



Z pracowni fizyologicznej Uniwersytetu Jagiell.

Przyczynek do nauki o achromatopsyi

przez

Prof. Dra. **G. Piotrowskiego.**

Przez achromatopsyą, czyli brak poczucia barw, rozumiemy tę wadę oka, że takowe nie zdoła odróżnić jednej lub więcej barw od innych.

Pierwszym może przykładem takowej bliżej wybadanym jest oko sławnego chemika angielskiego DALTONA, który nie był zdolny barwę czerwoną odróżnić od czarnej, czyli raczej ciemno szarą, bo jak wiadomo istotnie szarą barwy nie znamy. Znaną równie jest historia krawca w Plymouth, który frak czarny połatał suknem czerwonym, nie umiając rozróżnić obu barw.

W Niemczech przerzeczoną wadę oka bliżej wyba-
dał pierwszy SEEBECK ¹⁾, a badawszy oczy wszystkich uczniów pewnego gimnazjum wyższego, doszedł do przekonania, że wada ta nie jest zbyt rzadką. Odróżnia on dwa rodzaje tej wady, a mianowicie brak poczucia barwy czerwonej (druga jego klasa), od braku poczucia barw w ogólności, tak, że tkliwość na

¹⁾ Über den bei manchen Personen vorkommenden Mangel an Farbensinn, Poggendorffs Annalen, XLII. 177 — 233.

pojedyncze barwy staje się coraz mniej wyraźną, aż nareszcie ludzie cierpiący tę wadę w najwyższym stopniu, o ile się zdaje prawie zupełnie barw odróżnić nie potrafią, a świat widzą mniej więcej tak, jak my widzimy piękny miedzioryt. Obie te wady spostrzeżono też u chorych cierpiących rozpoczynające się więdnienie nerwu wzrokowego. Od tego czasu przybyła jeszcze wiadomość o wadzie sztucznej, tj., że możemy oko nasze wprowadzić sztucznie w stan taki, że nie zdoła odróżnić barwy fioletowej od czarnej, następuje to po zażyciu kwasu santoninowego, lub santoninianu sodowego. Zaraz tu dodam, że w tych razach oko widzi początkowo wszystkie przedmioty w barwie fioletowej, nim poczucie dla tej barwy postrada.

Nakoniec przekonano się, że i prawidłowo brzegiem siatkówki, zatem przy bardzo ukośnem wpadaniu promieni światła do oka, przynajmniej przy niezbyt silném oświetleniu, nie jesteśmy w stanie odróżnić barwy czerwonej od czarnej.

Po przytoczeniu tu faktów znanych zachodzi pytanie, jak je sobie tłumaczymy i jak je sobie tłumaczyć mamy?

Już DALTON¹⁾ starał się wytłumaczyć to zjawisko, które jego oczy okazywały, tj. brak poczucia na barwę czerwoną, czyli daltonizm, jak tę wadę według niego też nazwano. Podał najprostsze tłumaczenie, jakie wynaleść można, a tém jest, że fale czerwone do jego siatkówki nie dochodzą w dostatecznej sile, by ją zadrażnić, jak i do siatkówki prawidłowego oka fale

¹⁾ Memoirs of Lit. and Phil. Soc. of Manchester V. Edinb. Journ. of Sc. IX. 97.

ciepła nie dochodzą, że zatem granica tych fal termicznych, która we widmie słoneczném kończy się dla oka prawidłowego przy linii *A* FRAUENHOFERA, lub nawet nieco przed tą linią, dla jego oka kończy się dopiero koło linii *D*. Że zaś środki przezroczyste, które pochłaniają barwę jaką, muszą same być zabarwione w barwie dopełniczej do pochłoniętej, mniemał zatem DALTON, że części przezroczyste jego ocz, mianowicie ciało szklane, muszą być zielonawo-niebieskie, bo to jest barwa dopełnicza czerwonej.

Późniejsi badacze, którzy mieli sposobność badać oczy Daltonistów po śmierci, przekonali się, że w tychże tak rogówka, jak i ciecz wodna, soczewka i ciało szklane zupełnie nie odmiennego od tychże części w oczach prawidłowych nie przedstawiały, że więc tę wadę trzeba odróżnić od wad widzenia, pochodzących z zabarwienia części przezroczystych oka, np. żółtego widzenia przedmiotów w żółtaczce, i że zamiast szukać jej przyczyny w częściach oka łamiących światło, należy ją odnieść bezpośrednio do części obdarzonej poczuć światła, do siatkówki i uważać całe zjawisko jako mające swój powód w odmienném działaniu nerwowém.

Tego rodzaju poglądy spowodowały HELMHOLTZA do powtórnego wprowadzenia do nauki od dawna już zapomnianej teorii jenialnego badacza angielskiego TOMASZA YOUNGA¹ o barwach, gdyż właśnie w zjawiskach achromatopsyi mniemał, że znalazł najsilniejszą podporę téj teorii.

¹) Lectures on natural philosophy, London. 1807.

Teorya YOUNGA, zmodyfikowana przez HELMHOLTZA, brzmi jak następuje ¹⁾:

1) W każdym oku znajdują się włókna nerwowe trojakiiego rodzaju. Drażnienie jednych wywołuje uczucie czerwonego, drażnienie drugich uczucie zielonego, drażnienie trzecich uczucie fioletowego.

2) Światło przedmiotowe, jednobarwne drażni te trzy rodzaje włókien różnie, według długości jego fal. Włókna obdarzone poczuciem czerwonego najsilniej drażnią najdłuższe fale światła, włókna z poczuciem zielonego fale średniej długości, zaś włókna z poczuciem fioletowego fale najkrótsze. Przecież przez to nie wyklucza się, i owszem dla wytłumaczenia sobie wielu doświadczeń przyznać musimy, że fale każdej barwy widma słonecznego wszystkie rodzaje włókien tych drażnią, lecz jedno słabo, drugie silnie. I tak drażnią:

Fale czerwone mocno włókna z poczuciem czerwonego, słabo obadwa inne rodzaje włókien; poczucie wynikające ztąd jest poczuciem czerwonego.

Fale żółte: średnio włókna z poczuciem czerwonego i zielonego, słabo te z poczuciem fioletowego — czujemy wrażenie żółtego.

Fale zielone drażnią silnie włókna do poczucia tej barwy przeznaczone, słabo obadwa inne rodzaje włókien — czujemy wrażenie zielonego.

