

## Ocena ruchomości gałek ocznych w testach śledzenia i sakkadowym u osób zdrowych w różnym wieku\*

### Smooth pursuit and saccadic tests outcome in healthy persons in different age

Magdalena Józefowicz-Korczyńska, Anna Pajor

Katedra Otolaryngologii UM w Łodzi  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. M. Gryczyński

#### Summary

The study of eye movement presents a unique opportunity to investigate the integrity of central ocular-motor pathways and structures, involved in the generation and control of ocular-motor reflexes, which is important in the diagnosis of rate balance system in otoneurology. In psychiatry, oculography is useful for the evaluation of schizophrenia, obsessive-compulsive and affective disorders as well as the effectiveness of psychoactive drugs.

**Aim.** The aim of the study was to investigate the results of smooth pursuit and saccadic tests in healthy persons in respect to age and stimulus paradigm.

**Method.** Sixty seven subjects in different age: 16 - young (mean 29.8 years), 38 - middle-aged (mean 53.2 years) and 13 - elderly (mean 73.6 years) were enrolled in the study. Oculographic tests were performed on the computerized ENG system. The pursuit target was driven by a predictable sinusoidal task at various frequencies 30 Hz, 40 Hz, 50 Hz and amplitudes of 15°, 20° and 30°. In the saccades test the target moved abruptly 15° left and right of the centre. In all tests, several parameters and the 95% prediction interval (95 PI) were calculated.

**Results.** In the smooth pursuit test gain decreased with ageing. The differences between age groups (younger - middle-age and younger – elderly) were statistically significant for each target velocity. In this study we found no significant evidence that age has an impact on the parameters of saccadic tests.

**Conclusion.** These findings suggest that the results of oculomotor tests should be quantified by the age of the patient and the target task.

*Słowa klucze:* elektrookulografia, test śledzenia, test sakkadowy, starzenie się

*Key words:* electro-oculography, smooth pursuit test, saccadic test, ageing

#### Wstęp

Otaczający świat widzimy dzięki sprawnie działającym mechanizmom systemu sakkadowego, który umożliwia umieszczenie obiektu obserwacji w plamce siatkówki i przez to ostre widzenie, oraz systemu śledzenia, który zapewnia w sposób ciągły obserwację poruszającego się obrazu. Badania ruchów gałek ocznych w neurofizjo-

---

\* Praca wykonana w ramach grantu wewnętrznego UM w Łodzi nr 502-11-130

logii są bardzo czułą i przydatną metodą do oceny óśrodkowych struktur biorących udział w generowaniu i kontrolowaniu odruchów motorycznych gałek ocznych, którą w ostatnich latach wykorzystuje się również do obrazowania funkcji poznawczych i pamięci z użyciem czynnościowego MRI [1]. Metodę tę stosuje się coraz częściej do oceny zaburzeń ruchów gałek ocznych u osób z chorobami psychicznymi. Liczne badania dowodzą, że u pacjentów ze schizofrenią test śledzenia wykazuje mniejszy współczynnik nadążania za bodźcem, wzrost częstości wtrąconych ruchów sakkadowych i mniejsze przyspieszenie ruchów gałek ocznych od momentu zapoczątkowania śledzenia [2, 3, 4, 5, 6]. Zaburzenia te stwierdza się u krewnych pierwszego stopnia chorych na schizofrenię i traktowane są one jako marker predyspozycji do wystąpienia tej choroby, co może być przydatne w badaniach genetycznych [4, 7, 8, 9]. Ponadto u chorych tych obserwowano nieprawidłowości w teście sakkad dowolnych pod postacią wzrostu ich latencji i hipometrii, a najbardziej wyraźne zmiany stwierdzono w testach wymagających pamięci, wyobraźni i przewidywania, tj. teście antysakkadowym i zapamiętywanych sakkad, co sugeruje dysfunkcję części grzbietowo-bocznej kory przedczołowej [10, 11]. Zmiany w testach okulomotorycznych, choć o mniejszym nasileniu, zarejestrowano również w depresji dwubiegunowej i zaburzeniach lękowych [2, 3, 4, 11, 12, 13]. Testy okulomotoryczne stosuje się do oceny skuteczności działania leków, zwłaszcza środków psychoaktywnych. Opisywano poprawę reakcji okulomotorycznych, po leczeniu neuroleptykami nowej generacji, takim jak risperydon i olanzapina, u chorych na schizofrenię [14, 15]. W neurologii testy te służą do monitorowania zaburzeń ruchomości gałek ocznych w chorobie Parkinsona, Alzheimerera, zespole Wallenberga, autyzmie, po urazach głowy i szyi, porażeniu ponadjądrowym oraz jako następstwo uszkodzeń mózdzku lub tylnych i czołowych obszarów korowych mózgu [16, 17, 18, 19]. Natomiast w laryngologii są one niezbędne do oceny otoneurologicznej narządu przedsionkowego, stanowiąc podstawę badania czynności układu równowagi [5].

