Astygmatyzm regularny – czynniki wpływające na wielkość i charakter wady refrakcji

Regular astigmatism – factors affecting measurement and characteristic of refractive error

Weronika Leszczyńska

Pracownia Badań Optometrycznych M.M. Ożóg, Warszawa

For non-commercial use only

NAJWAŻNIEJSZE

Artykuł przedstawia wskazówki dotyczące pomiaru i korekcji astygmatyzmu regularnego.

HIGHLIGHTS

The article presents indicators for the measurement and correction of regular astigmatism.

STRESZCZENIE

Niniejszy artykuł stanowi pracę przekrojową dotyczącą obecnego stanu wiedzy na temat astygmatyzmu regularnego, jego etiologii, czynników mających wpływ na wynik pomiaru astygmatyzmu i sposób jego korekcji. Celem artykułu jest przybliżenie Czytelnikowi wybranych zagadnień związanych z korekcją astygmatyzmu regularnego, by codzienna praca specjalisty z pacjentami obarczonymi astygmatyczną wadą refrakcji była łatwiejsza i bardziej przewidywalna.

Słowa kluczowe: astygmatyzm regularny, wada refrakcji, korekcja optyczna

ABSTRACT

This article presents a cross-section of current knowledge concerning regular astigmatism, its etiology, factors affecting the measurement of astigmatism and methods of correction. The aim of this article is to introduce practitioners to selected issues related to the correction of regular astigmatism and help their daily work with patients suffering from astigmatic refractive error to become more straight forward and predictable.

Key words: regular astigmatism, refractive error, optical correction

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 02.08.2025; 08:10,32

Astygmatyzm jest powszechnie występującą wadą wzroku. Wiemy, że ponad dwie trzecie osób dorosłych ma astygmatyzm ≥ 0,25 D [1], co drugi dorosły pacjent – astygmatyzm ≥ 0,50 D [1], a 20% pacjentów – astygmatyzm ≥ 1,00 D [2], czyli taki, który w znaczącym stopniu wpływa na obniżenie ostrości wzroku. Powszechność astygmatyzmu i coraz większe wymagania dotyczące wzroku, stawiane pacjentom w pracy i w życiu codziennym, powodują, że korekcja astygmatyzmu stała się nieodzownym elementem każdej praktyki specjalistycznej. Złożoność tej wady wzroku, różne metody jej opisu oraz mnogość czynników wpływających na jej wielkość i charakter sprawiają, że korekcja astygmatyzmu może stanowić duże wyzwanie zarówno dla specjalisty, jak i dla pacjenta. Praca ta ma na celu zebranie istotnych informacji na temat etiologii astygmatyzmu oraz czynników wpływających na wynik pomiaru wady i jej korekcję cylindryczną.

KOMUNIKACJA Z PACJENTEM

Jasna i prosta komunikacja z pacjentem jest kluczowym elementem skutecznego wprowadzenia korekcji cylindrycznej astygmatyzmu. Jedną z prostych metod wyjaśnienia pacjentowi, na czym polega astygmatyzm oczu, jest posłużenie się analogią do kształtu piłki do rugby (oko z astygmatyzmem) i piłki do koszykówki (oko bez astygmatyzmu). Czy sposób ten jest skuteczny, pozostaje kwestią sporną. Inną, stosunkowo bardziej obrazową metodą, która odzwierciedla stan rzeczywisty, jest demonstracja kształtu przedniej powierzchni gałki ocznej na przykładzie wcześniej przygotowanego zestawu dwóch organicznych soczewek okularowych (ryc. 1). Są to soczewki o małej mocy lub plano, z których jedna po podgrzaniu i uformowaniu zmieniła kształt na bardziej cylindryczny. Tak uformowana soczewka obrazuje oko z astygmatyzmem, natomiast druga, niezmieniona soczewka przedstawia oko bez astygmatyzmu. Dodatkowo ten sposób pozwala również na wizualną prezentację orientacji osi cylindra. Bezspornie współpraca z pacjentem z astygmatyzmem, który rozumie istotę swojej wady wzroku oraz jej korekcji, jest efektywniejsza, nie ma on bowiem wątpliwości, że przyzwyczajenie się do nowej korekcji cylindrycznej wymaga cierpliwości i czasu do jej zaakceptowania.