Fale niebieskie działają miernie na włókna obdarzone poczuciem zielonego i fioletowego, słabo na włókna obdarzone poczuciem czerwonego ztąd powstaje ogólne uczucie niebieskiego.

¹⁾ HELMHOLTZ Physiologische Optik in Karstens Encyklopaedie der Physik 1867. str. 291 1. nst.

Fale fioletowe drażnią silnie włókna równoimienne, resztę włókien zaś słabo; powstaje uczucie fioletowego.

Zadrażnienie równie silne wszystkich trzech rodzajów włókien wywołuje uczucie białego, z jego odcieniami szaremi, aż do tego słabego zadrażnienia, którym wywołane uczucie zwiemy czarném.

Jakiego rodzaju są te włókna, lub lepiej mówiąc te pierwiastki oka czulne, bo czy to są włókna np. po trzy w jednej ogólnej pochwie przebiegające, lub inne części siatkówki np. komórki zwojowe, ziarna lub t. p. o tém teoria YOUNG HELMHOLTZA bynajmniej z góry nie orzeka.

Według téj teoryi zjawiska achromatopsyi łatwo się tłumaczą. Porażenie lub brak włókien czerwoczuźnych wywołuje właściwy daltonizm, tak podczas wędniienia nerwu wzrokowego jak i bez tego, ku brzegom siatkówki fizyologicznej te włókna stają się coraz rzadszemi, aż ich nareszcie przy samym brzegu nie staje.

Pierwszą klasę achromatopsyi SEEBECKA, zdarzającą się téż przy wędniieniu nerwu wzrokowego odnosi HELMHOLTZ do porażenia lub braku włókien obdarzonych pocuciem zielonego, jakkolwiek przyznaje ¹⁾, że zjawiska w téj mierze nie są jeszcze dokładnie wybadane, by móđz ten stan w zupełności określić.

Kwas santoninowy nareszcie z początku wywołuje nadczulość, potem zaś porażenie (przemijające) włókien obdarzonych pocuciem fioletowego.

Że oprócz tego teoria YOUNG-HELMHOLTZA tłumaczy nam bardzo pięknie naukę o powidokach czyli obra-

¹⁾ l. c. p. 299.

zach następnych, więc powinno się zdawać, że ogólnie uznana zostanie, zwłaszcza, że pochodzi od tak znakomitego badacza, jakim był YOUNG, i że ją wskrzesił HELMHOLTZ, niezaprzeczenie pierwszy badacz nowoczesny na polu optyki fizyologicznej. Przecież inaczej się stało, a jakkolwiek teorya w mowie będąca znalazła wielu bardzo zwolenników, toć przecie i znalazła wielu bardzo przeciwników — bo też i wiele zarzucić jej można.

Przytoczę tu najgłośniejsze zarzuty jakie jej czyniono, razem ze zbijaniem tych zarzutów, a to według HÜFNERA ¹.

Jako pierwszy zarzut przytacza HÜFNER zarzut ROSEGO ², dotyczący braku pocucia barwy fioletowej po zażyciu kwasu Santonowego. Dla czego pyta się ROSE czujemy natenczas jeszcze wrażenie niebieskiego? Fala tak zwana niebieska teraz drażni według teoryi, o której tu mowa, średnio włókna obdarzone pocuciem zielonego, słabo włókna obdarzone pocuciem czerwonego — trzecich całkiem nie drażni, lub przynajmniej drażnienie zostaje bezskuteczne, bo włókna te są porażone — uczucie zatem, które powstać winno, jest to uczucie mniej jasnego zielonego, lub barwy mieszanej blizkiej zielonego, ale we widmie słonecznym położonej pomiędzy czerwonym i zielonym, nigdy zaś powstać nie może według teoryi barwa położona w tém widmie między zielonym a fioletowym, a przecież uczucia takiej barwy rzeczywiście doznajemy.

¹) Archiv für Ophthalmologie XIII. 2.

²) Archiv f. Ophthal. VII. 2.

Nie podejmując się w streszczeniu oddać dokładnie sposobu zbijania tego zarzutu, przytoczę go w dosłowném tłómaczeniu z HÜFNERA:

„W tym rozbiórce zapomina jednak ROSE o dalszém twierdzeniu naszej nauki, które stanowi, że każda fala widzialna zawsze wszystkie trzy rodzaje włókien, jakkolwiek z różną siłą drażni. By wrażenie doznane dobrze określić, i drobniejsze odcienie dokładnie odróżnić, porównujemy siłę, z jaką bodziec jaki każde z tych trojga włókien z osobna zadrażnił. Byćby więc mogło, że sam stosunek stopnia zadrażnienia, w jakie światło niebieskie wprawia włókna z pocuciem zielonego, do słabszego zadrażnienia, jakiego doznają równocześnie włókna obdarzone pocuciem czerwonego, wystarcza, byśmy jeszcze światło niebieskie jako takie pojmowali, pomimo, że włókna obdarzone pocuciem fioletowego już są porażone. Barwa niebieska natenczas tylko jako mniej jasna przedstawić się nam winna. Jednakże prawdopodobnie nawet nie potrzebujemy szukać tak wymuszonego tłómaczenia. Gdyż mnie samemu nawet przy słabszém działaniu santoninu się nie udawało doświadczać spektroskopem odróżnić mocno fioletową linią potasową β od linii strontu równocześnie widzianę, między którymi liniami przecież nazajutrz prawidłowe moje oko wielką różnicę dostrzegało. Dla wyjaśnienia téj rzeczy trzeba czekać na dalsze doświadczenia“.

Tyle o tym przedmiocie powiada HÜFNER; widzimy ulubione zaprzeczanie wiarogodności podań tam, gdzie stają w sprzeczności z ulubioną teorią; zaprzeczenie to jednak jest bardzo nieśmiałe, trzeba czekać dalszych poszukiwań, mówi autor, ale choćby te na nie-

korzyść wypadły, można nakręcić teorią jeszcze tak, by się i te fakta w niej pomieścić mogły.

