SADRŽAJ

PREDGOVOR VII
1. UVOD 1
2. DEFINICIJE NANONAUKE I NANOTEHNOLOGIJE 5
3. NANOMEDICINA I NANOSTOMATOLOGIJA 11
4. NANOMATERIJALI 15
5. NANOMODIFIKACIJA MATERIJALA U STOMATOLOŠKOJ PROTETICI 21
6. NANOMODIFIKOVANE DENTALNE KOMPOZITNE SMOLE 23
6.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih dentalnih kompozitnih smola 39
7. NANOMODIFIKOVANE DENTALNE KERAMIKE 45
7.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih dentalnih keramika 63
8. NANOMODIFIKOVANI DENTALNI GLAS JONOMERI I KOMPOZITNI CEMENTI 67
8.1. Budući pravci razvoja nanomodifikovanih glas jonomer i kompozitnih cemenata ... 85
9. NANOMODIFIKOVANI MATERIJALI ZA IZRADU BAZE PROTEZE 91
9.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih materijala za izradu baze proteze 124
10. NANOMODIFIKACIJA MATERIJALA ZA IZRADU PROTEZNIH ZUBA 131
10.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih proteznih zuba 136
11. NANOMODIFIKACIJA TKIVNIH KONDICIONERA I LAJNERA 139
11.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih tkivnih kondicionera i lajnera 143
12. NANOMODIFIKACIJA OTISNIH MATERIJALA 147
12.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih otisnih materijala 151
13. NANOMODIFIKACIJA MAKSILOFACIJALNIH ELASTOMERA 153
13.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih maksilofacijalnih elastomera 167
14. NANOMODIFIKACIJA POVRŠINE DENTALNIH IMPLANTATA 171
14.1 Budući pravci razvoja nanomodifikacije površine dentalnih implantata 196
15. NANOMODIFIKACIJA MATERIJALA ZA IZRADU PRIVREMENIH KRUNA 201
15.1 Budući pravci razvoja nanomodifikovanih materijala za izradu privremenih krunica 204
LITERATURA 207
SKRAĆENICE 235

Scanned with CamScanner

PREDGOVOR

Nanotehnologija, naučno polje izuzetnog potencijala i intenzivnog razvoja, prema rezultatima dosadašnjih studija, donosi sa sobom revolucionarne promjene koncepta razmišljanja u savremenoj dentalnoj praksi, otvarajući nove mogućnosti u dijagnostici, terapiji i materijalima. Iako nanočestice postoje na planeti Zemlji od najranijih dana njenog postojanja, ekspanzivan razvoj nanonauke započinje sredinom prošlog vijeka i danas predstavlja jedno od najnovijih i najprosperitetnijih područja nauke.

Terapijski koncept stomatološke protetike se bazira na funkcionalnoj i estetskoj rehabilitacija nedostajućih mekih i tvrdih tkiva usne duplje kao i rekonstrukciji maksilofacijalnih defekata adekvatnim dentalnim materijalima. Uslovi koji vladaju u usnoj duplji su veoma specifični i kompleksni i uključuju visoku vlažnost, mastikatorna opterećenja, stalne temperaturne varijacije i promjene pH sredine. Nadoknade u stomatološkoj protetici se nalaze u dugotrajnom direktnom kontaktu sa mekim i tvrdim tkivima orofacijalne regije. Zbog specifičnosti uloge koju obavljaju i kompleksnih uslova u usnoj duplji u kojoj ostaju u funkciji dugi niz godina, dentalni gradivni materijali trebaju posjedovati posebne mehaničke, biološke i estetske performanse kao i visoku biokompatibilnost.

Razvoj savremenih dentalnih materijala je baziran na biomimetskom konceptu razmišljanja koji podrazumijeva imitiranje prirode, odnosno sintezu materijala, koji po svojim mehaničkim, fizičkim i estetskim osobinama oponašaju humana tkiva koja nadoknađuju. Prirodne nanostrukture humanih tkiva kao što su gleđ ili kost predstavljaju najviši stepen savršenstva strukture tkiva. Njihovo oponašanje ne predstavlja jednostavan posao.

Nanostrukturisani materijali se dobijaju nanotehnološkim procesima manipulacije materijom na atomskom ili molekulskom nivou, odnosno česticama reda veličine 2 ili 3 atoma ili materijom koja se mjeri milijarditim dijelovima metra. Sve mehaničke, fizičke, estetske i biološke osobine nanomaterijala su određene načinom na koji su atomi i molekuli raspoređeni u materijalima. Mogućnost manipulacije materijom na nanonivou, kojom se bavi nanonauka, predstavlja veoma moćno oružje u rukama naučnika i izaziva više pažnje nego bilo koja druga grana nauke i inženjerstvu u istoriji.