SKŁADOWE ASTYGMATYZMU

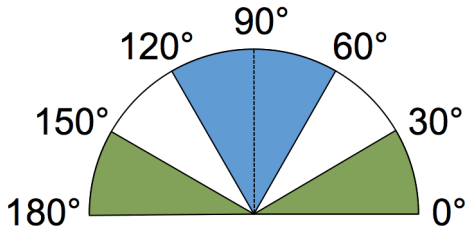
Elementem gałki ocznej, który ma główny udział w całościowym astygmatyzmie, jest najczęściej przednia powierzchnia rogówki, a dokładniej brak jej sferyczności. Mówimy wtedy o astygmatyzmie rogówkowym. Nieco mniejszy udział w astygmatyzmie całkowitym obserwuje się ze strony braku sferyczności tylnej powierzchni rogówki, przedniej i tylnej powierzchni soczewki wewnątrzgałkowej lub jej pochylenia i niejednorodności współczynnika załamania światła. Składowe te określa się mianem astygmatyzmu wewnętrznego. Zarówno astygmatyzm rogówkowy, jak i wewnętrzny można klasyfikować, określając orientację osi cylindra korygującego ujemnego, jako zgodny z regułą (najczęściej występujący), gdy oś mieści się w zakresie ± 30º od 180º w systemie TABO, lub przeciw regule, gdy orientacja osi nie wychodzi poza zakres ± 30º od 90º, oraz astygmatyzm skośny (najrzadziej występujący), gdy oś mieści się w zakresach pomiędzy astygmatyzmem zgodnym i przeciw regule (ryc. 2). Większość pacjentów charakteryzuje symetria lustrzana lub bezpośrednia orientacji osi cylindra dla oka prawego (OP) i oka lewego (OL), np. OP x 170º, OL x 10º (symetria lustrzana); OP x 160º, OL x 160º (symetria bezpośrednia) [3].

RYCINA 1

Soczewki demonstracyjne.

RYCINA 2

Schemat orientacji osi astygmatyzmu. Zgodny z regułą – zielony, przeciw regule – niebieski, skośny – biały.



Powszechnie wiadomo, że istnieje pewna prawidłowość określająca relację astygmatyzmu rogówkowego i wewnętrznego. Już w 1890 r. Javal zaproponował regułę matematyczną opisującą tę relację na podstawie odczytu keratometrycznego. Jednak w 1988 r. Grosvenor, Quintero i Perrigin, w oparciu o pomiary keratometrii oraz refrak-

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 02.08.2025; 08:10,32

cji przeprowadzone w trzech grupach: krótkowzrocznych dzieci, pacjentów przychodni lekarskich oraz pacjentów gabinetów optometrycznych (1058 osób), zaproponowali uproszczoną regułę Javala [4]:

$A_t = A_c - 0{,}50 \times 90^\circ$

gdzie: A_t – astygmatyzm całkowity, A_c – astygmatyzm rogówkowy, 0,50 x 90° – średnia wartość astygmatyzmu wewnętrznego.

