

Wojciech Derkowski
Poradnia Neurologiczna
i Pracownia EEG w Kluczborku

Alicja Kędzia
Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej
Akademii Medycznej we Wrocławiu.

Jagoda Derkowska
Specjalistyczna Praktyka
Okulistyczna w Kluczborku.

Geneza rytmu alfa na podstawie komputerowej analizy czynności EEG pacjentów z wrodzonymi wadami wzroku.

STRESZCZENIE

Rejestracja potencjałów elektrycznych z powierzchni głowy czyli elektroencefalografia lub śródoperacyjnie z powierzchni mózgu, czyli elektrokortykografia prowadzą do wniosku, że zjawiska elektryczne w mózgu mają charakter ciągły, rytmiczny. Jednocześnie rejestracja potencjałów pojedynczych neuronów daje zupełnie inny obraz aktywności elektrycznej mózgu- w postaci wyładowań krótkotrwałych potencjałów czynnościowych. Od powstania elektroencefalografii podejmowane są próby przełożenia zjawisk elektrycznych w pojedynczych neuronach na aktywność dużych obszarów mózgowia. Dominującym rytmem u zdrowych dorosłych osób w czuwaniu przy zamkniętych oczach jest rytm alfa o charakterze sinusoidalnym o częstotliwości około 8-13 Hz. W pracy zarejestrowano zapisy EEG pacjentów z wadami wrodzonymi układu wzrokowego: agenezją gałek ocznych (czyli obustronną anoftalmią) oraz postępującą zaćmą. Pozwoliło to porównać, jaki charakter przyjmuje czynność EEG przy zachowaniu po urodzeniu sprawnego analizatora wzrokowego, a jaki przy jego całkowitej nieobecności już w okresie prenatalnym. Na tej podstawie ustalono, że istnienie sprawnej i kompletnej drogi wzrokowej jest niezbędne do wykształcenia się prawidłowego wzoru czynności EEG.

WSTĘP

Tradycyjnie w czynności elektroencefalograficznej - EEG (rejestrowanej elektrodami powierzchniowymi z powierzchni głowy) lub elektrokortykograficznej- ECG (rejestrowanej z powierzchni mózgu (śródoperacyjnie) wyróżnia się kilka rytmów aktywności: rytm alfa o częstotliwości 8-13 Hz, theta 4-7 Hz, beta ponad 13,5 Hz oraz delta poniżej 3,5 Hz. W warunkach standartowego badania EEG, tzn. przy zamkniętych oczach, w czuwaniu (czyli wykluczając senność) dominuje rytm alfa, którego amplituda jest największa nad korą wzrokową, czyli w okolicach potylicznych. W trakcie badania na polecenie pacjent otwiera oczy, co powoduje ustanie rytmicznej czynności alfa i pojawienie się w jej miejsce czynności beta o znacznie mniejszej amplitudzie- próba ta nosi nazwę reakcji zatrzymania. Po zamknięciu oczu w parę sekund później czynność alfa pojawia się ponownie. Ten od dawna powszechnie znany fakt wskazuje na rolę sprawnego układu wzrokowego w genezie rytmu alfa [1].

Od zarania elektroencefalografii poszukiwano mechanizmów, tłumaczących powstawanie rytmicznej czynności elektrycznej w EEG. Jest to tym trudniejsze, że zjawiska elektryczne rejestrowane przez mikroelektrody igłowe z pojedynczych neuronów mają diametralnie inny charakter- są to krótkotrwałe wyładowania tzw. potencjałów czynnościowych.