Najczęściej stosowane metody rejestracji ruchów gałek ocznych to elektronystagmografia i wideookulografia (detekcja w podczerwieni). W teście śledzenia zwykle ocenia się sprawność ruchu gałek ocznych nadążających za bodźcem, tj. współczynnik nadążania. Najstarszym sposobem badania była obserwacja zawieszonyj na nitce kulki wprawionej w ruch wahadłowy, stąd określenie „test śledzenia wahadła”. Obecnie wykorzystuje się świetlny punkt przesuwający się na ekranie, a dzięki komputerowemu oprogramowaniu możliwe jest stosowanie jego różnych kształtów, prędkości i amplitudy, od czego w dużej mierze zależy sprawność odpowiedzi gałki ocznej. Układ śledzenia jest koordynowany przez wielopoziomowy system sprzężeń zwrotnych, w którym biorą udział między innymi istota siatkowata śródmózgowia w pniu mózgu, ciało kolankowate boczne, mózdzek i kora płata ciemieniowego i czołowego. Jest on odpowiedzialny za utrzymanie poruszającego się obrazu w dołku środkowym siatkówki dzięki ciągłemu porównywaniu i dostosowywaniu prędkości ruchu gałek ocznych do prędkości obserwowanego obiektu. Gdy zdolność śledzenia zmniejsza się lub ulega zaburzeniu, często obserwuje się wzrost liczby korekcyjnych sakkad, których wyzwolenie jest niezbędne, aby „opóźnione” gałki oczne nadążały za obiektem. Za te korekty lub ponowne „złapanie” bodźca odpowiedzialny jest ruch sakkadowy, który

pozwała na szybkie przeniesienie go na plamkę siatkówki. Ruch śledzenia, przy pobudzeniach bodźcem przewidywalnym, odbywa się wewnątrz formatu tzw. zamkniętej pętli modelu sprzężenia zwrotnego (closed loop responses). W modelu tym znajduje się odśrodkowa – eferentna, przewidywalna „kopia” ruchu obiektu, opracowana na podstawie poprzedniego ruchu gałek ocznych [5].

Ruch sakkadowy jest najszybszym ruchem gałek ocznych, który umożliwia natychmiastową zmianę kierunku spojrzenia. Jest nim również szybka faza oczopląsu przed-sionkowego i optokinetycznego oraz gwałtowne ruchy gałek ocznych, pojawiające się podczas snu [5]. Istnieje pewna hierarchia w wyzwalaniu ruchu sakkadowego gałek ocznych. Ruchy „proste” to szybka faza oczopląsu przed-sionkowego indukowanego np. podczas testu obrotowego, ruchy bardziej złożone to sakkady odruchowe powstałe jako odpowiedź na nagłe pojawienie się nowego bodźca wzrokowego. Jeszcze wyższy poziom ich generowania to sakkady skierowane do zapamiętanego położenia bodźca wzrokowego, jak to ma miejsce np. w testach antysakkadowym lub zapamiętywanych sakkad, szeroko stosowanych w psychiatrii [9, 15]. Sakkady odruchowe (wielkości  $1^\circ$ ) i faza szybka oczopląsu, powstała dzięki odruchowi przed-sionkowo-wzrokowemu, są wyzwalane na najniższym poziomie – w obrębie pnia mózgu. Pień mózgu i mózdzek oraz łączące się z nimi pola korowe, gdzie różnicowane są poszczególne wzory pobudzeń, uczestniczą w końcowej, wspólnej drodze generowania sakkad, pomimo tego, że ruch sakkadowy gałek ocznych wywołany jest bodźcem wzrokowym. Zdolność do supresji sakkad odruchowych i wyzwalania dowolnych ruchów gałek ocznych jest bardzo ważna w życiu codziennym, ponieważ uwalnia nas od wpływu ruchu otaczającego świata i daje nam kontrolę nad zachowaniem. Podstawowym testem oceniającym orientacyjnie ruchy sakkadowe jest kalibracja zapisu, od której rozpoczyna się badanie elektronystagmograficzne. Natomiast zastosowanie różnych wariantów poruszania się obserwowanego obiektu w teście sakkadowym dostarcza dokładniejszych informacji topodiagnostycznych.

W analizie testów śledzenia i sakkadowego należy uwzględnić parametry stosowanego bodźca i wiek badanego. Stąd istotne jest ustalenie wartości normatywnych dla zapisów u osób zdrowych w różnym wieku [20, 21, 22, 23]. W literaturze polskiej prace omawiające odpowiedzi w testach elektrookulograficznych podają jedynie jakościową ocenę testu śledzenia, nie ustosunkowując się do wartości ilościowych w odniesieniu do wieku [8, 14, 24]. Skłoniło nas to do przeprowadzenia badań, których celem była ocena wpływu wieku i rodzaju bodźca na zapis testu śledzenia i testu sakkadowego w grupie osób zdrowych.

