 години да нямат повече от 3 кариозни, obtурирани и екстрахирани зъба, 85% от 18-годишните да нямат екстрахирани зъби). При изследване на dmft на деца от предучилищна възраст (8) се установяват средни стойности на индекса 1.70 ± 2.81 . При друго проучване (14) сред деца на възраст 6–9 години се откриват стой-

ности на DMFT 1.08 ± 1.36 . По данни на T. Reic at al. от 2015 година стойностите му при 6-годишните деца са средно 4.14 (14).

Според резултатите ни средните стойности на ОНІ (Green-Vermillion) в експерименталната група са 1.43 ± 0.82 . По данни на мащабно изследване на българските деца през 2011 година (1, 14) средните стойности на ОНІ-S на Green-Vermillion за страната са по-високи от 1.00, което показва незадоволително ниво на оралната хигиена. Други автори споделят средни стойности 1.14 ± 0.8 на индекса при изследване на 6-годишни деца (9). За изследване на нивото на орална хигиена в проучването на T. Reic at al (14) при деца на 6–9 години е приложен индексът на O’Leary. За визуализиране на плаката са използвали GC Tri Plaque ID Gel. Регистрирана е плаката по всички зъбни повърхности, а получените средни стойности са изчислени в процент. Те получават средни стойности на ОНІ 0.36 ± 0.24 ($36.11 \pm 24.40\%$). (14)

В две от тези изследвания (1) нивото на орална хигиена е определено чрез ОНІ (Green Vermillion), както е и в нашето проучване. Техните резултати са близки до получените от нас, а едното изследване е сред българската популация (1) и потвърждава нашите данни (средни стойности на ОНІ >1). В изследването на T. Reic (14) са получени по-ниски стойности на ОНІ, които кореспондират с по-ниските стойности на DMF (T+t), които те отчитат. Те използват индекса на O’Leary, при който изследването включва регистриране на плаката по всички зъбни повърхности. Тъй като обектите на нашето изследване са деца, индексът, който ние използваме, е по-подходящ, тъй като е по-лесно и по-бързо приложим в съответната възраст.

Нашите резултати сочат по-голямо подобрение в оралния статус след играта Tooth Stars, сравнено с децата от контролната група, които са получили единствено традиционни инструкции. Това сочи по-голяма ефективност на обучението в експерименталната група. Тези резултати се потвърждават от изследването на Aljafari at al (3). В литературата се откриват експерименти за подобряване на оралното здраве с мобилни игри, при които ефективността е била еднаква с тази при класическите методи (4, 6, 18).

Ние наблюдаваме статистически значимо намаляване на стойностите на ОНІ (Green-Vermillion), DMF (T+t) и броя на активните емайлови лезии след играта Tooth Stars, сравнено с изходния орален статус. Проучване сред деца на възраст 4–6 години от 2018 година (13) сочи липса на статическа разлика в стойностите на ОНІ в контролната група,

която е получила единствено класически инструкции за поддържане на орална хигиена. За разлика от това, в двете експериментални групи на изследването има статистическо подобрение в този показател след 6-месечно проследяване. В едната от тях са проведени четири мотивационни сесии, а във втората – мотивационни сесии и приложение на видео играта “Happy Teeth, Healthy Kids”.

Заклучение

На базата на проведените клинични изследвания и резултатите от тях може да се направи изводът, че въвеждането на мобилна игра при деца в определена възрастова група с цел подобряване оралния им статус, е успешен метод за реализиране на тази идея. Използвайки играта, пациентите получават ценна информация по лесен и забавен начин. Така обучението се възприема не като задължение, а като удоволствие. Многократната употреба на играта води до затвърждаване на знанията, за разлика от еднократно дадени инструкции. Използването ѝ не е свързано с присъствие в денталния кабинет, не отнема значително време, а поддържането на оралното здраве е представено като нещо приятно и забавно. Създадената игра Tooth Stars се приема лесно от децата. Повечето от тях я намират за приятна, забавна и изясняват желание да я използват отново. Тя е оценена като информативна. Комбинацията от образователни и забавни елементи в мобилната игра Tooth Stars я прави по-приятен метод за обучение, в сравнение с класическите.

Създаването на мобилната игра Tooth Stars и проведените изследвания са финансирани по проект на тема: „Подобряване на детското орално здраве с мобилна игра“ от конкурса „ГРАНТ-2020“ на МУ-София с договор № Д-111/24.06.2020 г.

Библиография

1. Националната програма за профилактика на оралните заболявания при деца 0–18 г в Република България за 2021–2025 година.
2. Профилактика на оралните заболявания, изд. Изток-Запад 2009 г., под редакцията на М. Пенев 207 стр.
3. Aljafari A., Gallagher J., Hosey M., Can oral health education be delivered to high-carries-risk children and their parents using a computer game? – A randomised controlled trial, International Journal of Paediatric Dentistry, 2017, 27, 476–485.
4. Amer RS, Denehy GE, Cobb DS, et al. Development

- and evaluation of an interactive dental video game to teach dentin bonding. *J Dent Educ.* **2011**, 75: 823–831.
5. Blumberg F., Almonte D., Jared A. At al., Serious Games: What are they? What Do They Do? Why Should We Play Them? *The Oxford Handbook of Media Psychology*, **2012**, 334–351.
 6. Chang YC, Lo JL, Huang CJ et al. Playful Toothbrush: UbiComp Technology for Teaching Tooth Brushing to Kindergarten Children. *CHI* **2008**, 363–372.
 7. Cullen KW, Baranowski T, Smith SP. Goal setting for dietary behavior change. *J Am Diet Assoc* **2001**; 101 (5): 562–6.
 8. Elamin Amal, Garemo M and Gardner A., Dental caries and their association with socioeconomic characteristics, oral hygiene practices and eating habits among pre-school children in Abu Dhabi, United Arab Emirates – the NOPLAS project Elamin et al. *BMC Oral Health*, **2018**, 18: 104.
 9. Gudkina J., Bennett T. Amaechi at al. Caries Increment and Oral Hygiene Changes in 6- and 12-Year-Old Children in Riga, Latvia: A 3-Year Follow-Up Report Using ICDAS II and RADKE Criteria, *European Journal of Dentistry*, **2019**, 13 (3): 413–419.
 10. Huizinga J. *Homo ludens: a study of the play element in culture*. New York: J & J Harper, **1970**.
 11. Mayer R., *Computer Games in Education*, Annual Review of Psychology, **2019**, 70, 531–549.
 12. Milteer R. M., Ginsburg, K. R., & Mulligan, D. A. The Importance of Play in Promoting Healthy Child Development and Maintaining Strong Parent-Child Bond: Focus on Children in Poverty, *PEDIATRICS*, **2012** 129 (1): 204–213.
 13. Nomair A., Hamza M., Abdelaziz W. Effectiveness of motivational interviewing and games on oral hygiene of children and oral health knowledge, attitude and behavior of mothers: A Randomized Controlled Clinical Trial, *Alexandria Dental J.*, **2021**, 46 (2): 191–196.
 14. Reic T., Galic T., Milatic K. at al. Influence of nutritional and oral hygiene habits on oral health in Croatian island children of school age, *Eur J Paediatr Dent*, **2019**, 30 (3): 193–188.
 15. Rice C, Alfajari A, Gallagher JE at al, An oral health education video game for high caries risk children: study protocol for a randomized controlled trial, *Trials*, **2015**, 16: 237.
 16. Ryan R., Rigby C. Przybylski A, The motivational pull of videogames: a self determination theory approach, *Motivation and Emotion J.*, **2006**, 30 (4): 344–360.
 17. Simkova M., Using Of Computer Games In Supporting Education, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, **2014**, 141, 1224–1227.
 18. Sipiyaruk K, Gallagher JE, Hatzipanagos S, Reynolds PA. Acquiring critical thinking and decision-making skills: An evaluation of a serious game used by Undergraduate Dental Students in Dental Public Health., *Tech Know Learn*, **2017**; 22 (2): 209.
 19. Soler C, Zacaria Al. Molaropolis: a mobile persuasive game to raise oral health and dental hygiene awareness, *ACE '09: Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, **2009**, 388–391.
 20. Susi T., Johannesson M, Per Backlund, Serious Games – An Overview, *Serious Games Cluster and Business Network*, **2007**.
 21. Yue Chow, C., Rizki Riantiningtyas, Bojer K., at al, Can games change children's eating behaviour? A review of gamification and serious games, *Food Quality and Preference*, **2020**, 80, 328–350.
 22. Zosh J., Hopkins E., Jensen Hanne at al, Learning through play: a review of the evidence, *White paper*, **2017**.

Постъпила – 20.12.2021

Приета за печат – 29.03.2022

Адрес за кореспонденция:

д-р Здравка Янева

Катедра Детска дентална медицина

Факултет по Дентална медицина, МУ-София

e-mail: z.yaneva@fdm.mu-sofia.bg

Address for correspondence:

Zdravka Yaneva, DMD

Department of Pediatric dental medicine

Faculty of Dental Medicine, MU-Sofia

e-mail: z.yaneva@fdm.mu-sofia.bg

ОПЕРАТИВНО ЗЪБОЛЕЧЕНИЕ И ЕНДОДОНТИЯ

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЯКОСТ НА СРЯЗВАНЕ МЕЖДУ ПУЛПОПОКРИВНИ СРЕДСТВА И МЕТАКРИЛАТЕН НАНОКОМПОЗИТ

И. Димитрова DMD, PhD*, Д. Цанова-Тошева DMD**

INVESTIGATION OF SHEAR BOND STRENGTH BETWEEN TWO DIFFERENT PULP-CAPPING MATERIALS AND METHACRYLATE COMPOSITE MATERIAL

I. Dimitrova DMD, PhD*, D. Tsanova-Tosheva, DMD**

Резюме: Качеството и издръжливостта на връзката между калциево-силикатните цименти (КСЦ) и obturativния материал е от изключителна важност както за дълготрайността на възстановяването, така и за клиничния успех от проведеното лечение.

Цел на настоящото изследване е да се сравни и анализира якостта на срязване между obturativен материал и два вида калциево-силикатни цимента (КСЦ) при еднакви други условия.

Материал и методика: Изследваните КСЦ са: конвенционалният материал Biodentine (Septodont, France) и нововъведеният в клиничната практика хибриден материал BioCal-Cap (Harvard, Germany). В проучването е използвано само един вид адхезивна система (Scotchbond 3M ESPE, St. Paul, MN, US) и метакрилатен композиционен материал (Filtek Ultimate, 3M, USA).

За целта са подготвени 60 образци с отвори с диаметър от 5 мм и височина от 2 мм и разделени в 4 групи по 15 образца във всяка. Отворите на 30 образца бяха запълнени с Biodentine, а на останалите бе поставен хибриден материал BioCal-Cap. Изследвана и сравнявана е якостта на срязване след непосредствено втвърдяване на КСЦ и след отложено за срок от 14 дни поставяне на композиционния материал (КМ) за всеки материал поотделно. За статистически анализ на резултатите е използван Mann-Whitney test и Wilcoxon Signed Ranks Test.

Резултати: Анализите показват наличие на статистически значима разлика в якостта на срязване между двата използвани КСЦ при непосредствено поставяне на КМ ($p < 0,05$). При сравняване на резултатите от якостните изследвания между двата материала при

Summary: Introduction: The quality and durability of the adhesion between calcium-silicate cements and the filling material is extremely important, both for the durability of the healing and for the clinical successful outcome.

Aim: The aim of this study is to compare and analyze the shear bond strength between composite restorative material (Filtek Ultimate, 3M, USA) and two types of calcium-silicate cements at the same conditions.

Materials and methods: The pulp-capping materials that were used were the conventional material Biodentine (Septodont, France) and the new BioCal-Cap (Harvard, Germany).

In this study only one type of adhesive system and resin-based composite have been used- Scotchbond (3M ESPE, St. Paul, MN, US) and Filtek Ultimate (3M, USA) respectively. For this purpose, 60 molds with a diameter of 5 mm and a height of 2 mm were prepared and divided into 4 groups of 15 samples in each. Half of them were filled with Biodentine and the other 30 with BioCal-Cap. The shear bond strength between calcium-silicate cements and the composite was investigated and compared after immediate placement of the composite resin and after 14 days. Mann-Whitney test and Wilcoxon Signed Ranks Test were used for statistical analysis of the results.

Results: The analyzes show a statistically significant difference in shear bond strength between the two groups with different calcium-silicate cements with immediate placement of composite resin ($p < 0.05$). The comparison of the results of the strength between the two materials with delayed placement of composite material, there was also a statistically significant difference ($p < 0.05$).

* Доцент, катедра „Консервативно зъболечение“ – ФДМ, МУ–София.

** Асистент, катедра „Консервативно зъболечение“ – ФДМ, МУ–София.

отложено поставяне на КМ също има установена статистически значима разлика ($p < 0,05$). Обаче не е установена статистически значима разлика ($p > 0,05$) на стойностите якост при непосредствено и отложено поставяне на КМ за всеки отделен вид КСЦ.

Заключение: Данните ясно показват, че не се наблюдава влияние на времевия фактор на нанасяне на obturativния материал върху якостта на срязване за всеки един от изследваните КСЦ.

Ключови думи: пулпопокривни средства, фотополимер, якост на срязване

However, no statistically significant difference was found ($p > 0.05$) of the strength values in case of immediate and delayed placement on the same pulp-capping agent of composite resin.

Conclusion: The data clearly show that the time of the composite material placement does not affect the shear bond strength in each of the observed groups.

Key words: pulp-capping materials, composite material, shear bond strength

Въведение

Калциево-силикатните цименти (КСЦ) са биоактивни материали с широко приложение в денталната практика като средства за запечатване на перфорации, при директно пулпно покритие и др. Директното пулпно покритие (ДПП) е биологичен метод на лечение, индициран при обратими възпалителни заболявания на зъбната пулпа (ЗП), при които медикамент с подходящи физико-химични качества се аплицира на мястото на комуникация със ЗП с цел образуване на репаративен дентин и запазване на нейния виталитет и функции (4). Зъбният кариес, неговите усложнения и комплицираните зъбни фрактури често са основание за провеждане на ДПП при своевременно и правилно диагностициране на обратимите възпалителни състояния на пулпата.

Успехът на директното пулпно покритие зависи от много фактори: вид и стадий на възпалителния процес, правилно поставена диагноза и подходящ план на лечение, възраст, локализация на дефекта, микробно число след екскавация на кариозната маса, контрол на хеморагията, вид на използваното пулпопокривно средство, работа в асептични условия, опит на клинициста и други (1).

Ключови фактори за пълен и качествен оздравителен процес след ДПП са коректно поставената диагноза, количеството и вида на остатъчните микроорганизми (МО) след некротомия, вида на пулпопокривното средство и качеството на връзката между ППС и дентина, от една страна, и адхезивната връзка между ППС и поставения окончателен възстановителен материал (16). А качествената адхезия осигурява равномерно преразпределение на дъвкателния стрес на границата между тях при полимеризационното свиване на КМ и е предпоставка за дълготрайността на obturацията (13).

Няма категорични данни в литературата относно най-подходящото време за окончателно възстановяване с obturativен материал върху поставеното ППС при директно пулпно покритие и как това се отразява на граничната им повърхност и на здравината на адхезията между тях (7, 14, 18).

Цел

Целта на настоящото проучване е да се сравни и анализира якостта на срязване на две пулпопокривни средства (конвенционално и хибридно) при еднакви други условия по отношение на прилагане на еднакви адхезивна система и obturativен материал, поставени при различни времеви интервали – непосредствено след втвърдяване на ППС и отложено възстановяване за срок от 2 седмици.

Memoguka

В изследването са използвани предварително направени 60 броя метални матрици с диаметър 5 мм и височина 2 мм. Цялото изпълнение на описаните по-долу процедури е осъществено от един дентален лекар, с цел да се стандартизират всички условия. Изследването е осъществено в четири групи по 15 образци, както следва:

I група – Biodentine (Septodont, Saint Maur de Fosses; France) непосредствено след втвърдяването му поставяне на композиционния материал;

II група – Biodentine (Septodont, Saint Maur de Fosses; France) отложено след 2 седмици поставяне на композиционния материал;

III група – BioCal-Cap (Harvard, Germany) непосредствено след втвърдяването му поставяне на композиционния материал;

IV група – BioCal-Cap (Harvard, Germany) отложено след 2 седмици поставяне на композиционния материал.

Подготовка на образците

Biodentine (Septodont, Saint Maur de Fosses; France) е подготвен съгласно инструкциите на производителя, а именно: във всяка капсула от материала се поставят 5 капки течност и се приготвя смес за 30 секунди при 4000 об./мин посредством миксер за капсули GC SILVERMIX (Japan). Готовият материал се поставя в металните матрици и повърхността му се заглажда с шпатул.

За образците от I група се изчакват 12 мин до пълното втвърдяване на биодентина, в условия на осигурена влага и последващо обработване на повърхността, като се нанася и разстила универсална адхезивна система (Scotchbond 3M ESPE, St. Paul, MN, US) в тънък слой, леко се подсушава и се полимеризира с фотополимерна лампа BLUEDENT smart (BG Light Ltd., Bulgaria) за 20 секунди.

За трета и четвърта група с общо 30 образца е подготвен и използван хибридният цимент BioCal-Cap. Материалът се втвърдява със светлинна полимеризация за 20 секунди. За образците от III група следва последващо обработване на повърхността, като се нанася и разстила универсалната адхезивна система (Scotchbond 3MESPE, St. Paul, MN, US) в тънък слой, леко се подсушава и се полимеризира с фотополимерна лампа BLUEDENT smart (BG Light Ltd., Bulgaria) за 20 секунди.

Възстановителни процедури

За поставяне на композиционния материал (КМ) върху пулпопокривните средства са изработени допълнителни метални цилиндрични матрици, с размери 3/2 mm, които се фиксират върху пробите и се пълнят послойно с Filtek Ultimate (3M, USA).

Нанасянето на КМ върху пробите от I и III група става непосредствено след втвърдяване на ППС, а при останалите – нанасянето на фотополимера е отложено за след две седмици. Образците от II и IV групи с отложено възстановяване с композиционен материал са съхранявани в условия на 37° C в термостат и осигурена влага.

Така подготвените моноблокове са подложени на тестове за якост на срязване. Тестването се извършва на електромеханичен стенд за физикомеханични изпитвания MultiTest 2,5-i (Mecmesin, UK) (фиг. 1)



Фиг. 1. MultiTest 2,5-i (Mecmesin, UK), LAM Technologies electronic equipment, Италия

Условия за изпитване на якост на срязване

Якостното изпитване се проведе на стенд „LMT-100“ (LAM Technologies electronic equipment, Italy) на специално приспособление за осъществяване на сили на срязване в адхезивния слой на образца.

Конструкцията на стенда и неговия софтуер, както и тази на приспособлението осигуряват възпроизводимо провеждане на условията на натоварване на изпитваните пробни тела. Прецизността на измерването преместване на подвижната част на конструкцията е 0,001 mm. Скоростта на преместване (натоварване) на пробните тела може да се зададе с точност до 0,001 mm/s. Регистрираната сила е 0,1N.

Резултатите са обработени статистически чрез използване на Mann-Whitney test и Wilcoxon Signed Ranks Test.

Резултати

И при двата изследвани материала няма статистически значима разлика след непосредствено и отложено нанасяне на КМ. Независимо от това и при двата КСЦ се установява тенденция за леко нарастване на якостта на срязване при пробите с отложено нанасяне на обтурационния материал – таблица 1.

На представена графика (фиг. 2) е показано разпределението на стойностите на якостта при двата материала. При биодентина се наблюдава тен-

Таблица 1. Wilcoxon Signed Ranks Test, Стойности на якост на срязване в МРa

Материал		N	Mean	Median	SD	Min	Max	p
Bio Cal-Cap	IMMEDIATE (G [MPa])	15	18,06	18,90	6,13	9,60	25,70	0,475
	AFTER (G [MPa])	15	20,25	18,80	4,57	15,60	29,20	
Biodentine	IMMEDIATE (G [MPa])	15	9,21	7,50	5,50	3,30	19,00	0,499
	AFTER (G [MPa])	15	10,49	10,35	4,95	3,90	18,20	

денция за изместване на медианата по-нагоре при отложено поставяне на КМ в сравнение със съответната при отложено поставяне. Това показва, че е по-удачно фотополимерът да се постави две седмици след нанасяне на ППС. При новия материал BioCal-Cap се наблюдава обратното – медианата е изместена по-нагоре при непосредствено поставяне на композита, което подкрепя едноетапното завършване на лечението.

За сравнителен анализ на резултатите, получени при непосредствено поставяне на КМ и при неговото отложено поставяне върху двата КСЦ е използван Mann-Whitney test – таблица 2.

При сравнението на двата използвани в настоящото изследване калциево-силикатни цимента се открива статистически значима разлика както при непосредственото поставяне на КМ, така и при отложеното му поставяне ($p < 0,05$).

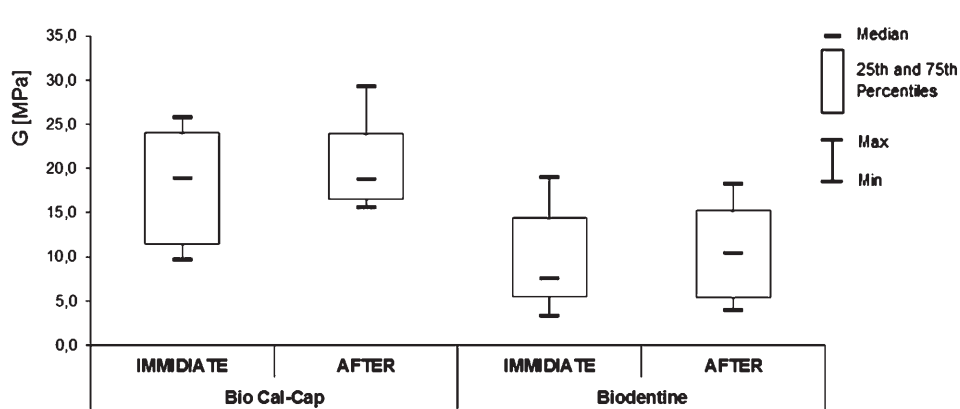
Обсъждане

В настоящото изследване са използвани две различни ППС: конвенционален (Biodentine) и хиб-

риден (BioCal-Cap) калциево-силикатен цимент. Biodentine (Septodont, Saint Maur de Fosses; France) е КСЦ от трета генерация, въведен в денталната практика през 2011 г. като биоактивен материал с кратък срок на втвърдяване (9). Другият използван материал е новият хибриден цимент BioCal-Cap (Harvard, Germany), въведен в практиката през 2019 г., но за неговите физико-химични качества няма информация в литературата. Хибридни КСЦ са модифицирани със смола калциево-силикатни цименти, които се отличават с добра биосъвместимост и ниска разтворимост в сравнение с конвенционалните (15). Добавените в състава им мономерни позволяват тяхната светлинна полимеризация, намаляват клиничното време на работа и позволяват създаването на качествена адхезивна връзка с композиционния материал (6).

Хибридни калциево-силикатни цименти имат сходство в химическия състав с този на композиционните материали. Това им позволява да се свързват химически помежду си.

От получените резултати е видно, че при тези два материала здравината на адхезивната връзка е по-изразена при отложеното с две седмици поста-



Фиг. 2. Разпределение на стойностите на якост при Biodentine и BioCal-Cap

Табл. 2. Mann-Whitney test Сравняване на отчетените стойности на якост на срязване

	Сравнения		p
IMMEDIATE (G [MPa])	Bio Cal-Cap	Biodentine	0,013
AFTER (G [MPa])	Bio Cal-Cap	Biodentine	0,001

вяне на КМ, въпреки че липсват статистически значими разлики с непосредственото възстановяване.

Изследваният нов хибриден цимент при непосредствено възстановяване с КМ има здравина на адхезивната връзка от 18,06 МПа, която е по-малка спрямо 20,25 МПа при отложеното с 14 дни поставяне на КМ.

Установеното от нас показва, че здравината на адхезивната връзка на биодентина при непосредствено поставяне на КМ е 9.21 МПа и леко нараства до 10.49 МПа при отложено възстановяване за срок от 14 дни. Тези стойности са значително по-ниски от 17–20 МПа, които се считат за напълно достатъчни, за да устои възстановяването на дъвкателното натоварване по време на функция (10). Подобни данни са установени и при други изследвания (17). Данни за здравината на адхезивната връзка 9.12 МПа между биодентина и КМ при непосредствено поставяне след втвърдяването му за 12 минути са докладвани също от други автори (12). Но за разлика от нас те намират значително нарастване на адхезивната връзка до 19.55 МПа при отложено за 24 часа възстановяване и използване на едностъпкова адхезивна система.

За разлика от F. Hashem и кол. (7), които заключават, че двуетапното лечение с 14 дни отложено възстановяване на биодентина с КМ е нужно с цел да се постигне нужната здравина на връзката, която да устои на полимеризационното свиване на obtуровъчния материал, ние не намираме статистическо значимо нарастване на адхезивната връзка на биодентина с отложено възстановяване именно за две седмици. Горните автори съобщават за липса на значими разлики в качеството на връзката между биодентина и КМ при използване на едностъпков и двустъпков адхезивен протокол. Подобни данни относно влиянието на вида на адхезивния протокол при използване на универсална адхезивна система върху здравината на връзката са докладвани и в други проучвания (19). Според Cantekin (15) видът на използвания КМ оказва влияние на здравината на адхезивната връзка при използване на биодентин като ППС. Те установяват, че връзката между биодентин и метакрилатни КМ е 17.7 МПа спрямо 8.0 МПа към КМ силоран. Нашето проучване е базирано на използване на метакрилатния нанокомпозит Filtek Ultimate и биодентин, но не отчетохме такива високи стойности на якост на срязване за изследвания от нас конвенционален материал.

Качеството на връзката между биодентина и КМ е от изключително значение, защото този би-

оактивен материал намира приложение и като заместител на дентина (20).

За разлика от нас Carretero и кол. (3), които установяват здравина на връзката между биодентина и КМ Grandio при използване на едностъпков адхезивен протокол с универсална адхезивна система Scotchbond Universal при непосредствено и отложено за 24 часа в рамките на 13.65 и 19.16 МПа, ние намерихме значително по-ниски стойности при използването на същия адхезив и протокол. В подкрепа на това е видно, че дори отложеното с две седмици възстановяване с КМ при използване на биодентин, като ППС при директно покритие не променя значително здравината на адхезивната връзка при равни и стандартизирани други условия.

Анализът на получените резултати ясно показва, че здравината на адхезивната връзка е в пряка зависимост от вида на използваното пулпопокривно средство. Адекватният избор на такова и коректно осъществената техника в клиничния протокол са от значение за постигане на качествена якост на срязване.

Хибридните калциево-силикатни материали са сравнително нови материали и изследванията, които се отнасят за адхезията им към ТЗТ и към възстановителния материал не са много.

Изследваният от нас хибриден КСЦ показва значително високи стойности на якост на срязване от 18,06 МПа при непосредствено obtуриране с метакрилатния нанокомпозит с Filtek Ultimate спрямо 20,25 МПа при отложено възстановяване. Тези стойности са статистически значими спрямо намерените стойности при биодентина. Подобни данни са установени и от M.G. Singla и P. Wahi (11). Техните резултати се отнасят обаче за друг хибриден цимент – TheraCal L. Тъй като не намерихме никакви данни в литературата относно BioCal-Cap, ще дискутираме и сравняваме данните от литературата за подобен хибриден, наличен КСЦ. Според Deera и кол. (5) качеството на връзката при TheraCal L и универсална адхезивна система е 18.24 спрямо 5.66 при използване на биодентин. Тези данни са подобни на нашите. По-високи стойности на адхезивната връзка между TheraCal L и КМ е намерена и от други изследователи (8).

Качествената връзка между ППС и КМ е условие за херметично запечатване на дентинната рана, предотвратяване на микропросмукване, вторична микробна инвазия и предопределя добрия изход от лечението.

Заклучение

За постигане на качествена и здрава адхезивната връзка между ППС и КМ значение има видът на използваното пулпнопокривно средство. Данните от настоящото изследване ясно показват, че факторът време на нанасяне на обтуровъчния материал (непосредствено и отложено след 14 дни) за всеки един от изследваните КСЦ не води до статистическо значимо нарастване на якостта на срязване при тях.

Изследването е направено по проект и договор № 95/04.06.2021 с финансова помощ на Медицински университет – София, Съвет по медицинска наука и колектив, членове на МУ–София.

Библиография

- Cantekin K, S. Avci. Evaluation of shear bond strength of two resin-based composites and glass ionomer cement to pure tricalcium silicate-based cement (Biodentine®). *J Appl Oral Sci.* 2014, 22 (4):302–306.
- Cantekin, K. Bond strength of different restorative materials to lightcurable mineral trioxide aggregate. *J Clin Pediatr Dent* 2015, 39:143–85.
- Carretero, V., G.T. Luís, L. Peñate, et al. Shear Bond Strength of Nanohybrid Composite to Biodentine with Three Different Adhesives. *Coatings* 2019, 9, 78 783; <https://doi.org/10.3390/coatings9120783>
- Dammaschke T. The history of direct pulp capping. *J Hist Dent.* 2008, 56 (1):9–23.
- Deepa VL, B. Dhamaraju, IP. Bollu, et al. Shear bond strength evaluation of resin composite bonded to three different liners: TheraCal LC, Biodentine, and resin-modified glass ionomer cement using universal adhesive: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2016, 19 (2):166–170.
- Farah CS, V.G. Orton, S.M. Collard. Shear bond strength of chemical and light-cured glass ionomer cements bonded to resin composites. *Aust Dent J.* 1998, 43 (2):81–86.
- Hashem DF, R. Foxton, A. Manoharan, et al. The physical characteristics of resin composite-calcium silicate interface as part of a layered/laminate adhesive restoration. *Dent Mater.* 2014, 30 (3):343–349.
- Jeong H, N. Lee, S. Lee. Comparison of shear bond strength of different restorative materials to tricalcium silicate-based pulp capping materials. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2017, 44:200–209.
- Kumari, S., A. Mittal, S. Dadu, et al. Evaluation of Physical and Chemical Properties of Calcium Silicate Based Root End Filling Materials (Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine): An in vitro Study. *Indian Journal of Dental Sciences*, 2018, 10 (4):197–202.
- Maha A. Al-S. Evaluation of shear bond strength and SEM observation of all-in-one self-etching primer used for bonding of fissure sealants. *J Contemp Dent Pract.* 2006, 17 (2):9–16.
- Meenu G. S., P. Wahi, Comparative evaluation of shear bond strength of Biodentine, Endocem mineral trioxide aggregate, and TheraCal LC to resin composite using a universal adhesive: An in vitro study *Endodontology*, 2020, 32 (1):14–19.
- Odabaş ME, M. Bani, R.E. Tirali. Shear bond strengths of different adhesive systems to biodentine. *Sci World J* 2013, 62 (6):61–65.
- Oskoe SS, S. Kimyai, M. Bahari, et al. Comparison of shear bond strength of calcium-enriched mixture cement and mineral trioxide aggregate to composite resin. *J Contemp Dent Pract.* 2011, 12 (6):457–462.
- Palma PJ, J.A. Marques, M. Antunes, et al. Effect of restorative timing on shear bond strength of composite resin/calcium silicate – based cements adhesive interfaces. *Clin Oral Investig*, 2020. doi: 10.1007/s00784-020-03640-7.
- Pintado L, E. Torre, S. Selayaran M, et al. Development of a dual-cure mineral trioxide aggregate-based cement: Biological, physical, and mechanical properties. *J Conserv Dent.* 2018, 21 (1):74–79.
- Rocha C, G. Torres. *Modern Operative Dentistry*. Cham: Springer International Publishing; 2020.
- Salil M, K. Ashu, B. Gupta, et al. To Evaluate Shear Bond Strength of Resin Composite to TheraCal LC, Biodentine, and Resin – Modified Glass Ionomer Cement and Mode of Fracture: An In Vitro Study *Dent J Adv Stud.*, 2020; 8:49–54.
- Schmidt A, E. Schäfer, T. Dammaschke. Shear Bond Strength of Lining Materials to Calcium-silicate Cements at Different Time Intervals. *J Adhes Dent.* 2017, 19 (2):129–135.
- Shin, J.H., J.H. Jang, S.H. Park, et al. Effect of Mineral Trioxide Aggregate Surface Treatments on Morphology and Bond Strength to Composite Resin. *J. Endod.* 2014, 40, 1210–1216.
- Zhou, Ya Z. Shen, L. Wang, et al. In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. *J Endod.* 2013, 39 (4):478–483.

Постъпила – 10.05.2022

Приета за печат – 12.09.2022

Адрес за кореспонденция:

Д-р Иванка Димитрова
Катедра Консервативно зъболечение
Факултет по Дентална медицина
Бул. „Г. Софийски“ 1
1431 София
Email vanja_ves@abv.bg

Address for correspondence:

Dr. Ivanka Dimitrova
Department of Conservative Dentistry
Faculty of Dental Medicine, Sofia
1, Georgi Sofiiski Blvd.
1431 Sofia
E-mail vanja_ves@abv.bg

ПРОТЕТИЧНА ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

ИМБИБИЦИЯ И ОБЕМНИ ПРОМЕНИ НА СВЕТЛИННОПОЛИМЕРИЗИРАЩА ПЛАСТМАСА, ИЗПОЛЗВАНА ЗА РЕПАРАТУРИ НА СНЕМАЕМИ АКРИЛОВИ ПРОТЕЗИ

Н. Миланов DMD*, М. Янкова DMD, PhD*, А. Василева**,
Т. Узунов DMD, PhD***, Б. Йорданов DMD, PhD****

IMBIBITION AND VOLUMETRIC CHANGES OF A LIGHT-CURING ACRYLIC USED FOR REPAIRS OF REMOVABLE ACRYLIC DENTURE

N. Milanov DMD*, M. Yankova DMD, PhD*, A. Vassileva**,
T. Uzunov DMD, PhD***, B. Yordanov DMD, PhD****

Резюме: Целта на изследването е да се установи степента на имбибиция и обемни промени на два вида пластмаса, използвани за репаратура на снемателни протези при третирането им с различни средства за почистване и дезинфекция и методи на тяхното съхранение.

Материал и методи: За изпълнение на поставената цел са изработени 63 броя пробни тела с дебелина 3 mm и диаметър 10 mm. Образците са разпределени в три групи в зависимост от материала, от който са изработени. Експерименталните условия, при които са поставени пробните тела, са 21 на брой. Те симулират методите за почистване и съхранение на плаковите протези, както и на такива след репаратура със светлиннополимеризираща пластмаса. Резултатите са представени като средни стойности $\pm$ стандартна грешка на средната стойност ($\text{mean} \pm \text{SEM}$). Теглото на всички пробни тела е измерено в началото и в края на експеримента.

Резултати: Анализирани бяха стойностите на обемни промени получени по групи в зависимост от методите за почистване и съхранение на снемателните протези. Определените средни стойности на имбибиция при различните групи са най-ниски при фотополимеризиращата пластмаса (тела от група B – 1.488 ± 0.032) и фотополимеризираща пластмаса, покрита с лак (тела от група C – 1.485 ± 0.023) в сравнение с конвенционалната пластмаса (тела от група A – 1.969 ± 0.066).

Заключение: Фотополимеризираща пластмаса: (тела от група B) имбират най-малко вода и р-ри за разлика от телата от група A (конвенционална пластмаса), които в 95,2% от случаите имбират най-много вода.

Ключови думи: имбибиция, пластмаса, средства за хигиена

Summary: The aim of this study is to determine the imbibition and volume changes of two types of acrylics used for repairing of removable dentures after treated with different cleaning and disinfecting agents and methods for their storage.

Material and method: The study was performed on 63 samples with a thickness of 3 mm and a diameter of 10 mm were made. The samples are divided into three groups depending on the material from which they are made. The experimental conditions under which the test samples are placed are 21 in number. They simulate the methods of cleaning and storage of acrylic dentures, as well as those after repair with light-curing plastic. Results are presented as mean $\pm$ standard error of the mean ($\text{mean} \pm \text{SEM}$). The weight of all test specimens was measured at the beginning and at the end of the experiment.

Results: The values of volumetric changes splited by groups were analyzed depending on the methods of cleaning and storage of the removable dentures. The determined mean imbibition values of the different groups were lowest for light-curing acrylic (group B – 1.488 ± 0.032) and light-curing acrylic coated with varnish (group C – 1.485 ± 0.023) compared to heat-curing acrylic (group A – 1.969 ± 0.066).

Conclusion: Light-curing acrylic (group B) absorbed least water and solutions, in contrast to group A (heat-curing acrylic), which in 95.2% of cases imbibed the most.

Key words: imbibition, acrylics, hygiene means

* Асистент, катедра „Протетична дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

** Асистент, катедра „Медицинска химия и биохимия“, МФ, МУ–София.

*** Доцент, катедра „Протетична дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

**** Професор, катедра „Протетична дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

Въведение

Статусът на орално здраве се влошава с възрастта и като резултат от това се повишава нуждата от сменяемо протезиране. Непрекъснато броят на възрастните хора у нас се увеличава, а повече от половината използват сменяеми протези (18).

Т. Пеев, Цв. Йолов и кол. съобщават, че 44.87% от хората над 60-годишна възраст имат потребност от сменяеми протези (5).

Проучване, проведено от Кр. Янева (7), разкрива, че 24.03% от населението над 55-год. възраст се нуждаят от протезиране със сменяеми протези. А Цв. Йолов (4) установява, че при 653 от наблюдаваните лица 26.95% имат потребности от частични сменяеми протези.

Според М. Димова-Габровска и кол. (11) и М. Димова-Габровска и Д. Димитрова (12, 13) в бъдеще необходимостта от сменяеми протези не само няма да намалее, а ще се увеличи.

