

oraz obrzęk spojówki znacznie się zmniejszył, natomiast ostrość wzroku znacznie się obniżyła. U osób, które nie wyraziły zgody na zabieg oraz u których odstąpiono od zabiegu, ze względu na wysokie ryzyko powikłań operacyjnych, ostrość wzroku utrzymała się bez zmian (6). Spencer obserwował trzech chorych z przetoką bezpośrednią, u których zastosowano leczenie chirurgiczne, w następstwie czego doszło do znacznego pogorszenia stanu i utraty oka. Badaniem histopatologicznym stwierdzono rozległą martwicę z obecnymi komórkami zapalnymi, bez cech wtórnej infekcji. Według autora, zmiany hemodynamiczne, tzn. zmniejszenie perfuzji przez podwiązanie tętnic szyjnych, doprowadziły do pogłębienia stanu niedotlenienia tkanek, prowadząc do martwicy rozprzecznej tkanek oka (7). Henderson obserwował utratę widzenia po stronie przetoki u trzech spośród 17 chorych z przetoką jamistą po interwencji chirurgicznej. U większości chorych wytrzeszcz gałki ocznej znacznie się zmniejszył po podwiązaniu tętnicy szyjnej wewnętrznej, przede wszystkim u tych osób, u których podwiązano także tętnicę oczną (4). Hanneken i wsp. zastosowali inną metodę leczenia chirurgicznego, tzn. zamknięcie przetoki za pomocą baloników wprowadzonych przez żyłę oczodołową górną i zatokę jamistą. U czterech chorych z przetoką jamistą objawy cofnęły się całkowicie po zastosowaniu tej metody operacyjnej. U chorych nie wystąpiły żadne powikłania śród- i pooperacyjne (2). Autorzy uważają, że głównym czynnikiem powodzenia tej operacji jest odpowiednia współpraca okulisty, neurochirurga oraz neuroradiologa w czasie zabiegu. Na podstawie dotychczasowych obserwacji można stwierdzić, że decyzja o podjęciu leczenia operacyjnego przetoki powinna być rozważona po wnikliwej ocenie zagrożenia narzą-

du wzroku, stanu hemodynamicznego przetoki oraz ryzyka powikłań pooperacyjnych.

Piśmiennictwo

1. Buus D.R., Tse D.T., Parrish R.K.: *Spontaneous carotid cavernous fistula presenting with acute closure glaucoma*. Arch. Ophthalmol., 1989, 107, 596-597.
2. Hanneken A.M., Miller N.R., Debrun G.M.: *Treatment of carotid-cavernous fistulas using a detachable balloon catheter through the superior ophthalmic vein*. Arch. Ophthalmol., 1989, 107, 87-92.
3. Harbison J.W., Guery D., Wiesinger H.: *Dural arteriovenous fistula and spontaneous choroidal detachment: new cause of an old disease*. Br. J. Ophthalmol., 1978, 62, 483-490.
4. Henderson J.W., Schneider R.: *The ocular findings in carotid-cavernous fistula in a series of 17 cases*. Br. J. Ophthalmol., 1959, 48, 585-596.
5. Leonard T.J.K., Moseley I.F., Sanders M.D.: *Ophthalmoplegia in carotid cavernous sinus fistula*. Br. J. Ophthalmol., 1984, 68, 128-134.
6. Sanders M.D., Hoyt W.F.: *Hypoxic ocular sequelae of carotid-cavernous fistulae*. Br. J. Ophthalmol., 1969, 53, 82-97.
7. Spencer W.H., Thompson H.S., Hoyt W.F.: *Ischaemic ocular necrosis from carotid-cavernous fistula*. Br. J. Ophthalmol., 1973, 57, 145-152.
8. Troost B.T., Glaser J.S.: *Aneurysms, arteriovenous communications and related vascular malformations*. Duane's Ophthalmology – CD, Vol. 2, Chapter 17, J.B. Lippincott, Hagerstown, 1998.
9. Tucker S.M.: *Vascular lesions of the orbit*. Duane's Ophthalmology – CD, Vol. 2, Chapter 37, J.B. Lippincott, Hagerstown, 1998.

