

RECENZJA

pracy doktorskiej mgra Rafała Matusiaka pt. „Wpływ zastosowania ortokorelacji na krótko i długoterminowe zmiany w układzie optycznym oka”

Recenzja opracowana na zlecenie Przewodniczącego Rady ds. Nadawania Stopni Naukowych i Stopni w Zakresie Sztuki dr hab. Roberta Majznera, prof. UJD

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została przygotowana przez mgra Rafała Matusiaka z wykorzystaniem aparatury kliniki Euromedic w Częstochowie, pod kierunkiem promotora prof. dra hab. Radosława Szcześniaka oraz promotora pomocniczego dra Marcina Dośpiała. Praca dotyczy badań doświadczalnych i teoretycznych efektywności korekcji krótkowzroczności metodą ortokeratologiczną, skrótoowo nazywaną ortokorekcją. Metoda ta opisana w recenzowanej pracy, polega na wymuszeniu takich zmian kształtu rogówki oka, które prowadzą do polepszenia ostrości widzenia u osób z krótkowzrocznością i jest, w pewnym zakresie, alternatywą dla laserowej korekcji wzroku.

Autor recenzowanej pracy mgr Rafał Matusiak dyplom magistra fizyki technicznej uzyskał w 2013 roku na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, kierunek fizyka techniczna, specjalność optometria w Politechnice Częstochowskiej. Według dostarczonych mi przez Autora recenzowanej pracy danych mgr Rafał Matusiak ma wieloletnie doświadczenie zawodowe jako optometrysta. Współpracował ze znanymi firmami takimi jak Paris Optique oraz Śląski Ośrodek Chorób Oczu. Obecnie pracuje w Vision Expres, gdzie zajmuje się doбором pomocy optycznych oraz szkoleniem optometrystów. W klinice Provizus zajmuje się kwalifikacją do zabiegów usunięcia zaćmy. Jest współautorem czterech artykułów o tematyce z zakresu optometrii, z czego trzy są opublikowane w czasopiśmie znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych Ministerstwa Edukacji i Nauki, jeden w monografii zbiorowej „Prace Szkoły Inżynierii Materiałowej”,(2017). Ponadto Doktorant brał udział w siedmiu konferencjach międzynarodowych i trzech konferencjach krajowych o tematyce optometrycznej w latach 2015 – 2022. Uczestniczył również w czternastu kursach podwyższających kwalifikacje w zwodzie optometrysty. Jak wynika z przedstawionych powyżej danych mgr Rafał Matusiak, oprócz pracy zawodowej, intensywnie prowadzi badania naukowe, ciągle poszerza swoją wiedzę i doskonali umiejętności zawodowe z zakresu optometrii. Przedstawiona do recenzji praca doktorska jest kolejnym tego przykładem.

Rozprawa doktorska mgra Rafała Matusiaka ma formę monografii o objętości 172 stron zatytułowanej „Wpływ zastosowania ortokorelacji na krótko i długoterminowe zmiany w układzie optycznym oka”. Rozpoczyna się od spisu treści, po którym następuje dwustronicowy wykaz ważniejszych oznaczeń i symboli stosowanych w pracy, sporządzony

w językach polskim i angielskim. Kolejnym elementem części wstępnej pracy jest wprowadzenie, w którym Autor podkreśla znaczenie korekcji ortokeratologicznej w ograniczaniu wzrostu występowania krótkowzroczności, szczególnie w krajach wysokorozwiniętych. W krótkiej formie Doktorant wyjaśnia na czym polega ortokorekcja oraz wymienia zagadnienia odnoszące się do badań zmian refrakcji oka dyskutowane w literaturze z zakresu oftalmologii, optyki i inżynierii biomedycznej. Podkreśla przy tym małą liczbę opublikowanych prac dotyczących analizy procesów fizycznych dotyczących zmian aberracji frontu falowego rogówki. Ostatnim elementem części wstępnej pracy jest streszczenie w języku polskim. Streszczenie w języku angielskim nie wchodzi w skład pracy, a występuje jako oddzielny załącznik.