W tabeli 1 podano przykładowe kalkulacje astygmatyzmu całkowitego z astygmatyzmu rogówkowego na podstawie uproszczonej reguły Javala. Należy pamiętać, że reguła ta ma charakter czysto empiryczny. Jednak w większości przypadków zdrowych pacjentów pozwala na wstępne oszacowanie wartości astygmatyzmu refrakcyjnego.
Wraz z rozwojem technik pomiaru i obrazowania mocy elementów optycznych gałki ocznej pojawiła się klasyfikacja astygmatyzmu rogówkowego oparta na zmianach wartości astygmatyzmu występujących na obrzeżach rogówki [5]. Można wyznaczyć w ten sposób astygmatyzm stabilny – równy w centrum i na obwodzie rogówki, astygmatyzm wzrastający – większy na obwodzie niż w centrum, redukujący – mniejszy na obwodzie niż w centrum rogówki. Klasyfikacja ta może nasuwać praktykującemu specjaliście pytania. Jaki wpływ na widzenie i wynik pomiaru wady refrakcji u pacjentów z astygmatyzmem rogówkowym zmiennym na obwodzie będzie mieć szerokość źrenic? Czy pacjent, któremu dobrano korekcję w warunkach umiarkowanego oświetlenia, nadal będzie wymagał takiej samej korekcji, gdy znajdzie się w warunkach słabego oświetlenia z poszerzoną źrenicą? Badania przeprowadzone przez Kellera i wsp. [6] pokazały, że wynik pomiaru korekcji astygmatyzmu całkowitego jest niezależny od wielkości źrenic. Można się jednak spodziewać u tych pacjentów, w miarę poszerzania źrenicy, obniżenia jakości widzianego obrazu, spowodowanego większym wpływem działania stref peryferyjnych rogówki. Natomiast wartość wymaganej korekcji astygmatyzmu się nie zmieni.

ZMIANY ASTYGMATYZMU Z WIEKIEM

Astygmatyzm całkowity zmienia się z wiekiem. Tabela 2 przedstawia główne zmiany zachodzące na 4 etapach życia. W wieku niemowlęcym rogówka przybiera kształt bardziej stromy, co przy słabym napięciu powiek skutkuje wysokimi wartościami astygmatyzmu, głównie przeciw regule. Gwiazda i wsp. [7] w badaniach przeprowadzonych z udziałem 1000 dzieci w wieku od wczesnego niemowlęctwa do 6. r.ż. wskazują na występowanie astygmatyzmu w pierwszym roku życia u 50% badanych, w 5. r.ż. zaś już tylko u 20%. Większość przypadków astygmatyzmu do 4,5. r.ż. miała charakter przeciw regule, później znacząco przeważał astygmatyzm zgodny z regułą.

TABELA 1

Astygmatyzm całkowity oszacowany na podstawie uproszczonej reguły Javala.

Astygmatyzm rogówkowy	Oszacowany astygmatyzm całkowity
-1,00 x 90°	-1,50 x 90°
-0,50 x 90°	-1,00 x 90°
0	-0,50 x 90°
-0,50 x 180°	0
-1,00 x 180°	-0,50 x 180°

TABELA 2

Zmiany astygmatyzmu zachodzące z wiekiem.

Dzieciństwo do 5. r.ż.	Wiek szkolny od 5. r.ż. do 18. r.ż.	Wczesna dorosłość od 18. r.ż. do 40. r.ż.	Późna dorosłość 40. r.ż. +
• rogówka stroma • wysokie wartości astygmatyzmu rogówkowego • najczęstszy astygmatyzm przeciw regule	• rogówka bardziej płaska • redukcja astygmatyzmu • niskie wartości astygmatyzmu zgodnego z regułą	• rogówka stabilna • najczęstszy astygmatyzm zgodny z regułą	• rogówka stroma (głównie w przekroju horyzontalnym) • przesunięcie osi astygmatyzmu w kierunku przeciw regule

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 02.08.2025; 08:10,32

Większość badań wykonywanych na grupie dzieci w wieku szkolnym wskazuje na niską częstość występowania astygmatyzmu istotnego klinicznie. Hirsch [4] w długofalowym badaniu refrakcji za astygmatyzm istotny klinicznie uznał ≥ 0,75 D i stwierdził wzrost częstości występowania astygmatyzmu z 4,2% w wieku 6,5 roku do 6% w wieku 12,5 roku. Prawie wszystkie przypadki charakteryzował astygmatyzm zgodny z regułą.

Astygmatyzm u młodych dorosłych do 40. r.ż. występuje bardzo często, jednak jego wartości są niewielkie. Fledelius i Stubgaard [7] w badaniach przekrojowych wykazali, że 46% populacji dorosłych ma astygmatyzm ≥ 0,50 D, a tylko 4,7% > 1,50 D. Większość przypadków astygmatyzmu w przedziale wiekowym od 18. do 40. r.ż. charakteryzuje orientacja osi cylindra zgodnie z regułą.