### Material

Badaniami objęto 67 osób zdrowych, w tym 18 kobiet i 49 mężczyzn o średniej wieku  $51,6 \pm 15,9$  roku. Osoby te nie zgłaszały w wywiadzie chorób ogólnoustrojowych, zaburzeń neurologicznych, psychicznych i układu równowagi oraz chorób narządu wzroku, w tym zwłaszcza zaćmy, jaskry i ubytków w polu widzenia, miały odpowiednią do wieku ostrość wzroku i prawidłowo skojarzoną ruchomość gałek ocznych. U osób po 50 roku życia przeprowadzono konsultację okulistyczną w celu wykluczenia ww.

nieprawidłowości. Osoby biorące udział w badaniach były poinformowane o ich celu i wyraziły na nie zgodę. Badanych podzielono na trzy grupy wiekowe, przyjmując za dolną granicę starości wiek 65 lat wg podziału stosowanego w USA [za 25]. Pierwszą grupę stanowiło 16 osób w wieku 20–39 lat, średnia wieku wynosiła  $29,8 \pm 5,1$  roku, drugą – 38 osób w wieku 40–65 lat, średnia wieku  $53,2 \pm 7,6$  roku, oraz trzecią grupę – 13 osób w wieku powyżej 65 lat, średnia wieku  $73,6 \pm 4,1$  roku.

### Metoda

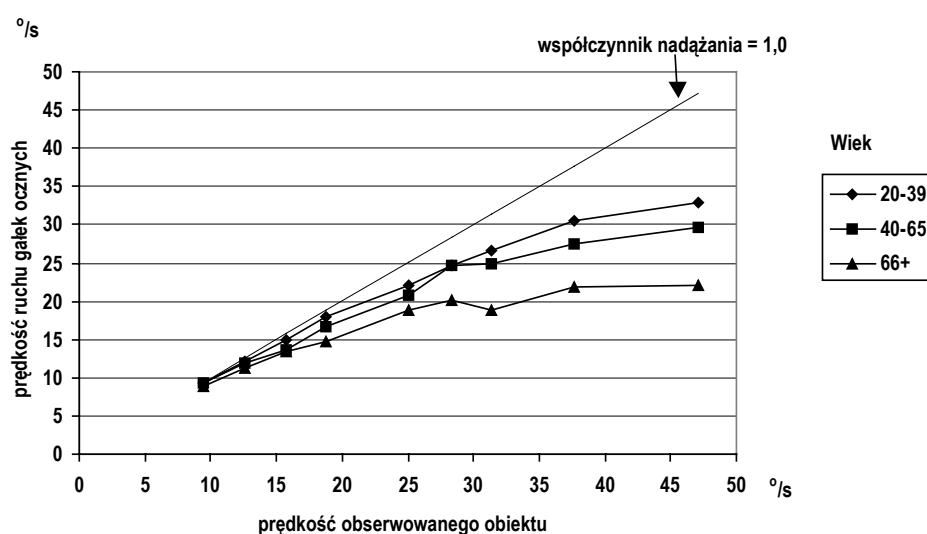
Do badania elektrookulograficznego (EOG) użyto czterokanałowego aparatu firmy Toennies Nystagliner (wersja 2,4), za pomocą którego rejestrowano oddzielnie zapisy każdej gałki ocznej. Aparat ten ma wzmacniacz sygnałów prądu stałego (DC), dzięki czemu w sposób dokładny rejestruje położenie gałek ocznych w czasie ruchu oraz przedstawia dane ilościowe w formie wykresów i wyliczeń niezbędnych do oceny parametrów. Elektrody Ag/AgCl umieszczano bocznie i przyśrodkowo względem każdego oka. Osoby badane miały głowę unieruchomioną na podgłówniku w celu ograniczenia ruchów dowolnych. Jeżeli zauważono zmęczenie badanego wykonywaniem testów, robiono przerwy, aby uniknąć jego dekoncentracji. Badanie rozpoczynano od wykonania kalibracji i rejestracji ruchów gałek ocznych w spokoju, przy oczach otwartych i zamkniętych, celem wykluczenia oczopląsu samoistnego, a następnie przeprowadzano test śledzenia i test sakkadowy. Test śledzenia polegał na obserwacji świetlnego punktu na ekranie umieszczonym w odległości 30 cm przed pacjentem, na wysokości jego wzroku. Punkt, którego tor był przewidywalny – miał kształt sinusoidy – poruszał się na ekranie kolejno z częstotliwością 30 Hz, 40 Hz i 50 Hz w lewo i prawo oraz z amplitudą  $10^\circ$ ,  $20^\circ$  i  $30^\circ$ . Średnie prędkości obserwowanego punktu wzrastały wraz z rosnącymi wartościami parametrów częstotliwości i amplitudy stosowanych w teście śledzenia (tab. 1). Oceniano współczynnik nadążania (gain), który wyrażony jest stosunkiem prędkości ruchu gałek ocznych do prędkości punktu i wynosi 1, gdy prędkość ruchu gałek jest równa prędkości punktu. Im bardziej gałki oczne nie nadążają za punktem, tym bardziej współczynnik ten maleje. Zapisywano również fazę (opóźnienie w czasie), przewagę kierunkową prędkości (stosunek prędkości śledzenia w stronę lewą i prawą, wyrażony w procentach) i morfologię zapisu we wszystkich wariantach stosowanego bodźca.

