
ROOT CARIES - RISK FACTORS, PREVENTIVE AND RESTORATIVE MEASURES

Natasha Longurova

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

natasa.denkova@ugd.edu.mk

Katerina Zlatanovska

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

katerina.zlatanovska@ugd.edu.mk

Ivona Kovacevska

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

ivona.kovacevska@ugd.edu.mk

Abstract: Dental caries is an infectious disease of the hard dental tissues caused by the oral flora, which together with the host factor and the nutritional factor, influence the process of demineralization of the hard dental tissues and cavity formation. Root caries is a multifactorial disease that occurs in the elderly population and is associated with age-related physiological gingival recession that is significantly exacerbated when combined with poor oral hygiene. Because root caries is a multifactorial disease, there may be multiple factors that contribute to its occurrence, whether it be intraoral factors, behavioral factors, or population-related factors, all of which increase an individual's risk of developing root caries on the tooth. Several studies show that the majority of root caries are primary lesions. This indicates the fact that the majority by controlling/modifying risk factors can prevent the occurrence and progression of tooth root caries.

The purpose of this paper was to highlight risk factors for the occurrence of root caries, methods of prevention and treatment. For the realization of this paper, several scientific and research papers, a literature search through the electronic database PubMed and an anonymous survey questionnaire were used in order to obtain information regarding the experience dentists have with root caries, regarding how they manage this dental problem. Identifying risk factors that contribute to the occurrence of root caries of the tooth is an important factor for a dentist, because by identifying and eliminating it, success is achieved in terms of preventive measures to prevent the occurrence of root caries of the tooth. There are a large number of risk factors, all of which directly or indirectly cause the development of root caries, and according to our respondents, the most common factors indicated for this problem are: bad edges of crowns, bad edges of restorations, bad oral hygiene and gingival recession. Therefore, the best preventive treatment will consist of identifying risk factors, improving oral hygiene, limiting carbohydrate intake and regular dental check-ups.

Keywords: Dental caries, cavity, adult population.

КОРЕНСКИ КАРИЕС - ФАКТОРИ НА РИЗИК, ПРЕВЕНТИВНИ И РЕСТАВРАТИВНИ МЕРКИ

Наташа Лонгурова

Факултет за медицински науки, Универзитет Гоце Делчев, Штип, Северна Македонија

natasa.denkova@ugd.edu.mk

Катерина Златановска

Факултет за медицински науки, Универзитет Гоце Делчев, Штип, Северна Македонија,

katerina.zlatanovska@ugd.edu.mk

Ивона Ковачевска

Факултет за медицински науки, Универзитет Гоце Делчев, Штип, Северна Македонија

ivona.kovacevska@ugd.edu.mk

Резиме:Забниот кариес претставува инфективно заболувања на тврдите забни ткива кое е предизвикано од страна на оралната флора, кои заедно со факторот- домаќин и факторот- исхрана влијаат во процесот на деминерализација на тврдите забни ткива и формирање на кавитет. Кариесот на коренот на забот претставува мултифакторна болест која се јавува кај постарата популација и се поврзува со физиолошката рецесија на гингивата поврзана со стареењето што значително се влошува кога е во комбинација со лоша орална хигиена. Поради тоа што коренскиот кариес претставува мултифакторна болест, може да има повеќе

фактори што допридонесуваат за негово појавување, дали ќе станува збор за интраорални фактори, бихејвиорални фактори, или пак фактори поврзани со популацијата, сите тие го зголемуваат ризикот на поединецот да развие кариес на коренот на забот. Повеќе студии покажуваат дека поголемиот дел од коренските кариеси се примарни лезии. Оваа укажува на фактот дека поголемиот дел со контролирањето/модифицирањето на факторите на ризик може да го спречи настанувањето но и прогредирањето на коренскиот кариес на забот.

Целта на овој труд беше да се потенцираат ризик фактори за појава на коренски кариес, начин на превенција и третман. За реализација на овој труд беа користени повеќе научно- истражувачки трудови, литературно пребарување преку електронската база на податоци PubMed и анонимен анкетен прашалник со цел да се добијат информации во однос на искуството кое го имаат стоматолозите поврзано со коренскиот кариес, во однос на тоа како ја менаџираат оваа стоматолошка проблематика.

