

Neurobiol. Exp. 54: 31-39 (1994). — 32. *Robertson J. M., Donner A. P., Trevithick J. R.*: A possible role for vitamins C and E in cataract prevention. *Am. J. Clin. Nutr.* 53 (1 suppl.): 346-351 (1991). — 33. *Rosmini F., Stazi M. A., Milton R. C., Sperduto R. D., Pasquini P., Maraini G.*: A dose-response effect between a sunlight index and age-related cataracts. Italian-American Cataract Study Group. *Ann. Epidemiol.* 4: 266-270 (1994). — 34. *Seccia M., Brossa O., Gravela E., Slater T. F., Cheeseman K. H.*: Exposure of beta L-crystallin to oxidizing free-radicals enhances its susceptibility to transglutaminase activity. *Biochem. J.* 274: 869-873 (1991). — 35. *Sies H., Stahl W., Sundquist A. R.*: Antioxidant functions of vitamins. Vitamin E, C, B-caroten and other carotenoids. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 669: 7-20 (1992). — 36. *Simonelli F., Pensa M., Teramo P., Amicone A., Russo P., Perillo F., Cotticelli L., Rinaldi E.*: Hydrogen peroxide in the aqueous humor and cataract formation in human diabetes. *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* 66: 879-885 (1990). — 37. *Singh V. N.*: A current perspective on nutrition exercise. *J. Nutr.* 122 (3 suppl): 760-765 (1992). — 38. *Slingsby C.*: Structural variation in lens crystallins. *Trends in Biochem. Sci.* 10: 281-294 (1985). — 39. *Slingsby C., Driessen H.P.C., White H., Mylvaganam S., Najmudin S., Bax B., Bibby B. A., Lindley P. F., Moss D. S., Blundell T. L.*: Molecular interactions of crystallins in reaction to cataract. *W: Molecular*

biology of the eye: genes, vision and ocular disease. Alan R. Liss Inc., London: 419-426 (1988). — 40. *van Heyningen R.*: The metabolism of glucose by the rabbit lens in the presence and absence of oxygen. *Biochem. J.* 96: 419-431 (1965).

41. *van Kuijk F. J.*: Effects of ultraviolet light on the eye: role of protective glasses. *Environ Health Perspect.* 96: 176-184 (1991). — 42. *Varma S. D., Chand D., Sharma Y. R., Kuck I. F., Richards R. D.*: Oxidative stress on lens and cataract formation: role of light and oxygen. *Curr. Eye Res* 3: 35-37 (1984). 43. *West S. K., Valmadrid C. T.*: Epidemiology of risk factors for age-related cataract. *Surv. Ophthalmol.* 39: 323-334 (1995). — 44. *Wolff S. P., Crabbe M. J. C., Thornalley P. J.*: The autooxidation of glyceraldehyde and other simple monosaccharides. *Experientia* 40: 244-246 (1984). — 45. *Woolard, A. C., Wolff S. P., Bascal Z. A.*: Antioxidant characteristics of some potential anticataract agents. Studies aspirin, paracetamol and bendazac provide support for an oxidative component of cataract. *Free Radic. Biol. Med.* 9: 299-305 (1990) — 46. *Yokoyama T., Sasaki H., Giblin F. J., Reddy V. T.*: A physiological level of ascorbate inhibits galactose cataract in Guinea Pigs by decreasing polyol accumulation in the lens epithelium: a dehydroascorbate — linked mechanism. *Exp. Eye Res.* 58: 207-218 (1994).

Praca wpłynęła: 7.11.1994 (218)

Małgorzata Sobieszczkańska, Witold Pilecki, Dariusz Kałka i Józef Jagielski

Wpływ modalności bodźca figuralnego na przebieg wzrokowych potencjałów wywołanych

Influence of pattern stimulus modality on the visual evoked potentials

Summary. A survey of the literature data is presented.

