

(74)

Od soczewki do siatkówki. Z dziejów badań nad poszukiwaniem elementu recepcyjnego oka

From lens to retina. The historical survey on the search of the receptive part of the eye

Andrzej Grzybowski^{1,2}, Włodzimierz Witczak³

¹ Z Katedry Historii Nauk Medycznych Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Roman Meissner

² Z Pracowni Elektrodiagnostyki Narządu Wzroku Szpitala Miejskiego Zakładu Opieki Zdrowotnej Poznań Nowe Miasto w Poznaniu

³ Z Oddziału Chorób Wewnętrznych Szpitala Miejskiego Zakładu Opieki Zdrowotnej Poznań Nowe Miasto w Poznaniu

Ordynator: prof. dr hab. n. med. Piotr Psuja

Summary:

In the historical context, theories of vision reflected gradual recognition of human anatomy, physiology and histology, including also the development of optics. Ancient Greeks and Romans believed that the lens is the part of the eye responsible for light reception. It was followed by misconception of the central localization of the lens within the eye. This approach outlasted until the 16th century. Then, due to such scholars as Leonardo da Vinci, Felix Platter, Hieronymus Fabricius d'Aquapendente, Johannes Kepler and Christopher Scheiner, the previous concepts concerning the role of the lens were gradually questioned, and finally its role was limited to light refraction and focusing the light beam to the bottom of the eye. In the 17th century appeared a controversy concerning the two membranes – retina and choroidea – and question which one of them is responsible for the reception of light. Finally, it was only at the onset of the 19th century when the true function of retina was confirmed.

Słowa kluczowe:

historia teorii widzenia, anatomia oka, historia okulistyki.

Key words:

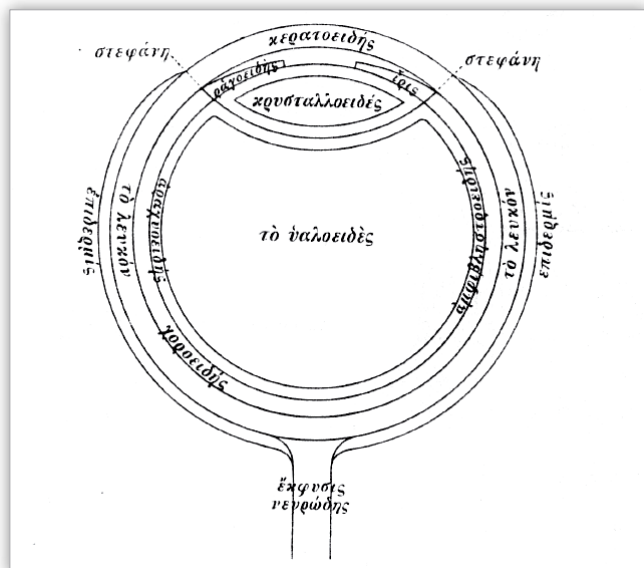
history of vision theories, anatomy of eye, history of ophthalmology.

W historycznym ujęciu poglądy na temat narządu widzenia stanowią odzwierciedlenie stopniowego poznawania anatomii, fizjologii i histologii człowieka, a także rozwoju optyki. Jest wysoce prawdopodobne, że już u zarania medycyny stawiano sobie pytania dotyczące tego zagadnienia, choć brak na ten temat bezspornych – *recte* pisanych – dowodów. Zachowane przekazy medyczne z epok dawnych kultur: sumeryjskiej, staroegipskiej, asyryjskiej, babilońskiej, staroindyjskiej i chińskiej, przynoszą wprawdzie różne informacje na temat oka i niektórych jego schorzeń, a także sposobów ich leczenia, lecz brak w nich danych pozwalających na bezsporne przyjęcie, że już wówczas funkcjonowały w świecie lekarskim usystematyzowane poglądy na ów temat. Przykładowo można wskazać, iż znany papirus Ebersa (odkryty w 1873 r., a pochodzący z około 1500 r. p.n.e.) zawiera opisy leczenia przez starożytnych lekarzy niektórych schorzeń narządu wzroku (1,2,3).