Идентификувањето на ризик фактори што придонесуваат за настанување на коренски кариес на забот е важен фактор за еден стоматолог, бидејќи со негово идентификување и елиминирање се постигнува успех во однос на превентивните мерки за спречување да не настане коренски кариес на забот. Постојат голем број на ризик фактори, кои што сите дали директно или индиректно се причина за развој на коренски кариес, а според нашите испитаниците како најчести фактори кои што се посочени за оваа проблематика се: лоши рабови на коронки, лоши рабови на рестарвации, лоша орална хигиена и гингивална рецесија. Затоа, најдобриот превентивен третман ќе ни се состои од идентификувањето на ризик фактори, подобрување на оралната хигиена, ограничувања во внесувањето на јагленихидрати и редовни стоматолошки контроли.

Клучни зборови: Дентален кариес, кавитет, возрастна популација

1. ВОВЕД

Терминот дентален кариес се користи за опишување на знаците и симптомите на локализирана деминерализација на минералниот дел на забните ткива, која е проследена со распаѓање на нивниот органски состав. Целиот тој процес е предизвикан од метаболичките процеси кои што се случуваат во денталниот плак кој е предизвикан од дејството на ферментирачките јаглехидрати на микроорганизмите во таа област. Во денешно време сепак постои подлабоко разбирање за тоа што се случува во устата. За самиот деминерализационен процес од суштинско значење ни се кариогените бактерии. Како причинители од бројните групи на бактерии, се издвојуваат мутанс стрептокоците и лактобацилите, кои што се способни да произведуваат органски киселини и тоа: млечна, оцетна, мравја и пропионска киселина, од кои за сите било докажано дека лесно го растворуваат минералниот дел на емајлот и дентинот. Факторите кои се вклучени во етиологијата на кариозниот процес се забот, денталниот плак и исхраната, истите беа прикажани во 1960 година со модел на кругови кои се преклопуваат. Оттогаш, на овој модел му биле додадени факторот време, флуорот, плунката и социјалните и демографските фактори. На прв поглед, овие кругови претставуваат единствен модел за објаснување на ризикот за кариес кој е претставен со преклопување на трите внатрешни круга. Кога ќе се зголеми еден од ризик - факторите, соодветниот круг станува поголем и бидејќи зоната каде што има преклопување е поголема, тоа укажува дека расте и ризикот од кариес.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

Повеќе студии покажуваат дека поголемиот дел од коренските кариеси се примарни лезии. Оваа укажува на фактот дека поголемиот дел со контролирањето/модифицирањето на факторите на ризик може да го спречи настанувањето но и прогредирањето на коренскиот кариес на забот. Целта на овој труд беше да се потенцираат ризик фактори за појава на коренски кариес, начин на превенција и третман. За реализација на овој труд беа користени повеќе научно- истражувачки трудови, литературно пребарување преку електронската база на податоци PubMed и анонимен анкетен прашалник со цел да се добијат информации во однос на искуството кое го имаат стоматолозите поврзано со коренскиот кариес, во однос на тоа како ја менаџираат оваа стоматолошка проблематика. Идентификувањето на ризик фактори што придонесуваат за настанување на коренски кариес на забот е важен фактор за еден стоматолог, бидејќи со негово идентификување и елиминирање се постигнува успех во однос на превентивните мерки за спречување да не настане коренски кариес на забот.

Кариесот на коренот, по дефиниција претставува кариес што се јавува на коренот на забот. Некои истражувачи направиле разлика помеѓу кариес на коренот кој што целосно се локализира на површината на коренот и кариес што се шири од коронарната површина на коренот. Кариес на коренот на забот не претставува проблем само за децата, може да се појави во било која возраст. Всушност се смета дека истиот е поврзано со стареењето, но сепак не се знае со сигурност. Може да се именува со неколку терминологи и тоа: кариес на коренот, распаѓање на коренот или коренски шуплини. Кариес на коренот најчесто се јавува

