

Marta Woldańska-Okońska^{1,2}
Jan Czernicki²

WPŁYW IMPULSOWYCH PÓL MAGNETYCZNYCH NISKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI STOSOWANYCH W MAGNETOTERAPII I MAGNETOSTYMULACJI NA WYDZIELANIE HORMONÓW TARCZYCY U LUDZI

EFFECT OF LOW FREQUENCY PULSATING MAGNETIC FIELDS USED IN MAGNETOTHERAPY AND MAGNETOSTIMULATION ON THYROID GLAND HORMONES IN HUMANS

¹ Z Oddziału Rehabilitacji

Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej w Sieradzu

² Z Katedry Rehabilitacji

Akademii Świętokrzyskiej – Filii w Piotrkowie Trybunalskim

STRESZCZENIE

Wstęp. Udowodniono działanie biologiczne pola magnetycznego stosowanego w magnetoterapii i magnetostymulacji na struktury błonowe w organizmach żywych. Istnieje zatem możliwość modulacji działania enzymów na błony komórkowe, mitochondrialne i jądrowe komórek tarczycy i produkcję hormonów tarczycy przez pola magnetyczne. Innym potencjalnym działaniem pól magnetycznych na metabolizm hormonów tarczycy jest ich możliwy wpływ na konwersję T4 w T3. Celem pracy była ocena wpływu pola magnetycznego w magnetoterapii i magnetostymulacji stosowanej w sposób przewlekły (tak, jak ma to miejsce w terapii) na wydzielanie hormonów tarczycy u ludzi. **Metody.** Badaniem objęto dwie grupy pacjentów: 16 mężczyzn poddano magnetoterapii, 10 mężczyzn poddano magnetostymulacji. Magnetoterapię (Magnetronic MF-10) aplikowano na okolicę pasa biodrowego u chorych leczonych z powodu przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa przy parametrach pola – indukcji 2,9 μT, częstotliwości 40 Hz, fali prostokątnej. Magnetostymulację (Viofor JPS, program M2P2, z użyciem maty) stosowano u chorych leczonych z tego samego powodu. Parametry pola to indukcja 25–80 μT, częstotliwość 200 Hz, fala o kształcie iglicy ekspotencjalnej z fazą stałej indukcji w jednej trzeciej i dwóch trzecich wysokości. Obie grupy poddawano aplikacji pola 15 razy (około godziny dziesiątej przed południem) z przerwami na sobotę i niedzielę. Do analizy statystycznej danych zastosowano test T Studenta dla prób powiązanych i niepowiązanych. **Wyniki.** Pole magnetyczne wpływa na obniżenie poziomu TSH w wyniku magnetostymulacji. Pole magnetyczne wpływa na podwyższenie poziomu fT4 u wszystkich badanych i fT3 u osób z wybranej grupy badanych w wyniku magnetoterapii oraz na obniżenie poziomu fT3 u osób z wybranej grupy w wyniku magnetostymulacji. **Wnioski.** Pole magnetyczne ma wpływ na aktywność tarczycy i przysadki bez korelacji z regulującym mechanizmem osi przysadkowo-tarczycowej, a także oddziaływało silnie na wydzielanie hormonów tarczycy u osób wrażliwych na jego działanie. Med. Pr. 2003; 54 (4): 335–339

SŁOWA KLUCZOWE: hormony tarczycy, impulsowe pola magnetyczne, magnetoterapia, magnetostymulacja