Pierwsze znane wyobrażenia starożytnych (wprawdzie do dziś nieidentycznie interpretowane przez badaczy) dotyczące budowy i funkcjonowania narządu widzenia sięgają czasów przedhipokratesowych i wywodzą się z tradycji greckiej. Uczeń Pitagorasa, lekarz i filozof Alkmeon z Krotonu (VI-V w. p.n.e.), wiedział już o połączeniu nerwów wzrokowych z mózgiem, a Demokryt z Abdery (ok. 460-350 r. p.n.e.) opisywał gęsty i błyszczący płyn wypełniający wnętrze gałki ocznej, który poprzez specjalny rurkowaty przewód miał przenikać do mózgu (4). Bardziej rozbudowane poglądy pochodzą od współczesnego Demo-

krytowi Hipokratesa z Kos (460-377 r. p.n.e.), który twierdził, że cienkie żyłki przebiegają od mózgu przez opony i odżywiają oko cieczą mózgową; w cieczy tej miały się odbijać oglądane przedmioty. W takim ujęciu narządem widzenia była soczewka, choć tego terminu jeszcze nie używano (5). Wielki autorytet Hipokratesa w świecie medycznym, a także ówczesne możliwości badawcze spowodowały, że te błędne przekonania funkcjonowały przez wiele wieków; podzielali je najślawniejsi lekarze i uczeni starożytni oraz średniowieczni.

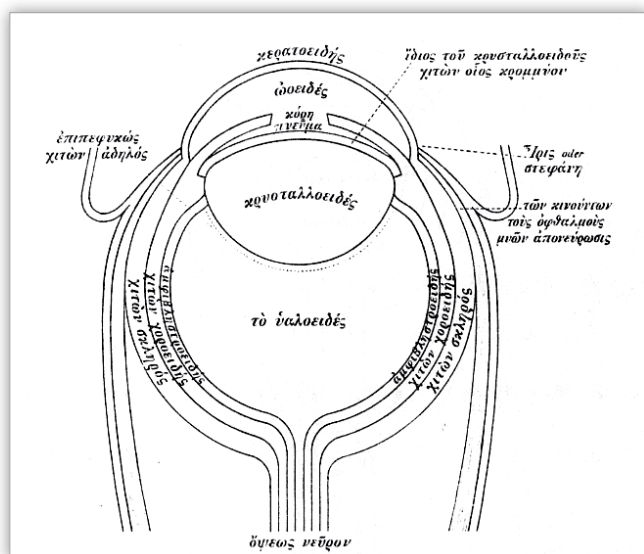
Rzymski polihistor Aulus Cornelius Celsus (ok. 25 r. p.n.e. – ok. 50 r. n.e.), autor kompilacyjnego dzieła *De medicina libri octo*, zamieścił w nim opis budowy oka, wymieniając wśród jego elementów anatomicznych „płyn krystaliczny” – soczewkę. Według Celsusa w gałce ocznej przed ciałem szklistym ...*leży kropla płynu, do białka ją podobna, od której pochodzi zdolność widzenia, a której Grecy dają nazwę crystalloidea* (6). Autor ten nie był lekarzem, a swoje wyobrażenia przejął z wcześniejszych poglądów uczonych szkoły aleksandryjskiej, którzy uważali soczewkę za organ niezbędny dla powstawania wrażeń wzrokowych (7). Rufus z Efezu (I/II wiek n.e.) przedstawił opis anatomii oka z poprawnym umiejscowieniem soczewki (ryc. 1) i połączeniem gałki ocznej z mózgiem; wprowadził także termin *blona pajęczna* na określenie siatkówki, choć nie dopatrywał się w niej istotnego dla widzenia narządu (8). Lekarzowi temu medycyna zawdzięcza ponadto pierwszy opis torebki soczewki (9). Galen z Pergamonu (129-201 r.) wprowadził pojęcie *ciała lodo-*



Ryc. 1. Schemat oka wg Rufusa z Efezu (ok. 100 r. n.e.) uwzględniający położenie soczewki w przedniej części oka oraz występowanie trzech błon oka. (Źródło: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878).