Обобщавайки данните за типове сменяеми протези, Б. Бонев установява, че 43% от използваните протезни конструкции са подвижни протези, като основно това са плаковите (2).

Основният проблем на акрилните материали за изработката и поправка на сменяеми протези са фрактурите, които възникват в резултат на промяна на механичните качества, грапавостта и имбибицията на вода и разтвори. Сменяемите протези преди и след репаратура се намират в непрекъснат контакт различни течности като слюнка, вода, разтвори за почистване и др.

Според Б. Боянов причината за фрактуриране на сменяеми протези освен случайно изпускане или удар може да бъде претоварването на определени места на протезата под влиянието на дъвкателното налягане, упражняващо върху пластмасата сили на огъване и усукване. Според автора постепенно повтарящи се обемни изменения вследствие на имбибицията на слюнка, вода и др. разтвори предизвиква създаването на вътрешни напрежения в пластмасата, които водят до микроруптури и накрая до счупвания (3).

N. Ivković и кол. (17) обсъждат разграждането на протезния материал и по-конкретно дифузията на водата и влиянието ѝ. Те констатира, че премиването на водата зависи от два процеса: коефициент на дифузия на самия материал и количество на остатъчния мономер, който се е отделил, и на мястото, на който навлизат водни молекули. Ефектът на ензимното разграждане върху механичните качества на материала е намаляването на повърхностната твърдост и водното съпротивление.

Според проведени изследвания от редица автори (6, 9) различните средства за почистване, дезинфекция и съхранение водят до промени в грапавостта, механичните качества, абсорбцията на вода, промени в теглото и цвета при различните пластмаси, използвани за изработване и поправка на сменяеми протези.

Џ. Ural и кол. (22) сравняват стойностите на грапавост при твърдите акрилни пластмаси и установяват, че всички разтвори увеличават грапавостта без статически значими разлики. Установяват, че Polident влияе по-лошо на акриловите пластмаси и затова за тях се препоръчва употребата на Corega. NaOCl предизвиква корозия на металните елементи.

В публикациите на R. Richmond и кол. (19), A. Harrison и R. Huggett (16), R. Durkan и кол. (14) е показано въздействието на дезинфектантите върху различни видове пластмаса (полиметил метакрилат, валпаст, дефлекс, родекс, тревлаон). Изследователите наблюдават какви промени настъпват в грапавостта, цвета и устойчивостта на протезата. Те установяват, че дезинфектантите променят като цяло грапавостта, цвета и твърдостта на различните пластмаси.

Според J. Žilinskas и кол. (24), разглеждайки различни механични техники за почистване на сменяемите протези, констатира, че те имат негативен ефект върху повърхността на протезата, от една страна, а от друга, използването на химични методи като самостоятелен способ за хигиена предизвикват обемни промени.

Целта на изследването е да се установи степента на имбибиция и обемни промени на два вида пластмаса, използвани за репаратура на сменяеми протези при третирането им с различни средства за почистване и дезинфекция и методи на тяхното съхранение.

Материал и методи

За да се установи степента на абсорбция на вода, р-ри и обемни промени са изработени 63 пробни тела с дебелина 3 mm и диаметър 10 mm. Те са разпределени в три групи в зависимост от материала, от който са изработени. Експерименталните условия, при които са поставени пробните тела, са шест на брой. Те симулират методите за почистване и съхранение на плакови протези, както и на такива след репаратура със светлиннополимеризираща пластмаса. За изработването на протези

типите на пробните тела са използвани фабрично калибрани восъчни плаки с дебелина 3 mm, изработени по конвенционална кюветна техника от топлополимеризираща пластмаса, а от фотополимеризираща – такава чрез полимеризация във фотополимерна пещ.

- Първа група (А) – 21 броя пробни тела, изработени от конвенционална топлополимеризираща пластмаса, Meliodent (Heraeus Kulzer).
- Втора група (В) – 21 броя пробни тела, изработени от фотополимеризираща пластмаса, Bioacryl (Nais 2002).
- Трета група (С) – 21 броя пробни тела, изработени от фотополимеризираща пластмаса, Bioacryl (Nais 2002), и покрити едностранно с фотополимерен лак (Nais 2002).

Опитни постановки в зависимост от методите на почистване и условията за тяхното съхранение:

- 1-ва опитна постановка (контролна) – пробни тела А 1–3, В 1–3, С 1–3 – пресъздава почистването на снематите протези от конвенционална пластмаса, както и на такива, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса, чрез изплакване само с вода и съхранение в изкуствена слюнка, вода или в сух съд.
- 2-ра опитна постановка – пробни тела А 4–7, В 4–7, С 4–7 – симулира почистването на снематите протези от конвенционална пластмаса, както и на такива, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса с Corega tabs за 15 минути и връщане в изкуствена слюнка, вода, сух съд или отново в разтвор за 24 часа.
- 3-та опитна постановка, пробни тела А 8–11, В 8–11, С 8–11 – симулира почистване на снематите протези от конвенционална пластмаса, както и на такива, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса с 0.5% разтвор на натриев хипохлорид (NaOCl) за 5 минути и съхранение в изкуствена слюнка, вода, сух съд или в 0.1% разтвор натриев хипохлорид (NaOCl) за 24 часа.
- 4-та опитна постановка, пробни тела А 12–15, В 12–15, С 12–15 – симулира почистване на снематите протези от конвенционална пластмаса, както и на такива, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса с Protefix tabs за 15 минути и съхранение в изкуствена слюнка, вода, в сух съд или в разтвор за почистване за 24 часа.

- 5-а опитна постановка, пробни тела А 16–18, В 16–18, С 16–18 – симулира почистване на снематите протези от конвенционална пластмаса, както и на такива, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса в ултразвукова ваничка за 16 минути и съхранение в изкуствена слюнка, вода или в сух съд.
- 6-а опитна постановка, пробни тела А 19–21, В 19–21, С 19–21 – симулира почистване на снематите протези от конвенционална пластмаса, както и на такива, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса с мека четка и сапун и съхранение в изкуствена слюнка, вода или в сух съд.

Изкуствената слюнка, използвана за съхранение на опитните образци, е със състав: натриева карбоксиметилцелулоза, калиев хлорид, натриев хлорид, магнезиев хлорид, калциев дихлорид, дикалиев хидроген ортофосфат, дикалиев ди-хидроген фосфат, натриев флуорид, сорбитол, метил р-хидроксibenzoат.

Изследвана е абсорбцията на вода от безмономерната фотополимеризираща пластмаса Bioacryl (Nais 2002), използвана за репаратури на снематите протези и е сравнена с конвенционалната топлополимеризираща пластмаса Meliodent (Kulzer) след приложение на различни методи за почистване и съхранение.

Теглото на всички пробни тела е измерено в началото и в края на експеримента и са представени като средни стойности $\pm$ стандартна грешка на средната стойност ($\text{mean} \pm \text{SEM}$). Получената стойност на разликата в грамове е преизчислена като процент от първоначалното тегло на всяко пробно тяло (тегл.%). За статистическа обработка на резултатите са използвани one way Anova и Student's t-test.

Резултати

При повечето експериментални ситуации (95,2%) телата от група А (конвенционална пластмаса) имбират най-много течности в сравнение с пробните тела от другите две групи (В и С) (табл. 1).

При пробните тела от група А се наблюдава най-високата имбибиция от експерименталните постановки. Непрекъснатото съхранение в изкуствена слюнка, във вода и в почистващ разтвор води до по-голяма имбибиция на телата от група А от пробните тела от група С, в сравнение с група В, както и след съхранение на сухо. В опитните си-

Табл. 1. Пореден възходящ ред на пробните тела от групи (А, В, С) в зависимост от тяхната имбибиция

1	Без почистващ разтвор	8 ч. изк. сл.	$C \rightarrow B \rightarrow A$
2		8 ч. вода	$B \rightarrow C \rightarrow A$
3		8 ч. на сухо	$B \rightarrow C \rightarrow A$
4	Почистващ разтвор Corega – 15 мин.	8 ч. изк. сл.	$B \rightarrow C \rightarrow A$
5		8 ч. вода	$B \rightarrow C \rightarrow A$
6		8 ч. на сухо	$B \rightarrow C \rightarrow A$
7		8 ч. р-р	$C \rightarrow B \rightarrow A$
8	Почистващ разтвор NaHCl – 5 мин.	8 ч. изк. сл.	$C \rightarrow B \rightarrow A$
9		8 ч. вода	$B \rightarrow C \rightarrow A$
10		8 ч. на сухо	$C \rightarrow B \rightarrow A$
11		8 ч. р-р	$C \rightarrow A \rightarrow B$
12	Почистващ разтвор Protefix – 15 мин.	8 ч. изк. сл.	$C \rightarrow B \rightarrow A$
13		8 ч. вода	$B \rightarrow C \rightarrow A$
14		8 ч. на сухо	$C \rightarrow B \rightarrow A$
15		8 ч. р-р	$C \rightarrow B \rightarrow A$
16	Само Ултразвукова ваничка – 16 мин.	8 ч. изк. сл.	$B \rightarrow C \rightarrow A$
17		8 ч. вода	$C \rightarrow B \rightarrow A$
18		8 ч. на сухо	$B \rightarrow C \rightarrow A$
19	Само механично с четка за зъби	8 ч. изк. сл.	$B \rightarrow C \rightarrow A$
20		8 ч. вода	$C \rightarrow B \rightarrow A$
21		8 ч. на сухо	$C \rightarrow B \rightarrow A$

туации по-ниска степен на имбибиция на течности в сравнение с пробните тела от група А показват телата от фотополимеризиращата пластмаса (група В) и телата от група С (табл. 2).

Определените средни стойности на имбибиция при различните почистващи режими са най-ниски при фотополимеризиращата пластмаса (тела от група В – 1.438 ± 0.029 – 1.439 ± 0.076) и фотополимеризираща пластмаса, покрита с лак (тела от група С – 1.458 ± 0.049 – 1.463 ± 0.053) в сравнение с конвенционалната пластмаса (тела от група А – 1.837 ± 0.086 – 1.872 ± 0.090) (табл. 3).

При конвенционалната топлополимеризираща акрилова пластмаса (пробни тела от група А) статистически значими разлики са установени при

всички почистващи режими (табл. 3). За пробните тела от група В (фотополимеризираща пластмаса) са отчетени статистически значими разлики между всички почистващи режими. При телата от група С не се установяват статистически значими разлики при почистване с различните способности. Най-ниски статистически значими разлики в стойностите на имбибиция спрямо контролната група са отчетени при използването на почистващия разтвор Corega и механичното почистване с ултразвук на телата от група В. Най-високи статистически значими разлики в стойностите на имбибиция спрямо контролната група са отчетени при използването на четка за почистването на телата от група А.

Обсъждане

При изследваните от нас топлополимеризираща пластмаса, Meliodent (Heraeus Kulzer), фотополимеризираща пластмаса, Bioacryl (Nais 2002) и фотополимеризираща пластмаса, Bioacryl (Nais 2002) и покрита едностранно с фотополимерен лак (Nais 2002) ние също установихме по-голяма имбибиция на течности от топлополимеризираща пластмаса, което потвърждават и редица автори (1, 8, 10, 15). При изследваните от нас материали на телата от група В и С сме констатирани по-малка абсорбция на течности в сравнение с конвенционалната акрилова пластмаса при тела от група А, което съвпада с твърденията за данните от някои научни публикации (20, 22, 23). Анализът на данните от нашите резултати за абсорбцията на вода показва не само съответствие с регулаторните показатели, но и стойностите са много по-ниски за телата от група В и С. Това предполага, че поради полимеризацията се образува херметичен материал, получен в резултат на перфектно съчетана фотоинициаторна система и олигомер-мономерна основа (ISO 1579-1). При различните почистващи режими,

Табл. 2. Имбибиция в тегловни проценти спрямо различните методи на съхранение

Тела \ Режим	8-часов Изкуствена Слюнка	8-часов Почистващ Разтвор	8-часов Вода	8-часов Сух съд	$p < 0.05$
А	1.9291 ± 0.1225	1.8705 ± 0.2290	2.0768 ± 0.1340	1.9502 ± 0.0800	$p = 0.74$
В	1.4797 ± 0.0336	1.5328 ± 0.0934	1.5750 ± 0.0751	1.3874 ± 0.0478	$p = 0.15$
С	1.4851 ± 0.0306	1.4749 ± 0.0518	1.5811 ± 0.0463	1.3940 ± 0.0104	$p = 0.01^*$
р	$p = 0.01^*$	$p = 0.10$	$p = 0.01^*$	$p = 0.01^*$	

* Статистическа значимост при $p < 0.05$

Табл. 3. Имбибиция на материалите при различните почистващи режими, преизчислени в процент от общото им тегло

Групи \ Опитни тела	А (%)	В (%)	С (%)
Без почистващ разтвор контрола	1.626 ± 0.064	1.336 ± 0.088	1.443 ± 0.019
Почистващ разтвор Corega	1.872 ± 0.090	1.438 ± 0.029	1.488 ± 0.047
Почистващ разтвор NaOCl	1.837 ± 0.086	1.457 ± 0.023	1.463 ± 0.053
Почистващ разтвор Protefix	2.062 ± 0.119	1.596 ± 0.067	1.524 ± 0.084
Почистване с ултразвук	2.170 ± 0.212	1.439 ± 0.076	1.458 ± 0.049
Почистване с механична четка	2.291 ± 0.069	1.655 ± 0.104	1.528 ± 0.080
p < 0.05	p = 0.02*	p = 0.04*	p = 0.89

* Статистическа значимост при $p < 0.05$

свързани с имбибицията на течности, според наблюденията на Н. Yilmaz и кол. (23) например, липсва разлика в стойностите им, което е в контраст с установените от нас резултати в нашето проучване.

Заклучение

Телата от топлополимеризираща пластмаса имбират най-много вода (95,2%). Corega tabs. и мех. почистване (ултразвук и четка) увеличават имбибицията. Те въздействат върху повърхностния полиран слой и увеличават поглъщането на вода.

Обработката на телата от светлиннополимеризираща пластмаса, покрита с лак – с механична четка и съхранение на сухо или във вода, води до повишаване на имбибицията.

Механичното почистване с четка води до намаляване на теглото на телата от група С (с лак), може би също в резултат на премахване на лаковото покритие.

Библиография

1. Анастасов Ив. Дентално материалознание. С., София Смайл Център, 2013; 159–161.
2. Бонев Б. Дентално здраве и качество на живот на хората над 20-годишна възраст в Република България. Дисерт. за ОНС „доктор“, ФДМ, София, 2013; 150 с.
3. Боянов Б. Клиника на ортопедичната стоматология. 1973. 130–133.
4. Йолов Цв. Стоматологично здраве на старите хора в България – епидемиологични, демографски, психосоциални и организационни аспекти. С., Стоматологичен факултет, 2000.
5. Пеев Т, Йолов Цв, Дамянов Н, Бонев Б. Стоматологично здраве на хората в България във връзка с концепцията за скъсената зъбна дъга. Зъболекарски преглед, 2007; 89 (1): 27–34.
6. Христов Ил. Сравнителен анализ на меките ребазиращи материали и начини за справяне с техните недостатъци. Дисерт. труд за ОНС „доктор“, ФДМ – Пловдив, 2017.
7. Янева Кр. Стоматологична заболяемост и потребности от стоматологичната помощ на населението в Република България. Дисерт., Стоматологичен факултет, София, 1997.
8. Янкова М. Клинично и експериментално проучване на еластичните материали за подплатяване на цели протези. Дисертация, София, 2018.
9. Янкова М., Н. Миланов, А. Василева, Т. Узунов, Б. Йорданов. Имбибиция и обемни промени на еластичните материали за подплатяване на цели протези. Проблеми на денталната медицина. 2018; 44 (2): 7–14.
10. Bayraktar G, Guvener B, Bural C, Uresin Y. Influence of polymerization method, curing process, and length of time of storage in water on the residual methyl methacrylate content in dental acrylic resins. 2006; 76 (2): 340.
11. Dimova-Gabrovska M, Dimitrova D, Mitronin V. Removable Prosthetic Treatment in children – Literature review. Journal of IMAB, 2018; 24 (3): 2172–2176.
12. Dimova-Gabrovska M, Dimitrova D. Application of 20-degrees teeth in removable prosthetics – literature review. – In: Scientific Researches of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv. Series G. Natural Sciences and the Humanities, 2018; 22, 230–235.
13. Dimova-Gabrovska M, Dimitrova D. Application of artificial posterior teeth with 0-degree of cuspal angulations in removable prosthesis – literature review. – In: Scientific Researches of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv. Series G. Natural Sciences and the Humanities, 2018; 22, 224–229.
14. Durkan R, Ayaz EA, Bagis B, Gurbuz A, Ozturk N, Korkmaz FM. Comparative effects of denture cleansers on physical properties of polyamide and polymethyl methacrylate base polymers. Dent Mater J. 2013; 32: 367–375.

15. Felipucci DNB, Letícia Resende Davil, Helena Freitas Oliveira Paranhos I, Osvaldo Luiz Bezzon I, Rodrigo Ferreira Silva II, Valéria Oliveira Pagnano I. Effect of different cleansers on the surface of removable partial denture; Braz. Dent. J. 2011; 22 (5).
16. Harrison A, Huggett R. Effect of the curing cycle on residual monomer levels of acrylic resin denture base polymers. J Dent. 1992; 20: 370–4.
17. Ivković N, Božović Dj, Ristić S, Mirjanić V, Janković O. The residual monomer in dental acrylic resin and its adverse effects. 2013; 6 (1): 84–88.
18. Madlen M, Hermann P, Jahn M, Fejerdy P. Caries prevalence and tooth loss in Hungarian adult population: results of a national survey. BMS Public Health 2008; 21 (8): 364.
19. Richmond R, Macfarlane TV, McCord JF. An evaluation of the surface changes in PMMA biomaterial formulations as a result of toothbrush/dentifrice abrasion. Dental Materials. 2004; 20: 124–32.
20. Stafford GD, Bates JF, Huggett R, Handley RW. A review of the properties of some denture base polymers. Journal of dentistry. 1980; 8 (4): 292–306.
21. Tanoue N, Matsuda Y, Yanagida H, Matsumura H, Sawase T. Factors affecting the bond strength of denture base and relined acrylic resins to base metal materials. 2013; 21 (4).
22. Ural Ç, Şanal FA, Cengiz S. Effect of different denture cleaners on surface roughness of denture base materials. Clin Dent and Res. 2011; 35 (2): 14–20.
23. Yilmaz H. et al. Effects of different disinfectants on physical properties of four temporary soft denture-liner materials. Quintessence International. 2004; 35 (10): 826–834.
24. Žilinskas J, Junevičius J, Česaitis K and Junevičiūtė G. The effect of cleaning substances on the surface of denture base material. PMC3867493.

Постъпила – 01.05.2022

Приета за печат – 12.09.2022

Адрес за кореспонденция:

д-р Никола Миланов

Катедра Протетична дентална медицина

Факултет по Дентална медицина

Медицински университет – София

Бул. „Св. Г. Софийски“ № 1

1431, София, България

e-mail: dr.milanov@nmdentalstudio.com

Address for correspondence:

Dr. Nikola Milanov

Department of Prosthetic Dentistry

Faculty of Dental Medicine

Medical University, Sofia

Bul. „St. G. Sofia“ № 1

1431, Sofia, Bulgaria

e-mail: dr.milanov@nmdentalstudio.com

СРАВНИТЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИЛАТА НА ВРЪЗКАТА НА ОПИТНИ ТЕЛА, РЕПАРИРАНИ С ТРИ ВИДА ДЕНТАЛНИ ПЛАСТМАСИ

Н. Миланов DMD*

A COMPARATIVE STUDY OF THE BOND STRENGTH OF EXPERIMENTAL SAMPLES REPAIRED WITH THREE TYPES OF DENTAL ACRYLICS

N. Milanov DMD*

Резюме: Целта на изследването е да се сравни силата на връзката на опитни тела, репарирани с три вида дентални пластмаси според вида на активация на полимеризационната реакция, използвани за репаратура на снемателни протези.

Материал и методи: Изработени са общо 27 броя опитни образци съгласно указанията на ISO 20795-1 с форма на паралелепипед и размери $64 \times 10 \times 3$. За измерване на силата на връзката на трите вида пластмаси, използвани за репаратура, е използван методът за триточков тест, при който се измерват натоварванията, които деформират и разрушават материалите под влияние на срецуположно действащи, неаксиални сили със системата „MultiTest 2.5-i (Mecmesin Ltd., UK)“. Модулът на еластичност (E) и якостта на огъване (FS) се пресмятат автоматично в софтуера на системата Emperor™. За оценка на полимерните образци са взети стойностите за якост на огъване (FS) и модул на еластичност (E). Пробните тела са разделени в групи в зависимост от материала, с който са репарирани (групи A, B, C). Резултатите са представени като средни стойности $\pm$ стандартна грешка на средната стойност (mean $\pm$ SEM) от измерванията.

Резултати: Анализирани бяха стойностите на максималната сила на натоварване F_{max}/N , якост на огъване FS/MPa , модул на еластичност E/MPa , получени по групи в зависимост от материала за поправка на снемателните протези. Средната стойност за максималната сила на натоварване F_{max}/N е най-висока (76.14 N) при група A, при група C – 74.66 N, а най-ниска е при група B – 66.99 N. Получени са и средните стойности за FS/MPa за група A – 51.07 MPa, за група B – 44.89 MPa, а за група C – 50.51 MPa. Средните стойности за модул на еластичност E/MPa за група A (топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана с теплополимеризи-

Summary: The aim of this study is to compare the bond strength of experimental bodies repaired with three types of dental acrylics according to the type of activation of the polymerization reaction used for the repair of removable dentures.

Material and method: The study was performed on 27 experimental samples according to the guidelines of ISO 20795-1 with the shape of a parallelepiped and dimensions $64 \times 10 \times 3$. To measure the bond strength of the three types of acrylics used for repair, the three-point test method was used, in which the loads that deform and break the materials under the influence of oppositely acting, non-axial forces with the system „MultiTest 2.5-i (Mecmesin Ltd., UK)“. The modulus of elasticity (E) and flexural strength (FS) are automatically calculated in the Emperor™ system software.

Flexural strength (FS) and modulus of elasticity (E) values were taken to evaluate the polymer samples. The samples are divided into groups depending on the material with which they are repaired (groups A, B, C). Results are presented as means $\pm$ standard error of the mean (mean $\pm$ SEM) of the measurements.

Results: The values of the maximum load force F_{max}/N , flexural strength FS/MPa , modulus of elasticity E/MPa were analyzed by groups depending on the material for the repairing. The average value for the maximum load force F_{max}/N is the highest (76.14 N) in group A, in group C – 74.66 N, and the lowest in group B – 66.99 N. The average values for FS/MPa were also obtained for group A – 51.07 MPa, for group B – 44.89 MPa, and for group C – 50.51 MPa. The average values for modulus of elasticity E/MPa for group A (Superacryl acrylic resin repaired with Superacryl acrylic resin) is 2776.34 MPa, for group B

* Асистент, катедра „Протетична дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

раца пластмаса Superacryl) е 2776.34 МПа, за група В (топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана със самополимеризираща пластмаса Duracryl) е 2517.39 МПа, а за група С (топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана със светлиннополимеризираща пластмаса Bioacryl) – 2768.55 МПа.

Заклучение: Фотополимеризираща (тела от група С) и теплополимеризираща (тела от група А) пластмаси, използвани за репаратура на сменяеми акрилни протези, имат по-добра здравина на връзката от самополимеризираща пластмаса (тела от група В). Разлика в здравината на връзка при тела, репарирани с теплополимеризираща пластмаса и светлиннополимеризираща пластмаса (телата от група А и С), не се наблюдават.

Ключови думи: пластмаси, репаратури, здравина на връзка

(Superacryl acrylic resin repaired with Duracryl self-curing acrylic) is 2517.39 MPa, and for group C (Superacryl acrylic resin, repaired with light-curing acrylic Bioacryl) – 2768.55 MPa.

Conclusion: Light-curing acrylic (group B) absorbed least water and solutions, in contrast to group A (heat-curing acrylic), which in 95.2% of cases imbibed the most.

Key words: acrylics, repair, bond strength

Въведение

Един от основните значими проблеми при използването на сменяеми протези са честите фрактури, които предизвикват у пациентите усещане за наличие на пукнатини, подвижни елементи или остри ръбове в устната кухина и възпрепятстват тяхното задържане и стабилност при хранене или говор. Поради промените, които настъпват в анатомията на протезното поле, и в резултат на дълготрайна или неправилна употреба, са необходими репаратури на използваните сменяеми протези, което удължава на срока на тяхното използване (18, 19, 20).

Е. Ботева, Р. Василева, Е. Карова (1) в сравнително изследване на зъбния статус сред градското население регистрират значително увеличаване на броя екстрахиранни зъби за дванадесетгодишен период у лица от мъжки и женски пол на възраст от 18 до 55 г.

Според М. Димова-Габровска и кол. (4) и М. Димова-Габровска и Д. Димитрова (5, 6) в бъдеще необходимостта от сменяеми протези не само няма да намалее, а ще се увеличи.

При пациенти, използващи сменяеми протези, често се наблюдава необходимостта от поправка. Е. Preoteassa и кол. (15) откриват, че поправката от страна на пациента води до дискомфорт и допълнителни разходи, а от страна на зъболекаря – отнема труд и време. Въпреки това този процес играе ключова роля за дълготрайния резултат на функционалната годност на сменяемите протези.

Timo Nähri (12) провежда проучване, целта на което е да провери състоянието и функционални-

те качества на протезите, както и да оцени каква е нуждата от подмяната им. Вследствие на обработката на събраните данни се установява, че до 84% от плаковите протези имат нужда от смяна или корекция, за да останат за употреба от пациентите.

В проучване на Baylor College, Texas University – САЩ, проведено сред хора, ползващи сменяеми протези, се установява, че 60% от пациентите имат поне един проблем, който налага смяна или репаратура на протезите (7). Основният проблем при използването на акрилни материали за изработката на сменяеми протези са фрактурите, които възникват в резултат на дъвкателната функция. Този недостатък провокира много автори да търсят различни подходи за подсилване на механичните качества на тези пластмаси. В свое изследване G. Uzun и N. Hersek изследват фрактурната устойчивост на 6 вида търговски марки акрилни пластмаси, използвайки универсална якостна тестова машина (17). Същото изследване, но с други 6 вида материали, правят R. Narendra и кол. (13). В двата случая се установява, че допълнително подсилените пластмаси са препоръчителни за използване като превенция на честото фрактуриране. Като забележка авторите отбелязват, че независимо от използването на подсилена пластмаса за изработването на сменяеми протези риск от фрактуриране винаги съществува при случаи на механична фрактура, причинена от пациента, или на специфични анатомични особености. В свое изследване D. C. Jagger и кол. използват допълнителни експериментални РММА влакна в линейна форма с диаметър 0,75 mm, за да повишат здравината на връзките. Те извършват якостен тест при трансверзално

натоварване, при който се наблюдава минимално понижаване на модула на еластичност при този вид подсилени протези (8).

Според Ив. Тодоров неспазването на режима на полимеризация е една от основните причини за счупване на протезите, а гаранцията за здравина на протезната пластмаса е спазването на полимеризационния режим (2).

В сравнително проучване R. N. Rached (16) сравнява силата на връзката при три различни метода за репаратура – чрез самополимеризираща, топлополимеризираща и микровълнова полимеризация. След приключването на експеримента се установява, че репаратурата, извършена с помощта на самополимеризираща пластмаса, има най-ниски механични качества.

Целта на изследването е да се сравни силата на връзката на опитни тела, репарирани с три вида дентални пластмаси според вида на активация на полимеризационната реакция, използвани за репаратура на сменяеми протези.

Материал и методи

Изработени са общо 27 бр. опитни образци съгласно указанията на ISO 20795-1 с форма на паралелепипед и размери $64 \times 10 \times 3$. За измерване на силата на връзката на трите вида пластмаси, използвани за репаратура, е използван методът за триточков тест, при който се измерват натоварванията, които деформират и разрушават материалите под влияние на срещуположно действащи, неаксиални сили със системата MultiTest 2.5-i (Mecmesin Ltd., UK) (фигура 1). Модулът на еластичност (E) и



Фиг. 1. Апарат MultiTest 2.5-i (Mecmesin Ltd., UK) и изображение от софтуера на системата Emperor™



Фиг. 2. Опитни тела, подготвени за репаратура, Стандарт по ISO 20795-1

якостта на огъване (FS) се пресмятат автоматично в софтуера на системата Emperor™.

За оценка на полимерните образци са взети стойностите за якост на огъване (FS) и модул на еластичност (E). Пробните тела са разделени в групи в зависимост от материала, с който са репарирани (групи А, В, С). Резултатите са представени като средни стойности $\pm$ стандартна грешка на средната стойност (mean $\pm$ SEM) от измерванията.

Опитните образци са разделени в три групи в зависимост от използвания материал за поправка (фигура 2).

Група А – топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана с топлополимеризираща пластмаса Superacryl (Spofa Dental).

Група В – топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана със самополимеризираща пластмаса Duracryl (Spofa Dental).

Група С – топлополимеризираща пластмаса Superacryl (Spofa Dental), репарирана със светлинно-полимеризираща пластмаса Bioacryl (Nais 2002).

Група А – в матрица от тефлон са поставени фрагментите от опитните тела. Всеки един от фрагментите се изпилява до получаване на разстояние („улей“) между тях с ширина 2–3 mm. Ръбовете откъм полираната страна допълнително се изпиляват във фаза, широка 3–4 mm. Готовата за нанасяне топлополимеризираща пластмаса Superacryl (Spofa Dental) се поставя във всяка от трите „улея“. Използван е стъклен капак, който се притиска чрез бюгел към формата до пълното полимеризиране съгласно инструкциите на производителя в полимеризатор под налягане. Размерите по прилагания стандарт са проверени за всеки образец ръчно с електронен шублер (точност до 0,01 mm) в три точки.

Група В – в матрица от тefлон са поставени фрагментите от опитните тела. Всеки един от фрагментите се изпилява до получаване на „улей“ между тях с ширина 2–3 mm. Ръбовете откъм полираната страна допълнително се изпиляват във фаза, широка 3–4 mm. Готовата за нанасяне самополимеризираща пластмаса Duracryl се въвежда във всеки от трите улея. След проверка за наличие по повърхността на пробите на кухини или шупли, плоскостта се притиска и заглажда с тампон, напоен с мономер. След извършването на полимеризацията образецът се почиства и полира по познатите начини. Размерите по прилагания стандарт са проверени за всеки образец ръчно с електронен шублер (точност до 0,01 mm) в три точки.

Група С – в матрица от тefлон са поставени фрагментите от опитните тела. Всеки един от фрагментите се изпилява до получаване на „улей“ между тях с ширина 2–3 mm. Ръбовете откъм полираната страна допълнително се вземат във фаза широка 3–4 mm. Готовата за нанасяне фотополимеризираща пластмаса Bioacryl (Nais 2002) се въвежда във всеки от трите улея. След проверка за наличие по повърхността на пробите за кухини или шупли, плоскостта се притиска и е извършена във фотополимерна пещ HiLite Power (Hereus Kulzer, Germany) за 6 минути съгласно инструкциите на производителя. След извършването на полимеризацията образецът се почиства и полира по познатите начини. Размерите по прилагания стандарт са проверени за всеки образец ръчно с електронен шублер (точност до 0,01 mm) в три точки.

Изпитването е проведено със следните зададени в софтуера параметри: прилагане на начална сила F1 с по-малка големина и въведена стойност в изпитателния протокол при преместване на образца с 0,25 mm, силата да започне експоненциално да нараства до достигане на Fmax (максимална сила

в момента на фрактуриране на опитния образец). Изчисленията и визуализирането на стойностите на якост на огъване и модул на еластичност се осъществяват непосредствено след приключване на изпитването за всяко опитно тяло.

За статистическа обработка на резултатите са използвани непараметричен тест на Крускал–Уолис – за проверка на хипотези за различие между няколко независими извадки, и непараметричен тест на Ман–Уитни – за проверка на хипотези за различие между две независими извадки.

Резултати

За опитните образци от трите групи са измерени следните параметри: максимална сила на натоварване Fmax/N, якост на огъване FS/MPa, модул на еластичност E/MPa.

Получените стойности за показател максимална сила на натоварване (Fmax/N) са разпределени по групи: група А (топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана с теплополимеризираща пластмаса Superacryl), група В (топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана със самополимеризираща пластмаса Duracryl), група С (топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана със светлиннополимеризираща пластмаса Bioacryl) (таблица 1).

Получените резултати за показател FS/MPa (якост на огъване), са разпределени по групи. Най-високият резултат за група А е при образец 1 (58.57 N), за група В е при образец 3 (51.29N), а за група С е при образец 1 (59.57 N) (таблица 2).

На таблица 3 са представени стойностите за модул на еластичност на телата от: група А (топлополимеризираща пластмаса Superacryl, репарирана с теплополимеризираща пластмаса Superacryl), гру-

Табл. 1. Обобщени резултати за показател максимална сила на натоварване Fmax/N, разпределени по групи

Показател	Група	N	Mean	Median	SD	Min	Max	P
Максимална сила на натоварване Fmax / N	A	9	76.14	76.40	3.52	70.40	80.20	<0.001
	B	9	66.99	67.56	1.99	63.79	69.34	
	C	9	74.66	75.60	2.78	70.30	78.50	

Табл. 2. Обобщени резултати за показател максимална сила на натоварване FS/MPa, разпределени по групи

Показател	Група	N	Mean	Median	SD	Min	Max	P
Якост на огъване FS/MPa	A	9	51.07	49.64	4.88	44.05	58.57	<0.026
	B	9	44.89	44.39	3.65	40.28	51.29	
	C	9	50.51	48.56	5.73	42.92	59.57	

Табл. 3. Обобщени резултати за показател модул на Е/МПа на репарирани тела, разпределени по групи

Показател	Група	N	Mean	Median	SD	Min	Max	p
Модул на Е/МПа	A	9	2776.34	2771.52	48.95	2716.48	2843.02	<0.001
	B	9	2517.39	2539.70	43.49	2451.67	2577.40	
	C	9	2768.55	2756.88	44.36	2694.96	2829.18	

па В (топлополимеризираща пластмаса Supracryl, репарирана със самополимеризираща пластмаса Duracryl), група С (топлополимеризираща пластмаса Supracryl, репарирана със светлиннополимеризираща пластмаса Bioacryl).

Най-високата стойност е 2843.02 МПа при група А, за група В е 2577.4 МПа, а за група С е 2829.18 МПа.

Статистически значими разлики по показател *модул на еластичност* се наблюдават между пробните тела от група А (тела, репарирани с топлополимеризираща пластмаса) и група В (тела, репарирани със самополимеризираща пластмаса); между група В (тела, репарирани със самополимеризираща пластмаса) и група С (тела, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса). Не се наблюдават значими статистически разлики между пробните тела от групи А (тела, репарирани с топлополимеризираща пластмаса) и С (тела, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса) (таблица 4).

Статистически значими разлики по показател *якост на огъване* се наблюдават между пробните тела от група А (тела, репарирани с топлополимеризираща пластмаса) и група В (тела, репарирани със самополимеризираща пластмаса); между група В (тела, репарирани със самополимеризираща пластмаса) и група С (тела, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса). Не се наблюдават значими статистически разлики между пробните тела от групи А (тела, репарирани с топлополимеризираща пластмаса) и С (тела, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса) (таблица 4).

Табл. 4. Сравнителен анализ между групите репарирани тела при изследваните показатели Е/МПа, FS/МПа, Fmax/N

	Е/МПа	FS/МПа	Fmax/N
A/B	p = 0.001*	p = 0.012*	p = 0.001*
A/C	p = 0.566	p = 0.757	p = 0.310
B/C	p = 0.001*	p = 0.038*	p = 0.001*

* Статистическа значимост при $p < 0.05$

Обсъждане

Сравнявайки получените данни при тестване на опитни тела, репарирани с различните видове пластмаси според вида на активационната им реакция, се установяват статистически значими разлики по показател модул на еластичност Е/МПа между пробите от група А спрямо група В и между група В и С. Статистически значими разлики също има отчетени и по показателя якост на огъване FS/МПа между измерените тела от група А спрямо група В. Не се отчитат статистически значими разлики по показателите модул на еластичност и якост на огъване при тела, репарирани с топлополимеризираща пластмаса група А и тези, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса група С. От изведените резултати може да се заключи, че по отношение на якостните качества на тела, репарирани с топло- или светлиннополимеризираща пластмаса не се наблюдават съществени разлики, такива се установяват единствено при опитни образци, репарирани със студенополимеризираща пластмаса. Идентични резултати се получават при редица изследвания. При резултати, получени в друго изследване (Polyzois GL и кол., 2001), се докладва за по-високи стойности на якост на огъване FS/МПа при телата, поправени със студенополимеризираща пластмаса спрямо тези без репаратура, което е в контраст с резултатите, получени от нас. Отчетените от нас резултати се потвърждават и при изследването на Е. Nagai и кол. (2001), които сравняват репарирани тела с контролна група нерепарирани по критерия якост на огъване FS/МПа. Подобни са резултатите от редица проучвания от различни колективи (Keyf F. и кол., 2000). По-високите отчетени от нас стойности на тела, репарирани със светлиннополимеризираща пластмаса (група А) спрямо репарирани със студенополимеризираща пластмаса (група В), са подкрепени от идентични изследвания, направени от редица автори (Berge M., 1983; Leong A. и Grant A., 1971; Rached R. N., 2004).

Заклучение

Фотополимеризираща (тела от група С) и топлополимеризираща пластмаса (тела от група А), използвани за репаратура на сменяеми акрилни протези, имат по-добра здравина на връзката от самополимеризираща пластмаса (тела от група В). Разлика в здравината на връзка при тела, репарирани с топлополимеризираща пластмаса и светлиннополимеризираща пластмаса (телата от група А и С), не се наблюдават.