ABSTRACT

Introduction. It was proved that magnetic fields used in magnetotherapy and magnetostimulation had the biological effect on cellular structures in alive organisms. Then there is possibility of activity modulation of cellular, mitochondrial and nuclear membranes and the thyroid gland production by magnetic fields. The different potential activity of magnetic fields is their possible influence on T4–T3 conversion. Therefore the aim of our paper was to test the influence of magnetic fields applied during magnetotherapy and magnetostimulation over a long period of time (the same way as in physiotherapy) on thyroid gland hormones secretion in humans. **Methods.** Two groups of patients were covered by the study: 16 men who underwent magnetotherapy and 10 men subjected to magnetostimulation. Magnetotherapy in the form of magnetic field induction (2.9 μT, frequency: 40 Hz, square wave, bipolar; Magnetronic MF-10 devices) was applied for 20 min to the lumbar area in patients with chronic low back pain. Magnetostimulation (Viofor JPS system, M2P2 program-induction 25–80 μT, frequency 200 Hz, complex saw-like shape with a plateau halfway the height of the wave, bipolar) was used for 12 min in patients treated for the same health problem. Both groups received 15 applications (about 10:00 in the morning), one every day except for weekends. The data were statistically analyzed using paired and unpaired Student's test. **Results.** Magnetostimulation affects the thyroid gland secretion by decreasing the TSH level in all patients under study. Magnetotherapy affects fT4 secretion in all patients and fT3 secretion in a selected group of patients, by increasing their levels. Magnetostimulation affects the thyroid gland secretion by decreasing fT3 level in a selected group of patients. **Conclusions.** Magnetic field affects the activity of thyroid gland and pituitary gland without correlation with a regulatory mechanism of the pituitary-thyroid gland axis and exerts a stronger effect on the thyroid gland secretion in patients sensitive to its action. Med Pr 2003; 54 (4): 335–339

KEY WORDS: thyroid gland hormones, pulsating magnetic fields, magnetotherapy, magnetostimulation

Nadesłano: 3.04.2003

Zatwierdzono: 23.06.2003

Adres I autora: Kochanowskiego 4, 98-200 Sieradz, e-mail: marysia@pro.onet.pl

© 2003, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

WSTĘP

Neurohormon tyreoliberyna (TRH), produkowany przez neurocyty podwzgórza, jest czynnikiem uwalniającym – liberyną. W warunkach fizjologicznych TRH uwalnia z przysadki tyreotropinę (TSH) oraz prolaktynę. Podstawową funkcją TSH jest regulacja funkcji gruczołu tarczowego. Do hormonów tarczycy należą:

- tetrajodotyronina – tyroksyna T4
- trijodotyronina – T3.

Wiadomo obecnie, że T4, główny produkt wydzielania gruczołu tarczowego jest prohormonem, a biologicznie ak-

tywnym hormonem jest T3. Poziom T3 nie wpływa w istotny sposób na wydzielanie TSH, natomiast istnieje korelacja pomiędzy syntezą TSH a poziomem T4 w surowicy (1,2)

T3 jako ważny regulator metabolizmu u człowieka wpływa na wzrost, różnicowanie i dojrzewanie komórek, przemianę białek, węglowodanów i lipidów. Innym skutkiem działania T3 jest wpływ na produkcję innych hormonów – np. hormonu wzrostu oraz ich ekspresję – między innymi adrenaliny.

Zarówno T4 jak i T3 są w krwioobiegu w 90% związane z białkami. Hormony związane z nośnikami nie są substratami dla enzymów znajdujących się w płynach ustrojowych.

Dla celów diagnostycznych oznacza się najczęściej poziom TSH, wolną tyroksynę - fT4 i wolną trijodotyroninę - fT3 (1,2).

Pola magnetyczne niskiej częstotliwości znajdują coraz częściej zastosowanie jako fizykalny bodziec leczniczy w rehabilitacji i psychiatrii. Pola te są aplikowane głównie na podstawie obserwacji klinicznych. Właściwy dobór wartości indukcji i częstotliwości oraz kształtu impulsu może okazać się korzystniejszy dla terapii, a także w uściśleniu przeciwwskazań. Umożliwić to może zbadanie wpływu pól magnetycznych na poziom podstawowych parametrów fizjologicznych w surowicy krwi człowieka, w tym poziomy hormonów.

Jak do tej pory, udowodniono działanie biologiczne pola magnetycznego stosowanego w magnetoterapii i magneto-stymulacji na struktury błonowe w organizmach żywych. Istnieje zatem możliwość modulacji działania enzymów na błony komórkowe, mitochondrialne i jądrowe komórek tarczycy i produkcję hormonów tarczycy przez pola magnetyczne (3,4).

Innym potencjalnym działaniem pól magnetycznych na metabolizm hormonów tarczycy jest ich możliwy wpływ na konwersję T4 w T3 (4).

