

**J. F. Terelak, L. Walasek, P. Ligocki,  
A. Tarnowski**

---

## Wpływ niedoboru magnezu na sprawność umysłową i motoryczną człowieka

---

Studia Psychologica nr 4, 87-105

---

2003

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

TERELAK, J.F.\*, WALASEK, L.\*\*, LIGOCKI, P.\*\*, TARNOWSKI, A.\*\*\*

## WPLYW NIEDOBORU MAGNEZU NA SPRAWNOŚĆ UMYSŁOWĄ I MOTORYCZNĄ CZŁOWIEKA

The influence of magnesium deficit on mental and motor human efficiency

### Abstract

The aim of the study was to evaluate magnesium condition in selected professional groups which are under the influence of stress factors (army pilots) and also the efficiency of magnesium supplementation on physical efficiency and subjective ailment (sickness) which might be caused by deficit of magnesium. The study was performed on 37 people, aged 24-50 (average 37.4). Two groups of subjects were selected from a random control trial, 20 in the examined group and 17 in controlled. The intravenous supplementation of magnesium by intravenous infusion was applied in the first group and the second received intravenous placebo. After obtaining required results a questionnaire was used to check occurring subjective symptoms and a psychological test was made (simple reaction time, Bourdon's attention test, arithmetic test). The results of the study showed influence of magnesium supplementation on attention processes gained from Bourdon's test. There were no statistically significant changes in the other tests.

### 1. PROBLEMATYKA

#### 1. ROLA MAGNEZU W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA

Magnez jest pierwiastkiem, któremu poświęca się coraz więcej uwagi w praktyce klinicznej. Pełni on w organizmie bardzo istotną rolę biologiczną. Jest zaliczany wraz z wapniem, potasem i sodem, do czterech głównych kationów organizmu. Pod względem ilościowym zajmuje drugie miejsce, po potasie, wśród jonów wewnątrzkomórkowych (Ashan, 1995).

Magnez bierze udział w aktywacji ponad 300 reakcji metabolicznych tj. w około połowy wszystkich przemian metabolicznych w organizmie ludzkim (Durlach, 1991).

Magnez poprzez udział w przemianach enzymatycznych i metabolicznych organizmu spełnia ważną rolę w czynności wielu układów organizmu człowieka.

Na układ nerwowo-mięśniowy działa jak jon neurotropowy powodując hamowanie transmisji impulsu nerwowego oraz jako naturalny antagonistą wapnia

\* Katedra Psychologii Pracy i Stresu, Instytut Psychologii, UKSW w Warszawie.

\*\* Klinika Chorób Wewnętrznych Wojskowego Szpitala Klinicznego w Bydgoszczy.

\*\*\* Wydział Psychologii, UW.

pośrednio oddziałujący na skurcz i relaksację mięśni. Magnez hamuje przemieszczanie się do przestrzeni synaptycznej neuromediatorów takich jak: aminy katecholowe i acetylocholina. Wysokie stężenie magnezu powoduje blokadę receptorów katecholaminowych oraz hamuje uwalnianie katecholamin z nadnerczy i obwodowych zakończeń neuronów adrenergicznych, a więc modyfikuje reakcje na stres (Graczyk, Radomska, Konarski, 1993).

W układzie naczyniowo-sercowym magnez wpływając na czynność elektryczną błony komórkowej oddziałuje na układ bodźco-przewodzący serca poprzez opóźnienie wyładowań z węzła zatokowego, zwolnienie przewodzenia w zakresie przedsionków i komór, wydłużenie czasu przewodzenia w węzle przedsionkowo-komorowym, wydłużenie okresu refrakcji bezwzględnej, zmniejszenie pobudliwości mięśnia sercowego na bodźce pozazatokowe oraz podniesienie progu wrażliwości dla migotania komór (Cereмуżyński i wsp., 2000).

W nadciśnieniu tętniczym magnez poprzez zmniejszenie odpowiedzi układu sercowo-naczyniowego na wzmożone napięcie układu współczulnego, doprowadza do spadku oporu obwodowego i ciśnienia tętniczego krwi (Davis, Jones, 2002).