U pacjentów powyżej 40. r.ż. obserwuje się rogówki bardziej strome w przekroju horyzontalnym, co zwiększa częstość występowania astygmatyzmu przeciw regule [7]. Zmiany promienia krzywizny rogówki występujące w tej grupie wiekowej mogą być związane ze zmniejszającym się napięciem powiek.

CZYNNIK GENETYCZNY

Analiza badań nad genetycznym podłożem występowania astygmatyzmu nie jest jednoznaczna. Wixon [9], porównawszy astygmatyzm dzieci i rodziców z astygmatyzmem grupy kontrolnej mężów i żon, stwierdził, że w procesie dziedziczenia charakterystyki refrakcyjnej rogówki biorą udział geny obojga rodziców.

Clementiemu i wsp. [9] po przeprowadzeniu badań wśród 125 włoskich rodzin nie udało się dopasować tego samego wspólnego modelu dziedziczenia dla występowania i wielkości astygmatyzmu.

W licznych badaniach astygmatyzmu u bliźniąt jednojajowych i dwujajowych nie wykazano różnic w korelacji pomiędzy bliźniętami tych grup [10, 11]. Może to wskazywać na silniejszy wpływ czynników środowiskowych niż czynnika genetycznego na występowanie astygmatyzmu.

DZIAŁANIE MIĘŚNI OKORUCHOWYCH

Wpływ napięcia i relaksacji mięśni okoruchowych na topografię rogówki nie jest jeszcze w pełni poznany. Howland i Sayles [12] sugerują, że 4 mięśnie proste, które mają przyczepy w granicach 5–10 mm od połączenia rogówkowo-twardówkowego, mogą swoją pracą wywoływać nierówne naprężenia powodujące zmiany wartości astygmatyzmu rogówkowego. Do tej pory potwierdzono jedynie nieznaczne spłaszczenie rogówki w przekroju horyzontalnym podczas konwergencji [13].

NAPIĘCIE POWIEK

Wiele badań [14, 15] potwierdziło teorię Grosvenora [16] o etiologii astygmatyzmu, według której ciśnienie wywierane przez powiekę górną na rogówkę wywołuje astygmatyzm zgodny z regułą i wraz ze spadkiem napięcia powiek występującym z wiekiem następuje jego redukcja. Wilson, Bell i Chotai [14] u 18 osób wykonywali badania keratometryczne przy spojrzeniu na wprost, gdy powieki znajdowały się w naturalnej pozycji oraz gdy powieki unoszono. Pacjenci z więcej niż 1,00 D astygmatyzmu zgodnego z regułą mieli zmniejszone wartości astygmatyzmu, gdy powieki unoszono. Zmiany te charakteryzował bardziej stromy przekrój poziomy, a nie bardziej spłaszczony przekrój pionowy (jak można by się spodziewać).

W innej pracy Read, Collins i Carney wskazują na znaczącą korelację osi astygmatyzmu rogówkowego z kątem nachylenia szpary powiekowej, wyznaczonego przez prostą łączącą kącik przyśrodkowy i boczny szpary powiekowej [17].

Jeśli prawidłowe powieki determinują w pewnym stopniu wielkość astygmatyzmu i jego charakter, to pod uwagę należy również wziąć wpływ patologii powiek na tę wadę wzroku. Nieprawidłowości powiek, takie jak jęczmień, naczyniak powiek, wytrzeszcz, czy zabiegi chirurgiczne mogą w znacznym stopniu zmienić wartość wymaganej korekcji cylindrycznej [18–21]. Podczas doboru korekcji baczną uwagę należy zwrócić na ewentualny przejściowy charakter zmian w budowie i funkcjonowaniu powiek.

WYSIŁEK WZROKOWY – CZYTANIE

Długotrwałe ciśnienie wywierane przez prawidłowe powieki na rogówkę podczas czytania może powodować przejściowe zmiany w topografii rogówki, a w skrajnych przypadkach nawet diplopię jednooczną. Buehren, Collins i Carney [22] badali wpływ 60-minutowego czytania na topografię rogówki. U 12 z 20 pacjentów zaobserwowano znaczące zmiany powierzchni rogówki oraz zwiększenie astygmatyzmu przeciw regule.