Toteż celem pracy było zbadanie wpływu pola magnetycznego stosowanego w magnetoterapii i magnetostymulacji w sposób przewlekły (tak, jak ma to miejsce w fizjoterapii) na wydzielanie hormonów tarczycy u ludzi.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto dwie grupy mężczyzn (w średnim wieku 46 lat), 16 poddano magnetoterapii, a 10 magnetostymulacji

Magnetoterapię (Magnetronic MF-10, firmy Electronic, aplikator w kształcie cewki) stosowano na okolicę pasa biodrowego u pacjentów leczonych z powodu zespołów bólowych kręgosłupa, przy parametrach pola - indukcja 2,9 mT, częstotliwość 40 Hz, kształt impulsu prostokątny, w serii 15 zabiegów po 20 minut (z przerwami na sobotę i niedzielę).

Magnetostymulację (system Viofor JPS, firmy Med.&Life, program M2 P2 z użyciem aplikatora w postaci maty) stosowano u pacjentów leczonych z tego samego powodu.

Parametry pola to indukcja 25-80 μ T, częstotliwość 200 Hz, fala o kształcie iglicy eksponentyjnej z fazą stałej indukcji w jednej trzeciej i dwóch trzecich wysokości. Pole aplikowano 15 razy (około godziny dziesiątej przed południem) 1 raz dziennie, z przerwami na sobotę i niedzielę.

U badanych osób nie występowały żadne choroby towarzyszące bólowi krzyża, nie otrzymywały one żadnych leków, w tym również przeciwbólowych. Natomiast stosowano w obu grupach standardową kinezyterapię polegającą na wykonywaniu przez pacjentów tego samego zestawu ćwiczeń oraz na stosowaniu pośrednich wyciągów za miednicę.

Poziom TSH, fT4 i fT3 w surowicy oznaczano mikrometodą chemiluminescencji przed aplikacją pola magnetycznego, w dzień po 15 aplikacjach oraz po miesiącu od zakończenia aplikacji. Wyniki podano w μ UI/ml dla TSH, ng/dl dla fT4 oraz pg/dl dla fT3.

Do analizy statystycznej danych zastosowano test T Studenta dla prób powiązanych i niepowiązanych.

Po wstępnej analizie wyników stwierdzono, że u większości pacjentów istnieje tendencja do określonej reakcji na pole magnetyczne - podwyższenie lub obniżenie poziomu określonych hormonów, tę część pacjentów analizowano oddzielnie w obu grupach po magnetoterapii (11 osób) i magneto-stymulacji (7 osób). U pozostałych osób występowały niewielkie i nieistotne zmiany poziomu hormonów tarczycy.

WYNIKI

W wyniku magnetostymulacji obserwowano w przedstawionych badaniach istotne obniżenie poziomu TSH po miesiącu od ukończenia zabiegów w stosunku do poziomu po zakończeniu zabiegów u wszystkich chorych i w grupie pacjentów wrażliwych (tabele I-VI).

Po magnetostymulacji nastąpiło również istotne obniżenie poziomu fT3 po miesiącu od ukończenia zabiegów u pacjentów wrażliwych w stosunku do wartości poprzedniej, a także w stosunku do poziomu tego hormonu przed zabiegami.

W wyniku magnetoterapii obserwowano tendencję do podwyższenia poziomu fT4 u wszystkich badanych po miesiącu od magnetoterapii, wyniki nie były istotne statystycznie. Istotnie statystycznie podwyższenie fT4 obserwowano po miesiącu od ukończenia zabiegów w grupie pacjentów wrażliwych. Obserwowano również we wrażliwej grupie

Tabela I. Poziom TSH przed aplikacją pola magnetycznego, po 15 aplikacjach i po miesiącu od ukończenia aplikacji

Table I. TSH level before magnetic field application, after 15 applications and one month after completed magnetic fields therapy

	Przed aplikacją Before applications	Po 15 zabiegach After 15 applications	Po miesiącu After a month
Magnetoterapia Magnetotherapy	0,95 \pm 0,79	0,78 \pm 0,58	1,09 \pm 0,96
Magnetostymulacja Magnetostimulation	0,93 \pm 0,64	1,09 \pm 0,63	0,84 \pm 0,47*

* Zależność istotna statystycznie ($p < 0,05$) pomiędzy wynikiem magnetostymulacji po 15 aplikacjach i po miesiącu.

* Statistically significant relationship ($p < 0,05$) between the results of magnetostimulation after 15 applications and one month after therapy.

