

# Beültethető lencsék optikai tulajdonságait mérő készülékek tesztelése és optimalizálása, a mérési adatok kiértékelése

Sulyok Ábel

Témavezető: Barócsi Attila

BME, Fizikai Intézet, Atomfizika Tanszék

---

Napjainkban a leggyakrabban elvégzett műtéti beavatkozás a szürkehályog (cataracta) műtét, mikor a beteg elhomályosodott szemlencsáját egy mesterséges intraokuláris szemlencsére cserélik (IOL). Az új szemlencse akkomodációra nem képes, így az éleslátási távolság, – multifokális lencsék esetén több távolság, – állandó. Egy IOL mindezekén túl optikai aberrációkkal is rendelkezik, melyeket a tervezési paraméterek optimalizálásával csökkenteni kell. [1] A lencsék gyártása során további hibák, a tervezéstől való eltérések jelentkezhetnek. Az elkészült lencsék vizsgálata kiemelkedő fontosságú a fenti tulajdonságok meghatározása érdekében, hogy a páciens a lehető legjobb életminőség javulást tapasztalja.

Munkám [2] során két olyan műszer megépítésével, illetve fejlesztésével foglalkoztam, melyek beültethető szemlencsék vizsgálatára alkalmasak. Az első ilyen műszer egy kétutas, *single-pass* elvű, Mach-Zender típusú fázistoló interferométer. [3] Az interferométer megépítésével, kalibrálásával, a mérés menetének kidolgozásával és az adatok feldolgozásával foglalkoztam. Az eszköz pontonként meghatározza a minta optikai úthossz-különbségét (OPD), így kiszámíthatóak az optikai aberrációk, a törőerő, az addíció, sőt szemmodellbe illesztve a moduláció átviteli függvény (MTF) is. Mivel az eszköz hullámhossznál nagyobb OPD meghatározására nem képes, utólag kell a mérési adatokat korrigálni. A korrekciót és az említett paraméterek meghatározását egy teljes egészében általam írt szoftver segítségével végeztem. A másik eszköz egy immerziós objektívvel ellátott *Olympus LEXT OLS4000* típusú konfokális mikroszkóp, mely lézeres pásztázással valós felületalakot határoz meg a mérendő mintára. Mivel a mikroszkóp szoftvere nem támogatta az objektívet, a mért adatok torzulásokat szenvedtek, több felvétel összeillesztése (*stich*) pedig lehetetlenné vált. A jelentkező hibák korrigálását, a mért adatok helyes kiértékelését, a felvételek összeillesztését valósítottam meg előző szoftverem segítségével. Több gyártó lencsét vizsgáltam meg és hasonlítottam össze őket a szabadalmakkal és az adatlapokon szereplő adatokkal. Gyártási hibákat kerestem, addíciót és MTF-et számoltam, végül a két eszközt összehasonlítását végeztem el. Eredményeim bekerültek pályázati jelentésekbe, az elkészült eszközök, illetve szoftverem jelenleg is a Medicontur Orvostechnikai Kft. gyártási és tervezési folyamatait segíti.

## Irodalom:

- [1] Allen Louis Cohen, „Diffractive bifocal lens design”, (Richmond, Virginia); *Optometry and Vision Science*, Vol. 70, No. 6, pp. 461-468 (1040-5488/93/7006-041\$03.00/0); 1993. június
- [2] Sulyok Ábel „Beültethető lencsék optikai tulajdonságait mérő fázistoló interferométer tesztelése és optimalizálása, a mérési adatok kiértékelése”, Tudományos Diákköri Konferencia, BME; 2017. 11. 16.
- [3] James C. Wyant „Basic Interferometers for Optical Testing”, College of Optical Sciences Univ of Arizona, Lecture Part 1; 2002.

# Testing and optimizing of instruments for optical examination of intraocular lenses and the evaluation of measurement data

Ábel Sulyok

Supervisor: Attila Barócsi

BME, Institute of Physics, Department of Atomic Physics

---

Nowadays, cataract surgery is the most frequently performed surgical procedure when the patient's blurred eyepieces are replaced by an artificial intraocular lens (IOL). The new eyepiece is not able to accommodate, so the focal distance(s) are constant. An IOL also has optical aberrations, which need to be reduced by optimizing design parameters. [1] There are further defects in the manufacturing of the lenses and there may be differences from design. Examination of the prepared lenses is of major importance for determining the above properties, so that the patient experiences the best possible quality of life improvement.

During my work [2], I've completed the construction and the development of two instruments that are suitable for measurement of implantable eyepieces. The first instrument is a double-path, single-pass, Mach-Zender type phase shifting interferometer. [3] I constructed and calibrated the interferometer, worked out the measurement and processed the data. The device determines the optical path length difference (OPD) of the sample for each point, allowing for the calculation of the optical aberrations, the breaking force, the addition, and the modulation transfer function (MTF) in suitable eye model. Because the device can't measure greater OPD than a single wavelength, the measurement data should be corrected afterwards. The correction and the determination of these parameters were done using a software entirely written by me. The other examined device is an Olympus LEXT OLS4000 confocal microscope equipped with an immersion objective, which uses laser scanning to define the real surface pattern of the measured sample. Since the microscope software did not support the objective, the measured data had distortions and the stitching of multiple records went impossible. I made the corrections of these errors, the correct evaluation of the measured data, and the combining of multiple records with my software. I examined and compared intraocular lenses of several manufacturers with data available on patents and data sheets. I was looking for manufacturing mistakes, I counted additions and MTFs, and finally I compared the two instruments. My results have been included in tender reports, the tools and software I prepared are still supporting the manufacturing and design processes at Medicontur Medical Engineering Ltd.

## Literature:

- [1] Allen Louis Cohen, „Diffractive bifocal lens design”, (Richmond, Virginia); Optometry and Vision Science, Vol. 70, No. 6, pp. 461-468 (1040-5488/93/7006-041\$03.00/0); 1993. június
- [2] Ábel Sulyok „Beültethető lencsék optikai tulajdonságait mérő fázistoló interferométer tesztelése és optimalizálása, a mérési adatok kiértékelése”, Tudományos Diákköri Konferencia, BME; 2017. 11. 16.
- [3] James C. Wyant „Basic Interferometers for Optical Testing”, College of Optical Sciences Univ of Arizona, Lecture Part 1; 2002.