

Zbigniew Janczak, Agnieszka Niemierzycka, Agnieszka Zdrodowska

Samodzielny Zakład Fizykoterapii i Odnowy Biologicznej, Wydział Rehabilitacji, AWF Warszawa
Kierownik: Dr Z. Janczak

Wpływ magnetoterapii i magnetostymulacji na proces restytucji powysiłkowej

Influence of extremely low frequency magnetic field on recuperation

Słowa kluczowe: odnowa biologiczna, magnetoterapia, magnetostymulacja
Key words: recuperation, magnetotherapy, magnetostimulation

SUMMARY

Background. The aim of this research is the evaluation of influence of magnetotherapy and magnetostimulation on human's body directly after submaximal physical effort.

Material and methods. The research was carried over the group of 40 students, that do not actively train any sport. The students were making a physical effort on a cyclometer three times. After every effort the restitution time was defined by moment when pulse returned to preeffort measures. Students were always lying in their resting time. Firstly it was a passive type of rest; secondly rest supported by magnetostimulation (Viofor JPS) and thirdly supported by magnetotherapy (legs in MAGNETRONIC MF¹⁰). Parameters of applied magnetic fields were from the group of medical doses.

Results. Results of the research have shown that statistically the restitution time supported by magnetostimulation as well as magnetotherapy became significantly shorter.

STRESZCZENIE

Wstęp. Celem pracy jest ocena wpływu magnetoterapii i magnetostymulacji na organizm bezpośrednio po wykonaniu submaksymalnego wysiłku fizycznego.

Materiał i metody. Badania przeprowadzono na grupie 40 studentów nieuprawiających czynnie sportu. Badani poddani byli trzykrotnie (w odstępach kilkudniowych) wysiłkowi na cykloergometrze. Po każdym wysiłku czas restytucji określany był powrotem częstości tętna do wartości przedwysiłkowej. Odpoczynek odbywał się zawsze w pozycji leżącej. W pierwszym badaniu był to odpoczynek bierny, w drugim odpoczynek wspomagany magnetostymulacją (na materacu Viofor JPS), a w trzecim magnetoterapią (kończyny dolne umieszczone w cewkach aparatu MANETRONIC MF¹⁰). Parametry zastosowanych pól magnetycznych mieściły się w zakresie dawek leczniczych.

Wyniki. Wyniki badań wykazały istotne statystycznie skrócenie czasu restytucji wspomaganej fizycznie zarówno magnetostymulacją, jak i magnetoterapią.

WSTĘP

Pola magnetyczne stosowane w magnetoterapii mają najczęściej częstotliwości do 100 Hz i indukcję magnetyczną od 0,1 mT do 20 mT. Przebiegi tych pól są nieskomplikowane, najczęściej mają kształt sinusoidalny, trójkątny lub prostokątny.

W najnowszej metodzie zastosowań zmiennych pól magnetycznych w medycynie – magnetostymulacji, pola magnetyczne mają większą częstotliwość przebiegu podstawowego, która mieści się w prze-

dziale od kilku do 3000 Hz. Wartości indukcji magnetycznej są dużo niższe (2-3 rzędy wielkości), od 1 pT do 100 μ T, porównywalne z indukcją pola ziemskiego (która wynosi 30-70 μ T). Przebiegi podstawowe o wyższej częstotliwości są modulowane tak, że ich obwiednie mają kształt fali o częstotliwości najczęściej nieprzekraczającej kilkanaście Hz (do 100 Hz). Kształt podstawowych impulsów pola magnetycznego stosowanego w magnetostymulacji zbliżony jest do piłokształtnego. W swej części narastającej ma znaczne odchy-

lenia od przebiegu liniowego, co ma ułatwić wystąpienie efektów biofizycznych:

- elektrodynamicznego oddziaływania pola magnetycznego na prądy jonowe w organizmie
- magnetomechanicznego oddziaływania na cząstki z nieskompensowanymi spinami magnetycznymi
- jonowego rezonansu cyklotronowego kationów i anionów płynu ustrojowego.