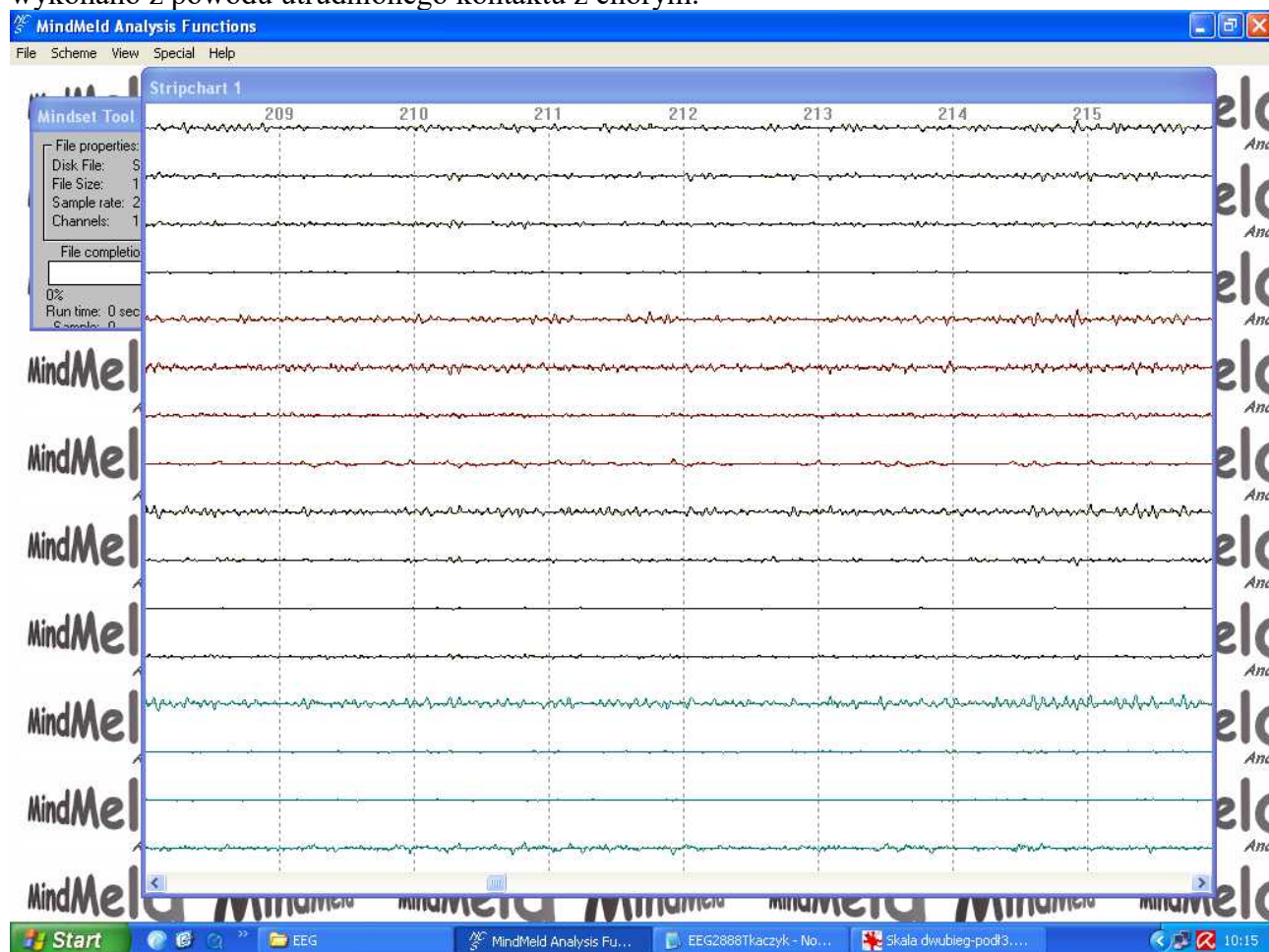
MATERIAŁ I METODA

Materiał do badania stanowiły zapisy EEG dwóch pacjentów, pozostających od ponad piętnastu lat pod opieką naszej Poradni, przebywających jednocześnie z uwagi na upośledzenie umysłowe w ośrodku zamkniętym. Pierwszy z nich- 39-letni mężczyzna (A.S.) od urodzenia jest pozbawiony gałek ocznych, które nie wykształciły się w jego oczodołach. Drugi to 40-letni mężczyzna (A.R.) z postępującą utratą wzroku i padaczką, obecnie całkowicie niewidomy.

Rejestracji dokonano aparatem Mindset MS-1000 zgodnie w sposób typowy, zgodnie z obowiązującymi standartami. Posiłowano się komputerową analizą liniową zapisu, dostępną jako opcje oprogramowania firmowego aparatu [2,3].