Ryc. 1. Eye's diagram after Rufus from Efez (100 y. n.e.), covers position of lens in anterior part of the eye and prevalence of 3 eye's membranes. (Source: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878).

watego (inny termin *plyn kryształowy*) na określenie soczewki (ryc. 2). Na niej miał się tworzyć prosty obraz oglądanego przedmiotu (10,11). Dodatkowym niezbędnym dla procesu widzenia elementem była według Galena *pneuma* – rodzaj niematerialnej substancji pośredniczącej w przenoszeniu doznań wzrokowych. Opisy soczewki znajdują się także w hinduskich księgach Charaka (I w. n.e.) i Susruty (V w. n.e.).



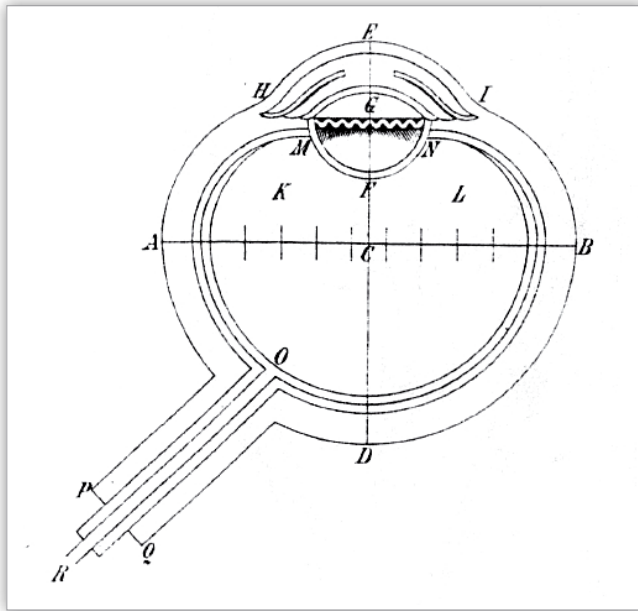
Ryc. 2. Schemat oka wg Galena (ok. 200 r. n.e.) uwzględniający położenie soczewki w przedniej części oka oraz występowanie trzech błon oka. (Źródło: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878).

Ryc. 2. Eye's diagram after Galen (200 y. n.e.), covers position of lens in anterior part of the eye and prevalence of 3 eye's membranes. (Source: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878).

Od starożytności dominowały dwie teorie widzenia: intromisyjna i ekstramisyjna (emanacyjna). Propagatorem teorii emanacyjnej, którego zdaniem widzenie odbywało się dzięki wysyłanym przez oko promieniom, był m.in. Empedokles, zwolennik teorii, według której cztery składniki natury nieożywionej, tj. ziemia, powietrze, ogień i woda, decydowały o procesach biologicznych (12). Kontynuatorem teorii emanacyjnej był w okresie rzymskim Galen. Natomiast teoria intromisyjna była oparta m.in. na obserwacji zjawiska powstawania obrazu zwierciadlanego na rogówce. Zakładała ona rozchodzenie się światła od obserwowanego przedmiotu po liniach prostych do przezroczystych struktur oka. Bieg prosty miał zapobiegać załamaniu promieni świetlnych, które przenosiły „formy” oglądanego obiektu na powierzchnię rogówki i na soczewkę. Dopiero dalej, tzn. na granicy tylnej powierzchni soczewki i ciała szklistego, promienie miały ulegać załamaniu, tak by ostatecznie skupić się w wiązkę wnikającą w nerw wzrokowy.