супрагингивално, близу до (2мм) цементно-емајлово споиште. Овој феномен се препишува на локацијата на гингивалната маргина во времето кога условите се поволни за настанување на дентален кариес. Локализацијата на кариес на коренот на забот е позитивно поврзана со возраста на пациентот и присуството на гингивална рецесија. Ова е во согласност со концептот дека кариес на коренот на забот се јавува во пределот на цервикална третина на забот каде што се акумулира најмногу дентален плак. Раниот коренски кариес има тенденција да биде дифузен и да се движи по должина на цементно-емајловото споиште или само на површината на коренот поради присуството на гингивална рецесија. Понапреднатите лезии на коренски кариес се шират кон забната пулпа. Во нормални услови, забот е во постојан допир со плунката. Плунката е богата со калциум, фосфат и флуор, тие имаат големо влијание врз процесот на реминерализација на забот. Калциум и фосфатните јони кои се присутни во плунката го помагаат процесот на реминерализација во раните фази на присутната кариозна лезија. Кога протокот на плунката е намален или отсутен, се јавува зголемено задржување на храна. Кога плунковниот пуферски капацитет се губи, се поттикнува кисела рН средина во усната празнина која понатаму го промовира растот на микроорганизмите - бактерии. Причини за хипосаливација се физиолошки: стапка на проток на плунката е намален за време на спиење; за време на периоди на анксиозност ; дехидратација; промени поврзани со возраста во плунковата жлезда; употреба на дрога, или од медикаменти: атропин; антидепресиви; антихипертензивни; антихистаминици; опоиди; диуретици и др. Денталниот кариес не се јавува доколку во усната празнина ни се присутни само бактерии. Кариес на забите се јавува како резултат на неодржувањето на правилна орална хигиена, и секојдневното таложење на дентален плак на површината на забите. *Streptococci mutans* се смета за главен предизвикувач за настанување на дентален кариес поради нивната способноста да се прилепуваат на површината на забите, истите произведуваат избобилство на киселина, преживуваат и го продолжуваат својот живот и при ниски рН услови. Многу студии ја дискутираат поврзаноста на пушењето како и постарата возраст со високи нивоа на кариес на коренот на забот, мерено според критериумите на root DS и root FS/root DFS. Гингивалната рецесија е поврзана со возраста на пациентите, како се зголемува возраста на пациентите така се зголемува ризикот за појава на гингивална рецесија што се смета за ризик фактор за настанување на кариес на коренот на забот. Покрај тоа, пушењето може да придонесе за намалување на пуферскиот капацитет на плунката. Машката популација го зголемува ризикот за настанување на кариес на коренот, овој факт се смета поради тоа што тие водат помала грижа во однос на оралната хигиена и здравје во однос на женската популација. Исто така и нередовните контроли и посети кај стоматолог се сметаат за ризик фактор за настанување на коренски кариес. Луѓето со ниска-социјална положба се сметаат како ризик фактор за настанување на кариес на коренот на забот поради самата причина што тие не се во финансиска состојба да може да го посетат стоматологот. Со цел да се открие и класифицира коренскиот кариес користејќи ги ICADS критериуми, може да се користи сонда за пародонтален индекс на (CPI). Еден резултат ќе биде поделен по површината на коренот (вестибуларно, мезијално, дистално, орално), коренските површини на секој заб треба да се класифицираат на следниов начин: *Код 0* → Површината на коренот не покажува ништо необично, во однос на боја или присуство на некаков дефект на површината, односно поседува нормална површинска контура. *Код 1* → Површината на коренот не може директно да се визуелизира или со нежно сушење на воздух. *Шифра 1* → Јасно разграничени области на површината на коренот или на емајлово- цементното споиште, присуство на пребоеност, но не е присутна никаква кавитација (губење на анатомска контура <0,5 mm). *Шифра 2* → Јасно разграничена површина на површината на коренот или на емајлово- цементното споиште, присуство на пребоеност, исто така и присуство на кавитација (≥0,5 mm). *Код 3* → Кавитирана кариозна коренска површина која е мека и е со длабочина >0,5 mm. *Код 4* → Кавитирана кариозна коренска површина со длабочина >0,5 mm. *Код 6* → Екстензивен кариес кој вклучува најмалку половина од површината на забот и достигнување на пулпата. *Шифра 7* → Исполнет корен без кариес. Превенцијата на коренскиот кариес главно се состои од мерки за остранивање на забните наслаги, модификација на исхраната, употреба на локален флуор и локални антисептици, кои што се покажале како добра комбинација во лекување на активни кариозни лезии. Флуорид е соодветно сретство за спречување на коренскиот кариес бидејќи го помага процесот на реминерализација и ја намалува стапката на деминерализација. Освен дејството на флуоридот, секако дека и методите за контрола на денталниот плак завземаат значајно место за постигнување и одржување на добро орално здравје. Може да биде индициран рецепт за плакнење за уста со хлорхексидин, спреј, гел или лак или друг антисептик. Sequeira- Вугоп и Lussi спроведоа рандомизирано контролирано испитување на 306 постари возрасни лица кое ги истражуваше ефектите на хлорхексидин во вид на лак, флуориден лак, раствор од диамин сребро флуорид (недостапен во САД) и упатство за орална хигиена. Тие открија дека оние учесници кои примале лак со хлорхексидин, флуориден лак или раствор од диамин сребро флуорид развиле