Test sakkadowy polegał na śledzeniu pojawiającego się nagle świetlnego punktu, który zmieniał położenie z amplitudą  $15^\circ$  w lewo i prawo od punktu centralnego ekranu. W teście tym oceniano maksymalną prędkość ( $^\circ/s$ ), latencję i czas trwania sakkady (ms) oraz współczynnik rozkojarzenia pozycji oka i punktu – dokładność (%). Wartości parametrów: prędkości i dokładności obliczano osobno dla sakkady przywodzenia i odwodzenia. Zwracano również uwagę na morfologię zapisów. Przed każdym zapisem powtarzano kalibrację. Nieprawidłowe lub wątpliwe podczas pierwszego badania zapisy ruchów gałek ocznych były powtarzane, a do analizy włączono najlepszy zapis. Do analizy statystycznej użyto testu t Studenta i U Manna-Whitneya lub testu Wilcozona. Dla wszystkich parametrów przedstawiono wartość średnią, odchylenie standardowe (SD) i przedział (PI), w którym znajdowało się 95% obliczonych wyników (średnia  $\pm 2$  SD).

Tabela 1

**Maksymalna prędkość obiektu ( $^{\circ}/s$ ) w zależności od stosowanej częstotliwości i amplitudy**

Amplituda ( $^{\circ}$ )	Częstotliwość (Hz)	Maksymalna prędkość ( $^{\circ}/s$ )
10	0,3	9,4
	0,4	12,6
	0,5	15,7
20	0,3	18,8
	0,4	25,1
	0,5	31,4
30	0,3	28,3
	0,4	37,7
	0,5	47,1



Rys. 1. Zależność prędkości ruchu gałek ocznych od prędkości poruszającego się obiektu w teście śledzenia u osób zdrowych w różnym wieku (N = 67)

### Wyniki

U wszystkich badanych osób zapisy ruchów obu gałek ocznych były symetryczne, skojarzone, dlatego wyniki przedstawiono jako wypadkową ruchu obu gałek ocznych. W teście śledzenia stwierdzono zmniejszanie się wartości współczynnika nadążania wraz ze wzrostem amplitudy i częstotliwości, tj. prędkości punktu, we wszystkich grupach wiekowych (rys.1).

Do prędkości punktu około  $20^{\circ}/s$  prędkość nadążania za nim gałek ocznych była podobna we wszystkich grupach wiekowych, dla wyższych prędkości – gałki oczne

nie nadały za celem. Przy prędkościach powyżej 45°/s stwierdzono statystycznie znamienne różnice pomiędzy osobami najmłodszymi a najstarszymi pod postacią obniżenia się wartości współczynnika nadażania ( $p < 0,05$ ). Porównując średnie wartości współczynnika nadażania w różnych grupach wiekowych, różnice statystycznie istotne stwierdzono między grupą osób najmłodszych a osobami w średnim i najstarszym wieku dla amplitud 20° i 30° we wszystkich częstotliwościach ( $p < 0,05$ ) oraz dla amplitudy 20°, częstotliwości 0,3 Hz i 0,5 Hz ( $p = 0,001$ ). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic wartości współczynnika nadażania, dla stosowanych częstotliwości i amplitud, pomiędzy grupą II i III (tab. 2).

Tabela 2

**Wartości współczynnika nadażania w zależności od amplitudy i częstotliwości bodźca w teście śledzenia u osób zdrowych w różnym wieku (N = 67)**

Amplituda	Często- tliwość	Grupa I		Grupa II		Grupa III	
		Średnia (SD)	PI	Średnia (SD)	PI	Średnia (SD)	PI
10°	30 Hz	1,0 (0,05)	0,9–0,10	0,98 (0,1)	0,78–1,18	0,95 (0,1)	0,75–1,15
	40 Hz	0,97 (0,10)	0,77–1,17	0,95 (0,11)	0,73–1,17	0,90 (0,10)	0,70–1,10
	50 Hz	0,95 (0,10)	0,75–1,15	0,87 (0,10)	0,67–1,07	0,85 (0,10)	0,65–1,05
20°	30 Hz	0,95 (0,10)	0,75–1,15	0,89 (0,13)	0,63–1,15	0,78 (0,11)	0,56–1,00
	40 Hz	0,88 (0,12)	0,64–1,12	0,83 (0,13)	0,57–1,09	0,75 (0,15)	0,45–1,05
	50 Hz	0,85 (0,14)	0,57–1,12	0,79 (0,15)	0,49–1,09	0,60 (0,16)	0,28–0,92
30°	30 Hz	0,89 (0,10)	0,69–1,09	0,79 (0,20)	0,39–1,19	0,78 (0,10)	0,68–0,98
	40 Hz	0,81 (0,10)	0,61–1,01	0,67 (0,20)	0,27–1,07	0,65 (0,20)	0,25–1,05
	50 Hz	0,72 (0,10)	0,52–0,92	0,57 (0,20)	0,17–0,97	0,57 (0,20)	0,17–0,97

W teście śledzenia średnia wartość faz dla różnych prędkości i grup wahała się od -2,5° do 2°, a 95% prawidłowych wyników mieściło się od -7° do 4°. Średnie wartości przewagi kierunkowej zapisu w grupie osób najmłodszych wynosiły od 10,4% od 19,0% (przedział 6,8% –25,4%), w grupie II – od 5,9% do 17,0% (prze-

dział 8,7%–27,1%) i grupie III – od 6,3% do 18,9% (przedział 6,2%–37,4%). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic średnich wartości faz i wartości przewagi kierunkowej między grupami wiekowymi. Nieprawidłową morfologię zapisu pod postacią sakkadyzacji krzywej śledzenia obserwowano u 12,5% (2/16) osób grupy I, u 15,8% (6/38) osób grupy II i u 30,7% (4/13) osób grupy III, jednak różnice między grupami nie były znamienne statystycznie.