W układzie pokarmowym uczestniczy w syntezie enzymów trawiennych, pobudza czynność wątroby, bierze udział w wydzielaniu soków żołądkowych (Cook i wsp., 1991).

W układzie oddechowym bierze udział w reakcjach biochemicznych na powierzchni oddechowej płuc (Durlach, 1991).

Pomimo iż magnez odgrywa tak istotną rolę w funkcjonowaniu wielu istotnych dla życia układów, jego niedobór w organizmie jest zjawiskiem bardzo rozpowszechnionym i związanym z błędami dietetycznymi (Fila, Terelak, 1994; Aleksandrowicz i wsp., 1991).

## 1.2. PULA MAGNEZU W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA

Zawartość magnezu w organizmie dorosłego człowieka wynosi około 1000 mmol tj. około 24 g. Z całej puli magnezu w organizmie ok. 60 %, zlokalizowanych jest w układzie kostnym, ok. 39 % – w narządach i tkankach miękkich (płyn wewnątrzkomórkowy), a zaledwie około 1% znajduje się w płynie zewnątrzkomórkowym, w tym w osoczu krwi. Największe stężenie magnezu w płynie wewnątrzkomórkowym występuje w narządach i tkankach, które obciążone są dużym wydatkiem energetycznym jak: mózg, mięśnie szkieletowe, wątroba i mięsień sercowy (Floriańczyk, 1997).

Magnez wchłaniany jest w przewodzie pokarmowym głównie w jelicie cienkim, szczególnie w jego odcinku dalszym na drodze dyfuzji ułatwionej w około 90% i dyfuzji biernej w około 10%. Stopień wchłaniania jest zróżnicowany w zależności od ilości magnezu w pokarmie i wynosi od 75% w diecie niskomagnezowej do 25% w diecie o wysokiej zawartości magnezu oraz od ogólnej puli magnezu w organizmie (Koryballska i wsp., 200).

Wydalanie magnezu drogą układu pokarmowego jest zmienne i zależy od ilości spożytego magnezu w żywieniu i stopnia jego niedoboru w organizmie. Utrata magnezu z potem uwarunkowana jest ciężkością pracy, tempera-

turą i wilgotnością i wynosi ok. 15 mg/dobę, ale może sięgać nawet do 15% magnezu zawartego w diecie (Marcinkowska-Suchowierska, 1991).

### 1.3. NIEDOBÓR MAGNEZU W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA – PRZYCZYNY I SKUTKI

Niedobór magnezu jest zawsze wynikiem nadmiernych strat magnezu w stosunku do jego podaży. Pomimo że niedobór magnezu jest zjawiskiem powszechnym, należy do najczęściej niezdiagnozowanego zaburzenia elektrolitowego we współczesnej praktyce lekarskiej (Abbot, Rude, 1993).

Można wyróżnić trzy główne przyczyny niedoboru magnezu:

– Niedostateczna podaż magnezu w diecie na skutek nieprawidłowego odżywiania: spożywanie pokarmów z niską zawartością magnezu i wysokoprzetworzonych, „miękką” woda pitna z niską zawartością magnezu, dieta bogatotłuszczowa i bogatowęglowodanowa, nadmierne spożywanie alkoholu;

– Upośledzenie wchłaniania magnezu w przewodzie pokarmowym na skutek spożywania pokarmów zawierających substancje powodujące ograniczenie wchłaniania tego pierwiastka jak: fluorki, fosforany, fitiny, tanina, kwas szczawowy, sole metali ciężkich oraz zaburzeń wchłaniania w przebiegu schorzeń przewodu pokarmowego: przewlekłych biegunek, zaburzeń wchłaniania, przewlekłych stanów zapalnych jelit, przetok jelitowych;

– Zwiększona utrata magnezu z moczem, kałem i potem na skutek stosowania licznych leków, szczególnie diuretyków, glikozydów naporstnicy, antybiotyków, leków przeczyszczających, cytostatyków, środków antykoncepcyjnych, nadmiernego spożywania używek (alkohol, kawa, herbata), licznych schorzeń powodujących zwiększenie utraty magnezu z moczem jak cukrzyca, choroby nerek z upośledzonym wchłanianiem zwrotnym, nadczynność tarczycy oraz reakcja stresowa.