W czasach nowożytnych na poglądach Galena oparł się bizantyjski lekarz Aecjusz z Amidy (502-575 r.). Według jego wyobrażeń soczewka (*primum visibile*) miała zajmować środek gałki ocznej, a nerw wzrokowy stanowił rodzaj lejka, przez który ciecz wzrokowa z siatkówki otaczającej soczewkę przenosiła wrażenia wzrokowe do mózgu (12,13). Arabski tłumacz dzieł Galena, Hunain ibn Ishaq z Bagdadu, znany w świecie łacińskim jako Johannitius (809-873 r.), autor *Dziesięciu traktatów o oku*, w pierwszej części dzieła omawiającej budowę tego narządu również przyjął pogląd, iż o zdolności widzenia stanowi soczewka (14). Zdaniem Avicenny (958-1037 r.) soczewka miała stanowić element zbierający widziany obraz i przekazujący go do mózgu za pośrednictwem nerwu wzrokowego (15). Uczonemu temu przypisuje się także zdanie, iż oko jest lustrem, w którym odbija się widziany przedmiot. Współczesny Avicennie badacz zjawisk optycznych Alhazen (965-1039 r.) jako pierwszy odrzucił teorię emanacyjną. Uważał on na podstawie prostych eksperymentów i obserwacji zachowania się światła w urządzeniu podobnym do późniejszej *camera obscura*, że obraz powstaje w oku. Alhazen powielił dotychczasowe poglądy wskazujące na soczewkę jako miejsce recepcyjne oka (ryc. 3). Natomiast jako pierwszy zwrócił uwagę na znaczenie w procesie widzenia odbicia promieni świetlnych (pochodzących ze źródła światła) od przedmiotu oraz na fakt, że postrzegana barwa przedmiotu zależy od barwy oświetlającego światła i barwy samego przedmiotu (12).

Niebędący lekarzem Ślązak Witelon (ok. 1230 r. – przed 1292 r.) na podstawie prac Galena i Alhazena uważał, że obraz oglądanego przedmiotu odbija się na powierzchni rogówki, a następnie na przedniej powierzchni soczewki. Obraz ten jest przenoszony dalej do ciała szklistego, skąd przejmuje go substancja zwana *duchem widzenia* (*spiritus visibilis*) i przez nerwy wzrokowe (nerwy wydrążone) przekazuje do mózgu. W koncepcji Witelona soczewka (określana jako *humor glacialis vel crystallinus*) była zatem narządem fotosensorycznym (16,17,18,19,20). Proces widzenia odbywał się dzięki piramidzie świetlnej, której podstawa znajdowała się na widzianym obiekcie, a wierzchołek wyznaczało oko. Współczesny Witelonowi (niebędący lekarzem) arcybiskup Canterbury John Peckham (ok. 1230-1292 r.), prawdopodobnie na podstawie wcześniejszych dzieł greckich i arabskich, przedstawił zasadniczo poprawny rysunek gałki ocznej



Ryc. 3. Schemat oka wg Alhazena (ok. 1000 r. n.e.) uwzględniający położenie soczewki w środkowej części oka. (Źródło: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878)

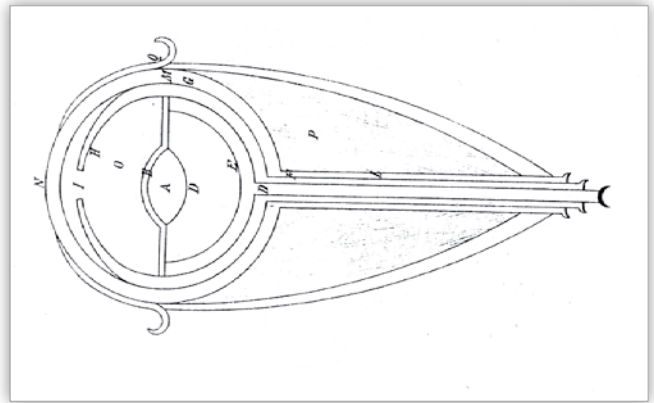
Ryc. 3. Eye'sw diagram after Alhazena (1000y. n.e.) covers position of the lens in the middle of eye. (Source: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878).