Średnie wartości parametrów ocenianych w teście sakkadowym w różnych grupach wiekowych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

**Wartości średniej, odchyłeń standardowych (SD) oraz przedziałów (PI) podstawowych parametrów w teście sakkadowym u osób zdrowych w różnym wieku (N = 67)**

	Grupa I		Grupa II		Grupa III	
	Średnia (SD)	PI	Średnia (SD)	PI	Średnia (SD)	PI
<b>Prędkość maksymalna V [°/s]</b>						
Sakkada odwodząca	263,0 (32,1)	198,8–327,0	258,7 (24,9)	208,9–308,5	263,5 (46,5)	170,4–365,5
Sakkada przywodząca	321,9 (31,2)	259,5–384,2	333,9 (34,7)	264,6–403,2	319,7 (58,2)	203,6–436,2
<b>Dokładność [%]</b>						
Sakkada odwodząca	95,2 (10,0)	75,2–115,1	94,9 (9,2)	76,6–113,3	93,3 (11,0)	71,2–115,2
Sakkada przywodząca	98,6 (8,6)	81,3–115,8	98,4 (8,5)	81,4–115,3	98,0 (11,3)	75,4–120,6
Latencja [ms]	204,1 (31,4)	141,4–266,9	209,0 (26,1)	156,9–261,0	210,9 (38,6)	172,3–242,3
Czas trwania sakkady [ms]	117,1 (11,1)	94,9–141,4	114,5 (9,1)	96,4–132,6	115,1 (14,5)	86,2–143,9

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic średnich prędkości maksymalnych, czasu trwania i dokładności sakkad oraz ich morfologii pomiędzy grupami wiekowymi. Zaobserwowano natomiast nieznaczny wzrost latencji w kolejnych grupach wiekowych, jednak nie były to różnice znamienne. Średnia maksymalna prędkość sakkady przywodzącej była w sposób statystycznie istotny większa niż sakkady odwodzącej, niezależnie od wieku. Jest to związane z warunkami anatomicznymi osadzenia gałki ocznej i różnicą w umieszczeniu elektrod wokół oka.

### Dyskusja

Ocena zdolności śledzenia w omawianej pracy opierała się na zmianach parametrów stosowanych pobudzeń, co wymuszało wzrost prędkości nadążania gałki ocznej za punktem świetlnym. Jak wykazano, zadaniom tym w większym stopniu nie mogły sprostać osoby starsze, powyżej 65 roku życia. Pomimo że współczynnik nadążania malał wraz ze wzrostem częstotliwości we wszystkich grupach wiekowych, to największy spadek jego wartości obserwowano w grupie najstarszych osób przy częstotliwości

ciach bodźca powyżej 0,5 Hz ( $p < 0,001$ ). W klinicznych badaniach doświadczalnych dla wyraźniejszego zaznaczenia tej zależności stosowane są testy „trudniejsze”, to jest takie, w których obiekt porusza się w nieprzewidywalnym kierunku, ma kształt trójkątny, a śledzenie jest zakłócanie sygnałami akustycznymi lub poruszającym się tłem [23, 26]. W grupie badanych przez nas osób najmłodszych zmiana wielkości parametrów obiektu w znacznie mniejszym stopniu wpływała na wartość współczynnika nadążania niż u osób starszych. Kanayama i wsp. [20] w grupie osób młodych opisali znamienne spadki wartości tego współczynnika dopiero w zakresie częstotliwości wyższych niż 0,75 Hz, przy braku różnic wywołanych zmianą amplitud. Ponadto autorzy ci w grupie pacjentów w wieku średnim i starszym stwierdzili, że wartości współczynnika malały stopniowo wraz ze wzrostem amplitudy i częstotliwości bodźca w największym stopniu dla częstotliwości powyżej 0,5 Hz i amplitudy 55°. Natomiast Larsby i wsp. [27] obserwowali u osób zdrowych w różnym wieku, podobnie jak my w obecnie omawianej pracy, niewielkie różnice w wartości współczynnika nadążania dla przewidywalnego, sinusoidalnego toru bodźca, poruszającego się z prędkością 20°/s i częstotliwością 0,25 i 0,5 Hz. Spadek tego współczynnika i nieprawidłowości fazy stwierdzili dopiero dla wyższych częstotliwości 1,0, i 1,5 Hz, i po zastosowaniu nieprzewidywalnych pobudzeń.

