

# Terapia za pomocą wolnozmiennych pól magnetycznych — nowa szansa w leczeniu cukrzycy?

## Therapy with use of ELF variable magnetic fields — a new possibility in the treatment of diabetes?



### Aleksander Sieroń

Profesor zwyczajny Śląskiej Akademii Medycznej i jej Prorektor ds. Nauki. Specjalista w zakresie chorób wewnętrznych, kardiologii, angiologii i medycyny fizykalnej. Swoją karierę zawodową i naukową związał ze Śląską Akademią Medyczną. Jest autorem ponad 150 prac opublikowanych w zagranicznych i krajowych czasopismach recenzowanych oraz ponad 200 doniesień zjazdowych. Jest także współautorem 12 książek, z których 8 zostało napisanych pod jego redakcją. Podręcznik zastosowań pól magnetycznych w medycynie przetłumaczono na język węgierski, obecnie tłumaczy się go na język niemiecki.

Wiele z jego prac stworzyło podwaliny naukowe pod nowoczesne i właściwie udokumentowane zastosowanie zmiennych pól magnetycznych w medycynie. Wspólnie z prof. F. Jaroszykiem i prof. J. Paluszakiem z Poznańskiej Akademii Medycznej jest twórcą urządzenia do magnetostymulacji Viofor JPS, za które uzyskał liczne nagrody międzynarodowe, w tym Złoty Medal z Wyróżnieniem na 50. Światowej Wystawie Nauki i Nowej Technologii w Brukseli w 2001 roku oraz tytuł Polski Produkt Przyszłości w 2002 roku. Jest Prezesem Sekcji Zastosowań Laserów i Pól Magnetycznych w Medycynie Polskiego Towarzystwa Lekarskiego.

### Abstract

The authors present the pathophysiological basis and current possibility of therapeutic use of extremely-low-frequency (ELF) magnetic fields in patients with diabetes on the basis of the results of own original experimental studies with the use of animal models, clinical trials and literature data. Experimental studies with long-lasting exposure of animals to extremely-low-frequency magnetic field, showed a significant hypoglycemic effect related to stimulation of insulin excretion and increase in glucose uptake by different tissues in still unknown way. In clinical trials significant therapeutic efficacy of therapy with use of extremely-low-

-frequency magnetic fields in patients suffering from late organ complications of diabetes as angiopathy, retinopathy and neuropathy was confirmed. Taking into account these actual experimental and clinical data it was concluded, that therapy with use of extremely-low-frequency magnetic field could be a valuable supplement of complex therapy of diabetes types 1 and 2, especially in case of organ complications.

**key words:** extremely-low-frequency (ELF) variable magnetic fields, magnetotherapy, hypoglycemic effect, diabetes treatment

### Wstęp

Cukrzyca należy do schorzeń, których udział w ogólnej chorobowości społeczeństw systematycznie rośnie. Ocenia się, że do 2025 roku na cukrzycę typu 2 będzie chorowało około 300 milionów ludzi na świecie [1]. Całkowite koszty leczenia tej choroby w 8 wybranych kra-

jach Europy Zachodniej (Belgia, Francja, Włochy, Niemcy, Holandia, Hiszpania, Szwecja, Wielka Brytania) szacuje się na 29 miliardów euro rocznie (dane z 1999 r.) [2]. Średni roczny koszt terapii jednego pacjenta w tej samej analizie oszacowano na 2834 euro, w tym: koszt doustnych leków hipoglikemizujących — 103 euro, insuliny — 83 euro, opieki ambulatoryjnej — 603 euro, a hospitalizacji — 1333 euro (są to wartości średnie przypadające na 1 pacjenta, stąd relatywnie niskie koszty insuliny). Fakt ten powoduje, że poszukiwanie prostych i tanich metod, mogących zredukować koszty leczenia, a zwłaszcza poprawić wyrównanie stanu pacjentów i zmniejszyć liczbę powikłań, jest sprawą najwyższej wagi.