Co do mnie, przyznaję się wyraźnie, żem santoninu nigdy nie używał, a to dla tego, że wątpię, by słaby mój żołądek takie doświadczenie znieść potrafił. Znamy jednakże inne doświadczenie, które w każdej chwili bez wszelkiej obawy urządzić potrafimy. Jak w upojeniu santoninowém fijołkowo - czujne włókna mają być porażone, tak prawidłowo w brzegach siatkówki ma brakować włókien, obdarzonych poczuciem czerwonego. Otóż odwróćmy porządek w widmie słoneczném, i pytajmy się: jakim sposobem brzegiem siatkówki jeszcze przed miot żółty jako żółty widzimy, a cały zarzut ROSEGO jest utrzymany w warunkach, pod którými każdy przekonać się może co chwila o prawdziwości faktu. Więc trzeba się uciekać do tłumaczenia HÜFNERA, które on sam nazywa naciągnięciem. Co do mnie, przyznam się, że po każdej hipotezie oprócz tego, by się żadnemu znanemu faktowi nie sprzeciwiała wręcz, wymagam, by fakta znane naturalnie a nie nakręcone z niej wypływały, bo hipoteza, która dla wytłumaczenia każdego pojedynczego faktu wymaga szczególnych dodatków, przestaje być hipotezą, tj. podciągnięciem pewnej ilości znanych zjawisk pod jeden ogólny pogląd, a staje się raczej prostém omówieniem tychże zjawisk. Lecz wróćmy się tymczasem do czynionych już po dziś dzień zarzutów, i ich zbijania przez zwolenników téj teoryi.

Dawniej już przez VOLKMANN¹⁾ czyniony zarzut, że według teoryi YOUNGA punkt biały trzy razy większym się nam wydawać powinien, niż punkt równej wielko-

¹⁾ Handwörterbuch d. Physiol. III. 1.

ści, zabarwiony jedną z barw głównych, zbija się tём, że każda fala widzialna wszystkie trzy rodzaje włókien drażni, tylko w różnym stopniu.

Dalszy zarzut: Jeżeli każda fala światła drażni istotnie wszystkie trzy rodzaje włókien siatkówki, natenczas przy porażeniu jednego rodzaju włókien fala równomienna przecież jeszcze dwa inne rodzaje włókien drażni, poczucie ztąd wynikające powinno zatём przecież być barwne, a nie poczucie czarnego. HÜFNER zbijając ten zarzut, rozwodzi się bardzo obszernie nad tём, mając jednak zawsze tylko ten pojedynczy przypadek na względzie, że w upojeniu santoninowém przedmioty fioletkowe widzimy czarno.

Wystarczy tu, jeżeli tylko ostateczny wynik jego rozbioru przytoczę, który jest: Musimy przypuścić, że siła żywotna fal światła jest różną, a mianowicie tём większą, im fala jest dłuższą, dodając do tego, że tём przy równym stosunku większёjsiły potrzeba, by zadrażnić włókna obdarzone poczuciem czerwonego, niż by zadrażnić włókna obdarzone poczuciem zielonego, zaś najmniejszёj by zadrażnić włókna obdarzone poczuciem fioletkowego, to łatwo pojmiemy, że działanie fal najkrótszych po porażeniu właściwych włókien, może być za słabёm, by wywoływać uczucie jakiegokolwiek barwy.

Mamy więc znowu dodatek do hipotezy, lecz pomimo to nie wyjaśnia on, dla czego ta sama siła, która działa na te same włókna z dostateczną mocą, gdy włókna fioletowoczuje nie są porażone, by to uczucie zmodyfikować, w porażeniach tych włókien staje się zanadto słabą? — Ale idźmy dalёj, dla czego brzegiem siatkówki przedmioty czerwone widzimy w barwie czarnёj? Czy może siła bezwładności tych włókien tu

się ma w stosunku odwrotnym do téjże siły w innych częściach siatkówki!!

Nareszcie wiele zarzutów czyniono teorii YOUNG-HELMHOLTZA ze względu na zachowanie się Daltonistów, ci bowiem powinnyby się jednakowo zupełnie zachowywać, gdyby u wszystkich była jednaka przyczyna ich nieprawidłowego pocucia barw, tj. porażenie włókien obdarzonych pocuciem czerwonego, a przecież każdy z nich prawie inaczej widzi, a badany sposobem MAXWELLA ¹⁾, każdy prawie innemu zrównaniu barw odpowiada; to samo się tyczy ludzi, którzy zażyli santoninu. Rzecz tę jednak tłumaczy AUBERT ²⁾ tém, że jak mamy porażenie, tak możemy też mieć niedorażenie, a nareszcie któż wie, czy Daltonista zamiast włókien obdarzonych pocuciem czerwonego, nie posiada włókien obdarzonych pocuciem żółtego i t. d. a kończy na tém, że nie uważa badania Daltonistów za odpowiednie, by mózż w ogóle cokolwiek z a lub p r z e c i w teorii YOUNG-HELMHOLTZA wywodzić, z czém i HÜFNER się zgadza.

Na tém zakończam mój wywód ogólny. Wiem, że nie przytoczyłem nic takiego, coby nas przymusić mogło do porzucenia teorii, o którą chodzi; spodziewam się jednak, że to, com przytoczył, wystarczy, by zachwiać wiarę w tę teorię, i usprawiedliwi mnie, żem szukał za przyczynami achromatopsyi poza obrębem téj teorii. O ile mi się udało na innéj drodze wynaleść lub domniemać się tych przyczyn, wykaże przegląd pojedynczych przypadków.

¹⁾ Transactions of the Edinburgh Society. XXI.

²⁾ Physiologie der Netzhaut. 1864. I.

Zaczynam od braku pocucia czerwonego brzegami siatkówki, gdyż jestto zjawisko, które z łatwością i w każdej chwili na własnych oczach śledzić możemy.

Zjawisko w ogólności, tj. doświadczenie, że przy bardzo ukośném wpadaniu promieni do oka, barwy inaczej widzimy niż zwykle, znał już PURKYNE, a później je opisywali HELMHOLTZ, AUBERT i inni. — Pierwszy jednak, który stanowczo je określił jako brak pocucia czerwonego, i użył jako podpory dla teorii YOUNG-HELMHOLTZA był o ile mi wiadomo SCHELSKE ¹⁾.

Według SCHELSKEGO brzegiem siatkówki nie odróżniamy barwy czerwonej skrajnej we widmie od czarnej, a reszta barw przedstawia się nam jakby z domieszką zielonego, lub raczej zielonawo-niebieskiego; żółta zatem jakby trochę niebieskawa, niebieska jakby trochę zielonawa, fioletowa jakby ciemno-niebieska, zielona jakoby szara z domieszką niebieskiego; lecz tego ostatniego nie winniśmy pojmować tak, jakobyśmy brzegiem siatkówki zielonego nie zdolali poznać, tylko go od szarego nie odróżniamy, bo jak każdy przekonać się może i szary kolor nam się przy takiem doświadczeniu zielonawo-niebieskim wydaje.

