

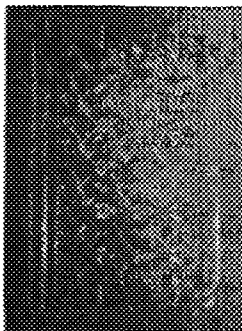
Cewka paskowa do tomografu magnetycznego rezonansu jądrowego

P. Bogorodzki, A. Piątkowski, J. Wasielewski

Zakład Elektroniki Medycznej i Jądrowej, Instytut Radioelektroniki
Politechniki Warszawskiej, ul. Nowowiejska 15/19, 00-665 Warszawa

1. CEL PRACY

Celem pracy było opracowanie cewki nadawczo-odbiorczej, o dużej czułości i jednorodności wytwarzanego pola do dynamicznego obrazowania modelu bariery krew-mózg. Model ten charakteryzuje się stosunkowo dużą szerokością i długością (rzędu kilkunastu cm) w stosunku do wysokości (kilka cm) - rys. 1.



PL9801112

Rys. 1

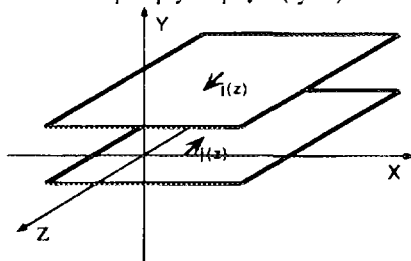
2. METODA

Cewki o symetrii walcowej (np. siodlowc, bird-cage itp.)	- słaba jednorodność pola wytwarzanego wzdłuż osi Z - mały współczynnik wypełnienia cewki przez badany model, a co za tym idzie niekorzystny stosunek sygnał/szum
Cewka powierzchniowa pętlowa	- słaba jednorodność pola wytwarzanego wzdłuż osi Z - duży współczynnik wypełnienia cewki przez badany model, a co za tym idzie korzystny stosunek sygnał/szum
Cewka paskowa (bi-planar)	- dobra jednorodność pola wytwarzanego wzdłuż osi Z - duży współczynnik wypełnienia cewki przez badany model, a co za tym idzie korzystny stosunek sygnał/szum

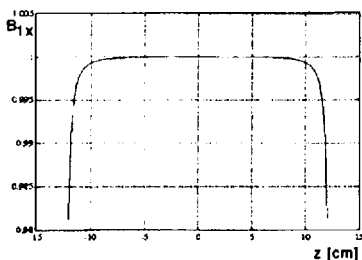
Powyższe zestawienie wskazuje, że cewka paskowa powinna zapewnić optymalne parametry obrazowania.

3. ANALIZA TEORETYCZNA

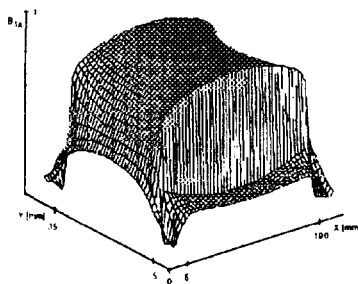
Działanie cewki paskowej wykorzystuje fakt, że pomiędzy dwiema równoległymi, nieskończonymi płaszczyznami, przewodzącymi ten sam prąd, lecz płynący w przeciwnym kierunku powstaje jednorodne pole magnetyczne, o wektorze indukcji równoległym do tych płaszczyzn i prostopadłym do kierunku przepływu prądu (rys.2).



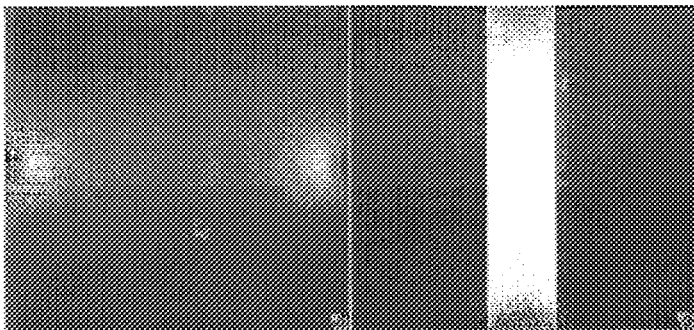
W rzeczywistości skończone wymiary cewki prowadzą do pojawienia się składowej Y wytwarzanego pola oraz pogorszenia jego jednorodności. Rys. 3 i 4 przedstawiają pole odpowiednio: wzdłuż osi Z ($x=0, y=0$) oraz w płaszczyźnie XY ($z=0$). Pole wzdłuż osi Z wykazuje ponad 20 cm obszar, w którym jednorodność jest lepsza niż 1%, przy długości cewki 25 cm.