Библиография

1. Ботева Е, Василева Р, Карова Е. Сравнително изследване на зъбния статус сред възрастно градско население в България. Проблеми на стоматологията. С., 2003; XXIX, 7–9.
2. Тодоров И. Материалознание, С., Мед. и физк., 1985, 9.
3. Berge M. Bending strength of intact and repaired denture base resins. *Acta Odontol Scand.* 1983; 41 (3): 187–91.
4. Dimova-Gabrovska M, Dimitrova D, Mitronin V. Removable Prosthetic Treatment in children – Literature review. *Journal of IMAB*, 2018; 24 (3): 2172–2176.
5. Dimova-Gabrovska M, Dimitrova D. Application of 20-degrees teeth in removable prosthetics – literature review. – In: Scientific Researches of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv. Series G. Natural Sciences and the Humanities, 2018; 22, 230–235.
6. Dimova-Gabrovska M, Dimitrova D. Application of artificial posterior teeth with 0-degree of cuspal angulations in removable prosthesis – literature review. – In: Scientific Researches of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv. Series G. Natural Sciences and the Humanities, 2018; 22, 224–229.
7. International Organization for Standardization (ISO) Dentistry – Base Polymers – Part 1: Denture Base Polymers. International Organization of Standardization (ISO); Geneva, Switzerland: 2013.
8. Jagger DC, Alshulailin YR, Harrison A, Rees JS. The effect of the addition of poly (methyl methacrylate) fibers on the transverse strength of repaired heat-cured acrylic resin. *J Oral Rehabil.* 2003; 30 (9): 903–8. doi: 10.1046/j.1365-2842.2003.01078.x. PMID: 12950971.
9. Keyf F, Uzun G. The effect of glass fiber-reinforcement on the transverse strength, deflection and modulus of elasticity of repaired acrylic resins. *Int Dent J.* 2000; 50: 93–7.
10. Leong A, Grant AA. The transverse strength of repairs in polymethyl methacrylate. *Aust Dent J.* 1971; 16 (4): 232–4.
11. Nagai E, Otani K, Satoh Y, Suzuki S. Repair of denture base resin using woven metal and glass fiber: effect of methylene chloride pretreatment. *J Prosthet Dent.* 2001; 85 (5): 496–500.
12. Nähri T. Complete dentures in the prosthetic rehabilitation of elderly persons: five different criteria to evaluate the need for replacement. Oral function and prosthetic dentistry, University of Nijmegen, P.O. Box 9101, 6500 HB Nijmegen, the Netherlands. April 2007.
13. Narendra R, Reddy NS, Reddy SD, Puma CR, Shekar MC, Balasubramanyam S. A comparative evaluation of impact strength of conventionally heat cured and high impact heat cured polymethyl methacrylate denture base resins: an in vitro study. 2013; 14 (6): 1115–21.
14. Polyzos GL, Tarantili PA, Frangou MJ, Andreopoulos AG. Fracture force, deflection at fracture, and toughness of repaired denture resin subjected to microwave polymerization or reinforced with wire or glass fiber. *J Prosthet Dent.* 2001; 86: 613–9.
15. Preoteasa E, Murariu CM, Ionescu E, Preoteasa CT. Acrylic resin reinforcement with metallic and nonmetallic inserts. 2007; 111 (2): 487–93.
16. Rached RN. Repair strength of autopolymerizing, microwave, and conventional heat-polymerized acrylic resins. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2004; 92 (1): 79–82.
17. Uzun G, Hersek N. Comparison of the fracture resistance of six denture base acrylic resins. *J Biomatet Appl.* 2002; 17 (1): 19–29.
18. Yankova M, Peev T, Yordanov B, Dimova-Gabrovska M, Dimitrova D. Study of the knowledge and use of resilient denture lining materials in clinical practice. *J of IMAB*, 2021; 27 (1): 3668–3675. DOI: 10.5272/jimab.2021272.3668, ISSN: 1312-773X.
19. Yankova M, Peev T, Yordanov B, Dimova-Gabrovska M, Todorov R et al. Application of Resilient Denture Lining Materials: Literature Review. *J of IMAB*, 2021; 27 (1): 3676–3681.
20. Yankova M, Yordanov B, Dimova M, Apostolov N. Resilient Lining materials for removable dentures: types, composition and technology. *Journal of IMAB*, 2019; 25 (3): 2632–2639.

Постъпила – 05.09.2022

Приета за печат – 12.09.2022

Адрес за кореспонденция:

д-р Никола Миланов
Катедра Протетична дентална медицина
Факултет по Дентална медицина
Медицински университет – София
Бул. „Св. Г. Софийски“ № 1
1431, София, България
e-mail: dr.milanov@nmdentalstudio.com

Address for correspondence:

Dr. Nikola Milanov
Department of Prosthetic Dentistry
Faculty of Dental Medicine
Medical University, Sofia
Bul. „St. G. Sofia“ № 1
1431, Sofia, Bulgaria
e-mail: dr.milanov@nmdentalstudio.com

ОРТОДОНТИЯ

ПРОТОКОЛ ЗА ЛЕЧЕНИЕ НА ПАЦИЕНТИ С ХИПОДОНТИЯ НА ДОЛНИ ВТОРИ ПРЕМОЛАРИ

Т. Йорданова DMD, PhD*, Б. Йорданов DMD, PhD**,
П. Игнатов DMD, PhD***

HYPODONTIA OF LOWER SECOND PREMOLARS - TREATMENT PROTOCOL

T. Yordanova DMD, PhD*, B. Yordanov DMD, PhD**,
P. Ignatov MD, PhD***

Абстракт: Въведение. В българската популация агенезията на долни втори премолари се среща най-често (без да се включва хиподонтия на третите молари).

Известни са два основни подхода за лечение на пациентите с хиподонтия на долните втори премолари:

- Екстракция на втория временен молар с цел създаване на условия за медиализиране на първия постоянен молар и завършване на лечението само с ортодонтични методи.

- Запазване на втория временен молар за възможно най-дълго време и след това протетично заместване на липсващите зъби.

Подходът при лечението на едностранна или симетрична хиподонтия е мултидисциплинарен и включва клинични решения в областта на ортодонтията, естетичните възстановявания, денталната имплантология и протетичната дентална медицина.

Цел и задачи. Да се изведе протокол за възстановяване на засегнатия участък в зависимост от вида хиподонтия – симетрична или асиметрична – като насока в плана на лечение на тези клинични случаи и да се създаде алгоритъм с препоръки за най-адекватен и индивидуализиран подход.

Материал и методи. Проведохме ретроспективно проучване, при което анализирахме 35 пациенти със завършено ортодонтично лечение на хиподонтия на долни втори премолари, от които 21 със симетрична хиподонтия и 14 с асиметрична, на възраст от 8 до 38 години, в периода от 2015 г. до 2021 г. Идентифицирахме най-важните фактори, които трябва да бъдат взети под внимание при диагностиката и планирането на лечението. Възприехме редица конкретни критерии за успех на ортодонтичната терапия.

Abstract: Introduction. In Bulgarian population, agenesis of lower second premolars occurs most often (with the exception of hypodontia of third molars).

In general, there are two treatment options for patients with hypodontia of lower second premolars:

- Extraction of the second deciduous molar, so the first permanent molar can drift mesially and the treatment to be completed orthodontically.

- Preserving the second deciduous molar for as long as possible and then prosthetically replacing the missing teeth.

The treatment approach of unilateral or symmetrical hypodontia is multidisciplinary and includes clinical solutions in the field of orthodontics, aesthetic restorations, dental implantology and prosthetic dental medicine.

Aim. The basic purpose is to establish a protocol for restoration of the affected area depending on the type of hypodontia - symmetrical or asymmetrical - as a guide in the treatment plan of these clinical cases and to create an algorithm with recommendations for the most adequate and individualized approach.

Materials and methods. We conducted a retrospective study including 35 patients with completed orthodontic treatment of hypodontia of lower second premolars in the period 2015 to 2021. We have identified the most important factors that should be taken into account in the diagnosis and treatment planning. We used a number of specific criteria determining the final success of orthodontic treatment.

Results. We systematized the factors that influence the choice of the most appropriate treatment plan in patients with symmetrical and asymmetrical hypodontia of lower second premolars, which allowed to develop an automat-

* Асистент, катедра „Ортодонтия“, ФДМ, МУ–София.

** Професор, катедра „Протетична дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

*** Доцент, катедра „Здравни грижи“, ФОЗ, МУ–София.

Резултати. Систематизирахме факторите, които влияят на избора на най-подходящ план на лечение при пациенти със симетрична и асиметрична хиподонтия на втори премолари в долната челюст и разработихме автоматизиран алгоритъм, който подпомага ускоряването на работния процес, значително намалява субективността и елиминира възможността за грешки, дължащи се на недооценяването на някои от дискутираните фактори.

Заклучение. Създаването на методичен алгоритъм ще позволи да се стандартизира стратегията за ортодонтичното лечение при пациентите с цел постигане на оптимални резултати, съобразени с вида и степента на тежест на зъбно-челюстните деформации, както и с наличието на зародиши на третите молари, като намали времето, необходимо за постигане на крайния резултат и повиши удовлетвореността на пациентите.

Ключови думи: хиподонтия, зъбна агенезия, втори премолари, трети молари

ed algorithm that accelerates the work process, significantly reduces subjectivity and eliminates the possibility of errors, due to the underestimation of some of the factors discussed.

Conclusion. The proposed methodological algorithm will allow to standardize the treatment approach in patients with hypodontia of lower second premolars in order to achieve optimal results in accordance with the type and severity of the accompanying malocclusion, as well as the presence of germs of third molars, reducing the time of the overall treatment to the final result and increase patient satisfaction.

Key words: hypodontia, tooth agenesis, second premolars, third molars

Въведение

В българската популация агенезията на долни втори премолари се среща най-често (без да се включва хиподонтия на третите молари) (1, 9). Клиничният подход изисква прецизен анализ на лечебния план с възможните варианти и краен резултат след затваряне на наличното място със собствени зъби или чрез протетично възстановяване на липсващите зъби – основната цел е осигуряване на дългосрочна стабилност.

Най-общо съществуват две възможности за лечение на пациентите с хиподонтия на долните втори премолари (6):

- Екстракция на втория временен молар с цел създаване на условия за медиализиране на първия постоянен молар и завършване на случая само с ортодонтично лечение;
- Запазване на втория временен молар за възможно най-дълъг период от време и след това протетично заместване на липсващите зъби.

Изборът на лечебен подход с отваряне на място или затваряне и заместване със собствени зъби при хиподонтия на долни втори премолари зависи от следните параметри: оклузални съотношения – сагитално отстояние във фронта, дълбока оклузия, съотношение на моларите, лицев тип и лицев профил на пациента, дължина на зъбната дъга, наличие на зъбно-зъбни несъответствия.

Подходът при лечението на едностранна или симетрична хиподонтия е мултидисциплинарен и включва клинични решения в областта на ортодонтията, естетичните възстановявания, имплантологията и протетиката.

Цел и задачи

Основна цел е да се предложи протокол за възстановяване на засегнатия участък в зависимост от вида хиподонтия – симетрична или асиметрична – като насока в плана на лечение на тези клинични случаи, и да се създаде алгоритъм с препоръки за най-адекватен и индивидуализиран подход.

Създаването на такъв методичен алгоритъм ще позволи да се стандартизира лечебният подход с цел постигане на оптимални резултати, съобразени с вида и степента на тежест на съответните зъбно-челюстни деформации.

Материал и методи

Проведохме ретроспективно проучване, при което анализирахме 35 пациенти със завършено ортодонтично лечение на хиподонтия на долни втори премолари, от които 21 със симетрична хиподонтия и 14 с асиметрична, на възраст от 8 до 38 години, в периода от 2015 г. до 2021 г. Идентифицирахме най-важните фактори, които трябва да бъдат взети под внимание при диагностиката и лечебното планиране на случаите, а именно:

- Възраст на пациента
- Съпътстваща ЗЧД – I, II или III скелетен клас
- Тип скелетен растеж – хиподивергентен, хипердивергентен или нормодивергентен и съответно намалена или увеличена долна лицева височина
- Наличие на зародиши на трети молари

- Симетрична или асиметрична хиподонтия
- Наличие на атрофия на алвеоларната кост
- Микродонтия на останалите постоянни зъби и наличие на зъбно-зъбно несъответствие
- Степен на струпване на зъбите
- Вид лицев профил и назолабиален ъгъл
- Големина на интеринцизивния ъгъл
- Наличие на дълбока захапка със супрапозиция на резците.

За да бъде окачествено лечението като успешно, възприехме редица конкретни критерии:

- Подходяща оклузия в сагитална посока за всеки конкретен случай, като стремежът е I-ви зъбен клас, но е възможно при липса на оплаквания и симптоми в темпоро-мандибуларната става да се завърши лечението в трети терапевтичен клас при моларите в случаите на съпътстваща хиподонтия в горна челюст.
- Осигуряване на инцизивно водене.
- Осигуряване на канинова защита.
- Стабилност в страничния участък с множествени контакти.
- Липса на разстояния или плътни апроксимални контакти.
- Нормално покритие във фронталния участък.
- Нормален интеринцизивен ъгъл ($135^\circ \pm 5^\circ$), който е от изключително значение за стабилност на получения резултат – най-вече на корекцията на дълбоката оклузия, която често съпътства хиподонтията и е по-силно изразена при липса на по-голям брой зъбни зародиши.

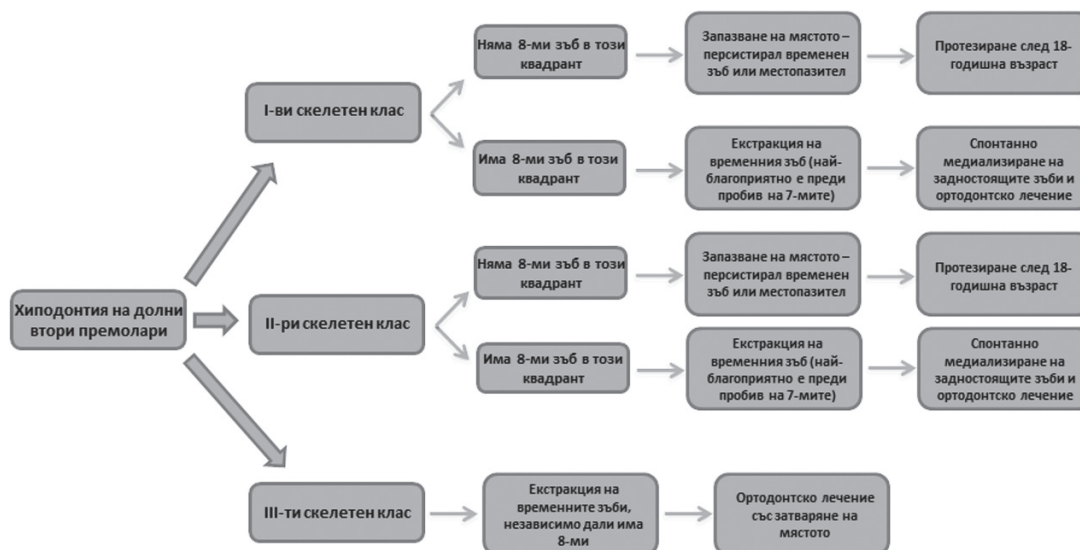
Резултати и обсъждане

Систематизирахме факторите, които влияят на избора на най-подходящ план на лечение при пациенти със симетрична и асиметрична хиподонтия на долни втори премолари, което позволи да се разработи автоматизиран алгоритъм, който способства ускоряването на работния процес, значително намалява субективността и елиминира възможността за грешки, дължащи се на недооценяването на някои от дискутираните фактори.

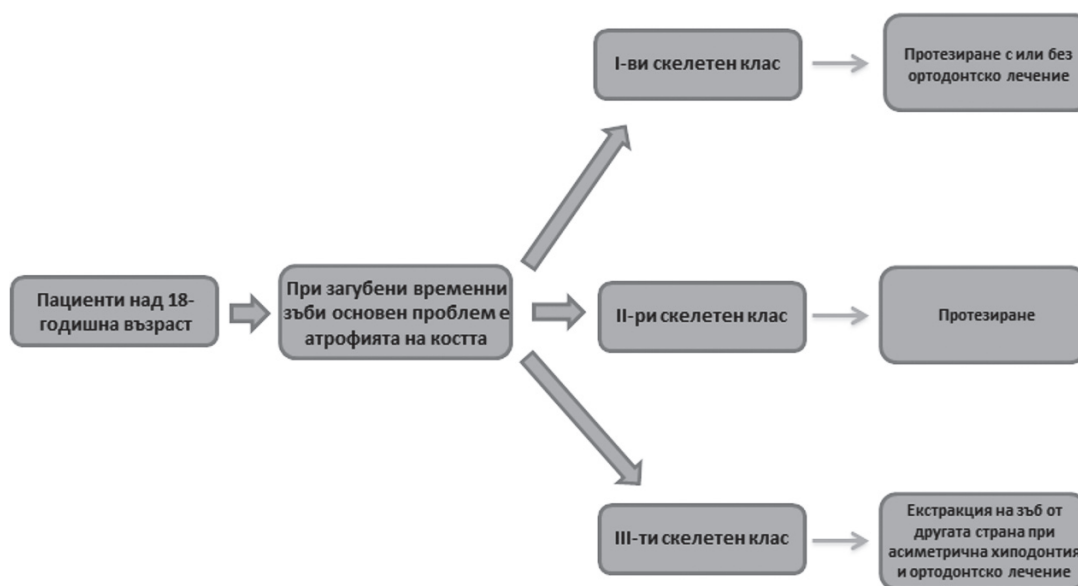
Смесеното съзъбие или по-точно възрастта от 6 до 12 години е периодът, в който най-често откриваме липсващи зародиши на постоянни зъби. Задължително е да бъде направена ортопантомография, която да докаже хиподонтия. Необходимо е проследяване на пробива на постоянните зъби – нарушена последователност и забавен пробив могат да бъдат признак за възможна хиподонтия.

Основното разделение в лечебния подход при пациенти с хиподонтия на долни втори премолари е направено спрямо основния показател – скелетен клас (фигура 1).

Изборът дали да се затварят разстоянията със собствени зъби или да се запазват с цел възстановяване на нормалния брой зъби в зъбната дъга е силно зависим от съпътстващата ЗЧД в оклузията в сагитална посока, тъй като медиализирането на дисталностоящите зъби, независимо от засегнатата от хиподонтия зъбна група, води до скъсяване на съответната зъбна дъга с благоприятни или неблагоприятни последици върху оклузалните съотношения.



Фиг. 1. Насоки за лечение на хиподонтия на долни втори премолари в зависимост от скелетния клас и наличието или липсата на зародиши на трети молари

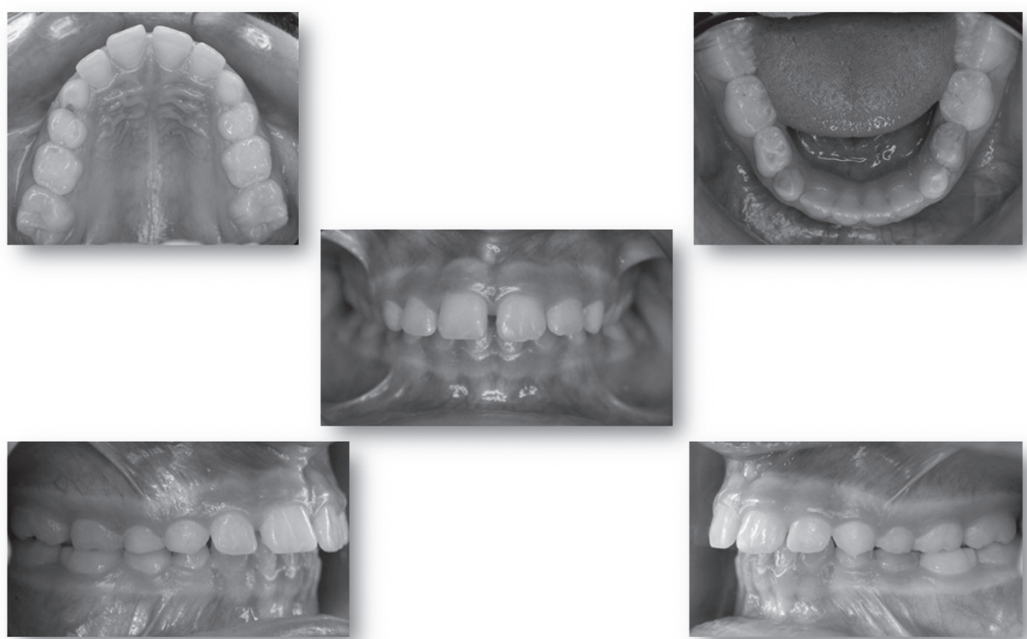


Фиг. 2. Насоки за лечение на хиподонтия на долни втори премолари след 18-год. възраст

Следващият показател, който считаме за важен в при определяне на подхода на лечение, е наличието или липсата на зародиши на трети молари.

При I скелетен клас подходът ни на лечение зависи и от това дали има зародиши на трети молар от страната на липсващия зъб (в същия квадрант). Най-ранната възраст, на която можем да отчетем хиподонтия на мъдреците, е 10 години. Когато няма зародиш и на трети молар от съответната страна, се запазва временният зъб, ако има персистирал такъв.

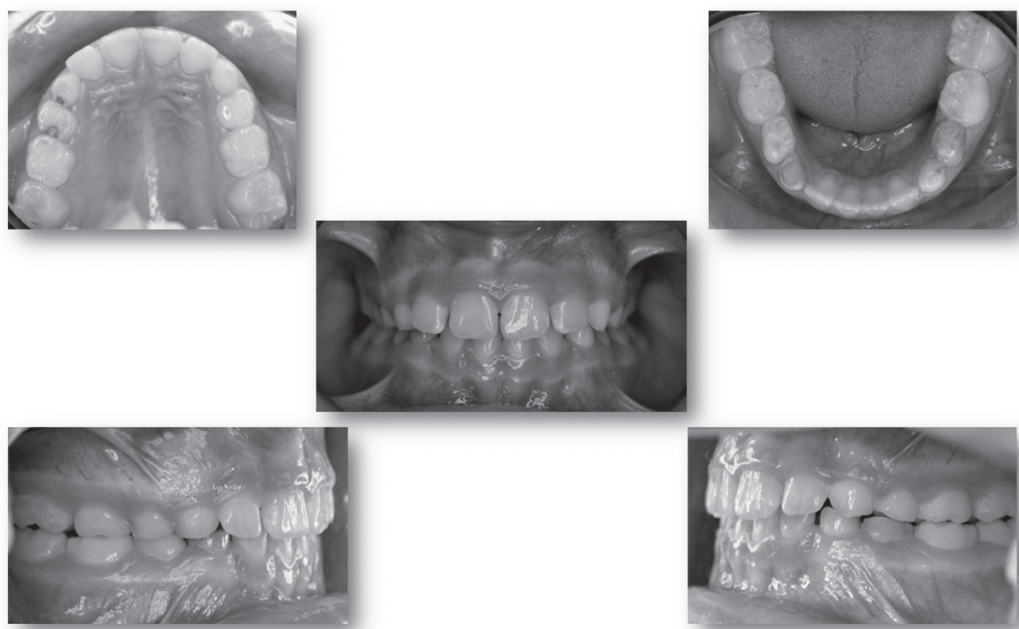
При хиподонтия на долен втори премолар и персистирал втори долен временен молар се препоръчва изпиляване на дисталната му повърхност, за да се медиализират постоянните молари до нормални оклузални съотношения, както и да се намали мястото за бъдещото протетично възстановяване с ширина на премолар. В случаите, когато има зародиш на трети молар, се екстрахира временният персистирал зъб, ако има такъв, като е най-благоприятно това да стане преди пробива на вторите



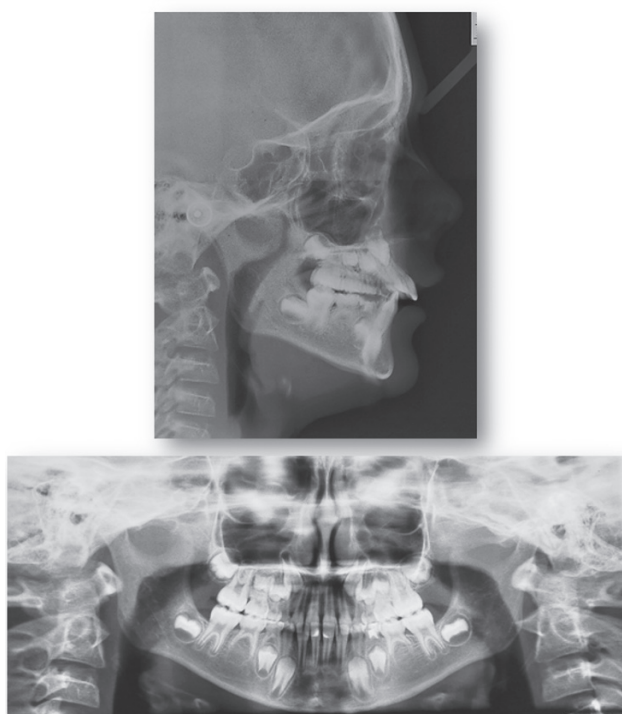
Фиг. 3. Пациент на 8 г. с хиподонтия на долни втори премолари; II зъбен клас с протрудирани горни фронтални зъби, дълбока захапка и овърджет

постоянни молари (особено в случаите на хиподонтия на вторите премолари) – очаква се спонтанно медиализиране на дисталностоящите зъби. След това се налага да се проведе ортодонтско лечение за затваряне изцяло на разстоянията. Този подход е най-подходящ при хиподонтия на премолари в горна и в долна челюст, тъй като временните втори

молари, особено долните, са с голям медиодистален размер и затварянето на това разстояние само с ортодонтско лечение е бавно и трудно. Използването на естествените сили на медиализиране на страничните зъби по време на пробива на 7-мите зъби е изключително благоприятно в тези случаи, защото намалява значително разстоянието, което ще трябва

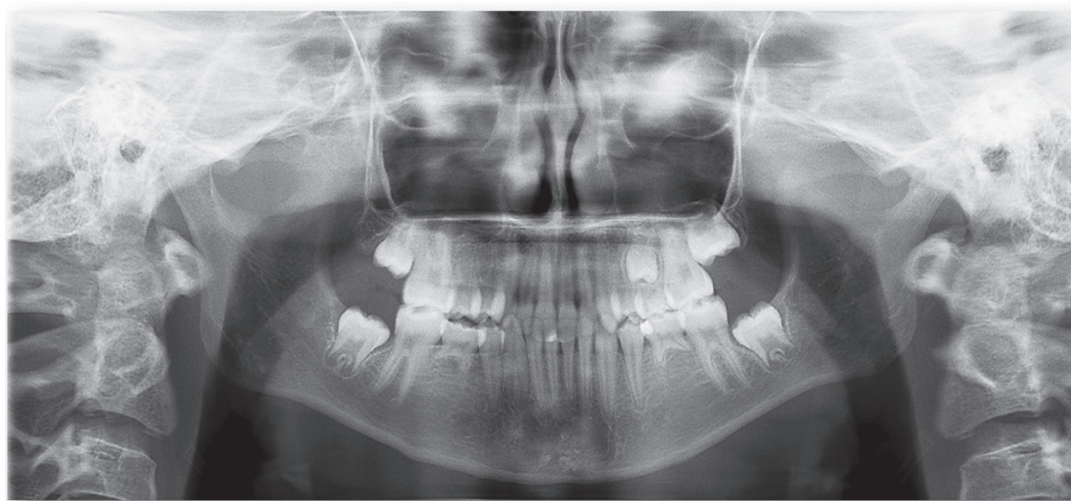


Фиг. 4. Промяна в оклузалните съотношения след първата фаза от ортодонтското лечение с фабрични миофункционални апарати

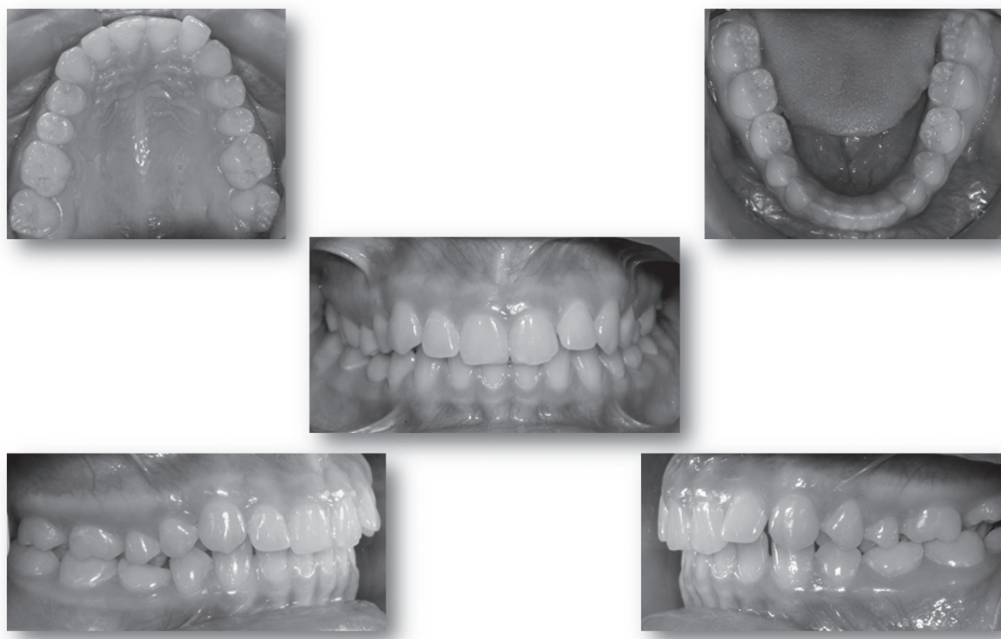


	Measured	Normal values
SNA	75.5°	82°
SNB	71.5°	80°
ANB	4°	2° – 3°
AoBo	4 mm	-2 ÷ +2 mm
SN/MP	35°	32°
FH/MP	25°	23° - 28°
SpP/MP	28°	25°
OcclP/MP	17°	14°
I/SN	110°	103° – 105°
I/SpP	121°	110° ± 5°
i/MP	95°	90° ± 5°
NLA	115°	90° - 120°

Фиг. 5. Начални ОПГ и профилна телерентгенография



Фиг. 6. Контролна ОПГ на 11-годишна възраст



Фиг. 7. Пациентът на 16 г. възраст преди началото на втория етап от лечението.

ва да се затваря, като по този начин улеснява ортодонтската механика и скъсява времето за лечение.

При II-ри скелетен клас и хиподонтия в долна челюст, когато няма зародиш на мъдрец от същата страна, се запазва временният зъб, ако има такъв, или мястото на липсващия зъб за бъдещо протезиране. Ако има все пак зародиш на мъдреца от същата страна, може да се екстрахира временният зъб, за да се медиализират задностоящите зъби, като това е най-успешно преди пробива на втория постоянен молар. При дистална захапка е неблагоприятно скъсяването на долната зъбна дъга.

На фигура 3 е представен клиничен случай пациентка на 8 години с хиподонтия на зъби 35, 45 и

незасегнати от кариес временни втори молари; II скелетен клас и нормодивергентен тип растеж (фигура 5). На началната ортопантомография (ОПГ) засега не се установяват зародиши на третите молари в долната челюст и затова изчакваме с решението си за окончателно справяне с проблема с липсващите премолари. Понякога вторите премолари също имат по-късно начало на минерализация, което е причина за фалшиво-позитивно диагностициране на хиподонтия. При това забавено развитие на премоларите не може със сигурност да се каже, че се касае за хиподонтия при възраст под 9 години (4, 7).

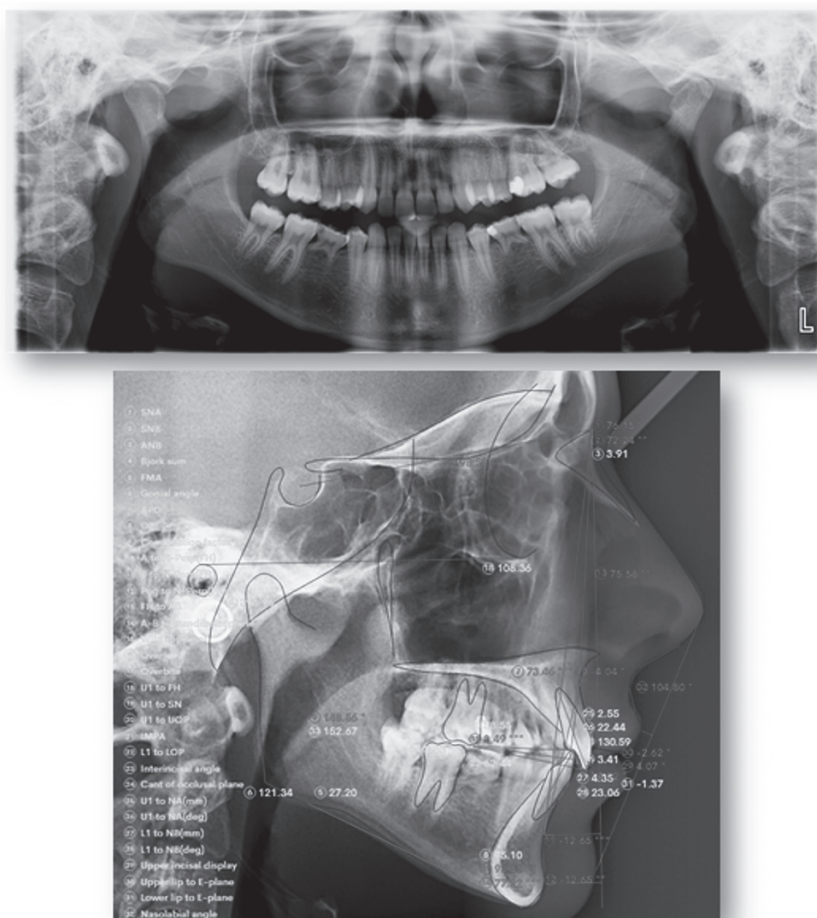
Ортодонтското лечение е проведено в три етапа и е пример за интерсептивно лечение. През първия

етап целта е да се коригират протрудираните горни фронтални зъби, дълбоката травматична оклузия и донякъде дисталната оклузия (зъбен клас II₁). Използвахме последователно серия от фабрични миофункционални апарати за период от около 2 години и 6 месеца и проследявахме смяната на зъбите, както и състоянието на временните долни втори молари – наличие на коренова резорбция, белези на анкилоза и др. (2, 3). На фигура 4 е представен резултатът от първия етап на лечение – коригиран е наклонът на горните резци, подобрен е зъбният клас и покритието във фронта.

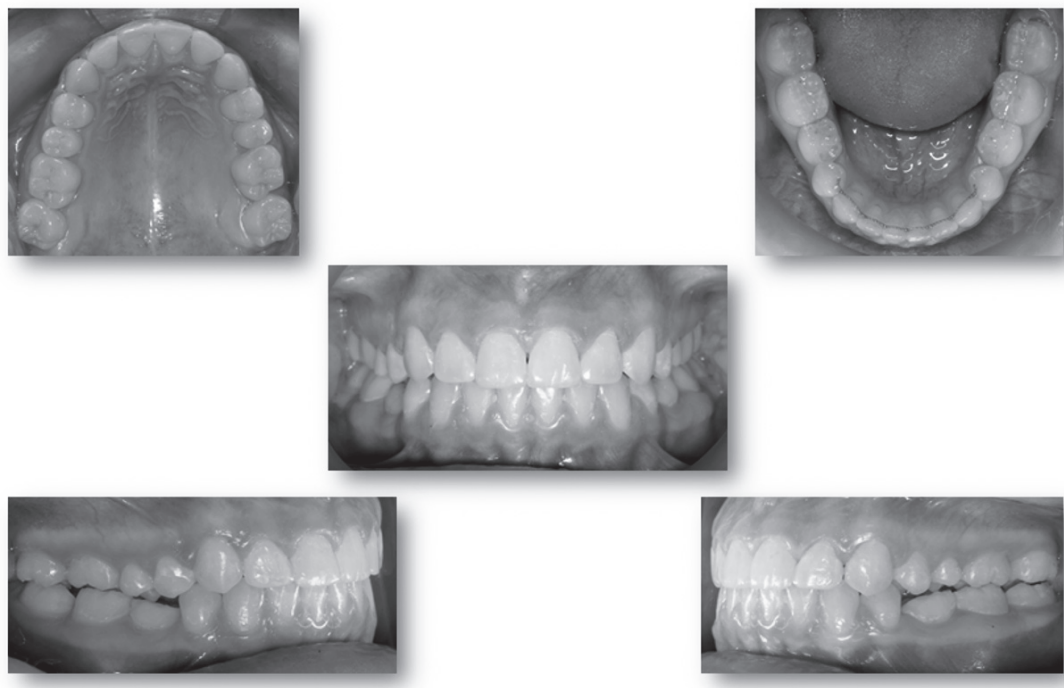
Направената на 11-годишна възраст ОПГ доказва и хиподонтния на всички трети молари. Отложихме окончателното ортодонтско лечение до пълния пробив на всички втори молари; временните втори молари в долната челюст останаха стабилни, но с напредваща резорбция на корените им (фигура 6). Bjerklín и колектив в едно свое проучване установяват, че в 90% от случаите персистиралите втори временни молари остават дълго в устата при пациенти с хиподонтния на вторите премолари в долната челюст, което е благоприятно, когато взимаме ре-

шение за заместването им със зъбни имплантати след края на скелетния растеж (5).