Przystając zupełnie na ten opis, winienem tylko namienić, że dodatek oliwkowego do żółtego nie osłabia bynajmniej tego, com dodał do pierwszego zarzutu ROSEGO, zbijanego przez HÜFNERA, bo idzie tylko o to, czy wrażenie doznane umieścilibyśmy w widmie słoneczném pomiędzy czerwonym a zielonym, czy też pomiędzy zielonym a fioletowym.

¹⁾ Archiv für Ophthalmologie. IX. 2.

SCHELSKE wnosi z tych doświadczeń, że na brzegu siatkówki nie masz włókien obdarzonych poczuciem czerwonego. Jeżeli sobie jednak przypomnimy co HELMHOLTZ (l. c.) podaje, że przy silném oświeceniu przecież i brzegiem siatkówki barwę czerwoną rozpoznajemy, musimy w myśl teoryi powiedzieć, że i brzeg siatkówki posiada włókna obdarzone poczuciem czerwonego, lecz że te włókna już prawidłowo znajdują się w jakimś stanie podobnym do niedorażenia.

Jak SCHELSKE fakta przytoczone pomieszcza w teoryi YOUNG-HELMHOLTZA, nie będę tego powtarzał — a zresztą rzecz tę każdy obeznany z przedmiotem, łatwo sobie w myśli dopełni.

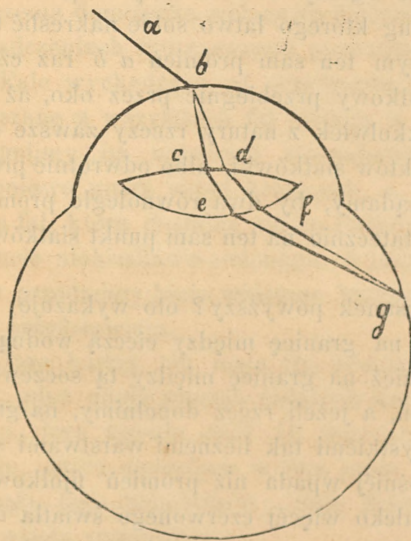
Innej przyczyny tego zjawiska domyśla się M. SCHULTZE ¹⁾. Dowiodłszy, że plamka żółta i zagłębienie jęj środkowe (*macula lutea et fovea centralis*) w oku żywém istotnie są żółto zabarwione barwikiem w bryłach, porościcielanym pomiędzy częściami nerwowemi a którego barwa jest tak nasyciona, że ją jeszcze przy mocnych powiększeniach (do 400 linearnie) dokładnie spostrzedz możemy, wnosi ztąd, że patrząc się sposobem zwyczajnym na przedmioty, to w prostém widzeniu te przedmioty bardziej żółto się nam wydają, zaś częściami bocznemi siatkówki przedmioty widziane tém samém bardziej niebiesko lub niebieskawo-zielono nam się wydawać winny, natomiast temi częściami przedmioty czerwone i żółte gorzej, zaś zielone i niebieskie lepiej widzimy.

Nie chcąc bynajmniej nie uznawać słuszności tego

¹⁾ Über den gelben Fleck der Retina, seinen Einfluss auf normales Sehen und auf Farbenblindheit. Bonn 1866.

twierdzenia, winienem jednak cały wywód uznać za niewyczerpujący przedmiotu, bo poprzestając na nim, musielibyśmy przyznać, że jakkolwiek plamką żółtą inaczey barwy widzimy niż resztą siatkówki, to przecież całą siatkówką poza plamką żółtą, tj. całą siatkówką pozbawioną owego barwika, jednakowo barwy widzieć powinniśmy. — Tak jednakże nie jest. Daltonizm z odaleniem od plamki żółtęj się wzmacza, i to bardzo szybko.

Przytoczę, jak ja sobie te zjawiska tłumaczę. Według zasad fizyki każdy promień światła na granicy dwóch środków przezroczystych różnej gęstości, tylko po części w ten drugi środek przechodzi, bo



częściowo zostaje odbitym. W różnych zresztą okolicznościach, tém więcej światła będzie odbitego, im ukośniej promień do granicy tych dwóch środków przezroczystych wpada. Różnice tu są bardzo znaczne i stają się jeszcze znaczniejsze, gdy zamiast jednęj takiej granicy, jest ich więcej (zob.

HELMHOLTZ l. c. str. 182 i 183). Promień przepuszczony zostaje złamanym, a to tém bardziej, im krótsze są jego fale.

Znajomość tych dwóch prawd fizycznych, tudzież budowy oka zdaje mi się wystarczać, by pojąć Daltonizm u brzegu siatkówki.

Przypatrzmy się figurze obok, która przedstawia nam przecięcie oka, na które wpada ukośny promień $a b$. Według powyższych prawd fizycznych ten promień będzie mniej załamanym, przejdzie zatem np. w linii łamanej $b d g$ aż do siatkówki, jeżeli jest czerwony; będzie zaś bardzo załamany i przejdzie np. linię $b c e g$, jeżeli jest fioletowy.

Nie chcę tą figurą wyrażać, że istotnie obadwa promienie właśnie trafiają ostatecznie na punkt g siatkówki, lecz chcę tylko dać ogólny wzór różnicy w przebiegu obu promieni, według którego łatwo sobie nakreślić tak przypadek, w którym ten sam promień $a b$ raz czerwony, drugi raz fioletowy przebiegnie przez oko, aż do dwóch różnych, jakkolwiek z natury rzeczy zawsze sobie przyległych punktów siatkówki, albo odwrotnie przypadek, w którym żądamy, by dwa równoległe promienie różnobarwne ostatecznie na ten sam punkt siatkówki trafiły.

Co wykazuje rysunek powyższy? oto wykazuje, że promień czerwony na granicę między cieczą wodną a soczewką oka, tudzież na granicę między tą soczewką a ciałkiem szklanym, a jeżeli rzecz dopełnimy, na granicę pomiędzy wszystkimi tak licznymi warstwami soczewki daleko ukośniej wpada niż promień fioletowy, że zatem w oku daleko więcej czerwonego światła odbitem zostanie niż fioletowego, ostatecznie że *ceteris paribus* znacznie mniej światła czerwonego do siatkówki się dostanie.