Praca wpłynęła do Redakcji 15 czerwca 1998 r. (681)

Prace poglądowe

Stosunek prędkości poruszania się obrazu prawdziwego do prędkości obrazu rzekomego w dwojeniu badanym metodą zegarową

The mutual relationship between the velocities of the real and apparent image in diplopia examined by using the clock method

Adam Maciejasz

Abstract: From a perspective of 34 years' experience of using the clock method to examine ophthalmoplegia, the author assesses the utility of this method and discusses the ensuing principles. He gives a thorough analysis of the principle which states that if the real image traverses a circular (or semi-circular) path then the apparent image moves in the same time along an elliptic (or semi-elliptic) path. According to his calculations the velocity of the apparent image is greater than the velocity of the real image and proportional to the magnitude of the disparation. The velocity of the apparent image is also important in the process referred to by earlier authors as "diplophobia". The present author gives his own simplified formula for the calculation of the circumference (or surface area) of the ellipse.

Słowa kluczowe: metoda zegarowa, porażenie mięśni ocznych, prędkość obrazu prawdziwego i rzekomego

Key words: the clock method, diplopia, ellipse, velocity of object, velocity of apparent image

Badając porażenia i niedowłady mięśni ocznych od 34 lat posługuję się metodą zegarową. Jest to dostatecznie długi czas, aby móc pokusić się o własną refleksję nad przydatnością tej metody (1-3). W tym okresie zbadałem ponad 500 przypadków dwojenia, różnej etiologii i różnej skali trudności. Postawienie prawidłowego rozpoznania nie stwarzało zbyt wiele problemów. Pragnę nadmienić, że tylko w jednym przypadku 42-letniego lekarza, u którego dwojenie wystąpiło po urazie komunikacyjnym, w czasie pierwszego badania nie udało mi się ustalić prawidłowego rozpoznania, gdyż w badaniu brak było momentu R/M (M – moment mijania, R – moment równania). Dopiero po 24-godzinnej obturacji oka lewego w kolejnym badaniu wystąpił mo-

ment M w miejscu wskazującym na niedowład mięśnia skośnego górnego oka lewego (OL). Metoda zegarowa, podobnie jak większość nowych metod, pozwala na inne niż dotychczas spojrzenie na istotę zagadnienia, a zatem wnosi nowe wartości wzbogacające wiedzę, której dotyczy. Celem tej pracy jest wykorzystanie możliwości metody zegarowej do oceny szybkości obrazu prawdziwego i rzekomego przy założeniu, że obrazy te znajdują się w ruchu. Dokonując analizy momentu R/M, zmuszony byłem spojrzeć na dobrze znane zagadnienie nieco inaczej. Chodzi o podział mięśni ocznych, których dla własnych dociekań wyodrębniłem dwie grupy: mięśnie o działaniu prostym (mięsień prosty boczny i przyśrodkowy) i mięśnie o działaniu złożonym (pozostałe). Jest rzeczą godną uwagi, że przy porażeniu mięśni pierwszej grupy moment R/M zlokalizowany jest w strefie maksymalnej dysocjacji, zaś w przypadkach porażenia mięśni o działaniu złożonym przesunięty jest względem tej strefy o kąt ok. 30°. Dla skonstruowania „schematu uniwersalnego” (2) konieczne okazało się określenie wzajemnego stosunku między

Z Oddziału Okulistycznego Okręgowego Szpitala Kolejowego w Krakowie
Ordynator: dr med. Adam Maciejasz

Adres do korespondencji (Reprint requests to):
Dr med. Adam Maciejasz
ul. Królewska 12/5a
30-045 Kraków

