

Historia sztucznego oka

dr hab. Ryszard Witold Gryglewski, prof. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Katedra Historii Medycyny UJ CM

Idea stworzenia urządzenia, tzw. **sztucznego oka**, które pozwoliłoby osobom całkowicie pozbawionym wzroku zyskać orientację w otaczającej je przestrzeni była oryginalnym rozwiązaniem, jakie w latach 1880. zaproponował Polak – Kazimierz Noiszewski, którego sylwetkę warto w tym miejscu nieco przybliżyć.



Kazimierz Noiszewski (1859-1930), z urodzenia Wilnianin, studia medyczne odbył w Moskwie, specjalizując się później w oftalmologii w Krakowie, Wiedniu i Paryżu. Był właścicielem Kliniki Okulistycznej w Pohulance nad Dźwiną, a także wykładowcą w Wojskowej Akademii Medycznej w Sankt Petersburgu, z którą pozostawał związany aż do 1918 roku.

Wraz z odzyskaniem przez Polskę niepodległości Noiszewski wpierv zyskał profesurę okulistyki w ramach reaktywowanego Uniwersytetu Wileńskiego, później zaś, od 1921 roku przyjął profesurę na Uniwersytecie Warszawskim. Był już wówczas jednym z najbardziej rozpoznawalnych i poważanych polskich okulistów. Zmarł nagle dnia 5 lipca 1930 roku. Spoczął na cmentarzu Powązkowskim w Warszawie.

Nazwisko Noiszewskiego w historii medycyny jest związane z opracowaniem **elektroftalmu**, czyli tzw. **sztucznego oka**, aparatu przeznaczonego dla niewidomych, którego funkcja zasadzała się na przetwarzaniu bodźców optycznych na czuciowe. Nad schematem działania elektroftalmu Noiszewski pracował w latach 1887-1889. O swoim wynalazku informował w artykule publikowanym na łamach „Gazety Lekarskiej”, a będącym spisaną wersją referatu jaki polski lekarz wygłosił podczas III Zjazdu Lekarzy Rosyjskich w Petersburgu w 1889 roku.

„Celem moim było: 1) Powiadamanie niewidzącego, gdy światły, oświecony lub ciemny przedmiot zjawi się przed nim. 2) Uzdolnienie niewidzącego do umiejscawiania w przestrzeni świecących, oświetlonych lub ciemnych przedmiotów w stanach spokoju i

ruchu, t. j., by mógł pozbawiony wzroku człowiek wskazać kierunek ruszającego się przedmiotu i poznawać jego przybliżanie się, lub oddalanie”.

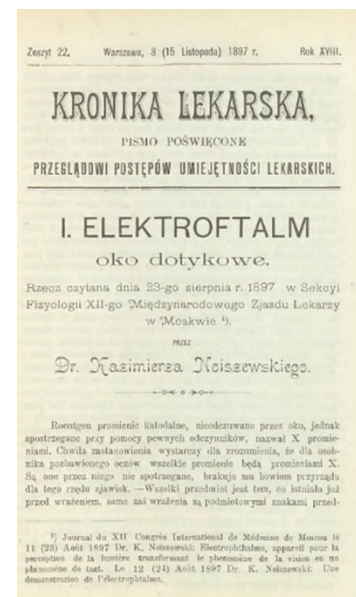
Sama idea konstruowania „sztucznego oka” była już obecna w świecie nauki i doczekała się nawet ożywionej dyskusji. W 1876 roku niemiecki **Werner von Siemens** skonstruował oryginalne urządzenie – sztuczne oko, którego powieki, reagowały na intensywność oświetlenia. Jego sztuczna siatkówka wykonana z selenu przepuszczała prąd elektryczny tylko wtedy, gdy padało na nią światło. Wówczas wzbudzony elektromagnes zwierzał sztuczne powieki.

Zasada działania urządzenia opierała się na występowaniu zmienności przewodnictwa selenu pod wpływem światła, które to zjawisko było już wówczas znane. Noiszewski

przystępując do prac własnych był tego świadom, a model zaproponowany przez Simensa był dla niego bodźcem do własnych badań nad tym problemem. Można powiedzieć, że postanowił wykorzystać właściwości selenu w przetwarzaniu bodźców świetlnych na dotykowe i stworzyć aparat mogący w praktyczny sposób pomóc w orientacji przestrzennej ociemniałym. Sam swoją ideę określił mianem „**dotykowego widzenia**”.

Noiszewski, kreśląc teoretyczne założenia planowanego rozwiązania rozważał skonstruowane przyrządy przylegającego ściśle do skóry czoła. Jego tylna ściana byłaby w istocie cienką, selenową płytką. Jak to określił „Prąd elektryczny będzie przepływał przez płytkę na czoło za każdym razem, gdy światły lub oświetlony przedmiot odbije się na płytce”. Jednocześnie zakładał, że impulsy elektryczne, które same w sobie nie niosłyby dla pacjenta jednoznacznej informacji, należałoby przetworzyć na impulsy magnetyczne (elektromagnetyczne), te zaś na bodźce dotykowe.

