

UDK 616.31(091)
COBISS.SR-ID 38719497

Историја имплантологије са аспекта осеоинтеграције и мукоинтеграције

Милован Стевић (1), Зоран Татић(1), Владимир Биочанин (2), Душан Ђурић (3), Игор Ђукић (4)

(1) КЛИНИКА ЗА СТОМАТОЛОГИЈУ, ОДЕЉЕЊЕ ЗА ИМПЛАНТОЛОГИЈУ, ВОЈНО-МЕДИЦИНСКА АКАДЕМИЈА, БЕОГРАД; (2) КЛИНИКА СА ОРАЛНУ ХИРУРГИЈУ И ДЕНТАЛНУ ИМПЛАНТОЛОГИЈУ, СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ У ПАНЧЕВУ, УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА У НОВОМ САДУ; (3) КАТЕДРА ЗА КЛИНИЧКУ ФАРМАЦИЈУ, ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА, УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ; (4) ДЕНТАЛНА КЛИНИКА, МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ, БАЊА ЛУКА

Сажетак: Тежња да се надоместе изгубљени зуби имплантацијом страног материјала стара је колико и сама цивилизација. Убрзани развој имплантологије као науке креће тек од средине прошлог века. Централно место у имплантологији заузима процес осеоинтеграције. Највеће заслуге за овај феномен припадају проф. Пер Ингвар Бренемарку који је случајним открићем увидео могућност потпуне инкорпорације титанијумског имплантата у околну кост. Открићем осеоинтеграције и дефинисањем услова који је омогућавају започиње период развоја имплантологије са унапређењем ендосеалне имплантације у ефикасну методу протетске рехабилитације, предвидивог исхода и продуженог века трајања имплантата и зубне надокнаде у функцији. Имплантологија је у почетку имала за циљ да унапреди функцију и квалитет живота безубих и крезубих пацијената, а од 90-их година постаје протетски вођена не само функционалним него и естетским принципима. Са почетком 21. века, имплантологија је усмерена на унапређење изгледа и стабилности меких ткива чиме започиње ера мукоинтеграције.

Кључне речи: историја имплантологије, осеоинтеграција, мукоинтеграција

УВОД

Иако имплантологија као наука последњих деценија доживљава процват, треба се сетити да историја имплантологије сеже у давна времена. На основу археолошких истраживања налазимо да су Кинези још пре 4000 година користили шилке бамбусових стабала и уграђивали у виличну кост као замену за изгубљене зубе. Стари Египћани, Етрурци, а касније и Феничани су користили племените метале, обрађене воловске кости или кости слоноваче и уграђивали их у коштано ткиво. Ови иновативни народи користили су златне жице за стабилизацију расклаћених зуба [1,2]. Хипократ (5. век пре нове ере) писао је о могућности учвршћивања вештачких зуба користећи златни или свилени конач како би реплантирао извађене зубе, саветујући практиканта да „не одбацује извађене зубе или зубе избачене из повређене мандибуле, већ да их враћа на место, везујући их за преостале зубе златним нитима“ [3] Исту препоруку дао је и Аулус Корнелиус Целсус (1. век пре нове ере) који је у часопису „Де Медицина“ споменуо могућност замене недостајућег зуба имплантацијом зуба, узетом са кадавера, код оних који су из различитих разлога изгубили зуб; међутим, није известио да ли је такав третман успешан. Ипак, мора се напоменути да је главна сврха ових замена била козметичка, док се мастикаторна функција није пуно разматрала [3].

Познато је да су још припадници племена Маје у 7. веку користили разне материјале у естетске сврхе, као што су тиркиз, кварц, серпентине итд. и утискивали у пажљиво припремљене просторе на вестибуларним површинама углавном предњих зуба. Посебно је занимљив налаз Вилсона Попеноеа и његове супруге Дороти током истраживања цивилизације Маја у Хондурасу где су пронашли фрагмент мандибуле у коме су у алвеолама некада присутних секутића налазе три реплике зуба израђених од шкољке. У проучавању овог необичног налаза, чланови експедиције су испрва претпоставили да су уметнути елементи козметички третмани post-mortem, вероватно као део компликованог погребног ритуала или религиозне праксе [4].