z właściwym umiejscowieniem soczewki (21). Johan Yperman (1280-1330 r.) z Flandrii również wskazywał na soczewkę jako główny narząd widzenia; odchodzący od niego nerw wzrokowy miał stanowić rodzaj lejka, przez który do mózgu przedostaje się przenoszący obraz płyn wzrokowy (14). Zwraca uwagę okoliczność, iż już od czasów przed Hipokratesem funkcję soczewki (której dość zgodnie przypisywano bardzo istotne miejsce w procesie widzenia) w różny, aczkolwiek spekulatywny sposób starano się wiązać z mózgiem, co najprawdopodobniej wynikało z obserwacji anatomicznych.

Różne wyobrażenia dawnych autorów na temat budowy oka stały się nawet przedmiotem osobnej rozprawy wrocławskiego okulisty i historyka medycyny Hugona Magnusa *Die Anatomie des Auges in ihrer geschichtlichen Entwicklung* (10). Badacz ten, konfrontując ze sobą dawne zapiski i niejednokrotnie sprzeczne z sobą ich późniejsze tłumaczenia, przedstawił te zagadnienia schematycznie w przejrzystej formie graficznej.

Stopniowa zmiana zapatrywań na te kwestie, oznaczająca zasadniczą rewizję błędnych poglądów Galena i jego wyznawców, datuje się dopiero na przełom XV/XVI w. i jest związana z obserwacjami poczynionymi przez Leonarda da Vinci (1452-1519 r.). Jego zdaniem soczewka miała być elementem ogniskującym (odbijającym) obraz na dnie oka. Zaproponowany przezeń model widzenia opierał się na założeniu, iż wrażenia wzrokowe miały powstawać na bocznych ścianach komór mózgowych, przy czym ich odwzorowanie pozostawało w zgodzie z geometrycznymi zasadami przekształcania perspektywy (3,22). Ta holistyczna koncepcja może wskazywać, iż uczone ten był bliski sformułowania poglądu, że różne struktury gałki ocznej i mózgu współdziałają w procesie powstawania i percepcji wrażeń wzrokowych.

W wieku XVI nastąpił znaczny rozwój anatomii człowieka, w tym anatomii oka, między innymi dzięki Andreasowi Vesa-

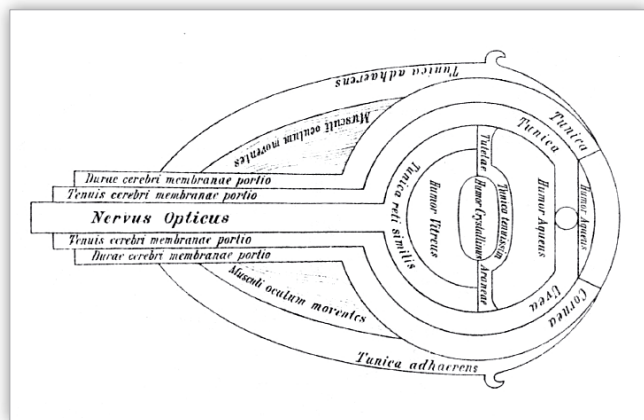


Ryc. 4. Schemat oka wg Vesaliusa (1543 r.) uwzględniający położenie soczewki w środkowej części oka. (Źródło: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878).