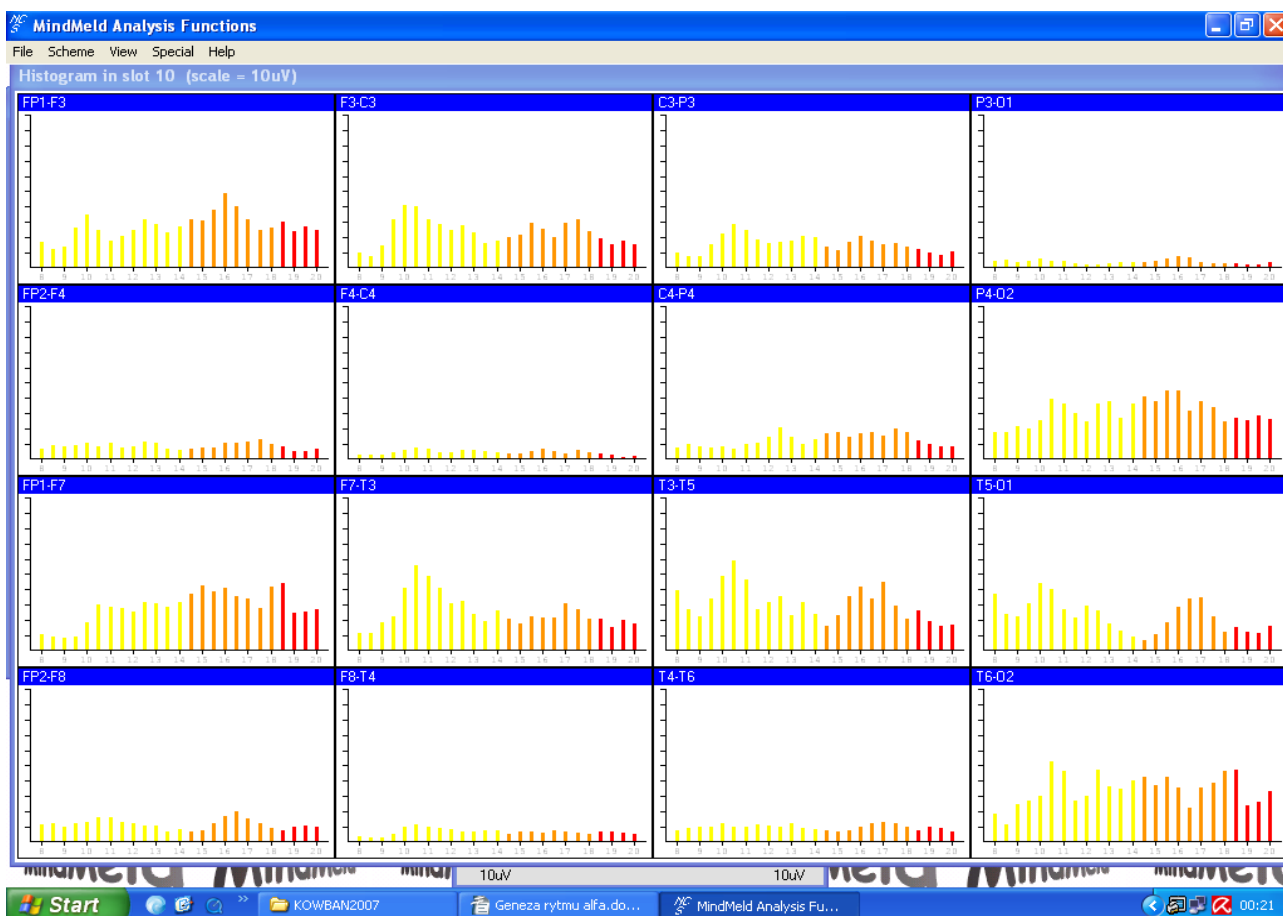
WYNIKI

Poniżej przedstawiamy fragment zapisu EEG pacjenta bez gałek ocznych A.S. Jest on nieprawidłowy i wykazuje obfitą i dość regularną czynność z zakresu częstotliwości beta około 15-17Hz z najwyższą amplitudą w okolicach czołowych i domieszką czynności szybszej. Reakcji zatrzymania i fotostymulacji nie wykonano z powodu agenezji gałek ocznych, hiperwentylacji nie wykonano z powodu utrudnionego kontaktu z chorym.



Rys.1. Zapis EEG pacjenta A.S. Z wrodzonym brakiem gałek ocznych. Pierwsze osiem kanałów to tzw. montaż parasagitalny, pierwsze cztery znad lewej półkuli, następne cztery znad prawej, ostatnie osiem kanałów to montaż przyskroniowy- kolejno cztery kanały znad lewej i ostatnie cztery znad prawej półkuli; okolice czołowe są więc reprezentowane w kanałach 1, 5, 9 i 13, zaś potyliczne 4, 8, 12 i 16. Dokładny opis na rys.3.