Zasadnicze znaczenie w leczeniu cukrzycy przywiązuje się obecnie do modyfikacji stylu życia, jego zmiany

Adres do korespondencji: dr med. Grzegorz Cieślar  
Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Medycyny Fizykalnej Śl. AM  
ul. Batorego 15, 41-902 Bytom  
tel./faks: +48 (0 prefiks 32) 281 52 88



Diabetologia Doświadczalna i Kliniczna 2003, 3, 4, 299-306  
Copyright © 2003 Via Medica, ISSN 1643-3165

i większej aktywności fizycznej, oraz do farmakoterapii, obejmującej, w zależności od typu cukrzycy i aktualnego stanu metabolicznego pacjenta, insulinoterapię i/lub leczenie preparatami doustnymi.

Dotychczas nie poznano zbyt dobrze wpływu czynników fizycznych na przemianę węglowodanową organizmów żywych. W 1967 roku opublikowano pierwszą pracę, w której porównywano działanie wolnozmiennego pola magnetycznego u osób zdrowych i chorych na cukrzycę [3]. Przez wiele kolejnych lat wiedza na ten temat nie rozwinęła się w sposób wystarczający, a wielu autorów uznawało za przeciwwskazanie do magnetoterapii cukrzycę każdego rodzaju [4] lub cukrzycę typu 1 [5].

Współczesna wiedza na temat mechanizmów terapeutycznego działania wolnozmiennych pól magnetycznych (wynikająca zarówno z badań doświadczalnych, jak i klinicznych) wpływa w istotny sposób na zmianę tego poglądu.

Poniżej na rycinach 1–3 przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych [6], w których oceniano wpływ długotrwałej ekspozycji w wolnozmiennym polu magnetycznym o różnych parametrach fizycznych na stężenie glukozy i insuliny w surowicy krwi zwierząt doświadczalnych. W doświadczeniu tym całe ciała samców szczurów poddawano ekspozycji w polu magnetycznym o prostokątnym przebiegu impulsu, częstotliwości 10 Hz i indukcji 1,8–3,8 mT (grupa P) oraz w polu o przebiegu sinusoidalnym, częstotliwości 40 Hz i indukcji 1,3–2,7 mT (grupa S) 30 min dziennie przez 14 kolejnych dni. Grupę kontrolną (grupa K) stanowiły szczury poddawane ekspozycji pozorowanej, w trakcie której w aplikatorze urządzenia do magnetoterapii nie generowano pola magnetycznego. Ciało zwierząt było poddawane ekspozycji przez 30 min dziennie przez 14

dni. Po wykonaniu 1., 3., 6., 9. i 14. ekspozycji, a także w 3. i 10. dniu po zakończeniu pełnego cyklu ekspozycji zwierzęta z poszczególnych grup skrwawiano, a w uzyskanej surowicy oznaczano stężenie insuliny i glukozy. Następnie na podstawie uzyskanych pomiarów obliczano wskaźnik insulina/glukoza (I/G).

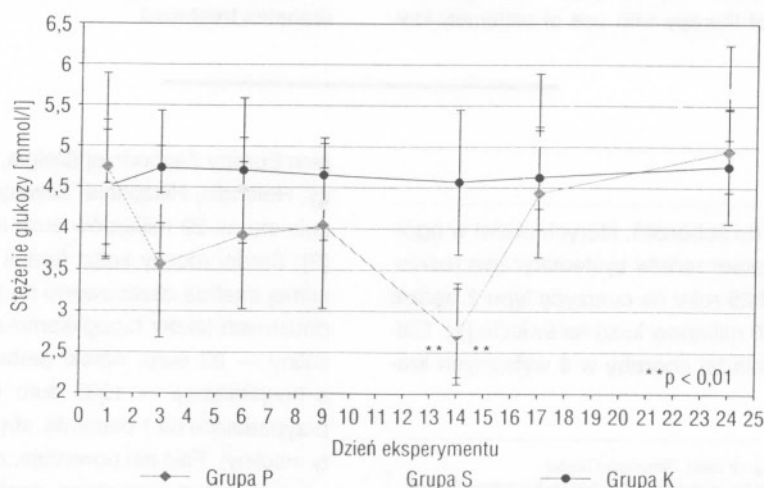
Zmienne pola magnetyczne o różnych parametrach obniżają w trakcie cyklu ekspozycji stężenie glukozy we krwi zwierząt doświadczalnych bez względu na przebieg zmian indukcji pola oraz częstotliwość stosowanego pola (ryc. 1).