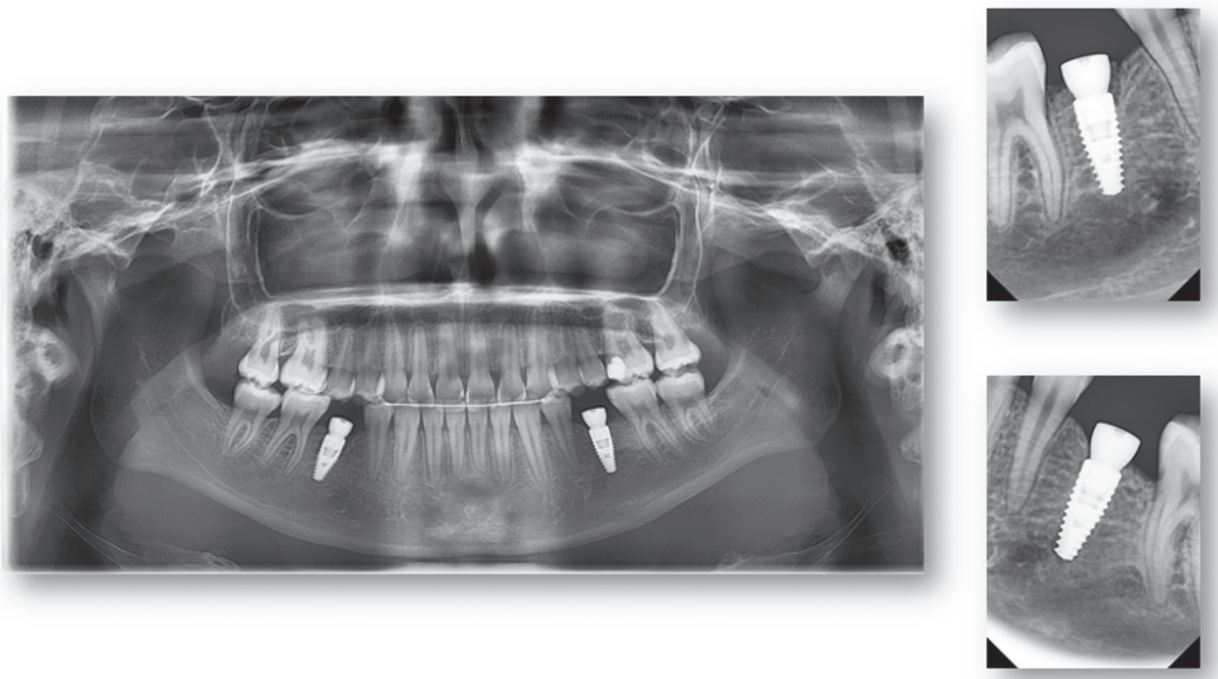
Пациентът се върна отново на 16-годишна възраст поради притеснения, свързани с постепенно-то вестибуларно наклоняване на зъб 22 (фигура 7). Актуалните данни от профилната телерентгенография и ортопантомографията са представени на фигура 8. Окончателният план на лечение включва: втори етап – дистализиране на медиализираните горни странични зъби с цел коригиране на зъбния клас, и трети етап – набиване на прорасналите микродонтични 15 и 25, леко намаляване на медиодисталния размер на персистиралите 75 и 85 и запазването им до края ортодонтското лечение с цел заместването на липсващите зародиши със зъбни имплантати след приключване на скелетния растеж, набиване на горни фронтални зъби, синхронизиране на двете зъбни дъги, подобряване на формата на зъби 11 и 21, както и възстановяване на нормалната ширина на микродонтичните 12 и 22 (бондинг). На фигура 9 е показан окончателният резултат от ортодонтското лечение преди поставянето на зъбните имплантати. Временните втори молари запа-



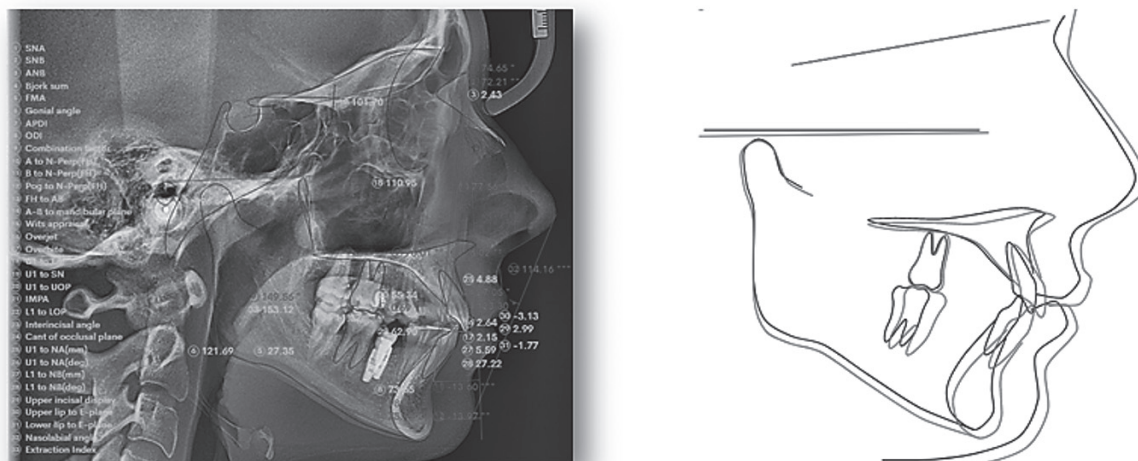
Фиг. 8. ОПГ и профилна телерентгенография преди започване на втори и трети етап от лечението



Фиг. 9. Краен резултат от ортодонтското лечение. Предстои имплантантно протезиране – имедиатно имплантиране в областта на липсващите 35 и 45



Фиг. 10. Рентгенографии, направени веднага след имедиатното имплантиране



Фиг. 11. а. Крайна профилна телерентгенография. б. Суперимпозиране на началната (16 г.) и крайната (18 г. 6 м) профилни телерентгенографии – с черно е маркирано началото на лечението, а с червено – промените след лечението.



Фиг. 12. Промяна в усмивката от началото до края на ортодонтското лечение

зиха обема на костта до завършване на скелетния растеж. Буколингвалните и вертикалните размери на алвеоларния гребен намаляват след екстракция на зъби и при пациенти с хиподонтия. В едно научно изследване е установено, че след екстрахиране на долните втори временни молари през първите 4 години алвеоларният гребен се стеснява с 25%, а за 7 години е стеснен общо с 30%. Тези дефекти на костта са предимно по вестибуларната повърхност и изискват по-късно GBR или по-палатинално/лингвално поставяне на имплантата (8).

За дистализиране на горните странични зъби през втория етап използвахме фиксиран апарат за около 6 месеца, а третият етап реализирахме с фиксирана техника. Зъбните имплантати бяха поставени имедиатно след завършване на ортодонтското лечение на възраст 18 г. и 6 мес. (фигура 10).

Фигура 11 илюстрира данните от крайната профилна телерентгенография (а), както и суперпозирането на двете телерентгенографии (б).

Промените в профила на пациента от 8 до 18-годишна възраст (фигура 13) се дължат както на лечението, така и на нормалния лицев растеж, а промяната в усмивката, особено във вертикалната позиция на горните резци, се дължи предимно на ортодонтското лечение (фигура 12).

При III скелетен клас и хиподонтия в долната челюст е подходящо да се екстрахира временният зъб, както и едноименният зъб от другата страна. Затварят се разстоянията и едновременно се намалява дължината на долната зъбна дъга, което е благоприятно при преразвита долна челюст, независимо дали има или няма зародиши на трети молари.



Фиг. 13. Промяна в профила на пациента от началото до края на ортодонтичното лечение

Пациентите във възрастта от 12 до 18-годишна възраст са с оформено постоянно съзъбие и в период на активен пубертетен растеж до неговото приключване. Често срещаме пациентите си именно в този период и насоките за лечение в голяма степен се припокриват с тези от предишната възрастова група в зависимост от скелетния клас. Със сигурност на ортопантомография се вижда дали има зародиши на третите молари – те са заложили и минерализирани, а това в голяма степен може да промени лечебното планиране.

При I скелетен клас и наличие на зародиши на 8-мите зъби в тази възрастова група, ако решим да затворим наличните разстояния със собствени зъби, трябва така да бъде планирано ортодонтичното лечение и неговата механика, че да се запази опората във фронталния участък на долната зъбна дъга. Вторите постоянни молари са вече пробили и в оклузия и не може да се разчита на спонтанното им медиализиране. При струпване в горната зъбна дъга и/или медиализиране на горни странични зъби е възможна екстракция и на горни премолари с цел постигане на оптимални оклузални съотношения.

При II скелетен клас и наличие на зародиши на 8-мите зъби, след като е коригирана дисталната оклузия, отново с повишено внимание върху опората на долните фронтални зъби, може да се затворят разстоянията със собствени зъби. Изключително подходящо е постепенното изпиляване на короната на временните молари и/или хемисекцията им, за да не се наклонява при медиализирането си първият постоянен молар и за да се запази вестибулолингвалната ширина на костта. При камуфлажно лечение на дисталната оклузия е възможна и екстракция на горни премолари.

При III скелетен клас най-често изчакваме да завърши скелетният растеж и след това предприемаме лечение на деформацията в сагитална посока.

Решението ни зависи от тежестта на прогенията и преди всичко какъв подход ще изберем и дали той ще включва камуфлажно лечение или ортогнатна хирургия.

При пациенти над 18-годишна възраст или възрастни пациенти със завършил скелетен растеж може да установим персистирални временни зъби на мястото на липсващите зъбни зародиши или разстояния, наклонени и ротирани съседни зъби, отклонени инцизивни точки при едностранна хиподонтия, като най-големият проблем във втория случай би бил наличната атрофия на костта. Това би затруднило както ортодонтичното движение на зъбите през атрофиралата кост, така и имплантатното протезиране с цел заместване на липсващите зъби (фигура 2).

При I скелетен клас в зависимост от съпътстващите отклонения в зъбните дъги и в оклузията се налага само протезиране в областта на липсващите зъби или ортодонтично лечение с цел освобождаване на място за протезиране или затваряне на разстоянията със собствени зъби.

При II скелетен клас със или без ортодонтично лечение се налага заместване на липсващите зъби с протезиране.

При III скелетен клас най-често се екстрахира едноименният постоянен зъб от другата страна и се затварят разстоянията със собствени зъби с ортодонтично лечение.

Заклучение

Лечението на пациенти с хиподонтия на втори премолари на долната челюст е спорен въпрос, тъй като съществуват различни лечебни подходи със съответните предимства и недостатъци.

Следователно създаването на описания методичен алгоритъм ще позволи да се стандартизира стратегията на ортодонтичното лечение при тези пациенти с цел постигане на оптимални резултати, съобразени с вида и степента на тежест на зъбно-челюстните деформации, както и с наличието на зародиши на третите молари. Редуцира се времето, необходимо за постигане на крайния резултат и се повишава удовлетвореността на пациентите.

Библиография

1. Йорданова-Игнатова, Теодора. Генетични фактори в етиопатогенезата на зъбната агенезия. Оптимизиране на лечебния план. Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“. Медицински университет – София; Факултет по дентална медицина, 2021.
2. Петрунов В., Каймаканска М. Анкилоза на временни зъби – причини, същност, диагностициране. Ортодонтички преглед, 2020, 22,2; 4–15.
3. Петрунов В., Каймаканска М. Анкилозирани временни зъби – лечебни подходи. Ортодонтички преглед, 2020, 22,2; 16–27.
4. Aasheim B, Ogaard B. Hypodontia in 9 year old Norwegians related to need of orthodontic treatment. Scand J DentRes. 1993; 101:257–260.
5. Bjerklin K, Al-Najjar M, Kårestedt H, Andrén A. Agensis of mandibular second premolars with retained primary molars. A longitudinal radiographic study of 99 subjects from 12 years to adulthood. Eur J Orthod. 2008; 30:254–61.
6. Jha, P., & Jha, M. (2012). Management of congenitally missing second premolars in a growing child. Journal of conservative dentistry: JCD, 15 (2), 187–190.
7. Ng'ang'a RN, Ng'ang'a PM. Hypodontia of permanent teeth in a Kenyan population. East Afr Med J 2001; 78: 200–203.
8. Nováčková S, Marek I, Kamínek M. Orthodontic tooth movement: bone formation and its stability over time. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011; 139:37–43.
9. Yordanova G. Tooth agenesis – the problem and its solving in our practice, prevalence and relation with other deformities, Journal of IMAB, 2015, 21 (3): 859–863.

Постъпила – 29.08.2022

Приета за печат – 12.09.2022

Адрес за кореспонденция:

д-р Теодора Йорданова-Игнатова
Катедра Ортодонтия
Факултет по Дентална медицина
Медицински университет, София
гр. София 1431
бул. „Георги Софийски“ 1
e-mail: t.yordanova@fdm.mu-sofia.bg

Address for correspondence:

Dr. Teodora Yordanova-Ignatova, DMD, PhD
Department of Orthodontics
Faculty of Dental Medicine, Medical University,
Sofia, Bulgaria
Sofia 1431
1, “Georgi Sofiiski” Blvd
e-mail: t.yordanova@fdm.mu-sofia.bg

ОБЗОРИ

ПОДОБРЯВАНЕ НА ДЕТСКОТО ОРАЛНО
ЗДРАВЕ ЧРЕЗ КОМПЮТЪРНИ ИГРИ

З. Янева, DMD*

IMPROVING CHILDREN'S ORAL HEALTH
WITH COMPUTER GAMES

Z. Yaneva, DMD*

Резюме: Зъбният кариес е мултифакторно поведенческо заболяване. То е най-разпространеното хронично заболяване в детска възраст. Зъбният кариес представлява процес, възникващ, когато протективните фактори, действащи в оралната среда, бъдат преодоляни от група рискови фактори, изявени от неправилно поведение. Ако не се промени поведението на индивида, за да се ограничат рисковите фактори, развитият кариозен процес довежда до появата на кариозни лезии, развиващи се прогресивно. Формирането на хранителните и орално хигиенни навици става още в ранна детска възраст и до голяма степен зависи от познанията и уменията на родителите. Често още в ранното детство се изграждат погрешни навици, които довеждат до възникване на кариозен процес, а след това и поява на кариозни лезии.

Превантивният подход за ограничаване до премахване на рисковите фактори и подсилване на протективните, създава три важни стратегии с редица форми за профилактика на зъбния кариес. Такива са създаване на резистентни структури чрез хранителна, флуорна профилактика, минерализация, профилактично покритие на дълбоки фисури, обучение в орално здраве и здравна промоция; предпазване от ранна трансмисия на кариесогенни микроорганизми чрез обучение за правилна орална хигиена и хранене; редуциране на кариесогенната ситуация чрез всички форми на профилактика. Всяка една от формите за профилактика на зъбни кариес се насочена към съответния рисков фактор, но не повлиява останалите. Единствено здравното обучение и промоцията на оралното здраве са форми, които са насочени към комплексно повлияване на всички рискови фактори. Здравното обучение обаче изисква учебно време в детски градини и училища, подготовка на преподавателски кадри, време и постоянство и обикновено се свежда до задължителните отделени няколко часа за здравно обучение.

Ключови думи: зъбен кариес, промоция на орално здраве, дентална профилактика

Summary: Dental caries is a multifactorial behavioral disease. It is the most common chronic disease in childhood. Dental caries is a process that occurs when the protective factors acting in the oral environment are overcome by a group of risk factors manifested by improper behavior. If the behavior of the individual doesn't change in a way to limit the risk factors, the existing carious process leads to the appearance of carious lesions that develop progressively.

The formation of nutritional and oral hygiene habits happens in early childhood and seriously depends on the knowledge and skills of the parents. Improper habits are often formed in early childhood, which leads to the development of carious process, and then the appearance of carious lesions.

The preventive approach to limit or eliminate the risk factors and strengthen the protective ones creates three important strategies, with a number of forms for the prevention of dental caries. Such are the creation of resistant structures through nutritional prevention, fluoride prevention, mineralization, preventive sealing of deep fissures, oral health education and promotion; prevention of early transmission of cariogenic microorganisms through education in proper oral hygiene and nutrition; reduction of the cariogenic situation through all forms of prevention. Each form for prevention of dental caries is aimed to the respective risk factor, but does not affect the others.

Only health education and oral health promotion are forms that are aimed to eliminate all risk factors. However, health education requires teaching time in kindergartens and schools, education of teachers, time and persistence, and usually comes down to the obligatory few hours of health education.

Key words: dental caries, oral health promotion, dental prophylaxis

* Асистент, катедра „Детска дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

Хранителните навици в детска възраст са основополагащи за изграждането на предпочитанията на индивида в продължение на целия му живот. Световната здравна организация има становище от 2003 година, че увеличаването на приема на плодове и зеленчуци и намаляването на консумацията на високоенергийни храни предпазват от прекомерно наддаване на тегло и затлъстяване (30). Оралното здраве е част от общото здраве и също пряко се влияе от хранителните навици на индивида – от вида на приеманата храна и честота на приемите ѝ. Детската възраст е най-подходяща за формиране на правилни и корекция на наличните неправилни навици.

За да е възможно формиране на правилни навици за поддържане на оралното здраве, на първо място е необходима информация. Част от информацията, която е основа за здравословното поведение, трябва да се притежава от всеки индивид. Тя се набавя от семейството, приятелите, училищната среда и други. Често пъти тази информация е изкривена или недостатъчна. Необходимата правилна информация трябва да достигне до децата. Необходимо е да знаят защо се образуват кариозните лезии и как може да бъдат избегнати. Предаването на информация е важна и съществена стъпка, но сама по себе си е недостатъчна, за да доведе до промяна в поведението. За целта е необходимо да се създаде мотивация. Всяко действие или бездействие на човек има своята мотивация. Различната мотивация създава разликите в поведението на хората. Човешката мотивация е комплекс от собствен опит, съзнателно или несъзнателно приети идеи, усещания, желания, надежди, отношения, които създават, поддържат или променят поведението до постигане на желаните цели. Поведението много лесно може да се промени след отшумяване на мотивацията. Това поражда нуждата от периодична ремотивация. Мотивите на индивида се променят с възрастта. Те са ориентирани към моментните му цели. За постигането на промяна е необходимо да се проведе здравно обучение. Обучението е процес, който цели постигане на трайни знания. Според класификацията на Блум процесът преминава през шест нива – знания, разбиране, прилагане, анализ, синтез и оценка. За да се постигне промяна в поведението, трябва да се извърви дългият път от получаване на необходимата информация, през моделиране на схващанията до оформяне на позитивна здравна ценностна система и мотивация за поддържането ѝ (2).

При обучението е важно осъществяването на пренасяне на информацията. Това осигурява възможността наученото в един контекст да бъде приложено както в друг контекст, така и да допринесе за добиване на нови знания. Трансферът е в осно-

вата на обучението и като такъв има дълга история както в психологията, така и в образованието (3).

За процеса на учене често не се посочва изчерпателна дефиниция, тъй като значението на този акт на придобиване на нови знания и умения се възприема по подразбиране. Sfard (1998) поставя рамка на теориите за ученето, като ги разделя в две групи. Едните са базирани на личния придобит опит чрез ситуации, в които човек е бил в директен контакт с дадено събитие от реалния свят, от което сам е извлякъл ново познание. За да се оцени наученото по този начин, е необходимо да се направи съпоставка на информацията, която човек е имал преди, и знанието, което притежава след прякото му участие в ситуацията. Втората група теории разглеждат нуждата на индивида да участва в групови занимания, за да придобие знание. Така разбирането на собственото знание идва чрез анализиране на значението, което дадената дейност има за цялата група. По смисъл втората група теории се доближават повече до представата на Vygotsky за игрите, тъй като според него при създаването на една въображаема ситуация всеки член на групата допринася за създаването на правилата и сюжетите (8).

Мотивацията се свързва с желанието на обучаемия да полага усилия за усвояване на материала и се определя като вътрешно състояние, което инициира и поддържа целенасочено поведение (3). Тя е ключова за стимулиране на промени в поведението. Съществуват различни форми на мотивация, които обаче не подпомагат еднакво промените. Според теорията за самоопределянето вътрешната мотивация се разграничава от външната, тъй като хората провеждат дадената дейност за собствено удоволствие и удовлетворение, което се подкрепя от задоволяването на три основни психологически потребности – компетентност, самостоятелност и свързаност. За създаване на здравословен хранителен навик у децата вътрешната мотивация може да бъде „ям този зеленчук, защото харесвам вкуса му и това ми носи удоволствие“. Външната мотивация е продиктувана от страничен обект и желаният резултат е извън кръга на самата дейност. Тя може да е свързана с пасивна отстъпчивост, например „ям този зеленчук, защото иначе майка ми ще се ядоса“, или с активна лична ангажираност, например „ям този зеленчук, защото е полезен за мен“. По-висока степен на интегриране на свързаните с поведението ценности се открива в по-самостоятелната външна мотивация, т.е. активната лична ангажираност, която е свързана с по-голям положителен ефект върху поведението. Доказано е, че социалната среда, която предоставя компетентност, самостоятелност и свързаност, също може да улесни интегрирането на външната мотивация сред децата (30).

От десетилетия насам се изпробват методи за промяна в поведението, които да комбинират в себе си вътрешната и различните видове външна мотивация. В последните години за целта се използват и игри. Добре разработените игри могат успешно да ангажират и мотивират играчите, задоволявайки основните им психологически потребности (30).

Поведението на децата може да се формира или променя чрез индивидуални, групови и обществени методи. Груповите методи могат да се прилагат успешно в предучилищната и училищната обстановка. Методите за обучение в детски градини и училища включват лекции, аудио-визуални представяния, демонстрация на методи за по-добри орални грижи. Денталният лекар полага усилия за обучение и мотивация, но времето за това е ограничено, тъй като всеки отделен етап изисква допълнително посещение. Родителите са ежедневно с детето си и биха били най-полезни за обучение и мотивация за поддържане на оралното здраве. Много често обаче самите те имат недостатъчни познания и неправилни навици, което прави невъзможно постигането на успех. За целта е необходимо или предварително обучение и мотивация на родителите до създаване на правилни навици, или успоредно въздействие върху родители и деца. Много малка част от усилията са насочени към индивидуална форма за промяна на здравното поведение чрез самото дете. Това е възможно единствено чрез игрите.

Децата притежават удивителен естествен потенциал за придобиване на нови знания. Отвъд по-очевидните области като езиковото развитие и развитието на двигателните умения, те имат и изключителни изобретателност и въображение, които им помагат да създават нови идеи и възможности в съзнанието си. Игрите засилват и надграждат този потенциал (14).

Игрите съществуват не само при човека, но и при много други представители на животинското царство, или по-конкретно – сред бозайниците. Експерименти, в които различни видове животни (плъхове и други бозайници) са отглеждани в условия, непозволяващи им игри, доказват, че играта не е просто „бонус“, развлечение или начин за запълване на свободното време. Тя има ключова роля за здравословното и пълноценно развитие на индивида (14).

Въпреки че играта е естествено съществуваща, при човека тя трябва да бъде направлявана от околната среда. Доклад на Американската педиатрична академия подчертава необходимостта и важността на играта за насърчаване на здравословното детско развитие. Независимо дали играта е свободна, или направлявана, оптималното научаване чрез нея се получава, когато дейността се приема като носеща

радост, когато децата намират смисъл в нея, когато играта включва активно мислене, разсъждения, експерименти, тестване на хипотези и социално взаимодействие (най-мощният стимул за човека са другите хора). Ученето чрез игра трябва да бъде съобразено с досегашния опит на детето. Излагането на абстрактни за него понятия би довело до повърхностно и краткотрайно запаметяване на информацията, но няма да насърчи по-дълбокото и гъвкаво учене, към което се стремим (14).

За детска възраст игрите са формата за запознаване и адаптиране към света. Посредством тях децата изучават заобикалящия ги свят. Играта помага за социалното, емоционалното, когнитивното и физическото благополучие на децата още в ранна възраст. Чрез нея те стават гъвкави и адаптивни, учат се да си сътрудничат, да преодоляват предизвикателства, да се договарят помежду си и да градят връзки с връстниците си. Играта дава възможност на децата да бъдат изобретателни. Те използват фантазията си още от ранна възраст, градят въображаеми образи и светове, в които те са господари. Игрите помагат на децата да побеждават страховете си. По време на игра те изпълняват различни роли, понякога на възрастни хора. Ставайки господари в собствения си измислен свят, те добиват нови умения, които водят до повишаване на увереността и адаптивността им при сблъсък с бъдещи предизвикателства (19). Игрите са един от най-достъпните и приятни начини за обучение в детска възраст. Ученето се дефинира като доживотен процес на достъп до информация, нейното тълкуване и оценка, с последваща трансформация на информацията до знания, умения и ценности (26). При децата от предучилищна възраст това става чрез игрите, а до голяма степен и в началната училищна възраст. Ето защо игрите са изключително подходящи за повлияване и на орално здравните навици.

Играта се дефинира като дейност или състезание с цел, включваща правила, в които един или повече хора се забавляват (6). Според друго определение тя е физическа или умствена надпревара, в която има поставена цел. Piaget (1962) описва играта като чисто асимилативно поведение – тоест като приложението на стари схеми към нови обекти. Това определение е непълно, тъй като изключва решаването на проблеми, наличието на познавателни и стимулиращи растежа функции на играта.

По време на играта се спазват определени рамки или правила, които определят кои действия са позволени или забранени на играчите (12). Според Klopfer, Osterweil и Salen (2009) игрите се отнасят до структурирано и организирано забавление. За разлика от свободното забавление, играта обикновено е състезание на умствени или физически способности и силни страни, изискващо играчът да

спазва специфичен набор от правила за постигане на цел (Hogle, 1996). В хода на играта участниците се сблъскват с пречки и предизвикателства, които пораждаат положителен вид стрес, наречен еустрес. Той е полезен, защото поражда мотивация и желание за успех. Освен това, когато ученето е забавно, е по-ефективно (Lepper, Cordova, 1992).

За игрите няма една единствена дефиниция. Според критерия на Vygovsky (1976, 1978) играта се определя от наличието на въображаема ситуация, при която децата видоизменят значението на предметите и действията, за да им придадат нов смисъл. Например, когато децата играят на пирати, те създават въображаема ситуация, в която играчите се държат „като че ли“ са пирати, плаващи на кораби, намират заровено съкровище и др. В тези въображаеми ситуации има правила за това какво означава да бъдеш пират и как да се държиш като такъв (7).

Elkonin (2005) твърди, че дори в измислени ситуации децата се стремят да разберат правилата и ролите, съществуващи в реалния свят. Например, когато играят на чаено парти, децата се стараят да се доближават до реалността, държат се „като че ли“, наистина са на такова събиране, поемат ролята на сервиране или обслужване на другите, както може да се очаква от етикета на едно чаено парти. Elkonin (2005) твърди, че децата взимат темите си за игра преди всичко от реалността и така успяват да разберат по-добре света, в който живеят. Това е в пряко противоречие с теорията за играта, която предполага, че децата влизат във фантастичен свят, когато играят, напълно отдалечени от реалността (7).

В зависимост от опита, който децата притежават, игрите търпят развитие – има промяна в правилата. Колкото по-неопитни са децата, толкова по-строго разпределение на ролите и правилата има в техните игри при създаването на въображаеми светове. Когато придобият повече опит в изграждането на ситуации, правилата се усложняват и децата започват да видоизменят въображаемата обстановка, като влагането на техни разсъждения в хода на играта става доминиращо. Твърди се, че това развитие настъпва, когато децата отделят повече време за обсъждане на „сценария“ на – правила, роли, случки, отколкото на самото им изиграване (7).

Ако в игрите се включат елементи от здравното обучение и компоненти за промяна в поведението (например в хранителните навици, оралната хигиена), то това би довело до създаване на социална среда, която насърчава вътрешната мотивация и улеснява интегрирането на външната мотивация за положителна промяна в поведението. Подходите за промяна в поведението, базирани на игри, са две основни групи – игрификация и сериозни игри.

Игрификацията се определя като „използване на игрови елементи в неигрови контексти“. Такъв пример е включването на точкуване, класации, нива и други характеристики, присъщи за игрите, в приложения за фитнес и здраве. Сериозните игри се определят като игри, използвани не само с цел забавление, но и за обучение, придобиване на нови знания и умения. Привличането на вниманието на децата чрез забавния аспект на игрите позволява по-лесно да се възприемат сериозните послания за здравето (30).

Има някои предимства в прилагането на подходи за обучение, базирани на игри, в сравнение с конвенционалните методи. Първо, те предлагат възможност за достигане на информацията до голям брой хора, който не може да бъде постигнат при традиционните методи. Освен това игрите, особено онлайн видеоигрите, предлагат гъвкавост по отношение на местоположението и времето за игра, без да възпрепятстват предоставянето на информацията до голям брой участници едновременно (30).

Игрите са част от човешкото съществуване още от дълбока древност. Използвани са различни видове игри (ролеви и ситуационни) за моделиране на поведението в предучилищна възраст и подобряване на детското орално здраве. Примери за ролеви игри са „Семейство“, „Дете зъболекар“, „Да изпитаме учителя“, „Да победим учителя“, „Хранене за здрави зъби“ и др. Целта им е чрез актьорството децата да се активизират и насърчават за размишление, включват се чувствата им, което във всички участници оставя силно и продължително влияние. От друга страна, в съзнанието остават да се съхраняват много подробности, които действат по-късно като траен мотив. Пример за ситуационна игра е „Putzmunter“ на Dr. Matthias Lehr (1).

В съвремението съществуват много повече възможности и във връзка с технологичното развитие се появяват и компютърните игри, които са част от живота на децата. Като видеоигра се дефинира интерактивна игра, която включва визуални (често и звукови) компоненти и се изпълнява на различни цифрови устройства (6). Това е всяка игра, играна на електронно устройство. Обхваща се широк спектър от игри, изпълнявани на машини с жетони, на специални конзоли (Nintendo, Sony PlayStation, Microsoft Xbox) и компютърни игри в Интернет (12).

Фантазията е основен елемент на детските игри. Тя е продукт на мозъчната дейност. Мозъкът не само поддържа и възпроизвежда нашия предишен опит, но и творчески съчетава елементи от предходния опит с нови ситуации и поведение. Ако човешката дейност беше ограничена само до репродукция на стари преживявания, адаптацията

към нови такива щеше да е затруднена. Творческата дейност на мозъка прави именно това – подготвя ни за бъдещето, създава го, променя възгледите за настоящето. Именно тази комбинативна способност на нашия мозък се нарича въображение или фантазия (28).

Има изследвания, които показват, че фантазията започва да се развива бурно още на четиригодишна възраст. Още в тази възраст децата изявяват творчески процеси, които се наблюдават в тяхната игра. До голяма степен в играта си те възпроизвеждат видяното и чуто, наподобявайки „ехо“. Невинаги обаче възпроизведеното в играта отговаря точно на случилото се в действителност. Играта на детето не е само спомен от минало преживяване, а е творческа преработка, която съчетава впечатления и конструира нови реалности, отговарящи на нуждите на детето (28).

За да се разбере психологическият механизъм на въображението и свързаната с него творческа дейност, трябва да се разгледа връзката между фантазията и реалността в човешкото поведение. Въображението не е безполезна игра на мозъка, то е необходима жизнена функция. Първата връзка между реалността и фантазията се състои в това, че всяко творение на въображението произтича от елементи, заимствани от реално случващото се и поддържани в предишния опит на човека.

До тригодишна възраст поведението на децата е свързано главно с наблюдение на околните, развитие на сензомоторните функции и постепенна поява и развитие на говорната функция. Изследователите на поведението в предучилищна възраст не откриват ясна разлика между игрите и фантазиите в тази възраст и често ги използват като взаимнозаменяеми понятия (e.g., Bach, 1948; Griffiths, 1935; Markey, 1935). Това твърдение е спорно. Според някои учени фантазията се разглежда като предхождащ процес, водещ постепенно до двигателна изява в игра. Тази позиция е подкрепена в ранната психоаналитична теория (Rapaport, 1951). Според Waelder (1932) играта е „фантазия, изтъкана от истински обект“. Piaget определя играта предимно като асимилативна дейност, а фантазията като вътрешна игра, следователно според него творческата мозъчна дейност структурно наподобява детска игра. Piaget (1962) очертава промяна във формите на игра от раждането до пубертета. През този период играта от индивидуална се превръща в по-социализирана. След четвъртата година символиката ѝ става по-близка до реалността и играта става в по-малка степен „въображаема“. Започват да се използват игри, в които се спазват правила. Piaget описва три етапа в развитието на игрите. Първият етап (между 1 и 3 години) включва сензомоторно развитие, игри на подражание и на възприемане на

чужда идентичност, наченки на сложни последователности и комбинации от действия. Последователностите могат да представляват осъществяване на желания, промяна в емоциите, отказ от неприятни реалности. В края на етапа тези наченки се превръщат в път към адаптивното решаване на проблеми. Между 2 и 3 години някои деца успяват да създадат описания на събития, които не са резултат на стимулация от непосредствени събития. Има данни, които сочат, че децата между 3 и 5 години са способни на словесно въображаемо поведение. В този период започва развитието на въображението и се потвърждава наблюдението на Piaget за пик на фантазията около четвъртата година. Вторият етап (между 4 и 7 години) се характеризира със спазване и подреденост на игрални последователности, все по-точно имитиране на реалността и съществуване на добре дефинирани социални роли. Третият етап според Piaget (8–12 години) се характеризира с намаляване на фантастичните елементи, развитие на игри с по-сложни правила, с по-малко изкривяване на реалността и свързани с адаптивно поведение (15). В прехода от предучилищна възраст към юношество играта се видоизменя от сензомоторна и подражателна към игра с екипни дейности и сложни взаимоотношения (Mitchell and Mason, 1934).

Това, че игрите са толкова съществена част от живота на детето, че му помагат да опознава света, да гради личността и навиците си, би могло да бъде използвано в профилактиката на оралните заболявания. Детската възраст е етапът от човешкия живот, в който става изграждането на най-стабилни навици, запазвани в дългосрочен план. Оралните заболявания са мултифакторни поведенчески заболявания, което предполага, че моделирането на поведението, обучението в правилни хранителни и хигиенни навици би могло да бъде изключително ефективно чрез приложението на игри. Това от своя страна ще намали разпространението на зъбния кариес в изключително рисковата детска възраст. Възпитаването на правилни навици при децата е основополагащо за поддържане на оралното здраве през целия живот на индивида.

Днешните деца и юноши широко използват дигитални устройства, като голяма част от така прекараното им време преминава, играейки видеоигри. Средностатистически, децата на възраст 8–10 години прекарват по 65 минути на ден, играейки видеоигри, децата между 10 и 14 години – по 52 минути на ден, а юношите на възраст между 15 и 18 години – по 33 минути на ден. Така игрите достигат до широка, разнообразна аудитория от хора, като се предполага, че те могат да привлекат и задържат продължително вниманието им (24). Това се явява ключов момент за ефективното постигане на промяна в поведението (5).

Компютърните игри стимулират ученето чрез визуализиране, експериментиране и творчество в играта (Betz, 1995) и често в тях се включват проблеми, които спомагат за развиването на критично мислене. То се дефинира като анализ и оценка на информацията, и определяне на логичните стъпки, които водят до конкретни заключения (Huntington, 1984).

Компютърните игри представляват вариант на мултимедийно обучение, тъй като включват едновременно думи (в писмена или говорима форма) и картини (графики, анимации, видео). Ученето чрез мултимедийни сценарии се уповава на три основни принципа:

1. Принципът на двойните канали, според който хората имат отделни канали за обработката на визуални и словесни материали.

2. Принципът на ограничения капацитет, според който хората могат наведнъж да обработват малко материали в различните канали (визуални, словесни)

3. Принцип на активна обработка, според който дълбокото научаване се случва, когато хората участват в активна когнитивна обработка по време на обучението. Този активен процес включва получаването на новата информация и нейния подбор, мисленото ѝ систематизиране в логична последователност (организиране) и свързването на новопостъпилата информация със съответни знания, активирани от дългосрочната памет (интегриране).

Думите и образите, предоставени чрез игра на екрана на смартфон, таблет или настолен компютър, навлизат във визуалната сетивна памет чрез очите и в слуховата памет чрез ушите. При подбора част от информацията избледнява, а друга част от нея се прехвърля в работната памет на учения. В нея той създава картинни и словесни модели (организиране на информацията), които свързва със съответни предварителни знания, активирани от дългосрочната памет (интегриране). Получените по този начин нови знания се вписват в дългосрочната памет за съхранение (3).

Играйки образователна компютърна игра, хората могат да разпределят ограничения си капацитет между три вида когнитивна обработка: (а) Чужда обработка – когнитивна обработка, която не служи на учебната цел и е причинена от лош учебен дизайн (например, когато играта има много разсейващи характеристики), (б) основна обработка – необходима е за мисленото представяне на информацията и е обвързана със сложността на материята, която трябва да бъде научена, и (с) генеративна обработка – когнитивна обработка, целяща осмислянето на материала, причинена е от мотивацията на играча да полага усилия. Дизайнът на образователните компютърни игри трябва да бъде

такъв, че да сведе до минимум чуждата обработка, да насочва основната обработка и да насърчава генеративната (3).

Образователната игра е мотивираща до степен, в която хората избират да я играят, упорито я играят и полагат усилия да се усъвършенстват в нея. Има пет класа теории, които допринасят за обясняване на мотивационната сила на игрите:

1. Теории за интереси и ценности – хората полагат усилия да учат, когато имат интерес и откриват лично значение в учебната задача или материали.

2. Теории за самоефективност – хората полагат усилия да се учат, когато вярват, че техните усилия ще доведат до успех.

3. Теория за ориентация към целта – хората полагат усилия да учат, когато целта им е да овладеят учебната задача или материал до съвършенство.