Oczekiwać zatem należy, że przy niedostatecznym oświetleniu fale odchodzące od przedmiotu czerwonego tak ukośnie do oka w znacznej ilości zostaną odbite, tak, że nareszcie część przepuszczona będzie niedostateczną, by siatkówkę do czynności pobudzić, wszakże przy nieco jaskrawszem oświetleniu odróżniamy barwę czerwoną brzegiem siatkówki. Wynikłość rzeczy wymaga, by w równych warunkach trudność odróżniania barw od czerwonej zaczawszy, stopniowo się zmniejszała, aż do fioletowej — tak też rzeczywiście bywa, jak to podaje HELMHOLTZ l. c. str. 300 i 301; równie wzmaganie się Daltonizmu z oddaleniem od plamki żółtej teraz pojmujemy. Zostaje tylko jeszcze do wytłumaczenia domięszka zielonawo-niebieskiego, którą w doświadczeniach SCHELSKIEGO poznaliśmy.

Fale wychodzące od przedmiotu białego, są to fale mieszane z wszystkich fal światła w pewnym stosunku, odejmijmy im najwięcej stosunkowo najdłuższych, a stopniowo mniej coraz krótszych, a pozostanie mieszanina fal, która dostając się do siatkówki, wznieci w niej uczucie niebieskawo-zielonego, w jakiej barwie też istotnie przedmioty białe widziane brzegiem siatkówki nam się przedstawiają.

Inne barwy też mają ten odcień zielonawo-niebieski, gdyż nigdy istotnie czystych barw nie mamy przed sobą, lecz zawsze obok fal jednolitych mamy światło białe, które zmienione w oku przez niejednostajne odbijanie jego składników, daje domięszkę, jaką rzeczywiście znajdujemy.

Jak rozmaite być muszą odcienie barw dostrzeganych, rzecz sama okazuje: rozmaita jasność barw używanych, rozmaity dodatek światła białego z jednej

strony, rozmaitość wykładników łamania się światła pojedynczych części oka, ich kształt (mianowicie rogówki) mniejsza lub większa asymetryczność w ułożeniu soczewki do osi rogówki i linii wzrokowej i t. d. z drugiej strony, bardzo wielki tu wpływ wywierają. Nie dziwię się też SCHELSKIEMU, jeżeli szczegóły przez siebie podane, np. granice miejsca tą wadą dotkniętego, odnosi tylko do swego indywidualnego oka, i dlatego zgadzam się z ROSEM, który (l. c.) uważa, że używanie tarcz wirujących MAXWELLA w takich razach do najrozmaitszych wypadków doprowadzić może.

Tak poprzestając na najprostszych prawidłach fizyki ogólnie znanych, i bez pomocy jakichkolwiek hipotez, zdołamy pojąć achromatopsyą dla barwy czerwonej przy bardzo ukośném wpadaniu promieni światła do oka. Ale zarzucić mi można zawsze jeszcze, że różnica kierunku, jaką w przebiegu fal światła najdłuższych i najkrótszych przez wnętrze oka przypuścić musimy, może być przecież nazbyt małą, by móżdż wyrzucić tak znaczny wpływ.

O ile taki zarzut jest usprawiedliwionym, starałem się przekonać doświadczalnie. Wyjąłem oko z królika świeżo zabitego, twardówkę, naczyniówkę i siatkówkę wyciąłem w małym obrębie tak, że otwór zajmował miejsce brzegowe siatkówki, a zasłaniając resztę twardówki, poniekąd prześwietlającą, by przez nią fale światła się dostawać nie mogły, patrzałem się przez ten otwór i rogówkę na skrawki papieru różnobarwnego. Przekonałem się, że tak widziane barwy taksamo się nam wydają, jak widziane brzegiem naszej siatkówki, tylko, że jeszcze bardziej strzedz się trzeba zbytniego oświetlenia, co pochodzi zapewne od odmiennych roz-

miarów pojedynczych części oka króliczego, jako też ztąd, że światło przez plamkę żółtą naszego oka przechodzić musi. Przy zachowaniu należytych ostrożności jest to nawet lepszy, bo nie męczący sposób badań tego rodzaju.

Dla mnie więc nie podlega wątpliwości, że dla wytłumaczenia sobie achromatopsyi brzegów siatkówki nie potrzebujemy do żadnych hipotez się uciekać, a doszedłszy do tego przeświadczenia, blizkiem było pytanie, czyliżby i inne rodzaje achromatopsyi nie dały się bez sztucznych hipotez pojąć. Bezpośrednio wziąłem się do badania achromatopsyi zrządzonój działaniem santoninu, ponieważ w tych działaniach nie trzeba czekać na przypadek, lecz doświadczenia potrzebne można każdego czasu przedsięwziąć.

Działanie santoninu na wzrok, pierwszy, o ile wiem opisał MERTINI ¹⁾ w r. 1858, a później zajmowali się tym przedmiotem PHIPSON, LEFÈVRE i inni — najobszerniej i najgruntowniej EDMUND ROSE ²⁾.

Doświadczenie jest bardzo proste: zażywa się 10 do 20 ziarn kwasu santoninowego lub santoninianu sodowego, a po 15tu mniej-więcej minutach już zmiany wzrokowe spostrzegać się dają. Doświadczenie to o tyle jest przykrém, że następują wielkie nudności, nawet wymioty, wielkie osłabienie, odurzenie i t. d. czuć się dają. Jak wspominałem już, sam nie powtarzałem tego doświadczenia, a to tém mniej, że wszyscy badacze, którzy je robili, skutki jednakowo zupełnie opisują.

¹⁾ Comptes rendus XLVII.

²⁾ Virchows-Archiv T. 16, 18, 19, 28 i 30, Archiv für Ophthalmologie VII. Poggendorffs-Annal. T. 126, Berliner klinische Wochenschrift 1865.