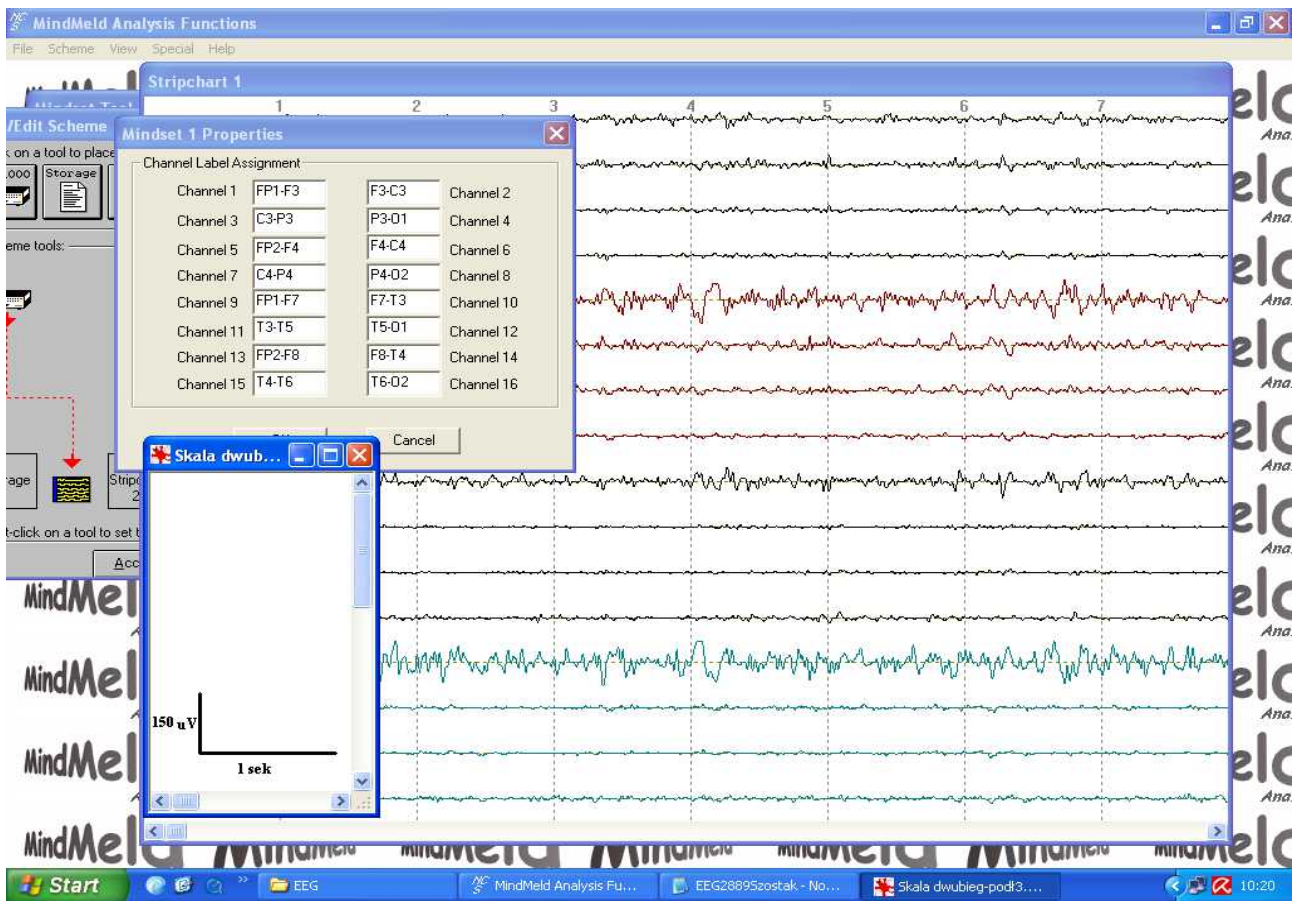
Dalej wyniki analizy liniowej częstotliwości sygnału- histogramy częstotliwości w poszczególnych kanałach.