Adresa autora: Milovan Stević, Klinika za stomatologiju, Odeljenje za implantologiju, Vojno-mediconska akademija, Beograd
E-mail: milovan_stevic@yahoo.com
Rad primljen: 22.03.2021. Elektronska verzija objavljena: 28.05.2021.

Слика 1. Налаз доње вилице припадника цивилизације Маја из 7. века пронађен у Хондурасу. (Преузето са: <http://www.implantmn.com/about-dental-implants/history-and-types-of-dental-implants/> у научне сврхе а не користи се у комерцијалне сврхе)



Радиографски снимци мандибуле 1970. године показују формирање кости око имплантата која невероватно личи на оно што се види око савремених имплантата. Ово је изгледа био први аутентични алопластични материјал уграђен за живота у хумано ткиво. Недавна и исцрпна хистолошка истраживања о понашању фрагмената шкољке у директном контакту са коштаном ткивом у експериментима са животињама потврдила је принцип осеинтеграције између два ткива. [3,6,7]

Све до средине 19. века забележени су бројни покушаји реплантације и трансплантације зуба где су се истицали радови Пареа, Дупонта, Фушарда и других, али се није много одмакло у развоју имплантологије. У 19-ом и почетком 20-ог века оснивачи Балтиморске школе, даље Магиоло, Бонвил, Грам, Паине и други користили су различите материјале, платину, олово, сребро, злато, иридијум, керамику, а користили су имплантате облика цилиндра, шупљег шрафа, пуног шрафа, цилиндричне мрежице, спирале, игле и др.

Иако се ови случајеви не могу сматрати у потпуности успешним, мора се нагласити да су током овог века, од Магиола до Паинеа истраживачи прогресивно покушавали, барем на концептуалном нивоу, да користе све више "инертне" материјале, и то је паралелно са развојем концепта уградње алопластичних имплантата с ретентивном морфологијом [6,7].

Године 1938. Шведњанин Густав Дахл, поставио је субпериостални мандибуларни имплантат са четири метална стуба изнад десни на које је касније усидрена протеза. Важно је напоменути да је након овог покушаја Шведско стоматолошко друштво од њега затражило да се одмах уздржи од спровођења третмана, а казна је избацивање из друштва управо у тренутку када се чинило да је процедура била предодређена за успех [8,9].

У Бостону 1939. године, браћа Строук, започела су испитивања имплантата од Виталијума, легуре хром, молибдена и кобалта коју су већ тестирали на псима. Дизајн субпериостеалних имплантата су даље истражили и разрадили Лев, Бауш и Берман 1950. [8,9.] На конференцији одржаној у Милану 27. фебруара 1947 године, Италијан Манлио Формиђини предложио је шупљи спирални вијак од нерђајуће челичне жице или тантала, Дизајнер је методу назвао „директном ендоалвеоларном имплантацијом“ и означио дефинитивни прелаз у еру ендосеалних имплантата. Формиђини је тада представио неколико клиничких случајева и са собом довео два пацијента који су жвакали без проблема са фиксним протезама [9]. Стоматолошки свет је доживео оправдан период опрезног скептицизма према ендосеалним имплантатима и нада се, уместо тога, полагала у могући успех најновије технике субпериостеалних имплантата. Као резултат тога, неуспеси (услед техничких грешака првих ученика Формиђинија) били су узети у обзир више од успеха када су у питању званичне пресуде [3,8,9].