Tabela II. Poziom fT3 przed aplikacją pola magnetycznego , po 15 aplikacjach i po miesiącu od ukończenia aplikacji
Table II. FT3 level before magnetic field application, after 15 applications and one month after completed magnetic fields therapy

	Przed aplikacją Before applications	Po 15 zabiegach After 15 applications	Po miesiącu After a month
Magnetoterapia Magnetotherapy	3,03 ± 0,79	2,98 ± 0,92	3,46 ± 1,08
Magnetostymulacja Magnetostimulation	2,85 ± 0,31	2,79 ± 0,29	2,72 ± 0,52

Tabela III. Poziom fT4 przed aplikacją pola magnetycznego , po 15 aplikacjach I po miesiącu od ukończenia aplikacji
Table III. FT4 level before magnetic field application, after 15 applications and after one month after completed magnetic fields therapy

	Przed aplikacją Before applications	Po 15 zabiegach After 15 applications	Po miesiącu After a month
Magnetoterapia Magnetotherapy	1,20 ± 0,31	1,39 ± 0,44	1,52 ± 0,48
Magnetostymulacja Magnetostimulation	1,19 ± 0,24	1,12 ± 0,09*	1,16 ± 0,16*

* Zależność istotna statystycznie (p < 0,05) pomiędzy wynikiem magnetoterapii i magnetostymulacji po 15 aplikacjach i po miesiącu.
 * Statistically significant relationship (p < 0.05) between the results of magnetostimulation and magnetotherapy after 15 applications and one month after therapy.

Tabela IV. Poziom TSH przed aplikacją pola magnetycznego , po 15 aplikacjach I po miesiącu od ukończenia aplikacji w grupach pacjentów wrażliwych
Table IV. TSH level before magnetic field application, after 15 applications and one month after completed therapy in sensitive groups of patients

	Przed aplikacją Before applications	Po 15 zabiegach After 15 applications	Po miesiącu After a month
Magnetoterapia Magnetotherapy	0,56 ± 0,40	0,63 ± 0,39	0,52 ± 0,23
Magnetostymulacja Magnetostimulation	0,98 ± 0,70	1,11 ± 0,68	0,75 ± 0,46*

* Zależność istotna statystycznie (p < 0,05) pomiędzy wynikiem magnetostymulacji po 15 aplikacjach i po miesiącu.
 * Statistically significant relationship (p < 0.05) between the results of magnetostimulation after 15 applications and one month after therapy.

Tabela V. Poziom fT3 przed aplikacją pola magnetycznego, po 15 aplikacjach i po miesiącu od ukończenia aplikacji w grupach pacjentów wrażliwych
Table V. FT3 level before magnetic fields application, after 15 applications and one month after completed therapy in sensitive groups of patients

	Przed aplikacją Before applications	Po 15 zabiegach After 15 applications	Po miesiącu After a month
Magnetoterapia Magnetotherapy	3,20 ± 0,68	2,65 ± 0,76*	4,10 ± 0,57***^
Magnetostymulacja Magnetostimulation	2,92 ± 0,29	2,89 ± 0,33	2,40 ± 0,39***^o

* Zależność istotna statystycznie (p < 0,05) pomiędzy wynikiem magnetoterapii przed zabiegami i po 15 aplikacjach.
 * Statistically significant relationship (p < 0.05) between the results of magnetostimulation before and after 15 applications of magnetic field.
 ** Zależność istotna statystycznie (p < 0,05) pomiędzy wynikiem magnetoterapii po 15 aplikacjach i po miesiącu.
 ** Statistically significant relationship (p < 0,05) between the results of magnetostimulation after 15 applications and one month after therapy.
 ^ Zależność istotna statystycznie (p < 0,05) pomiędzy wynikiem magnetoterapii przed zabiegami i po miesiącu od ukończenia zabiegów.
 ^ Statistically significant relationship (p < 0.05) between the results of magnetostimulation before using magnetic fields and one month after therapy.
 o Zależność istotna statystycznie (p < 0,05) pomiędzy wynikiem magnetoterapii i magnetostymulacji po miesiącu.
 o Statistically significant relationship (p < 0.05) between the results of magnetostimulation and magnetotherapy one month after therapy.

pacjentów istotne obniżenie poziomu fT3 po 15 zabiegach i istotne podwyższenie poziomu fT3 po miesiącu od ukończenia zabiegów magnetoterapii.