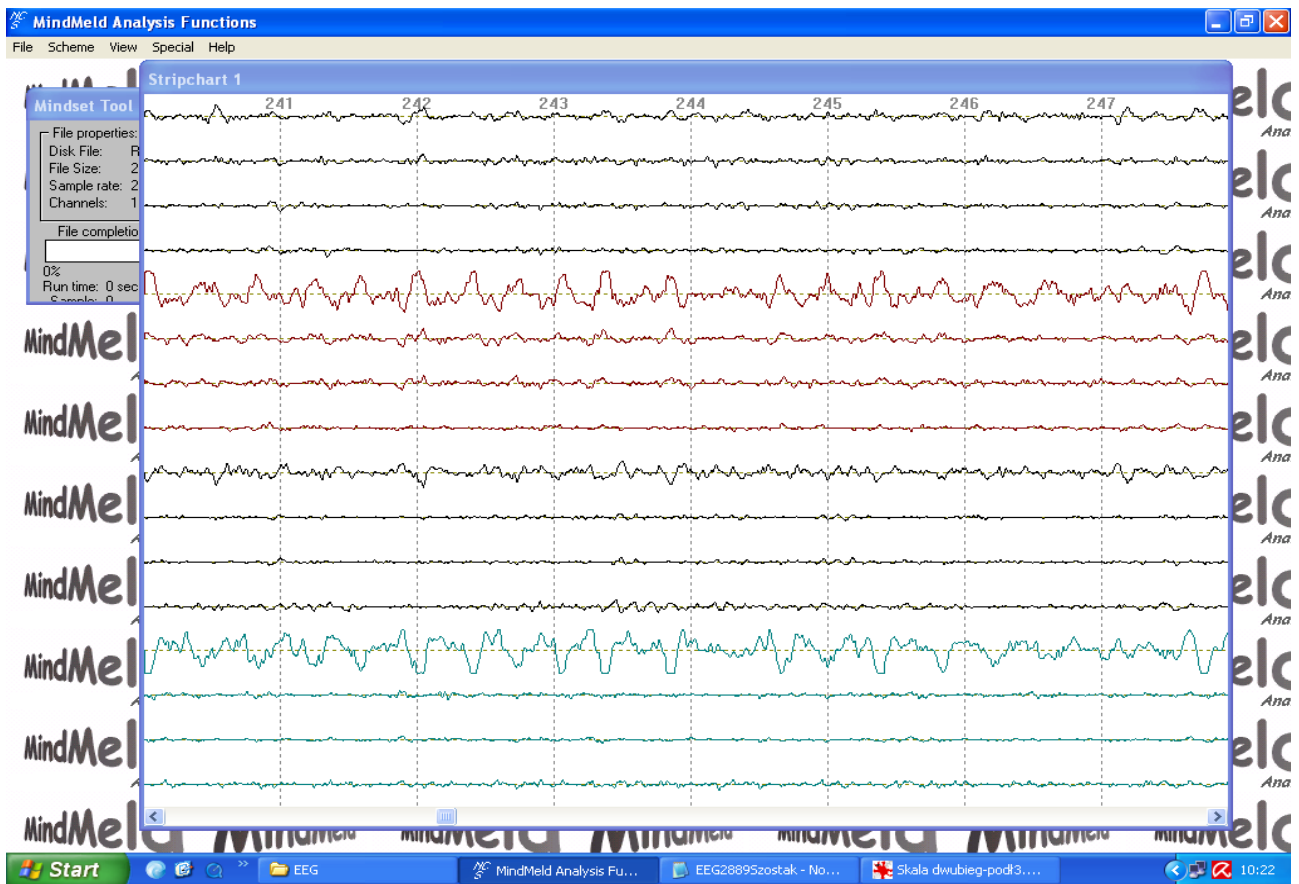
Rys. 2. Histogramy zapisu EEG pacjenta A.S.

Widoczne jest maksimum natężenia sygnału w okolicach czołowych w częstotliwości około 16Hz (kanały 1-szy czyli FP1-F3, 9-ty czyli FP1-F7, ale także 5-ty i 13-ty).

Natomiast niżej dla porównania dwa fragmenty zapisu pacjenta A.R. Jego zapis EEG jest wykonany w trakcie leczenia Depakiną i jest on nieprawidłowy w postaci ciągłych wyładowań wyskonapięciowych fal ostrych, wolnych theta i mniej licznych delta oraz zespołów fali ostrej z wolną w prawej okolicy czołowej z niewielką skłonnością do uogólniania się na tle dość skąpej czynności alfa z widmem częstotliwości przesuniętym w lewo do 7,5Hz i domieszką czynności szybkiej. Reakcja zatrzymania jest nieobecna, fotostymulacja bez istotnego wpływu na zapis, hiperwentylacji nie wykonano z powodu trudności w kontakcie z chorym.



Rys. 3. Zapis EEG pacjenta A.R.



Rys. 4. Zapis EEG pacjenta A.R. ciąg dalszy.