ОСЕОИНТЕГРАЦИЈА

Осеоинтеграцију као концепт уводи Пер-Ингвар Бранемарк (1969), професор на Институту за примењену биотехнологију, Универзитета у Гетеборгу. Дефинисао ју је "директном структуралном и функционалном везом између живе кости и површине имплантата". Он је до овог феномена дошао случајним открићем. Посматрао је микроциркулацију кости и зарастање рана кроз титанијумску цев коју је инкорпорирао у зечију фибулу. Када је по завршетку експеримента

покушао да уклони комору приметио је да је срасла са коштаном ткивом и да се не може лако уклонити. Тада је открио раст костију на површини коморе од титанијума и добру интеграцију имплантата са кости. Феномен је назвао осеоинтеграција [11,12,13,14]. Осеоинтеграција је изведена од грчке речи за кост „остеон“, и латинске „интеграре“, што значи направити целину [11]. Претпостављало се да коштане сидрење по принципу осеоинтеграције може да делује и код људи, а први пацијенти без зуба лечени су 1965. године [11,12,13,14].

У то време осеоинтеграција није била прихваћен феномен. Иако су и експерименти на животињама изведени у Бренемарковој лабораторији јасно показали да је могуће усидрење у кости под условом да се поштују основне смернице, научна заједница није била уверена у осеоинтеграцију јер је изостао хистолошки доказ. Тек средином 1970. године А. Шредер је користећи новоразвијену технику резања недекалцифициране кости и имплантата без раздвајања усидрених делова показао да је реч о осеоинтеграцији. То је био први доказ директног споја имплантата и кости. Оригинални Бранемарков имплантат је створен као цилиндричан; касније су се појавили конични облици [13,14,15]. Дизајни имплантата доживели су пробој 1960-их, а основни дизајн спирале модификовао је др Леонард Линков 1963. године у имплантат облика оштрице са могућношћу да се постави у максилу и мандибулу што је данас познато као ендосеална имплантација [8,14].

Године 1978. одржана је Харвард Консензусна конференција ради успостављања консензуса о употреби имплантата на Харвард универзитету, а стандард за успешан имплантат је био да ли је имплантат остао уграђен и функционалан пет година. Овај стандард се може чинити изузетно кратким, али илуструје каква су тада била очекивања од третмана имплантата [8,16]. Током осамдесетих година прошлог века професор Зарб са Универзитета у Торонту имао је централну улогу у одржавању Торонто конференције о осеоинтеграцији у клиничкој стоматолозији, на којој је Бранемарк представио резултате својих истраживања током 30 и клиничку праксу скоро 20 година. Са овом конференцијом као прекретницом, Бранемарков режим се проширио Северном Америком. Типични Бранемарков режим током овог периода састојао се од уградње четири до шест имплантата у доњој вилицы и препоручивао хируршку двостепену технику која је постала широко распрострањена у целом свету [8,16].

Средином 80-их, уобичајени имплантат који су користили многи стоматолози био је имплантат коренског облика. Главни фактори који су одређивали који је систем имплантата одабран у односу на други, укључују дизајн, храпавост површине, протетска разматрања, једноставност уметања у кост, трошкове и успешност у одређеном временском периоду [17].

Након бројних клиничких студија, заслугама др Бренемарка, Шредера, Штраумана, а посебно др Зарба осамдесетих година прошлог века шири се индикацијско подручје за уградњу денталних имплантата са искључиво безубих и на крезубе вилице пацијената. Резултати успешне осеоинтеграције пењу се на више од 90 % па имплантологија доживљава и комерцијални процват и бива прихваћена као валидна терапијска дисциплина [15,18,19].

Ово доба карактерише појава нових и модификација старих дизајна као и појава нових хируршких техника. Основу ове нове филозофије чинила је осеоинтеграција и низ предуслова које треба испунити да би она била остварена. Албрекссон (Albrektsson) и сар. (1981) објавили су препруке о низу фактора које би требало предузети за успешну осеоинтеграцију. Осеоинтеграција представља директну везу кости и имплантата, без уметнутих слојева. Ипак, не долази до 100 % - тног развоја везе кости и имплантата. Зато и дефиниција осеоинтеграције се темељи на стабилности, а не на хистолошким критеријумима, а која гласи „ процес постизања клинички асимптоматске ригидне фиксације алопластичног материјала у кости, током функционалног оптерећења “ [13,17]. Неки научници верују да само биомеханички фактор одређује хоће ли се око имплантата створити фиброзна капсула или кост [13,18]. Насупрот овом схватању постоји добро документован доказ о томе како је одговор кости квантитативно другачији зависно о типу биоматеријала и храпавости његове површине [13,20]. Површина зубног имплантата је једини део који је у контакту са биолошким окружењем, а јединственост површине усмерава одговор и утиче на механичку чврстоћу контакта имплантата/ткива [20,21]. Један од главних разлога модификације површина зубних имплантата је смањење времена осеоинтеграције. Ово може да укључује механичке третмане површине имплантата (на пример обрада и пескирање), хемијске третмане (нагризање киселином), електрохемијске третмане (анодна оксидација), вакумске

