

Stożek rogówki – etiologia i metody korekcji



Mgr EWELINA KAMIŃSKA, optometrysta (N017703)
Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii
Studia Podyplomowe Kwalifikacyjne Optometria

Praca dyplomowa napisana pod kierunkiem mgr. Bartosza Tomczaka.

Streszczenie

W artykule przedstawiono pojęcie stożka rogówki, epidemiologię, metody diagnozowania oraz jego etiologię. W etiologii zwrócono uwagę na rolę genetyki. Opisano również dostępne metody korekcji w zależności od stopnia jego zaawansowania: metody nieoperacyjne i operacyjne.

Wstęp

Niniejsza praca ma charakter przeglądowy, jest analizą dostępnych publikacji dotyczących stożka rogówki. Stożek rogówki jest przykładem postępującej, niezapalnej ekstazji w zakresie kształtu rogówki z powodu ścięnięcia miąższu w części centralnej i paracentralnej rogówki, z jej równoczesnym stożkowym wypukleniem. Jako schorzenie mogące wystąpić już w wieku dorastania i którego progresji nie da się przewidzieć, stanowi ogromne wyzwanie dla specjalistów zajmujących się chorobami wzroku. Najistotniejszym celem metod stabilizacji stożka jest postępowanie zmierzające do zahamowania jego progresji. Osiągnięcia współczesnej medycyny umożliwiają obecnie bardzo efektywną korekcję stożka rogówki.

Stożek rogówki – epidemiologia, etiologia

Stożek rogówki (keratoconus, gr. *kerato* – rogówka, *conus* – róg) jest częstym, niezapalnym schorzeniem dystroficzno-wyrodnieniowym, które polega na wypukleniu się części centralnej i paracentralnej (dolnej). Zmianom tym towarzyszą pofałdowania błony Descemet. W przekroju bocznym rogówka przybiera kształt stożka. Grubość rogówki zmniejsza się do jednej trzeciej jej prawidłowej grubości. Obniża się sztywność biomechaniczna i wytrzymałość rogówki [1]. Stożek rogówki występuje u 85% pacjentów obustronnie, nasilenie procesu może być asymetryczne i dość rzadko w obu oczach jest w pełni jednakowe. W początkowym stadium keratoconus jest niebolesny. Objawy podmiotowe zależą od stopnia zaawansowania zmian chorobowych.

Summary

The paper presents the concept of corneal cone, epidemiology, diagnostic methods and its etiology. The etiology highlighted the role of genetics. The available correction methods depend on its severity: nonoperative and operative methods.

Rzadziej występuje stożek rogówki wewnętrznej powierzchni rogówki (*keratoconus posticus*).

W 2016 roku (Godefrooij, Holandia) przeprowadzono badanie, w którym wykazano, że w przedziale 10–40 lat wskaźnik chorobowości wyniósł 1:375 (265 przypadków na 100 tys. osób). Wartości te są 5–10 razy wyższe od dotąd udokumentowanych danych. Na podstawie danych Achmea Health Database (AHD) z lat 2011–2014, zanotowano 457 nowych przypadków keratoconus. Średni wiek wynosił 28,3 lat, z czego 60,6 % stanowili mężczyźni [2].

Przewiduje się, że u około 50% prawidłowych oczu wystąpi progresja stożka w ciągu najbliższych 16 lat. Największe ryzyko obserwuje się w ciągu pierwszych 6 lat od zdiagnozowania stożka. Stożek rogówki dotyczy zwykle młodych, aktywnych zawodowo osób, a rozpoznany zostaje najczęściej między 18 a 20 r.ż. Najbardziej zastrzone stadium ma miejsce między 20 a 30 r.ż. Progres choroby ulega zatrzymaniu zazwyczaj po 55 r.ż. Rzadko obserwuje się wystąpienie stożka przed 10 r.ż. Występowanie stożka rogówki notuje się z równą częstotliwością we wszystkich znanych grupach etnicznych, z wyjątkiem Azjatów, u których stożek rogówki występuje 4,4 częściej niż u rasy białej. Niski współczynnik chorobowości ma Ural, Europa Północna, północne Stany Zjednoczone i Japonia [2]. Zaobserwowano „ochronny wpływ” palenia oraz hipoglikemii na ryzyko wystąpienia stożka rogówki i stopień jego progresji [3].