Dodatkowo zaistniały istotne różnice pomiędzy poziomami fT3 po 15 zabiegach magnetoterapii i magnetostymulacji oraz po miesiącu od ukończenia zabiegów.

Obserwowano istotne różnice pomiędzy poziomami fT4 po magnetoterapii i magnetostymulacji po 15 zabiegach i po miesiącu od ukończenia zabiegów u pacjentów wrażliwych i wszystkich badanych.

Tabela VI. Poziom fT4 przed aplikacją pola magnetycznego, po 15 aplikacjach i po miesiącu od ukończenia aplikacji w grupach pacjentów wrażliwych
Table VI. FT4 level before magnetic field application, after 15 applications and one month after completed therapy in sensitive groups of patients

	Przed aplikacją Before applications	Po 15 zabiegach After 15 applications	Po miesiącu After a month
Magnetoterapia Magnetotherapy	1,17 ± 0,34	1,29 ± 0,38	1,64 ± 0,33*^
Magnetostymulacja Magnetostimulation	1,23 ± 0,20	1,12 ± 0,07	1,20 ± 0,14°

* Zależność istotna statystycznie ($p < 0,05$) pomiędzy wynikiem magnetoterapii po 15 aplikacjach i po miesiącu.

* Statistically significant relationship ($p < 0,05$) between the results of magnetostimulation after 15 applications and one month after therapy.

^ Zależność istotna statystycznie ($p < 0,05$) pomiędzy wynikiem magnetoterapii przed zabiegami i po miesiącu od ukończenia zabiegów.

^ Statistically significant relationship ($p < 0,05$) between the results of magnetostimulation before using magnetic fields and one month after therapy.

° Zależność istotna statystycznie ($p < 0,05$) pomiędzy wynikiem magnetoterapii i magnetostymulacji po miesiącu.

° Statistically significant relationship ($p < 0,05$) between the results of magnetostimulation and magnetotherapy one month after therapy.

OMÓWIENIE

Wydaje się właściwe omówienie działania pól magnetycznych zastosowanych w opisanym badaniu w oparciu o literaturowe dane, szeregując je, w zależności od przybliżenia cytowanych parametrów aplikacji do takich pól, jakie są stosowane w magnetoterapii i magnetostymulacji.

Youbicier-Simo B.J. i wsp. (5) obserwowali, że po ekspozycji kurzych zarodków w polu elektromagnetycznym, emitowanym przez ekrany telewizora i komputera, poziom tyreoglobuliny był obniżony u wylętych kurcząt w sposób statystycznie istotny.

Selmanui B. i wsp. (6) wykazali, że w warunkach eksperymentalnych u zdrowych mężczyzn nie występują pod wpływem pola magnetycznego zmiany w wydzielaniu dobowym TSH, trójiodotyroniny T3, tyroksyny T4, wolnej trójiodotyroniny fT3, wolnej tyroksyny fT4.

Również poziom białka wiążącego tyroksynę nie uległ zmianie pod wpływem ostrej ekspozycji (24 godziny) pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz i indukcji 10 mT. Podobne wyniki uzyskał Reiter R.J. (7). Powyższe przykłady nie potwierdzają stymulującego wpływu pól magnetycznych podobnych do stosowanych w magnetoterapii na wydzielanie hormonów tarczycy, choć ostatnie dwa opisują czas ekspozycji nieporównywalny do czasu stosowanego w opisywanym badaniu

Nieco inaczej przedstawiają się przykłady zastosowań pola magnetycznego w przezczaszkowej stymulacji magnetycznej (transcranial magnetic stimulation – TMS).

Szuba i wsp. (8) oraz Cohrs i wsp. (9) przyjmują, że na poprawę nastroju u chorych z depresją ma wpływ znaczący wzrost poziomu TSH mierzony w 10 i 60 minut po stymulacji, choć Evers S. i wsp. (10) nie stwierdzają podobnego zjawiska u zdrowych ochotników.

Sieroń A. (4) przytacza wiele przykładów stymulującego wpływu magnetoterapii na układ hormonalny tarczycy. Dotyczy to zarówno zmiany struktury gruczołu tarczowego i wzrostu jego masy, jak również wzrostu poziomu T4.