Skutki te, o ile się tyczą wzroku, są następujące: Z początku widzi się wszystkie przedmioty w barwie fioletowej; to trwa krótko, bo wnet następuje widzenie przedmiotów w barwie żółtej, lub zielonawo-żółtej, oliwkowej, przytem jednak przedmioty ciemne, czarne lub zaciemnione zdają się mieć odcień lub barwę fioletową. Przypatrując się widmu słonecznemu, to od strony fioletowej widzimy je krótsze, tj. nie odróżniamy miejsca światłem fioletowym oświeconego, od nieoświeconego, w małym stopniu i od strony czerwonej widmo jest krótszém. O wypadkach otrzymanych za pomocą tarcz wirujących MAXWELLA nie wspominam tu z poprzednio przytoczonych powodów, a z tych samych powodów przemilczam téż o trójkątach barw, jakie układano, jeden trójkąt z drugim bowiem téż się nie zgadza.

Oto są główne zjawiska. Zwolennicy teorii YOUNG-HELMHOLTZA mówią: santonin działa wyłącznie na włókna siatkówki obdarzone pocuciem fioletowego, a to w ten sposób, że ich działalność początkowo podwyższają (*hyperaesthesia*), a potem obniżają (*anaesthesia*). Że i od strony czerwonej widmo wydaje się być krótszém, o tém najchętniej przemilczają.

Rose jest przeciwnikiem teorii YOUNG-HELMHOLTZA, główne jego zarzuty powtórzyłem w części ogólnej tej rozprawki. Nasunęła mu się najprostsza myśl do wytłumaczenia zjawiska, a tą jest ogólna własność soli santoninowych, że w roztworze alkalicznym są fioletowe, zaś na świetle wnet taki roztwór przemienia barwę, błednie, i nakoniec w paru minutach staje się żółtym, oliwkowym. Mocz ludzi, którzy zażyli santonin po dodaniu potasowców żrących staje się fioletowym, mocz alkaliczny królików sam przez się jest fioletowy, jeżeli

królikowi to ciało zadaliśmy, a oba żółkną wkrótce na świetle. Jeżeli zatem przypuścimy, że santonin się w oku osadza, a że ciecze oka są alkaliczne, że tamże tę samą przemianę barw przebywa, będziemy mieli zjawisko wytłumaczone.

Badał ROSE barwę wszystkich części oka królika santoninem karmionego, ale nic nie znalazł odmiennego od oka prawidłowego, badał wziernikiem oczowym oko człowieka, który santonin był zażył - też nic nie znalazł, a ostatecznie, jakkolwiek przeciwnik teorii YOUNG-HELMHOLTZA zgadza się z tą teorią o tyle, że uważa całe złudzenie optyczne jako mające swą przyczynę w jakimś choć nieznaném dotąd, odmiennem działaniu nerwowém.

M. SCHULTZE (l. c.) nie zgadza się z tym wypadkiem ROSEGO, i sądzi, że przez zażywanie santoninu tworzy się więcej barwika żółtego w plamce żółtj oka, że jestto że tak powiem przemijający przerost owego barwika.

Że ROSE w oku królika upojonego santoninem nie znalazł tego barwika w siatkówce, to nie nie znaczy, bo królik nie ma w oku plamki żółtj, zatem nie ma tego barwika prawidłowego, o którego przerost chodzi, a kto nam zresztą powiedział, że królik po zażyciu santoninu żółto widział?

Że ROSE u ludzi wziernikiem nic nie znalazł, też nie nie dowodzi, bo różnica zabarwienia musiałaby być już bardzo znaczną, by ją mózż w ten sposób wysledzić — a tu jak doświadczenia SCHULTZEGO wykazują, bardzo mała różnica w barwie plamki żółtj wystarcza, by już znaczne odmiany widzenia wywołać, a nawet

te odmiany widzenia w upojeniu santoninowém nie są tak bardzo wielkie (str. 11).

Co zatem pozostaje? trzeba koniecznie mówi SCHULTZE badać oko świeże zwierzęcia upojonego santoninem, oko, które posiada plamkę żółtą, a że plamka żółta prócz u ludzi znachodzi się tylko jeszcze u małp, więc trzeba badać oko małpy — lecz dotąd SCHULTZE nie miał sposobności do tego. Nim jeszcze znałem pracę SCHULTZEGO, bo przed pół rokiem robiłem doświadczenia na królikach i kotach, i pokazałem je po części koledze RYDLOWI.

Myśl przewodnia przy tych doświadczeniach była ta: Podobieństwo w zachowaniu się santoninu w rozczynach alkalicznych co do barw i ich przemian do wymaganego zabarwienia części przezroczystych oka przed cząstkami czułnemi siatkówki, jest nazbyt wielkie, by nie przypuścić przecież, że przesiąknięcie tych części oka alkalicznych santoninem jest przyczyną złudzeń optycznych. Dotąd szukano żółtego zabarwienia, a to przeważnie pod mikroskopem; siatkówka itd. są prawidłowo żółtawe, stopniowanie tego koloru bardzo trudno odróżnić; ale rozczyny alkaliczne santoninu są pierwotnie fioletkowe. Jeżeli obecność santoninu w przezroczystych częściach oka jest przyczyną zjawiska, to te części powinny być pierwotnie zabarwione fioletkowo, i tak długo tę barwę zachować, jak długo światło na nie nie działa. Trzymałem zatem króliki białe w ciemnej skrzyni przez parę dni, posypując im przez ten czas jadło kwasem santoninowym, lub santonianem sodowym, zwierzęta takie jadło bez przymusu pożywają, i tylko chudną znacznie, mocz wydzielają czerwono-fioletkowy.

Po kilku dniach (czekałem umyślnie nieco dłużej, spodziewając się przez to otrzymać barwy bardziej nasyczone) zabiłem królika w ciemnym pokoju, wyjąłem mu oko i takowe do światła trzymałem, prześwieślało przez nie światło fioletowe, które jeszcze lepiej spostrzedz się daje, jeżeli się obok trzyma oko z białego królika zdrowego. Barwa po kilku minutach blednie, i przemienia się w żółtą, czyli raczej oliwkową — tę barwę jednak już trudniej rozpoznać i tu trzymanie prawidłowego oka króliczego tuż obok dla porównania, jeżeli nie niezbędnem, to przynajmniej jest bardzo przydatnem.