Hasła: wzrokowe potencjały wywołane, bodźce figuralne, modalność

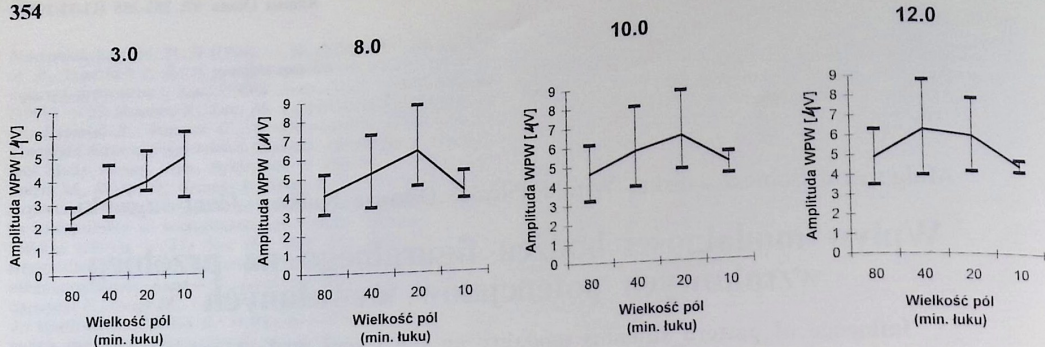
Key words: visual evoked potentials, pattern stimuli, modality

Uznaje się powszechnie, że bodziec figuralny, w porównaniu z błyskowym, jest bardziej efektywny we wzbudzaniu aktywności układu wzrokowego, którego neurony lepiej reagują na obecność konturów, kątów i kontrastu niż na samą zmianę natężenia światła. Wiadomo również, że poszczególne aspekty bodźca figuralnego analizowane są w wąskich zakresach przez określone kanały układu wzrokowego. Stosowanie w badaniach wzrokowych potencjałów wywołanych (WPW) różnych modalności bodźca figuralnego stwarza możliwość wybiórczego testowania mechanizmów przenoszących przestrzenną informację wzrokową^{2,3,6,12,13,16}. Wzór szachownicy, będący najchętniej stosowanym bodźcem figuralnym, odznacza się złożoną strukturą przestrzenną, oddziaływującą poprzez wyraźne kontury, kąty i kontrast obecny w dwóch prostopadłych kierunkach. Bodziec w formie pasów ma prostszą strukturę i może podlegać zmianom w zakresie trzech modalności. Należy do nich częstotliwość przestrzenna pasów, stopień ich skonstruowania oraz orientacja pasów w polu widzenia^{6,7,11,12}.

Dla wielu badaczy kwestią zasadniczej natury było ustalenie udziału poszczególnych obszarów siatkówki w tworzeniu wzrokowych potencjałów wywołanych. W tym celu prowadzono doświadczenia ze stymulacją wybranych obszarów siatkówki szachownicami o polach różnej wielkości. Okazało się, że przy użyciu szachownic z małymi polami (7,5-30 minut) główną rolę w generowaniu WPW odgrywa pobudzenie 0-4 centralnych stopni siatkówki^{1,5}. Harter używał natomiast największe potencjały z bardziej peryferyjnego obszaru siatkówki (4,5-7,5 stopni) sty-

mulując szachownicami o polach wielkości 30-60 minut². *Michael* i *Halliday* wykazali z kolei, że zastosowanie szachownicy o dużych polach (> 50 minut) powoduje zrównoważenie udziału siatkówki peryferyjnej (4-16 stopni) i obszaru plamkowego w tworzeniu WPW⁹. Powyższy problem analizowali także *Meredith* i *Celesia*⁸, badając zależność wielkości potencjału wywołanego od rozmiarów szachownicy prezentowanej jako „pattern reversal” w różnych obszarach siatkówki. Cytowani badacze wykazali, że poprzez dobranie odpowiednich rozmiarów całej szachownicy i jej pól składowych, zgodnie z tzw. czynnikiem powiększenia korowego, można uzyskać z plamkowego i peryferyjnego obszaru siatkówki identyczne odpowiedzi wywołane. Porównywalna wielkość tych odpowiedzi ma być efektem wzbudzenia aktywności równoważnych obszarów kory wzrokowej⁸. *Katsumi* i wsp. zastosowali w swych badaniach stymulację całego pola widzenia szachownicami o różnych rozmiarach wykazując, że zależność amplitud WPW od wielkości poszczególnych pól szachownicy jest uwarunkowana rozmiarami całego bodźca⁴. Powyższe korelacje szczegółowo ilustrują wykresy przedstawione na rycinie 1. Wytłumaczenia obserwowanych zależności *Katsumi* upatrywał w istnieniu w układzie wzrokowym człowieka mechanizmów preferujących określoną relację między rozmiarami całego bodźca a wielkością jego elementów składowych.