Okazuje się więc, że bardzo istotne znaczenie w codziennej praktyce ma informacja, co pacjent robił tuż przed pomiarem refrakcji, czy np. czytał książkę, siedząc w poczekalni przed gabinetem, co spowodowało chwilowy astygmatyzm przeciw regule.

CZY KORYGOWAĆ NISKIE WARTOŚCI ASTYGMATYZMU?

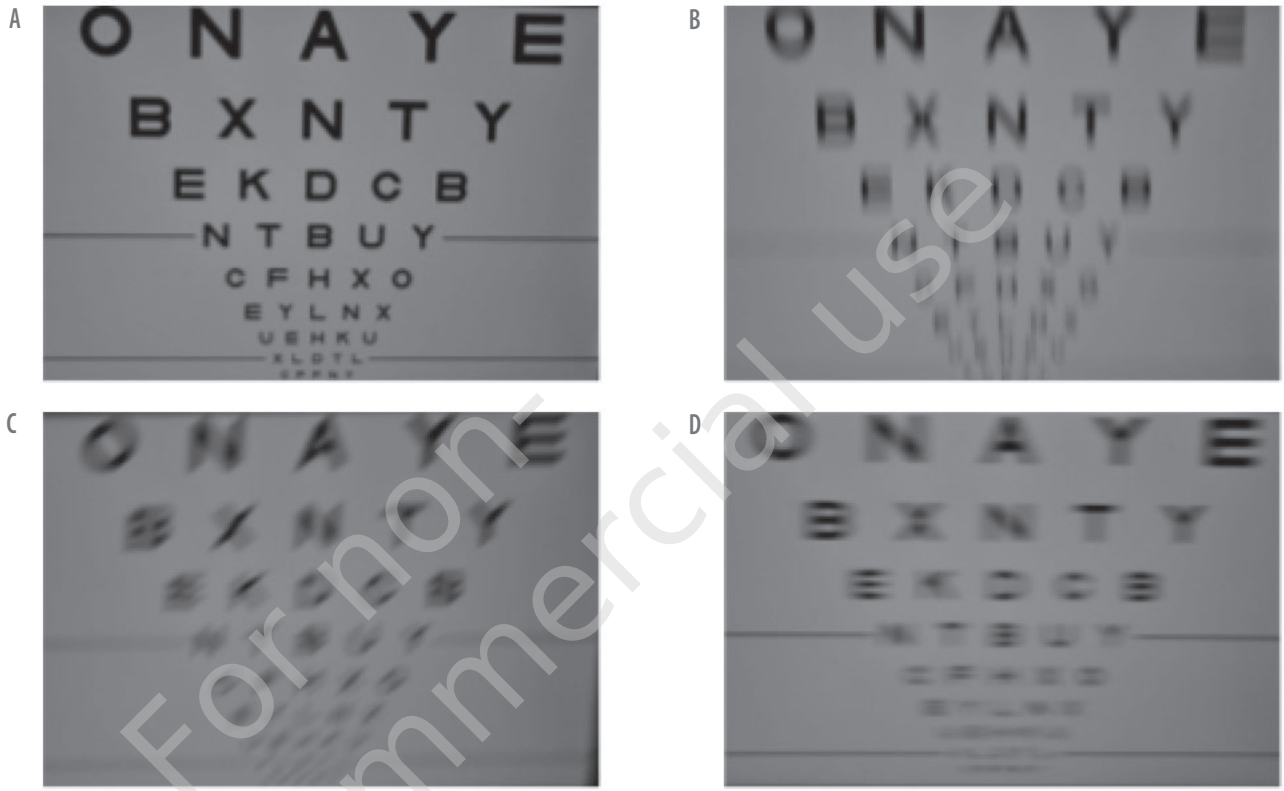
W czasach, gdy pacjenci często wykonują pracę wzrokową: czytając, używając urządzeń elektronicznych, prowadząc auto, korekcja nawet niskich wartości astygmatyzmu może się okazać konieczna i pomóc zapewnić komfort widzenia każdego dnia. Dzieje się tak, ponieważ poza nieostrym widzeniem i zniekształconym obrazem (ryc. 3), które są charakterystyczne dla wyższych wartości astygmatyzmu,

For non-commercial use only

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 02.08.2025; 08:10,32

RYCINA 3

Obraz tablicy do badania ostrości wzroku widziany okiem: A – bez astygmatyzmu, B – z astygmatyzmem zgodnym z regułą, C – z astygmatyzmem skośnym, D – z astygmatyzmem przeciw regule.