третмане, термичке и ласерске третмане. Површински слој на имплантату је потребан за повећање функционалне површине додира кости-имплантата тако да се стрес ефикасно преноси. Поред тога, површински премаз поспешује апозицију кости. Најновије иновације зубних имплантата укључују употребу флуора, хидрокси-апатита, антибиотика, фактора раста и ламинана [20,21].

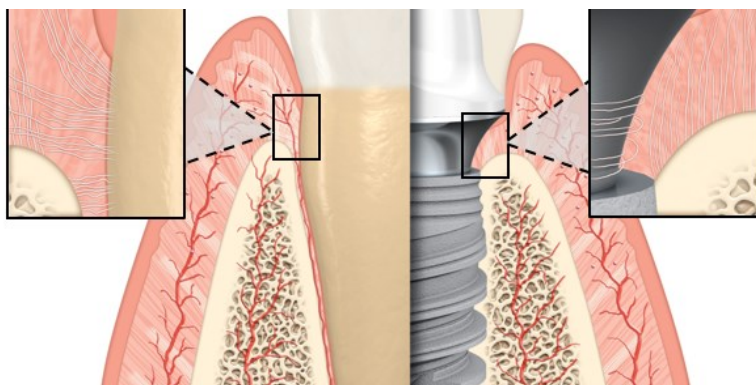
Деведесетих година концепт протетика вођена хирургијом бива замењен концептом хирургија вођена протетиком те се фокус интересовања оралне имплантологије премешта са функционалног и на естетски аспект. Мање или више, имедијатно оптерећење бива замењено одложеном. Такође, уводе се и процедуре коштаних аугментација са циљем надокнаде изгубљене кости и постављања имплантата у правилну позицију. Такозвани ткивни инжињеринг, отвара потпуно нове видике у планирању, али и у извођењу имплантолошких захвата [22].

Рачунарски дизајнирани начин производње као и компјутеризовани тродимензионални модели користе се за предвиђање карактеристика расподеле стреса у имплантатима око кости. У недавним клиничким студијама Блашке (Blaschke) и сарадници су известили да су зубни имплантати направљени од цирконије адекватна алтернатива титанијским зубним имплантатима. Поред одличних естетских резултата, аутори закључују да цирконијумски имплантати омогућавају степен осеоинтеграције и реакције меког ткива који је бољи од титанијумских зубних имплантата [23,24].

МУКОИНТЕГРАЦИЈА

Као што је познато, унапређење зубних имплантата су вршена да се омогући оптималан ниво осеоинтеграције. Међутим постоји и други фактор који је јако важан, здравље меког ткива. Добро је познато да за здравље зуба периодонтално ткиво није битно само што стабилизује зубе, већ представља баријеру између усне шупљине и зуба. Улога меког ткива је прилично слична и када су у питању имплантати: контакт густог меког ткива и површине абатмента може деловати као баријера да заштити и чува фундаменталну кресталну кост. Анатомске карактеристике меког ткива и суседног имплантата се разликују од меког ткива око природне дентиције. Перпедикуларна колагена влакна позната као Шарпејева влакна везују природне зубе за цемент, док колагена влакна теже да адхерирају за површину абатмента у паралелним или циркумференцијалном снопу, што је слабији спој. Зато је и научна заједница последњих година усмерена на побољшање здравља периимплантног меког ткива, здравља папиле око имплантата, мењају се имплантатне платформе, површине абатмента у циљу бољег функционалног прилагођавања меког ткива. Мукогингивалном хирургијом (Pedicule grafts, гингивални графт, слободни везивно-ткивни графт итд.) може се унапредити изглед периимплантатне контуре [25,26,27].

