

# Defeating endodontic biofilms by laser-induced cavitation

Rosalie Swimberghe

Wortelkanaalinfecties ontstaan wanneer bacteriën het wortelkanaal binnendringen, zich daar vasthechten op de kanaalwanden en zich omhullen in een zelfgeproduceerde slijmlaag. Door deze biofilm-lifestyle zijn ze moeilijk te bestrijden, omdat ze minder gevoelig zijn voor antimicrobiële middelen. Daarbij komt nog dat, door de complexe microanatomie van het kanaalsysteem, met allerhande vertakkingen, extensies of verbindingen tussen kanalen, de biofilms vaak moeilijk bereikbaar zijn voor de instrumenten en/of spoelmiddelen (NaOCl) waarmee het wortelkanaal door de tandarts wordt gereinigd. Dit kan leiden tot het mislukken van een wortelkanaalbehandeling.

Een belangrijk deel van de thesis bestond uit het ontwikkelen van een *in vitro* biofilmmodel. Eerst werd in kaart gebracht welke *in vitro* biofilmmodelsystemen door andere onderzoekers worden gebruikt. De modellen en hun experimentele parameters werden opgesomd en kritisch geanalyseerd. Vervolgens werd de verworven kennis uit dit literatuuronderzoek aangewend om een geoptimaliseerd wortelkanaalmodelsysteem te ontwikkelen. In een eerste studie werd gekeken naar de invloed van een aantal parameters van dit modelsysteem op de NaOCl-gevoeligheid van de biofilm. Daarnaast werd het model uitvoerig gekarakteriseerd met behulp van verschillende microscopietechnieken en werden selectieve media ontwikkeld als kwantificatiemethode.

In een tweede luik werden verschillende endodontische anti-biofilmstrategieën geëvalueerd, meer bepaald technieken om de reinigende werking van spoelmiddelen te verbeteren. Sonische, ultrasone en lasergeactiveerde irrigatie (LAI) werden vergeleken in het verwijderen van een artificiële biofilm in een *in vitro* wortelkanaalmodel. LAI is gebaseerd op het fenomeen cavitatie, afgeleid is van het Latijnse *cavitare*, wat uithollen betekent. Laseractivatie veroorzaakt cavitatiebellen in het

spoelmiddel, die zeer snel groeien en weer imploderen, wat zeer turbulente vloeistofstroming in het wortelkanaal teweeg brengt en zo de reiniging verbetert. In deze studie bleek LAI zeer effectief in het verwijderen van biofilm uit een nauwe verbinding tussen rechte kanalen, maar minder efficiënt in kromme kanalen.

Naast LAI werd ook een innovatieve laser-gebaseerde techniek getest die gericht is op het openbreken van de structuur van de biofilm. Hierbij wordt de biofilm geïmpregneerd met gouden nanopartikels. Bestralen met gepulst laserlicht zorgt - door de interactie tussen laser en de nanopartikels - voor het ontstaan van cavitatiebelletjes die de biofilm van binnenuit schade toebrengen. Het gecombineerde effect van deze behandeling met het spoelmiddel NaOCl werd onderzocht op endodontische biofilms. VNB-behandeling resulteerde echter niet in een betere biofilmafdoeding door NaOCl.

In een laatste studie werd het werkingsmechanisme van LAI verder ontrafeld aan de hand van snelle beeldvorming. Hiervoor werd een wortelkanaalmodel gebouwd waarin een biofilm werd opgekweekt. Met behulp van een hogesnelheidscamera werden cavitatiefenomenen, de vloeistofdynamiek en het effect op de biofilm gevisualiseerd en geanalyseerd, wat leidde tot nieuwe inzichten in de werking van LAI en het effect op de biofilm in het kanaal.

Proefschrift voorgelegd tot het  
bekomen van de graad 'Doctor in  
de Gezondheidswetenschappen'  
2020 - 2021

## Examencommissie

Prof. dr. Jolanda van Hengel (voorzitter)  
Universiteit Gent  
Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen  
Vakgroep Structuur en Herstel van de Mens

Prof. dr. Mieke De Bruyne (secretaris)  
Universiteit Gent  
Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen  
Vakgroep Mondgezondheidswetenschappen

Prof. dr. Jan Cosyn  
Universiteit Gent  
Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen  
Vakgroep Mondgezondheidswetenschappen

Prof. dr. Luc van der Sluis  
Rijksuniversiteit Groningen  
Faculteit Medische Wetenschappen  
Centrum voor Tandheelkunde en Mondzorgkunde

Prof. dr. Paul Lambrechts  
Katholieke Universiteit Leuven  
Faculteit Geneeskunde  
Departement Mondgezondheidswetenschappen

Prof. dr. Aurélie Crabbé  
Universiteit Gent  
Faculteit Farmaceutische Wetenschappen  
Laboratorium voor Farmaceutische Microbiologie

## Promotoren

Prof. dr. Roeland De Moor  
Universiteit Gent  
Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen  
Vakgroep Mondgezondheidswetenschappen

Prof. dr. Maarten Meire  
Universiteit Gent  
Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen  
Vakgroep Mondgezondheidswetenschappen

## Begeleidingscommissie

Prof. dr. Tom Coenye  
Universiteit Gent  
Faculteit farmaceutische Wetenschappen  
Laboratorium voor Farmaceutische Microbiologie

Prof. dr. Kevin Braeckmans  
Universiteit Gent  
Faculteit farmaceutische Wetenschappen  
Laboratorium voor Algemene Biochemie en Fysische Farmacie

## Acknowledgements

Deze doctoraatsthesis maakt deel uit van een geconcerteerde onderzoeksactie (GOA) en werd gefinancierd door Universiteit Gent (BOF15/GOA/022).

### CONTACT

Vakgroep Mondgezondheidswetenschappen  
Onderzoeksgroep Endodontologie  
Rosalie.Swimberghe@ugent.be

[www.ugent.be](http://www.ugent.be)