Wyniki oznaczania stężenia insuliny w surowicy krwi eksponowanych zwierząt mogą stanowić potwierdzenie istotnego wzrostu stężenia tego hormonu, a także zwiększenia wartości wskaźnika I/G w trakcie cyklu ekspozycji w obu grupach eksponowanych zwierząt, którego nie obserwowano w grupie kontrolnej (ryc. 2 i 3).

Wyniki przedstawionych badań wskazują, że istnieje ścisły związek pomiędzy wydzielaniem insuliny a obniżeniem stężenia glukozy we krwi zwierząt doświadczalnych eksponowanych w polu magnetycznym (ryc. 4–6 obrazują korelacje pomiędzy tymi parametrami w poszczególnych grupach zwierząt).

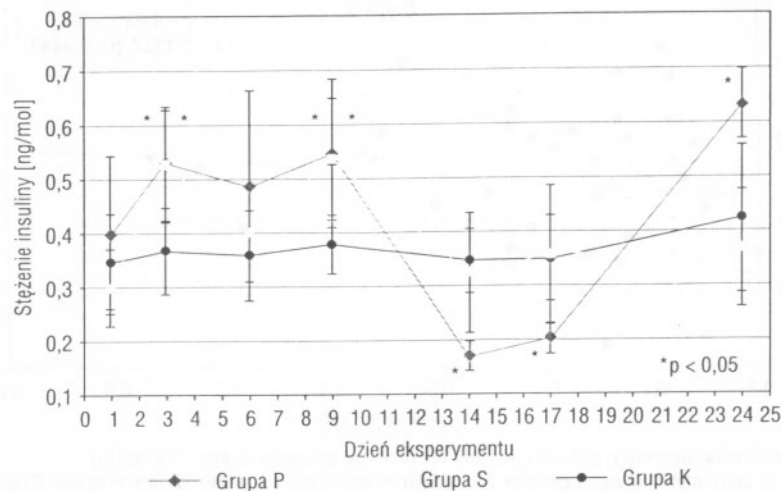
W innym badaniu eksperymentalnym [7] oceniano wychwyty podawanej dootrzewnowo znakowanej ( $^3\text{H}$ ) glukozy w narządach i tkankach zwierząt doświadczalnych na podstawie pomiaru ilości rozpadów promieniotwórczych w ciągu minuty (DPM, *disintegrations per minute*) w określonej masie tkanki.

Przez 14 dni całe ciała samców szczurów poddawano codziennej ekspozycji w zmiennym polu magnetycznym o przebiegu sinusoidalnym, częstotliwości 10 Hz i indukcji 1,8–3,8 mT, trwającej każdorazowo 60 min. Grupę kontrolną stanowiły szczury poddawane ekspozycji

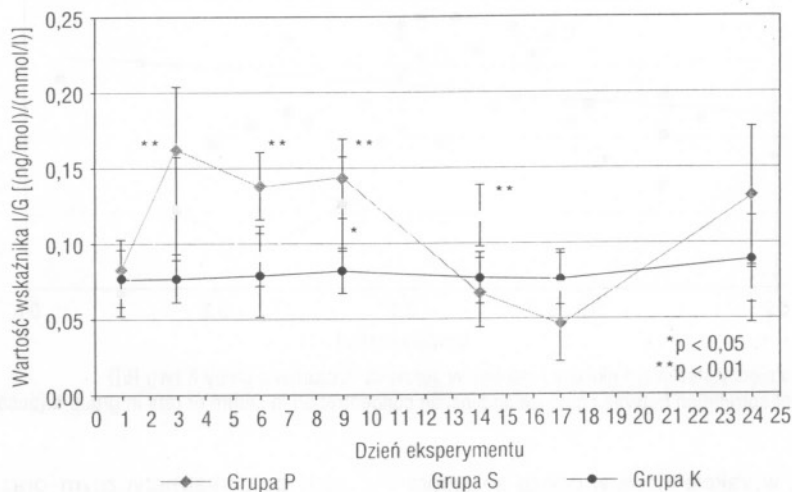


**Rycina 1.** Dynamika zmian stężenia glukozy w surowicy szczurów w kolejnych dniach ekspozycji w grupach eksponowanych w polu magnetycznym o przebiegu sinusoidalnym S, prostokątnym P i w grupie kontrolnej K (wg [6])

