

W obrazie prezentacji B różnicowanie odwarstwienia siatkówki i błon proliferacyjnych jest możliwe na podstawie ich echogeniczności kształtu, przebiegu i ruchomości (1, 3, 8, 11). Układ zmian zazwyczaj tworzy charakterystyczne formacje, łączące się z tarczą nerwu wzrokowego (6, 8, 11). Nie zawsze jednak, zwłaszcza przy obecności licznych i różnorodnych zmian, określenie położenia siatkówki jest możliwe (1, 3, 6, 7). Zastosowanie technik dopplerowskich pozwala na zlokalizowanie poszczególnych warstw ściany gałki, a obrazowanie odgałęzień t.ś.s. przemierzonych wraz z siatkówką umożliwia potwierdzenie odwarstwienia. Badanie może okazać się przydatne zwłaszcza w różnicowaniu współistniejącego odwarstwienia i zmian o charakterze proliferacyjnym, w retinopatiach – cukrzycowej i wcześniaków oraz w rozległych zmianach pozapalnych i pourazowych (10).

Korzystniejsze warunki dla obrazowania przepływu, zwłaszcza przy zastosowaniu techniki CD, istnieją w wysokim uniesieniu siatkówki (2, 4). Przyczyną postrzeganych w pracy niepowodzeń mogły być: brak głównych odgałęzień t.ś.s. w obrębie pęcherza, zbyt wolny przepływ lub zbyt krótki czas efektywnego obrazowania (ograniczeniem metod jest duża wrażliwość na artefakty ruchowe: ruchy gałki, głowy, wibracje tkanek związane z płaczem). Przeprowadzenie badania, zwłaszcza z oceną drobnych naczyń siatkówki, wymaga względnego bezruchu i może być czasochłonne (szczególnie przy badaniu młodszych dzieci). Należy pamiętać, że moc fali używanej w badaniach przepływu jest około 60-100 razy większa od stosowanej w prezentacji B, stąd pomimo nienotowania efektów ubocznych jest zalecane ograniczanie czasu ekspozycji (9).

Piśmiennictwo

1. Azzolini C., Pierro I., Candino M., Brancato R.: *Reliability of preoperative ultrasonography evaluation for vitreoretinal surgery*. Eur. J. Ophthalmol., 1994, 4, 82-90.

Praca wpłynęła do Redakcji 5 lipca 1996 r. (465)

2. Canning C.R., Restori M.: *Doppler ultrasound of orbital vessels*. Aust. N. Z. J. Ophthalmol., 1988, 16, 229-233.
3. DiBernardo C., Blodi B., Frazier-Byrne S.: *Echographic evaluation of retinal tears in patients with spontaneous vitreous hemorrhage*. Arch. Ophthalmol., 1992, 110, 511-514.
4. Erickson S.J., Hendrix L.E., Massaro B.M., Harris G.J., Lewandowski M.F., Foley W.D., Lawson T.L.: *Color Doppler Flow Imaging of the Normal and Abnormal Orbit*. Radiology, 1989, 173, 511-516.
5. Hassani S.N., Bard R.L.: *Real time ophthalmic ultrasonography*. Radiology, 1978, 127, 213-219.
6. Koraszewska-Matuszewska B., Samochowiec-Donocik E., Papież M., Rynkiewicz E.: *Obrazowanie ultrasonograficzne odwarstwień siatkówki w retinopatii wcześniaków*. Klin. Oczna, 1993, 95, 343-345.
7. Kwong J.S., Munk P.L., Lin D.T., Vellet A.D., Levin M., Buckley A.R.: *Real-time sonography in ocular trauma*. A. J. R., 1992, 158, 179-182.
8. McNicholas M.M., Brophy D.P., Power W.J., Griffin J.F.: *Ocular trauma: evaluation with US*. Radiology, 1995, 195, 423-427.
9. Rubin J.M., Bude R.O., Carson P.L., Bree R.L., Adler R.S.: *Power Doppler US: a potentially useful alternative to mean frequency-based color Doppler US*. Radiology, 1994, 190, 853-856.
10. Stefańczyk L., Mysior M., Gralek M., Czajkowski J., Wojciechowski A., Jędrzejczyk S.: *Kolorowa ultrasonografia dopplerowska w diagnostyce naczyń gałki ocznej i oczodołu*. Klin. Oczna, 1994, 96, 305-308.
11. Załęcki K., Napierała A., Kocięcki J.: *Obraz ultrasonograficzny odwarstwienia siatkówki ze zmianami proliferacyjnymi (PVR) w projekcji B*. Klin. Oczna, 1993, 95, 296-298.