4. Теории за самоопределение и присъща мотивация – хората полагат усилия да учат, когато усетят контрол над учебната задача и когато се чувстват наградени за положения труд.

5. Теории за социална реплика и въздействие – хората полагат усилия, когато изпитват социално партньорство (3).

Съществуват различни видове компютърни игри – приключенски, стратегически, игри с имитации, ролеви и други. Учените, занимаващи се с образователни игри, се концентрират върху два типа – приключенски и игри с имитации (Quinn, 1994; Roberts, 1976; Ju and Wagner, 1997). Quinn подкрепя мнението, че приключенските игри създават най-добрата основа за развитието на обучението. Играта задоволява нуждите от самоуправление и контрол на играчите (25). За да победят в нея, те трябва да използват информация, която получават, справяйки се в света на видеоиграта, като по този начин придобиват важни знания (27). Това поражда възникването на жанра на „сериозните видеоигри“ – игри, свързани с придобиване на познания. Те използват ролева игра, базирана на история, за да преподават, упражняват и променят познанията, представите и поведението на играчите (10). Създадени са да забавляват играчите, като междувременно ги обучават, упражняват или служат за промяна в поведението им (4). Определят се като „образование чрез забавление“ (9). За разлика от класическите учебни среди, в които преподавателят има контрол над процеса на обучение (фокусът е върху него), „сериозните игри“ предоставят различен подход, при който в центъра стои учащият. Той активно участва и контролира учебния процес (16).

Съществува класификация на спектъра на игрите, предложена от Qin et al. В единия му край се намират игрите, създадени за упражняване на умения, при които е необходим максимален реализъм. Тези симулатори целят преповтаряне на ситуации

от живота. В противоположния край са игрите, разработени за развлечение, които имат напълно въображаеми сюжети. По средата на спектъра са „сериозните игри“ и симулационните игри. „Сериозните игри“ не са разработени с цел забавление, а с цел развитие на определени умения. Те съчетават доза реализъм с елементи на забавление (13).

Употребата на видеоигри е по-слабо застъпен метод за превенция на оралното здраве спрямо класическите методи. Струва си да бъде разглеждан и проучван, защото тези игри вероятно имат голям потенциал. Съществуват доказателства, че те имат някои предимства спрямо други от методите за обучение в орално здраве. Ангажират множество от сетивата едновременно, пробуждат вече съществуващи знания, осигуряват на момента обратна връзка с играча. Участниците получават познания, чрез активното си участие в разрешаването на проблемни ситуации. Видеоигрите създават социална среда, която включва общности от играчи (20).

Има два основни механизма, чрез които видеоигрите могат да повлияят на поведението. Първият включва използването на похвати за промяна в поведението (например постигането на цели) в процеса на играене на играта. Вторият включва използването на история и вмъкване на концепции за промяна в поведението в историята (6). Историите представляват разкази на поредица от събития. Те се случват в определен момент на определено място и имат герои. Обичайно един от героите се нарича главен и поема водеща роля в историята. Често главният герой преживява вътрешни или външни конфликти. Героите, които се противопоставят на главния, се наричат антагонисти. Борбата между тях представлява конфликт. Конфликтът е фактор за осъществяването на мотивацията, заложен в сюжета на играта (18). Обичайно играчите проявяват съпричастност към главния герой. Историята оказва ефект върху тях, когато героят променя характеристиките си в хода на играта например от малодушие към смелост, от предателство към лоялност. Така участниците получават урок, който може да бъде научен, докато играят играта. Начинът, по който главният герой в играта преодолява поставените пред него бариери и разрешава конфликтите, може да служи като метод за моделиране на поведението на играещия. Така ефектът от историята може да бъде засилен, когато в нея се засягат въпроси, свързани с промяна в поведението, а урокът, който трябва да се извлече, насърчава тази промяна в положителна посока (6). За разлика от филмите например, във видеоигрите развитието на историята зависи от действията на участниците в тях. Винаги съществуват няколко изхода от играта – минимум два (победа или загуба),

както и множество възможни начини за достигане до края на играта (6).

За да бъде една игра интригуваща, трябва да има заложен цел, чийто резултат е несигурен. Компютърът непрекъснато дава информация на играчите, която е съществена за постигането на целта. Игри, които нямат конкретни цели или имат прекалено лесно постижими такива, не са толкова увлекателни за участниците. Играчите трябва да получават обратна връзка, за да знаят колко добре са се справили (17).

Прякото участие на играчите в сюжетните ситуации и поемането на контрол над случващото се, са ключови аспекти във видеоигрите. Подобно на истинския живот, участниците учат чрез планиране, взимане на решения от първо лице и съставяне на причинно-следствени връзки. Това увеличава персоналната роля на играчите в крайния резултат от играта. Тя може да бъде конструирана така, че играчите да получават обратна връзка, относно направените от тях избори в хода на играта (6).

Видеоигрите могат да привлекат и да погълнат цялото внимание на играча, сякаш той става част от играта. Това представлява така нареченото „потопяне“. Играчите се увлечени емоционално от сюжета и той оказва силно влияние върху тях. Счита се, че „потопянето“ е компонент на вътрешната мотивация (6).

Видеоигрите са завладяващи за човешкото съзнание, тъй като комбинират в себе си следните елементи: те са форма на забавление, имат правила, цели и резултати, чрез тях се получава обратна връзка за постигнатото, съдържат представяне и история, получава се взаимодействие между играта и играещия, в тях може да има конфликт / съперничество / предизвикателство / опозиция, а в края им да бъде постигната победа и получена награда. Някоя друга форма на обучение не съдържа в себе си всички тези елементи. Сред предимствата на компютърните игри са, че са забавни и често обучаваният придобива нови знания без да осъзнава, че учи, информацията по-лесно се запамятава, защото в обработката ѝ са включени няколко сетива (зрение, слух). При обучението чрез компютърни игри човек сам подбира момента от деня, в който да учи, а игрите предоставят възможност за по-добра адаптация към темпото и индивидуалните способности за възприемане на новостите. Те са форма на интерактивно преподаване и са по-илюстративни от традиционните методи. Позволяват напредъкът да бъде проследяван и контролиран непрекъснато чрез обратна връзка. Освен това чрез видеоигрите могат да се предоставят практически примери за определени правила и концепции, които без тяхна помощ трудно биха могли да бъдат илюстрирани (29).

Игрите се използват основно за развлечение или забавление, но думата „забавление“ не е ясно дефинирана и разбрана. В проучване са включени шест фактора, определящи за забавлението във видеоигрите, като оригиналност, интригуващо представяне, интерактивност, подлагане на предизвикателства в играта, усещане за контрол и възнаграждение (11). Друг аспект на видеоигрите, който е приятен за децата, е проявата на фантазия (например измислени герои, виртуални светове) (22). Фантазията, дефинирана като активна употреба на въображението, е основен източник на вътрешна мотивация сред младежта. Съществуват данни, че фантазията достига пик между късната юношеска и ранната зряла възраст. При анализ на текстови материали, използвани за обучение в правилни хранителни навици, се установява, че фантазията е елемент в 16 от общо 30 текста. Тези, в които тя фигурира, се определят като по-градивни и забавни, спрямо тези, в които липсва. Фантазията се включва и като компонент на видеоигрите. Те предоставят разнообразни сюжети, в които участниците обитават въображаеми светове и общуват с невероятни герои. Въображаемите и приключенските сюжети се ситуират по-сполучливо в света на видеоигрите, отколкото тези, отразяващи реалния живот (15).

Според теорията за самоопределянето (TSD) вътрешната мотивация, т.е. извършването на нещо, защото сам го желаеш, е предиктор за първоначално и запазващо се във времето изпълнение на даден поведенчески елемент. „Забавлението“ и усъвършенстването са аспекти на вътрешната мотивация (25). Теорията осигурява основата за насърчаване на промяната в поведението. Цялостният модел на обучение за промяна на поведението при видеоигрите се основава на социално-когнитивната теория (СКТ) и вероятностния модел и включва следните стъпки: внимание, запаметяване, възпроизвеждане и мотивация. Според вероятностния модел привличането и задържането на човешкото внимание представляват първата стъпка към въвличането на човек в процеса на обработване на информацията по такъв начин, че това да доведе до промяна в поведението (21). Според СКТ промяната в поведението е функция на усъвършенствани умения и увереност при прилагането на новото поведение. Моделирането и обратната връзка са ключови за уменията за научаване (5).

Процедурите за самоконтрол, като поставяне на цели, мобилизират хората и насочват вниманието им към извършването на конкретни промени (8).

Игрите включват елемент на забавление и на вътрешна мотивация. Чрез засилване на мотивацията, те подсилват промяната в поведението (25).

За да използват възможностите на видеоигрите да предизвикват промяна в поведението, педагозите трябва да работят в екип със специалисти, които могат да създават увлекателни сюжети, притежават знания и умения за създаването на дизайн и програмирането на играта. Човешките емоции имат силна връзка с паметта. Въмъкнатите в игрите истории имат роля да провокират емоции – положителни или негативни. Механизмите, по които те повлияват поведението и промените в него, не са напълно известни. Съществува необходимост от създаването на литература относно начините, по които сюжетите и историите в рамките на играта предизвикват емоции, които от своя страна водят до повишаване на вниманието и запаметяването на послания, усилващи (или потискащи) промените в поведението (6).

До момента са разработени разнообразни компютърни игри за подобряване на детското орално здраве. Сред тях е играта „Molarcropolis“, в която участниците се включват в антагонистичната роля на кариесогенни микроорганизми. Друга игра, която е свързана с подобряване на хранителните навици в детска възраст, е играта „Barney’s healthy foods“ („Здравословните храни на Барни“). Тя е оценена чрез произволно контролирано тестване (RCT), проведено при деца на възраст между 4 и 7 години в две начални училища в Шотландия. Резултатите сочат подобряване на способностите за разпознаване на здравословните храни (23). През 2018 година е приложена уеб базирана игра „Змия стълба“ за подобряване на оралното здраве на деца в основните училища в Индонезия.

Заклучение

На базата на прегледа на научната литература относно възможността за изграждане на правилно и промяна на неправилно оралноздравно поведение у деца беше оформена следната научна хипотеза:

Мобилните игри, насочени към правилно оралноздравно поведение са добре приети от децата в предучилищна и ранна училищна възраст и са в състояние да помогнат за изграждане на правилни превантивни навици за избягване на развитието на зъбния кариес.

Библиография

1. Бакърджиев Петър Петков, Промоция на орално здраве за деца в предучилищна възраст [дисертация], София 2017 г.

2. Профилактика на оралните заболявания, изд. Изток-Запад 2009 г., под редакцията на М. Пенева 207 стр.
3. Annual Review of Psychology Computer Games in Education Richard E. Mayer Department of Psychological and Brain Sciences, University of California, Santa Barbara, California 93106, USA p. 531–549
4. B. Stokes, „Video games have changed: time to consider, serious games“, The Development Education Journal, vol. 11, no 108, 2005.
5. Bandura A. Social Foundations for thought and action: a social cognitive theory. Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall, 1986.
6. Baranowski T., Burday R., FAIA, Thompson D., Baranowski J., Playing for Real, Video Games and Stories for Health-Related Behavior Change, American Journal of Preventive Medicine 2008 Jan; 34 (1):74–82.
7. Colliver, Y., & Fleer, M. (2016). „I already know what I learned“: young children’s perspectives on learning through play. Early Child Development and Care, 186 (10), 1559–1570
8. Cullen KW, Baranowski T, Smith SP. Goal setting for dietary behavior change. J Am Diet Assoc 2001 May; 101 (5): 562–6.
9. D. Michael and S. Chen, Serious Games: Games That Educate, Train and Inform, Thompson, Boston, Mass, USA, 2006.
10. Garris R, Ahlers R, Driskell J, Games, motivation and learning: a research and practice model, Simulation and Gaming 2002 33 (4): 441–467
11. Hsu S., Lee F. Wu M. Designing action games for appealing to buyers, Cyperpsychol Behav, 2005 Dec; 8 (6): 585–91.
12. Huizinga J. Homo ladens: a study of the play element in culture. New York: J & J Harper, 1970.
13. J. Qin at al „Learning blood management in orthopedic surgery through gameplay IEEE Computer Graphics.
14. Jennifer M. Zosh, Emily J. Hopkins, Hanne Jensen, Claire Liu, Dave Neale, Kathy Hirsh-Pasek, S. Lynne Solis and David Whitebread November 2017, White paper Learning through play: a review of the evidence.
15. Klinger, E. (1969). Development of imaginative behavior: Implications of play for a theory of fantasy. Psychological Bulletin, 72 (4), 277–298
16. L.T. De Paolis, „Serious game for laparoscopic suturing training“, Italy, July 2012.
17. Malone, T. W. (1982). Heuristics for designing enjoyable user interfaces.
18. Mc Kee R. Story, substance, structure, style and the principals of screen writing, NY: Harper Collins, 1997.
19. Milteer, R. M., Ginsburg, K. R., & Mulligan, D. A. (2011). The Importance of Play in Promoting Healthy Child Development and Maintaining Strong Parent-Child Bond: Focus on Children in Poverty, PEDIATRICS.
20. Oblinger DG. The next generation of educational engagement. J Interact Media Educ. 2004; 8.
21. Petty RE, Cacioppo JT. Communication and persuasion: central and peripheral routes to attitude change. NY: Springer, 1986.
22. Prensky m. Computer Games and learning: digital game-based learning. In: Raessens J. Goldstein J., eds. Handbook of computer games studies, Cambridge.
23. Rice C, Hosey MT, Interactive oral health education: a randomized control trail, EAPD, 2008 1–9.
24. Roberts D, Foehr U, Rideout V, Generation M: media in the lives of 8–18 year olds. Kaiser Family Foundation Study, 2005.
25. Ryan R., Rigby C. Przybylski A, The motivational pull of videogames: a self determination theory approach, 2006.
26. Shute, V. J., & Ke, F. (2012). Games, Learning, and Assessment. Assessment in Game-Based Learning, 43–58.
27. Vilozni D, Barker M, Jellouscheck H, Heimann G, Blau H. Am J Respir Crit Care Med 2001.
28. Vygotsky, L. S. (1990). Imagination and Creativity in Childhood. Soviet Psychology, 28 (1), 84–96.
29. WCLTA 2013 Using Of Computer Games In Supporting Education Monika Simkova a University of Hradec Kralove, Rokitanskeho 62, 50003 Hradec Kralove, Czech Republic (2014), p. 1224–1227.
30. Yue Chow, C., Rizki Riantiningtyas, R., Bojer Kanstrup, M., Papavasileiou, M., Gie Liem, D., & Olsen, A. (2019). Can games change children’s eating behaviour? A review of gamification and serious games. Food Quality and Preference, 2019, 328–350

Постъпила – 25.11.2021

Приета за печат – 23.03.2022

Адрес за кореспонденция:

д-р Здравка Янева

Катедра Детска дентална медицина

Факултет по Дентална медицина, МУ-София

e-mail: z.yaneva@fdm.mu-sofia.bg

Address for correspondence:

Zdravka Yaneva, DMD

Department of Pediatric dental medicine

Faculty of Dental Medicine, MU-Sofia

e-mail: z.yaneva@fdm.mu-sofia.bg

С-ОБРАЗНА КОРЕНО-КАНАЛНА СИСТЕМА ПРИ ДОЛНИТЕ МОЛАРИ. ЧАСТ I: МОРФОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАСИФИКАЦИЯ

Я. Кузманова DMD, PhD*

C-SHAPED ROOT CANAL SYSTEM IN MANDIBULAR MOLARS. PART I: MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND CLASSIFICATION

Y. Kouzmanova DMD, PhD*

Резюме: С-образната корено-канална система е аберация в нормалната ендодонтска анатомия, чийто основен анатомичен белег е наличието на бразда под форма на буквата С, която свързва отделните орифициуми и канали. Тя е характерна най-вече за долните втори молари, но може да бъде открита и при останалите молари. Макар и рядко, може да се изяви и при долните премолари, и като казуистика – при инцизивите. С-образният канал е предизвикателство за клинициста при ендодонтското лечение на аномалията. Целта на тази част от литературния обзор е да представи морфологичната характеристика на тази необичайна анатомична вариация при долните молари и нейната класификация.

Ключови думи: С-образна корено-канална система, долни молари

Summary. The C-shaped root canal system is an aberration of normal endodontic anatomy whereby the main anatomic feature is the presence of a fin or web connecting the individual root canals that resembles the capital letter 'C'. It is most commonly found in mandibular second molars but it can also be detected in other molars. Although rare it may occur in mandibular premolars and as casuistry – in incisors. The C-shaped canals are a challenge to the clinician during endodontic treatment of the anomaly. The aim of this part of the literature review is to present morphological characteristics of this unusual root canal variation in mandibular molars and its classifications.

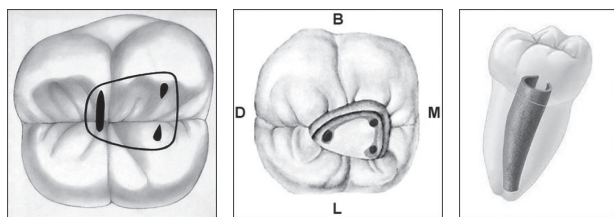
Key words: C-shaped root canal system, mandibular molars

Увод

Доброто познаване на ендодонтската анатомия в норма и изключения е един от ключовите фактори за успеха на всяко едно ендодонтско лечение (1, 2, 3). Механичната и химична обработка, както и бактериалната деконтаминация на кореновите канали при по-редките морфологични феномени твърде често остават непълни, дори при прилагане на всички съвременни методи и средства за тяхното разширение и иригация (28, 48, 57). При сложните корено-канални системи се наблюдават по-висок процент технически грешки, постоперативни усложнения и неуспех (27).

По-рядко срещаните отклонения от стандартната анатомия на зъбите се определят като аномалии, вариации, аберации или дисморфизъм. Те могат да се изразяват в мултипликация или редукция в броя на структурите – корени и канали (4). Една от основните ендодонтски морфологични аберации е С-образната корено-канална система (фиг. 1). Тя е характерна главно за долните втори молари (M2 inf), но може да се срещне и при останалите долни и горни молари (12, 18, 37, 45, 51 и др.). Макар и рядко, тази вариация може да се изяви и при долните премолари (9, 21). Като изключително рядка казуистика е намерена и при горните първи премолари (11), горните инцизиви (5, 25, 29) и долните

* Гл. асистент, катедра „Консервативно зъболечение“, ФДМ, МУ–София.



Фиг. 1. Нормална анатомия при M2 inf и С-образна конфигурация на пулпната камера и канала

централни инцизиви (32). Има спекулация при цитиране относно такава находка и при долните латерали (38), но по-скоро става дума за рядък случай на dens invaginatus (14).

Исторически аспекти и терминология

За пръв път терминът „С-образен канал“ (C-shaped canal) е въведен от Cooke и Сохе през 1979 г. при представяне на 3 случая на ендодонтско лечение при долните втори молари с изява на този феномен (17). Дълго време те са считани за първооткриватели на аномалията. Оттогава до сега са извършени многобройни изследвания на морфологията и епидемиологията ѝ. Едва през 2014 г. обаче, след появата на един знаков обзор на литературата на Kato и кол., смесен японско-немски екип, в който са цитирани някои рядко споменавани и дори неизвестни дотогава статии, става ясно, че тази особена вариация е описана много по-отдавна (38).

В исторически аспект явлението „С“ е познато още от 18 век (Malpighi 1743, Hunter 1778 и др. по 30, 45). Keith и Knowles обаче са пионерите, които са публикували в началото на 20 век (1911, 1913) съобщения за находка на такава аномалия при долни втори молари на неандерталец, датирани от късния Плейстоцен, характеризиращи се с къси и масивни слети корени, различни от тези при съвременния човек. Те ѝ дават името „тауродонтизъм“, в знак на сходството ѝ със зъбите на тревопасните преживни животни (taurus – бик). В техните уникални научни доклади присъства описание на морфологията на типичния С-корен с наличието на лингвална бразда, придружено от схематична рисунка на характерното му „подковообразно“ напречно сечение. Те споделят мнението, че неандерталците са изчезнал колатерален клон в еволюцията на хоминидите, без пряка връзка със съвременния човек (39, 40). Съществува обаче и хипотеза, според която те се

считат за предшественици на монголоидната раса (по 44).

Този вид аномален корен при M2 inf е бил анализиран в детайли за пръв път през 1941 г. от Nakayama в Япония на база напречни срезове. Той го определя като „улейвиден корен“ (gutter-shaped), като го регистрира в 28,9% при екстрахирани зъби на идентифицируеми пациенти и в 31,7% при неидентифицируеми. Nakayama и Toda въвеждат и термина „улейвиден коренов канал“, като обръщат внимание на морфологията му и свързаните с нея трудности при ендодонтското му лечение, с акцент върху опасността от перфорация. Те публикуват и първата рентгенова снимка и схема на прекъснат С-канал (по 38).

През 1949 г. Pederson съобщава за такава находка при изследване на съзъбието на ескимосите от Източна Гренландия. Tratman (1950) също констатира, че аномалия се среща по-често при азиатците и я определя като „редукция под форма на подкова“ (horse-shoe reduction form) (по 38, 44). Едва 30 г. по-късно се появява общоприетият вече термин „С-образен канал“ в знаменателната статия на Cooke и Сох (17).

В интервала 1970–2010 г. в Япония са публикувани поредица от статии – на Iwakura 1972, Fukuya 1976, Kotoku 1985, Takahashi и кол. 1989 и 1991, Shimizu 1999, Matsune 2000, Tashima и кол. 2010 (по 38). От ключово значение обаче са фундаменталните трудове на Fan B. и кол. (2004–2009) (18–20, 22, 23, 26, 47 и др.) в Китай, които придобиват широк отзвук и дават мощен тласък на изследванията на морфологията и демографското разпространение на С-канала по цял свят през последните две десетилетия (8, 10, 12, 24, 37, 38, 42, 51, 54 и др.).

В съвременната литература при описание на формата на С-образния орифициум и канал се срещат и определенията „лентовиден“ (ribbon-shaped) (33, 56), „ветрилообразен“ (fan-shaped) (46), „сърповиден“ (crescent-shaped) (35) и „полулунен“ (semilunar) (21), за пода на пулпната камера – подобен на „полуостров“ („peninsula-like“ floor) (47), а за напречното сечение на корена – „подковообразно“ („horse-shoe“ form) (Tratman по 38). В наши дни, в съответствие с концепцията за кореновия канал като сложно канално пространство, са се наложили термините „С-образна корено-канална конфигурация“ (32) и „С-образна корено-канална система“ (ККС) (33, 35). За удобство и избягване на повторенията в този обзор са използвани и съкращенията „С-корен“, „С-канал“ и „С-образна ККС“.

У нас случаи на С-образен канал за пръв път са представени от Кузманова през 1997 в литературен обзор относно феномените на редукция при M2 inf (3). Наскоро е публикуван и обзор, базиран основно върху епидемиологията му (52). Вече има и описания в монографии (1, 2), както и съобщение за нови 4 клинични случая с такава анатомия (41). Направено е едно изследване на честотата на С-канала при моларите при българското население с публикуван собствен клиничен снимков материал (4). Те обаче не изчерпват обстойно всички съвременни аспекти на тази тема предвид многобройните публикации в литературата през последните 10 години.

Анатомо-монографска характеристика на С-образната корено-канална система при долните молари

С-образната ККС е проучена и описана най-вече при долните втори молари, като високата ѝ честота на изява при монголоидната раса се счита за генетичен маркер. По същността си тя представлява явление на редукция в броя на анатомичните структури – корени и канали. Нейният характерен морфологичен белег е наличието на **дъговидна бразда** или истмус с обхват $\geq 180^\circ$ на пода на пулпната камера и в напречното сечение на корена под форма на буквата С, която свързва отделните орифициуми и канали. С-образният орифициум най-често започва от медио-лингвалния линейен тъгъл на пулпната камера, извива се успоредно на букалната ѝ стена и завършва в дисто-лингвалната ѝ част (18, 30, 33, 35, 56). Някои автори определят средната зона на браздата като „междинен преход“ или „свързваща част“ между медиалния и дисталния ѝ полюс (19, 35).

Този необичаен вид канал се открива в т. нар. **С-образен корен**, който е вариант на частично слят корен и е резултат от сливането на лингвалния или букалния аспект на двата корена при долните молари. По форма се определя като коничен, квадратен или кубоиден (18, 35, 44). За разлика от цялостно слетия коренов комплекс, в напречното си сечение той наподобява „подкова“ (horse-shoe). Тази специфична форма се дължи на наличието на дълбока **оклузо-апикална бразда**, представляваща условно линията на сливане между „медиалния“ и „дисталния“ корен, която преминава по цялата дължина на лингвалната или/и вестибулар-

ната коренова повърхност. Двете части на корена зад браздата остават свързани чрез тесен дентинов мост. Противоположната на браздата повърхност е конвексна (18, 30, 35, 46).

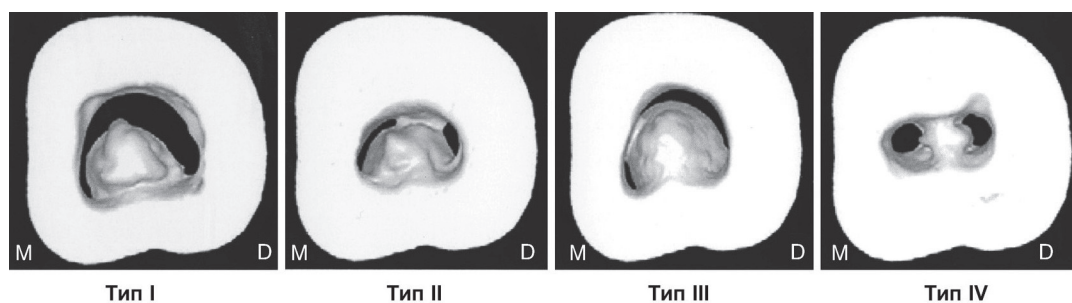
Дълбоката радикулярна бразда е разграничителен белег за С-корена от обикновения слят корен с плитки бразди (7, 18, 30). Тя е локализирана от **лингвално** в до 96–100% от случаите (13, 18, 23, 36, 49) и твърде по-рядко от букално (49), но някои автори са намерили равностойна честота на изявата ѝ и по двете проксимални повърхности (6, 31, 46). Fan B. и кол. са регистрирали и двустранно наличие на бразди – лингвална и букална, като са установили, че при M2 inf с дълбоки бразди винаги е налице С-канал, докато при плитки такива – рядко (18). За разлика от тях, в друго изследване на M2 inf със слети корени и плитки бразди (non C-shaped), С-канал е намерен в 90% (7).

Счита се, че във всеки С-корен присъства С-канал (7, 18, 44). Средната измерена дължина на този аномален тип корен от ЕЦГ до апекса е 12,1 мм при китайското население (18). Не всеки слят корен обаче е С-образен (36, 53). С-корен е регистриран в 65,9% при M2 inf със слети корени (7), а наличие на С-образна ККС в 93–96% (7, 18, 26). Cimilli и кол. са намерили при еднокоренов молар С-канал в 35,7% (16).

Пулпната камера при С-корен е с дълбоко разположен под и относително ниска фуркация поради изразения ѝ оклузо-апикален размер. Обичайно подът ѝ се намира на 3 мм под нивото на ЕЦГ и е с необичайна конфигурация. Ако сливането ангажира букалната част на корените, а браздата е от лингвално, то и С-очертанието на орифициума е отворено откъм лингвално (98%) (18, 47, 53). При букална позиция на браздата се наблюдава обърната С-форма (55). Дъговидното очертание на орифициума е разположено ексцентрично на напречното сечение на корена, в по-голяма близост до браздата (18, 34). Съотношението на дълбочината на браздата към буко-лингвалната ширина на корена е значимо по-голямо при С-корен (~48%) в сравнение с корен с нормална анатомия (14,8%) (18). Наличие на С-орифициум в С-корените е намерено в 65,8–86,37% (13, 47, 56).

Min и кол. (2006) разграничават **4 морфологични типа на пулпната камера** при С-образен корен съобразно локализацията на дентинната връзка между подобния на „полуостров“ под („peninsula-like“ floor) и една от стените ѝ (фиг. 2):

Тип I – С-образен под (като „полуостров“) с един непрекъснат С-образен орифициум (18,18%);



Фиг. 2. Конфигурации на С-образна пулпа камера по Min

Тип II – наличие на лентовидна дентинна връзка между „полуострова“ на пода на ПК и букалната ѝ стена, която разделя С-браздата на един или два медиални и един дистален орифициум (36,37%);

Тип III – наличие на дентинна връзка само между „полуострова“ на пода на ПК и медиалната ѝ стена, като се формират един широк слят дъговиден медиобукален-дистален (МБ-Д) и един малък медиолингвален орифициум (31,82%);

Тип IV – нормална конфигурация на пода на ПК (non C-shaped) (13,63%) (47).

Вариации на С-образния канал (фиг. 3). Подобно на айсберг, чиято маса е в 7/8 под водата, морфологията на С-канала крие много изненади. Под нивото на орифициума му са възможни два основни варианта, които от своя страна могат да имат различни подтипове (C1-C4) (18, 33, 46).

1. „Цялостен“ (пълен, непрекъснат) (continuous, uninterrupted) С-канал (C1): той представлява едно общо лентовидно ветрилообразно пространство, продължаващо от орифициума до апикалния форамен. Yang и кол. определят като „истински“ С-канал (true C-canal) само тази му разновидност (56).
2. „Частичен“ (непълен, прекъснат) (discontinuous, interrupted) С-канал, при който на браздата може да има два или повече отделни коренови канала (C2 или C3). Типът C2 е представен от един широк слят МБ-Д канал и отделен по-малък МЛ канал (18, 47, 56), но може да бъде и с обратно разположение – слят МЛ-Д канал и отделен МВ (31, 55). В категорията C3a се откриват 2 КК – медиален и дистален (18, 26, 47, 50). При C3b кореновите канала са три – те могат да бъдат или с нормална локализация, или третият да е разположен в средата на дъгата, като в този случай се означава като „медиален“ (46, 47, 56).

Конфигурацията на канала може да варира по дължината на корена в 60–95% от случаите, преминавайки от една категория в друга (18, 34, 50). Освен това са възможни и интерканални комуникации и/или допълнителни фуркации, латерални и

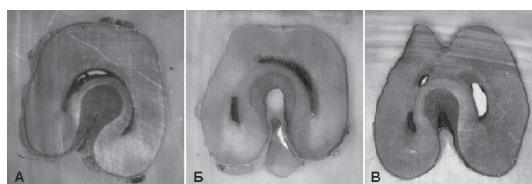
акцесорни канални или апикална делта (11–41%) (15), формиращи сложна корено-канална система (18, 26). В апикалната зона е възможно наличието само на един кръгъл или овален канал (C4) (47), но акцесорни форамени могат да се открият в 48% (15).

С-каналът често е разположен ексцентрично на корена, в близост до радикулярната бразда, по-често лингвално (18, 35). Като следствие лингвалната коренова стена е по-тънка от букалната (13, 18, 43, 49), с минимална дебелина в лингво-централната ѝ зона от 0,26 мм (13).

Класификации на С-образната корено-канална система при долните молари

Ранни класификации. Fukuya (1976) разделя С-корена на две основни групи според наличието на букална и/или лингвална бразда, а С-канала според формата му на 4 вида, обозначени със знаците „U“, „U“, „V“ и „-“. Kotoku (1985) описва 14 различна типа на С-канала (по 38). Yang и кол. (1988) разграничават „истинския“ пълен С-канал от останалите му разновидности (56). Дълго време вариантът с три нормални орифициума, макар и разположени на С-бразда, и три отделни канала, достигащи самостоятелно до апекса, се е считал за „лъжлив“ С-канал (3).

Класификация на Melton и кол. (1991) (фиг. 3).



Фиг. 3. Вариации на С-образния канал по Melton

Въз основа на хистологично изследване те разделят С-канала на три групи:

Категория I – непрекъснат (пълнен, цялостен) С-канал;

Категория II – прекъснат С-канал под форма на знака „точка-запетая“ (semicolon), при който основният по-широк канал е отграничен с дентинов мост от по-малкия по размер медиален канал;

Категория III – налични са два или повече отделни канала, като са възможни три подтипа:

III.1. От един С-канал в коронарната трета се отделят два или повече канала, които се сливат апикално в един общ форамен;

III.2. От един общ С-канал към средата на корена се отделят два или повече отделни канала, които достигат до апекса в отделни форамени;

III.3. От един общ С-канал в коронарната трета се отделят два или повече отделни канала (46).

Анатомична класификация на Fan B. и кол. (2004) (Фиг. 4).

Те предлагат една по-всеобхватна класификация в 5 категории, установени на база микро-компютърна томография (микро-СТ), с детайлизиране на разликите между типове II и III, като модифицират тази на Melton:

C1 – каналът е с форма на пълно С, без никакви прекъсвания;

C2 – формата на канала наподобява знака „точка-запетая“ (); в резултат на прекъсване на С-очертанието от дентинов мост, като единият от ъглите α или β е не по-малък от 60° ;

C3 – два или три отделни канала, като и двата ъгъла α и β са по-малки от 60° ;

C4 – само един кръгъл или овален канал в това напречно сечение;

C5 – отсъствие на канален лумен (възможна само в апикалната зона) (18).

Докато Yang и кол. приемат само цялостния непрекъснат С-канал (C1 категория) като „истински“ (56), то Fan и кол. разширяват критериите за доказване на С-аномалията, като според тях задължително трябва да присъстват следните морфологични белези: 1. Слети корени; 2. Надлъжна коренова бразда; 3. Наличие на поне едно аксиално кореново ниво на напречно сечение с C1, C2 или C3 конфигурация. От тази гледна точка категорията C4 се възприема само като преходна вариация, която се открива в апикалната зона, при наличие на С-конфигурация в останалата част на канала. C5 е възможна само в апикалните 1–2 мм при форамен, локализиран латерално на анатомичния апекс (18).

Suzuki и кол. (2015) модифицират тази класификация в 8 типа, от които най-важните нови варианти са следните: Тип 3 – разновидност на C2, която е представена от слят ДБ-М канал и отделен ДЛ канал; Тип 8 – 4 коренови канала (53).

Рентгенографска класификация на Fan B. и кол. (фиг. 5a) (2004).

Съобразно рентгенографския образ на С-образната ККС са разграничени 3 типа:

Тип I – коничен или квадратен корен, разделен на медиална и дистална част от надлъжна централно разположена срединна линия със слаб интензитет. Видими са медиален и дистален канал, които се сливат малко преди да достигнат до апикалния форамен;

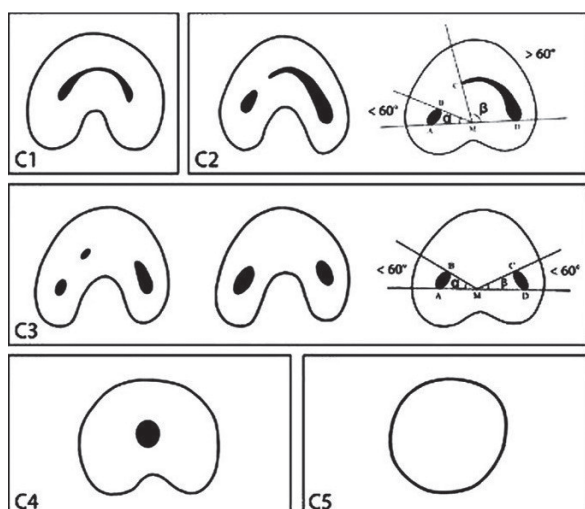
Тип II – подобен на предходния, като медиалният и дисталният канал достигат самостоятелно до апекса;

Тип III – сходен с тип II, като единият канал се извива към средната линия, като визуално се припокрива с нея, а вторият достига до апекса (19).

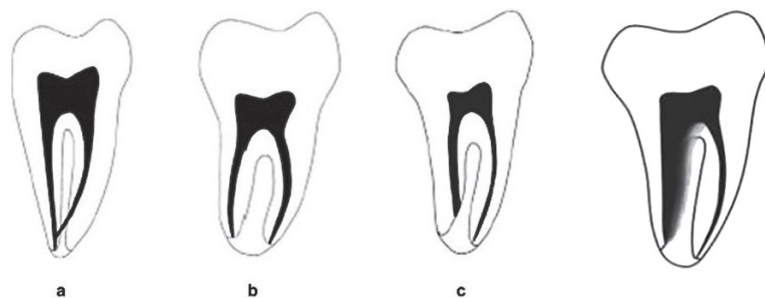
Рентгенографска и 3D класификация на Gao и кол. (2006) и Fan W. и кол. (2007) (фиг. 5b).

В резултат на изследванията на тези два колектива през 2006–2007 г. предходната класификация е прецизирана (най-вече тип I и III) на база съпоставяне на рентгенографско изследване с контрастно вещество, въведено в кореновите канали, с микро-СТ и 3D реконструкция на ~130 С-образни долни втори молара. Те дават и нови наименования на трите варианта на образа на корено-каналното пространство:

Тип I – Слят тип (Merging): каналите се сливат в един общ преди да достигнат до апикалния форамен; възможно е наличието на ограничена слаба



Фиг. 4. Анатомична класификация на Fan B



Фиг. 5. (а) Рентгенографска класификация на Fan W.; (б) Коригиран Тип III по Fan W. („Асиметричен“)

сянка в коронарната и/или средната коренова трета, дължаща се на зона с частичен дентинов мост;

Тип II – Симетричен тип (Symmetrical): двата канала (медиален и дистален) са с приблизително еднакъв размер и са разположени симетрично спрямо надлъжната ос на корена; имат ясно видими очертания и достигат самостоятелно до апекса с два отделни форамена;

Тип III – Асиметричен тип (Asymmetrical): двата отделни коренови канала са различни по размер; дисталният канал е значимо по-широк от медиалния, като медиалното му очертание е неясно и в най-коронарната си част пресича фуркацията и почти достига до медиалния канал (22, 26).