Pole magnetyczne, oddziałując wielokierunkowo na organizm, między innymi:

usprawnia przebieg przemiany materii (normowanie przemiany tłuszczów i białek, stymulacja wydzielania wewnętrznego- insuliny, melatoniny, bradykininy)

powoduje zwiększenie stężenia jonów wapniowych i wapniowych aktywizujących makrofagi

poprawia odżywienie komórek oraz usprawnia wydalanie zbędnych produktów przemiany materii pobudza procesy dyfuzji oraz wychwytu tlenu przez hemoglobinę i cytochromy powodujące intensyfikację procesu utylizacji tlenu i oddychania tkankowego

przyspiesza rozwój krążenia obocznego poprzez działanie wazodilacyjne i angiogenetyczne [1, 2].

W konsekwencji powoduje działanie zmniejszające dług tlenowy poprzez wpływ na procesy oddychania tlenowego i beztlenowego, co uzasadnia próbę wykorzystania pól magnetycznych jako środka odnowy biologicznej.

Jak dotąd ukazały się bardzo nieliczne doniesienia dotyczące skuteczności pola magnetycznego w odnowie biologicznej [3,4], dlatego autorzy niniejszych badań postawili sobie za cel próbę oceny wpływu pola magnetycznego niskiej częstotliwości na organizm, bezpośrednio po wykonaniu submaksymalnego wysiłku fizycznego, a dokładniej oceny szybkości i efektywności przebiegu restytucji powysiłkowej pod wpływem tego pola. Następnym z celów badań jest stwierdzenie różnicy efektów oddziaływania silniejszego pola magnetycznego (jak w magnetoterapii) na odnogi ciała najbardziej obciążony wysiłkiem, tj. kończyny dolne, a słabszego pola magnetycznego (jak magnetostymulacji) na cały organizm.

MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono w latach 2000/2001 na grupie 40 studentów AWF nieuprawiających czynnie sportu, w wieku 19-26 lat (śr. 22,0) o średniej wysokości ciała 179,2 cm i średniej masie ciała 76,7 kg. Badani poddawani byli wysiłkowi submaksymalnemu na cykloergometrze ERM 100R Itam/Promed (Polska), którym oceniano czas restytucji powysiłkowej. Przed wystąpieniem do wysiłku dokonywano następują-

cych pomiarów: masy i wysokości ciała, wartości spoczynkowej ciśnienia krwi (BP) i częstości skurczów serca (HR). Po wysiłku mierzono tętno, ciśnienie krwi i czas restytucji określany powrotem HR do wartości wyjściowej (startowej). Badania wykonywano zawsze w godzinach przedpołudniowych, w odstępach nie krótszych niż trzy dni. Próbę wysiłkową wykonywano w oparciu o zmodyfikowany test Conconi'ego. Modyfikacja testu polegała na zastosowaniu sterowania cykloergometrem przez komputer, z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania. W oparciu o dane z badań A. Magiery [5], obciążenie startowe wynosiło 50 W, a docelowe (maksymalne) – 4 W/kg masy ciała. Obciążenie narastało liniowo. Rytm pedałowania 60-65 obrotów na minutę. Maksymalny czas wysiłku wynosił 20 min. Bezpośrednio po zakończeniu wysiłku badani wypoczywali w pozycji leżącej biernie lub wypoczynek wspomagany był polami magnetycznymi niskiej częstotliwości. W badaniach wykorzystano następujące aparaty: do magnetoterapii kończyn dolnych MAGNETRONIC MF-10, a do magnetostymulacji całego ciała VIOFOR JPS. Zabiegi fizykalne wykonywano wg następującej metodyki:

- magnetoterapia: kończyny dolne umieszczone w dwóch cewkach indukcyjnych; indukcja magnetyczna 5 mT, częstotliwość 50 Hz, przebieg pola sinusoidalny; czas zabiegu do momentu powrotu tętna do wartości wyjściowej.

- magnetostymulacja: badany w pozycji leżącej na materacu magnetycznym; indukcja magnetyczna zmieniająca się w zakresie 1 pT-100 µT, częstotliwość modulowana w zakresie od kilku do 100 Hz; czas zabiegu do momentu powrotu tętna do wartości wyjściowej.