komponentem agonistycznym i antagonistycznym mięśni ocznych drugiej grupy. Okazuje się, że stosunek ten układa się według pewnej prawidłowości (2): dwa dowolnie wybrane mięśnie o działaniu złożonym mają jeden tylko komponent agonistyczny, dwa antagonistyczne zaś w jednym kierunku nie działają. Konstruując „schemat uniwersalny”, odwołałem się do innego prawa w celu uniknięcia rozważań, uwzględniających podwójną inwersję obrazu w obrębie analizatora wzrokowego. Prawo to można sformułować tak: obraz dowolnego przedmiotu, powstający w świadomości, ma ten sam kierunek w przestrzeni, co jego rzut geometryczny na powierzchni rogówki. W oparciu o metodę zegarową można sformułować kolejne, trzecie prawo, dotyczące relacji między szybkością poruszania się obrazu prawdziwego i rzekomego. Jeżeli obraz prawdziwy wykonuje ruch po obwodzie koła, wówczas w tym samym czasie obraz rzekomy wykonuje ruch po obwodzie elipsy. Koło i elipsa mają jeden promień, a zatem koło jest wpisane w elipsę. Jak łatwo domniemać, obwód wyżej wymienionej elipsy jest liniowo dłuższy od obwodu koła, dlatego ruch obrazu pozornego jest szybszy niż ruch obrazu prawdziwego. Szybkość obrazu pozornego jest proporcjonalnie większa i zależy od wielkości dysparacji. A zatem im większa dysparacja, tym większa jest szybkość obrazu pozornego. Ta ogólna hipoteza wymaga jednak dowodu matematycznego.

W geometrii elipsę zdefiniowano jako miejsce geometryczne punktów płaszczyzny, których suma odległości od dwóch ustalonych punktów, zwanych ogniskami, jest stała. Z tej definicji wyprowadzono wzory na obwód i powierzchnię elipsy. Wzory te, łatwe dla przeciętnego matematyka, dla przeciętnego lekarza są trudne i zawile. Gwoli uproszczenia zagadnienia przyjąłem, że elipsa jest odkształconą (spłaszczoną) postacią koła, a więc łatwo jest matematycznie przywrócić jej pierwotną postać koła i wtedy wzór na obwód elipsy daje się wyprowadzić ze wzoru na obwód koła. Zgodnie z tą intencją wyprowadziłem łatwy wzór, który jednak jest prawdziwy, choć obarczony drobnym błędem, o czym będzie jeszcze mowa.

$$e = 2\pi (r_1 + d/2)$$

$$d = r_2 - r_1$$

e – obwód elipsy

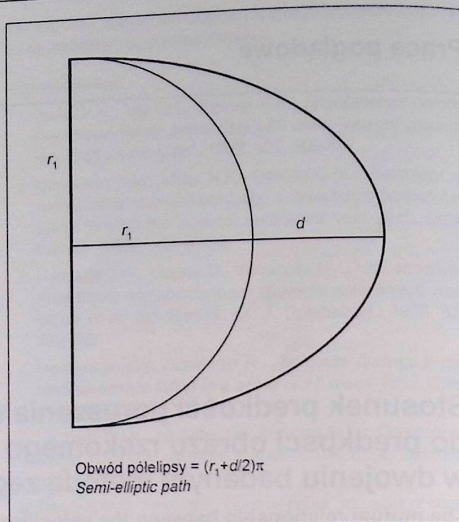
r_1 – długość osi krótszej elipsy

r_2 – długość osi dłuższej elipsy

d – różnica między osią dłuższą i krótszą elipsy; w niniejszych rozważaniach oznacza także dysparację.

Matematycznej weryfikacji wzoru dokonał Piotr Leśniewski, pracownik naukowy Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie, i stwierdził, że jeżeli dysparacja osiąga wartość 10° , to błąd wynosi $0,06\%$, przy wartości 50° błąd sięga 3% , zaś powyżej 50° wzrasta do 17% . W rzeczywistości błąd ten jest o połowę mniejszy, gdyż w rozważaniach szczegółowych wystarczy posłużyć się półkołem i półelipsą.