Przyczyny występowania stożka nadal nie są znane. Schorzenie to może występować rodzinnie (5–27,9% wszystkich wykrytych przypadków, Gordon-Shaag i wsp., 2015) [2]. Keratoconus to choroba o złożo-

nej etiologii z wyraźnie znaczącym udziałem czynników genetycznych, wpływem czynników środowiskowych (m.in. alergię) i komórkowych, przy czym każde z nich może wyzwolić początek choroby. Badania wskazują na istotny związek pomiędzy nawykowym pocieraniem oczu a rozwojem stożka rogówki. Spowodowane jest to prawdopodobnie aktywnością procesu gojenia ran wtórnych do mechanicznego mikrourazu i z uaktywnieniem ścieżki sygnałowej, która początkuje zmiany w morfologii rogówki. Jako przyczynę stożka rogówki podejrzewa się także bezpośrednie tarcie pomiędzy keratocytami, co powoduje zwiększenie ciśnienia hydrostatycznego oka [4]. W przebiegu choroby udowodniono brak enzymów, które odpowiadają za prawidłowy stan włókien kolagenowych istoty właściwej rogówki [1]. Ogromne znaczenie dla wczesnej diagnostyki i właściwego doboru sposobu korekcji ma określenie modelu dziedziczenia oraz zdefiniowanie markerów genetycznych. Dotąd uważano, że około 90% rodzinnego występowania stożka rogówki wskazuje na autosomalny dominujący model dziedziczenia ze zredukowaną penetracją [4]. W piśmiennictwie są również doniesienia o znaczącym procencie autosomalnego recesywnego modelu dziedziczenia (Gordon-Shaag i wsp., 2015) [2]. Na genetyczne występowanie keratoconus wskazują również następujące czynniki: wysoki stopień współistnienia z zespołami genetycznymi oraz wysoka zgodność w zakresie fenotypu spośród bliźniąt monozygotycznych w porównaniu z bliźniątami dwuzygocnymi [4]. Odkryto związek pomiędzy zachorowaniem na stożek rogówki a występowaniem rodzinnych różnych stadiów astmy, egzemy, kataru siennego, intensywnej reakcji na stres fizyczny i emocjonalny o różnej formie oraz wysoki stopień reakcji alergicznej (Sabiston, 1959) [5].

Jednak pomimo wyraźnych dowodów na genetyczne uwarunkowania występowania stożka rogówki, nie udało się znaleźć markerów genetycznych, które jednoznacznie byłyby przydatne zarówno w diagnostyce, jak i metodach korekcji tego schorzenia [6].

Pierwsze objawy keratoconus manifestują się pogorszeniem ostrości widzenia, co jest skutkiem narastającej krótkowzroczności oraz nieregularnego astygmatyzmu. W bardziej zaawansowanym stadium dominuje wada refrakcji w postaci nieregularnej niezborności krótkowzrocznej. Astygmatyzm dochodzi nawet do 10D. We wczesnych fazach schorzenia zaburzenia widzenia mają charakter postępującego zniekształcania się obrazu i jego zamglenia. W późniejszych fazach występuje efekt halo, zwiększona wrażliwość na światło oraz podrażnienie oczu. W zależności od stadium stożka, u części pacjentów w badaniu okulistycznym, w rogówce nie obserwuje się żadnych zmian z wyjątkiem zauważalnych zmian w badaniu topograficznym i potencjalnie współistniejącym obniżeniem grubości rogówki poniżej 500 μm , skośnym cylindrem powyżej 1,5D lub odczytem w keratometrii powyżej 47D. Mamy wtedy do czynienia z podejrzeniem stożka rogówki lub jest to forma stożka określana jako stożek przedkliniczny (*forme fruste keratoconus*) [7].