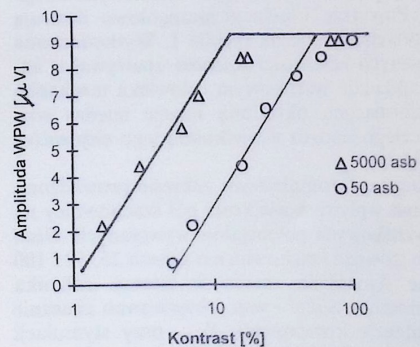
W znacznie skromniejszym zakresie prowadzono badania nad wpływem wielkości pól szachownicy na latencję wzrokowych potencjałów wywołanych. *Oishi* i *Yamada*, stosując szachownice o polach 25, 50 i 100 minut nie stwierdzali różnic w latencji załamka P₁₀₀¹⁰, natomiast *Sokol* i wsp. obserwowali znacznie dłuższe latencje komponentu P₁₀₀ przy stymulacji szachownicą z polami 12-minutowymi w porównaniu z szachownicą z polami 48-minutowymi¹⁴. W odniesieniu do bodźca w formie pasów przebadane



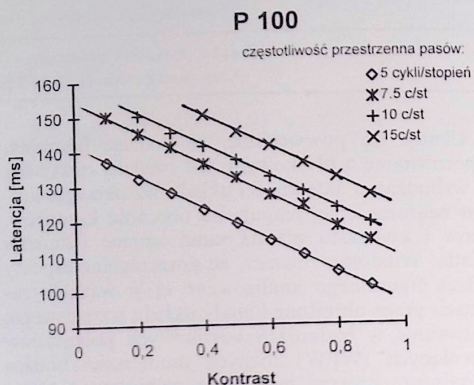
Ryc. 1. Zależność amplitudy WPW od wielkości pól szachownicy przy różnych rozmiarach bodźca (wg Katsumi)

zostały relacje między ich częstotliwością przestrzenną a amplitudą i latencją WPW. Plant i Zimmern wykazali, że amplituda załamka P₁₀₀ osiąga swe maksymalne wartości przy tym mniejszej częstotliwości pasów, im większe są rozmiary całego bodźca¹¹. Jeżeli chodzi o latencje WPW, to wydłużają się one stopniowo wraz ze wzrostem częstotliwości przestrzennej pasów, ale dopiero powyżej częstotliwości równej 2 cykle/stopień. Poniżej tego progu latencje zachowują się odwrotnie, tzn. ulegają wydłużeniu proporcjonalnie do spadku częstotliwości przestrzennej pasów^{11,12,15}. Udowodniono również, że na charakter WPW istotny wpływ wywiera kontrast bodźca figuralnego. Amplituda WPW traktowana jako funkcja kontrastu bodźca wykazuje przebieg liniowy, demonstrując przy określonym poziomie kontrastu efekt wysycenia. Tę zależność przedstawia rycina 2. Jeśli chodzi o latencje WPW, ulegają one skróceniu w miarę narastania kontrastu bodźca, co uwidoczniło na rycinie 3^{3,6,7,16}.

Czynnikiem modyfikującym w istotny sposób przebieg wzrokowych potencjałów wywołanych okazał się sposób prezentowania bodźca figuralnego.



Ryc. 2. Amplituda WPW jako funkcja kontrastu bodźca figuralnego — dwie szachownice o różnym natężeniu światła (wg Spekreijse)



Ryc. 3. Latencja załamka P₁₀₀ WPW jako funkcja kontrastu bodźca figuralnego — pasy o różnej częstotliwości przestrzennej (wg Kulikowskiego)

Jeffreys oraz Toeroek zastosowali wzór szachownicy do stymulacji trojakiemu rodzaju: „onset” (włączenie bodźca), „offset” (wyłączenie bodźca) i „reversal” (inwersja komplementarnych pól szachownicy). Cytowani wyżej autorzy sformułowali zgodną hipotezę, że w tworzeniu WPW typu „reversal” istotną rolę odgrywa reakcja układu wzrokowego na znikanie bodźca z pola widzenia^{3,17}.