W badaniach własnych nie wykazano istotnych zależności pomiędzy grupami wiekowymi w parametrach ilościowych testu sakkadowego, co odpowiada doniesieniom innych autorów [21, 22, 23]. Zaobserwowano jedynie, podobnie jak jest to podawane w literaturze, wydłużenie się latencji sakkad u osób starszych, jednak nie była to różnica znamienna. Sharpe i Zackon [23] w grupie jedenastu osób starszych, o średniej wieku 77 lat, zanotowali wydłużenie się latencji w teście sakkadowym oraz spadek precyzji sakkad dla nieprzewidywalnego toru bodźca z redukcją szczytu ich prędkości. W wielu publikacjach podaje się, że około 7% nieprawidłowych wyników tego testu u osób starszych może zależeć od wieku [5, 22, 23]. Często tłumaczy się te różnice wahaniem międzyosobniczymi w przebiegu procesu starzenia się [21, 22, 23]. Przedziały wyników testów okulomotorycznych w naszych badaniach były największe u osób z grupy najstarszej. Podkreślić należy, że bardzo trudno dobrać grupę osób starszych, które spełniałyby wszystkie założone w pracy warunki. Spośród 50 osób zakwalifikowanych początkowo do badań, do grupy osób najstarszych mogliśmy włączyć jedynie 16. Z tych samych powodów grupy najstarszych zdrowych osób przedstawiane w piśmiennictwie są nieliczne [20, 26].

Wyniki badań własnych, jak i podawane w piśmiennictwie, potwierdzają fakt, że u ludzi starszych jedynie wyniki testu śledzenia podlegają zmianom związanym z wiekiem. W procesie starzenia się dochodzi do procesów degeneracyjnych, takich jak atrofia kory mózdzku, zanik komórek Purkinjego czy upośledzenie funkcji mięśni zewnętrznych gałek ocznych, a pojawiające się dodatkowo zaburzenia krążenia krwi często je nasilają. Prowadzi to do zmniejszenia się zdolności przetwarzania wizualnych informacji wpływających do układu koordynującego systemy śledzenia i sakkadowy u starszych ludzi [20, 26, 28]. Lokalizacja uszkodzenia stwierdzonego w testach śledzenia nie jest łatwa, co jest spowodowane złożonością i rozległością dróg i połączeń różnych obszarów sterujących tym procesem w obrębie pnia mózgu i mózdzku. Jednak



niektórzy uważają, że występujący z wiekiem spadek sprawności ruchów gałek ocznych jest prawdopodobnie związany z zanikiem neuronów kory mózdzku, uszkodzeniem płatów ciemieniowych i neuronalnych mechanizmów koordynujących ten ruch [1, 5, 9]. Ważne więc jest odpowiednie dobranie parametrów każdego testu do rutynowego badania, aby trudność jego nie była zbyt duża, a przez to umożliwiła wiarygodną ocenę u osób starszych. Pomimo stwierdzenia w populacji osób starszych większych zmian w badaniach okulograficznych, w porównaniu z populacją ludzi młodszych, należy podkreślić, że pojedyncze nieprawidłowe wyniki testów w odizolowaniu od obrazu klinicznego nie mają istotnej wartości diagnostycznej [5]. Określenie zakresu wartości prawidłowych wykonywanych testów jest ważne nie tylko ze względu na aspekty poznawcze procesu starzenia się i powinno być uwzględniane w każdym badaniu.

### Wnioski

1. U osób zdrowych stwierdzono zależność wyników testu śledzenia od wieku badanego i parametrów bodźca.
2. W teście sakkadowym u osób zdrowych nie obserwowano różnic w wartościach parametrów badania związanych z wiekiem.
3. W ocenie ruchomości gałek ocznych należy uwzględniać wiek badanego i stopień trudności stosowanego pobudzenia wzrokowego.

**Оценка подвижности глазных яблок в тестах прослеживания и саккадового теста, обуславливающего возможность помещения объекта наблюдения в пятне сетчатки, у здоровых людей различного возраста**

### Содержание

Исследования движений глазных яблок служат для оценки центральных структур, генерирующих и контролирующих зрительно-глазо-двигательные рефлексy. Такие исследования проводятся при диагностике системы равновесия в отоневрологии. В психиатрии эти исследования могут быть использованы при определении степени тяжести изменений при некоторых психических заболеваниях, особенно при шизофрении. Кроме того эти исследования могут найти себе применение при двухполюсной депрессии, фобийных нарушениях и при оценке действия психоактивных препаратов.

**Задание.** Заданием работы была оценка влияния возраста и типа применяемого раздражителя на запись теста прослеживания и саккадового теста среди здоровых людей.

**Метод.** Исследованиями охвачено 67 здоровых людей в следующих возрастных группах: 20–39 лет, 40–59 лет и более 60 лет. Электроокулографические исследования (ЭОГ) проведены при помощи аппарата Toennis Nystagliner с количественной оценкой записей. Тест прослеживания при использовании девяти вариантов возбуждений и оценен коэффициент скорости. Саккадовый тест проведен при изменении амплитуды 15° с оценкой максимальной скорости, латенции, времени продолжительности и точности саккады.

**Результаты.** В тесте прослеживания найден, вместе с увеличением частоты и амплитуды раздражителя, статистически существенный спад эффективности коэффициента скорости у лиц наиболее старших по возрасту. Не отмечено существенных различий в результатах параметров саккадового теста между возрастными группами исследованных.

**Выводы.** При оценке подвижности глазных яблок необходимо учесть возраст исследованного и степень трудности, исползуемого зрительного возбуждения.