Metody rozpoznawania stożka rogówki

Stożek rogówki można wykryć, prowadząc wywiad z pacjentem. Kiedy objawy kliniczne są znikome, to wywiad pozwala ustalić subiektywne objawy sugerujące podejrzenie stożka rogówki. Do subiektywnych,

zgłaszanych w toku wywiadu objawów sugerujących podejrzenie stożka rogówki należą: zamazywanie się obrazu, zniekształcanie zarysu obrazu (przedmiotów, postaci, itp.), jednooczne двоjenie, podrażnienie oczu, potrzeba pocierania oczu, częsta zmiana korekcji okularowej w ostatnim okresie czasu oraz współistnienie chorób atopowych, egzem czy innych (np. zespół Downa) [8]. Szczególną uwagę warto zwrócić również na przebyte urazy, choroby i wywiad rodzinny. Złoty standard w diagnostyce rogówki stanowi przedmiotowe badanie okulistyczne, obejmujące badanie makroskopowe i badanie w lampie szczelinowej. Dostarcza ono danych dotyczących występowania charakterystycznych objawów stożka (objaw Munsona, objaw Rizzuttiego, prążki Vogta, pierścieni Fleischer, wydadne nerwy rogówkowe). W diagnostyce stożka rogówki stosuje się również oftalmoskopię bezpośrednią (objaw Charleaux) i skioskopię. W skioskopii refleks w źrenicy przybiera kształt nożyc lub rybiego pyska. Badanie refrakcji pozwala na wykrycie charakterystycznej dla stożka rogówki postępującej krótkowzroczności i astygmatyzmu. Pozwala również monitorować zmiany wartości astygmatyzmu wypadkowego i jego osi. W miarę progresji stożka rogówki, ze względu na nasilenie się aberracji wyższego rzędu, zmiana korekcji nie pozwala na całkowite wyrównanie wady refrakcji. Podczas kolejnych wizyt kontrolnych obserwuje się znaczne obniżenie najlepszej skorygowanej okularami ostrości wzroku. Zastosowanie keratometrii w diagnostyce keratoconus pozwala ocenić około 6% przedniej powierzchni rogówki. Odczyt powyżej 46D dla badanego oka lub też różnica pomiędzy oczami większa niż 1,00D nasuwa podejrzenie stożka rogówki. Już sama subiektywna ocena obserwowanego w czasie badania keratometrii refleksu nasuwa podejrzenie występowania stożka [12].

Niezastąpionym badaniem w diagnostyce stożka rogówki jest topografia rogówki. Pozwala ona na obserwację i monitorowanie zmian kształtu rogówki w trakcie procesu leczenia. W przypadku stożka subklinicznego, kiedy ten nie daje objawów klinicznych, topografia jest istotnym badaniem, na podstawie którego można rozpoznać tę formę keratoconus. Przeprowadzane badania (Maguire i Lowry, 1999) wykazują przydatność seryjnych pomiarów topograficznych gałki ocznej w ocenie stopnia rozwoju stożka subklinicznego [5]. Objawy dostrzegalne w wideokeratografii (*computerized videokeratography* – CVK) to zwiększenie mocy łamiącej rogówki na określonej przestrzeni oraz asymetria w korekcji rogówki występująca w górnej jej części w stosunku do części dolnej. Wideokeratografia pozwala określić rodzaj stożka [4]. Zauważono, że wczesne zmiany w krzywiznie przedniej powierzchni rogówki są maskowane poprzez zmianę grubości nabłonka. Fakt ten sprawia, że wczesne zmiany w rogówce łatwiej jest wykryć, badając tylną powierzchnię rogówki. Stąd ogromne znaczenie we wczesnej diagnostyce stożka metod tomograficznych (szczelinowej skaningowej topografii o wysokiej rozdzielczości, kamery Scheimpfluga, optycznej koherentnej topografii), które dodatkowo pozwalają uzyskać mapy grubości rogówki. Zaobserwowano, że metody tomograficzne wykazują mniejszą precyzję niż tradycyjna topografia w odwzorowaniu krzywizn przedniej powierzchni rogówki. Dostępne obecnie na rynku urządzenia diagnostyczne łączą technologię Placido z tomografią, a ich oprogramowanie automatycznie określa ryzyko wystąpienia stożka u danego