При 3D реконструкцията на С-ККС са установени по 3 подтипа на всеки един от горепосочените с леко преобладаване на тип II, следван от тип I (26). При следващо сравнително изследване на С-образна ККС при M2 inf чрез дигитални субтракционни рентгенографии (DSR) на база радиовизиография (RVG) с рентгено-контрастно вещество, въведено в кореновите канали, и микро-СТ, Fan W. и кол. публикуват коригиран 2D образ на Тип I („Слятия“ тип) в по-точно съответствие с особеностите на пълния С-канал (C1 категория) (23).

Заклучение

Познаването на С-образната корено-канална система при долните молари в нейните специфични морфологични характеристики и разновидности е от особено значение за успешното ендодонтско лечение на случаи с изява на тази анатомична аберация.

Заб.: При поискване Фигурите, които се състоят от 2 или 3 части, могат да бъдат преработени в един общ файл. Размерът на фигурите може да бъде адаптиран според преценката на редакцията на сп. Дентална медицина, стига детайлите им да са ясно видими.

Библиография

1. Карова Е. Основи на съвременната ендодонтия. 2019, „ВАЛДЕКС“ ООД, София, с. 40–41.
2. Кирилова Ж., С. Топалова-Пиринска. Сложният свят на ендодонтията. 2014. Direct Services, София, с. 136–143.
3. Кузманова Я. Явления на редукция в морфологията на кореновата и каналната система при втория долен молар. Стоматология, С., 1997, 79 (1): 56–62.
4. Кузманова Я. Редки ендодонтски морфологични вариации на постоянните молари при българското население: Честота и антропологична характеристика. Дентална медицина, 2014, 96 (1): 30–41.
5. Allwani V., M. Pawar, A. Pawar et al. Permanent maxillary central incisor with dilacerated crown and root and C-shaped root canal. J Clin Diagn Res, 2017, 11 (7): ZD03-ZD05.
6. Amoroso-Silva P.A., R. Ordinola-Zapata, M.A. Duarte et al. Micro-computed tomographic analysis of mandibular second molars with C-shaped root canals. J Endod, 2015, 41 (6): 890–5.
7. Amoroso-Silva P., I.G. De Moraes, M. Marceliano-Alves et al. Analysis of mandibular second molars with fused roots and shallow radicular grooves by using micro-computed tomography. J Conserv Dent, 2018, 21 (2): 169–174.
8. Anand S., R. Christalin, Anulekh Babu et al. C-shaped root canal system: A review. IJOER, 2015, 3 (4): 58–66.
9. Abdulateef D.S., B.M. Faraj. Identifying the prevalence of C-shaped root canal systems in mandibular premolars using cone beam computed tomography. Int J Clin Dent, 2021, 14 (1): 69–77.
10. Bansode, PV, MB Waldhane, SD Pathak et al. C-shaped root canal anatomy: A literature review. Int. J. of Medical Science and Clinical Invention, 2017, 4 (1): 2538–2543.
11. Beltes P., M.E. Kalaitzoglou, E. Kantilieraki et al. 3-rooted maxillary first premolars: An ex-vivo study of external and internal morphologies. J Endod, 2017, 43 (8): 1267–1272.
12. Bharadwaj B., P. Venkatachalam, R. Tamilselvi et al. C-shaped root canal configuration – A review. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 2020, 7 (10): 652–657.

13. Chai W.L., Y.L. Thong. Cross-sectional morphology and minimum canal widths in C-shaped roots of mandibular molars. *J Endod*, 2004, 30 (7): 509–512.
14. Chaniotis A.M., G.N. Tzanetakis, E.G. Kontakiotis et al. Combined endodontic and surgical management of a mandibular lateral incisor with a rare type of dens invaginatus. *J Endod*, 2008, 34 (10): 1255–60.
15. Cheung G.S.P., J. Yang, B. Fan. Morphometric study of the apical anatomy of C-shaped root canal systems in mandibular second molars. *Int Endod J*, 2007, 40 (4): 239–46.
16. Cimilli H., T. Chimilli, G. Mumcu et al. Spiral computed tomographic demonstration of C-shaped canals in mandibular second molars. *Dentomaxillofac Radiol*. 2005, 34 (3): 164–167.
17. Cook H.G., F.L. Cox. C-shaped canal configurations in mandibular second molars. *J Am Dent Assoc*, 1979, 99 (5): 836–9.
18. Fan B., G.S.P. Cheung, M. Fan et al. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I – Anatomical features. *J Endod*, 2004, 30 (12): 899–903.
19. Fan B., G.S.P. Cheung, M. Fan et al. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part II – Radiographic features. *J Endod*, 2004, 30 (12): 904–908.
20. Fan B., Y. Gao, W. Fan et al. Identification of C-shaped canal system in mandibular second molars – Part II: The effect of bone image superimposition and intraradicular contrast medium on radiograph interpretation. *J Endod*, 2008, 34 (2): 160–5.
21. Fan B., W. Ye, E. Xie et al. Three-dimensional morphological analysis of C-shaped canals in mandibular first premolars in Chinese population. *Int Endod J*, 2012, 45: 1035–41.
22. Fan W., B. Fan, J.L. Gutmann et al. Identification of C-shaped canal in mandibular second molars. Part I: Radiographic and anatomical features revealed by intraradicular contrast medium. *J Endod*, 2007; 33 (7): 800–10.
23. Fan W., B. Fan, J.L. Gutmann et al. Identification of C-shaped canal system in mandibular second molars. Part III: Anatomical features revealed by digital subtraction radiography. *J Endod*, 2008, 34 (10): 1187–1190.
24. Fernandes M., I. De Ataíde and R. Wagle. C-shaped root canal configuration: A review of literature. *J Conserv Dent*, 2014, 17 (4): 312–319.
25. Forghani M, E. Moghim Farooji, J. Abuchenari et al. Conservative treatment of an invaginated maxillary lateral incisor with a C-shaped canal using cone-beam computed tomography. *Iran Endod J (IEJ)*, 2015, 10 (4): 281–3.
26. Gao Y., B. Fan, G.S. Cheung et al. C-shaped canal system in mandibular second molars. Part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. *J Endod*, 2006, 32 (11): 1062–5.
27. Gaêta-Araujo H., R.C. Fontenele, E.H.L. Nascimento, et al. Association between the root canal configuration, endodontic treatment technical errors, and periapical hypodensities in molar teeth: A cone-beam computed tomographic study. *J Endod*. 2019 Dec; 45 (12): 1465–1471.
28. Gazzaneo I, P. Amoroso-Silva, J. Pacheco-Yanes et al. Disinfecting and shaping type I C-shaped root canals: A correlative micro-computed tomographic and molecular microbiology study. *J Endod*, 2021, 47 (4):621–630.
29. Gu Y. A micro-computed tomographic analysis of maxillary lateral incisors with radicular grooves. *J Endod*, 2011, 37 (6): 789–92.
30. Gutmann, J.L. (2019). C-shaped root canal system. In: Versiani M., B. Basrani, M. Sousa-Neto. *The root canal anatomy in permanent dentition*. Springer, Cam. Chapter 9, pp. 255–274.
31. Haddad G.Y., W.B. Nehme, H.F. Ouinsi. Diagnosis, classification, and frequency of C-shaped canals in mandibular second molars in the Lebanese population. *J Endod*, 1999, 25 (4): 268–271.
32. Hintze A. Endodontische Behandlung eines Dens invaginatus vom Typ II – ein Fallbericht. *Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde*, 2006, 28 (3): 132–135 [in German with English abstract].
33. Jafarzadeh H., Y.N. Wu. The C-shaped root canal configuration: A review. *J Endod*, 2007, 33 (5): 517–523.
34. Janani M, S. Rahimi, F. Jafari et al. Anatomic features of C-shaped mandibular second molars in a selected Iranian population using CBCT. *Iran Endod J*, 2018, 13 (1): 120–125.
35. Jerome CE. C-shaped root canal systems: diagnosis, treatment and restoration. *Gen Dent*, 1994, 42 (5): 424–7.
36. Jin G.C., S.J. Lee, B.D. Roh. Anatomical study of C-shaped canals in mandibular second molars by analysis of computed tomography. *J Endod*, 2006, 32 (1): 10–13.
37. Karanam A.P., B.S. Keshava Prasad and Shruti. C-shaped canals: A literature review. *World Journal of Pharmaceutical and Medical Research (WJPMR)*, 2021, 7 (3): 157–160.
38. Kato A., A. Ziegler, N. Higuchi et al. Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. *Int Endod J*, 2014, 47 (11): 1012–1033.
39. Keith A. Problems relating to the teeth of earlier forms of prehistoric man. *Proc R Soc Med*, 1913, 6(Odontol Sect): 103–124.
40. Keith A., F.H.S. Knowles. The description of teeth of palaeolithic man from Jersey. *J Anat Physiol*, 1911, 46(Pt 1): 12–27.
41. Kirilova J., S. Topalova-Pirinska. C-shaped configuration of the root canal system – problems and solutions. *Journal of IMAB – Annual Proceeding (Scientific Papers)*. 2014, 20 (1): 504–509.
42. Lakshya R, S.D.P. Anthony. C-shaped canals from diagnosis to treatment – a review. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)*, 2021, 6 (4): 323–329.
43. Madani Z.S., N. Mehraban, E. Moudi et al. Root and canal morphology of mandibular molars in a selected Iranian population using cone-beam computed tomography. *Iran Endod J*, 2017, 12 (2): 143–148.
44. Manning S.A. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. *Int Endod J*, 1990, 23 (1): 40–45.

45. Martins J.N.R., D. Marques, E.J.N.L. Silva et al. Prevalence of C-shaped canal morphology using cone beam computed tomography – a systematic review with meta-analysis. *Int Endod J*, 2019, 52 (11): 1556–1572.
46. Melton, D.C., K.V. Krell, M.W. Fuller. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J. Endod*, 1991, 17 (8): 384–388.
47. Min Y., B. Fan, G.S.P. Cheung et al. C-shaped canal system in mandibular second molars. Part III: The morphology of the pulp chamber floor. *J Endod*, 2006, 32 (12): 1155–1159.
48. Sekiya M., M. Maeda, I. Katskumi et al. Evaluation of four instruments with different working motion using artificial plastic model with C-shaped single canal. *Odontology*, 2018, 106 (4): 422–428.
49. Seo D.G., Y. Gu, Y.A. Yi et al. A biometric study of C-shaped root canal systems in mandibular second molars using cone-beam computed tomography. *Int Endod J*, 2012, 45 (9): 807–814.
50. Seo M.S., D.S. Park. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. *Int Endod J*, 2004, 37 (2): 139–144.
51. Singla M., D. Girdhar, P. Wahi. C-shaped canals: A review. *Int J Clin Prev Dent*, 2019, 15 (1): 1–10.
52. Slavena Svetlozarova. C-shaped root canal system – A review of literature. *Adv Dent & Oral Health*, 2020, 13 (2): 555–559.
53. Suzuki M., Y. Tsujimoto, S. Kondo. Morphological variations of the root canal system in C-shaped roots in the mandibular second molar in a Japanese population. *Int J Oral Med Sci*, 2015, 13 (3): 81–88.
54. Tomer A.K., A.A. Raina, F.B. Ayub et al. C-shaped canal – A review. *International Journal of Medical Science and Diagnosis Research (IJMSDR)*, 2019, 3 (7): 70–72.
55. Weine F.S. and Members of the Arizona Endodontic Association. The C-shaped mandibular second molar: incidence and other consideration. *J Endod*, 1998, 24 (5): 372–375.
56. Yang Z.P., S.F. Yang, Y.C. Lin et al. C-shaped root canals in mandibular second molars in a Chinese population. *Endod Dent Traumatol*, 1988, 4 (4): 160–163.
57. Zhao Y., W. Fan, T. Xu et al. Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals. *Int Endod J*, 2019, 52 (9): 1354–1365.

Постъпила – 06.06.2022

Приета за печат – 12.09.2022

Адрес за кореспонденция:

Д-р Янета Кузманова

Катедра „Консервативно зъболечение и ендодонтия“

ФДМ, МУ-София

Бул. „Г. Софийски“ № 1, София – 1431

Email: y_kuzmanova@abv.bg

Address for correspondence:

Dr. Yaneta Kouzmanova, DMD, PhD

Dpt. Conservative Dentistry and Endodontics

FDM, MU-Sofia

1, G. Sofiyski Blvd, 1431, Sofia

Email: y_kuzmanova@abv.bg

ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ НА АДХЕЗИЯТА МЕЖДУ КЕРАМИЧНИ КОНСТРУКЦИИ ОТ ЛИТИЕВ ДИСИЛИКАТ И ХИБРИДНА КЕРАМИКА С КОМПОЗИТНИ ЦИМЕНТИ

P. Pageв DMD*, M. Янкова DMD, PhD**,
E. Pageва DMD, PhD*** Т. Узунов DMD, PhD****

FACTORS AFFECTING THE ADHESION BETWEEN LITHIUM DISILICATE AND HYBRID CERAMIC FRAMEWORKS TO RESIN COMPOSITE CEMENTS

R. Radev DMD*, M. Yankova DMD, PhD**,
E. Radeva DMD, PhD***, T. Uzunov DMD, PhD****

Резюме: Съвременните изисквания за естетично протезиране наложи широко използване на керамичните материали в денталната медицина, както и навлизането на съвременни лабораторни технологии (CAD-CAM) за тяхната обработка. Осигуряването на достатъчна здравина на връзката дентин – цимент – керамика налага разработването на различни методики и техники за подготовка и циментиране на протезните конструкции. Обзорът разглежда факторите, влияещи на адхезията между дентин – цимент – керамика, свързани с обработка както на керамичната (литиево-дисиликатна и хибридна) конструкция, така и на дентиновата зъбна повърхност. В заключение, след направения преглед на литературата се установи, че няма единно становище относно адхезивния протокол, даващ най-сигурна и най-надеждна връзка дентин – цимент – керамика при най-често използваните у нас материали за изцялокерамични конструкции (литиево-дисиликатна и хибридна керамика).

Ключови думи: адхезия, композитни цименти, литиево-дисиликатна керамика, хибридна керамика

Abstract: Modern requirements for aesthetic prosthetics necessitated the wide use of ceramic materials in dentistry, as well as the introduction of modern laboratory technologies (CAD-CAM) for their processing. Ensuring sufficient strength of the dentin-cement-ceramic bond has led to the development of various methods and techniques for the surface treatment and luting of the prosthetic frameworks. This review summarizes the factors influencing the dentin-cement-ceramic adhesion related to treatment of both the ceramic (lithium disilicate and hybrid) frameworks and the dentin tooth surface. In conclusion, after reviewing the literature on the topic, it was found that there is no unified opinion regarding the adhesive protocol, giving the safest and most reliable dentin-cement-ceramic bonding for the materials most often used in our country for all-ceramic frameworks (lithium-disilicate and hybrid ceramics).

Key words: adhesion, hybrid ceramic, lithium disilicate ceramic, resin composite cements

Въведение

Напредъкът във възстановителната дентална медицина и съвременните изисквания за естетично протезиране значително намали използването на металните сплави и наложи широко използ-

ване на керамичните материали в стоматологията. Основните им предимства се дължат на възможността за постигане на висока естетика и добра биологична поносимост. Най-често те се използват за изработването на корони, мостове и индиректни обтурации – инлеи, онлеи, овърлеи. Те могат да бъ-

* асистент, катедра „Протетична дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

** главен асистент, доктор, катедра „Протетична дентална медицина“ ФДМ, МУ–София.

*** доцент, доктор, катедра „Консервативно зъболечение“, ФДМ, МУ–София.

**** доцент, доктор, катедра „Протетична дентална медицина“, ФДМ, МУ–София.

дат изработени както по традиционни лабораторни технологии, така и чрез компютърно асистирана технология (CAD-CAM). Традиционните методи отнемат повече време за изработването на конструкции, зависят от техниката и не винаги имат предвидим краен резултат. Изработването им по съвременни лабораторни технологии (CAD-CAM) позволява постигането на оптимални оклузални и апроксимални контакти при възстановяването на фронтални и дистални зъби и намалява времето за изработване на конструкциите. Индустриално произведените CAD-CAM блокчета керамика са хомогенни и с минимални недостатъци (42).

Характеристика на литиев дисиликат и хибридна керамика

Съвременните керамични CAD/CAM материали могат да бъдат такива със стъкловидна керамична матрица (литиев дисиликат), поликристална керамична матрица (цирконий) или високо напълнени полимери, класифицирани като композит с нанокерамични частици (RNC) (38), полимер инфилтриран в керамична мрежа (PICN) (6, 10) или хибридна керамика, която обикновено е смес от литиев дисиликат, алуминий и цирконий или обогатена с алуминий фелдшпат-керамика, интегрирана в полимерен материал. Докато керамичните материали имат превъзходни оптични свойства, известно е, че те са по-твърди и по-крехки, а композитните материали показват ниски механични свойства и лоша устойчивост на износване (56). Въвеждането на многофазните материали има за цел уеднаквяване на най-добрите механични характеристики на композитите и керамиката.

Фелдшпатовата керамика и литиевият дисиликат ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) са керамики на основата на силициев диоксид. Фелдшпатовият порцелан, в състава на който може да има левцит (калиев алуиносиликат), стъклокерамика и литиев дисиликат се състои от стъклена матрица с приблизително 65% кристали на литиев дисиликат (54). Такъв материал е например Vita Mark II, който е CAD/CAM фелдшпатовата керамика, въведена през 1991 г. за системата CEREC (44). IPS E.max CAD (Ivoclar Vivadent) е литиево-дисиликатна керамика, въведена през 2006 г. за изработване в денталния кабинет (18, 42). Няколко проучвания са изследвали механичните свойства на последните CAD/CAM материали, отчитащи по-висок модул на еластичност в сравнение с конвенционалната дентална керамика, по-

ниска устойчивост на износване и по този начин по-малка абразивност към антагонистите (2, 4).

Фактори, влияещи на адхезията гентин - цимент - керамика

Осигуряването на достатъчна здравина на връзката дентин – цимент – керамика е изключително важно за ефекта от лечението, което налага разработването на различни методики и техники за подготовка и фиксиране на протезните конструкции. По отношение на традиционните керамични и композитни материали литературата предоставя надеждни и добре установени протоколи за адхезия (6, 10, 50).

Обработка на керамичната повърхност

Основните проблеми при използването на циркониевите материали са свързани с тяхната транспарентност и с осигуряването на стабилна и дълготрайна връзка с цимента (53). Изследванията доказват, че повърхностната обработка на керамичната повърхност увеличава значително силата на връзката с цимента (3). За целта Comba A. и кол. (11) провеждат повърхностната обработка с диамантени борери и доказват, че това осигурява по-добра връзка в сравнение с обработката с Er: YAG лазери. Изследванията на Gamal A. E. и кол. (19) показват, че лазерната обработка на повърхността на литиево дисиликатната (E.max CAD) и циркониева (E.max ZirCAD) керамика увеличава якостта на срязване на връзката. Данните сочат, че използването на Er, Cr-YSGG лазери при най-ниска мощност от 2,0 W увеличават якостта на свързване и я доближават до тази при използването на бонд от силициев диоксид (60). Според други данни обработката с CO₂ лазер увеличава микротвърдостта на литиевата дисиликатна керамика (E.max CAD) с 6.32 GPa, а използването на Nd-YAG лазер при циркониеви материали намалява микротвърдостта с 17.46 GPa (15). За осигуряването на стабилна връзка между керамичните материали и цимента се налага допълнително химично третиране на повърхността. Тъй като керамиката със стъкловидна матрица (т.е. фелдшпат, литиев дисиликат) е чувствителна към киселина, се препоръчва да бъде ецвана с 5 до 9,6% флуороводородна киселина (HF) гел. Получената селективна разтворимост на силикат-

ната фаза води до разграждане на повърхността и в крайна сметка до топографски релеф, който благоприятства микромеханичното задържане. Освен това прилагането на силан-свързващ агент върху гравиранията керамична повърхност увеличава химическото свързване между керамиката и композитния цимент (1, 12, 51).

Бифункционалните силианови свързващи агенти осъществяват връзката между силициевите оксиди на керамиката и органичната матрица на композитния цимент посредством силоксанови връзки (46, 58). По отношение на композитните материали, като най-ефективния метод за надеждно загрубване на повърхността, е препоръчано кондиционирането на повърхността с въздушна абразия с частици алуминиев оксид (Al_2O_3) (52). Няколко проучвания съобщават дори за подобрена адхезия към композитните материали чрез трибохимично кондициониране със силициев диоксид (система CoJet или Rocatec, 3M ESPE, САЩ) (7, 16, 35, 49, 57).

Структурният анализ на ецваната повърхност на киселинно-чувствителната керамика като фелдшпат, левцитна и литиево-дисиликатна керамика показва различия в зависимост от концентрацията, времето на апликация и вида на използвания ецващ киселинен агент – флуороводородна киселина (HF), амониев бифлуорид (ABF), фосфат флуорид (APF) (13). Редица изследванията доказват ефективността на флуороводородното ецване при литиево-дисиликатната керамика, което заедно със силант осигурява оптимална якост на свързване (20, 45). Този начин на свързване се определя като оптимален и изследванията показват стабилност на връзката дори след термоциклиране (40).

Универсалните адхезиви също са алтернатива за повишаване на химическата адхезия в допълнение към силана. Диамантени борери, Nd: YAG и Er: YAG лазер не се препоръчват за повърхностна обработка на литиево-дисиликатна керамика (22, 36).

B. Kukiattrakoon и K. Thammasitboon (39) установяват якост на срязване $17,64 \pm 1,48$ MPa, а при ецване с 9,6% HF за 4 min и $15,21 \pm 1,93$ MPa при ецване с 1,23% APF за 7–10 min. Въпросът каква да бъде концентрацията на флуороводородна киселина (HF) и колко да бъде времето на експозиция, вълнува редица автори в последните години. Важно е да се знае оптималната концентрация и време на въздействие на киселината, което не отслабва керамичната конструкция. Още през 1998 г. J. H Chen и кол. (9) препоръчват 120 s време за ецване с 5% HF киселина за Vita Mark II за получаване на най-висока якост на свързване. Авторите установяват правопрпорционална зависимост между времето

на ецване и якостта на срязване. Подобни заключения правят и други автори (36, 48). D. Neto и кол. (48) докладват, че разрушаването на връзката е от адхезивен тип при 1% – 5% и от кохезионен тип при 7,5% – 15%. Според J. Puppini-Rontani и кол. (55) концентрации от 5%, 7,5% и 10% HF осигуряват значително по-високи стойности на якост на срязване, независимост от времената за ецване. Авторите съобщават за стойности на якост на срязване в диапазона от $27,8 \pm 1,6$ MPa до $33,8 \pm 1,5$ MPa. За разлика от някои автори (29), които считат, че литиево-дисиликатната керамика трябва да бъде двойно обработена (киселинно и въздушно с алуминиев оксид), G. Guarda и кол. (24) съобщават за по-високи стойности на якост на опън за литиево-дисиликатната керамика при кондициониране с 10% HF за 20 s в сравнение с обработката на повърхността с 50 μm алуминиев оксид за 5 s.

Повечето автори се обединяват около схващането, че при керамика на основата на силициев диоксид се изисква ецване с HF и последващо силанизиране за по-добра адхезия чрез образуване на ковалентни и водородни връзки (27). Няма единно мнение относно концентрацията на киселината и значението на силанта. Според едни автори е достатъчно кондициониране с 5% HF (8, 47), според други HF трябва да е с концентрация 9% – 9,5% (17, 41). E. Cengiz-Yanardag и кол. (40) докладват за стойности на якост на срязване в диапазона 7,9 – 8,53 MPa при ецване с 5% HF за 20–90 s, 16,07–17,71 MPa при ецване с 9% HF при същото време за експозиция и 13,95 MPa при използване на самоецващ гел за 60 s.

Относно силанизирането редица автори (23, 43, 48) се обединяват около мнението, че силанизирането е необходима процедура и съобщават за увеличена сила на адхезивната връзка керамика – цимент. Противно на горното Y. R Kim и кол. (37) считат, че използването на силант не е от решаващо значение за силата на адхезивната връзка и дават приоритет по важност на флуороводородното ецване.

За разлика от композитните и керамичните материали, при хибридните материали липсва единно мнение относно най-добрия протокол за осигуряване на сигурна адхезивна връзка (5, 14, 26, 59). Това се дължи на факта, че някои хибридни керамични материали не съдържат полимерна мрежа, а разнообразие от стъкловидна матрица или поликристални керамични частици, а при други има смес от фелдшпатовата керамика, инфилтрирана в полимер. В действителност както органичните, така и неорганичните съединения на хибридните материали трябва да бъдат съответно кондиционирани. Всъщност и двете фази се нуждаят от различни видове

кондициониране на повърхността. Както е известно, флуороводородното ецване (HF) е по-ефективно върху органичната част, а въздушна абразия върху неорганичната. Прилагането на множество методи за кондициониране може да доведе до кръстосано замърсяване на повърхността от всеки метод. Затова производителите на тези материали предлагат или само киселинно ецване, или само въздушна абразия, като твърдят, че един метод на кондициониране би осигурил достатъчна адхезия.

Така например фирмата производител на Vita Enamic (VITA Zahnfabrik, Germany) препоръчва кондиционирането с 5% HF с последващо силанизирание като метод за осигуряване на най-добра адхезивна връзка (30).

Според изследване на F. Helbling и M. Özcan (28) кондиционирането на повърхността със силициев диоксид на няколко хибридни материали дава малко повишени стойности, но без съществено преимущество при тест за якост на срязване. Авторите съобщават за средни стойности на якост на срязване $12,2 \pm 5$ МПа за керамика от литиев дисиликат при киселинно обработване на повърхността с 5% флуороводородна киселина (HF) и силанизирание с Monobond (Ivoclar) и намаляване на тази стойност след термоциклиране с 11,4%. При хибридна керамика Lava Ultimate (3M ESPE, USA) стойностите са $13,0 \pm 2,4$ МПа при киселинно ецване и $13,5 \pm 3,2$ МПа при обработка по системата CoJet (3M ESPE, USA). Намаляването на якостта на срязване след термоциклиране е 10,6% при киселинното ецване и 5,8% при кондиционирането със силициев диоксид. За хибридна керамика Vita Enamic (VITA Zahnfabrik, Germany) якостта на срязване след киселинно ецване е $18,4 \pm 9,9$ МПа и $19,0 \pm 4$ МПа при другия вид обработка.

След термоциклиране якостта на срязване при тази хибридна керамика намалява с приблизително 32%.

С особено внимание трябва да се подхожда при използването на лазери за обработка на повърхността при хибридните керамики. Изследване на B. Günel и кол. (25) показва, че обработката с Er, Cr: YSGG лазер може да доведе до намаляване на прозрачността при повечето хибридни керамики, особено при по-тънки конструкции.

Обработка на дентиновата повърхност

Силата на адхезивната връзка керамика – цимент – дентин се влияе както от кондиционирането на керамичната повърхност, така и от обработка-

та на дентиновата такава. Повечето фирми производители на циментиращи средства препоръчват ецване на дентиновата повърхност с 37% ортофосфорна киселина и нанасяне на универсален адхезив (31, 32, 33). Panavia 5 е единственият композитен цимент на пазара, предлагащ обработване на дентиновата повърхност с праймер в състава, на който има специално MDP съединение, увеличаващо многократно адхезивната връзка с дентина, без ецване на зъбната повърхност (21, 34).

Направеният преглед на научната литература установи, че няма единно становище относно адхезивния протокол, даващ най-сигурна и най-надеждна връзка дентин – цимент – керамика при най-често използваните у нас материали за изцяло керамични конструкции (литиево-дисиликатна и хибридна керамика).

Изследването е финансирано по Договор № Д-142/14.06.2022 г. към СМН на МУ-София

Библиография

1. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. J Prosthet Dent. 1995; 73:464–470.
2. Albero A, Pascual A, Camps I, et al. Comparative characterization of a novel cad-cam polymer-infiltrated-ceramic-network. J Clin Exp Dent. 2015; 7: e495–e500.
3. Ataol AS, Ergun G. Effects of surface treatments on repair bond strength of a new CAD/CAM ZLS glass ceramic and two different types of CAD/CAM ceramics. J Oral Sci. 2018; 60 (2):201–211.
4. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. J Prosthet Dent. 2015; 114:587–593.
5. Awad MM, Albedaiwi L, Almahdy A, Khan R, Silikas N, Hatamleh MM, Alkhtani FM, Alrahlah A. Effect of universal adhesives on microtensile bond strength to hybrid ceramic. BMC Oral Health volume 19, Article number: 178 (2019).
6. Bähr N, Keul C, Edelhoff D, et al. Effect of different adhesives combined with two resin composite cements on shear bond strength to polymeric CAD/CAM materials. Dent Mater J. 2013; 32:492–501.
7. Bouschlicher M, Cobb D, Vargas M. Effect of two abrasive systems on resin bonding to laboratory processed indirect resin composite restorations. J Esthet Restor Dent. 1999; 11:185–196.
8. Cengiz-Yanardag E, Yilmaz SK, Karakaya I, Ongun S. Effect of Different Surface Treatment Methods on Micro-Shear Bond Strength of CAD-CAM Restorative Materials to Resin Cement. Journal of Adhesion Science and Technology. 2019; 33 (2):1–6.
9. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different

- etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent.* 1998; 26 (1): 53–8. doi: 10.1016/S0300–5712 (96)00078–4.
10. Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater.* 2013; 29:419–426.
11. Comba A, Baldi A, Michelotto Tempesta R, Cedrone A, Carpegna G, Mazzoni A, Breschi L, Alovise M, Pasqualini D, Scotti N. Effect of Er: YAG and Burs on Coronal Dentin Bond Strength Stability. *J Adhes Dent.* 2019; 21 (4):329–335.
12. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater.* 2004; 20:338–344.
13. Della Bona A, Anusavice KJ. Microstructure, composition, and etching topography of dental ceramics. *Int J Prosthodont.* 2002 Mar-Apr; 15 (2):159–67.
14. Demirel G, Baltacıoğlu IH. Influence of different universal adhesives on the repair performance of hybrid CAD-CAM materials. *Restor Dent Endod.* 2019 Aug; 44 (3): e23; <https://doi.org/10.5395/rde.2019.44.e23> pISSN 2234–7658•eISSN 2234–7666.
15. El Gamal A, Rocca JP, Fornaini C, Medioni E, Brulat-Bouchard N. Microhardness evaluations of CAD/CAM ceramics irradiated with CO₂ or Nd: YAP laser. *Laser Ther.* 2017 Mar 31; 26 (1):13–18.
16. Ellakwa AE, Shortall AC, Burke FJ, et al. Effects of grit blasting and silanization on bond strengths of a resin luting cement to Belleglass HP indirect composite. *Am J Dent.* 2003; 16:53–57
17. Fabianelli A, S. Pollington, F. Papacchini et al., „The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin,” *Journal of Dentistry*, vol. 38, no. 1, pp. 39–43, 2010.
18. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Nevias G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns. *J Am Dent Assoc.* 2010; 141: 10S-4S. doi: 10.14219/jada.archive.2010.0355.
19. Gamal AE, Medioni E, Rocca JP, Fornaini C, Brulat-Bouchard N CO₂ laser dentin surface treatment most effectively increased ceramic shear bond strength. *Laser Ther.* 2018 Mar 31; 27 (1):48–54.
20. Gerdzhikov I., E. Radeva, T. Uzunov. Possibilities of Improving the Shear Strength between Different Type of Cements and Zirconia Ceramics: Literature Review. *J of IMAB*, 2021, 27 (1):3557–3563
21. Gerdzhikov I., T. Uzunov, E. Radeva. Evaluation of Microtensile Bond Strength of Luting Cements to Zirconia Ceramics. *Wulfenia*, 2021, 28 (12):2–11
22. González A., Edgar-Delgado Mejía II. Alternatives of surface treatments for adhesion of lithium disilicate ceramics. *Revista Cubana de Estomatología* 2018; 55 (1):59–72
23. Gré CP, de Ré Silveira RC, Shibata S, Lago CT, Vieira LC. Effect of Silanization on Microtensile Bond Strength of Different Resin Cements to a Lithium Disilicate Glass Ceramic. *J Contemp Dent Pract.* 2016 Feb 1; 17 (2):149–53. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1818.
24. Guarda GB, Correr AB, Gonçalves LS, Costa AR, Borges GA, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Effects of surface treatments, thermocycling, and cyclic loading on the bond strength of a resin cement bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *Oper Dent.* 2013 Mar-Apr; 38 (2):208–17. doi: 10.2341/11-076-L. Epub 2012 Aug 3.
25. Günel Abduljalil B, Ongun S, Öñöral Ö. How will surface conditioning methods influence the translucency and color properties of CAD-CAM resin-matrix ceramics with different thicknesses? *J Esthet Restor Dent.* 2021 Sep; 33 (6):925–934. doi: 10.1111/jerd.12667. Epub 2020 Oct 1. PMID: 33006276.
26. Günel-Abduljalil B, Öñöral Ö, Salim Ongun S. Microshear bond strengths of resin-matrix ceramics subjected to different surface conditioning strategies with or without coupling agent application. *J Adv Prosthodont* 2021; 13:180–90.
27. Harouny R., L. Hardan, E. Harouny, C. Kassis, R. Bourgi, M. Szymanska, Naji Kharouf, V. Ball, C. Khairallah. Adhesion of Resin to Lithium Disilicate with Different Surface Treatments before and after Salivary Contamination – An In-Vitro Study. *Bioengineering* 2022, 9, 286
28. Helbling F, Özcan M. Adhesion of resin cement to contemporary hybrid ceramic and polymeric CAD/CAM materials: effect of conditioning methods and ageing. *J of Adh Sci and Technol*; 2019; 33 (8): 886–902.
29. Hooshmand T, Rostami G, Behroozibakhsh M, Fatemi M, Keshvad A, van Noort R. Interfacial fracture toughness of different resin cements bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *J Dent.* 2012 Feb; 40 (2):139–45. doi: 10.1016/j.jdent.2011.12.005. Epub 2011 Dec 9.
30. https://cdn.vivarep.com/contrib/vivarep/media/pdf/4_4643_VITAENAMICBondingandPolishing-Guide_20170830205802515.pdf.
31. https://www.bisco.com/assets/1/22/eCEMENT_Brochure1.pdf
32. https://www.bisco.com/assets/1/22/eCEMENT_Technique5.pdf
33. https://www.ivoclarvivadent.com/medias/sys_master/celum-connect2-assets/celum-connect2-assets/h84/ha8/10371537862686/Variolink-Esthetic.pdf
34. <https://excelldent-bg.com/wp-content/uploads/2018/06/panavia-v5-brochure.pdf>
35. Imamura GM, Reinhardt JW, Boyer DB, et al. Enhancement of resin bonding to heat-cured composite resin. *Oper Dent.* 1996; 21:249–256.
36. Kalavacharla VK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of Etching Protocol and Silane Treatment with a Universal Adhesive on Lithium Disilicate Bond Strength. *Oper Dent.* 2015 Jul-Aug; 40 (4):372–8. doi: 10.2341/14-116-L. Epub 2014 Dec 23.
37. Kim, Y.-R. Kim, J.-H. Son, S.-A. Park, J.-K. Effect of Silane-Containing Universal Adhesives on the Bonding Strength of Lithium Disilicate. *Materials* 2021, 14, 3976. <https://doi.org/10.3390/ma14143976>.
38. Koller M, Arnetzl GV, Holly L, et al. Lava ultimate resin nano ceramic for CAD/CAM: customization case study. *Int J Comput Dent.* 2012; 15:159–164.