Zastosowane parametry zabiegów mieszczą się w zakresie dawek leczniczych stosowanych w fizykoterapii [8].

Każdy badany poddany został następującemu reżimowi badawczemu:

I badanie

1. Wysiłek submaksymalny na cykloergometrze nożnym
2. Bierny wypoczynek w pozycji leżącej (do momentu powrotu HR do wartości przedwysiłkowej).

II badanie

1. Wysiłek submaksymalny na cykloergometrze nożnym
2. Wypoczynek z zastosowaniem magnetostymulacji.

III badanie

1. Wysiłek submaksymalny na cykloergometrze nożnym
2. Wypoczynek z zastosowaniem magnetoterapii.

WYNIKI

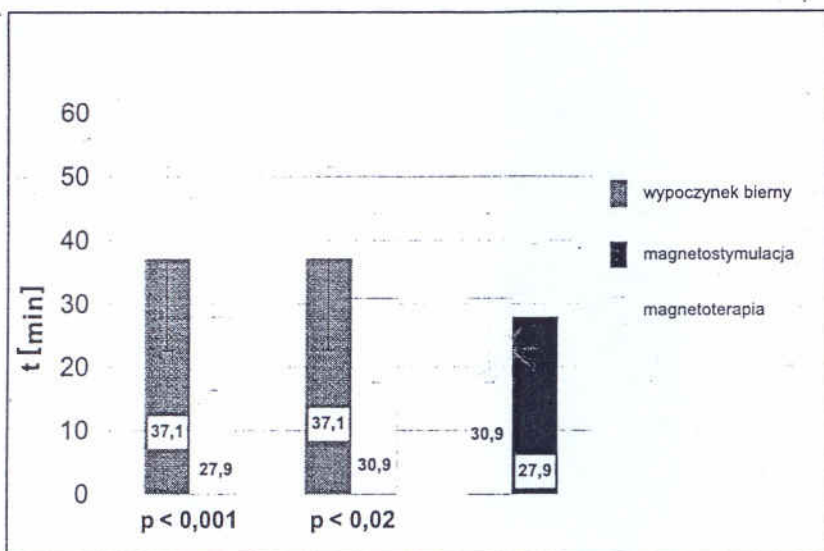
Policzono wartości średnie (\bar{x}) i odchylenie standardowe (SD) badanych cech. Istotność różnic oceniano stem T-Studenta, z dwiema próbami dla średnich.

Zmierzono wartości z trzech kolejnych badań, dotyczących częstości skurczów serca mierzonych przed wysiłku oraz przed i powysiłkowego ciśnienia tętno krwi (Tab. 1).

Przedstawione wartości potwierdzają, że obciążenie układu krążenia podczas realizacji wysiłku w trzech kolejnych badaniach jest porównywalne.

Obliczono istotność statystyczną różnicy czasu restytucji pomiędzy badaniem pierwszym i drugim, tzn.

czasem wypoczynku biernego i wspomaganego magnetostymulacją oraz między badaniem pierwszym i trzecim (czas wypoczynku biernego i wspomaganego magnetoterapią). W obydwu przypadkach uzyskano znamiennej statystycznie różnicę skrócenia czasu wypoczynku, co świadczy o korzystnym wpływie pól magnetycznych niskiej częstotliwości na efektywność procesu restytucji. Stwierdzono również krótszy czas wypoczynku po zastosowaniu magnetostymulacji w porównaniu do magnetoterapii, ale różnica ta nie była znamiennej statystycznie (Ryc. 1). Czas wypoczynku wspomaganego magnetostymulacją był krótszy o 9,21 min. (30%) od czasu wypoczynku biernego



yc. 1. Porównanie czasów restytucji
g. 1. Comparison of recuperation time

ab. 1. Wartości częstości skurczów serca (HR) i ciśnienia krwi (BP) w trzech kolejnych badaniach mierzone przed i o wysiłku.