Wydaje się, że jednym z istotnych czynników niedoboru magnezu w organizmie u osób zdrowych, aktywnych zawodowo jest stres psychologiczny (Terelak, 2001). W czasie reakcji stresowej następuje zwiększone wydalanie magnezu z moczem oraz inaktywacja jonów magnezu przez wolne kwasy tłuszczowe uwalniane w procesie lipolizy (Classen, 1981).

Kliniczne niedobory magnezu można podzielić na:

– wpływające na ośrodkowy układ nerwowy i stan psychiczny – depresje, podniecenie, drgawki, oczopląs, objawy nerwicowe i psychotyczne, nadpobudliwość psychoruchowa i nerwowa, zaburzenia koncentracji uwagi, zaburzenia pamięci i spostrzegania, wzmożona pobudliwość, stany lękowe i neurasteniczne, zaburzenia snu, płaczliwość, zmęczenie psychiczne i fizyczne, wrażliwość na zmianę pogody.

– wpływające na układ nerwowo-mięśniowy – osłabienie, drżenia, parestezje, zaburzenia połykania, pobudzenie ruchowe, drgawki, osłabienie, kurcze mięśniowe, drętwienie kończyn, mialgie (dodatnie objawy Chvostka, Trousseau), bóle kostno-stawowe.

– wpływające na funkcję układu sercowo-naczyniowego: kołatanie serca związane z zaburzeniami rytmu serca, nadciśnienie tętnicze, objawy bólu dławicowego i rzekomodławicowego – variant angina.

– wpływające na inne układy: kolki jelitowe typu spastycznego, zaburzenia perystaltyki układu pokarmowego, objawy hipoglikemii czynnościowej, objaw Raynauda, duszności astmopodobne, objawy rzekomoalergiczne (Abbot, Rude, 1993).

## 2. MATERIAŁ I METODY

Celem pracy jest badanie dotyczące oceny występowania niedoboru magnezu jawnego lub utajonego oraz oceny sprawności umysłowej i motorycznej u osób zdrowych i osób z dolegliwościami subiektywnymi w okresie niedoboru magnezu.

### 2.1. MATERIAŁ BADAŃ

Badanie wykonano u 37 zdrowych osób, mężczyzn, w wieku od 22 do 50 lat średnio  $36,9 \pm 7,2$  lat. Osoby badane były objęte szczególnym nadzorem medycznym, prowadziły wysoce prozdrowotny tryb życia.\*)

Ocenę stanu zdrowia dokonywano w oparciu o badania podmiotowe, przedmiotowe i kompleks badań dodatkowych: hematologiczne (morfologia krwi z rozmazem i OB), biochemiczne (stężenie w surowicy krwi glukozy, mocznika, kreatyniny, aminotransferaz AspAT i AlAT, cholesterolu całkowitego wraz z frakcjami HDL i LDL, trójglicerydów, sodu, potasu, fosforu, wapnia całkowitego i zjonizowanego w surowicy krwi, białka całkowitego w surowicy krwi, oraz badania ogólnego moczu), badania obrazowe (zdjęcie rentgenowskie klatki piersiowej, badanie ultrasonograficzne jamy brzusznej, badanie echograficzne serca), 12-odprowadzeniowy zapis EKG.

Stan gospodarki magnezowej oceniano w oparciu o objawy, których przyczyną może być niedobór magnezu, badania analityczne stężenia magnezu w surowicy krwi, stężenia magnezu w krwinkach czerwonych, wydalania magnezu w moczu dobowym oraz testu obciążenia magnezem. Osoby zakwalifikowane do badań podzielono na dwie grupy: eksperymentalną i kontrolną.