Scanned with CamScanner

Usna duplja prestavlja specifično biološko okruženje u kome se nalaze brojni mikroorganizmi, organizovani u zajednice biofilma, koje prekrivaju sve prirodne strukture usne duplje kao i nadoknade izrađene od gradivnih materijala. Ove organizovane mikrobne strukture, kao i nekontrolisana upotreba antibiotika, čine mikroorganizme jačim i otpornijim na djelovanje konvencionalnih terapeutskih sredstava. Poslednjih godina Svjetska zdravstvena organizacija apostrofira problem razvoja antibiotke rezistencije, stavljajući ga na listu najvećih problema sa kojima se savremeno društvo suočava. Stoga je poseban fokus u razvoju gradivnih materijala usmjeren ka razvoju njihovih antimikrobnih performansi, odnosno razvoju nekonvencionalnih terapijskih modaliteta liječenja infekcija.

Nanotehnologija je u potpunosti promijenila interakciju i ponašanje dentalnih materijala u odnosu s oralnim okruženjem, kroz razvoj materijala s kontinuiranim antimikrobnim djelovanjem, unapređenim mehaničkim osobinama, estetskim performansama koje opstaju kroz dugi niz godina i unapređenim sposobnostima opstanka u kompleksnim uslovima u usnoj duplji.

Ova monografija, kroz sistematičan pregled, sumira i analizira aktuelne domena intenzivnog razvoja nanotehnologije i nanomaterijala u području stomatološke protetike, jedne od najvažnijih grana savremene stomatologije.

U uvodnom dijelu monografije je definisan pojam stomatološke protetike, njena suštinska uloga u rehabilitaciji orofacijalnih struktura, kao i vrste nadoknada koje se izrađuju u kliničkoj praksi. Kako bi se vjerodostojnije prikazala problematika kojom se bavi ova monografija, napravljen je osvrt na postojeće konvencionalne gradivne materijale, kompleksne uslove kojima su izloženi u usnoj duplji kao i razloge njihove nanomodifikacije. Definisani su uslovi koje gradivni materijali trebaju da ispune u smislu fizičkih, mehaničkih, estetskih i bioloških parametara. Poseban osvrt je učinjen na problem antibiotske rezistencije, kao i na potrebu za razvojem materijala s unapređenim antimikrobnim osobinama.

U daljem tekstu su predstavljene definicije nanonauke i nanotehnologije, kao jednog od trenutno najaktuelnijih pravaca razvoja savremene nauke. Takođe je definisan pojam nanostruktura i predstavljeno njihovo poređenje s poznatim predmetima kako bi se jasnije dobio uvid u njihov red veličine. Kroz opis

Scanned with CamScanner

pojmova nanomedicine i nanostomatologije, ukazano je na razloge nastanka i ekspanzivnog razvoja ovih naučnih polja, kao i na brojne aplikacije nanostruktura u terapijskim konceptima, dijagnostičkim procedurama i proizvodnji nanomaterijala i medicinskih uređaja. Definisano je suštinsko značenje pojma nanomaterijali i načinjen osvrt na njihove zajedničke unikatne osobine koje ih razlikuju od izvornih, konvencionalnih materijala.

U nastavku monografije predstavljene su i pojedinačno opisane grupe gradivnih materijala koje se koriste u stomatološkoj protetici, uključujući kompozitne materijale, keramike, cemente, materijale za izradu baze proteze i proteznih zuba, tkivne kondicionere i lajnere, otisne mase, maksilofacijalne elastomere, materijale za izradu dentalnih implantata i privremenih kruna. Detaljnim pregledom brojnih naučnih studija koje se bave poljem dentalnih nanomaterijala, opisani su rezultati nanomodifikacije materijala, međusobna komparacija rezultata istraživanja kao i mogućnost potencijalne primjene nanostrukturisanih materijala u kliničkoj praksi. Za svaku opisanu grupu materijala su predstavljeni načini modifikacije, vrsta i koncentracija upotrebljenih nanostruktura, kao i njihov uticaj na fizičke, mehaničke, estetske i biološke osobine materijala. Izvršeno je poređenje osobina konvencionalnih materijala i njihovih nanomodifikovanih oblika. Takođe, navedeni su primjeri već postojećih nanomaterijala koji se već mogu pronaći na tržištu.