39. Kukiattrakoon B, K. Thammasitboon. The effect of different etching times of acidulated phosphate fluoride gel on the shear bond strength of high-leucite ceramics bonded to composite resin. August 2007, The Journal of prosthetic dentistry 98 (1):17–23.
40. Lee HY, Han GJ, Chang J, Son HH Bonding of the silane containing multi-mode universal adhesive for lithium disilicate ceramics. Restor Dent Endod. 2017 May; 42 (2):95–104.
41. Levartovsky S, Bohbot H, Shem-Tov K, Brosh T, Pilo R. Effect of Different Surface Treatments of Lithium Disilicate on the Adhesive Properties of Resin Cements. Materials 2021, 14, 3302. <https://doi.org/10.3390/ma14123302>.
42. Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. J Prosthodont Res. 2014; 58 (4): 208–16. doi: 10.1016/j.jpor.2014.07.003.
43. Lise DP, Perdigão J, Van Ende A, Zidan O, Lopes GC. Microshear Bond Strength of Resin Cements to Lithium Disilicate Substrates as a Function of Surface Preparation. Oper Dent. 2015 Sep-Oct; 40 (5):524–32. doi: 10.2341/14-240-L. Epub 2015 Mar 6.
44. Liu PR, Essig ME. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. Compend Contin Educ Dent. 2008; 29 (8): 482–8.
45. Lopes GC, Perdigão J, Baptista D, Ballarin A. Does a Self-etching Ceramic Primer Improve Bonding to Lithium Disilicate Ceramics? Bond Strengths and FESEM Analyses. Oper Dent. 2019 Mar/Apr; 44 (2):210–218.
46. Matinlinna J, Lassila LV, Özcan M, et al. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. Int J Prosthodont. 2004; 17:155–164.
47. Mokhtarpour F, Alaghehmand H, Khafri S. Effect of hydrofluoric acid surface treatments on micro-shear bond strength of CAD/CAM ceramics. Electronic Physician (ISSN: 2008–5842) <http://www.e physician.ir>. October 2017, 9 (10): 5487–5493, DOI: <http://dx.doi.org/10.19082/5487>.
48. Moro AFV, Ramos AB, Rocha GM, Perez CDR. Effect of prior silane application on the bond strength of a universal adhesive to a lithium disilicate ceramic. J Prosthet Dent. 2017 Nov; 118 (5):666–671. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.12.021. Epub 2017 Apr 3.
49. Nilsson E, Alaeddin S, Karlsson S, et al. Factors affecting the shear bond strength of bonded composite inlays. Int J Prosthodont. 2000; 11:52–58.
50. Özcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. Dent Mater. 2003; 19:725–731.
51. Özcan M, Barbosa SH, Melo RM. Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. Dent Mater. 2007; 23:1276–1282.
52. Özcan M, Koc-Dundar B. Composite-composite adhesion in dentistry: a systematic review and meta-analysis. J Adhes Sci Tech. 2014; 21:2209–2229.
53. Prasad HA, Pasha N, Hilal M, Amarnath GS, Kundapur V, Anand M, Singh S. To Evaluate Effect of Airborne Particle Abrasion using Different Abrasives Particles and Compare Two Commercially Available Zirconia on Flexural Strength on Heat Treatment. Int J Biomed Sci. 2017 Jun; 13 (2):93–112.
54. Powers JM, Farah JW, O’Keefe KL, Kolb B, Udry G. Guide to all-ceramic bonding. Dental Advisor. 2009; 2: 1–12.
55. Puppini-Rontani J, Sundfeld D, Costa AR, Correr AB, Puppini-Rontani RM, Borges GA, Sinhoreti M, Correr-Sobrinho L. Effect of Hydrofluoric Acid Concentration and Etching Time on Bond Strength to Lithium Disilicate Glass Ceramic. Oper Dent. 2017 Nov/Dec; 42 (6):606–615. doi: 10.2341/16-215-L. Epub 2017 Jul 14.
56. Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. J Dent Res. 2014; 93:1232–1234.
57. Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT, et al. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. J Appl Oral Sci. 2004; 12:319–326.
58. Soderholm KJ, Shang SW. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal silica. J Dent Res. 1993; 72:1050–1054.
59. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, et al. Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: a review of the literature. J Esthet Restor Dent. 2014; 26:382–393.
60. Zeidan LC, Esteves CM, Oliveira JA, Brugnera A Jr, Cassoni A, Rodrigues JA. Effect of different power settings of Er, Cr: YSGG laser before or after tribosilicization on the microshear bond strength between zirconia and two types of cements. Lasers Med Sci. 2018 Feb; 33 (2):233–240.

Постъпила – 05.09.2022

Приета за печат – 12.09.2022

Адрес за кореспонденция:

д-р Румен Радев
Катедра Протетична дентална медицина
Факултет по Дентална медицина,
Медицински университет-София
Бул. „Георги Софийски“ 1
1431 София
e-mail: R.R. Radev96@gmail.com
Моб.тел. 0884737768

Address for correspondence:

d-r Rumen Radev
Department of Prosthetic Dentistry
Faculty of Dental Medicine,
Medical University
1, „G. Sofiyski“ blvd
1431 Sofia
e-mail: R.R. Radev96@gmail.com
phone: +359884737768

СЪВРЕМЕННА КОНЦЕПЦИЯ ОТНОСНО БИСФОСФОНАТ-АСОЦИИРАНАТА ОСТЕОНЕКРОЗА НА ЧЕЛЮСТИТЕ - КЛИНИКА, СТАДИРАНЕ, ПАРАКЛИНИКА, ПРЕВЕНЦИЯ

Б. Илчева DMD*, В. Свещаров DMD, PhD**

CURRENT CONCEPTS ON BISPHOSPHONATE-ASSOCIATED OSTEONECROSIS OF THE JAW - CLINICAL FEATURES, STAGING, PARACLINICAL EXAMINATIONS, PREVENTION

B. Ilieva DMD*, V. Sveshtarov DMD, PhD**

Резюме: Бисфосфонат-асоцираната остеонокроза на челюстите (БАОНЧ) е мултифакторно заболяване с протрахирано протичане и неизяснени напълно етиология и патогенеза. Познаването на клиничната картина, стадирането и параклиничните изследвания, които са информативни при това заболяване, дават възможност за превенция и изработване на лечебна стратегия за всеки пациент.

В настоящата обзорна статия сме разгледали публикуваните в литературата до момента данни, свързани със съвременните разбирания относно Бисфосфонат-асоцираната остеонокроза на челюстите (БАОНЧ), отнасящи се до клиниката, стадирането, параклиниката и превенцията от развитието ѝ.

Според клиничните прояви най-широко е прието стадирането според Американската асоциация на оралните и лицево-челюстни хирурзи (AAOMFS). Описани са следните стадии на развитие на БАОНЧ: В риск, 0, 1, 2 и 3 стадий.

Параклиничните изследвания, описани в литературата до момента, които са смятани за информативни при пациенти с БАОНЧ, са: образна диагностика, хистологичен анализ, микробиологично изследване, костна скintiграфия, изследване на нивото на серумния – CTX и някои биомаркери на костната обмяна, флуоресцентен метод, позитронно емисионна томография/компютърна томография.

В литературата до момента са описани превантивни мерки, които се прилагат на няколко етапа, за да се предотврати появата на БАОНЧ: преди започване на лечението с БФ, при перорален прием и при интравенозен прием. Поради тежестта на протичане на заболяването и трудностите в неговото лечение, изключително внимание трябва да бъде обърнато на превенцията на БАОНЧ. **Ключови думи:** остеонокроза, бисфосфонат, челюстни кости

Abstract: Bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws (BAONJ) is a multifactorial disease with protracted course and not completely known etiology and pathogenesis. Knowing the clinical picture, staging and paraclinical studies that are informative in this disease, enables prevention and development of a treatment strategy for each patient.

In this review article we reviewed the data published in the literature to date, concerning the modern understanding of Bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws (BAONJ) relating to the clinical features, staging, paraclinical examinations and prevention of its development.

According to the clinical manifestations, the most widely accepted staging is published by the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons (AAOMFS). The following development stages of BAONJ are described: At Risk, 0, 1, 2 and 3 stages.

Paraclinical tests described in the literature so far, which are considered to be informative in patients with BAONJ are: imaging, histological analysis, microbiological testing, bone scintigraphy, study of serum – CTX and certain biomarkers of bone turnover, fluorescence method, positron emission tomography / computed tomography.

In the literature to date preventive measures to be applied in several stages to hopefully prevent the occurrence of BAONJ are described: before starting the treatment with BF and during an oral or an intravenous administration.

Due to the severity of the course of the disease and the difficulties in its treatment, utmost attention must be paid to the prevention of BAONJ.

Key words: osteonecrosis, bisphosphonate, jaw bones

* Асистент, катедра „Дентална орална и лицево-челюстна хирургия“, ФДМ, МУ–София.

** Доцент, доктор, катедра „Дентална орална и лицево-челюстна хирургия“, ФДМ, МУ–София.

Увод

През 2014 година Американската асоциация на оралните и лицево-челюстни хирурзи допълва понятието БАОНЧ и дефинира термина медикаментозно-свързана остеонекроза на челюстта (МАОНЧ) като:

1. Настоящо или предишно лечение с антирезорптивни или антиангиогенни агенти.
2. Оголена кост или кост, която може да бъде сондирана през интра- или екстраорална фистула в лицево-челюстната област, която персистира повече от 8 седмици.
3. Липса на данни за проведено лъчелечение на челюстните кости или очевидно метастатично заболяване на челюстните кости (22).

БАОНЧ е мултифакторно заболяване с протрахирано протичане и неизяснени напълно етиология и патогенеза. Познаването на клиничната картина, стадирането и параклиничните изследвания, които са информативни при това заболяване, дават възможност за превенция и изработване на лечебна стратегия за всеки пациент.

Основна част

Клинична картина, стадиране

Един от основните клинични симптоми на БАОНЧ е наличието на оголена невитална кост (14, 21). Той може да е предшестван от неопределена болка или дискомфорт в засегнатата област (14, 21). Възпаление и насложена инфекция се наблюдават при напреднали случаи и са водещите причини за симптоматичните изяви на БАОНЧ (8).

AAOMS стадира БАОНЧ според клиничните прояви по следния начин (21):

През 2014 година AAOMS предлага модификации на системата за стадиране, както следва:

- стадий 0 се приема за валидна категория на заболяването, която обхваща пациенти с продромално заболяване (вариант без наличие на оголена кост)
- дефиницията за оголена кост е разширена, като включва наличие на кожни или мукозни фистули, при сондиране на които се достига до кост, за стадии 1, 2 и 3 (22).

От изследваните случаи на БАОНЧ, засягаща максилата, 50% се извяват клинично с развитие на съпътстващ максиларен синусит. Пациентите с напреднала форма на БАОНЧ на максилата често страдат от максиларен синусит, като и двете състояния често са резистентни на терапевтично лечение (17).

Параклиника

Параклиничните изследвания, описани в литературата до момента, които са смятани за информативни при пациенти с БАОНЧ, са: образна диагностика, хистологичен анализ, микробиологично изследване, костна сцинтиграфия, изследване на нивото на серумния – СТХ и някои биомаркери на костната обмяна, флуоресцентен метод, позитронно емисионна томография/компютърна томография.

Образната диагностика при БАОНЧ включва рентгенографии с различен центраж (секторни, ортопантомографии), компютърна томография, ЯМР, радионуклидно изследване. Рентгенографските находки при пациенти с БАОНЧ са остеоосклероза, остеолиза, уплътняване на костните тъкани, уплътнена lamina dura, субпериостално отлагане на кост и неуспех в постхирургичното ремоделиране (10).

Стадий	Описание
В риск	Без наличие на оголена/некротична кост при асимптомни пациенти, лекувани с интравенозни или порорални БФ
Стадий 0	Без наличие на клинично доказателство за оголена/некротична кост, но с неспецифични симптоми или клинични и рентгенографски находки, съмнителни за вероятна БАОНЧ.
Стадий 1	Оголена, некротична кост, асимптоматично и без доказателство за възпаление или инфекция.
Стадий 2	Оголена, некротична кост, свързана с болка, еритем, и възпаление или инфекция, с или без гноен ексудат
Стадий 3	Оголена, некротична кост, болка, възпаление или инфекция и 1 или повече от следното: Оголена, некротична кост, извън региона на алвеоларната кост, водеща до патологична фрактура, екстраорална фистула, ороантрална/ороназална комуникация, или остеолиза, простираща се извън долната граница на мандибулата или синусния под.

Някои автори установяват значително предимство за хирурга на *СВСТ* пред ортопантомографията, касаещо лечебния план на БАОНЧ (9).

Клинична изява на БАОНЧ е съпътствана от *компютърно-томографска (КТ)* находка в 78.3% от случаите. Размерът на лезията при КТ-изследване корелира с наличието на гноен ексудат. При наличието на секвестър, средната големина на лезията на КТ е сравнително голяма. КТ е достатъчно надеждно изследване при диагностиката на БАОНЧ (5).

Хистологичният анализ на костната проба с прилежащите меки тъкани показва некротична кост с признаци на възпаление, но също така и клетки от основното малигнено заболяване. Клиничната и рентгеновата диагноза на БАОНЧ трябва да бъде потвърдена от хистологичен анализ при пациенти с основно злокачествено заболяване (18).

Един от **биохимичните маркери** на костната обмяна е серумният C-terminal cross-linking telopeptide of type I collagen (CTX). Marx et al. предлагат стойностите му, установени сутрин на гладно, да бъдат използвани за оценка на риска за развитие на БАОНЧ и при определяне на лечението. Относителният риск за развитие на БАОНЧ е класифициран, както следва: При стойности на CTX по-ниски от 100 pg/mL – висок риск, при CTX стойности между 100 pg/mL и 150 pg/mL – умерен риск, и при CTX стойности над 150 pg/mL – минимален риск (16).

Други автори достигат до заключение, че CTX тестът не е предиктивен за развитие на БАОНЧ за отделния пациент, но класифицира тези в „рискова зона“ при стойности по-ниски от 150 pg/mL (13).

Костната сцинтиграфия с Tc 99 m също може да бъде включена към методите за ранна диагностика на БАОНЧ, като при голям процент от изследваните пациенти (66%) се визуализират зоните на костта, засегнати от БАОНЧ, преди клиничната изява на симптомите (6). Пациенти с патологично поглъщане на радиоактивен изотоп в челюстите при костна сцинтиграфия значително по-често развиват БАОНЧ. Костна сцинтиграфия, която не буди подозрение за патологично натрупване, е предиктивна за липса на БАОНЧ в бъдеще (24).

Флуоресцентен метод, след 10-дневно администриране на тетрациклин, може да бъде използван при диференциалната диагностика между остеорадионекрозата и БАОНЧ. Жизнеспособна-

та кост се визуализира при тетрациклиновата флуоресценция, за разлика от невиталната, хвърляйки повече светлина върху хистопатологичното отдиференциране на БАОНЧ и остеорадионекрозата (19).

Микробиологичното изследване на пациентите с БАОНЧ показва наличие на бактериални морфотипове (от 2 до 15 на брой) в биофилмите, които включват видове от родовете *Fusobacterium*, *Bacillus*, *Actinomyces*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Selenomonas*, три различни типа *Treponema* (23).

От бактериалния биофилм се изолират най-често гъбички от род *Actinomyces* (15, 20), в някои случаи и от род *Candida* (23).

Едни автори изследват възможността за използването на 18F-фуородеокси глюкозна и 18F-натриево флуоридна **позитронно емисионна томография/компютърна томография** в диагностиката на медикаментозно-свързаната остеонекроза на челюстта. Те достигат до заключението, че тенденцията за понижено костно ремоделиране, подчертана от (18) F-NaF PET/CT, може да бъде индикатор за възможен риск от развитие на БАОНЧ преди изявата на клиничните признаци и симптоми (11).

Други автори установяват, че въпреки че позитронно-емисионната томография (PET scan) е полезна в онкологията, настоящите открития не поддържат рутинното ѝ използване единствено и само за диагностика или проследяване на случаите с БАОНЧ (3).

Трети автори изследват потенциала на **флуоресцентното изобразяване на тъканите**, използвайки Visually Enhanced Lesion Scope (VELscope) за откриване на БАОНЧ. Те установяват, че VELscope е подходящо средство за визуализация на некротичните зони при пациенти с БАОНЧ. Загубата на флуоресценция в областите с некротична кост е полезен интраоперативен инструмент за флуоресцентно-направлявана костна резекция със значимо клинично обяснение (1).

Обект на изследване са и два **биомаркера на костната обмяна** – NTX (N-telopeptide of type I collagen) и B-AP (bone-specific alkaline phosphatase), които се откриват в слюнката. Установява се статистическа разлика в нивата на NTX между пациенти с БАОНЧ и контролната група. Оценката на слюнката може да осигури нов метод за откриване, поставяне на диагноза, стадиране и потенциално да насочва решенията за лечението и да следи резултатите за пациентите с БАОНЧ в бъдеще (12).

Превенция от развитие на БАОНЧ

Превенция преди започването на БФ терапия

Преди започване на бисфосфонатна терапия редица автори препоръчват обстоен клиничен преглед (вкл. панорамна рентгенография) и дентално лечение, което цели да елиминира инфекциите и да предотврати нуждата от инвазивни дентални процедури в бъдеще. Това включва екстракции на зъби, периодонтална хирургия, кореново лечение, контрол на кариеса, obturации и протезни конструкции (15, 20, 21).

Решението за отлагане на БФ терапия трябва да бъде взето от лекуващия онколог съвместно с оралния или лицево-челюстния хирург или друг дентален лекар. В настоящия момент рисковете и предимствата от отлагането на БФ терапия не са систематично оценени (20).

Профилактично антибиотично покритие не е необходимо при неинвазивни дентални процедури, но е препоръчително при всяка инвазивна намеса (15). Антибиотично лечение се налага и при пациенти с повишен риск от развитие на инфекции (напр. такива с поставен венозен катетър, ендокардит, сърдечни шумове, изкуствени сърдечни клапи и т. н.) (20).

Контролни прегледи на всеки 4 месеца са препоръчителни след започване на БФ терапия (15), според други автори на 3 до 4 месеца, в зависимост от броя съпътстващи рискови фактори и общото дентално здраве на пациента (20).

Превенция от развитие на БАОНЧ при пациенти, приемащи БФ

Важно е пациентите да бъдат обучени за необходимостта от спазване на отлична орална хигиена и ранно съобщаване на симптомите (20). Проучване сред пациентите на интравенозна БФ терапия показва, че едва 32% от тях са запознати с риска от развитие на БАОНЧ. Информацията относно страничните ефекти на БФ и по-конкретно относно риска от развитие на БАОНЧ е недостатъчна. Лекарите трябва да си поставят за цел да насочат вниманието на пациентите за потенциалните рискове преди започване на лечението с БФ (2).

Тъй като честотата на БАОНЧ може да варира при пероралната и интравенозната БФ терапия, денталните процедури трябва да бъдат извършвани с повишено внимание особено при пациенти на интравенозна БФ терапия (7).

При перорален прием

Пациентите, приемащи перорални БФ в срок по-кратък от 3 години, са с нисък риск за развитие на БАОНЧ, това осигурява време на денталния екип да постигне оптимално орално здраве. В този период се извършват всички необходими процедури (екстракции на зъби, периодонтална хирургия, кореново лечение, контрол на кариеса, obturации и протезни конструкции) (16). Този период може да бъде намален при наличието на някои придружаващи заболявания и състояния като хронично използване на кортикостероиди (4).

При интравенозен прием

Регулярни обстоен клиничен преглед, професионална орална хигиена и флуорна профилактика са препоръчителни при пациентите на интравенозна БФ терапия. Екстракцията на зъби и други процедури, които включват директно засягане на костта, трябва да бъдат избягвани (15, 20, 21). Ако зъбът не може да бъде възстановен, се предпочита ендодонтско лечение и премахване на коронковата част (15, 20). Зъби с 1-ва и 2-ра степен на подвижност се шинират. Такива с 3-та и 4-та степен на подвижност или свързани с периодонтален абсцес, се екстрахират под антибиотично покритие (15). Използването на сменяеми протези е приемливо, като е важно внимателно да бъде оценена протезната конструкция, така че да няма участъци с повишено налягане или триене (20), може да се ребазира с мека подложка, ако е необходимо (15). Поставянето на дентални имплантати е контраиндицирано и трябва да се избягва (15, 20).

Рутинни дентални процедури, включващи зъбна профилактика, неоперативна периодонтална грижа, възстановителни процедури, поставяне на фиксирани и сменяеми протезни конструкции, не са контраиндицирани при пациенти, приемащи азот-съдържащи БФ (8).

Заклучение

В заключение можем да обобщим, че от 2014 година Американската асоциация на оралните и лицево-челюстни хирурзи залага ясни критерии за стадирането на БАОНЧ, в зависимост от клиничната и параклиничната симптоматика на заболяването. Описани са следните стадии: В риск, 0, 1-ви, 2-ри, 3-ти стадий. Това стадиране подпомага избора на лечебна модалност при конкретния пациент.

Параклиничните изследвания, описани в литературата до момента, които са смятани за информативни при пациенти с БАОНЧ, са: образна диагностика, хистологичен анализ, микробиологично изследване, костна сцинтиграфия, изследване на нивото на серумния – СТХ и някои биомаркери на костната обмяна, флуоресцентен метод, позитронно емисионна томография/компютърна томография.

В литературата до момента са описани превантивни мерки, които се прилагат на няколко етапа, за да се предодврати появата на БАОНЧ: преди започване на лечението с БФ, при перорален прием и при интравенозен прием.

Поради тежестта на протичане на заболяването и трудностите в неговото лечение, изключително внимание трябва да бъде обърнато на превенцията на БАОНЧ.

Библиография

1. Assaf AT et al. Intraoperative efficiency of fluorescence imaging by Visually Enhanced Lesion Scope (VELscope) in patients with bisphosphonate related osteonecrosis of the jaw (BRONJ). *J Craniomaxillofac Surg*. 2014. 42 (5): e157–64.
2. Bauer Julia et al. Awareness and education of patients receiving bisphosphonates. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. Volume 40, Issue 3. 2012. p: 277–282
3. Belcher R et al. What is the role of positron emission tomography in osteonecrosis of the jaws? *J Oral Maxillofac Surg*. 2014. 72 (2):306–10.
4. Chiu Chang-Ta et al. Resolution of oral bisphosphonate and steroid-related osteonecrosis of the jaw—a serial case analysis. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010. 68 (5):1055–63
5. Elad, Sharon et al. Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw: clinical correlations with computerized tomography presentation. *Clinical Oral Investigations*. 2010, Vol. 14 Issue 1, p: 43–50.
6. Felice S. O’Ryan et al. Intravenous Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaw: Bone Scintigraphy as an Early Indicator. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009 Volume 67, Issue 7, P: 1363–1372
7. Gutta Rajesh, Patrick J Louis. Bisphosphonates and osteonecrosis of the jaws: science and rationale. *Oral surgery oral medicine oral pathology oral radiology and endodontics*. 2007. Volume: 104, Issue: 2, P: 186–193
8. John E. Fantasia. Bisphosphonates: Practical Considerations. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009. 67:53–60
9. Kämmerer PW et al. Surgical evaluation of panoramic radiography and cone beam computed tomography for therapy planning of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015. 121 (4):419–24
10. Kevin Arce, DMD et al. Imaging Findings in Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of Jaws. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. Volume 67, Issue 5, Supplement, 2009 p: 75–84
11. Kim Y, Lee HY, Yoon HJ, Kim BS. Utility of 18F-fluorodeoxy glucose and 18F-sodium fluoride positron emission tomography/computed tomography in the diagnosis of medication-related osteonecrosis of the jaw: A preclinical study in a rat model. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016. 44 (4):357–63
12. Kolokythas A et al. Salivary Biomarkers Associated With Bone Deterioration in Patients With Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws. *J Oral Maxillofac Surg*. 2015. 73 (9):1741–7.
13. Lazarovici TS et al. Serologic bone markers for predicting development of osteonecrosis of the jaw in patients receiving bisphosphonates. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010. 68 (9):2241–7.
14. Marx RE: Pamidronate (Aredia) and zoledronate (Zometa) induced avascular necrosis of the jaws: A growing epidemic. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003. 61:1115
15. Marx Robert E. et al. Bisphosphonate-Induced Exposed Bone (Osteonecrosis/Osteopetrosis) of the Jaws: Risk Factors, Recognition, Prevention and Treatment. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005. 63:1567–1575
16. Marx RE, Cillo JE Jr, Ulloa JJ. Oral bisphosphonate-induced osteonecrosis: risk factors, prediction of risk using serum CTX testing, prevention, and treatment. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007. 65 (12):2397–410.
17. Maurer, P. et al. Bisphosphonate-related osteonecrosis of the maxilla and sinusitis maxillaris. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. 2011, Vol. 40 Issue 3, p: 285–291
18. Obwegeser Gander T, JA et al. Malignancy mimicking bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw: a case series and literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2014. 117 (1):32–6.
19. Pautke, Christoph et al. Tetracycline Bone Fluorescence: A Valuable Marker for Osteonecrosis Characterization and Therapy. *Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. Jan2010, Vol. 68 Issue 1, p: 125–129
20. Ruggiero Salvatore, DMD, MD et al. Practical Guidelines for the Prevention, Diagnosis, and Treatment of Osteonecrosis of the Jaw in Patients With Cancer. *Journal of oncology practice*. 2006. Vol. 2, Issue 1, p: 7–12
21. Ruggiero Salvatore L., DMD, MD et al. 2009. American association of Oral and Maxillofacial Surgeons Position Paper on Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaws-2009 Update. *J. Oral Maxillofac. Surg*. 2009, Suppl 1. 67:2–12,
22. Ruggiero Salvatore et al. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons Position Paper on Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw—2014 Update 2014. *J Oral Maxillofac Surg* 72:1938–1956

23. Sedghizadeh Parish P. et al. Identification of Microbial Biofilms in Osteonecrosis of the Jaws Secondary to Bisphosphonate Therapy. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2008. Volume 66, Issue 4, P: 767–775.
24. Thomas C et al. Bone scintigraphy predicts bisphosphonate-induced osteonecrosis of the jaw (BRONJ) in patients with metastatic castration-resistant prostate cancer (mCRPC). Clin Oral Investig. 2016 20 (4):753–8.

Постъпила – 08.07.2022

Приета за печат – 12.09.2022

Адрес за кореспонденция

Д-р Боряна Илиева
Катедра Дентална, орална и лицево-челюстна
хирургия
Факултет по Дентална медицина
бул. „Георги Софийски“ № 1
1413 София
e-mail: dr.ilieva@abv.bg

Address for correspondence:

Boryana Ilieva, DMD
Department of Oral and Maxillo-facial surgery,
Faculty of Dental Medicine,
Medical University-Sofia
Sv. G. Sofiiski blvd.
1431 Sofia
e-mail: dr.ilieva@abv.bg

КЛИНИЧНИ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ АСПЕКТИ ОТ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА НИСКОИНТЕНЗИТЕТНАТА ФОТОТЕРАПИЯ

ЧАСТ ПЪРВА - БИОХИМИЧНИ И БИОФИЗИЧНИ АСПЕКТИ НА ФОТОБИОЛОГИЧНОТО ДЕЙСТВИЕ. ВИДОВЕ ЕЛЕКТРОННО-СВЕТЛИННИ УСТРОЙСТВА

В. Свещаров DMD, PhD*, С. Свещарова DMD, PhD**

CLINICAL AND EXPERIMENTAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF LOW-INTENSITY PHOTOTHERAPY PART ONE - BIOCHEMICAL AND BIOPHYSICAL ASPECTS OF PHOTOBIOLOGICAL ACTION. TYPES OF ELECTRONIC LIGHT EMITTING DEVICES

V Svechtarov DMD, PhD*, S. Sveshtarova DMD, PhD**

Резюме. Този литературен обзор, представен в две части, се базира общо на 48 източници по темата за приложението на нискоинтензивната фототерапия при темпоромандибуларни, мускуло-скелетни, неврологични и други заболявания. Първата част дава ценна информация относно биохимичните и биофизични аспекти на фотобиологичните процеси при третиране на тъканите с определени светлинни източници, както и за терапевтичните ефекти, които те предизвикват. Разгледани са някои съвременни фотоемитиращи устройства, като суперлуминисцентните диодни клъстери, които показват значими клинични предимства пред стандартната лазерна монотерапия и овладяват болкови състояния, които не се повлияват от известните фармакотерапевтични или ортопедични средства.

Ключови думи: темпоромандибуларни заболявания, лазери, суперлуминисцентни устройства

Summary. This literature review, presented in two parts, is based on a total of 48 sources focused on the topic of the application of low-intensity phototherapy in temporomandibular, musculoskeletal, neurological and other diseases. The first part of the review provides valuable information on the biochemical and biophysical aspects of photobiological processes in the treatment of tissues with certain light sources, as well as on the therapeutic effects they induce. Some modern photoemitting devices, such as superluminescent diode clusters, are reviewed, which show significant clinical advantages over standard laser monotherapy and control pain conditions unresponsive to known pharmacotherapeutic or orthopedic agents.

Key words: temporomandibular diseases, lasers, superluminescent devices

Увод

Нискоинтензивната фототерапия е физикален терапевтичен метод, при който се използват фотони от видимия и инфрачервен спектър за третиране на увреждания в тъканите. Фотоните могат да бъдат

генерирани във видимия червен, или в инфрачервения спектър (600 nm – 1000 nm), като проникват в тъканите и се абсорбират на клетъчно ниво. Следствие на това се инициират редица фотохимични реакции, изразяващи се в засилен метаболизъм, стимулиране на васкуларната, имунната и лимфната система, с кумулативен ефект в клетките и тъка-

* Доцент, доктор, катедра „Дентална, орална и лицево-челюстна хирургия“, ФДМ, МУ–София.

** Лекар по дентална медицина, доктор, Център по интегрирана дентална медицина, ФДМ, МУ–София.

ните. Лечебното им действие е в пряка зависимост от свойствата на разпространението на вълните – като отражение, разсейване и поглъщане, както и отчитането на корпускулярните ефекти – фотохимичен, фотоелектричен, фотолитичен и др.

Фотобиологичното действие се основава на поглъщането на енергията на светлинните кванти от атомите и молекулите. В резултат се образуват електронно-възбудени състояния на молекулите с пренасяне на енергията на кванта, извършват се процеси на дисоциация и йонизация на молекулите. Характерът на първичните фотобиологични реакции се определя от енергията на квантите. В инфрачервената област енергията на фотоните ($1.6 - 2.4 \cdot 10^{-19}$ J) увеличава енергията на колебателните процеси на молекулите; видимото лъчение с енергия $3.2 - 6.4 \cdot 10^{-19}$ J предизвиква електронно възбуждане и фотолитична дисоциация с образуване на първични фотопродукти, които са пусковият механизъм на процеси с разнообразни лечебни ефекти. Фототерапията води до увеличаване на микроциркулацията, редукция на болката в мускулите и ставите, преодоляване на контрактурите, положителен ефект при редица неврологични или психосоциални състояния – като депресия, тревожност и др. (1–5, 18, 19, 23, 24, 25, 33).

Биохимични и биофизични аспекти на фотобиологичното действие

Оптичното лъчение с ниска интензивност влияе върху възбуждането на едни или други електронни енергетични нива. При животните и човека окислително-редукционните реакции се съпровождат с възбуждане на молекулите и пренос на електрони от донора към акцептора, като всички тези биохимични процеси се осъществяват в тъмнина. Следователно, когато има намаляване или отсъствие на естествените, физиологични биохимични източници на свободна енергия (а това най-често се получава при лезии, водещи до нарушаване на микроциркулацията), за пренос на електрона във възбудено състояние по донорно-акцепторен механизъм е необходима индукция за преноса на електрона от квант светлина.

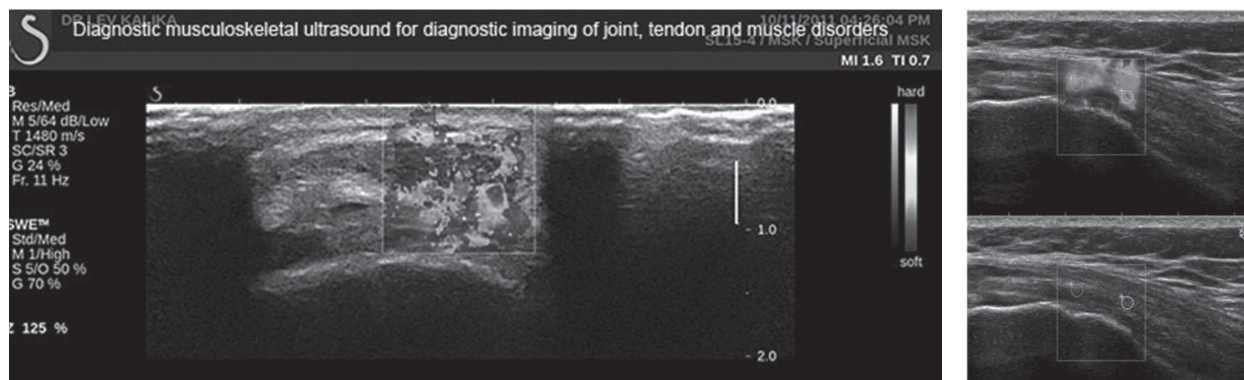
Фотоните на инфрачервеното лъчение, които имат енергия, равна или по-голяма от енергията на окислително-редукционните двойки, могат да индуцират преноса на електрон от донора към акцептора и така да бъде активирано клетъчното дишане. Разликата на енергията на окислително-редукционните двойки – компоненти на дихателната

верига, са десетки части от eV, те са съпоставими с енергията на квантите от инфра и червения спектрален диапазон, напр. енергията на окислително-редукционната двойка НАД⁺/НАДН е 0.32 eV, на цитохромоксидазата – 0.55 eV, а енергията на видимите червени фотони – около 1.5 eV (5, 9, 28).

Механизмите на действие на инфра и червеното лъчение са свързани с активацията на преноса на електрони по дихателната верига на митохондриите. Активацията на клетъчното дишане, повишаването на интензивността на метаболизма, водят към натрупване на активни форми на кислорода и други радикални интермедиенти. Степента за проява на фотобиологичните ефекти зависи от интензивността на оптичното лъчение, която е обратно пропорционална на квадрата на разстоянието от източника до облъчваната повърхност. Фотобиологичните реакции основно се свързват с генерирането на синглетен кислород, окисляващ фосфолипидите на плазмената мембрана. Синглетният кислород в присъствие на органични молекули-сенсibiliзатори се образува в резултат на редица от безизлъчвателни преходи при възбуждане с фотони с дължина на вълната 632 nm и има мек прооксидантен биологичен ефект.

Светлочувствителните хромофори абсорбират светлинната енергия и инициират поредица от важни фотохимични реакции, като увеличено производство на азотен оксид, на синглетен кислород и аденозин трифосфат, както и промени в пермеабилитета на клетъчната мембрана. Електронният трансфер е от първостепенна важност за дихателната верига в митохондриите, където се намират основните хромофори, участващи във фотохимичните реакции. Олъчването стимулира цикъла на Кребс, иницира производството на АТФ, осигурява допълнителна енергия и ускоряване на метаболизма. Светлинната енергия и свързаните с усвояването ѝ биохимични реакции водят до нормализиране на клетъчните функции при множество патологични състояния и увреждания (6, 7, 9, 22, 32, 34).

Дължината на вълната, енергийната плътност и мощността определят дълбочината на проникване на светлината и терапевтичния ефект. Дълбочината на проникване на светлината в човешката тъкан се измерва спектроскопски, като видимата червена светлина (600–700 nm) има повърхностно проникване – до 1 cm, а инфрачервената (700–1000 nm) – по-дълбоко, от 2 до 5 cm. Дълбоко разположените лезии изискват да се абсорбира по-голямо количество светлинна енергия за постигането на терапевтичен ефект. Дължини на вълните между



Фиг. 1. Ехографски находки с висока резолюция на интрамускулни лезии. Главната характеристика на миофасциалната болка се свързва с наличието на провокиращи болковата симптоматика т. нар. миогенни пускови точки (trigger points), които са лезии на микроструктурно ниво в мускулните влакна и фасциите. Там се формират участъци с намалена микроциркулация и нарушено митохондриално окислително фосфорилиране (20).

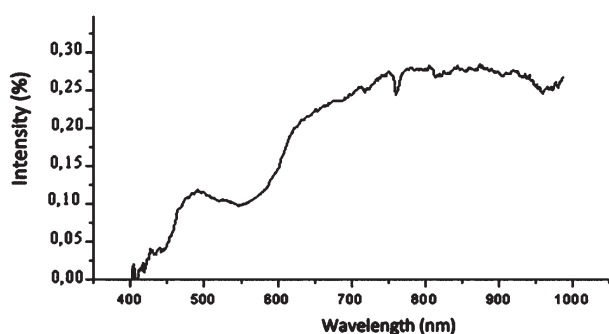
780 и 950 nm се предпочитат за дълбоко разположени тригерни точки. Някои устройства съчетават диоди, излъчващи светлина с дължина на вълната в червения спектър с друг тип диоди, генериращи вълнови дължини, близки до инфрачервената. Комбинацията от две дължини на вълните има синергичен ефект (2, 9–11).

Esnouf A et al. (8) изследват дълбочина на проникване на лъчите от нискоенергиен лазер в човешка кожа. Те считат този параметър за твърде важен по отношение на механизма на действие на светлинните източници. Използваните от тях математически симулации и експериментални данни показват, че проникването на лазерното лъчение с дължини на вълните от 630 nm до 1100 nm е до 50 mm. Те са използвали проби от човешка коремна кожа с дебелина 0.784 mm и са ги облъчвали с Gallium Aluminium Arsenide Laser (850 nm, близка до инфрачервената светлина дължина на вълната, 100 mW, 24 kHz, накрайник с диаметър 0.28 mm), като трансмитираното лъчение е измервано с електрометър Ophir Optonics 'Nova'. Резултатите им

показват, че интензитетът на лазерната радиация намалява с 66%, след трансмитирането ѝ през 0.784 mm човешка абдоминална кожа. Това проучване показва, че по-голямата част от лазерното лъчение на практика се абсорбира в първия 1 mm от кожата.

Kolari PJ et al. (17) констатира слабо проникване на инфрачервена хелий – неон лазерна светлина в дермална тъкан. Най-манифестната светлинна абсорбция се наблюдава при дълбочина до 0.4 и 0.5 mm. Авторите изказват хипотезата, че бариерата на дермалния съдов плексус намалява проникването през този слой. Авторите преценяват, че хелий – неоновия лазер няма реални директни ефекти върху дълбоко разположените тъканни лезии.

Vladimirov et al. (31) разглеждат някои аспекти на концепцията за свободните радикали, молекулярните и клетъчни механизми на стимулиращото действие на лъчите с ниска интензивност в червената област на спектъра. Според тях това са: 1. Първични акцептори на инцидентната радиация са ендогенните порфирины, които могат да действат като фотосенсибилизатори, даващи инициращи радикали за вторични реакции на свободните радикали; 2. Таргетни клетки за светлинната радиация по време на квантовата терапия могат да бъдат левкоцити, фибробласти, кератиноцити, ендотелиоцити и др. 3. Иницирането на вторични реакции на свободни радикали чрез липидна пероксидация на клетъчните мембрани (по-специално при левкоцитите) повишава йонната пропускливост, включително за калция. Увеличаването на концентрацията на вътреклетъчен калций води до увеличаване на фагоцитарната активност, т.е. до повишено производство на реактивен кислород и последващо сти-



Фиг. 2. В спектралния интервал 750–950 nm проникването на светлината е максимално (20)

мулиране на клетката; 4. Фотосенсибилизираното генериране на реактивен кислород в цитоплазмата на клетките индуцира активиране на свободни радикали при синтеза на протеини, като най-значимо в светлината на тази концепция е *de novo* синтеза на индуцируема азотен оксид (NO)-синтазата, супероксид – дисмутаза и различни цитокини.