Zmienność charakteru WPW, zależna od użycia różnych parametrów bodźca i odmiennych sposobów jego prezentacji, jest prawdopodobnie wyrazem pobudzania każdorazowo specyficznego obszaru układu wzrokowego, zgodnie z teorią istnienia równoległych subsystemów tworzonych przez populację neuronów wyspecjalizowanych w percepcji określonych aspektów bodźca wzrokowego^{3,6,7,12,16}. Z przedstawionych badań wynika, że różnice metodologiczne wywierają istotny wpływ na przebieg wzrokowych potencjałów wywołanych. Powyższa konstatacja zobowiązuje do ustalenia w każdej pracowni wzorca WPW dla ściśle określonych, standardowych warunków stymulacji i rejestracji.

Piśmiennictwo

1. Halliday A. M., Barret G., Halliday E., Michael W. F.: The topography of the pattern evoked potential. w: Visual evoked potentials in man: new developments, s. 121-133, J. E. Desmedt (wyd.), Clarendon Press, Oxford 1977. — 2. Harter M. R.: Evoked cortical responses to checkerboard patterns: effects of check-size as a function of retinal eccentricity. Vision Res. 10: 1365-1376 (1970). — 3. Jeffreys D. A.: The physiological significance of pattern visual evoked potentials. w: Visual evoked potentials in man: new developments, s. 134-167, J. E. Desmedt (wyd.), Clarendon Press, Oxford 1977. — 4. Katsumi O., Hirose T., Tsukada T.: Effect of number of elements and size of stimulus field on recordability of pattern reversal visual evoked responses. Invest. Ophthalm. Vis. Sci., 29: 922-927 (1988). — 5. Kooi K. A., Tucker R. P., Danial J., Marshal R. E.: Foveal and extrafoveal influences on the topography of the visual evoked, early negative potential in man. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 33: 129-139 (1972). — 6. Kulikowski J.: Visual evoked potentials as a measure of visibility, w: Visual evoked potentials in man: new developments, s. 134-167, J. E. Desmedt (wyd.), Clarendon Press, Oxford 1977. — 7. Meffe L., Fiorentini A.: Pattern Visual evoked potentials and electroretinograms in man and animals w: Visual evoked potentials, s. 25-33, J. E. Desmedt (wyd.), Elsevier Science Publishers, Brussel 1990. — 8. Meredith J. T., Celestia G. G.: Pattern-reversal visual evoked potentials and retinal eccentricity. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 53: 243-253 (1982). — 9. Michael W. F., Halliday A. M.: Differences between the occipital distribution of upper and lower

field pattern evoked responses in man. Brain Res. 32: 311-324 (1971). — 10. Oishi M., Yamada T., Dickins Q. S., Kimura J.: Visual evoked potentials by different check sizes in patients with multiple sclerosis. Neurology 35: 1461-1465 (1985).

11. Plant G. T., Zimmern R. L., Duren K.: Transient visually evoked potentials to the pattern reversal and onset of sinusoidal gratings. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 56: 147-158 (1983). — 12. Skrandies W.: Scalp potential fields evoked by grating stimuli: effects of spatial frequency and orientation. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 58: 325-332 (1984). — 13. Sokol S.: Visually evoked potentials: theory, techniques and clinical applications. Surv. Ophthalm. 21: 18-39 (1976). — 14. Sokol S., Moskowitz A., Towle V. L.: Age-related changes in the latency of the visual evoked potential: influence of check size. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 51: 559-562 (1981). — 15. Sokol S.: Maturation of visual function studied by visual evoked potentials. w: Visual evoked potentials, s. 35-44, J. E. Desmedt (wyd.), Elsevier Science Publishers, Brussel 1990. — 16. Spekreijse H., Estevez O., Reits D.: Visual evoked potentials and the physiological analysis of visual processes in man. w: Visual evoked potentials in man: new developments, s. 16-89, J. E. Desmedt (wyd.), Clarendon Press, Oxford 1977. — 17. Toeroek B., Meyer M., Wildeberger H.: The influence of pattern size on amplitude latency and wave form of retinal and cortical potentials elicited by checkerboard pattern reversal and stimulus onset-offset. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 84: 13-19 (1992).

Praca wpłynęła: 27.03.1995 (268)