Grupa eksperymentalna – obejmowała 20 mężczyzn w wieku od 24 do 50 lat (średnia: 37,4 lat), którym po stwierdzeniu niedoboru magnezu stosowano suplementację magnezem, początkowo dożylnie do stanu wyrównania niedoboru magnezu w w organizmie, a następnie przez okres 3 miesięcy doustnie dla podtrzymania stanu wyrównania niedoboru magnezu.

Grupa kontrolna – 17 mężczyzn w wieku od 22 do 47 lat (średnia: 36,5 lat), którym zamiast suplementacji magnezem podawano placebo początkowo dożylnie, a następnie przez okres 3 miesięcy doustnie.

### 2.2. PRZEBIEG BADAŃ

Przyjęty plan zakładał wykonanie badań w następujących głównych etapach:

- a. Badania wstępne w stanie niedoboru magnezu
- b. Suplementacja magnezem
  - suplementacja dożylna do stanu wyrównania niedoboru magnezu;
  - suplementacja doustna przez 3 miesiące dla podtrzymania stanu wyrównania niedoboru magnezu.
- a. Badania w stanie wyrównania gospodarki magnezowej
  - bezpośrednio po suplementacji dożylniej;
  - po 3 miesiącach suplementacji doustnej.

---

\*) Protokół badania został zatwierdzony przez Komisję Bioetyki Wojskowej Akademii Medycznej w Łodzi (zgoda Komisji Bioetyki Wojskowej Akademii Medycznej nr 66/00 z dnia 24.05.2000).

Pierwsza część badań wymagająca badań wstępnych i okresu suplementacji dożylniej wykonywana była w warunkach Kliniki Chorób Wewnętrznych 10. Wojkowego Szpitala Klinicznego w Bydgoszczy, druga część w okresie suplementacji doustnej przez 3 miesiące przeprowadzana była ambulatoryjnie.

#### *A. Kryteria rozpoznania niedoboru magnezu*

- obecność objawów subiektywnych związanych z niedoborem magnezu;
- obniżone lub prawidłowe stężenie magnezu w surowicy krwi i krwinkach czerwonych;
- zmniejszone wydalanie podstawowe magnezu w moczu dobowym (poniżej 4 mmol/dobę);
- dodatni test obciążenia magnezem (retencja magnezu >20% podanej dawki i/lub wydalanie magnezu z moczem < 80% podanej dawki).

#### *B. Suplementacja dożylna magnezem do stanu wyrównania utajonego niedoboru magnezu*

Grupa eksperymentalna:

Osoby zakwalifikowane do grupy badanej otrzymywały suplementację magnezem w postaci dożylnych wlewów 30 mmol Magnesium sulfuricum ( $MgSO_4$ ) rozpuszczonego w 500 ml 5% glukozy trwający przez 8-10 godzin raz na dobę przez kolejne dni do stanu wyrównania niedoboru.

W czasie suplementacji dożylniej magnezem monitorowano codziennie wydalanie magnezu w moczu dobowym oraz wyliczano retencję magnezu w procentach podanej dawki. Co drugi dzień kontrolowano stężenie magnezu w surowicy krwi i krwinkach czerwonych.

Stan wyrównania niedoboru magnezu uznawano wtedy, gdy w moczu dobowym ilość wydalonego magnezu przekraczała 80% podanej dawki magnezu, tj. powyżej 24 mmol/dobę, a retencja magnezu była mniejsza niż 20% podanej dawki, tj. mniej niż 6 mmol/dobę i stężenie magnezu w surowicy krwi i krwinkach czerwonych było w granicach wartości prawidłowych.

Po uzyskaniu stanu wyrównania niedoboru magnezu wykonywano następujące badania:

- występowania objawów podmiotowych związanych z niedoborem magnezu (ankieta);
- sprawności umysłowej i motorycznej na podstawie testów psychologicznych;

Grupa kontrolna:

Osoby zakwalifikowane do grupy kontrolnej otrzymywały zamiast suplementacji magnezem – placebo w postaci wlewu dożylnego 500 ml. 5% glukozy, przez 8-10 godzin, raz na dobę przez kolejne dni, podobnie jak w grupie badanej. Wszystkie badania wykonywano analogicznie, jak w grupie badanej.