Jednak, gdy przyszło do realizacji projektu, pojawiły się problemy techniczne, które zmusiły Noiszewskiego do wprowadzenia pewnych zmian. Największą przeszkodą okazało się przekształcenie bodźców elektromagnetycznych na dotykowe. Dlatego też, idąc za sugestią techników i inżynierów, postanowił spróbować zastąpić wrażenia dotykowe wrażeniami termicznymi. By sprawdzić na ile czułość wrażeń cieplnych odbieranych na powierzchni skóry jest zbieżna z czułością wrażeń dotykowych skonstruował **topotermoeztezyjometr**.



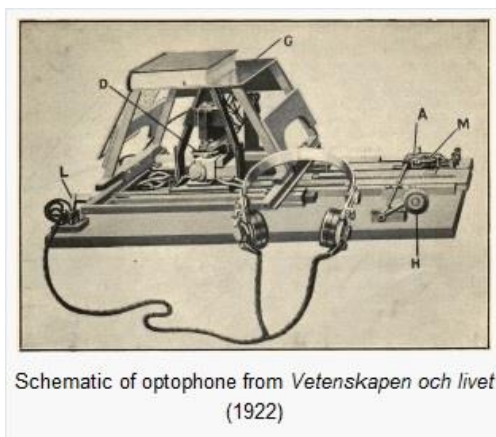
Na przełomie lat 1950. i 1960. zaczęto rozważać możliwość operacyjnego umiejscawiania mikro płytki tuż za siatkówką oka, co rozpoczynało badania nad współcześnie stosowanymi protezami siatkówkowymi.

Zebrane doświadczenia pozwoliły ostatecznie na stworzenie elektroftalmu określanego przez Noiszewskiego również jako

elektroftalmocyklop. Aparat składał się z trzech, ułożonych warstwami części. Pierwszą, zewnętrzną stanowiła nieizolowana siatka metalowa. Drugą, środkową przylegającą do niej płytka selenowa. Trzecią gęsto ułożona grupa pręcików przypominająca szczotkę, których końce z jednej strony dotykały płytki selenowej z drugiej skóry czoła. Jak wyjaśniał: „Oświecone tym obrazem miejsce na płytce selenowej stanie się przepuszczalnym dla prądu elektrycznego i prąd przepłynie tylko na odpowiednią oświeconemu miejscu ilość pręcików”. Te zaś zostaną nagrzane, a ich temperatura będzie zależna od natężenia prądu i oporowości przewodzącego pręcika.

Noiszewski twierdził, że odbierane przez skórę bodźce pozwalają nie tylko na „wycucie” obecności oświetlonego lub świeżącego przedmiotu, ale również mogą odwzorować jego kształt. Co więcej elektroftalm daje względną orientację co do odległości dzielącej urządzenie od obiektu, a także pozwoli na określenie położenia obiektu względem osi pionowej i poprzecznej. Innym słowy pozwoli na stosunkowo dobrą orientację w przestrzeni.

Propozycja zgłoszona przez Noiszewskiego wywołała, co zrozumiałe, spore zainteresowanie i szereg komentarzy. **W 1891 roku na łamach styczniowego numeru renomowanego czasopisma „Centralblatt für Nervenheilkunde und Psychiatrie” Noiszewski opublikował kolejny artykuł o elektroftalmie.** W ciągu paru lat ukazał się szereg ocen i opinii poświęconych wynalazkowi polskiego okulisty autorstwa m. in. Dedichena, Donniniego, Szarwina i Tarchanowa. Duże zainteresowanie aparatem wyraził jeden z twórców nowoczesnej neurologii **Jean Martin-Charcot**, któremu wynalazek Polaka demonstrowano podczas wystawy światowej w Paryżu. Pojawiły się również głosy krytyczne. Noiszewski tymczasem pracował, udoskonalając swój elektroftalm, określany już wówczas „okiem dotykowym”, którego kolejną modyfikację prezentował w 1897 roku.



Schematic of optophone from *Vetenskapen och livet* (1922)

Aparat Noiszewskiego interesował nie tylko środowisko lekarskie. Jak sam wspominał **elektroftalm przykuł uwagę Thomasa Edisona**, który rozważał możliwość przenoszenia obrazów świetlnych bezpośrednio do mózgu, z pominięciem oka, za pośrednictwem promieni Roentgena. Z kolei **Edmund Fournier d'Albe** z Uniwersytetu Birmingham, wychodząc od rozwiązania zaproponowanego przez Noiszewskiego **skonstruował w 1913 roku „optophon”**. Aparat wykorzystywał fotoczuJNIki selenu pozwalające wykrywać powiększone litery czarnego wydruku i przekształcenia ich obrazu w sygnał dźwiękowy, który mógł być interpretowany przez osobę niewidomą.