ab. 1. Heart rate and blood pressure measured before and after effort

	HR X (SD)		BP X (SD)	
	PRZED	PO	PRZED	PO
BADANIE 1	76,5 ± 10,3	191,4 ± 16,2	136/82 ± 11,7/6,2	153/83 ± 11,7/6,2
BADANIE 2	77,6 ± 9,8	192,5 ± 13,2	136/81 ± 11,9/5,3	150/83 ± 18,0/7,8
BADANIE 3	77,3 ± 8,6	190,7 ± 14,8	135/82 ± 11,8/5,5	155/85 ± 17,4/6,7

go. C
króts
U
toter
nym :
logicz

W
metoc
żenia
cie wy
żliwoś
Nie b
ludzki
sportu
cja i si
Dz
celami
poprze
biegan
także v
go wzb
się być
sowani
trum o
pole ma
przez v
oddział
na wiel
Gier
restytuc
z tym v
cesy re
niach st
netoter
czasu p
przedw
więc prz
ne wpły
we. Aby
prowadz
metrycz
J. Ni
niu stał

PIŚMI

1. Kafka
Repor
2. Sieror
w mec
3. Nikisc
wysiłk

go. Czas restytucji wspomaganej magnetoterapią był krótszy o 6,20 min. (17%) od wypoczynku biernego.

Uzyskane wyniki wskazują, że zarówno magnetoterapia, jak i magnetostymulacja mogą być efektywnym środkiem fizykalnym stosowanym w odnowie biologicznej.

DYSKUSJA

W odnowie biologicznej poszukuje się nowych metod i oddziaływań, ponieważ coraz większe obciążenia treningowe i startowe we współczesnym sporcie wyczynowym powodują zbliżenie się do granic możliwości psychofizycznych organizmów sportowców. Nie byłoby możliwe pokonywanie kolejnych barier ludzkich możliwości, a właściwie w ogóle uprawianie sportu wyczynowego, gdyby nie prawidłowa realizacja i sterowanie procesami odnowy biologicznej [6].

Dzisiejsza odnowa biologiczna, poza tradycyjnymi celami, a więc skracaniem przerw wypoczynkowych poprzez intensyfikację procesów restytucyjnych i zapobieganiem powstawaniu kontuzji, współuczestniczy także w intensyfikowaniu efektów treningowych. Dlatego wzbogacanie jej w nowe formy oddziaływań wydaje się być niezbędne. Najkorzystniejsze będzie zatem stosowanie środków fizykalnych, które mają szerokie spektrum oddziaływania na organizm. Zadanie to spełnia pole magnetyczne, ponieważ przenikając równomiernie przez wszystkie struktury ciała, pozwala skutecznie oddziaływać nie tylko wybiórczo i ogólnie, ale wpływać na wiele procesów fizycznych i psychicznych.

Gieremek i Dec stwierdzają, że im krótszy jest czas restytucji wskaźników układu krążenia i oddychania, z tym większą intensywnością przebiegają inne procesy restytucyjne [6]. Ponieważ w niniejszych badaniach stosując zarówno magnetostymulację, jak i magnetoterapię uzyskano istotne statystycznie skrócenie czasu powrotu częstości skurczów serca do poziomu przedwysiłkowego odpowiednio o 30% i 17%, należy więc przypuszczać, że zastosowane pole magnetyczne wpłynęło korzystnie na inne procesy wypoczynkowe. Aby potwierdzić to przypuszczenie należałoby przeprowadzić oddzielne badania, w tym badania gazometryczne i stężenia mleczanów.

J. Nikisch i J. Paluszak podają, że po zastosowaniu stałego pola magnetycznego uzyskali skrócenie

procesu restytucji powysiłkowej mierzonej czasem powrotu częstości tętna do wartości spoczynkowych o około 50%, a przy zastosowaniu impulsowego pola o 60% [3,4]. Mimo iż autorzy niniejszych badań wykonali eksperyment na podobnej grupie mężczyzn i z użyciem takiego samego aparatu do magnetostymulacji, uzyskane wyniki nie były jednak tak obiecujące.

Wydaje się, że jedną z podstawowych przyczyn skrócenia czasu restytucji przez zastosowanie magnetostymulacji, bezpośrednio po wysiłku jest korzystny wpływ tego czynnika na transport oraz dyfuzję tlenu zachodzące na poziomie mikrokrążenia, dlatego magnetostymulację stosuje się z powodzeniem w leczeniu zaburzeń krążenia obwodowego [2,4].