Praktyczna implikacja przypuszczalnego stymulującego wpływu magnetoterapii na wytwarzanie hormonów tarczycy (co znalazło potwierdzenie w naszym badaniu) to przeciw-

wskazanie do jej stosowania w nadczynności tarczycy. Znajduje to odzwierciedlenie w piśmiennictwie (4).

Wyniki magnetostymulacji są prezentowane w pracach Rajkovic W. i wsp. (11) oraz Matawulja M. i wsp. (12). Wpływ zmiennego pola magnetycznego o indukcji od 500 do 50 μ T i częstotliwości 50 Hz charakteryzował się zmniejszeniem aktywności gruczołu tarczowego i obniżeniem poziomu T3 i T4 w surowicy po trzech miesiącach aplikacji pola (11) oraz zmianą struktury tarczycy, świadcząca o obniżeniu jej aktywności po 6 miesiącach magnetostymulacji (12).

Badania opisywane w tej pracy również świadczą o hamującym wpływie magnetostymulacji na wydzielanie hormonów tarczycy.

Jedną z teorii wyjaśniających wpływ pól magnetycznych na wytwarzanie hormonów tarczycy poprzez ich wpływ na produkcję melatoniny sugeruje, że wysoki poziom melatoniny działa supresyjnie na produkcję hormonów tarczycy, a obniżenie poziomu melatoniny powoduje sytuację odwrotną. Wpływ na wytwarzanie hormonów tarczycy poprzez reakcję na poziom melatoniny potwierdza O'Connor R.P., Persinger M.A. (13), Zdrojewicz Z. i wsp. (14), Lewiński i wsp. (wg 15), natomiast nie potwierdza tej teorii Karasek M. (15) oraz Reiter R.J. (7).

Natomiast przedstawione powyżej oraz opisane w naszym badaniu dane przemawiają raczej za bezpośrednim wpływem pola magnetycznego na przysadkę i gruczoł tarczowy.

Co więcej, obniżenie poziomu TSH po magnetostymulacji i niezmienny poziom tego hormonu po magnetoterapii nie korelują z niezmiennym poziomem fT4 po magnetostymulacji i podwyższeniem poziomu fT4 po magnetoterapii nie wykazuje związku z regulującym wpływem osi przysadkowo-tarczycowej.

W przedstawionym badaniu większość mężczyzn biorących w nim udział reagowała w określony sposób na magnetoterapię i magnetostymulację. Reakcją na pole magnetyczne była wyraźniejsza we wrażliwej grupie leczonych, co przejawia się podwyższeniem poziomu fT3 po magnetoterapii i obniżeniem po magnetostymulacji oraz podwyższeniem poziomu fT4 po magnetoterapii. Analogicznie Wilson B.W. i wsp. (16) zaobserwowali, że reakcją na pole magnetyczne

występuje tylko przy określonych parametrach pola magnetycznego u wrażliwych mężczyzn.

Niejednakowe działanie pól magnetycznych na poszczególne osoby tłumaczy się niekiedy zjawiskiem o charakterze rezonansowym, związanym z działaniem nieliniowym tych pól w zakresie niskich częstotliwości, dla różnych wartości progowych energii u różnych osobników. Nazywa się to „efektem okna biologicznego” lub „oknem Adey’a” (3). Teoria opisana powyżej nie jest jednak akceptowana przez naukowców zajmujących się bioelektromagnetyzmem.

Zjawisko indywidualnej reakcji osób na ekspozycję w polu magnetycznym wyjaśnić można raczej wrażliwością na określone parametry tego pola.

Ogólnie znane jest przecież empirycznie zjawisko indywidualnej reakcji ludzi na promieniowanie słoneczne, a w fizykoterapii niejednakowe reakcje osób pobierających zabiegi fizykalne, których istotą jest aplikacja różnych rodzajów energii – np.: ultradźwięki, galwanizacja czy biostymulacja laserowa.

WNIOSKI

1. Pole magnetyczne wpływa na podwyższenie poziomu fT4 u wszystkich badanych i fT3 u osób wrażliwych w wyniku magnetoterapii.