Prace oryginalne

Klinika Oczna 1996, 98 (4): 291-293
ISSN 0023-2157 Indeks 362 646

Zastosowanie stereofenomeny Pulfricha do oceny widzenia stereoskopowego

Application of Pulfrich's phenomenon in determining stereopsis

Andrzej Kowalczyk, Lech Bieganowski¹

Purpose: To check whether a test based on Pulfrich's stereophenomenon can be applied to determine stereopsis.
Material and methods: The group of 24 patients with normal visual acuity and stereopsis and 15 with amblyopia without stereopsis were tested with Pulfrich's pendulum test.
Results: This method yielded 24 positive and 15 negative cases confirming the previous assessments. Neither false positive nor false negative cases were recorded.
Conclusion: The simplicity and reliability of this method in determining stereopsis provide arguments for its widespread use.

Słowa kluczowe: widzenie stereoskopowe, stereofenomen Pulfricha

Key words: stereopsis, Pulfrich's phenomenon

Efekt Pulfricha, zwany też stereofenomenem, polega na wystąpieniu złudzenia ruchu po elipsie, podczas gdy w rzeczywistości ruch odbywa się w jednej płaszczyźnie. Najłatwiejszym sposobem uzyskania tego efektu jest obserwacja ruchu wahadła poruszającego się w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny czołowej badanego.

Zjawisko to zostanie dostrzeżone wtedy, gdy przed jednym okiem obserwatora będzie umieszczony filtr, ale poruszające się wahadło będzie oglądane obuocznie. Rolę filtru może pełnić np. szkło z okularów przeciwsłonecznych. Po kilku sekundach obserwacji badany stwierdził, że ruch wahadła odbywający się w płaszczyźnie zmienia się w ruch eliptyczny. Jeśli filtr znajduje się przed okiem prawym obserwatora, to odnieśli on wrażenie, że ruch wahadła odbywa się w kierunku

ku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Umieszczenie filtru przed okiem lewym powoduje odczucie ruchu wahadła po elipsie w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara.

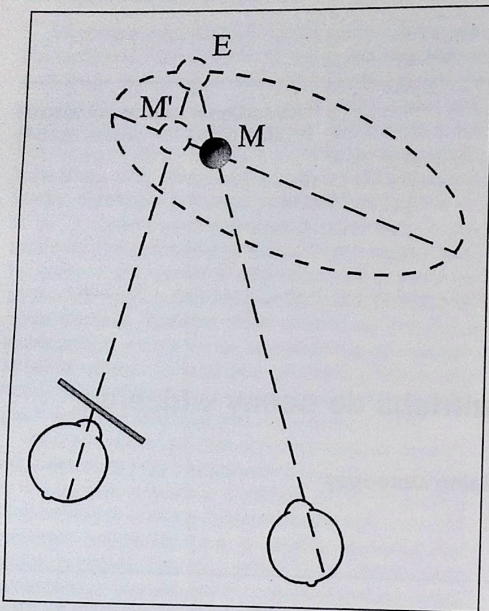
Powstanie przedstawionego zjawiska tłumaczy się występowaniem opóźnienia w dotarciu wrażenia wzrokowego od oka, przed którym znajduje się filtr (1-3, 5-8). Opóźnienie zaś spowodowane jest mniejszą luminancją przedmiotu obserwowanego przez filtr i zależy od gęstości optycznej filtru. Inna teoria wyjaśnia efekt Pulfricha wydłużaniem się okresu tłumienia fizjologicznego, związanego z sakadycznym ruchem gałek ocznych (*saccadic suppression*), w miarę zmniejszania się luminancji oglądanego obiektu (4).