Która część oka jest zabarwioną? Rogówka nie, jak pierwszy rzut oka wykazuje i twardówka nie. Przyrządziłem sobie naczynko z kawałka rury szklanej przylepionego do szkiełka, jakimi się przykrywa przedmioty przy badaniach mikroskopicznych i oczerniłem to naczynie prócz dna. Wlałem do tego naczynia ciecz wodną, soczewkę i ciało szklane drugiego oka owego królika, i mogłem śledzić barwę, jaką te części oka w grubszych warstwach przedstawiają. Nie znalazłem nic odmiennego; ale wyjmując siatkówkę i rozłożoną na palcu trzymając do światła, z łatwością wolnem okiem jej zabarwienie fioletowe i żółknięcie na świetle spostrzedz zdołałem. Najpiękniej się doświadczenie wy-daje, jeżeli się na palcu siatkówkę w fałdy ułożoną trzyma i dopiero po żółknięciu ostatecznie rozciąga, wtenczas się widzi jeszcze pręgi fioletowe w tych miejscach, które były w głębi fałdów, zatem bardziej zacienione.

Doświadczenie to częstokroć powtarzałem na królikach, a wyjmowanie siatkówki także na kotach, a zawsze z jednakim skutkiem.

Nie potrzebujemy zatem do małp się uciekać, by się przekonać, że istotnie zabarwienie odmienne siatkówki jest przyczyną złudzenia wzrokowego. Nie jest to przerost lub tworzący się w nadmiarze barwik prawidłowy plamki żółtej, ale jest to po prostu przesiąkanie siatkówki santoninem. Santonin fioletowy ciągle do siatkówki się wypaca, i tam na świetle przemienia swą barwę w oliwkową, a to bardzo szybko. To nam tłumaczy wszystkie zjawiska jak najdokładniej; nie będę powtarzał zjawisk już przytoczonych i ich tłumaczenia, bo rzecz ta sama przez się jest zrozumiała, lecz kilka szczegółów przytoczyć mi trzeba, które dopiero przez moje doświadczenia jasnymi się stają.

Najprzód dowiadujemy się, dla czego badacze, którzy santonin zażywali, tak często okres fioletowego widzenia zabaczali — zażywali bowiem santonin nie strzegąc zwykle oka od światła, tak, że tenże dostawszy się do siatkówki, zaraz przybierał barwę żółtą. Przy urządzeniu doświadczenia takim, jak to HÜFNER uczynił (l. c. str. 311 i 312) z pewnością dostrzeżenie tego okresu udać się musi, i to bez poprzedniego widzenia żółto, jak to HÜFNER podnosi. Dalej mamy wytłumaczenie cieniów fioletowych. Jak długo upojenie santoninowe trwa, naczynia siatkówki tę istotę wypacają, a to w barwie fioletowej. W częściach siatkówki, na które światło jaskrawe (prawdopodobnie fale chemiczne) nie działa, wnet się namnoży santonin fioletowy, i że tak się wyrażę, zagłuszy żółty, jak i do-

lawszy do moczu santoninowego króliczego już żółtego, trochę takiego moczu fioletowego, wnet ten mocz się staje fioletowym i wszystkie przedmioty nam patrzącym się przez taki mocz, w barwie fioletowej się przedstawiają.

Dla tego w upojeniu santoninowém patrząc się na świecę przez szkło żółte, płomień jaskrawo żółtym się wydaje, zaś patrząc się przez cały szereg takich szkieł, które mało tylko światła przepuszczają, płomień ten przybiera barwę fioletową itd. Dla tego też HÜFNEROWI nie zniknęły cienie fioletowe, choć się patrzył przez szkło czerwone, które nic a nic żółtego światła nie przepuszczało (str. 314 i 315). Ostatecznie tłumaczy moje spostrzeżenie sprzeczność, w jaką SCHULTZE popadł, i którą HÜFNER (str. 312), którego cała rozprawa jest tylko zbijaniem zdań SCHULTZEGO, słusznie wytyka. Istotnie, gdyby pomnożenie się barwika żółtego w plamce żółtej było przyczyną złudzeń optycznych w upojeniu santoninowém, nie możnaby pojąć, jakim sposobem mógł SCHULTZE w tém upojeniu po raz pierwszy spostrzedz z całą dokładnością pęczki światła HAIDINGERA, które jak STOCKES wykazał, tylko w świetle niebieskiém, lub zawierającym dużo niebieskiego, się uwydatniają.

Lecz posłuchajmy jak SCHULTZE (l. c. str. 14 i 15) to doświadczenie opisuje. Wieczór zażył był 15 ziarn santoninianu sodowego, a nazajutrz rano zobaczył ową żółtą plamę w polu widzenia, ale niebezpośrednio, lecz zamknawszy poprzód oczy, by przez czas krótki odpoczęły. Plama wnet zbladła i znikła. Graniastosłup Nikola uwydatnił mu pęczki Haidingerowskie. Zażył koło południa 6 ziarn santoninianu sodowego, ale podczas widzenia przedmiotów żółto nie był w stanie rozpoznać

tych pęczków, które znów rozpoznał, gdy działanie santoninu minęło, i które odtąd, jakkolwiek nieco mniej wyraźnie zawsze widzieć zdoła, jak w ogóle przedmiot raz okiem dostrzeżony, potem już z łatwością odszukać zdołamy. Oczywiście, że nie żółte ale fioletkowe zabarwienie siatkówki mu dopomogło do spostrzeżenia pęczków Haidingera, czém sprzeczność cała zupełnie w prosty sposób się wyjaśnia.

Nie mając powodu wchodzić w dalsze zjawiska, jakie santonin wywołuje, opuszczam ten przedmiot i przechodzę do zjawisk achromatopsyi w ściślejszym znaczeniu tego słowa. Z tych zjawisk naprzód przytoczę zjawiska, jakie spostrzegamy przy wędnieniu nerwu wzrokowego, gdyż istnieje w tej mierze rozprawka, której doniosłości autor sam nie ocenia dostatecznie, a która według mego zdania może nam dostarczyć klucz do pojęcia odnośnych zjawisk achromatopsyi — mówię tu o rozprawce BENEDIKTA ¹⁾, który jako elektroterapeuta usiłował leczyć chorych cierpiących wędnienie nerwu wzrokowego, i jakby mimochodem robił z nimi doświadczenia dotyczące się ich poczucia barw.

Jak wiadomo JAEGER, który zwykł badać chorych wziernikiem ocznym przy słabszym oświetleniu, odróżnia dwie formy wędnienia nerwu wzrokowego, tj. wędnienie niebieskie i wędnienie białe, gdyż wzgórek nerwu wzrokowego przy tych badaniach raz przedstawia się w barwie niebieskiej lub niebieskawo-zielonej, drugi raz w barwie lśniąco białej. Przy bardzo mocnym oświetleniu ta różnica barw niknie, jak

¹⁾ Archiv für Ophthalmologie X. 2.

w ogóle trudno przy jaskrawém bardzo oświetleniu, przy domieszaniu zatém wiele światła białego, barwy rozróżniać.