Слика 2. Поређење карактеристика пародонта и периимплантног меког ткива. Шарпејева колагена влакна се везују за цемент корена зуба у перпендикуларном снопу, док су периимплантна влакна оријентисана циркумференцијално или паралелно са површином абатмента. (Преузето са: www.nobelbiocare.com/blog/science/why-abutment-surface-matters-for-soft-tissue-health/ у научне сврхе а не користи се у комерцијалне сврхе)



За дуготрајан успех, неопходно је постићи стабилност меког ткива око имплантата. Увођење „протетски вођеног мекоткивног зарастања“ у имплантолошку терапију има за циљ кондиционирање ткива пре дефинитивне протетске надокнаде, формирање оптималног излазног профила круне због постизања боље гингивалне естетике и превенције компликација. Код овог концепта привремене круне или индивидуализовани абатменти пружају потпору периимплантантним ткивима и папилама, постојећим или реконструисаним у фази имплантације, осигуравајући позитивну гингивалну архитектуру без губитка волумена и вестибуларне рецесије услед колапса меких ткива [22].

Површина имплантата је битан фактор за дуготрајно преживљавање, али је улога површине абатмента најмање испитивана па је последњих година предмет данашњих истраживача. Као што је показано у бројним студијама, абатменти са глатком површином не олакшавају механичко чишћење, али слабо акумулирају плак у односу на оне са грубљом површином. Два су фактора значајна за везу меког ткива: нанотопографија и површинска хемија. [24,28,29,30,31,32] Нанотопографија површине абатмента постаје све важнија у објашњењу везе меког ткива. Верује се да површинска наноструктура игра важну улогу у интеракцији између ћелије и импланта на ћелијском и протеинском нивоу [33]. Постоје бројне методе за мењање нанотопографије површине абатмента. Једна од њих преферира метод анодизације, метод који укључује потапање абатмента у електролитичку течност уз примену волтаже. Ове промене нанотопографије које доводе до везивања и пролиферације фибробласта је важан корак ка везивању меког ткива [34,35]. Процес анодизације је такође важан и за површинску хемију и енергију. Истраживања показују да анодизоване површине имају доста хидроксилних група које снажно корелирају и повећавају хидрофилност или афинитет површине за воду, односно крв [34,36]. Такође је показано да хидрофилна површина абатмента а priori може помоћи у адхезији, у подршци везе везе меког ткива, који је функционални и биолошки лепак и баријера и превенција микробиолошке колонизације [34,35,36,37,38].

Постоји јасна потреба да површина абатмента остане чиста и нетакнута пре коришћења, како би се постигао заштитни слој кроз употребу. Атмосферски елементи се могу надоградити на површину абатмента иако је у стерилном паковању. Ови депозити теже да имају негативне ефекте на енергију површине који су корелисани са хидрофилношћу и са заступљености хидрофилних група [39,40].

Када је једна од водећих светских имплантолошких кућа Nobel Biocare презентovala најновију површину абатмента Heal (заштићено име) и заједно са TiUltra (заштићено име) имплантантом површином означили су почетак ере мукоинтеграције. Глатка, непорозна, наноструктурна, анодизована површина поседује површинску хемију и топографију која је дизајнирана да постигне мекоткивну везу. Кроз Heal и TiUltra Nobel Biocare примењује процес анодизације на цео имплантни систем, од абатмента преко самог импланта до врха. Исте године су промовисали „on 1“ концепт који подразумева међуструктуру, on 1 base, који се поставља на имплантат у фази хируршке уградње и остаје на тој позицији и за време протетске рестаурације чиме се минимализује траума меког ткива. Платформа се тиме преноси са нивоа кости на ниво меког ткива. Иако је ова површина абатмента представљена на тржишту 2019. године, она је већ предмет клиничке студије са праћењем од две године у којој је показано статистички значајно повећање висине кератинизованог меког ткива у поређењу с машинским абатментима [29,41,42]. Поред функционалног бенефита, њена златна нијанса (резултат процеса анодизације) је корисна у подржавању природног изгледау трансмукозној зони, што може бити посебно релевантно у случајевима када је присутна танка слузокожа или рецесија слезнице. Да би се обезбедио услов нетакнутости, носачи круне се испоручују са заштитним слојем који се раствара након контакта са течностима, тј. крвљу. Ова технологија сувог паковања чува површину абатмента хидрофилним и хемију површине и штити је од контаминације угљоводоникима [43].