Z dużą pewnością można założyć, że błąd tego rzędu nie dyskwalifikuje wzoru na obwód elipsy, gdyż bardziej chodzi o zasadę niż o bezwzględną ścisłość matematyczną. Przechodząc do części szczegółowej pragnę przypomnieć, że tarcza urządzenia zegarowego odzw-



Obwód półelipsy = $(r_1 + d/2)\pi$
Semi-elliptic path

Ryc. 1.
Fig. 1.

rowana jest z tablicy Björnuma, a więc obejmuje płaszczyznę w kształcie koła w zakresie 30° , widzianą z odległości 1 m. Promień tego koła ma długość 57,7 cm, zaś obwód 326,35 cm (1). Dla matematycznego zilustrowania swojej tezy posłużyłem się przykładem niedowładu mięśnia prostego bocznego oka prawego z dysparacją rzędu 10° . Ponieważ w takim przypadku dwojenie nieskrzyżowane obejmuje jedynie prawą połowę obuocznego pojedynczego pola widzenia, dlatego analizie poddano prawe półkoło wpisane w prawą półelipsę. Długość liniową półkoła otrzymuje się mnożąc promień przez ludorfinę, co daje wynik 181,17 cm. Na zegarze, gdy oświetlona wskazówka znajdzie się w 0° skali PZ, wówczas obraz rzekomy widoczny będzie w miejscu odległym o 10° na zewnątrz, czyli o 40° od środka aparatu. Według odczytu z czterocyfrowych tablic matematycznych oś długa elipsy (r_2) wyraża się wartością 83,91 cm, zaś dysparacja (d) równa się 26,21 cm ($d = 83,91 - 57,70 = 26,21$). Stosując wzór na półelipsę i podstawiając wartości liczbowe otrzymamy równanie:

$$e/2 = \pi (r_1 + d/2)$$

co daje wynik 222,6 cm. Jeśli założymy np., że obraz prawdziwy pokonuje obwód półkoła w czasie 10 s (181,17 cm), to w ciągu tych samych 10 s obraz rzekomy porusza się po obwodzie półelipsy (222,6 cm). Łatwo jest więc obliczyć, że obraz prawdziwy porusza się z prędkością 18,7 cm/s, zaś obraz rzekomy – z prędkością 22,2 cm/s. Dowolne przykłady można mnożyć w nieskończoność, choć wniosek jest jeden: obraz rzekomy porusza się szybciej niż prawdziwy, a jego szybkość proporcjonalnie wzrasta ze wzrostem dysparacji.

Omówienie i wnioski

Dawniej autorzy mianem „diplofobii” określali zespół procesów adaptacyjnych, występujących w niedowla-

dach i porażeniu mięśni ocznych. To całkowicie nieaktualne pojęcie zostało z biegiem lat uściślone przez określenie roli pojedynczych mechanizmów przystosowawczych, mających na celu eliminację dwojenia, powstającego od zasłaniania czy mrużenia jednego oka, skreślenia głowy w kierunku działania mięśnia porażonego, aż do swoistej „reakcji łańcuchowej”, polegającej na przykurczu antagonisty ipsolateralnego i synergisty heterolateralnego oraz rozluźnieniu antagonisty heterolateralnego, co zwiększa odświeżenie obrazu rzekomego na obwód siatkówki, a więc na miejsce o gorszej zdolności rozdzielczej. Czynnikiem ułatwiającym procesy adaptacyjne jest krótki czas konfuzji, która tym szybciej ustępuje, im szybciej obraz rzekomy znajdzie się w miejscu o gorszej zdolności rozdzielczej (jeżeli ustępuje). Tym należy tłumaczyć znany powszechnie fakt, iż duże niedowłady i porażenie mięśni ocznych jest mniej

dokuczliwe niż małe niedowłady ze stałą konfuzją przy patrzeniu w kierunku działania niedowładnego mięśnia i powolnym ruchem obrazu rzekomego w miejscu siatkówki o stosunkowo dobrej zdolności rozdzielczej. Do szóstego roku życia dziecka podstawową rolę w eliminacji dwojenia odgrywa supresja.

Piśmiennictwo

1. Maciejasz A.: Diagnostyka porażenia mięśni ocznych metodą zegarową. Klin. Oczna, 1968, 38, 199-204.
2. Maciejasz A.: Istota momentu R/M. Klin. Oczna, 1970, 40, 63-67.
3. Maciejasz A.: Kilka uwag o zespole Stillinga-Turka-Duane'a, na podstawie wyników badania metodą zegarową. Klin. Oczna, 1974, 44, 799-803.

Praca wpłynęła do Redakcji 4 lipca 1997 r. (569)