Charakterystyka części głównej rozprawy doktorskiej

Zasadnicza część pracy doktorskiej podzielona jest na pięć rozdziałów, a rozdziały podzielone są na podrozdziały, których ilość w danym rozdziale uzależniona jest od zakresu omawianej tematyki. Szata graficzna pracy wykonana jest starannie, zawiera 75 rysunków. Jest też 7 tabel, z których dwie zostały opracowane na podstawie danych literaturowych, a pięć zawiera dane liczbowe dotyczące wyników odnoszących się do badań przeprowadzonych przez Autora w ramach recenzowanej pracy. Pokrótkce przedstawię każdy z rozdziałów.

Rozdział 1, zatytułowany jest „Wstęp teoretyczny”. Doktorant rozpoczyna ten rozdział od przedstawienia uproszczonej wersji układu optycznego oka w analogii do aparatu fotograficznego. Następnie omawia poszczególne elementy układu optycznego oka w kolejności jaką na swojej drodze napotyka promień światła, rozpoczynając od filmu łzowego, poprzez przednią i tylną powierzchnię rogówki, soczewkę oczną, kończąc na siatkówce. Szczegółowy opis rogówki, jako elementu refrakcyjnego mającego bezpośredni związek z tematyką niniejszej pracy, został wyodrębniony w oddzielnym podrozdziale tego rozdziału. Dalej Doktorant skrótowo omawia fizyczne modele oka klasyfikując je według uwzględnianych ilości powierzchni refrakcyjnych, kształtu powierzchni refrakcyjnych, akomodacji lub takich czynników jak diafragma i chromatyczność oka. W wyodrębnionym podrozdziale „Budowa i rola rogówki”, Autor bardzo szczegółowo przedstawia fizjologiczną budowę rogówki omawiając każdą z poszczególnych warstw, które ją tworzą. Równie dokładnie omawiana jest geometryczna budowa rogówki. W szczególności Doktorant charakteryzuje kształt rogówki, zewnętrzny i wewnętrzny promienie krzywizn analizując powierzchnie przednią i tylną z wykorzystaniem równań matematycznych opisujących krzywe stożkowe o symetrii obrotowej. Tekst ilustruje pięć rysunków (Rys. 7 – 11 włącznie), które przybliżają czytelnikowi takie pojęcia opisujące kształt rogówki jak np. sferyczność, spłaszczenie czy charakterystyczne punkty na powierzchni skorelowane z osią optyczną, osią widzenia i linią wzroku. W kolejnym podrozdziale „Wady refrakcji” Autor w skrótowej formie charakteryzuje oko emmetropowe (miarowe) oraz ametropowe (niemiarowe) w odniesieniu do trzech podstawowych wad: krótkowzroczności, nadwzroczności i astygmatyzmu. Schematyczne przedstawienie biegu promieni świetlnych w oku miarowym (Rys. 12), nadwzrocznym (Rys. 13) i krótkowzrocznym (Rys. 14) wydaje mi się zbyteczne ze względu na oczywisty obraz wyłaniający się z opisu w tekście. W kolejnym podrozdziale zatytułowanym „Aberracje układów optycznych” Doktorat opisuje wady refrakcji wynikające