помалку површини на кариес на коренот од оние на кои им биле давани само упатства за орална хигиена. Рестарваацијата на коренски кариес може да претставува проблем и за најискусниот клиничар. Добро е познато дека стапката на неуспех на кариозните лезии на коренот на забот може да биде висока. Површинскиот кариес на коренот на забот е дефиниран како мека и прогресивна лезија која се наоѓа насекаде по површината на коренот на забот што е изложена на оралната средина. Поголем дел од лезите се помеѓу 0,5 и 1мм, но може да варираат од мало површинско гравирање до длабочина од 3мм, а промената на бојата е исто така карактеристика. За рестарваацијата на коренски кариес, неопходно е да се имаат добро дефинирани критериуми со цел да се одлучи кога да се пристапи кон самиот третман.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Постојат повеќе факти кои влијаат на успехот на третманот на коренски кариес. Знаеме дека многу рестарваации завршуваат на дентин или цемент каде што пристапот е доста потежок како и адекватна изолација во однос на кариес 1 класа според Блек. Рестарваацијата на коренски кариес исто така може да претставува проблем поради тоа што кавитетот може да биде широк или во форма на линија со лошо дефинирани рабови кои истите можат да се транспарентни во емајлот, како и во дентинот. Неудобноста и намалената задоволност од страна на пациентите во текот на стоматолошката интервенција, големината на кавитетот, времетраењето на процедурата, како и вкупните трошоци на стоматолошката заштита. Со кои техники ќе се излекува коренскиот кариес ќе зависи од спроведениот клинички преглед, каде во предвид се земаат големината, видот, обемот и локацијата на лезијата, како и општата здравствена состојба на пациентот. Атрауматскиот рестарвативен третман претставува алтернативен пристап за третман дентален кариес, кој вклучува целосно остранување на кариозно променетото ткиво само со употреба на рачни инструменти, и обично без употреба на локална анестезија и дополнителна електрична опрема. Атрауматскиот рестарвативен третман се смета за потенцијална рестарвативна техника за справување со коренскиот кариес, при што нектротичното кариозно ткиво целосно се остранува со рачни инструменти и притоа останува делумно деминерализиран дентин врз кој се поставува соодветен рестарвативен материјал. Неинвазивни техники: Во случаеви доколку имаме кавитети со длабочина помала од 0,5 мм, терапевтскиот пристап вклучува отстранување на кариес променетото ткиво, со помош на рачни инструменти (ескаватор) или машински инструменти (турбина), поставување на рестарвативни материјали-композици и полирање на рестарваацијата за добивање на висок сјај и мазна површина. Инвазивна техника: Кавитетите на коренски кариес вклучуваат одредени потешкотии, и тоа потешкотии за контрола на суво работно поле, тежок пристап до проксималните површини, непосредна близина на пулпата и гингивалните ткива, како и ниската неорганска и висока содржина на вода во дентинот и цементот. Овие особености негативно влијаат врз рестарвативните методи и системите за адхезија. Основен услов на рестарвативните материјали што се употребуваат за рестарваација на коренски кариес е тоа што е потребно целосно да го затворат кавитетот со цел да се спречи навлегувањето на бактерии или хранливи материи, но се препорачува да се користат рестарвативни материјали што со текот на времето ќе испуштаат јони на флуор. Гласјономерните цемента ги исполнуваат овие барања и истите претставуваат материјали за избор. Постојат различни методи со кои може да се постигне модификација на маргиналната гингива, како што се дисекција со употреба на хирушки скалпел, електрокаутер, ротациони инструменти (дијамантски борери) и ласер. Сите од наведените можности имаат свои предности и недостатоци. Модификација на маргиналната гингива со употреба на ротациони инструменти и хирушки скалпел резултира со тоа што се формира крвав раб што влијае на конечните резултати на рестарваацијата. При употреба на електрокаутер, иако истиот има одлично хемостатско дејство, истиот резултира со појава на гингивална рецесија по заздравувањето, што резултира со лош естетски изглед. И на крај, употребата на ласер за модификација на гингивата резултира со тоа што ткивото побрзо зараснува без рецесија и не е причина за воспаление. Предноста од користење на ласерски уред за решавање на наведената проблематика е тоа што инцизираниот маргинален раб не крвари, благодарение на хемостатските својства на ласерот. Ласерските уреди во зависност од нивните бранови должини, поседуваат способност за хемостаза на различни длабочини, така на пример Er :YAG ласерот поседува способност само за површинска хемостаза, за разлика од диодниот ласер кој има способност да делува во подлабоките слоеви и да предизвика длабинска хемостаза. Способноста за хемостаза е особено важна кога се поставува дентална рестарваација во близина на меко ткиво, од причина што на тој начин се елиминира крварење кое може да влијае на јачината на врската на денталната рестарваација и дефинитивната добиена нијанса на поставената рестарваација. Во нашето истражување вкупниот број на испитаници изнесува 21 и кај секој од нив беше спроведен анонимен анкетен прашалник. Од спроведениот анкетен прашалник, најголем дел од испитаните стоматолози работат во општа стоматолошка ординација и тоа 76%, наспроти 23% кои работат во специјалистичка стоматолошка ординација. На прашањето која возрасна