РАЗВОЈ ИМПЛАНТОЛОШКЕ МИСЛИ У СРБИЈИ

Са открићем осеоинтеграције почиње и убрзани развој имплантологије у свету па и код нас. То је период када настају и први покушаји уградње имплантата у Србији. Давне 1963. Године, др Тавчар, др Шкоклевић и др Спаић на ВМА чине прве покушаје имплантације два субпериостална импланта у безубој доњој вилицы, али су након три године експлантирани. Након неуспеха

имплантације завладао је скептицизам све до 1977. Године када су др Шкундрић, др Спаић и др Шкоклјев у пацијента са атрофичном и безубом горњом вилицом уградили „раније припремљене клинове од специјалне легуре“, који су у виду трипода учвршћени у кост алвеоларног наставка у пределу очњака и првог молара обострано. На врховима клинова су постављене привремене круне од палапонта испуњене силикатом. Охрабрени успехом имплантацијске процедуре, у ВМА почињу да се примењују разни имплантати страних аутора, а посебно листасте, игличасте, вијак-имплантати. Заслугама професора Перовића и Косовчевића пре свих, имплантологија почиње да се изучава и на студијама Стоматолошког факултета у Београду. Убрзо затим, 1981. Године у ВМА је уграђен први једноделни циркуларни листасте имплантат у доњој безубој вилици. [44] Попут Бренемарка, Шредера, Штраумана и Зарба, др Шкундрић у Србији паралелно развија Б.Ц.Т. имплантни систем домаће производње настао као производ вишегодишње примене различитих система и стеченог искуства. Овај иновативни научник је у оквиру Б.Ц.Т система инкорпорирао и део, мезоструктуру која неодољиво подсећа на оно што ће 30 година касније једна од водећих имплантолошких кућа Nobel Bioscare промовисати кроз свој концепт, on-1 којим је означила почетак ере мукоинтеграције.

ЗАКЉУЧАК

Осеоинтеграција је један од најкритичнијих аспеката успеха имплантата. Историја развоја и унапређења зубних имплантата је величанствено и фасцинантно путовање кроз време. На овом пољу истраживања и учења могуће је само зауставити и дивити се човековој инвентивности током година. Материјали од којих су зубни имплантати израђивани крећу се од златне лигатурне жице, шкољки, слоноваче до хрома, кобалта, до иридијума и платине. Од спиралних дизајна имплантата од нерђајућег челика до двоструких спиралних креација и ендосеалних облика корена, стоматолошки истраживачи и клиничари су радили брзо и жестоко, створили су много структура како би заменили положаје које су некада имали природни зуби. Зубне површине су такође модификоване да би се смањило време за осеоинтеграцију. Модификоване површине укључују употребу хидроксиапатита, композита, угљеника, стакла, керамике као и титанијум оксида. Да би се спољашност учинила што је могуће погоднијом, површине имплантата су додатно пескиране, оксидоване, флуорисане, киселином, нагрисане и модификоване. Најновији иновативни премази у средишту су истраживања данашњих имплантата.

Иако је важност површине имплантата опште позната, површина абатмента је подвргнута далеко мање интензивним истраживањима. Густ контакт меког ткива са површином абатмента може деловати као баријера која штити и чува субкресталну кост потребну за постизање здраве интеграције и дугорочног успеха зубних имплантата.