z aberracji w ujęciu optyki falowej. Takie podejście zasługuje na szczególną uwagę ponieważ pozwala na zastosowanie aparatu matematycznego do opisu korelacji pomiędzy przedmiotem i jego obrazem wytworzonym przez układ optyczny. Dostyc szczegółowo omawiane są wielomiany Zernike'go w biegunowym układzie współrzędnych jako matematyczny opis czoła fali świetlnej rozchodzącej się ośrodku ograniczonym diafragmą kołową. W Tabeli 1 (str. 42-44) przedstawiono zestaw wielomianów Zernike'go z nazwami aberracji i ich wizualizacją geometryczną. Kolejny podrozdział rozdziału pierwszego, zawierający zaawansowany opis matematyczny, to „Analiza Fouriera w topografii rogówki”. W recenzowanej pracy szeregi Fouriera wykorzystane zostały do analizy zmian mocy rogówki spowodowanych korekcją ortokeratologiczną. Obrazy z urządzenia Pentacam HR pomiaru mocy rogówki, odpowiadające topografii jej powierzchni, w rozkładzie na poszczególne elementy szeregu Fouriera przedstawiono na Rys. 18 (str.49). Tu wskazany byłby nieco bardziej obszerny opis poszczególnych obrazów, w odniesieniu do informacji zawartej w podpisie rysunku. Ostatnim podrozdziałem tego rozdziału jest „Korekcja ortokeratologiczna”. Na początku Doktorant wyjaśnia na czym polega korekcja ortokeratologiczna i jakie są zakresy jej stosowalności w odniesieniu do krótkowzroczności, nadwzroczności i astygmatyzmu. Dalej następuje krótki rys historyczny rozwoju badań nad ortokorekcją, w powiązaniu z technologią wytwarzania kontaktowych soczewek twardych. Autor szczegółowo omawia poszczególne elementy składowe budowy wielokrzywiznowych soczewek ortokeratologicznych, w szczególności pod kątem ich dopasowania do powierzchni rogówki. W końcowej części tego rozdziału, na bazie danych literaturowych, dyskutowane są zmiany zachodzące w rogówce wywołane stosowaniem soczewek ortokeratologicznych. Autor wskazuje na niejednoznaczne wyniki badań zarówno w odniesieniu do zmian kształtu powierzchni rogówki spowodowanych stosowaniem soczewek ortokeratologicznych jak i skuteczności terapii ortokeratologicznej, w szczególności stabilności refrakcji po zakończeniu używania soczewek ortokeratologicznych. Na zakończenie tego rozdziału Autor konkluduje, że pomimo ciągłych badań procedury korekcji ortokeratologicznej istnieje jeszcze wiele problemów wymagających jednoznacznego wyjaśnienia, co stanowi motywację do podejmowania dalszych badań o tej tematyce.

Rozdział drugi stanowią „Tezy i cele pracy”. Pomimo wąskiego zakresu tematycznego Doktorant przedstawił to zagadnienie w oddzielnym rozdziale. Jest kwestią dyskusyjną czy przedstawienie tezy i celów pracy wymaga oddzielnego rozdziału, ale taki układ strukturalny pracy nie obniża w żadnym stopniu jej wartości. Na początku Autor uzasadnia celowość podjęcia badań w zakresie tematyki prezentowanej w pracy. Odnosi się do aktualnego stanu wiedzy dotyczącej nieprecyzyjnych kryteriów kwalifikujących do terapii ortokeratologicznej, poprzez niejednoznaczne koncepcje zmian topografii rogówki spowodowanych ortokorekcją i kończy na niewyjaśnionych definitywnie przyczynach zmian aberracji nisko- i wysokorzędowych spowodowanych użyciem soczewek ortokeratologicznych. Główny cel pracy Doktorant sformułował jako „...określenie zmian krótko- (w pierwszej dobie użytkowania) i długoterminowych w układzie optycznym rogówki powstających w wyniku zastosowania korekcji ortokeratologicznej”. Osiągnięcie tak sformułowanego celu poszerzy stan wiedzy z zakresu korekcji ortokeratologicznej, przydanej dla optometrystów i okulistów.

Rozdział trzeci zatytułowany jest „**Metodologia**”. Jego zakres obejmuje obiekt badań, charakterystykę soczewek ortokeratologicznych użytych w badaniach, procedury: kwalifikacyjną, określania stanu wyjściowego oka i w szczególności rogówki oraz badania dynamiki zmian krótko- i długoterminowych. Dalej w tym rozdziale omawiany jest matematyczny opis wad refrakcji i sposób określania błędu pomiarowego. Rozdział zamyka omówienie modelu oka ametropowego. Pokrótce ustosunkuję się do wspomnianych wyżej zagadnień rozpatrywanych w rozdziale trzecim.

Przedmiotem badań są oczy Autora dysertacji. Jest to tzw. studium przypadku. Zakres badań obejmuje wszystkie etapy procedury ortokorekcji z zastosowaniem szerokiej gamy fizycznych metod badawczych i zaawansowanej technologicznie nowoczesnej aparatury.