2. Pole magnetyczne wpływa na obniżenie poziomu TSH w wyniku magnetostymulacji.

3. Pole magnetyczne wpływa na obniżenie poziomu fT3 u osób z grupy wrażliwej w wyniku magnetostymulacji.

4. Pole magnetyczne ma wpływ na aktywność tarczycy i przysadki bez korelacji z regulującym mechanizmem osi przysadkowo-tarczycowej.

5. Pole magnetyczne oddziaływało silniej na wydzielanie hormonów tarczycy u osób wrażliwych na jego działanie.

PIŚMIENNICTWO

1. Pawlikowski M. [red.]: Leczenie hormonami i pochodnymi hormonów. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1996, ss. 101–103.
2. Zieleniewski J.: Choroby tarczycy. W: Pawlikowski M. [red.]. Zarys endokrynologii klinicznej. Wydawnictwo lekarskie PZWL, Warszawa 1996.
3. Fedorowski A., Steciwko A.: Biologiczne oddziaływanie nie jonizującego promieniowania elektromagnetycznego. Med. Pr. 1998; 49 (1): 93–105.

4. Sieroń A. [red.]: Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie. Wyd. II. Wydawnictwo α -Medica Press, Bielsko Biala 2002, ss. 83–86, 202–204.
5. Youbicier-Simo B.J., Boudard F., Cabaner C., Bastide M.: Biological effects of continuous exposure of embryos and young chickens to electromagnetic fields emitted by video display units. Bioelectromagnetics 1997; 18 (7): 514–523.
6. Selmaoui B., Lambrozo J., Touitou Y.: Endocrine functions in young men exposed for one night to a 50-Hz magnetic field. A circadian study of pituitary, thyroid and adrenocortical hormones. Life Sci. 1997; 61 (5): 473–486.
7. Reiter R.J.: A review of neuroendocrine and neurochemical changes associated with static and extremely low frequency electromagnetic field exposure. Integr. Physiol. Behav. Sci. 1993; 28 (1): 57–75.
8. Szuba M.P., O’Reardon J.P., Rai A.S., Synder-Kastenber J., Amsterdam J.D., Gettes D.R. i wsp.: Acute mood and thyroid stimulation hormone effects of transcranial magnetic stimulation in major depression. Biol. Psychiatry 2001; 50 (1): 22–27.
9. Cohrs S., Tergau F., Korn J., Becker W., Hajak G.: Suprathreshold repetitive transcranial magnetic stimulation elevates thyroid-stimulating hormone in healthy male subjects. J. Nerv. Ment. Dis. 2001; 189 (6): 393–397.
10. Evers S., Hengst K., Pecuch P.W.: The impact of transcranial magnetic stimulation on pituitary hormone levels and cortisol in healthy subjects. J. Affect. Disord. 2001; 66 (1): 83–88.
11. Rajkovic V., Matavulj M., Lukac T., Gledic D., Babic J., Lazetic B.: Morphophysiological status of rat thyroid gland after subchronic exposure to low frequency electromagnetic field. Med. Pregl. 2002; 54 (3–4): 119–127.
12. Matavulj M., Rajkovic V., Uscebrka G., Zikic D., Stevanovic D., Lazetic B.: Electromagnetic fields effect on the morphology of rat thyroid gland. W: Bersani F. [red.]. Electricity and Magnetism in Biology and Medicine. Kluwer Academic Plenum Publishers, New York – Boston – Dordrecht – London – Moscow 1999, ss. 489–492.
13. O’Connor R.P., Persinger M.A.: Increases in magnetic activity are associated with increases in thyroxin levels in a single patient: implication for melatonin levels. Int. J. Neurosci. 1996; 88 (3–4): 243–247.
14. Zdrojewicz Z., Sztuka-Pietkiewicz A.: Współczesne poglądy na temat roli melatoniny w chorobach reumatycznych. Reumatologia 1999; 37 (4): 403–410.
15. Karasek M.: Melatonin in humans – where we are 40 years after its discovery. Neuroendocrinology Lett. 1999; 20: 179–188.
16. Wilson B.W., Wright Ch.W., Morris J.E., Buschbom R.L., Brown D.P., Miller D.L. i wsp.: Evidence for an effect of ELF electromagnetic fields on human pineal gland function. J. Pineal Res. 1990; 9: 259–269.