Noiszewski chciał, by jego elektroftalm, który w kolejnej modyfikacji miał przetwarzać obrazy na sygnały dźwiękowe, mógł być dalej udoskonalany i w końcu wprowadzony do powszechnego użytku. Jeszcze w 1930 roku wyraźnie to podkreślał. Sprawa jednak nie znalazła wtenczas swojego rozstrzygnięcia i wydawało się, że cała idea odeszła w zapomnienie. Powróciła, ale dopiero w latach powojennych, kiedy na korzyści płynące z takiego rozwiązania wskazywał m. in. **biolog Jan Dembowski**.

Do idei elektroftalmu Noiszewskiego w początkach lat 1960. postanowił powrócić **Witold Starkiewicz (1906-1978)**, okulista, profesor Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie. Uznał jednak, że koniecznym będzie wyeliminowanie efektów dźwiękowych, na rzecz bodźców dotykowych. Nieuniknione zakłócenia wrażeń słuchowych, które odgrywają tak kluczową rolę w życiu niewidomych, przy zastosowaniu „elektroftalmu dźwiękowego” można było wyeliminować budując „elektroftalm dotykowy”. Był to zatem powrót do pierwotnego projektu Noiszewskiego. Prace nad elektroftalmem Starkiewicz rozpoczął wspólnie z **prof. Tadeuszem Kuliszewskim**, kierownikiem katedry urządzeń teletransmisyjnych Politechniki Wrocławskiej.

Kolejne wersje aparatu były testowane w latach 1960. i 1970. Ostatecznie nowe urządzenie miało zawierać układ 300 fotokomórek (pierwotnie montowano ich 120), których wzbudzenie uruchamiało zestawy wibratorów (punktorów) elektroftalmu. Te zaś można powiedzieć „odciskały” obraz otoczenia na czole pacjenta. Całość podzespołów montowano w specjalnym hełmie. Elektroftalm Starkiewicza został w pełni zaprojektowany i opatentowany w Polskich Zakładach Optycznych, wzbudzając spore zainteresowanie nie tylko w Polsce.



Warto w tym miejscu przypomnieć, że [na przełomie lat 1950. i 1960. zaczęto rozważać możliwość operacyjnego umiejscawiania mikropłytki tuż za siatkówką oka, co rozpoczęło badania nad wspólnie stosowanymi protezami siatkówkowymi](#). W tym kontekście badania polskich uczonych nabierają istotnego, wręcz pionierskiego znaczenia.

Ryszard W. Gryglewski

Bibliografia:

- R. W. Gryglewski (2016) *Kazimierz Noiszewski (1859-1930)* [w:] Piotr Salwa, Andrzej Kajetan Wróblewski (red.) *Portrety uczonych. Profesorowie Uniwersytetu Warszawskiego 1915-1945 M-Ż*, Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego: 68-76.
- M. Schubin (2017) *What Sparked Video Research in 1877? The Overlooked Role of the Siemens Artificial Eye [Scanning Our Past]*, *Proceedings of the IEEE*, 105 (3): 568-576 doi: 10.1109/JPROC.2017.2652998.
- K. Noiszewski (1889) *Elektroftalm*, *Gazeta Lekarska* 24 (51): 1018-1022.
- K. Noiszewski (1930) *Elektroftalm*, *Przegląd Elektrotechniczny* 12 (5): 108-109.
- Szkaradek M., Futyma-Ziaja M., Lewicka-Chomont A., Rejda R. (2014) *Okulistyka Weterynaryjna. e-kwartalnik dla lekarzy i studentów weterynarii*, (2): 1-5.
- T. Ostrowska (1978) *Noiszewski Kazimierz*, *PSB* 23: 171-172.

- S.T. Sroka (2004) *Starkiewicz Witold*, PSB 42: 311-314.
- Śródka (1997) *Uczni polscy XIX-XX stulecia*, 3: 247-248.

Materiały internetowe:

- wynalazcy.tv, *Polscy wynalazcy i ich wynalazki – część 2* <https://wynalazca.tv/polscy-wynalazcy-ich-wynalazki-cz2/#15>
- Noiszewski Kazimierz, *Kronika Lekarska*, https://data.e-science.pl/18726/C50336_18_22_OCR.pdf
- zasobynauki.pl, *Kronika Lekarska: dwutygodnik naukowy poświęcony przeglądowi postępów nauk lekarskich* / [red. i wyd. W. Kosmowski.] https://zasobynauki.pl/zasoby/kronika-lekarska,18726/beitrage_zur_lehre00001tif,186987/ Numeracja (rocznik, numer, zeszyt): R. 18 Z. 22, Warszawa
- Mills Mara, *Optophones and Musical Print. Sounding Out*. 5 Jan 2015. soundstudiesblog.com/2015/01/05/optophones-and-musical-print
- Marcinkowski Tadeusz, *Doktoraty HC: Prof. Witold Starkiewicz*. *Medyk-Czasopismo lekarzy i studentów* (PL-ISSN-0867-3055), nr 10(545), s.12 (1991)