Charakterystyka soczewek ortokeratologicznych użytych w badaniach zawiera parametry zarówno soczewek próbnych jak i korygujących. Obydwa rodzaje są soczewkami czterokrzywiznowymi. Dobór odpowiednich parametrów soczewek ortokeratologicznych jest bardzo ważną i dosyć złożoną procedurą, opary jest o wyniki badań refrakcji całego oka, a w szczególności wszechstronnych badań rogówki. Procedura kwalifikacyjna do zastosowania soczewek ortokeratologicznych wymaga przede wszystkim określenia wielkości i typu wad refrakcji zarówno metodami obiektywnymi, np. z wykorzystaniem autokeratorefraktometru, biometru, topografu i innej aparatury, jak i subiektywnymi z wykorzystaniem feroptera i różnego rodzaju optotypów. Procedura określania stanu wyjściowego rogówki i oka wykorzystuje wyniki z procedury kwalifikacyjnej oraz dodatkowo topografię i moc tylnej powierzchni rogówki, densytometrię, pachymetrię całej rogówki, aberrometrię i analizę Fouriera topografii rogówki. Badania dynamiki zmian krótko- i długoterminowych wykonywano za pomocą topografu Pentacam HR i pomiarów refrakcji subiektywnej. Pomiar refrakcji w przypadku zmian krótkoterminowych dokonywano w odstępach czasowych z przedziału od 30 minut do 6 godzin, natomiast w przypadku zmian długoterminowych od jednego do 54 dni stosowania ortosoczewek. Matematyczny opis wad refrakcji wykorzystany został w doborze odpowiednich parametrów soczewek ortokeratologicznych. W przypadku błędów pomiarowych poszczególnych wielkości Autor opierał się na dokładności jaką zapewniała użyta w badaniach aparatura, a jeśli dana wielkość fizyczna mierzona była przy użyciu kilku urządzeń, odchylenie standardowe od średniej arytmetycznej określano na podstawie średniego błędu kwadratowego. W recenzowanej pracy Doktorat wykorzystał model oka wg Navarro, który zmodyfikował poprzez wprowadzenie ograniczenia aperturowego w postaci źrenicy oka.

Rozdział czwarty zatytułowany „**Wyniki badań i dyskusja wyników**” jest najbardziej obszerny i najważniejszy spośród dotychczas omawianych. Zawiera wyniki badań obiektywnych i subiektywnych wzroku Autora dysertacji, otrzymane przed przystąpieniem do ortokorekcji, uzyskiwane w trakcie trwania procedury ortokorekcji oraz po zakończeniu tej procedury. Jest to więc kompleksowe podejście do stosowania terapii ortokeratologicznej z wykorzystaniem szerokiej gamy metod badawczych i nowoczesnej aparatury.

Pierwszy podrozdział omawia procedurę kwalifikacyjną i stan początkowy rogówek oka prawego i lewego. Dane liczbowe wyników badań zostały zawarte w pięciu tabelach (Tabele 3 – 7), a wyniki prezentowane w formie graficznej zostały zilustrowane na 52 rysunkach (Rys. 23 – 75). Wyniki badań refrakcji przed przystąpieniem do procedury pokazały, że oko prawe (OP) posiada wadę refrakcji w postaci krótkowzroczności ($-1,75$ D) z astygmatyzmem