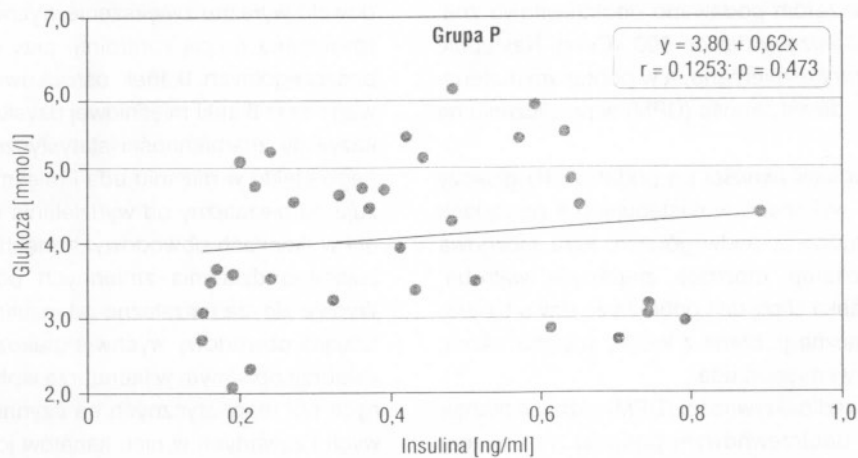
**Figure 1.** Serum glucose concentration changes in rats in following days of exposure in groups exposed to magnetic field with sinusoidal shape of impulse S and rectangular shape of impulse P as compared to control group K (according to [6])



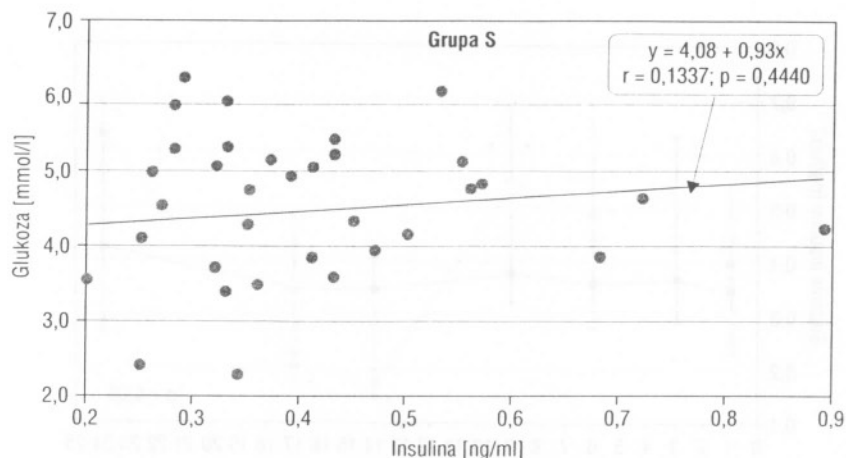
**Rycina 2.** Dynamika zmian stężenia insuliny w surowicy szczurów w kolejnych dniach ekspozycji w grupach ekspozowanych w polu magnetycznym o przebiegu sinusoidalnym S i prostokątnym P w porównaniu z grupą kontrolną K (wg [6])  
**Figure 2.** Serum insulin concentration changes in rats in following days of exposure in groups exposed to magnetic field with sinusoidal shape of impulse S and rectangular shape of impulse P as compared to control group K (according to [6])



**Rycina 3.** Dynamika zmian wartości współczynnika insulina/glukoza (I/G) w surowicy szczurów w kolejnych dniach ekspozycji w grupach ekspozowanych w polu magnetycznym o przebiegu sinusoidalnym S i prostokątnym P w porównaniu z grupą kontrolną K (wg [6])  
**Figure 3.** Serum insulin/glucose index I/G values changes in rats in following days of exposure in groups exposed to magnetic field with sinusoidal shape of impulse S and rectangular shape of impulse P as compared to control group K (according to [6])