Początkowo efekt pogłębia się wraz ze wzrostem gęstości optycznej filtru i osiąga maksimum, natomiast w przypadku bardzo dużej gęstości optycznej – gdy filtr praktycznie całkowicie blokuje bodźce świetlne dochodzące do oka – zjawisko zanika. Dodać należy, że chociaż istnieją modyfikacje opisanego wyżej eksperymentu, to wszystkie są objaśniane spowolnieniem reakcji na bodziec świetlny (2, 3). Złudzenie to, opisane w piśmiennictwie polskim (5, 6), znalazło zastosowanie w diagnostyce okulistycznej (7). Uzyskane przez autorów prac wyniki wskazują na korelację tzw. spontanicznego efektu Pulfricha (występował on bowiem w czasie śledzenia ruchu wahadła, gdy

Z Zakładu Biofizyki Molekularnej Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu
Kierownik: prof. dr hab. Aleksander Balter

¹Z Oddziału Okulistycznego Wojewódzkiego Szpitala Zespolonego im. Ludwika Rydygiera w Toruniu
Ordynator: dr n. med. Lech Bieganowski

Adres do korespondencji (Reprint requests to):
Dr hab. Andrzej Kowalczyk
Instytut Fizyki Uniwersytetu M. Kopernika
ul. Grudziądzka 5/7
87-100 Toruń



Ryc. 1. Powstawanie wrażenia ruchu po elipsie podczas obserwacji harmonicznego ruchu obiektu (wahadła) w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny czołowej obserwatora. Jeżeli ciało porusza się ze strony lewej do prawej, a bodziec z oka lewego jest opóźniony, to dochodzi do fuzji obrazu ciała w położeniu M (prawe oko) z obrazem ciała w położeniu wcześniejszym M' (lewe oko). W rezultacie obserwator postrzega ciało w pozycji E

Fig. 1. Illusions of movement along ellipse during observation of harmonic pendulum movement in a parallel plane to the frontal plane of the observer. If the object moves from the left to the right side and the stimulus from the left eye is delayed then the image of the object in position M (right eye) becomes fused with the image of the object in the previous position M' (left eye). As a result the observer perceives the object in position E

wzręczność do +3,0 D wykazano u 3 osób, krótkowzręczność do -3,0 D – u 4 osób, a niezborność krótkowzręczną do -2,0 D – u 3 badanych. Jednak i te osoby po korekcji miały pełną ostrość wzroku 5/5 dla obojga oczu. Wśród badanych było 14 kobiet i 10 mężczyzn. Wiek ich wahał się od 19 do 55 lat.

Grupę drugą stanowiło 15 osób dobranych spośród pacjentów z niedowidzeniem znacznego stopnia jednego oka – od 2/50 do 5/50 z korekcją – i pełną ostrością wzroku oka drugiego, także z korekcją. Pod względem stanu refrakcji dominowała w tej grupie nadwzręczność i niezborność nadwzręczna. Poza niedowidzeniem i wadą refrakcji nie stwierdzono innych zmian w narządzie wzroku. U wszystkich pacjentów z tej grupy wykazano, potwierdzony badaniem na synoptoforze, brak widzenia stereoskopowego. W grupie tej było 9 dziewcząt i 6 chłopców w wieku od 9 do 18 lat.

U wszystkich pacjentów z obu grup przeprowadzono badanie polegające na tym, że w odległości 2,5 m umieszczono wahadło o długości około 80 cm i okresie wahań około 2 sekund, poruszające się w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny czołowej osoby poddanej testowi. Przed prawe oko wkładano filtr i polecano wodzić wzrokiem za poruszającym się obiektem. Następnie filtr zakładano przed oko lewe i również polecano obserwować ruch wahadła. Identyczny efekt eksperymentu występował także przy fiksacji wzroku na punkcie umieszczonym za lub przed wahadłem (w tej sytuacji oczy nie podążały za poruszającym się wahadłem).