### **Beurteilung der Beweglichkeit der Augen im Blickfolgetest und Sakkaden - Test bei gesunden Personen im unterschiedlichen Alter**

#### **Zusammenfassung**

Die Studien an der Beweglichkeit der Augen dienen zur Beurteilung der zentralen generierenden Strukturen und Strukturen, die visuell - beweglichen Reflexe kontrollieren und eine Anwendung in der Diagnostik des Gleichgewichtssystems in Otoneurologie finden. In der Psychiatrie sind sie eine brauchbare Methode bei der Bestimmung des Grades der Intensität der Veränderungen in manchen psychischen Erkrankungen, besonders in der Schizophrenie, auch in der zweipoligen Depression, Angststörungen und in der Beurteilung der psychoaktiven Mittel.

**Ziel.** Das Ziel der Arbeit war der Einfluss des Alters und der Art des angewandten Reizes auf den Blickfolgetest und Sakkaden - Test in der Gruppe der gesunden Personen.

**Methoden.** An der Studie nahmen 67 gesunde Personen teil, im Alter von 20 - 39 Jahren, 40 - 59 Jahren und über 66 Jahre. Die EOG - Untersuchungen wurden mit dem Apparat Toennies Nystagliner durchgeführt, mit der Möglichkeit einer quantitativen Beurteilung der Registrierung. Der Blickfolgetest wurde durchgeführt, indem man neun Varianten der Reizung anwandte und den Index der Blickfolge beurteilte. Der Sakkaden - Test wurde durchgeführt, indem man die Amplitude 15° anwandte und die maximale Geschwindigkeit, Latenz, Zeitdauer und Genauigkeit der Sakkade beurteilte.

**Ergebnisse.** In dem Blickfolgetest wurde festgestellt, dass mit der Steigerung der Frequenz und Amplitude des Reizes der Wert des Faktors der Blickfolge bei den Ältesten signifikant sinkt. Es wurden keine bedeutenden Unterschiede in den Ergebnissen der Parameter des Sakkaden - Tests zwischen den Altersgruppen festgestellt.

**Schlussfolgerungen.** In der Beurteilung der Beweglichkeit der Augen soll man das Alter des Untersuchten und den Grad der Schwierigkeit des angewandten visuellen Reizes in Betracht nehmen.

### **L'analyse de la mobilité des globes oculaires dans les testes de suivre du regard et dans les testes saccadés chez les personnes saines de l'âge différent**

#### **Résumé**

L'examen des mouvements des yeux servent à estimer les structures centrales contrôlant et générant les mouvements oculogyres et il est important aussi dans le diagnostic du système de l'équilibre dans l'otoneurologie. En psychiatrie l'examen oculographique sert à évaluer l'intensité des troubles psychiques, surtout dans la schizophrénie, troubles obsessifs-compulsifs, troubles anxieux et aussi à évaluer l'efficacité thérapeutique des médicaments psychoactifs.

**Objèctif.** Ce travail vise à analyser l'influence de l'âge et du genre des stimuli sur les résultats des testes de suivre du regard et des testes saccadés chez les personnes saines.

**Méthode.** On examine 67 personnes saines de l'âge : 20-39 ans, 40-59 ans, plus de 66 ans. L'examen oculographique est fait à l'aide de l'appareil Toennies Nystaliner. Le teste de suivre du regard est fait avec neuf variantes de stimuli, on analyse le coefficient de suivre. L'amplitude du teste saccadé - 15°, on y analyse : vitesse, latence, durée, précision de la saccade.

**Résultats.** Dans le teste de suivre du regard on note la diminution du coefficient de suivre lié avec l'accroît de la fréquence du stimuli chez les personnes les plus âgées. On ne trouve pas de grandes différences des paramètres du teste saccadé chez les personnes de tous les groupes de l'âge.

**Conclusion.** En analysant la mobilité des globes oculaires il faut tenir compte de l'âge de la personne examinée et le niveau de difficulté du stimuli.

#### **Piśmiennictwo**

1. Perry RJ, Zeki S. *The neurology of saccades and covert shifts in spatial attention. An event-related fMRI study.* Brain 2000; 133: 2273-2288.

