

Biomechanical models and prediction of mobility after tongue cancer surgery

Kilian Kappert

Door de complexe anatomie van de tong is het niet mogelijk om op basis van kennis en ervaring functionele gevolgen na chirurgische behandeling van tongkanker betrouwbaar te kunnen voorspellen. De ambitie van het 'Virtual Therapy' project is om een digitale dubbelganger te ontwikkelen op basis van de echte fysica en anatomie van de hoofd-hals-regio, die de patiënt en arts helpt bij het maken van moeilijke beslissingen op basis van te verwachten gevolgen van de behandeling. Dit proefschrift richt zich op de ontwikkeling en validatie van een biomechanisch tongmodel dat het besluitvormingsproces kan ondersteunen.

Het model is opgebouwd uit zogenaamde '*Finite elements*', die het model verdelen in duizenden elementen die samen spierbeweging en weefselstijfheid van de tong kunnen simuleren. In dit proefschrift wordt een methode beschreven om door middel van een aantal muisklikken virtuele chirurgie op zo'n biomechanisch model mogelijk te maken. Door deze techniek vervormt het weefsel realistisch bij het simuleren van hechtingen en fibrose. Simulaties van tongbewegingen naar buiten, boven, links en rechts kwamen kwantitatief overeen met die van patiënten.

Om verdere ontwikkelingen van het model te kunnen kwantificeren is een eerder geïntroduceerde optische tracking methode doorontwikkeld om de tong in 3D te kunnen volgen. Deze methode was goed in staat om tongbewegingen van gezonde proefpersonen en patiënten na behandeling met chemoradiatie of chirurgie te onderscheiden.

Tot op heden zijn er nog geen betrouwbare in-vivo metingen verricht naar de elasticiteit van de tong. In een poging om de elasticiteit van de tong, zonder spiertonus, te meten bij 10 patiënten onder algehele narcose bleek dat het tongweefsel in deze situatie onverwacht tweemaal stijver was dan in rust. Meerdere mogelijke wetenschappelijke verklaringen van dit fenomeen worden in dit proefschrift besproken, maar konden met de verzamelde gegevens nog niet bewezen verklaard worden.

Voor het personaliseren van de modellen is gebruik gemaakt van een speciale diffusie-gewogen MRI-techniek om ook kruisende spiervezels in de tong zichtbaar te maken. Op deze manier hebben we van 10 gezonde proefpersonen volledig gepersonaliseerde modellen kunnen construeren. De gesimuleerde bewegingen kwamen sterk overeen met de gemeten tongbewegingen bij gezonde proefpersonen. Het simuleren van chirurgie op gepersonaliseerde preoperatieve tongmodellen van patiënten was helaas minder succesvol vanwege de aanwezige artefacten in MRI-beelden. Toch is het gelukt om van twee patiënten modellen te maken. Echter, meer geïndividualiseerde pre- en postoperatieve modellen zijn nodig om aan te tonen dat deze personalisatiestap een bijdrage levert aan de kwantitatieve voorspelling van de gevolgen na chirurgie.

Verdedigd op 18 december 2020 te Enschede

Promotoren:

Dr.ir. F. van der Heijden

Prof.dr. A.J.M Balm

Co-promotor:

Prof.dr.ir. C.H. Slump

Dr. K.D.R. Kappert, Technisch Geneeskundige

Antoni van Leeuwenhoek – Nederlands Kanker Instituut, Amsterdam

Afdeling: Hoofd-halsoncologie en -chirurgie

Email: k.kappert@nki.nl

Keywords: Partial glossectomy, Biomechanical model, Surgical simulation, Shared discission making, Tongue tissue properties.

Quote: “Dit is een grote stap richting het realiseren van een digitale dubbelganger die kan ondersteunen in het besluitvormingsproces van patiënten met kanker in de hoofd-hals-regio.”