Wyniki

Stereofenomen Pulfricha wystąpił u wszystkich badanych z grupy pierwszej. Żadna z osób nie została poinformowana o tym, czego ma się spodziewać w wyniku eksperymentu. Podkreślić trzeba, że dla wszystkich badanych doznanie iluzji było dużym zaskoczeniem, a dla wielu nawet swoistym przeżyciem. Pacjenci werbalnie opisywali wrażenia oraz demonstrowali je ruchem ręki.

U żadnej z badanych osób z grupy drugiej nie zaobserwowano zjawiska Pulfricha. Wszystkie osoby postrzegały ruch wahadła tylko w jednej płaszczyźnie. Upewniono się, że każdy z badanych dobrze widział ruch wahadła zarówno okiem prowadzącym, jak i przy całkowitym zakryciu oka prowadzącego.

Omówienie

Przedstawione wyniki świadczą o tym, że test oparty na efekcie Pulfricha może służyć jako dokładny wskaźnik widzenia stereoskopowego u osób zdrowych i jest porównywalny z wynikami uzyskiwanymi innymi metodami. Stwierdziliśmy również, że żadna z osób z grupy, która charakteryzowała się brakiem widzenia stereoskopowego, nie spostrzegła tego zjawiska. Fakt ten decyduje o przydatności stereofenomenowi Pulfricha do oceny widzenia stereoskopowego.

Podkreślić trzeba, że dostępność i niezawodność tej metody powinna przemawiać za jej szerokim stosowaniem we wszystkich placówkach, które oceniają stopień obuocznego widzenia.

Piśmiennictwo

1. Duke-Elder W.S.: *Textbook of Ophthalmology*. Kimpton, London, 1932, 865.
2. Grotowski M.: *Optyka*. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź, 1954, 171-172.
3. Le Grand Y.: *Oczy i widzenie*. PWN, Warszawa, 1964, 234.
4. Harker G.S.: *A saccadic suppression explanation of the Pulfrich phenomenon*. *Percept & Psychophys.*, 1967, 2, 423-425.
5. Jaśkowski P.: *Złudzenie Pulfricha*. *Przegl. Psych.*, 1988, 31, 392-410.

Praca wpłynęła do Redakcji 11 kwietnia 1995 r. (297)

6. Jaśkowski P., Styszyński A.: *Zastosowanie zjawiska Pulfricha w diagnostyce okulistycznej*. *Klin. Oczna*, 1990, 92, 156-158.
7. Jaśkowski P., Styszyński A.: *Spontaniczne złudzenie Pulfricha u pacjentów z dysfunkcją nerwu wzrokowego*. *Klin. Oczna*, 1992, 94, 180-182.
8. Walker J.: *Visual illusions that can be achieved by putting a dark filter over one eye*. *Sci. Am.*, 1978, 238, 3, 142-153.

nie używano filtra) z niektórymi schorzeniami wpływającymi na czynność nerwu II.

Celem naszych badań było sprawdzenie, czy ten efekt może stanowić podstawę oceny stanu widzenia stereoskopowego u osób zdrowych i czy może być wykorzystany w ocenie stereopsji u osób z niedowidzeniem.

Materiał i metodyka

Badaniami objęto dwie grupy pacjentów. U wszystkich przeprowadzono badanie przedniego odcinka, ośrodków optycznych, dna oka oraz poczucia barw. Badania te nie wykazały odchyżeń od normy.

Grupę pierwszą stanowiły 24 osoby z prawidłowym widzeniem stereoskopowym, sprawdzonym innymi metodami (stereoskop, synoptofor lub/i test „muchy”). U wszystkich badanych z tej grupy stwierdzono pełną ostrość wzroku, w tym u 14 osób – bez korekcji. U pozostałych stan refrakcji był następujący: nad-