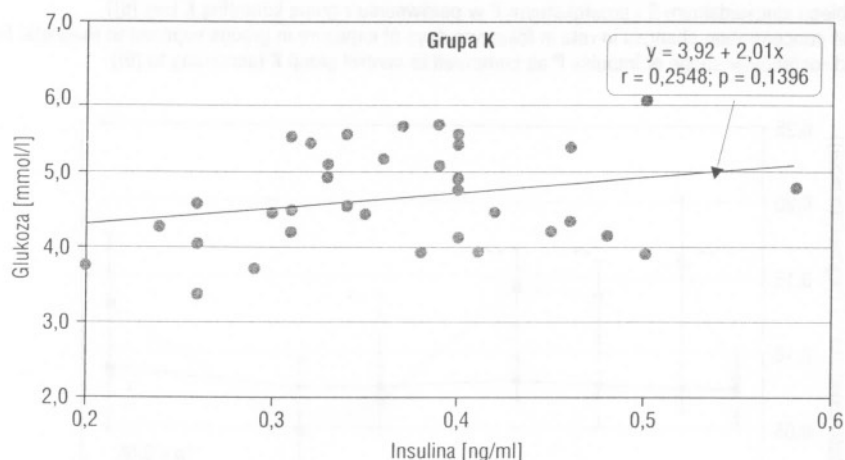


**Rycina 4.** Korelacja pomiędzy stężeniem glukozy i insuliny w surowicy szczurów z grupy P (wg [6])  
**Figure 4.** The curves of correlation between glucose and insulin concentration in serum of rats in group P (according to [6])



Rycina 5. Korelacja pomiędzy stężeniem glukozy i insuliny w surowicy szczurów z grupy S (wg [6])

Figure 5. The curves of correlation between glucose and insulin concentration in serum of rats in group S (according to [6])



Rycina 6. Korelacja pomiędzy stężeniem glukozy i insuliny w surowicy szczurów z grupy K (wg [6])

Figure 6. The curves of correlation between glucose and insulin concentration in serum of rats in group K (according to [6])

zycji pozorowanej, w trakcie której w cewce aplikatora aparatu do magnetoterapii nie generowano pola magnetycznego.

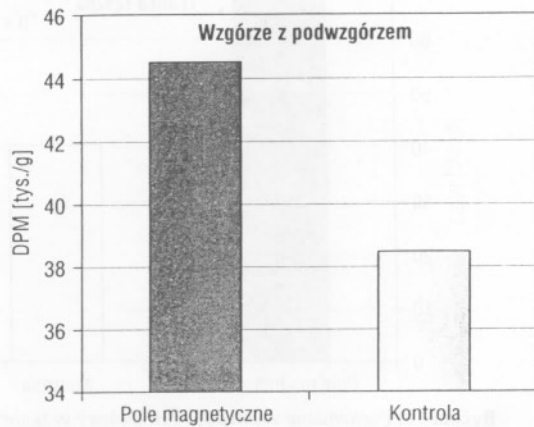
Następnego dnia po zakończeniu cyklu ekspozycji w polu magnetycznym lub ekspozycji pozorowanej wszystkim zwierzętom podawano dootrzewnowo znakowaną ( $^3\text{H}$ ) glukozę w dawce  $500 \mu\text{Ci}/\text{kg}$ . Następnie po 15 min szczury uśmiercano, a w pobranym materiale oznaczano radioaktywność (DPM) w przeliczeniu na 1g tkanki.

Badania radioaktywności po podaniu ( $^3\text{H}$ ) glukozy  $500 \mu\text{Ci}/\text{kg}$  *i.p.* wykonano w następujących narządach i tkankach: wzgórze z podwzgórzem, kora mózgowa (czołowa), hipokamp, mózdzek, prążkowie, wątroba, nerka, aorta, tkanka chrzęstna pobrana ze stawu biodrowego, tkanka łączna pobrana z krezki, ścięgno, skóra, mięsień sercowy i mięsień uda.