популација според нив е најподлежна за развој на коренски кариес, најголем дел и тоа 76% нагласиле дека тоа е постарата популација, 19% во периодот на полнолетство и 5% во периодот на детство. Понатаму, на прашањето дали полот има одредена предиспозиција за развој на коренски кариес, најголем дел од испитаниците и тоа 43% се изјасиле дека се јавува кај машки пол и нема разлика во полот, додека само 14% дека се јавува кај женскиот пол. Понатаму, најголем дел од испитаниците укажале на тоа дека во најголем број од случаевите, коренскиот кариес го детектираат на вестибуларната површина на коренот на забот и тоа 52%, 43% дека го детектираат на апроксималната површина, додека 5% на оралната површина. Според тоа кој од фронталните заби е најчесто засегнат со коренски кариес, испитаниците нагласиле дека најчесто во нивната пракса се засегнати горен латерален инцизив и долен латерален инцизив кои имаат по 29%, 24% дека се јавува на долен канин, 9% дека се јавува на горен централен инцизив и горен канин и 0% на долен централен инцизив. Додека, на прашањето кој од бочните заби се најчесто засегнат со коренски кариес, 22% се изјасиле дека се јавува на горен втор молар и долен прв молар, 13% долен прв премолар, 9% долен втор премолар, 8% горен втор премолар, 4% долен втор молар и 0% за горен прв молар, горен трет молар, долен трет молар. На прашањето, кои методи ги користат за справување со коренскиот кариес, најголем дел и тоа 80% истиот го решаваат со рестарвација, 15% со совети за исхрана и техники на четкање, 5% со мониторинг и упатства за превенција и 0% користење на флуориди за локална употреба. Остранувањето на коренскиот кариес само мал дел и тоа 10% користат ласер, 90% користат ротирачки инструменти, додека 0% за употреба на хемиски медикаменти и рачни инструменти. Од наведените настани од секојдневното живеење, испитаниците навеле дека лошата орална хигиена и тоа 67% е поврзана со развојот на кариес на коренот на забот, 19% навеле дека е поради рецесија на гингивата и 14% поради физиолошката рецесија на гингивата.

4. ЗАКЛУЧОК

Постојат голем број на ризик фактори, кои што сите дали директно или индиректно се причина за развој на кариес на корен на забот, според нашите испитаниците како најчести фактори кои што се битни за оваа проблематика се: лоши рабови на коронки, лоши рабови на рестарвации, лоша орална хигиена и гингивална рецесија. Проблемот со коренскиот кариес е комплексен и бара од стоматологот да го разбере феноменот како и неговите разлики и сличности на кариес на емајл и цемент. Стоматологот освен што е добар за поставување на дијагноза, потребно е да се спроведат и соодветни превентивни и терапевтски мерки. Не постои идеален материјал за рестарвација на кариес, неговото контролирање се состои од воспоставување на соодветна рамнотежа помеѓу факторите на ризик, контрола на оралната хигиена, контрола на денталниот плак, изложеноста на ферментирачки јагленихидрати, протокот на плунка, внесот на флуор.