Най-добре проучен е механизъмът на действие на светлоакцепторните центрове на цитохром С оксидазата (ССО), която се явява четвъртото звено в митохондриалната дихателна верига, отговорна за редукцията на кислорода чрез електронен трансфер, генериран при метаболизма на глюкозата. Теоретичната постановка е, че ензимната активност на ССО може бъде потискана от азотния оксид, особено при хипоксични или увредени клетки. Този инхибиторен NO се дисоциира от фотоните, които се абсорбират от ССО, която съдържа два желязни и два медни центъра с различни абсорбционни спектри. Абсорбционните пикове са главно в червените (600–700 nm) и близките до инфрачервени (760–940 nm) спектрални области. Когато NO се дисоциира, митохондриалният мембранен потенциал се увеличава, както и консумацията на кислорода, метаболизират се по-големи количества глюкоза и се произвежда по-голямо количество АТФ в митохондриите (20, 22).

Karu et al. измерват абсорбцията при клетъчни монослое и ефектите на редукция или окисление на цитохром С оксидазата при лазерна радиация с 632,8 nm. Счита се, че цитохром С оксидазата, терминалният ензим на митохондриалната респираторна верига, е основен фотоакцептор за модулиране на клетъчния метаболизъм. Съгласно критерия за интензивност на въздействието, ефектът от облъчването (редукция или окислация на фотоакцептора) зависи от първоначалния редукционен статус на цитохром С оксидазата. Облъчването (3 по 632.8 nm, доза = $6.3 \times 10^3 \text{ J / m}^2$) на монослой с относително окислена цитохром С оксидаза, причинява първоначално редукция на фотоакцептора, а впоследствие – неговата окислация. Облъчването по същата схема на клетъчен монослой с първоначално относително редуцирана цитохром С оксидаза води до окисление и впоследствие до лека редукция на ензима. Описаните експерименти показват, че облъчването с 632.8 nm причинява или преходна редукция на фотоакцептора цитохром С оксидазата, или преходна относителна окислация, като тези ефекти са в зависимост от първоначалния редукционен статус (15, 16).

Освен цитохром С оксидазата, от особена важност е и ролята на други фотоакцептори. Вълните

със значително по-голяма дължина от червената / близка до инфрачервената също могат да предизвикат благоприятни клинични ефекти. Наблюдават се промени в нивата на вътреклетъчния калций, които могат да бъдат обяснени чрез светлинно-медирано отваряне на калциевите йонни канали, като тези с преходен рецепторен потенциал (TRP). Те представлява голямо семейство от йонни канали, типизирани като TRPV1 и идентифицирани като биологичен рецептор за капсаицина. Биологичната роля на каналите са мултифакторни и множеството от тях участват в топлоотдаването и терморегулацията. При облъчването на тъканите се наблюдава краткотрайно увеличаване на реактивните кислородни частици в митохондриите, като се абсорбират фотони по време на фотобиомодулацията. Увеличението на количеството на тези частици може да задейства определени митохондриални сигнални пътища, водещи до цитозащитни, антиоксидантни и антиапоптозни ефекти в клетките. Азотният оксид, който се освобождава при фотодисоциацията, действа като вазодилататор, както и като дилататор на лимфния поток. Освен това той е мощна сигнална молекула и може да активира редица полезни клетъчни пътища (20, 22).

Тъканно специфичните процеси, които се проявяват при облъчването, доказано са от полза и при редица мозъчни заболявания, като стимулирането на мозъчния невротрофичен фактор; фактора на растеж на нервите; невротрофин 3; супероксид дисмутаза и др. Благоприятните ефекти на фототерапията върху мозъка могат да се обяснят с увеличаването на церебралния кръвен поток, по-голямата наличност и консумация на кислород. Третирането със светлина при експериментално индуцирани травми при животни има позитивни оздравителни ефекти (10, 14, 19, 24, 25).

В научната литература са изброени редица транскрипционни фактори и сигнални медиатори, които се активират при светлинна експозиция. Двухазовата дозова реакция показва как защитните механизми на организма се потенцират от ниски нива на светлинна експозиция, което не само предпазва организма от последващо третиране с високи дози лъчение, но може да има и благоприятен ефект за потискане на лъчевите реакции при лъчетерапия на злокачествените заболявания (2, 4).

Изборът на рационалната терапевтична доза за всяко специфично заболяване се базира предимно на емпирични клинични наблюдения. Дозата зависи от конкретната патология, от етиопатогенезата, от това на каква дълбочина се счита, че светлината следва да проникне в конкретно

увредената тъкан. Дозите, които се използват в червения спектър за сравнително повърхностни лезии, са средно $4 \text{ J} / \text{cm}^2$, дозите на NIR се използват за по-дълбоко разположени лезии и са по-високи от тези стойности, т.е. в диапазона $10\text{--}50 \text{ J/cm}^2$. Сесиите обикновено се провеждат ежедневно или през ден, като цялостния курс на лечение може да продължи за период от около няколко седмици (16, 27, 28).

Комбиниран електронни светлинно емитиращи устройства

Светлинната енергия може да се генерира от различни устройства – като лазерни диоди, светлинни (LED) или свръх ярки светодиоди, известни като суперлуминисцентни диоди (SLD). Всички те предизвикват сходни ефекти на клетъчно ниво. Лазерите генерират точно фокусиран светлинен сноп с висока енергийна плътност и доставят енергията на дълбочина до 5 см; те са индицирани за светлинни апликации при малки зони и дълбоко разположена целева тъкан, като напр. пусковите точки (trigger points) (20, 26).

За разлика от тях SLD, които са по-нова версия на светодиодите, генерират широк и некохерентен светлинен сноп. Те осигуряват повърхностно и равномерно разпределение на енергия с по-ниска мощност и по-дълго терапевтично експозиционно време спрямо лазерите. SLD клъстерите са особено ефективни за третиране на големи площи, около 20 cm^2 при мускулни дисфункции и спазми, обхва-

щат по-широка област на дискомфорт и намаляват мускулното напрежение (27).

Изследванията върху светлемиращите диоди (LEDs) показват, че те повлияват развитието на фибробластите, остеобластите, мускулните и епителните клетки. NASA (33) е разработила LEDs за стимулиране на тъканите и минимизиране на костна и мускулна атрофия. Лазерите и SLD могат да се използват едновременно по време на фото процедурата (5, 11, 20, 21, 27–29).

Лазерната светлина представлява синхронизирани вълни и тази ѝ характеристика се дефинира като кохерентност, докато SLD произвеждат некохерентна светлина. Кохерентността на лазерния лъч се губи, когато преминава през първия 1 mm от тъканта. Така остава дискуссионен въпросът дали кохерентните монохроматични лазери са по-добри от гледна точка на клиничните резултати в сравнение със светодиодите, които не са източник на кохерентна светлина и имат по-широк вълнов диапазон на девиация около основната честота – около 30 нанометра. Д-р Tiina Karu, (15) водещ лазерен изследовател от Финландия, пише: „Кохерентните свойства на лазерната светлина не са важни когато се облъчват клетъчни монослоеве, тънки слоеве от клетъчна суспензия, или тънкослойни тъкани. В тези случаи кохерентната и некохерентна светлина (т.е. и лазера, и светодиодите) със същата дължина на вълната, интензитет и доза осигуряват същия биологичен отговор.“ Параметри като дължина на вълната, енергийна плътност и общата приложена енергия са важните детерминанти на ефективността при фотобиостимулацията (5, 7, 12, 13, 34).



Фиг. 3. THOR – LED клъстери и накрайник за видима червена светлина (<https://www.thorlaser.com>)



Фиг. 4. MedX лазер и SLD клъстери. Суперлуминисцентното (SLD) устройство с 49 диода, излъчва комбинация от инфрачервена (870 nm) и видима червена (633 nm) светлина. <https://medxlasers.com>

Заклучение

Тази първа част на литературния обзор показва базовите принципи, върху които се гради приложението на нискоинтензивната фототерапия при темпоромандибуларните заболявания. Обзорът изяснява основните биохимични и биофизични аспекти на фотобиологичните процеси при третиране на тъканите с определени светлинни източници и терапевтичните ефекти, които те предизвикват. Разгледани са някои съвременни фотоемитиращи устройства, като суперлуминисцентните диодни клъстери, които показват значими клинични предимства пред стандартната лазерна монотерапия и овладяват болкови състояния, които не се повлияват от известните фармакотерапевтични или ортопедични средства.

Библиография

- Anders J, Lanzafame R, Arany P. Low-level light/laser therapy versus therapy. *Photomed. Laser Surg.* 2015; 33:183–184.
- Calabrese E. Hormesis and medicine. *Br. J. Clin. Pharmacol.* 2008; 66: 594–617.
- Cassano P., Cusin C., Mischoulon D. et al, Near-infrared transcranial radiation for major depressive disorder: proof of concept study. *Psychiatry J.* 2015: 352979 |<https://doi.org/10.1155/2015/352979>
- Chung H, Dai T, Sharma S et al. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Ann. Biomed. Eng.* 2012; 40:516–533.
- Dai T, Pikkula B, Wang L, Anvari B. Comparison of human skin opto-thermal response to near-infrared and visible laser irradiations: a theoretical investigation. *Phys Med Biol.* 2004 7; 49 (21):4861–77.
- De Freitas L, Hamblin M. Proposed mechanisms of photobiomodulation or low-level light therapy. *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* 2016; 22:7000417.
- Enwemeka, C. The Place of Coherence in Light Induced Tissue Repair and Pain Modulation. *Photomedicine and Laser Surgery* 24 (4), 457 (2006).
- Esnouf A, Wright PA, Moore JC, Ahmed S. Depth of penetration of an 850 nm wavelength low level laser in human skin. *Acupunct Electrother Res.* 2007; 32 (1–2):81–6.
- Hadis M, Zainal S, Holder M et al. The dark art of light measurement: accurate radiometry for low-level light therapy. *Lasers Med Sci.* 2016; 31: 789–809.
- Hamblin M. Shining light on the head: Photobiomodulation for brain disorders *BBA Clin.* 2016; 6: 113–124.
- Herpich C, Leal-Junior E, Gomes C et al. Immediate and short-term effects of phototherapy on pain, muscle activity, and joint mobility in women with temporomandibular disorder: a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *Disabil Rehabil.* 2018 Sep; 40 (19):2318–2324.
- Hode T, Duncan D, Kirkpatrick S et al. The importance of coherence in phototherapy. *Proc. SPIE* 7165, 716507 (2009).
- Hode T. The role of coherence in laser phototherapy. „Laser phototherapy – clinical practice and scientific background“, Hode-Tunér, Prima Books, 2014
- Johnstone D, Moro C, Stone J et al. Turning on lights

- to stop neurodegeneration: the potential of near infrared light therapy in Alzheimer's and Parkinson's disease. *Front. Neurosci.* 2015; 9:500.
15. Karu T. Ten Lectures on Basic Science of Laser Phototherapy, Prima Books AB, Grängesberg, Sweden (2007).
 16. Karu T, Pyatibrat L, Afanasyeva N. Cellular effects of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide. *Lasers Surg. Med.* 2005; 36:307–314.
 17. Kolari P, Airaksinen O. Poor penetration of infra-red and helium neon low power laser light into the dermal tissue. *Acupunct Electrother Res.* 1993; 18 (1):17–21.
 18. Lampl Y, Zivin J, Fisher M et al. Infrared laser therapy for ischemic stroke: a new treatment strategy: results of the NeuroThera Effectiveness and Safety Trial-1 (NEST-1) Stroke. 2007; 38:1843–1849.
 19. Lapchak P, Wei J., Zivin J. Transcranial infrared laser therapy improves clinical rating scores after embolic strokes in rabbits. *Stroke.* 2004; 35:1985–1988.
 20. Nencheva-Sveshtarova S. Application of Low-level Laser Phototherapy in the Treatment of Chronic Temporomandibular Disorders. PhD Thesis. Medical University – Varna, 2016, <https://repository.mu-varna.bg/handle/nls/205>
 21. Nencheva-Sveshtarova S, Svechtarov V, Uzunov Tz, Prodanova K. Effectiveness of GaAlAs phototherapy according to diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD). *Acta Medica Bulgarica*, 2015, XLII, (2), 36–41
 22. Nussbaum E, Baxter G, Lilge L. „A review of laser technology and light-tissue interactions as a background to therapeutic applications of low intensity lasers and other light sources,” *Physical Therapy Reviews* 8 (1), 31–44 (2003).
 23. Qadri T, Bohdanecka P, Miranda L, Tunér J, Altamash, M. Gustafsson, A. The importance of coherence length in laser phototherapy of gingival inflammation – a pilot study. *Lasers Med Sci.* 2007; 22 (4): 245–251.
 24. Quah-Smith I, Suo C., Williams M, Sachdev P. The antidepressant effect of laser acupuncture: a comparison of the resting brain's default mode network in healthy and depressed subjects during functional magnetic resonance imaging. *Med. Acupunct.* 2013; 25:124–133.
 25. Schiffer F, Johnston A, Ravichandran C et al. Psychological benefits 2 and 4 weeks after a single treatment with near infrared light to the forehead: a pilot study of 10 patients with major depression and anxiety. *Behav. Brain Funct.* 2009; 5:46.
 26. Smith K, „Laser (and LED) Therapy Is Phototherapy,” *Photomedicine and Laser Surgery* 23 (1), 78–80 (2005).
 27. Svechtarov V, Nencheva – Sveshtarova S, Grozdanova R et al. Superluminous Devices Versus Low-Level Laser for Temporomandibular Disorders. *Acta Medica Bulgarica*, 2018, 45 (1), 11–15
 28. Svechtarov V, Nencheva-Svechtarova S. Primary temporomandibular disorders and comorbid conditions. *Scripta Scientifica Medicinae Dentalis*, 2 (2), 2016, 28–32
 29. Svechtarov V, Nencheva-Svechtarova S, Uzunov Tz. Analysis of chronic temporomandibular disorders based on the latest diagnostic criteria. *Acta Medica Bulgarica*, 2015. XLII, (1), 49–55
 30. Tunér J. TMD and lasers – why the conflicting results? A very personal review. 2015. *Annals of Laser Therapy Research*, Back Issue 1, 2015, Dental and Oral Health.
 31. Vladimirov I, Klebanov G, Borisenko G, Osipov A. Molecular and cellular mechanisms of the low intensity laser radiation effect. *Biofizika*, 2004, 49 (2):339–350
 32. Waypa G, Smith K., Schumacker P. O₂ sensing, mitochondria and ROS signaling: the fog is lifting. *Mol. Asp. Med.* 2016; 47–48:76–89.
 33. Whelan H, Connelly J, Hodgson B et al. NASA light-emitting diodes for the prevention of oral mucositis in pediatric bone marrow transplant patients. *J Clin Laser Med Surg.* 2002 Dec; 20 (6):319–24.
 34. Wolf E. Introduction to the Theory of Coherence and Polarization of Light, Cambridge University Press, UK, (2007).
- Постъпила – 29.07.2022
Приета за печат – 12.09.2022
- Адрес за кореспонденция:**
Доц. Васил Свещаров
Факултет по дентална медицина
Катедра Дентална, орална и лицево-челюстна хирургия
бул. „Георги Софийски“ № 1
1413 София
e-mail: vasil.sveshtarov@fdm.mu-sofia.bg
- Address for correspondence:**
Assoc. Prof. Vassil Svechtarov, DMD, PhD
Department of Dental, Oral and Maxillo-facial surgery, Faculty of Dental Medicine,
Medical University-Sofia, Sv. G. Sofiiski blvd.
1431 Sofia
e-mail: vasil.sveshtarov@fdm.mu-sofia.bg

ЛЕЧЕНИЕ НА НЕКРОТИЗИРАЩИТЕ ПАРОДОНТАЛНИ ЗАБОЛЯВАНИЯ (част втора)

Т. Болярова*

TREATMENT OF NECROTIZING PERIODONTAL DISEASES (part two)

T. Bolyarova*

Резюме: *Според World Workshop, 2017, относно Класификацията на пародонталните и периимплантни заболявания и състояния некротизиращите пародонтални заболявания (NPD) са некротизиращ гингивит (NG), некротизиращ пародонтит (NP), некротизиращ стоматит (NS). Некротизиращите пародонтални заболявания имат подобни клинични характеристики, определящи се от острия възпалителен процес, наличието на некроза и бързата тъканна деструкция. В тази статия се представят съвременните принципи за класифициране на NPD и се дават насоки за лечението им в зависимост от степента на имунно компрометиране на пациента, от възрастта му, както и от предшестващото пародонтално състояние. Посочват се и специфични съображения за лечение на NPD при HIV-позитивни пациенти.*

Ключови думи: *некротизиращ гингивит; некротизиращ пародонтит; некротизиращ стоматит; некротизиращи пародонтални заболявания, лечение.*

Abstract: *According to the World Workshop 2017 on the Classification of Periodontal and Periimplant Diseases and Conditions, Necrotizing Periodontal Diseases (NPD) are Necrotizing Gingivitis (NG), Necrotizing Periodontitis (NP), Necrotizing Stomatitis (NS). NPD have similar clinical characteristics, determined by the acute inflammatory process, the presence of necrosis and rapid tissue destruction. This article presents the contemporary principles for classifying NPD and provides guidelines for their treatment depending on the degree of immune compromise of the patient, his age and previous periodontal condition. Specific considerations for the treatment of NPD in HIV-positive patients are also indicated.*

Key words: *necrotizing gingivitis; necrotizing periodontitis; necrotizing stomatitis; necrotizing periodontal diseases, treatment.*

Според съвременната Класификацията на пародонталните и периимплантни заболявания и състояния (2017) (2), некротизиращи пародонтални заболявания са некротизиращ гингивит (NG), некротизиращ пародонтит (NP), некротизиращ стоматит (NS). Тези заболявания са обособени в една група поради наличие на сходства в тяхната етиология, клинични характеристики и лечение. Заедно с това обаче трябва да се отчитат и големи разлики в разпространението, риска от прогресия, както и степента и тежестта на некротизиращите пародонтални заболявания сред пациенти с различни предразполагащи състояния. При пациенти, които са HIV-позитивни или болни от СПИН и при

недохранени деца от развиващите се страни некротизиращите пародонтални заболявания могат да представляват тежко и дори животозастрашаващо състояние. Обратно, NPD при възрастни пациенти-пушачи или в стрес в развитите страни представляват незастрашаващо състояние. Следователно пациенти, които са тежко системно компрометирани, имат по-висок риск от развитие на некротизиращо пародонтално заболяване, с по-бърза и по-тежка прогресия. Обратно, пациентите, които са временно или умерено компрометирани (напр. преживяват стрес), изявеният некротизиращ гингивит NG може да не напредне, но лезиите биха били различни, ако засегнат пациент с предшестващ гингивит

* Доцент, дм, катедра „Пародонтология“, ФДМ, МУ–София.

или с предшестващ пародонтит. Различните общи състояния, на фона на които протичат некротизиращите пародонтални заболявания, определят диференциран подход в лечението им.

Поради изброените специфични характеристики на некротизиращите пародонтални заболявания – деструкция на тъкани, бърз ход и болка, те се определят като спешно състояние в пародонталната практика; тяхната диагностика и лечение би трябвало да се извършат възможно най-скоро и да се включат допълнителни средства към конвенционалното пародонтално лечение. Лечението се организира в последователни етапи: лечение на острата фаза и контрол на общото състояние; лечение на предшестващото пародонтално заболяване; корективна фаза – за корекция на последиците от некротизиращото пародонтално заболяване; поддържаща фаза (3).

Лечение на острата фаза на заболяването

Има две основни цели на терапията: спиране на болестния процес и разрушаването на тъканите; контролиране на болката и дискомфорта на пациента, които пречат на храненето и оралната хигиена (3). За да се отстранят меките и минерализираните депозити от повърхността на зъбите се препоръчва използването на ултразвукови апарати с упражняване на минимален натиск върху улцерираните тъкани. Професионалното механично почистване трябва да се извършва ежедневно и да продължава толкова дълго, колкото продължава острата фаза на заболяването (обикновено 2–4 дни). Механичното почистване от страна на пациента се ограничава, защото четкане директно върху лезиите може да влоши оздравяването и да предизвика болка. През този период се препоръчва да се използва химически контрол на плаката, включващ средства на основата на хлорхексидин (0,12–0,2%), два пъти дневно. Приложими са и други продукти като 3% водороден пероксид разреден 1:1 с топла вода и други кислород-освобождаващи средства, които не само допринасят за механично почистване на лезиите, но имат и антибактериален ефект срещу анаеробни микроорганизми. В случаите, когато няма добър отговор на механичното почистване или има системни прояви (температура и/или неразположение), се препоръчва да се приложат системни антимикробни средства. Препоръчва се назначаване на метронидазол (250 mg, на 8 часа), тъй като е активен срещу анаероби. Други системни антибак-

териални средства с добри резултати са пеницилинови антибиотици (амоксцилин или амоксицилин + клавуланова киселина), тетрациклини, клиндамицин. Не се препоръчва локално приложение на антибиотици поради голямото количество бактерии в тъканите, където локално-приложеното лекарство средство няма да може да достигне адекватни концентрации (3).

Лечение на предшестващото пародонтално заболяване

Некротизиращите пародонтални заболявания обикновено се развиват върху предшестващо пародонтално заболяване (гингивит или пародонтит). След като острата фаза бъде овладяна, започва лечение на съществуващото хронично състояние, след като се направи мотивация и се дадат инструкции на пациента за орална хигиена. Прави се механично почистване и кореново загладяване, по индикации (3). Съществуващи локални фактори, като отстоящи възстановявания, малпозиция на зъби, се откриват и лекуват. През този етап, както и по време на острата фаза, вниманието се насочва към контрол на системните предразполагащи фактори, включително тютюнопушене, адекватен сън, намаляване на стреса и лечение и дългосрочен контрол на системни заболявания (3).

Корективна фаза на лечението

В корективната фаза от лечението се планира хирургична корекция на променената гингивална морфология вследствие на некротизиращото пародонтално заболяване, тъй като кратерите на гингивата могат да благоприятстват натрупването на плака и рецидив на заболяването (3). Гингивектомия и/или гингивопластика могат да бъдат приложени за лечение на повърхностни кратери; за дълбоки кратери са по-подходящи пародонтална хирургия с ламбо или регенеративна пародонтална хирургия (4).

Поддържаща фаза на лечението на некротизиращите пародонтални заболявания

По време на поддържащата фаза основната цел е спазване и контрол на добра орална хигиена и контрол на предразполагащите фактори.

Ако не се спазват тези принципи, има вероятност да възникнат рецидиви (5).

Прогноза на некротизиращо пародонтално заболяване

Адекватното лечение обикновено предотвратява прогресията на заболяването и оздравяване може да се очаква след дни. Липсата на лечение може да доведе до развитие на потенциално тежки и дори фатални състояния като некротизиращ пародонтит (NUP) и *cancrum oris* (нома) (6).

Специфични съображения за лечение на некротизиращи пародонтални заболявания при HIV-позитивни пациенти

Възможно е HIV – позитивни пациенти да не знаят своя серологичен статус. Появата на некротизиращо пародонтално заболяване при клинично системно здрави индивиди предполага възможна HIV-инфекция и следователно засегнатите индивиди се насочват към изследване за HIV (4, 3). Специфичното в лечението на некротизиращите пародонтални заболявания при HIV-позитивни пациенти включва отстраняване на бактериалните отлагания, комбинирано с иригация на мястото с йод-повидон, въз основа на неговия хипотетичен анестетичен ефект и контрол на кървенето (10), въпреки че не са налични научни доказателства в подкрепа този протокол. Използването на системни антимикробни средства трябва внимателно да се обмисли поради риска от увеличаване на количеството на *Candida*-видове. Препоръчва се използване на метронидазол поради неговия тесен спектър и ограничен ефект върху грам-положителни бактерии, което предотвратява увеличаване на *Candida spp.* (7, 9). При случаи, неотговарящи на лечението, използването на антифунгиални средства може да бъде благоприятно, включително клотримазол-таблетки, нистатин, системен флуконазол или итраконазол, главно в случаи на силно потискане на имунитета (10). При HIV-позитивни пациенти системният статус трябва да бъде контролиран, включително вирусното натоварване, хематологичното и имунологично състояние, което има значение в планирането на персонализирано пародонтално лечение (3, 10).

Съвременна класификация на некротизиращите пародонтални заболявания и препоръки за лечение

Според съвременната класификация на пародонталните и периимплантните заболявания и състояния (2017 World Workshop), некротизиращите пародонтални заболявания се разделят в зависимост от степента на имунно компрометиране, от възрастта на пациента с такова заболяване, както и от предшестващото пародонтално състояние на пациента (2). Заедно с класификацията представям и препоръки за лечение на видове некротизиращи пародонтални заболявания.

I. Некротизиращи пародонтални заболявания при пациенти, които са хронично и тежко компрометирани

1. При възрастни пациенти.

А) Пациенти с HIV+/AIDS (CD4 < 200 и откриваемо вирусно присъствие). Обработка на устната кухина с хлорхексидинов разтвор 0,12%. Супрагингивално почистване на открити зъбни повърхности с ултразвуков апарат. Назначаване на системно антибиотично/антифунгиално лечение. Ежедневно професионално обработване на съзъбието. Контрол на общото заболяване от специалист.

Б) Други тежки, системни състояния на имуносупресия. Препоръките за поведение са както в т. 1, подточка А.

2. При деца.

А) при тежко недोхранване (със значително намаляване на средните плазмени и серумни концентрации на ретинол, обща аскорбинова киселина, цинк и албумин; значително повишаване на нивата в слюнка на албумин и кортизол, както и плазмените концентрации на кортизол). Препоръките за поведение са както в т. 1, подточка А. Контрол на общото състояние от специалист.

Б) при екстремни условия на живот (живот в нестандартни помещения за настаняване, излагане на инвалидизиращи детски болести, лоша хигиена на устната кухина, ограничен достъп до питейна вода и лоши санитарни условия). Препоръките за поведение са както в т. 1 подточка А.

В) при тежки вирусни инфекции (морбили, цитомегаловирус, вирус Epstein-Barr-1, вирус херпес симплекс, варицела, малария, фебрилно състояние). Препоръките за поведение са както в т. 1, подточка А.

II. Некротизиращи пародонтални заболявания при временно и/или умерено компрометирани пациенти

1. При пациенти с предшестващ гингивит.

А) при неконтролирани рискови фактори (стрес, недोхранване, тютюнопушене). Обработка на устната кухина с хлорхексидинов разтвор 0,12%. Супрагингивално почистване на открити зъбни повърхности с ултразвуков апарат. Ако лезиите са генерализирани – назначаване на системна антибиотична терапия. Ежедневно професионално обработване на съзъбието. След оздравяване на лезиите се препоръчва да се извърши гингивопластика. Препоръката за поведение е купиране на рисковия фактор.

Б) при предшестващо некротизиращо пародонтално заболяване със съществуващи резидуални кратери. Обработка на устната кухина с хлорхексидинов разтвор 0,12%. Супрагингивално почистване на открити зъбни повърхности с ултразвуков апарат. Ако лезиите са генерализирани – назначаване на системна антибиотична терапия. Ежедневно професионално обработване на съзъбието. След оздравяване на лезиите се препоръчва да се извърши хирургична интервенция за корекция на морфологичните дефекти.

В) при съществуващи локални фактори (зъбна малпозиция). Препоръките за поведение са както в т. II, т. 1, подточка Б + препоръка за одонтопластика и/или ортодонтско лечение.

2. При пациенти с предшестващ пародонтит.

Препоръките са за обработка на устната кухина с хлорхексидинов разтвор 0,12%. Супрагингивално почистване на открити зъбни повърхности. Назначаване на системна антибиотична терапия. Ежедневно професионално обработване на съзъбието. След оздравяване на некротизиращите лезии се препоръчва да се лекува пародонтитът – да се лекуват резидуални пародонтални джобове в съзъбието, да се извърши хирургична корекция на гингивален контур, костен контур, костни кратери.

Заклучение

Некротизиращият гингивит и широката гама от заболявания на гингивата в много случаи представляват диагностична дилема за клиницистите и се лекуват най-добре чрез интердисциплинарен екипен подход. Некротизиращият гингивит има

специфични диагностични критерии, но пациентите могат да проявяват неспецифични признаци и симптоми или да отговарят само на някои от диагностичните критерии. Разпознаването на потенциално некротизиращо пародонтално заболяване от клинициста е критично важно (1).

Много проучвания отдават съществена роля на превенцията на пародонталните заболявания и необходимостта от интервенции, съобразени с нуждите на индивида, определени чрез диагностика и профилиране на риска. Мета-анализ идентифицира критични действия, които могат да помогнат при прилагането на превантивни програми. Според него първо критично действие е съобщаването на обществеността за значението на кървенето на венците като ранен признак на пародонтално заболяване. Второто критично действие е прилагането на пародонтален скрининг от екип за орално здраве. Трето – да се разбере ролята на екипа за орално здраве в промоцията на здравето и първичната и вторичната превенция, както и да се разберат ограниченията на самолечението с продукти за орално здраве без диагноза на основното състояние. Последното критично действие е улесняването на достъпа до подходящи и ефективни професионални превантивни грижи (8).

Библиография

1. Aaron SL, DeBlois KW. Acute Necrotizing Ulcerative Gingivitis. 2021 Sep 14. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan – . PMID: 32965914.
2. Herrera D, et al. Acute periodontal lesions (periodontal abscesses and necrotizing periodontal diseases) and endo-periodontal lesions. J Periodontol. 2018 Jun; 89 Suppl 1: S85-S102. doi: 10.1002/JPER.16-0642. PMID: 29926942.
3. Herrera D, et al. Acute periodontal lesions. Periodontol 2000. 2014; 65 (1):149–77.
4. Holmstrup P. Necrotizing periodontal disease. In: Lang NP. and Lindhe J. Clinical Periodontology and Implant Dentistry, John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK, 2015, pp. 421–436.
5. Malek R, et al. Necrotizing Ulcerative Gingivitis. Contemp Clin Dent. 2017 Jul-Sep; 8 (3):496–500. doi: 10.4103/ccd.ccd_1181_16. PMID: 29042743; PMCID: PMC5644015.
6. Mizrahi Y. NUG – necrotizing ulcerative gingivitis: a review]. Refuat Hapeh Vehashinayim (1993). 2014 Jul; 31 (3):41-7, 62. Hebrew. PMID: 25219100.
7. Ryder MI. An update on HIV and periodontal disease. J Periodontol 2002; 73: 1071–1078.

8. Tonetti MS, Chapple IL, Jepsen S, Sanz M. Primary and secondary prevention of periodontal and peri-implant diseases: Introduction to, and objectives of the 11th European Workshop on Periodontology consensus conference. J Clin Periodontol. 2015 Apr; 42 Suppl 16: S1–4.
9. Winkler JR, et al. Diagnosis and management of HIV-associated periodontal lesions. J Am Dent Assoc 1989; 119(Suppl.1): 25S–34S.
10. Yin MT, Dobkin JF, Grbic JT. Epidemiology, pathogenesis, and management of human immunodeficiency virus infection in patients with periodontal disease. Periodontol 2000 2007; 44: 55–81.

Постъпила – 10.01.2022

Приета за печат – 23.03.2022

Адрес за кореспонденция:

Доц. д-р Теодора Болярова, дм
Факултет по Дентална медицина, МУ–София
Катедра Пародонтология
1431 г. София рул. „Г. Софийски“ 1
e-mail: t_bolyarova@abv.bg

Address for correspondence:

Assoc. Prof. Dr. Theodora Bolyarova, PhD
Mu-Sofia, Faculty of Dental Medicine
Department of Periodontology
1 „G. Sofiiski“, str. 1431 Sofia
e-mail: t_bolyarova@abv.bg

Инструкции за авторите, желаещи да публикуват в сп. „Дентална медицина“

1. Материалите да се представят в два идентични екземпляра на формат А4 и на електронен носител (CD, флаш памет, e-mail) с вградени онагледителни материали.

Дискът трябва да има надпис с имената на автора (ите), заглавието на статията, наименованието на файла, дата. При материали от две или повече части, всяка част да се предаде на отделен електронен носител.

Текстът се оформя с шрифт Times New Roman 12, междуредие – 1,15.

2. Оригиналните авторски статии трябва да са оформени по следния начин: под заглавието (което трябва да се състои от 2 до 7 думи) се изписват имената на автора или авторския колектив с инициали за първото име и пълното фамилно име с означение DMD – за дипломиран лекар по дентална медицина; PhD – за защитена дисертация „доктор“; DSc – за защитена дисертация „доктор на науките“, с пореден брой звездички. На първа страница под линия след съответния брой звездички се посочват научните звания, степени и местоработата.

Статиите да имат обем до 10 страници, включващи таблиците и илюстрациите, литературните източници и резюметата.

3. Обзорите трябва да имат обем до 10 стр. и литературни източници до 20 заглавия (при повече от 20 източника, ще бъдат публикувани първите 20, останалите ще са на разположение в редакцията на списанието).

4. Казуистика (клинични случаи): с обем до 4 стр. и литературни източници до 10 заглавия.

5. Резюметата (на авторските статии и обзорите) включват текст на български и английски език (до 200–250 думи) и до шест информативни ключови думи, подредени по азбучен ред.

6. Ако онагледителните материали (таблицы, фигури, снимки) не са поставени на местата им, в текста се посочва желаното място.

Списанието не носи отговорност за автентичността на онагледителните материали!

7. В края на статията могат да се изказват благодарности към съвета, разгледал и подпомогнал оформянето на статията, към научния ръководител, сътрудници, лаборатории и др.

8. Библиографията се дава на отделна страница. Авторите се цитират в текста с номер в квадратни скоби [], по азбучен ред и се подреждат в списъка също по азбучен ред.

За цитирани статии в периодични списания се дават фамилното име и инициалите на първия автор, инициалите и фамилното име на останалите автори. Ако са до трима автори вкл., се изписват всичките; ако са над трима, се изписва само първият автор с et al., пълното заглавие на статията, заглавието на списанието, като се използват общоприетите съкращения, година на публикуване, том, брой, страници.

Пример за статия:

Sathron C., P. Parashos, H. Messer. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple visit endodontic treatment: a systematic review. Int Endod J, 2008; 41(1): 91–99.

9. След библиографията се посочва адресът за кореспонденция (на български и английски език). Той трябва да включва пълния пощенски адрес, телефон и електронна поща на отговорния автор.

Авторите да цитират публикации на български автори по съответната тематика в български и чужестранни научни издания.

Същевременно редколегията си запазва правото:

- да публикува само материали, които счита за подходящи;
- да публикува мнения, становища, въпроси към публикувани материали.

Материали се рецензират от членовете на Редколегията и Редакционния съвет, а при необходимост и от поканени рецензенти.

Публикуването в списанието е безплатно за членове на Българското научно дружество по дентална медицина.

Редакцията няма задължение да информира и да връща неприети материали за печат.

Всички материали се изпращат на адрес:

Проф. д-р Б. Йорданов, DMD, PhD – Главен редактор
Факултет по дентална медицина
бул. „Георги Софийски“ № 1
сп. „Дентална медицина“
1431 София
e-mail: bozhidar.yordanov@fdm.mu-sofia.bg

*Проф. д-р Б. Йорданов, доктор
Главен редактор
на сп. „Дентална медицина“*

ОТЧЕТНО-ИЗБОРНО СЪБРАНИЕ НА БЪЛГАРСКОТО НАУЧНО ДРУЖЕСТВО ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

Уважаеми Колеги,

на 24.06.2022 г. от 13,30 ч. в Първа аудитория на ФДМ-София се проведе отчетно-изборно събрание на Българското научно дружество по дентална медицина.

Събранието беше ръководено от проф д-р Сн. Топалова-Пиринска, дм, и протече при следния дневен ред:

1. Представяне и приемане на отчета на Управителния съвет на БНДДМ за изтеклия период (2017–2022 г.)
2. Представяне и приемане на финансов отчет на Управителния съвет на БНДДМ.
3. Освобождаване на председателя и Управителния съвет от отговорност.
4. Избор на председател и членове на Управителния съвет на дружеството.
5. Избор на главни редактори на печатния орган на дружеството – списание „Дентална медицина“.
6. Избор на почетен член на БНДДМ.
7. Разни.

На събранието беше приет отчета за дейността и финансовия отчет на БНДДМ за периода 2017–2022 г.

Единодушно с явно гласуване, за **председател на Българското научно дружество по Дентална медицина** беше избрана доц. д-р Елка Радева, доктор.

В състава на новия Управителен съвет бяха избрани:

Зам. председател на УС – доц. д-р Силвия Димитрова, дм ФДМ – Пловдив
Организационен секретар – д-р Мариана Янкова, дм ФДМ – София
Финансов секретар – София – д-р Весела Стойчкова, дм ФДМ – София,
Финансов секретар – Пловдив – доц. д-р Илиян Христов, дм ФДМ – Пловдив
Кореспондент – София – доц. д-р Антоанета Млъчкова, дм ФДМ – София
Кореспондент – Пловдив – доц. д-р Мариана Димитрова, дм ФДМ – Пловдив

Беше препотвърден изборът за **главен редактор на изданието на дружеството – списание „Дентална медицина“** – настоящия Декан на ФДМ-София – **проф. д-р Божидар Йорданов, дм**, а за **заместник-главен редактор от ФДМ – Пловдив** – доц. д-р Веселина Кондева, дм.

Общото събрание на БНДДМ удостои със званието **почетен член проф. д-р Андон Филчев, дмн** за неговите заслуги за развитието на дружеството в продължение на два мандата и половина като негов председател (1999–2010 г.), и в последствие два мандата като Главен редактор на сп. „Дентална медицина“ (2010–2020 г.).

От Редакционната колегия