#### *C. Suplementacja doustna magnezem dla podtrzymania stanu wyrównania niedoboru magnezu*

Osoby z grupy badanej przyjmowały doustnie przez okres 3 miesięcy preparat Magne  $B_6$  3 razy dziennie po 1 tabletkę (preparat Magne  $B_6$  firmy Sanofi Wintrop zawiera 500 mg mleczanu magnezu, co odpowiada 48 mg czystego jonu magnezu oraz 5 mg chlorowodoru pirydoksyny- witaminy  $B_6$ ).

Po upływie 3 miesięcy ( $\pm$  10 dni) suplementacji doustnej ponownie w obu grupach wykonywano badania psychologiczne.

### 2.3. METODY BADAŃ

#### 2.3.1. Metody badania gospodarki magnezowej

1) Stężenie magnezu w surowicy krwi oznaczano metodą kolorymetryczną przy pomocy aparatu typu KONELAB 30 firmy KONE Instruments Co. Finland. Za wartości prawidłowe przyjęto wartości od 0,7 mmol/l do 1,2 mmol/l.

2) Stężenie magnezu w krwinkach czerwonych oznaczano metodą kolorymetryczną przy pomocy aparatu typu KONELAB 30 firmy KONE Instruments Co. Finland. Przy obliczaniu stężenia magnezu w krwinkach czerwonych wykorzystywano stężenie magnezu w krwi pełnej i w surowicy oraz wartość hematokrytu. Za wartości prawidłowe uznano wartości od 1,7 mmol/l do 3,2 mmol/l.

3) Ilość wydalanego magnezu w dobowej zbiorce moczu oznaczano metodą kolorymetryczną przy pomocy aparatu KONELAB 30 firmy KONE Instruments Co., Finland, uwzględniając stężenie magnezu w moczu i objętość moczu z dobowej zbiórki. Za wartości prawidłowe wydalania podstawowego magnezu przyjęto wyniki od 4 mmol/dobę do 6 mmol/dobę.

4) Poza parametrami gospodarki magnezowej oznaczano w surowicy krwi stężenie potasu (wartości referencyjne 3,5-5,0 mmol/l), wapnia całkowitego (2,12-2,62 mmol/l), wapnia zjonizowanego (0,98-1,13 mmol/l), fosforu (0,97-1,45 mmol/l) i białka całkowitego (60-80 g/l).

5) Test obciążenia magnezem wykonywano podając we wlewie dożylnym preparat magnezu 30 mmol siarczanu magnezu tj. Magnesium sulfuricum ( $MgSO_4$ ) w 500ml 5% glukozy przez 8-10 godzin.

W oparciu o wartość testu obciążenia magnezem i stężenia magnezu w surowicy krwi badanych zaliczono do jednej z czterech grup określających stan gospodarki magnezowej (tab. 1).

Tab. 1. Ocena stanu gospodarki magnezowej w oparciu o test obciążenia magnezem.

Stan gospodarki magnezowej	Stężenia magnezu w surowicy	Retencja magnezu w teście obciążenia magnezem (w procentach podanej dawki)
Bez niedoboru magnezu, prawidłowy	Prawidłowe	< 20%
Utajony niedobór magnezu	Prawidłowe	> 20%
Jawny niedobór magnezu	< 0,7 mmol/l	> 20%
Hipermagnezemia	> 1,2 mmol/l	testu nie wykonuje się

#### 2.3.2. Metody oceny sprawności umysłowej i motorycznej

Do badania wykorzystano system „Psychologiczne Testy Komputerowe” opracowane przez firmę Informatyk S.C.

Wykonywano następujące testy psychologiczne:

1) Test czasu reakcji prostej (czas utajenia reakcji).

Test ten stanowi miarę sprawności procesów percepcyjnych o charakterze silnie zautomatyzowanym i nie wymagającym udziału uwagi świadomej. Test został zastosowany w celu oceny czasu potrzebnego od spostrzeżenia bodźca do rozpoczęcia aktu reagowania motorycznego, czyli czas pauzy dzielącej reakcję od bodźca.