ЛИТЕРАТУРА

- Abogazalah, N., Eckert, G.J., Ando, M. (2017). In vitro performance of near infrared light transillumination at 780nm and digital radiography for detection of non-cavitated approximal caries. *J Dent* 63:44–50. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.018>
- Ahmed, I. (2018). Novel approach to treat root caries: A pilot study to investigate Chlorhexidine- modified Glass Ionomer Cement applied using ART. Department of Oral Rehabilitation, Faculty of Dentistry.
- Cai, J., Palamara, J., Manton, D.J., Burrow, M.F. (2017). Status and progress of treatment methods for root caries in the last decade: a literature review. *Australian Dental Journal*, <https://doi.org/10.1111/adj.12550>.
- Carrilho, M.R.O (2014). KARGER. Root Caries: From Prevalence to Therapy. ISSN: 0077-0892
- Donald L. Chi. (2016). Preventing and Managing Root Caries. *The Journal of Multidisciplinary care Decisions in Dentistry*.
- Dorri, M., Martinez-Zapata M. J., Walsh T., Marinho V. C., Sheiham Deceased, A., & Zaror, C. (2017) Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *The Cochrane database of systematic reviews*, 12(12), CD008072. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008072.pub2>
- Estellano, G.P. (2017). Caries de Superficies Radiculares: Etiologia, diagnpstico y manejo clinico. *Actas Odontologicas*, ISSN: 2393-6304.
- Fejerskov, O., Kidd, E., Nyvad, B., Baelum, V. (2008). *Dental Caries The Disease and Clinical Menagment (Second Edition)* : Blackwell Munksgaard. ISBN: 9781405138895.
- Featherstone, J.D.B. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *Australian Dental Journal*, 53: 286- 291. 2 Department of Preventive and Restorative Dental Sciences, University of California.
- Gregori, M., Favia, K.J. (2020). Root Caries Treatment: Use of an All- Tissue Laser to Ensure Success. *DENTISTRY TODAY*.
- Jeong, C., Jeong, D. (2022). Must- know classifications of dental caries for the national dental hygiene boards. *DentistryIQ*.

- Kocak, N., Cengiz-Yanardag, E. (2020) Clinical performance of clinical-visual examination, digital bitewing radiography, laser fluorescence, and near-infrared light transillumination for detection of non-cavitated proximal enamel and dentin caries. *Lasers Med Sci* 35(7):1621–1628. <https://doi.org/10.1007/s10103-020-03021-2>
- Markovic, LJ. D., Vukovic, A., Anelkovic, S. (2010). Restauracija mlecnih molara ojacanim glas- jonomer cementom. ResearchGate.
- Meyer-Lueckel, H., Machiulskiene, V., Giacaman, R.A. (2019). How to intervene in the root caries process? Systematic review and meta-analyses. *Caries Res.* 53(6):599–608.
- Markose A. (2016). Root caries, Diagnosis, Prevention and their treatment. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*; 2278- 0853.
- Marsh, L. (2013). Root Caries Prevention. *The Journal of Professional excellence Dimensions of dental hygiene.*
- Mei, M.L, Chu, C.H. (2012). Preventing root caries development under oral biofilm challenge in an artificial mouth. *Med. Oral Patol Oral Cir Bucal*; 18 (4): e557- 63.
- Menem. R., Barnkggei, I., Beiruti, N., Al Haffar, I., Joury, E. (2017). The diagnostic accuracy of a laser fluorescence device and digital radiography in detecting approximal caries lesions in posterior permanent teeth: an in vivo study. *Lasers Med Sci* 32(3):621–628. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2157-2>
- Philip, N., Suneja, B., Walsh, L. (2018). Beyond Streptococcus mutans : clinical implications of the evolving dental caries aetiological paradigms and its associated microbiome. *Br Dent J* 224:219–225
- Schwendicke, F., Elhennawy, K., Paris, S., Friebertshauser, P., Krois, J. (2020). Deep learning for caries lesion detection in near-infrared light transillumination images: A pilot study. *J Dent* 92:103260. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.103260>
- Souza, LA., Cancio, V., Tostes, M.A. (2018). Accuracy of pen-type laser fluorescence device and radiographic methods in detecting approximal carious lesions in primary teeth - an in vivo study. *Int J Paediatr Dent* 28:472–480. <https://doi.org/10.1111/ipd.12399>
- Tahun, I.A. (2015). The health Sciences Publisher. Textbook of operative dentistry (3rd Edition), ISBN: 978-93-5152-633-9.
- Tonkaboni, A., Saffarpour, A., Aghapourzangeneh, F., Fard, M.J.K. (2019). Comparison of diagnostic effects of infrared imaging and bitewing radiography in proximal caries of permanent teeth. *Lasers Med Sci* 34(5):873–879. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-2663-x>