pacjenta (Pentacam HR) [8]. Wykonanie badania OCT u pacjenta ze stożkiem rogówki pozwala postawić diagnozę poprzez zobrazowanie paracentralnego ścięćcia rogówki, określić stopień zaawansowania i monitorowania progresji choroby. Pozwala ocenić jakość promieni świetlnych przechodzących przez ośrodek optyczny. Aberrometria przedstawia obiektywnie całkowitą wadę refrakcji na obrazie kolorowej mapy. U pacjentów ze stożkiem najczęściej występującą aberracją wyższego rzędu jest coma, co prawdopodobnie wiąże się z kształtem i przemieszczeniem szczytu stożka w dół [8]. Zastosowanie mikroskopii konfokalnej w diagnostyce stożka rogówki pokazuje zmiany struktury rogówki, które obejmują całą powierzchnię stożka; obwód rogówki jest najczęściej niezmienny [9]. Struktura rogówki na poziomie mikroskopowym wykazuje widoczne odchylenia już we wczesnej fazie choroby. Pachymetria wykonywana przy pomocy OCT z zastosowaniem VHF DU, cyfrowego ultrasonografu o bardzo wysokiej częstotliwości, pozwala ocenić grubość rogówki. Wraz z progresją schorzenia w mapie pachymetrycznej widoczne jest ścięćcie rogówki na szczycie rogówki oraz większa grubość nabłonka wokół podstawy stożka. Grubość nabłonka w stożku rogówki wynosi poniżej 500 μm . Badanie czynnościowe rogówki pozwala w sposób precyzyjny ocenić własności biomechaniczne rogówki, a wśród nich takie parametry, jak: amplitudę deformacji i prędkość rogówki, długość aplanaacji, grubość rogówki i wartość ciśnienia śródgałkowego. Badanie to pozwala wykryć ektazję rogówki (ocenia sztywność i lepkość rogówki) [8].

Metody nieoperacyjne korekcji stożka rogówki

Postępowanie terapeutyczne przy rozpoznanym stożku rogówki zależy od stopnia zaawansowania schorzenia. Zanim dojdzie do znacznej progresji stożka rogówki i przystąpi się do zastosowania chirurgicznych metod korekcji patologicznych zmian w krzywiznie rogówki, w początkowej fazie rozwoju stożka należy wypróbować kolejno możliwość korekcji astygmatyzmu nieregularnego i związaną z nim obniżoną ostrość wzroku korekcją okularową, a następnie soczewkami kontaktowymi. Często przy korekcji okularowej, w związku z dynamicznie zmieniającymi się wartościami astygmatyzmu, pacjent ma poczucie, że korekcja okularowa jest źle dobrana. Dzieje się tak dlatego, że w astygmatyzmie nieregularnym południki główne nie są położone pod kątem prostym, a stosując korekcję opartą na refrakcji obiektywnej lub subiektywnej trudno jest uzyskać dobre wyniki wizualne. Ponadto nawet, jeśli stożek występuje obuocznie, to i tak rozdzienie będzie bardziej nasilone w jednym z oku niż w drugim. W dużej anizotropii występują znaczne problemy z adaptacją do korekcji okularowej wynikające z problemów fuzyjnych oraz wergencyjnych [10]. Możliwym rozwiązaniem w takiej sytuacji jest korekcja jednego oka okularami, a drugiego – soczewką kontaktową [5]. Pacjenci z keratoconus często są wrażliwi na intensywne światło, najczęściej pomaga wtedy przepisanie okularów fotochromowych lub okularów przeciwsłonecznych [5]. Korekcja soczewkami kontaktowymi pozwala osiągnąć ostrość wzroku na poziomie 6/6 i w ten sposób osiągnąć satysfakcję pacjenta. Soczewki mogą być z powodzeniem stosowane u osób ze stożkiem, u których nie obserwuje się centralnego bliznowacenia w rogówce.

Biorąc pod uwagę technologię materiału, z jakiego wykonane są soczewki kontaktowe, wyróżnia się:

- soczewki miękkie: hydrożelowe – HEMA, hydrożelowo-silikonowe;
- soczewki twarde (PMMA), nieprzepuszczalne dla gazu (rzadko stosowane);
- soczewki sztywne (RGP), gazoprzepuszczalne, fiksowane na rogówce lub twardówce [9];
- system Piggyback;
- hybrydowe (silikonowo-hydrożelowy obwód, centrum: sztywne, wykonane z gazoprzepuszczalnego RGP).