Ово је био покретачки фактор за развој Heal абатмента површине. За оптимизацију процеса мукоинтеграције неопходно је разумевање површинских карактеристика абатмента, посебно површинске хемије и наноструктуре. Још увек је губитак имплантата услед периимплантита растући проблем сваке године па би у будућим аспектима требало дати већи значај мекоткивном здрављу око имплантата.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Misch, Carl E. Contemporary Implant Dentistry. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier. 2007.
2. Misch, C. E. Dental implant prosthetics (1st edition ed.). St louis, Missouri 63146: Elsevier MOSBY 2005.
3. Pasqualini U, Pasqualini ME. Treatise of implant dentistry: The Italian Tribute to Modern Implantology, 2009; (1).
4. Sullivan R M. Implant dentistry and the concept of osseointegration: A historical perspective. J of CA Dental Assoc 2001;29 (11): 737-745.
5. Twin Cities Dental Implants [homepage on the Internet]. Hopkins: Twin Cities Dental Center; c2014 [cited 2015 Aug 5]. History and types of Dental Implants. Available from: <http://www.implantmn.com/about-dental-implants/history-and-types-of-dental-implants/>
6. Ring M E. Pause for a moment in dental history: A thousand years of dental implants: A definitive history - Part 1. Compendium 1995;16:1060-1069.
7. Riaud X. History of dental implantology. JBR Journal of Interdisciplinary Medicine and Dental Sciences. 2019;2(1): 6-7.
8. Caleste M A. A Brief Historical Perspective on Dental Implants, Their Surface Coatings and Treatments. Open Dent J. 2014;16(8):50-5.
9. Linkow LI, Dorfman JD. Implantology in dentistry: A brief historical perspective. N Y State Dent J. 1991;57(6):31-5.
10. Kanti Pal T. Fundamentals and history of implant dentistry. J International Clinical Dent Research Org. 2015;(6):6-12.
11. Vaidya P, Mahale S, Kale S, Patil A. Osseointegration- A Review. IOSR-JDMS 2017; 16(1):45-48.