złożonym krótkowzrocznym (obie linie ogniskowe tzn. pionowa i pozioma, położone są przed siatkówką), zgodnym z regułą (astygmatyzm regularny prosty – rogówka bardziej załamuje promienie w płaszczyźnie pionowej niż poziomej), oko lewe – wadę krótkowzroczności (-1,50 D) bez astygmatyzmu. Dla właściwego doboru soczewek ortokeratologicznych zostało wykonanych szereg badań dodatkowych takich jak biometria (pomiar długości gałki ocznej), keratometria przy wykorzystaniu autokeratorefraktometru, biometru i topografu rogówkowego (pomiar krzywizny pierwszej powierzchni łamiącej rogówki wzdłuż dwóch głównych meridianów) i inne. Na podstawie analizy wyników badań trzema wspomnianymi wyżej metodami Autor stwierdził, że najbardziej dokładne wyniki kształtu przedniej powierzchni rogówki uzyskano z topografu rogówkowego. Dla doboru parametrów ortosoczewek potrzebna jest moc łamiąca układu optycznego oka, w tym zdolność skupiająca całej rogówki, a więc również jej tylnej powierzchni. Do badań topograficznych tylnej części rogówki Doktorant użył urządzenia o nazwie Pentacam. Parametry promieni krzywizny przedniej i tylnej powierzchni rogówki, z uwzględnieniem grubości rogówki i warstwy filmu łzowego oraz ich współczynników załamania pozwoliły określić moc całkowitą i astygmatyzm rogówki. Kolejnym parametrem topograficznym rogówki określonym za pomocą topografu Pentacam w ramach tych badań była asferyczność (inaczej ekscentryczność). Im większa asferyczność tym większe możliwości korekcji wad refrakcji, do pewnej wartości (3,75 D). Kolejnym określanym parametrem topografii rogówki jest przesunięcie położenia punktów minimum grubości rogówki w stosunku do maksimum oraz różnica grubości w tych punktach. Dalsze badania topografii rogówki pozwoliły przedstawić fluktuację mocy rogówki w postaci szeregow Fouriera, które umożliwiają określenie takich parametrów jak ekwiwalent sferyczny (średnia moc optyczna rogówki), decentrację wierzchołka rogówki, astygmatyzm i szum refrakcyjny. W zakres badań wszedł również tzw. aparat ochronny oka, to jest prawidłowe działanie powiek i jakościowa ocena filmu łzowego. Analiza aparatu ochronnego oka nie wykazała odchyień od normy. Z wykorzystaniem lampy szczelinowej i wielofunkcyjnego urządzenia Pentacam wykonano badania transparentności rogówki, w wyniku których nie stwierdzono odchyłek od stanu fizjologicznego. Przeprowadzono również badanie ciśnienia wewnątrzgałkowego z wykorzystaniem tonometru Canon TX-F. Liczbowe wartości wyników badań kwalifikujących do korekcji ortokeratologicznej oraz konieczne do określenia parametrów soczewek korygujących przedstawiono w Tabeli 4. Analiza tych wyników nie wskazała na jakiegokolwiek przeciwwskazania do zastosowania procedury ortokeratologicznej oraz pozwoliła na określenie wartości parametrów ortosoczewek, które zostały wykonane na indywidualne zamówienie i zastosowane w omawianej w tej pracy korekcji wad refrakcji.

W podrozdziale drugim analizowana jest dynamika zmian krótkoterminowych. W standardowej procedurze oceniana jest stabilność osadzenia ortosoczewek oraz poprawa ostrości wzroku tuż po założeniu soczewek oraz po pierwszej dobie ich użytkowania. Wykonuje się to poprzez obserwację obrazu fluorescencyjnego rogówki oraz analizę różnicową map topograficznych. Doktorant zaproponował inną metodę (str.101) poprzez analizę zmian położenia wierzchołka rogówki wywołanych ortokorekcją w odniesieniu do położenia początkowego wierzchołka sprzed założenia soczewek. Aby określić wartości liczbowe norm tych zmian, na podstawie których można byłoby wnioskować o prawidłowym osadzeniu ortosoczewek, albo też zbyt ciasnym lub luźnym ich dopasowaniu do powierzchni

rogówki, Autor słusznie zauważa, że konieczne jest wykonanie dalszych badań na większej grupie osób. Nasuwa się pytanie, jakie zalety miałyby mieć proponowana przez Doktoranta metoda w porównaniu do stosowanych obecnie. W dalszej części tego podrozdziału Autor szczegółowo analizuje mapy topograficzne rogówki przedstawiające rzeczywiste siatki mocy i odpowiadające im mapy różnicowe przed i po zastosowaniem ortosoczewek oraz zmiany astygmatyzmu i ostrości wzroku zachodzące w czasie od pół godziny do sześciu godzin od momentu założenia ortosoczewek. Aby uzasadnić zmiany parametrów refrakcji w procesie ortokorekcji Doktorant przeanalizował fluktuacje grubości rogówki oraz zmiany densytometrii (stopnia zmętnienia rogówki) zachodzące równocześnie ze zmianami astygmatyzmu i ostrości wzroku w procedurze ortokorekcji.