Soczewki hydrożelowe mają, ze względu na słabe rezultaty optyczne, bardzo ograniczone zastosowanie w stożku rogówki (głównie ze względu na przepuszczalność tlenu). Są jednak jedynymi soczewkami tolerowanymi przez pacjentów, a zastosowane w połączeniu z okularami korygującymi wartość nadrefrakcji resztkowej, dają również lepszą ostrość niż sama korekcja okularowa [10]. Kombinację zastosowania soczewek hydrożelowych z okularami stosuje się m.in. u pacjentów z dodatkowymi anomaliami spojówki i powiek [11]. Soczewki silikonowo-hydrożelowe stosuje się często w fazie początkowej keratoconus. Soczewki te zapewniają wysoką przepuszczalność tlenu ($Dk/t = 110-175$) [9], a występujący w nich moduł sztywności sprawia, że są one w porównaniu z tradycyjnymi soczewkami z hydrożelu odpowiedniejsze do korekcji stożka [12]. Soczewki sztywne gazoprzepuszczalne mogą być z powodzeniem fiksowane zarówno na rogówce, jak i na twardówce. Soczewki fiksowane na rogówce coraz częściej stosuje się w stożku umiarkowanym, a nawet zaawansowanym. W zaawansowanym stożku rogówki, gdy poprawa ostrości wzroku jest trudna do osiągnięcia korekcją okularową, poleca się również gazoprzepuszczalne soczewki kontaktowe twardówkowe (*rigid gas permeable scleral contact lenses* – RGP ScCLs), niwelujące nieregularną krzywiznę rogówki [12]. Przy dużych, zniekształconych czy też zdecentrowanych stożkach ku dołowi i nieprawidłowościach w kształcie rogówki zastosowanie znajdują soczewki kontaktowe o dużych tylnych strefach optycznych: soczewki minitwardówkowe (średnica 15–18 mm) i soczewki twardówkowe (średnica 18,10–25 mm i więcej) [10]. Soczewki skleralne (twardówkowe) najczęściej cechuje sferyczny obszar optyczny i asferyczny lub wielokrzywiznowy obwód. Zastosowanie tych soczewek pozwala zwiększyć komfort noszenia, jakość optyczną, co powoduje, że są stosowane w zaawansowanym stożku zdecentrowanym ku dołowi [10]. W przypadku stożka rogówki w fazie początkowej i średniozaawansowanej poleca się zastosowanie duo systemu Piggyback. Następną możliwością pozwalającą zniwelować nieregularną krzywiznę rogówki wraz z współistniejącą krótkowzrocznością jest zastosowanie soczewek hybrydowych. Soczewki te polecane są zarówno w stadium początkowym, jak i w stadium zaawansowanym stożka.

Metody chirurgiczne korekcji stożka rogówki

Stożek rogówki jest schorzeniem, którego stabilizacja jest długotrwała, kończąc się często zastosowaniem technik operacyjnych. Do metod korekcji operacyjnych zalicza się wszczep pierścieni śródrogówkowych, technikę *cross-linking*, keratoplastykę drążącą oraz keratoplastykę przednią głęboką. Zastosowanie technik operacyjnych niezbędne jest u około 8–10% pacjentów [13].

