Maastricht University

Shape measurement of the anterior eye surface

Citation for published version (APA):

Jongsma, F. H. M. (1998). *Shape measurement of the anterior eye surface*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universiteit Maastricht. https://doi.org/10.26481/dis.19981126fj

Document status and date:
Published: 01/01/1998

DOI:
10.26481/dis.19981126fj

Document Version:
Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

• A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
• The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
• The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the “Taverne” license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 24 Apr. 2024

Summary

Introduction

The optical part of the eye consist of a succession of transparant tissues with different refractive indices. The first transition, from air to tear film, causes the largest optical density step and the tear film coated cornea is therefor the most important refracting surface.
Considerably progress has been made in the optical correction of this first surface by refractive surgery as well in manufacturing of contact lenses. Modern computer assisted lathes are able to made, besides spherical and aspherical fittings, torical (barrel shaped) fittings and corrections and fittings that are extended to the shape of the adjacent tissues (limbal area and sclera). With these developments the demand for a topographer that can measure the topography of the entire anterior eye has become important.
The aim of this study concerns the development and evaluation of an instrument that can fulfill this task. Measurement should also be feasible on irregular corneal and adjacent surfaces.
The thesis consist 7 chapters and an appendix consisting the patent in which the developed anterior eye topographer is described.
In the first chapter the aims of this study are defined and the principles employed in the construction of the "Maastricht Shape Topographer" (MST) are presented.
The second chapter presents an overview of scientific literature- and patent-research and describes a large number of corneal topography techniques. These techniques are categorized in 12 groups according to their use of light source and light matter interaction. The MST is also included in this scheme.
The MST uses sodium fluorescein as a fluorescent agent to alter the specular reflecting surface in a diffusely radiating surface. The characteristics of this label investigated with phantom studies and investigated under *in vivo* circumstances are described in chapter 3.
In chapter 4 a description of the patent on the MST is given to elucidate the complicated original text. The MST collects height data from the anterior eye, by means of stereoscopically projected, parallel fringes that are recorded with a CCD camera placed between the two projectors. The resolution in heigth is ± 5 µm and the lateral resolution is about 40 x 30 μm^2, being the size of a camera pixel (picture element) projected on the eye.
Chapter 5 demonstrates the technical performance of the MST, using simplified eye models. The aim was to validate the ability of the MST to measure height over a wide area. Phantom studies and one *in vivo* study on a human eye show that meridians (cross-sections) of 17 mm wide could be measured.
A clinical evaluation of the MST has been performed at the St. Thomas' Hospital in London, UK. This study is described in chapter 6. Measurements were carried out on patients with corneal pathologies and patients who underwent photorefractive surgery. The measurements were made with both the MST and a commercially available Purkinje image-based Computer Assisted VideoKeratoscope (CAVK). Some preliminary results of clinical evaluation in Rotterdam and Maastricht are presented.
In the last chapter the nature and accuracy are discussed from the on the surface local-

ized measurements with the MST vs the measurements done with an on specular reflection based system.

Samenvatting

Samenvatting

Het optisch gedeelte van het oog bestaat uit een opeenvolging van transparante weefsels met verschillende brekingsindex. De eerste overgang, van lucht naar traanfilm, veroorzaakt de grootste optische dichtheids stap, reden waarom het met een traanfilm bedekte hoornvlies het belangrijkste brekende oppervlak is.
Zowel op het gebied van micro-chirurgische oogheelkundige technieken als op het gebied van de fabrikage van contactlensen is er de laatste decennia een aanzienlijke vooruitgang geboekt. Moderne computergestuurde draaibanken kunnen nu naast sferische- en asferische-pasvormen ook torische (tonvormige) pasvormen maken alsmede correcties en pasvormen die zijn uitgebreid om ook aan te sluiten op de aangrenzende weefsels als de overgang van hoornvlies naar het oogwit ("limbus") en het oogwit zelf ("sclera"). Door deze ontwikkelingen is er behoefte ontstaan aan een topograaf die de vorm van het gehele voorste oogsegment kan meten.
Het doel van dit onderzoek is de ontwikkeling en evaluatie van een instrument dat deze taak kan vervullen. Ook onregelmatige hoornvlies- en aangrenzende-oppervlakken moeten gemeten kunnen worden.
Het proefschrift bevat 7 hoofdstukken en een appendix waarin het octrooi van de topograaf is opgenomen.
In het eerste hoofdstuk worden de doelen van het onderzoek gedefinieerd en de gebruikte principes voor de ontwikkeling van de "Maastricht Shape Topographer" (MST) uitgelegd.
In het tweede hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het wetenschappelijk literatuur- en octrooi-onderzoek en er worden een groot aantal technieken beschreven. Deze technieken zijn onderverdeeld in 12 groepen overeenkomstig het gebruik van de lichtbron en de licht - materie interactie. In dit overzicht is de MST eveneens opgenomen.
De MST gebruikt fluoresceïne als middel om het spiegelend reflecterende traanoppervlak om te vormen tot een diffuus stralend oppervlak. De eigenschappen van fluoresceïne onder laboratorium omstandigheden en *in vivo* zijn onderzocht en beschreven in hoofdstuk 3.
In hoofdstuk vier wordt een beschrijving van het octrooi op de MST gegeven om de gecompliceerde originele tekst te verduidelijken. De MST verzameld hoogte-gegevens van het voorste oogsegment, door middel van stereoscopisch geprojecteerde, evenwijdige franjes die met een CCD-camera die tussen de twee projectoren in geplaatst is worden opgenomen. De locale hoogte resolutie is ± 5 μm and de laterale resolutie is ongeveer 40 x 30 μm^2, overeenkomstig de afmeting van een CCD pixel (picture element) geprojecteerd op het oogoppervlak.
Hoofdstuk 5 laat aan de hand van vereenvoudigde oogmodellen de technische kwaliteit van de MST zien. Het doel was om na te gaan of de MST de hoogte over een groot gebied kan meten. Metingen aan de modellen en in een *in vivo* meting aan een humaan oog tonen aan dat meridianen (doorsneden) over een 17mm gebied kunnen worden verkregen.
Een klinische evaluatie van de MST was verricht aan het St. Thomas' Hospital in Londen. Deze evaluatie is beschreven in hoofdstuk 6. Ogen van patiënten met hoornvlies aandoeningen en van patiënten die fotorefractaire chirurgie ondergingen, waren

onderwerp van dit onderzoek. De metingen werden zowel met de MST gemaakt als met een commercieel verkrijgbare computer ondersteunde topograaf die gebaseerd is op spiegeling van concentrische ringen (Placido schijf techniek) via de traanfilm. Tevens zijn in dit hoofdstuk enkele eerste resultaten van klinische evaluaties uitgevoerd in Rotterdam en Maastricht beschreven.
In het laatste hoofdstuk worden de op het oogoppervlak gelocaliseerde MST metingen vergeleken met metingen verricht met een op spiegelende reflectie gebaseerd systeem.