Trzeci podrozdział zatytułowany „Dynamika zmian długoterminowych”, odnośnie metod badawczych, pokrywa się z poprzednim podrozdziałem, z tą różnicą, że okres badań mierzy się nie w godzinach od założenia soczewek, a w dniach. Autor analizuje przemieszczenie wierzchołka rogówki spowodowane oddziaływaniem ortosoczewek na rogówkę w powiązaniu ze stabilnością osadzenia tych soczewek. Szczegółowo omawiane są również zmiany ostrości wzroku i astygmatyzmu zachodzące w czasie trwania ortokorekcji długoterminowej w połączeniu z jednocześnie zachodzącymi zmianami kształtu i grubości rogówki, co pozwala Doktorantowi na uzasadnienie obserwowanych zmian wad refrakcji poprzez analizę składowych szeregu Fouriera. Zmiany w aberracjach niskiego rzędu i wysokiego rzędu zachodzące w procesie ortokorekcji analizowane są także na bazie optyki faliowej, z wykorzystaniem wielomianów Zernike'go. W celu przeanalizowania wpływu zmian kształtu rogówki w procesie ortokorekcji na aberracje całego układu optycznego oka Autor dokonał modyfikacji modelu oka miarowego Navarro do modelu oka ametropowego, a następnie rzeczywistego. W modelu zmodyfikowanym uwzględniono fizjologiczny astygmatyzm soczewkowy oraz wadę refrakcji w postaci osiowej krótkowzroczności. Model oka ametropowego zmodyfikowano następnie do modelu oka rzeczywistego przed ortokorekcją i modelu oka poddanego ortokorekcji poprzez wprowadzenie do modelu parametrów oka rzeczywistego. Modyfikację modelu Navarro w sposób pozwalający na symulowanie efektów ortokorekcji z zadowalającą dokładnością odpowiadającą rzeczywistym zmianom aberracji oka w procesie ortokorelacji uważam za jeden z najbardziej istotnych wyników osiągniętych przez Doktoranta w recenzowanej pracy.

Rozdział piąty zatytułowany jest krótko: „Wnioski”. Jak na tego typu prace doktorskie, w mojej opinii, jest to stosunkowo obszerny rozdział (str. 160-164). Podział wniosków na trzy części odpowiada strukturze i tematyce pracy, tzn. dotyczy kryteriów kwalifikacji osób z wadą krótkowzroczności i astygmatyzmem do procedury korekcji ortokeratologicznej oraz parametrów doboru czterokrzywiznowych soczewek korygujących, następnie dynamiki zmian krótkoterminowych refrakcji oka spowodowanych ortokorekcją i jako część trzecia - dynamiki zmian długoterminowych. Przytaczanie danych liczbowych w tym rozdziale, które są już zawarte w treści pracy, nie wydaje mi się w tym przypadku konieczne.

Ostatnim elementem składowym części głównej recenzowanej rozprawy doktorskiej jest „Spis literatury”. Zawiera 113 pozycji, z czego 84 pozycje są w języku angielskim, pozostałe w języku polskim. 47 pozycji zostało opublikowanych w ciągu ostatnich 10 lat, co potwierdza aktualność tematyki rozprawy. Spis sporządzony jest jednolicie, chociaż zdarzają się nieliczne odstępstwa o określonej przez Autora zasady, np. brak jest tytułu i autora prac

opublikowanych w Internecie (pozycje 16, 21,57), w przypadku monografii w pozycji 30 brak jest roku wydania. Pomimo tych drobnych niedociągnięć uważam, że spis literatury został opracowany starannie.

Na końcu pracy doktorskiej zostało zamieszczone oświadczenie podpisane przez Autora, a dotyczące tego, że praca została napisana samodzielnie, że wydrukowana wersja jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną. Doktorant potwierdza również przyjęcie do wiadomości, że gdyby oświadczenie okazało się nieprawdziwe, decyzja o wydaniu dyplomu zostanie cofnięta.

Ważniejsze osiągnięcia zawarte w recenzowanej pracy

Doktorant osiągnął założone w pracy cele. Do najbardziej istotnych wyników zawartych w recenzowanej pracy zaliczam następujące:

- rozszerzenie kryteriów doboru parametrów dla soczewek ortokeratologicznych, w danym przypadku czterokrzywiznowych, co pozwala na bardziej dokładne dopasowanie tych soczewek do powierzchni rogówki, a to istotnie wpływa na efektywność procedury ortokorekcji;
- wykazanie, że analiza map topograficznych rogówki w oparciu o elementy szeregu Fouriera powinna być głównym parametrem w ocenie prawidłowości działania soczewek w procedurze ortokorekcji;
- modyfikacja modelu Navarro optycznego oka emmetropowego, do modelu oka ametropowego, a następnie rzeczywistego przed korekcją i poddanego korekcji pozwala ocenić wpływ zmian parametrów rogówki spowodowanych ortokorekcją na aberracje całego układu optycznego oka.