W początkowym i umiarkowanym stopniu zaawansowania stożka zastosowanie znalazło sieciowanie włókien kolagenowych rogówki (*cross-linking* – CXL). Wskazaniem do przeprowadzenia zabiegu CXL jest m.in. klinicznie postępujący stożek rogówki w fazie rozwoju I–II według skali Amslera i Krumeicha, bez występujących zmętnień oraz z udokumentowaną na podstawie topografii i badania klinicznego progresją zmian [1]. W przypadku braku poprawy ostrości widzenia przy pomocy korekcji okularowej bądź przy zastosowaniu soczewek kontaktowych i/lub przy występującej nietolerancji soczewek kontaktowych, alternatywnie poleca się wszczepienie pierścieni śródrogówkowych [14]. Często zabieg ten wykonuje się, aby zmniejszyć stożek, co pozwoli dopasować soczewkę rogówkową gazoprzepuszczalną, która wcześniej wypadła przy każdym mrugnięciu. Dzięki temu wielu pacjentów jest w stanie wrócić do korekcji okularowej. Celem zastosowania systemu pierścieni śródrogówkowych jest zmiana przedniej krzywizny rogówkowej, a tym samym opóźnienie lub zastąpienie przeszczepu rogówki. W zaawansowanej postaci stożka rogówki stosuje się keratoplastykę drążącą i jest to najczęściej stosowana metoda chirurgiczna stabilizacji keratoconus. Zabieg PKP (*penetrating keratoplasty*) jest wskazany u pacjenta, który źle znosi adaptację do soczewek kontaktowych, u którego nasilają się zmiany śródrogówkowe i u którego stożek poszerza się na obwód rogówki. Jak wskazuje Buzard i wsp., do wykonania tego zabiegu wystarczającym wskazaniem jest spadek ostrości widzenia w najlepiej ustalonej korekcji okularowej bądź korekcji soczewkowej do 5/10, ale również wartość keratometrii powyżej 55D, astygmatyzm rogówkowy powyżej 10D czy wystąpienie stożka u bardzo młodej osoby [4]. Keratoplastyka warstwowa przednia jest relatywnie nową, znacznie trudniejszą technicznie od PKP (ze względu na możliwość uszkodzenia błony Descemeta), ale mającą szansę zastąpić w większości przypadków keratoplastykę drążącą. Technika ta obecnie powoli staje się złotym standardem wśród technik przeszczepów rogówkowych [4]. Wskazaniami do zastosowania tej techniki są choroby rogówki z zachowaniem prawidłowej funkcji komórek śródbłonka. Warunkiem klasyfikacji do zabiegu jest grubość rogówki w obszarze centralnym 300 μm [15].

Podsumowanie

Stożek rogówki jest chorobą wielce złożoną, o wieloczynnikowej etiologii, w której wraz z postępującym lokalnym ścięćciem, powierzchnia

rogówki staje się coraz bardziej wypukła i nieregularna. Metody korekcji keratoconus ewoluują i nadal będą prawdopodobnie się zmieniać. Do niedawna postępowanie korekcyjne u chorych ze stożkiem było ograniczone do korekcji okularowej i zastosowania soczewek kontaktowych. Postępujący rozwój różnych form korekcji kontaktowej pozwolił na szerszy wybór bardziej skomplikowanych soczewek stożkowych. To przetożyło się na uzyskanie znacznie lepszej jakości optycznej i komfort noszenia soczewek. Równocześnie rozwinęły się chirurgiczne metody korekcji zaawansowanych form stożka, jak keratoplastyka drążąca i keratoplastyka warstwowa przednia głęboka. W ostatnich latach skonstruowano również takie formy stabilizacji, jak wszczepienie intrastromalnych pierścieni czy sieciowanie włókien kolagenowych rogówki (*cross-linking*). Wspomniane nowoczesne metody wprowadzone do korekcji ektazji rogówki okazały się obiecujące i po okresie obserwacji zaczynają stawać się metodami rutynowymi, stosowanymi coraz powszechniej [4].

Pomimo przeprowadzenia licznych badań, dane etiologiczne pozostają tylko teorią. Stożek wciąż należy do najmniej poznanych schorzeń okulistycznych, a dostępne metody diagnostyczne pozwalają jedynie ocenić stan stożka tu i teraz, nie można ustalić przyczyny ani przewidzieć progresji choroby. Pozostaje mieć nadzieję, że bardzo efektywne obecnie dostępne metody stosowane w korekcji keratoconus wniosą trwałe zmiany w genezie choroby i utrzymają je na zawsze.