Otóż BENEDIKT trzymając się rozpoznania według JAEGERA, opisuje 6 przypadków wędnienia nerwu wzrokowego, w których badał pocucie barw u tych chorych. Opisuje on 4 przypadki wędnienia niebieskiego nerwu wzrokowego (*atrophia nervi optici cum decoloratione coeruba*) tj. jego przypadki 1, 2, 3 i 6. Wszyscy ci chorzy widzą barwy, jak je Daltoniści (II. klasa SEEBECKA) widzieć zwykli, a rzecz jest łatwą do pojęcia, przy zabarwieniu niebieskawo-zieloném siatkówki.

Reszta przypadków 4 i 5 różnie się zachowują chory 4ty nie odróżniał czerwonego, zielonego i fioletowego, chory 6ty, cierpiący padaczkę, przezco ma umysł przytępiony, żółte nazywa niebieskiem, niebieskie i fioletkowe czarném, przypomina to różnorodność wypadków, jakie SEEBECK przy badaniu swój pierwszej klasy otrzymał.

Przypomnijmy sobie, co HELMHOLTZ (l. c. str. 317) o wpływie oświecenia na pocucie barw mówi, jak przy różnie jasném oświetleniu raz jedna, drugi raz druga barwa jaśniejszą, lub ciemniejszą, aż do czarnego się nam wydaje, to nie zdziwimy się, jeżeli chory, którego siatkówka straciła wiele swój przezroczystości, kolory odmiennie widzi, a to każdy chory inaczej, według stopnia zaćmienia jego siatkówki.

BENEDIKT sam był już na dobrej drodze, mówiąc, że mu się z początku zdawało, że tylko przy wędnieniu niebieskiem chorzy stają się Daltonistami, później

jednak zeszedł z téj drogi, mieszając obie klasy achromatopsyi SEEBECKA między sobą.

Przechodząc w końcu do achromatopsyi wrodzonej, tj. do achromatopsyi pojawiającej się u ludzi bez cierpienia siatkówki, zachodzi pytanie, czy i tu błękitne zabarwienie lub zmniejszona przezroczystość téj błony jest powodem odmiennego poczucia barw?

Widzę przed sobą dwie drogi badania; raz badanie żywego oka wzornikowe sposobem JAEGERA, a drugi raz badanie oczu tą wadą dotkniętych po śmierci, dla którego SCHULTZE, który tę samą myśl porusza, podaje bardzo stósowne sposoby.

Ubiegałem się za Daltonistami, ale zdołałem tylko jednego wynaleść, który się badaniu wzornikowemu poddał, był to słuchacz wydziału lekarskiego p. B... Nie będąc wprawnym w badanie wzornikiem, uprosiłem kolegę RYDLA, który też nie odmówił.

Badanie wykazało, że wzgórek nerwu wzrokowego u pana B. istotnie jest barwy niebieskawej — ale p. B. ma głębokie i bardzo rozległe zagłębienie fizyologiczne, w obrębie którego z powodu cienkości warstwy masy nerwowej bywa tarcza nerwowa zazwyczaj niebieskawo zabarwiona — więc i to doświadczenie nie dało wypadku pewnego. Co do drugiej drogi badania uprosiłem kolegę GILEWSKIEGO i Dra BARZYCKIEGO, by zechcieli badać mocniej chorych w odpowiednich zakładach względem ich poczucia barw, bym w razie śmierci mógł otrzymać ich oczy. Pomimo przeszło półrocznego starania się tych kolegów, nie napotkali odpowiedniego przypadku.

O téj, że tak powiem prawidłowej achromatopsyi zatem nie prócz domysłów wyrzec nie mogę, podaje

zatem pracę niedokończoną, a uważam za obowiązek wytłómaczyć się, dla czego, wstrzymawszy się z ogłoszeniem tego ułamku przez przeszło pół roku, teraz z nim występuję. Przyczyną jest, że teraz poznałem prace SCHULTZEGO i HÜFNERA, a widząc pierwszego na dobrej drodze, nie chciałem dopuścić, by te kilka szczegółów, które mi się wykryć udało, kto inny przedemną ogłosił, a z drugiej strony półroczne czekanie mnie przekonało, że nie tak rychło dokończenia spodziewać się należy, więc wolę podać moje zapatrywanie się, by móżdż też i z kądinąd wyglądać poparcia lub zbicia onego.

Po zebraniu tego, com tu wyłożył, okazuje się, że przyczyna achromatopsyi może być w siatkówce, a nie być odmienném działaniem nerwowém, w ściślejszém znaczeniu tego słowa, że istotnie tak jest, wykazałem dla niektórych przypadków, a dla innych uczyniłem to podobném do prawdy. Gdyby się udało to, co uważam za podobne do prawdy udowodnić, natenczas zjawiska achromatopsyi i teoria YOUNG-HELMHOLTZA nie miałyby już wcale nic wspólnego, i pozostałoby tylko pytanie, czy utrzymanie téj teoryi dla innych zjawisk nie byłoby jeszcze pożądaném.

Teoria ta prócz achromatopsyi tłumaczy nam li jeszcze zjawiska powidoków, a to przyznaję w bardzo piękny sposób, powstawania zaś barw podmiotowych przez przeciwieństwo (contrast) nie tłumaczy, i zjawiska dotyczące nie dają się w téj teoryi pomieścić, choćbyśmy nawet chcieli przypuścić tu pewien rodzaj tamowania nerwowego, o czém ROLLET ¹⁾ napomyka, a prze-

¹⁾ Sitzungsberichte d. Wiener Akademie LV. Bd. II. Abth. Mai 1867.

cież obydwu te rodzaje zjawisk muszą mieć przyczynę wspólną. Co do mnie, po odjęciu tej teorii podpory głównej jaką miała w zjawiskach achromatopsyi, pomimo, że jej mylność nie da się wykazać, chętnie się z nią rozstaję, bo jest nazbyt zawilą, a za mało tłumaczy.

Kończąc składam tu dzięki kolegom, którzy mnie w tej pracy wspierali.