Interesujące wydają się wyniki badań B. Pecyny [7], gdzie stwierdzono możliwość modelowania wartości amplitud fal SMR i theta pod wpływem magnetostymulacji a tym samym sensoryczno-motoryczną odpowiedź mózgu. Być może takim, ukierunkowanym oddziaływaniem można będzie podwyższać poziom sensorycznego uczenia się. Gdyby tak było, to magnetostymulacja mogłaby stać się jednym ze środków fizykalnych zwiększających efekty treningowe.

Ta sama autorka sugeruje, że stosując wolnozmienną pole magnetyczne można wyzwolić stan relaksacji, tak pożądany po wysiłku fizycznym [8].

Z uwagi na zachęcające wyniki warto byłoby sprawdzić jak wpływa magnetoterapia i magnetostymulacja na proces restytucji po różnych rodzajach wysiłku oraz w różnych okresach cyklu treningowego w wybranych dyscyplinach sportu.

WNIOSKI

1. Zastosowanie zabiegów magnetostymulacji lub magnetoterapii bezpośrednio po wysiłku submaksymalnym wydaje się być efektywnym środkiem odnowy biologicznej, co należałoby potwierdzić badaniami gazometrycznymi i stężenia mleczanów.
2. Impulsowe pole magnetyczne niskiej częstotliwości skraca czas restytucji powysiłkowej określanej powrotem tętna do wartości wyjściowej.
3. Nie istnieje istotna statystycznie różnica między czasem restytucji wspomaganej magnetostymulacją lub magnetoterapią.

PIŚMIENNICTWO

1. Kafka Wolf A., Vasodilatatorische Effekte durch speziall geformte elektromagnetische Pulse niedrigster Energie. Emphyspace Report 1, 1-2, 1998
2. Sieroń A., Cieślak G., Kawczyk-Krupka A., Biniszkiwicz T., Bilska-Urban A., Adamek M.- Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie, α -medica press, Bielsko-Bia3a 2000.
3. Nikisch J., Niefarmakologiczne metody wspomaganie wysiłku – wpływ pola magnetycznego na współczynnik restytucji powysiłkowej i objętość wyrzutową serca. Materiały z Konferencji Naukowo-Szkoleniowej 07.03.1998 AWF Warszawa .

- Paluszak J., Wpływ pulsującego pola magnetycznego na przebieg restytucji powysiłkowej. *Medycyna Sportowa* XV, 96, 26-27 VII/1999,
- Magiera A., Nieinwazyjna metoda oceny progu przemian beztlenowych w warunkach laboratorium. *Sport Wyczynowy* 7/8 1997.
- Gieremek K., Dec L., Problematyka odnowy biologicznej, AWF Katowice 1990
- Pecyna M.B., Zachowanie się fal encefalograficznych SMR i theta u młodych kobiet po zastosowaniu wolnozmiennej pole magnetycznych. *Czasopismo Psychologiczne* 7, 1, 95-102, 2001
- Pecyna M.B., Wolnozmienne pola magnetyczne w badaniach psychofizjologicznych. Wydawnictwo Akademickie „Żak” 2001.

Praca wykonana została w ramach badań statutowych naszej Uczelni (Ds.-41)

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr Zbigniew Janczak

Wydział Rehabilitacji AWF

Samodzielny Zakład Fizykoterapii i Odnowy Biologicznej

1-968 Warszawa, Marymoncka 34

Otrzymał / Received

22.07.2002 r.

zaakceptowano / Accepted

20.08.2002 r.

A 71

Kry

Kated

v

bi

T

Słowa k
Key wo

Bac
of the L
Mat
scolios.
course
analysis.
tion thru
nel „Me
priately
Res
bioelect
ty of the
of the c

Wst
biopoter
Mat
nicznym
próby c.
zarówn
z dostar
bądź dż
czteroka
puterem
mów, zin
Wyn.
ności bic
malizacji
a zwałsz