12. Branemark R, Branemark PI, Rydevik B, Myers RR. Osseointegration in skeletal reconstruction and rehabilitation: A review. *JRRD* 2001;38(2):175-81.
13. Lindhe J. *Clinical periodontology and Implant Dentistry*. 4th edition. 2003; 809-820.
14. Block S M. Dental Implants: The Last 100 Years. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017;76(1):11-26.
15. Lenev WR. In recognition of an implant pioneer: Prof. Dr. Andre Schroeder. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1993;8(2):135-6.
16. Rajan Rajput et al. A Brief Chronological Review of Dental Implant History. *IDJSR*. 2016;4(3):105-107.
17. Albrektsson T, Jacobsson M. Bone-metal interface in osseointegration. *J Prosthet Dent*. 1987;57:5-10.
18. Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. *Chicago: Quintessence; Tissue Integrated Prostheses*. 1985;201-8.
19. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reactions of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with titanium sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg*. 1981;9:15-25.
20. Sabane AV. Surface characteristics of dental implants: A review. *J Indian Acad Dental Special*. 2011;2 (2):18-21.
21. Alla RK, Ginjupalli K, Upadhya N, Shammam M, Rama Krishna R, Ravichandra S. Surface roughness of implants: A review. *Trends Biomat Artif Org*. 2011;25(3):112.
22. Špadijer-Gostović A. *Estetski izazovi u savremenoj stomatološkoj protetici*, Beograd, 2018;79-122.
23. Blaschke C, Volz U. Soft and hard tissue response to zirconium dioxide dental implants. a clinical study in man. *Neuroendocrinol Lett*. 2006;27(1):69-72.
24. Borotić N. *Uticaj različito obrađenih površina keramičkih abtmenata na funkcionalnu adaptaciju mekih periimplantnih tkiva*. Doktorska disertacija. 2017;5-7.
25. Uike S, Gattani D and Borkar P. Soft Tissue Considerations Around Dental Implants – A Review. *SF J Oral Med Dent Health* 2020; 1(1):1001.
26. Gibbs S, Roffel S, Meyer M, Gasser A. Biology of soft tissue repair: gingival epithelium in wound healing and attachment to the tooth and abutment surface. *Eur Cell Mater*. 2019;38:63-78.
27. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants* 1991;(2):81-90.
28. Al Rezk F, Trimou G, Lauer HC, Weigl P, Krockow N. Response of soft tissue to different abutment materials with different surface topographies: a review of the literature. *Gen Dent* 2018;66(1):18-25.
29. Hall J, Neilands J, Davies JR, et al. A randomized, controlled, clinical study on a new titanium oxide abutment surface for improved healing and soft tissue health. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019;21(1):55-68.
30. Nosswitz M, Teale M, Mathes S, Venturato A, Gasser A. Evaluation of anodized surfaces designed for improved soft tissue integration. *Foundation for Oral Rehabilitation (FOR)* 2019;1-7.
31. Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM, Schotte A, Marechal M, Doornbusch GI, Naert I, Busscher HJ, van Steenberghe D. An in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. *J Dent Res* 1993;72:1304-1309.
32. Elter C, Heuer W, Demling A, Hannig M, Heidenblut T, Bach FW, Stiesch-Scholz M. Supra- and subgingival biofilm formation on implant abutments with different surface characteristics. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:327-334.
33. Mendonça G., Mendonça D. B. S., Aragão F. J. L., Cooper L. F. Advancing dental implant surface technology— from micron- to nanotopography. *Biomaterials*. 2008;29(28):3822-3835.
34. Guida L, Oliva A, Basile MA, Giordano M, Natri L, Annunziata M. Human gingival fibroblast functions are stimulated by oxidized nanostructured titanium surfaces. *J Dent*. 2013;41:900-907.
35. Wang X, Lu T, Wen J, et al. Selective responses of human gingival fibroblasts and bacteria on carbon fiber reinforced polyetheretherketone with multilevel nanostructured TiO₂. *Biomaterials*. 2016;83:207-218.
36. Yang Y, Zhou J, Liu X, Zheng M, Yang J, Tan J. Ultraviolet light-treated zirconia with different roughness affects function of human gingival fibroblasts in vitro: The potential surface modification developed from implant to abutment. *J Biomed Mater Res Part B*. 2015;1038:116-124.
37. Mussano F, Genova T, Laurenti M, Zicola E, Munaron L, Rivolo P, Mandracci P, Carossa S. Early response of fibroblasts and epithelial cells to pink-shaded anodized dental implant abutments: An in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018;33:571-579.
38. Rompen E, Domken O, Degidi M, et al. The effect of material characteristics, of surface topography and of implant components and connections on soft tissue integration: a literature review. *Clin Oral Implants Res* 2006;17 (2):55-67.
39. Att W, Hori N, Takeuchi M, Ouyang J, Yang Y, Anpo M, Ogawa T. Time-dependent degradation of titanium osteoconductivity: an implication of biological aging of implant materials. *Biomaterials*. 2009;30:5352-5363.
40. Hori N, Att W, Ueno T, Sato N, Yamada M, Saruwatari L, Suzuki T, Ogawa T. Age-dependent degradation of the protein adsorption capacity of titanium. *J Dent Res*. 2009;88:663-667.
41. Susin C, Finger Stadler A, Fiorini T, et al. Safety and efficacy of a novel anodized abutment on soft tissue healing in Yucatan mini-pigs. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019;21(1):34-43.
42. Roffel S, Wu G, Nedeljkovic I, et al. Evaluation of a novel oral mucosa in vitro implantation model for analysis of molecular interactions with dental abutment surfaces. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019;21(1):25-33.
43. Milleret V, Lienemann PS, Gasser A, Bauer S, Ehrbar M, Wennerberg A. Rational design and in vitro characterization of novel dental implant and abutment surfaces for balancing clinical and biological needs. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019;21:e15-e24.
44. Todorović IJ, Lazić Z. Razvoj implantološke misli i struke na ovim prostorima od smelih početaka do danas. *Oralna implantologija*, 2001;(2): 7-11.