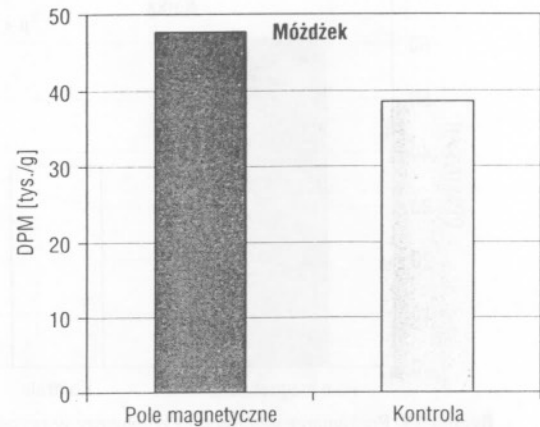
Porównanie radioaktywności (DPM) różnych tkanek i narządów po dootrzewnowym podaniu znakowanej ( $^3\text{H}$ ) glukozy w grupie zwierząt eksponowanych w zmien-

nym polu magnetycznym oraz w grupie kontrolnej poddawanej ekspozycji pozorowanej zilustrowano na rycinach 7–20.

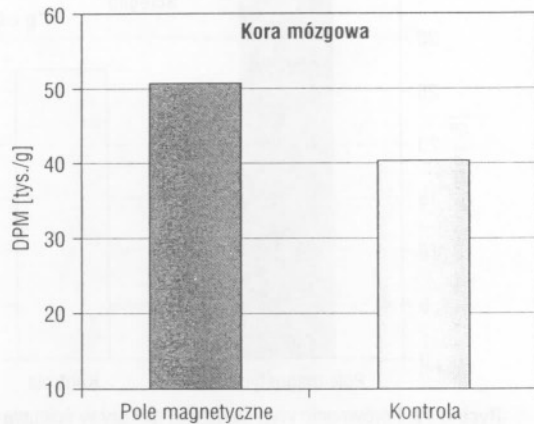
W większości z badanych tkanek i narządów, z wyjątkiem aorty, zmienne pole magnetyczne powodowało wyraźne zwiększenie wychwytu glukozy w porównaniu z grupą kontrolną, przy czym w przypadku poszczególnych tkanek ośrodkowego układu nerwowego oraz tkanki mięśniowej uzyskane różnice nie wykazywały znamienności statystycznej. Brak znamiennego efektu w mięśniu uda i mięśniu sercowym wskazuje na niezależny od wydzielania insuliny i jej działania w tkankach obwodowych mechanizm hipoglikemizującego działania zmiennych pól magnetycznych. Wydaje się, że niezależne od insuliny działanie, zwiększające obwodowy wychwyty glukozy może wiązać się z dobrze opisanym w literaturze wpływem wolnozmiennych pól magnetycznych na czynność błon komórkowych i zawartych w nich kanałów jonowych oraz układów transportujących [8].



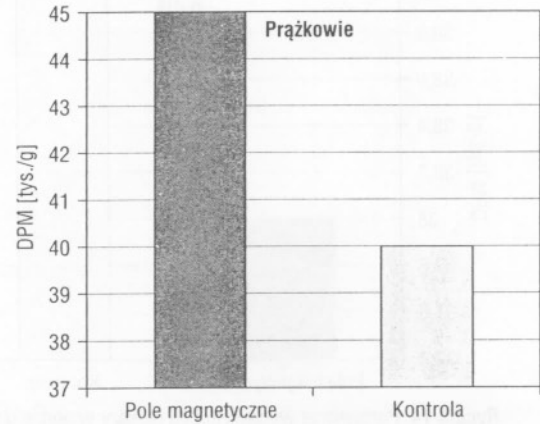
**Rycina 7.** Porównanie wychwytu ( $^3\text{H}$ ) glukozy we wzgórzu i podwzgórzu u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])  
**Figure 7.** Comparison of ( $^3\text{H}$ ) glucose uptake in thalamus and hypothalamus in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