For non-commmercial use only

dodatkowe objawy w postaci astenopii – zmęczenia, zaczerwienienia i obrzęku, bólu głowy – mogą wystąpić również w przypadku nieskorygowania niskich wartości astygmatyzmu [4].

Kolejnym argumentem przemawiającym za korygowaniem astygmatyzmu jest fakt, że rozogniskowanie obrazu siatkówkowego wywołane niezastosowaniem odpowiedniej korekcji cylindrycznej jest ewidentnym czynnikiem ryzyka progresji krótkowzroczności [23].

Reindel i Comstock [24] w badaniu nad skutecznością korekcji niskich wartości astygmatyzmu (1,02 ± 0,41 D) soczewkami kontaktowymi sferycznymi i cylindrycznymi potwierdzili silną preferencję korekcji soczewkami z cylindrem (75–80%) nad korekcją ekwiwalentem sferycznym przez pacjentów. Dodatkowo w badaniu ostrość wzroku w normie osiągnęło przy zastosowaniu korekcji cylindrycznej 97% pacjentów w porównaniu z 72% pacjentów w korekcji sferycznej.

JAK KORYGOWAĆ ASTYGMATYZM?

Szeroki dostęp do całej gamy soczewek okularowych i kontaktowych pozwala na zastosowanie wielu różnych nieinwazyjnych możliwości korekcji, zależnych m.in.: od stanu układu wzrokowego pacjenta, jego preferencji, wykonywanej pracy i wymagań wzrokowych. Przy wyborze korekcji należy uwzględniać te zależności i powinien on zawsze się odbywać w porozumieniu na linii pacjent–specjalista.

Zastosowana korekcja astygmatyzmu powinna mieścić się w zakresie poprawiającym ostrość widzenia i opierać się na jednej z podmiotowych metod optymalizacji korekcji cylindrycznej, np. z zastosowaniem cylindra skrzyżowanego.

W trudnych przypadkach astygmatyzmu, takich jak: pierwsza korekcja cylindryczna, znaczna zmiana dotychczasowej korekcji czy problemy pacjenta z akceptacją korekcji astygmatyzmu w przeszłości, sugerowaną formą pierwszej, niekiedy tymczasowej, korekcji może być zastosowanie soczewek kontaktowych. Po pierwsze, jest to tania i łatwa w przypadkach konieczności modyfikacji wartości korekcji opcja. Dostępność soczewek kontaktowych diagnostycznych oraz okresowy charakter ich stosowania pozwalają na wprowadzanie dowolnych zmian w zaordynowanej korekcji bez kosztownej zmiany soczewek okularowych. Po drugie, korekcja wysokich wartości astygmatyzmu soczewkami kontaktowymi nie powoduje zmiany wielkości i kształtu obrazu, typowej dla korekcji okularowej [4]. Dlatego okres

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 02.08.2025; 08:10,32

adaptacji do nowej korekcji astygmatyzmu w soczewkach kontaktowych jest znacznie krótszy niż w przypadku okularów.

PODSUMOWANIE

Astygmatyzm jest powszechnie występującą wadą wzroku, która może zmieniać się z wiekiem. Wpływ na częstość występowania i wielkość astygmatyzmu ma wiele czynników, m.in.: nie do końca rozpoznany czynnik genetyczny, praca mięśni okoruchowych, napięcie powiek wywierane na rogówkę, patologie powiek, wysiłek wzrokowy na małych odległościach. Wpływ wszystkich tych czynników, ich wzajemne relacje oraz okresowy charakter niektórych z nich należy mieć na uwadze podczas doboru cylindrycznej korekcji wady refrakcji u pacjentów z astygmatyzmem, zarówno o wysokich, jak i o niskich wartościach.