Ryc. 4. Eye's diagram after Vesalius (1543 y.), covers position of the lens in the middle of eye. (Source: Magnus H., Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Leipzig 1878).

liusowi i jego *De corporis humani fabrica* (Bazylea, 1543 r.), Charlesowi Estienne'owi i jego *De dissectione partim corporis humani libri tres* (Paryż, 1545 r.), Realdo Colombo i jego *De re anatomia libri XV* (Wenecja, 1559 r.), Constanzo Varolio i jego *De nervis opticis* (Padwa, 1573 r.), Georgowi Bartischa'owi i jego *Ophthalmodouleia Das ist Augendienst* (Drezno, 1583 r.), André Du Laurensowi i jego *Discourse de la conservation de la vue* (Paryż, 1597 r.), Johannesowi Jessenowi i jego *Anatomia Pragenesis* (Wittenberga, 1601 r.) oraz Hieronymusowi Fabriciusowi d'Aquapendente i jego *Tractatus anatomicus triplet, quorum primus de oculo, visus organo...* (Wenecja, 1614 r.) (12). Jednak wszyscy wyżej wymienieni anatomicy błędnie umiejscawiali soczewkę w środkowej części oka oraz w zdecydowanej większości uznawali ją za główny element recepcyjny widzenia. Choć Vesaliusz wyraził wątpliwość wobec takiej funkcji soczewki i zauważył, że *wielu uznaje za główny narząd widzenia błonę siatkową*, uwaga ta miała jedynie charakter incydentalny i nie została poparta żadnymi badaniami ani dowodami (ryc. 4) (12). Jeszcze w 1551 r. Wojciech Nowopolski (1508-1558 r.), autor uchodzącej za pierwszy w Polsce podręcznik anatomii pracy *Fabricatio hominis*, utrzymywał tradycyjnie za Galenem, iż *Oko posiada wewnątrz krystaliczną ciecz, nazwaną tak stąd, że jest podobna do kryształu. Ta jest najważniejszym i szczególnym narządem widzenia, jak poucza Galen, któremu pozostałe części służą jako oprawa, odżywka i osłona; w niej obrazy dostrzeganych rzeczy najpierw są odbijane. Wyjmując ciecz krystaliczną z oka stwierdzamy, że jest dość twarda, niby lód; gdy zbliżysz ją do zapisanego papieru możesz poprzez nią dostrzec litery* (23). W 1583 r. lekarz i anatom szwajcarski Felix Platter (1536-1614 r.) w dziele *De corporis humani structura et usu* wyraził pogląd, iż soczewka stanowi tylko element zbierający obraz, natomiast właściwym organem widzenia, pozwalającym na rozróżnianie kształtów i barw jest siatkówka (12).

Dopiero wiek XVII przyniósł zasadniczy przełom w docho-dzeniu do istoty rzeczy. Matematyk, fizyk i astronom Johannes Kepler (1571-1630 r.) przedstawiając w wydanym w 1604 r. dziele *Ad Vitelionem Paralipomena* teorię widzenia, za właściwy narząd uznał także siatkówkę (12,14,15). Według jego koncepcji promienie świetlne, przechodząc przez soczewkę,



Ryc. 5. Schemat oka wg Scheinera (wiek XVII) uwzględniający położenie soczewki w przedniej części oka. (Źródło: Magnus H., *Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern*, Leipzig 1878)

Ryc. 5. Eye's diagram after Scheiner (XVII c.) covers position of the lens in anterior part of the eye. (Source: Magnus H., *Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern*, Leipzig 1878).

ulegały załamaniu, a na wklęsłej powierzchni siatkówki powstawał odwrócony obraz. W 1624 r. astronom i optyk Christoph Scheiner (1575-1650 r.) (ryc. 5) potwierdził doświadczalnie, iż na siatkówce powstaje obraz odwrócony (12). Filozof i matematyk René Descartes (1596-1650 r.) w pochodzącej z 1632 r., a wydanej dopiero w 1662 r. rozprawie *Człowiek* opisywał płyn krystaliczny (soczewkę), za którego pośrednictwem wszystkie promienie światłne biegnące z obserwowanego punktu skupiają się w innym punkcie na dnie gałki ocznej, odpowiadającym części obecnego tam nerwu wzrokowego (24). Większa gęstość płynu krystalicznego niż otaczających go struktur powoduje, iż załamanie promieni jest w nim większe; ich załamanie miało służyć nadaniu widzeniu większej siły i ostrości (24).