2. Farber RH, Clements BA, Swerdlow NR. *Characteristics of open-and closed-loop smooth pursuit responses among obsessive-compulsive disorders, schizophrenia, and nonpsychiatric individuals*. Psychophysiol. 1997; 34: 157–162.
3. Flechtner KM, Steinacher B, Sauer R, Mackert A. *Smooth pursuit eye movements of patients with schizophrenia and obsessive-compulsive disorders during clinical treatment*. Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosc. 2002; 252: 49–53.
4. Kathmann N, Hochrein A, Uwer R, Bondy B. *Deficits in gain of smooth pursuit eye movements in schizophrenia and affective disorder patients and their unaffected relatives*. Am. J. Psychiatry 2003; 160: 696–702.
5. Leigh RJ, Zee DS. *The neurology of eye movement*, wyd.3. New York: Oxford University Press; 1999.
6. Sweeney JA, Luna B, Srinivasagam NM, Keshavan MS, Schooler NR, Haas GL, Carl JR. *Eye tracking abnormalities in schizophrenia; evidence for dysfunction in the frontal eye fields*. Biol. Psychiatry 1998; 44: 698–708.
7. Calkins ME, Iacono WR. *Eye movement dysfunction in schizophrenia: a heritable characteristic for enhancing phenotype definition*. Am. J. Med. Genet. 2000; 97: 72–76.
8. Rybakowski JK, Borkowska A. *Eye movement and neuropsychological studies in first-degree relatives of schizophrenic patients*. Schizophr. Res. 2002; 54: 105–110.
9. Trillenber P, Lencer R, Heide W. *Eye movements and psychiatric disease*. Curr. Opin. Neurol. 2004; 17: 43–47.
10. Hutton SB, Joyce EM, Barnes TRE, Kennard C. *Saccadic distractibility in first-episode schizophrenia*. Neuropsychologia 2002; 40: 1729–1736.
11. Mahlberg R, Steinacher B, Mackert A, Flechtner KM. *Basic parameters of saccadic eye movements – differences between unmedicated schizophrenia and affective disorder patients*. Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosc. 2001; 251: 205–210.
12. Rosenberg DR, Averbach DH, O’Hearn KM, Seymour AAB, Brimaher B, Sweeney JA. *Oculomotor response inhibition abnormalities in pediatric obsessive-compulsive disorder*. Arch. Gen. Psychiatry 1997; 54: 831–838.
13. Tien AY, Pearlson GD, Machlin SR, Bylsma FW, Hoehn-Saric R. *Oculomotor performance in obsessive-compulsive disorder*. Am. J. Psychiatry 1992; 149: 641–646.
14. Borkowska A, Rybakowski J, Rajewski A, Araszkiwicz A. *Wpływ leczenia risperidonem na objawy psychopatologiczne oraz na wyniki wybranych testów neuropsychologicznych i okulomotorycznych u chorych na schizofrenię*. Psychiatr. Pol. 2000; 34: 7–17.
15. Broerse A, Crewford TJ, den Boer JA. *Differential effects of olanzapine and risperidone on cognition in schizophrenia? A saccadic eye movement study*. J. Neuropsychiatry Clin. Neurosc. 2002; 14: 454–460.
16. Heitger MH, Anderson TJ, Jones RD, Dalrymple-Alford JC, Frampton CM, Ardagh MW. *Eye movement and visuomotor arm movement deficits following mild closed head injury*. Brain 2004; 127: 575–590.
17. Kemner C, van der Geest JN, Verbaten MN, van Engeland H. *In search of neurophysiological markers of pervasive developmental disorders: smooth pursuit eye movements?* J. Neural. Transm. 2004; 111: 1617–1626.
18. Morrow MJ, Sharpe JA. *Deficits of smooth-pursuit eye movement after unilateral frontal lobe lesions*. Ann. Neurol. 1995; 37: 443–451.
19. Prushansky T, Dvir Z, Pevzner E, Gordon CR. *Electro-oculographic measures in patients with chronic whiplash and healthy subjects: a comparative study*. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 2004; 75: 1642–1644.
20. Kanayama R, Nakamura T, Sano R, Ohki M, Okuyama T, Kimura Y, Koike Y. *Effect of aging on smooth pursuit eye movement*. Acta Otolaryngol. 1994; suppl. 511: 131–134.

21. Munoz DP, Broughton JR, Goldring JE, Armstrong IT. *Age-related performance of human subjects on saccadic eye movement tasks*. Exp. Brain Res. 1998; 121: 391–400.
22. Shafiq-Antonacci R, Maruff P, Whyte S, Tyler P, Dudgeon P, Currie J. *The effects of age and mood on saccadic function in older individuals*. J. Gerontol. Psychol. Sc. Soc. Sc. 1999; 54: 361–368.
23. Sharpe JA, Zackon DH. *Senescent saccades. Effects of aging on their accuracy, latency and velocity*. Acta Otolaryngol. 1987; 104: 422–428.
24. Rzewnicki I. *Czynność narządu przedsionkowego w przebiegu starzenia i schorzeń towarzyszących*. Rozprawa habilitacyjna. Białystok 2001.
25. Świątecka G. *Wprowadzenie do kardiologii starszego wieku*. W: Świątecka G. red. *Kardiologia starszego wieku*, wyd. 1. Gdańsk: Via Medica; 1997/1998, s. 1–5.
26. Kato I, Sakuma A, Ogino S, Takahashi K, Okada T. *Aging effects upon pursuit eye movement*. Acta Otolaryngol. 1995; supl. 520: 293–294.
27. Larsby B, Thell J, Moller C, Odqvist L. *The effect of stimulus predictability and age on human tracking eye movements*. Acta Otolaryngol. 1988; 105: 21–30.
28. Lalwani AK. *Vertigo, disequilibrium and imbalance with ageing*. W: Jackler RK, Brackmann DE, red. *Neurootology*. St. Louis: Mosby-Year Book Inc.; 1994, s. 527–534.
29. van der Stappen AV, Wuyts FL, van de Heyning PH. *Computerized electronystagmography: normative data revisited*. Acta Otolaryngol. 2000; 120: 724–730.

Otrzymano: 3.03.2005

Zrecenzowano: 5.05.2005

Przyjęto do druku: 1.03.2006

Adres: Magdalena Józefowicz-Korczyńska  
Katedra Otolaryngologii UM  
90-153 Łódź, ul. Kopcińskiego 22