Značajan dio knjige je posvećen unapređenju antimikrobnih osobina materijala njihovom nanomodifikacijom, kroz analizu brojnih istraživanja koja su se bavila navedenim problemom. Predstavljeni su načini nanomodifikacije, vrsta i koncentracija upotrebljenih nanostruktura kao i evaluacija antimikrobnih osobina dobijenih materijala. Predstavljene su mogućnosti razvoja nanomodifikovanih dentalnih materijala s kontinuiranim antimikrobnim djelovanjem i apostrofiran je njihov ogroman potencijal u savremenim terapijskim procedurama liječenja infekcija.

Prikazani su rezultati studija autorke ove monografije koje se bave nanomaterijalima i izvršena je komparacija s rezultatima sličnih studija rađenih u svijetu. Iz pomenutih rezultata istraživanja izveden je niz odgovora vezanih za upotrebu nanočestica u modifikaciji dentalnih materijala. Dobijeni podaci dopunjuju već poznate i stvaraju nove aspekte u oblasti razvoja i

Scanned with CamScanner

primjene nanomaterijala u stomatološkoj protetici što doprinosi unapređenju ove oblasti.

Potrebno je naglasiti da nanotehnologija, iako ima veliki potencijal, kao i svaka druga novopredstavljena tehnologija sa sobom nosi rizik neadekvatnog korištenja i zloupotrebe. Obaveze javnog prihvatanja, etike, regulacije, sigurnosti upotrebe na ljudima mora biti uzeta u obzir prije nego što nanostomatologija u potpunosti zaživi u savremenoj stomatološkoj praksi. Ovi rizici uključuju mogućnost nanočestica da prodru u ljudsko tijelo kroz različite puteve poput inhalacije, gutanja ili apsorpcije kroz kožu te da izazovu različite biološke efekte kao što su inflamacija, oštećenje DNK, toksično djelovanje na organe i druge potencijalne zdravstvene rizike. Ministri zdravlja i zaštite životne sredine su se složili u Parmskoj deklaraciji 2010. godine da je potrebno više istraživanja o korištenju nanomaterijala i poboljšanju metoda za procjenu zdravstvenih rizika i dobrobiti. Svjetska zdravstvena organizacija intenzivno radi na procjeni postojećih istraživanja i studija o nanotehnologiji i zdravlju kao i definisanju regulativa u istraživanjima kako bi svim državama svijeta i kreatorima politika pružila savjete o upravljanju rizikom.

Osobine nanomaterijala, a posebno proizvedenih nanočestica, izazvala su oduševljenje naučne i stručne javnosti ali i zabrinutost zbog potencijalnih neželjenih ili neočekivanih interakcija s biološkim sistemima, što bi moglo dovesti do štetnih posledica na zdravlje ljudi i ekosistema. Iako je riječ o naučnom polju veoma ekspanzivnog razvoja, znanje o svim njegovim aspektima je ograničeno i mnoge neizvjesnosti ostaju. Bez obzira na već široko rasprostranjenu primjenu i ogroman potencijal novih generacija nanomaterijala, može se smatrati da se nanotehnologija još uvijek nalazi u svojim ranim danima. Upravo ovaj ogromni potencijal i potencijalne dobrobiti koje savremeno čovječanstvo može imati od njenog egzaktnog razvoja, zadužuje istraživače i ljekare dentalne medicine da se posvete njenom definisanju i daju svoj lični doprinos u vidu istraživanja, obrađivanja aktuelne problematike u knjigama kao i aktivnog učešća u definisanju protokola istraživanja i regulativa pod čijim okriljem se ova oblast dalje mora razvijati.

Svoj skromni doprinos dajem kroz ovu naučnu monografiju, u kojoj sam pokušala da objedinim dosadašnje znanje o razvoju i primjeni nanotehnologije i

Scanned with CamScanner

nanomaterijala u stomatološkoj protetici, kao i da naglasim izazove, smjernice za buduća istraživanja i rizike koje sa sobom nosi.

Saznanja koja ova monografija donosi mogu pomoći doktorima dentalne medicine, specijalistima stomatološke protetike, naučnim radnicima i studentima dentalne medicine u razumijevanju kliničkog značaja, efikasnosti, prednosti i potencijalnih nedostataka nanomaterijala u poređenju s konvencionalnim materijalima koji se trenutno koriste u kliničkoj praksi. S obzirom na ekspanzivnost istraživanja i intenzivan interes naučne javnosti, pred nama se nalazi jedno novo polje nauke, ogromnog potencijala, čiju punu veličinu tek treba da otkrijemo.

Valentina Veselinović

Scanned with CamScanner