ADRES DO KORESPONDENCJI
Weronika Leszczyńska
Pracownia Badań Optometrycznych M.M. Ożóg
00-572 Warszawa, al. Wyzwolenia 13

Piśmiennictwo

1. Grosvenor T.: How much do we know about astigmatism? Clin. Exp. Optom. 2007; 90: 1: 3-4.
2. Gerhard K. Lang: Ophthalmology. Thieme, Stuttgart 2000: 440.
3. McKendrick A.M., Brennan N.A.: Distribution of astigmatism in the adult population. J. Opt. Soc. Am. 1996; 13: 206-213.
4. Grosvenor T.: Optometria. Elsevier Urban & Partner, 2007: 197, 28, 106, 296-297.
5. Read S.A., Collins M.J., Carney L.G., Franklin R.J.: The topography of the central and perpheral cornea. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2006; 47: 1404-1415.
6. Keller P.R., Collins M.J., Varney L.G., Davis B.A., Van Saarloos P.P.: The relation between corneal and total astigmatism. Optom. Vis. Sci. 1996; 73: 86-91.
7. Read S.A., Collins M.J., Carney L.G.: A review of astigmatism and its possible genesis. Clin. Exp. Optom. 2007; 90: 1: 5-19.
8. Wixson R.J.: Reafraction pedigrees: part two the cornea. Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom. 1965; 42: 10.
9. Clementi M., Angi M., Fabrosco P. et al.: Inheritance of astigmatism: evidence for a major autosomal dominant locus. Am. J. Hum. Genet. 1998; 63: 825-830.
10. Teikari J.M., O'Donell J.J.: Astigmatism in 72 twin pairs. Cornea 1989; 8: 263-266.
11. Valluri S., Minkovitz J.B., Budak K. et al.: Comparative corneal topography and refractive variables in monozygotic and dizygotic twins. Am. J. Ophthalmol. 1999; 127: 158-163.
12. Howland H.C., Sayles N.: Photoceratometic and photorefractive measurements of astigmatism In infants and young children. Vision Res. 1985; 25: 73-81.
13. Faiemaid J.A.: Constancy of corneal curvature. An examination of corneal response to changes in accomodation and convergence. Brit. J. Physiol. Opt. 1959; 16: 2-23.
14. Wilson G., Bell C., Chotai S.: The effect of lifting the lids on corneal Astigmatism. Am. J. Optom. Physiol. Opt. 1982; 59: 670--674.
15. Vihlen F.S., Wilson G.: The relation between eyelid tension, corneal toricity and age. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1983; 24: 1367-1373.
16. Grosvenor T.: Etiology of astigmatism. Am. J. Physiol. Opt. 1978; 55: 214-218.
17. Read S.A., Collins M.J., Carney L.G.: Eyelid morphology influences normal corneal shape. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2007; 48(1): 112-119.
18. Records R.E.: Monocular diplopia. Surv. Ophthalmol. 1980; 24: 303-306.
19. Robb R.M.: Refractive errors associated with hemangiomas of the eyelids and orbit in infancy. Am. J. Ophthalmol. 1977; 83: 52-58.
20. Ugurbas S.H., Zilelioglu G.: Corneall topography in patients with congenotal ptosis. Eye 1999; 13: 1102-1106.
21. Holck D.E.E., Dutton J.J., Wehrly S.R.: Changes in astigmatism after ptosis surgery measured by corneal topography. Ophthal. Plast. Reconstr. Surg. 1998; 14: 151-158.
22. Buehren T., Collins M.J., Carney L.G.: Corneal aberrations and reading. Optom. Vis. Sci. 2003; 80: 159-166.
23. Fulton A.B., Hansen R.M., Petersen R.A.: The relation of myopia and astigmatism in developing eyes. Ophthalmology 1982; 89: 298-302.
24. Reindel B., Comstock T.: Korekcja niskich wartości astygmatyzmu. [online: www.academyofvisioncare.com/pl/pl].

For non-commercial use only

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from
https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 02.08.2025; 08:10,32