Zdaniem innych badaczy narządem widzenia była naczyniówka. Poglądy takie dominowały w nauce francuskiej; bronili ich m.in. odkrywca plamki ślepej Edme Mariotte (1620-1684 r.), który wniosek ten oparł na błędnych przesłankach anatomicznych wynikających z niewłaściwej oceny przebiegu początkowego odcinka nerwu wzrokowego; Jean Méry (1645-1722 r.), zdaniem którego narządem widzenia miała być zatrzymująca obrazy światłne naczyniówka, oraz zwolennicy koncepcji Mariotte'a: Charles de Saint-Yves (1667-1733 r.) i Claude Nicolas Le Cat (1700-1768 r.) (25,26,27). Opinie te zwalczał natomiast twórca współczesnej fizjologii Albrecht von Haller (1708-1777), zdecydowanie opowiadając się za siatkówką (25,26,27). Dopiero około połowy XIX w. utrwaliło się przekonanie, iż narządem widzenia istotnie jest siatkówka. Okulistyka zawdzięcza tę konstatację głównie rozwojowi histologii, techniki mikroskopowej i optyki oraz badaniom Heinricha Müllera (1820-1864 r.), autora monografii *Untersuchungen über den Bau der Retina des Menschen* (Lipsk, 1856 r.) i Rudolfa von Köllikera (1817-1905 r.).

Obecnie wśród historyków medycyny dominuje pogląd, że ostatecznie rozstrzygnął to zagadnienie najwybitniejszy ówczesnie badacz anatomofizjologii narządu wzroku Hermann von Helmholtz (1821-1894 r.) (28). Skonstruowanie przezeń w 1851 r. oftalmoskopu umożliwiło dokładne badanie wewnętrznej struktury gałki ocznej. W dziele *Handbuch der physiologischen Optik* (Lipsk, 1856-1866 r.) wskazał on na czynnościowe powiązanie

struktury siatkówki i nerwu wzrokowego, przy jednoczesnym braku podobnych odniesień między naczyniówką a tym nerwem (29). Odtąd dalsze badania – prowadzone także współcześnie – dążyły do wyjaśnienia procesów odbioru wrażeń wzrokowych przez ośrodki mózgowe.

Piśmiennictwo:

1. Wheeler JR, *History of ophthalmology through the ages*. Br J Ophthalmol 1946, 30, 264-275.
2. Hirschberg J, *Antiquity*, vol. 1, (w:) The history of ophthalmology, JP Wayenborgh Verlag, Bonn 1982, s. 1-58.
3. Arrington Jr. GE, *A History of Ophthalmology*. MD Publications, Inc New York 1959, s. 11-18.
4. Bieganowski L, *Medycyna grecka w czasach antycznych i jej aspekty okulistyczne*. Klin Oczna 2003, 5, 330-334.
5. Bieganowski L, *Hipokrates z Kos – zagadnienia okulistyczne w twórczości ojca medycyny*. Klin Oczna, 2003, 6, 453-457.
6. A. Korneliusza Celsa o leczeniu ksiąg ośmioro. Przetłóżył H. Łuczkiwicz. Warszawa 1889, s. 478 (księga siódma, rozdział VII – „O budowie oka”).
7. Bieganowski L, *Aspekty okulistyczne w dziele Celsusa „De medicina libri octo”*. Klin Oczna 2004, 3, 376-381.
8. Bieganowski L, *Stan okulistyki w starożytnym Rzymie*. Klin Oczna 2004, 1-2, 126-133.
9. Lyons AS, Petrucelli RJ, *Ilustrowana historia medycyny*. Penta, Warszawa 1996, s. 248-249.
10. Magnus H, *Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern*. Leipzig 1878, s. 56-59.
11. Bieganowski L, *Galen z Pergamonu (130-200) – poglądy w dziedzinie okulistyki*. Cz. II – opis anatomii oka. Klin Oczna 2005, 1-3, 173-176.
12. Lindberg DC, *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler*, The University of Chicago Press, Chicago and London 1976.
13. Bieganowski L, *Okulistyka w Bizancjum między IV a VII wiekiem*. Klin Oczna 2005, 1-3, 177-181.
14. Melanowski WH, *Dzieje okulistyki*. PZWL, Warszawa 1972, s. 31.
15. Wade NJ, *A Natural History of Vision*. The MIT Press, Cambridge & London 1999, s. 19.
16. Bieganowski L, Bielski A, Wróblewski W, *Witelo – prekursor optyki fizjologicznej*. Klin Oczna 1986, 12, 410-411.
17. Bieganowski L, *Zarys historii okulistyki w Polsce*. Arch Hist Filoz Med 1989, 2-3, 175-197.
18. *Witelo. Perspektywy księga II i księga III*. Przekład na język polski ze wstępem, opracowaniem i komentarzami. Redaktor przekładu W. Wróblewski. Wrocław 1991, s. 57, 59, 70, 179.
19. Bielski A, Bieganowski L, Wróblewski W, *Mechanizm powstawania obrazu w oku i widzenie obuoczne w księdze III Perspektywy Witelona*. Kwartalnik HNiT 1986, 2, 315-333.
20. Bednarski A, *Historia okulistyki w Polsce w wieku XII-XVIII*. Lwów 1928, s. 2-9.
21. Bednarski A, *O rysunku anatomicznym oka Jana Peckhama, arcybiskupa Canterbury w XIII wieku*. Arch Hist Filoz Med 1929, 1, 73-80.
22. Ferrero N, *L. da Vinci, Of the eye. An original new translation from "Codex D"*. Am J Ophthalmol 1952, 35, 507-521.
23. *Wojciech Nowopolski autor „Fabricatio hominis” (1551) pierwszego polskiego podręcznika anatomii w Polsce*. Przetłóżył

- i wstępem opatrzył Stanisław Szpilczyński. Wrocław 1977, s. 100-101.
24. Descartes R, *Człowiek. Opis ciała ludzkiego*. Z języka francuskiego przełożył oraz wstępem i przypisami opatrzył A. Bednarczyk. Warszawa 1989, s. 29-32 i ryc. 10-12.
25. Grmek M, *Un débat scientifique exemplaire: Mariotte, Pecquet et Perrault à la recherche du siège de la perception visuelle*. *Hist Phil Life Sci* 1985, 7, 217-255.
26. Grzybowski A, Aydin P, *Edme Mariotte (1620-1684): Pioneer of Neurophysiology*. *Surv Ophthalmol* 2007, 4, 443-451.
27. Brons J, *The blind spot of Mariotte, Its ordinary imperceptibility or filling-in and its facultative visibility*, Nt Nordisk Forlag, Arnold Busck, Copenhagen 1939, str. 13-50.
28. Bojczuk H, *Hermann von Helmholtz (1821-1894) jako twórca psychofizjologicznej optyki i akustyki*. *Arch Hist Filoz Med* 1987, 1, 55-63.
29. Helmholtz H, *Physiological optics*, pod red. JPC Southalla, Rochester, Optical Society of America, New York 1924.

Praca wpłynęła do Redakcji 01.10.2008 r. (1082)
Zakwalifikowano do druku 20.10.2008 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):
dr n. med. Andrzej Grzybowski
Zakład Historii Nauk Medycznych
Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu
ul. Bukowska 70
60-812 Poznań