Uwagi i wątpliwości

Na wstępie tej części recenzji pragnę podkreślić, że moja ogólna ocena opiniowanej pracy doktorskiej mgra Rafała Matusiaka jest pozytywna. Jednakże, jak to zwykle bywa w tego typu obszernych opracowaniach, Autor nie ustrzegł się pewnych niedociągnięć, niejasności czy niedomówień, stąd moje uwagi, z których część ma charakter dyskusyjny.

1. Podstawą korekcji ortokeratologicznej i laserowej korekcji wzroku jest zmiana kształtu rogówki przeprowadzona różnymi sposobami. Jakie są zalety i wady każdej z metod korekcji, szczególnie w odniesieniu do efektywności i możliwych niepożądanych skutków ubocznych?
2. Czym kierował się Doktorant przy określaniu przedziału czasowego badań krótko- i długoterminowych?
3. Jak długo utrzymywał się prawidłowy *visus* po zakończeniu stosowania ortosoczewek w badaniu długoterminowym?
4. Na str. 59 Autor pisze o zestawie 28 soczewek próbnych. Proszę o więcej informacji odnośnie wykorzystania soczewek próbnych.

5. Na Rys. 3 (str. 14) brak jest jednostki miary promienia krzywizny rogówki i soczewki oraz wymiarów gałki ocznej. Można się domyślać, że chodzi o milimetry, ale dla porządku należało taką informację umieścić w podpisie rysunku.
6. Autor używa w pracy słowa „reflaktancja” – chodzi zapewne o reflektancję rozumianą jako stosunek mocy wiązki odbitej do mocy padającej na granicę dwóch ośrodków o różnych współczynnikach załamania.
7. W kilku przypadkach (Rys. 27, str.87; Rys. 38, str. 101; Rys. 41, str. 106 i Rys. 42, str. 108) – usterka redakcyjna, rysunek występuje na jednej stronie, a podpis na następnej.
8. Na stronie 31 Autor odwołuje się do Rys. 8 zamiast 11, na str. 62 odwołuje się do Rys. 28a, zamiast do 20a, a na str. 111 – do rysunku 53 zamiast do 45.
9. W podpisach rysunków 21,22, 70,71, 72 pojawia się adnotacja „[rys. własny]”, która jest zbędna, nie występuje też w podpisach pozostałych rysunków sporządzonych przez Autora.
10. Na str. 136 jest napisane: „Zależność ta została określona dla soczewek trójkrzywiznowych, a w pracy badane są soczewki nowej generacji pięciokrzywiznowe” – przypuszczam, że to przejęzyczenie, w badaniach użyto soczewek czterokrzywiznowych.

Praca napisana jest w zasadzie poprawnym językiem polskim, z właściwym użyciem terminów naukowych. Zdarzają się błędy interpunkcyjne, edytorskie i literowe. Nie będę ich przytaczał w recenzji ponieważ nie zmieniają w sposób istotny wartości naukowej rozprawy. Powyższe uwagi nie zmieniają mojej pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej.

Wniosek końcowy

Recenzowaną pracę doktorską mgra Rafała Matusiaka oceniam pozytywnie ze względu na aktualność podjętej tematyki badawczej, przeprowadzenie kompleksowych badań procesu ortokeratologicznej korekcji wad wzroku z wykorzystaniem szerokiej gamy metod badawczych i nowoczesnej aparatury. Doktorant wykazał się szeroką wiedzą z zakresu fizycznych metod badawczych stosowanych w optometrii oraz umiejętnością poprawnej interpretacji wyników, w tym z wykorzystaniem zaawansowanych procedur matematycznych takich jak wielomiany Zernike’go i szeregi Fouriera. Zawarte w pracy wyniki badań i ich dyskusja mogą być pomocne w pracy optometrystów i okulistów, nie tylko w przypadku stosowania procedury ortokeratologicznej, ale w szerszym zakresie badań diagnostycznych i korekcji wad wzroku. Stwierdzam więc, że opiniowana praca spełnia wymogi ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim i stawiam wniosek o dopuszczenie mgra Rafała Matusiaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