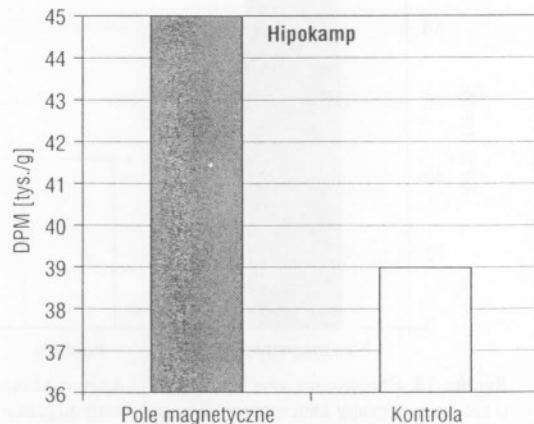
**Rycina 10.** Porównanie wychwytu ( $^3\text{H}$ ) glukozy w mózdzku u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])  
**Figure 10.** Comparison of ( $^3\text{H}$ ) glucose uptake in cerebellum in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



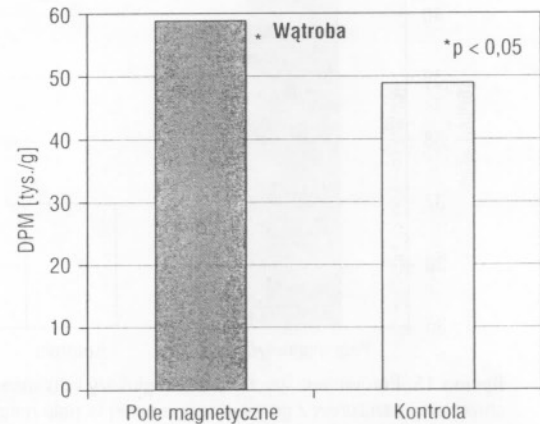
**Rycina 8.** Porównanie wychwytu ( $^3\text{H}$ ) glukozy w korze mózgowej u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])  
**Figure 8.** Comparison of ( $^3\text{H}$ ) glucose uptake in cerebral cortex and hypothalamus in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



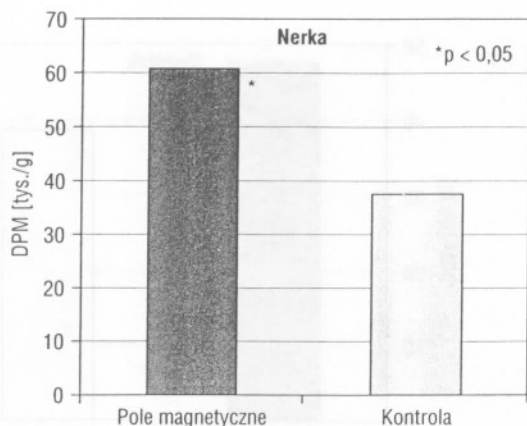
**Rycina 11.** Porównanie wychwytu ( $^3\text{H}$ ) glukozy w prążkowiu u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])  
**Figure 11.** Comparison of ( $^3\text{H}$ ) glucose uptake in striatum in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



**Rycina 9.** Porównanie wychwytu ( $^3\text{H}$ ) glukozy w hipokampie u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])  
**Figure 9.** Comparison of ( $^3\text{H}$ ) glucose uptake in hippocampus in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])

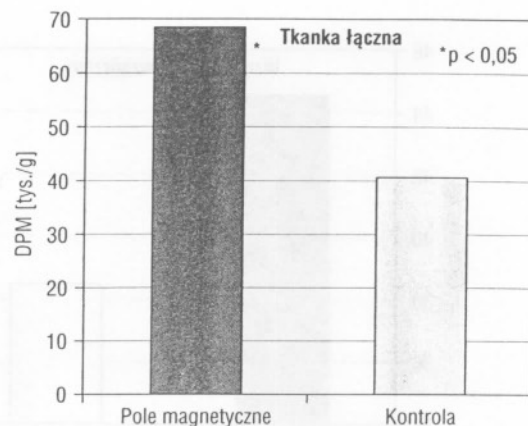


**Rycina 12.** Porównanie wychwytu ( $^3\text{H}$ ) glukozy w wątrobie u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])  
**Figure 12.** Comparison of ( $^3\text{H}$ ) glucose uptake in liver in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