Rys. 3 Moduł indukcji magnetycznej wzdłuż osi Z



Rys. 4 Moduł indukcji magnetycznej w płaszczyźnie XY



Rys.5 Porównanie pola wytwarzanego przez cewkę paskową i cewkę powierzchniową

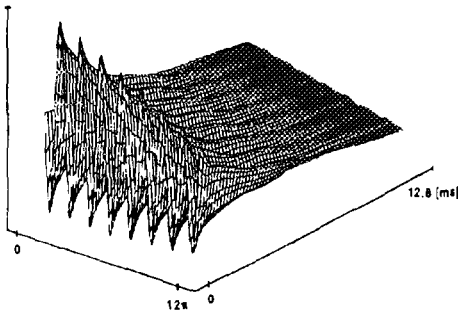
4. WERYFIKACJA DOŚWIADCZALNA

Do doświadczalnej weryfikacji jednorodności pola skonstruowanej cewki wykorzystano metodę wyznaczenia histogramu pola (field histogram method) [4], według której transformata Fouriera amplitudy sygnału w funkcji długości impulsu pobudzającego jest ważonym histogramem rozkładu pola wytwarzanego przez cewkę w umieszczonym w niej fantomie.

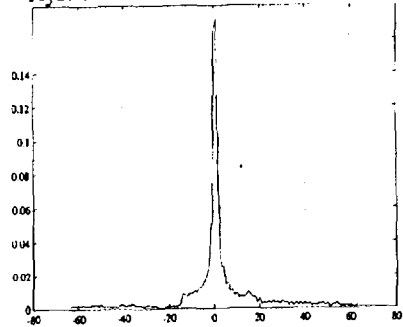
Badania zostały wykonane przy użyciu tomografu MRJ SISCO (działającego w Harvard Medical School), wytwarzającego pole o indukcji 2T. Parametry sekwencji pobudzającej:

- liczba uśrednień - 4,
- czas repetycji - 4 s,
- czas trwania impulsu pobudzającego - 0-16 us (128 kroków)

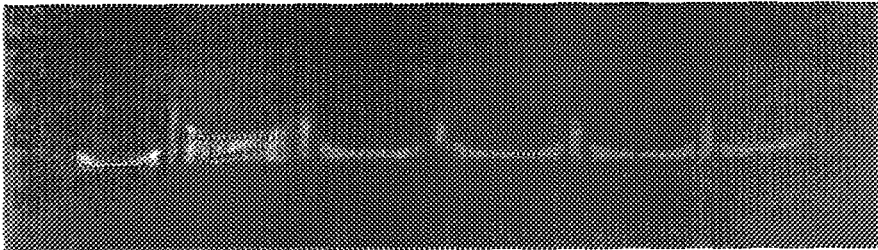
Rys. 6



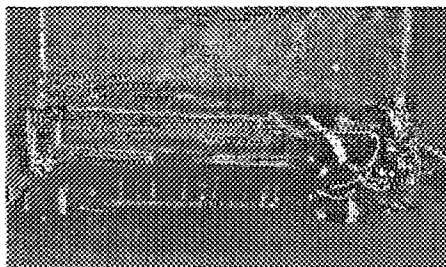
Rys. 7



Rysunki przedstawiają odpowiednio: zarejestrowane sygnały oraz histogram pola. Na osi odciętych histogramu przedstawiono procentowe odchylenie pola od jego wartości w środku cewki.



Rys.8 Obraz modelu bariery krew-mózg, otrzymany przy pomocy skonstruowanej cewki



Rys.9 Skonstruowana cewka z modelem bariery krew-mózg wewnątrz.

5. WNIOSKI

Cewka typu paskowego, dzięki dużej jednorodności wytwarzanego pola i odpowiedniemu kształtowi, nadaje się bardzo dobrze do obrazowania płaskich, rozciągniętych obiektów. Pozwala ona na optymalne wykorzystanie przestrzeni roboczej cewki (duży współczynnik wypełnienia), co znacząco wpływa na poprawę stosunku sygnał/szum otrzymywanego obrazu.

Bibliografia

1. Hornak J.P., Szumowski J., Bryant R.G., *Elementary single turn solenoids used as the transmitter and receiver in magnetic resonance imaging*, Magn. Reson. Imaging, 5, 211-217, 1987
2. Lecher J.H., *Computer assisted design of surface coils used in magnetic resonance imaging*, Magn. Reson. Imaging, 7, 581-597, 1989
3. Cook B., Lowe I.J., *A large inductance, high-frequency, high-Q, series-tuned coil for NMR*, J.Magn.Reson., 108, 1-8, 1994
4. Qing X. Yang, Shizhe Li, Smith M.B., *A method for evaluating the magnetic field homogeneity of a radiofrequency coil by its field histogram*, J.Magn.Reson. A, 108, 1-8, 1994