DYSKUSJA

Zapis pacjenta z anoftalmią reprezentuje zupełnie inny wzorzec organizacji elektroencefalograficznej niż znany u większości ludzi zdrowych, gdzie w spoczynku dominuje czynność o częstotliwości alfa o największej amplitudzie w okolicach potylicznych. W tym przypadku mamy również czynność rytmiczną, ale z maksimum amplitudy obustronnie w okolicach czołowych i o częstotliwości około 16 Hz. Pacjent nigdy nie widział, nie korzystał z analizatora wzrokowego. Nie posiada więc od urodzenia drogi wzrokowej.

Warunkiem zarejestrowania aktywności elektrycznej mózgu z powierzchni głowy jest jednoczasowe (synchroniczne) pobudzenie odpowiedniej liczby neuronów, gdyż pojedyncze pobudzenie ma zbyt niską amplitudę by mogło się odróżnić od milionów innych podobnych wyładowań oraz przebić przez powłoki czaszki. Jedynie bezpośrednio z elektrod w prowadzonych do kory mózgowej możliwy jest pomiar potencjałów czynnościowych pojedynczych neuronów [4,5,6]. Można też mierzyć superpozycję potencjałów określonych podpopulacji neuronów, jak to ma miejsce w przypadku potencjałów wywołanych [7,8].

Rejestrowane w EEG potencjały są więc superpozycją synchronicznie pojawiających się potencjałów błonowych na powierzchni dużej liczby komórek nerwowych, a dokładniej dużej liczby synchronicznych wywołanych postsynaptycznych potencjałów pobudzających w strefach dendrytycznych, gdyż potencjał presynaptyczny aksonu jest trudny do rejestracji ze względu na jego mielinizację, izolującą akson elektrycznie.

Przyjmuje się dwa mechanizmy synchronizacji potencjałów:

- synchronizację przez jeden tzw. rozrusznik rytmu, co ma miejsce np. podczas powstawania wrzecion snu
- synchronizację wzajemną, związaną z organizacją wypustek danego obszaru korowego, co ma miejsce np. w genezie czynności alfa u osób zdrowych [1].

W przypadku pacjenta A.S. brak organizacji kory mózgowej typowej dla osób posiadających analizator wzrokowy zaowocował zupełnie innym wzorem aktywności EEG.

WNIOSKI

1. Wrodzony brak gałek ocznych całkowicie zmienia wzorzec aktywności EEG.
2. Komputerowa analiza liniowa zapisów EEG znacznie ułatwia poszukiwanie ewentualnych rozruszników czynności EEG.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bear M, Connors BW, Paradiso MA Neuroscience. Exploring the Brain. Lippincott Williams & Wilkins, 2007, str. 585-616.
- [2] Glonek M, Derkowski W, Kędzia A 2003 Komputerowa analiza zapisu EEG- metody liniowe, X Krajowa Konferencja Komputerowe Wspomaganie Badań Naukowych- materiały, Wrocław – Polanica Zdrój 2003.
- [3] Mindset software users manual. Software Version 1.0. Nolan Computer Systems, L.L.C., USA, 2002.
- [4] Derkowski W, Glonek M, Kędzia A "Komputerowa analiza czynności EEG – analogie do zapisów techniką "multi-neuron population recordings"" w Komputerowe wspomaganie badań naukowych. Tom XII, Wrocławskie Towarzystwo Naukowe, Wrocław, 2005.
- [5] Chapin JK 2004 Using multi-neuron population recordings for neural prosthetics. Nature Neurosci 2004 May; (7) 5: 452-455.
- [6] Chapin JK, Moxon KA, Markowitz RS, Nicolelis MAL 1999 Real-time control of a robot arm using simultaneously recorded neurons in the motor cortex. Nature Neurosci 1999 Jul; (2) 7:664-670.
- [7] Derkowska J, Glonek M, Kędzia A, Derkowski W, Granice świadomego wpływu na wzorzec

komputerowo uśrednianych wzrokowych potencjałów wywołanych Komputerowe wspomaganie badań naukowych. Tom XIII Wrocław 2006 str. 179-182.

[8] Derkowski W, Glonek M, Kędzia A. 2004 Analiza komputerowa wzrokowych potencjałów wywołanych u chorych na padaczkę leczonych wigabatryną, XI Krajowa Konferencja Komputerowe Wspomaganie Badań Naukowych- materiały, Wrocław – Polanica Zdrój 2004.