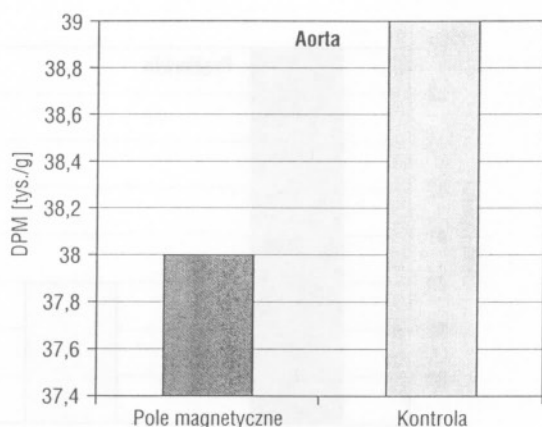
**Rycina 13.** Porównanie wychwytu (<sup>3</sup>H) glukozy w nerce u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])

**Figure 13.** Comparison of (<sup>3</sup>H) glucose uptake in kidney in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



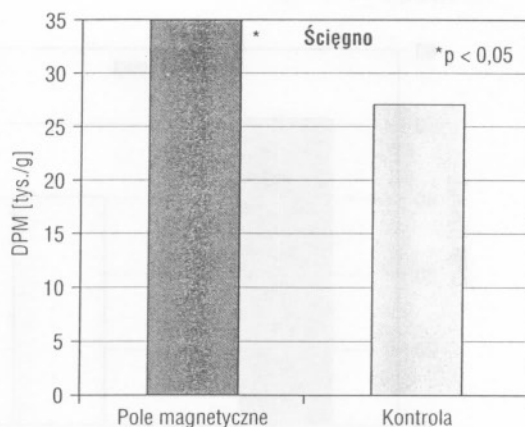
**Rycina 16.** Porównanie wychwytu (<sup>3</sup>H) glukozy w tkance łącznej u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])

**Figure 16.** Comparison of (<sup>3</sup>H) glucose uptake in connective tissue in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



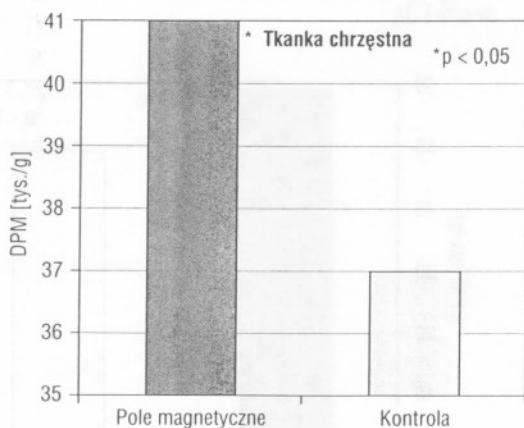
**Rycina 14.** Porównanie wychwytu (<sup>3</sup>H) glukozy w aorcie u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])

**Figure 14.** Comparison of (<sup>3</sup>H) glucose uptake in aorta in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



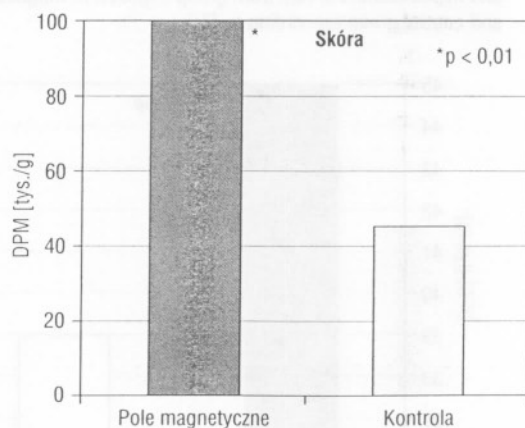
**Rycina 17.** Porównanie wychwytu (<sup>3</sup>H) glukozy w ścięgnie u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])

**Figure 17.** Comparison of (<sup>3</sup>H) glucose uptake in tendon in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



**Rycina 15.** Porównanie wychwytu (<sup>3</sup>H) glukozy w tkance chrzęstnej u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])

**Figure 15.** Comparison of (<sup>3</sup>H) glucose uptake in cartilaginous tissue in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])



**Rycina 18.** Porównanie wychwytu (<sup>3</sup>H) glukozy w skórze u szczurów z grupy eksponowanej w polu magnetycznym i grupy kontrolnej (wg [7])

**Figure 18.** Comparison of (<sup>3</sup>H) glucose uptake in skin in rats from group exposed to magnetic field and control group (according to [7])