Piśmiennictwo

1. E. Wylęgała, D. Tarnawska, D. Dobrowolski (red.). *Choroby rogówki. Bedeker Okulistyczny, tom IV*. Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2015
2. B. Eiden, M. Matz. Keratoconus is more prevalent than we thought. *Contact Lens Spectrum*, April 2017; www.contactlensspectrum.epubxp.com/i/805506-apr-2017/16 [dostęp: 30.04.2017, godz. 22:30]
3. J. Izdebska, P. Polakowski, A. Czeszyk-Piotrowicz, J.P. Szaflik, J. Szaflik. Stożek rogówki-obecne dane epidemiologiczne i możliwości terapeutyczne. *Okulistyka 2/2009*
4. D. Wyględowska-Promieńska, P. Kucharzewski. Współczesne metody terapii stożka rogówki. *Okulistyka po Dyplomie 02/2014*; www.podyplomnie.pl/okulistyka/16392,wspolczesne-metody-terapii-stozka-rogowki [dostęp: 09.02.2017, godz. 17:10]
5. T. Grosvenor. *Optometria*. Red. T. Tokarzewski, M. Ozóg. Wydawnictwo Elsevier Urban&Partner, wyd. I, Wrocław 2011, dodruk 2014
6. K. Kulińska. Historia badań genetycznych nad stożkiem rogówki (keratoconus). *Acta Medicorum Polonorum R.4/2014*, bazhum.muzhp.pl, [dostęp: 09.03.2017, godz. 20:20]
7. P. Lasota. Chirurgiczne metody leczenia stożka rogówki. *Kontaktologia i Optyka Okulistyczna 3(23)/2009*
8. B.J. Kałużny, I. Piotrowiak. Techniki stosowane w diagnostyce stożka rogówki. *Kontaktologia i Optyka Okulistyczna 3(35)/2012*
9. Z. Zagórski, G. Nauman, P. Watson (red.). *Choroby rogówki, twardówki i powierzchni oka*. Wydawnictwo Czelej, wyd. I, Lublin 2008
10. Centre for Contact Lens Research, School of Optometry, University of Waterloo, Canada. *Korekcja rogówki za pomocą stabilizujących (twardych) soczewek kontaktowych*. www.cclr.uwaterloo.ca/wp/wp-content/uploads/2012/03/Correction-of-Keratoconus-EN.pdf [dostęp: 17.02.2017, godz. 21:00]
11. B. Pankowska, I. Wojciechowska. *Soczewki kontaktowe*. Wydawnictwo Volumed, wyd. I, Wrocław 1994
12. J. Szaflik (red. wyd. pol.). *Choroby aparatu ochronnego oka i rogówki*. Seria: Basic and Clinical Science Course, cz. 8. Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner, Wrocław 2004
13. H.M. Niżanowska. *Okulistyka. Podstawy kliniczne*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, wyd. I, Warszawa 2007
14. J.J. Kanski, B. Bowling. *Okulistyka kliniczna*. Wydawnictwo Urban& Partner, wyd. IV, Wrocław 2013
15. G.L. Spaeth, H. Danesh-Meyer, I. Goldberg, A. Kampik. *Chirurgia okulistyczna*. Edra Urban&Partner, wyd. IV, Wrocław 2016

Dział „Optyka – nauka”: zapraszamy do współpracy!

Redakcja „Optyki”, realizując postulaty środowisk akademickich oraz organizacji reprezentujących środowiska optyków i optometrystów (KRIO, PTOO, ŚKA00iO), prowadzi dział „Optyka – nauka”. Przedsięwzięcie to ma na celu umożliwienie publikacji oryginalnych wyników badań naukowych przede wszystkim studentom, doktorantom oraz młodym pracownikom nauki. „Optyka” znalazła się na liście punktowanych czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. **Za publikację w naszym czasopiśmie przyznawane są 2 punkty naukowe!** Nad merytorycznym poziomem nadsyłanych do druku prac czuwa Rada Naukowa dodatku „Optyka – nauka” w składzie:

- Prof. dr hab. **RYSZARD NASKRĘCKI** (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu)
- Dr hab. inż. **D. ROBERT ISKANDER** (Politechnika Wrocławska)
- Prof. dr hab. **HENRYK KASPRZAK** (Politechnika Wrocławska)
- Prof. dr hab. **ANDRZEJ KOWALCZYK** (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu)
- Dr hab. **MAREK KOWALCZYK-HERNÁNDEZ** (Uniwersytet Warszawski)
- Prof. dr hab. **BOGDAN MIŚKOWIAK** (Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu)

Rada korzystać będzie także z pomocy zewnętrznych recenzentów.

Wszelkie informacje na temat wymogów przygotowywania manuskryptów znajdują się na naszej stronie internetowej: www.gazeta-optyka.pl.