Zadanie polegało na szybkim naciśnięciu klucza reakcyjnego w momencie pojawienia się na ekranie bodźca świetlnego. Analizie poddano średni czas reakcji na bodziec.

#### 2) Test czasu reakcji z wyborem.

Czas reakcji człowieka związany jest z szybkością działania mechanizmów percepcyjnych i uwagi, zdolnością do podejmowania decyzji oraz sprawnością efektorów. Konieczność rozpoznania bodźca oraz świadomej reakcji angażuje centralny mechanizm uwagi. Test ten pomaga określić czas potrzebny od spostrzeżenia określonego bodźca, jego zidentyfikowania i podjęcia reakcji motorycznej na właściwy bodziec.

Zadanie polegało na szybkim naciśnięciu klucza reakcyjnego w momencie, gdy na ekranie pojawi się określony bodziec, pozostałe bodźce natomiast należało pomijać. Analizie poddano średni czas reakcji na określony bodziec oraz ilość błędów w rozpoznaniu określonego bodźca.

#### 3) Test Bourdona.

Test Bourdona służy do oceny podzielności i koncentracji uwagi oraz szybkości śledzenia wzrokowego. Należy on do klasycznego zestawu metod psychologicznego badania procesów uwagi. Jest to test wymagający silnego zaangażowania centralnego mechanizmu uwagi świadomej.

Zadanie polegało na zaznaczeniu określonych liter wyświetlonych na ekranie w ciągu 3 minut. Analizie poddano szybkość pracy oraz ilość błędów w wykonanym teście.

#### 4) Test arytmetyczny Dobruszka.

Test arytmetyczny służy do oceny przerzutności uwagi, tempa pracy i wydajności umysłowej oraz odporności na zmęczenie w warunkach monotonii. Wymaga długotrwałej koncentracji uwagi.

Jego wykonanie polegało na rozwiązywaniu naprzemiennych działań matematycznych: dodawania i odejmowania w ciągu 30 minut. Zadanie to wymaga od osoby badanej bardzo aktywnego przetwarzania informacji i jest bardzo nużące. Analizie poddaje się ogólną liczbę wykonanych operacji informującą o globalnym poziomie wykonania zadania oraz różnicę procentu błędów w pierwszej i ostatniej fazie wykonania testu.

Wszystkie analizy statystyczne przeprowadzono posługując się pakietem statystycznym „Statistica”. Za różnice znamienne statystycznie uznano, gdy  $p < 0,05$ .

### 3. WYNIKI BADAŃ

#### 3.1. WPLYW SUPLEMENTACJI MAGNEZEM NA CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA SUBIEKTYWNYCH OBJAWÓW ZWIĄZANYCH Z NIEDOBOREM MAGNEZU

Badani przed rozpoczęciem badań zgłaszali liczne dolegliwości subiektywne, których przyczyną mógł być niedobór magnezu.



Najczęściej zgłaszanymi objawami były: zmęczenie psychiczne 47,4% w grupie badanej i 64,7% w grupie kontrolnej oraz zaburzenia koncentracji i uwagi – 36,8% w grupie badanej i 58% w grupie kontrolnej. Z mniejszą częstotliwością występowały objawy wzmożonej pobudliwości psychoruchowej (21% i 29% – odpowiednio w grupie badanej i kontrolnej), zmęczenia fizycznego (26,35% i 64,7%), zaburzeń snu (15,8% i 47%) oraz zaburzeń pamięci i obecność stanów lękowych (tab. 2).

Tab. 2. Zachowanie się częstości występowania subiektywnych objawów związanych z niedoborem magnezu pod wpływem suplementacji magnezem.

Objawy	Przed suplementacją		Po suplementacji dożylniej		Po suplementacji doustnej	
	Grupa badana	Grupa kontrolna	Grupa badana	Grupa kontrolna	Grupa badana	Grupa kontrolna
Wzmożona pobudliwość psychoruchowa	21	29	5,3*	23,5	10,5*	29
Zmęczenie psychiczne	47,4	64,7	5,3	23,5	15,8*	52,9
Zaburzenia koncentracji i uwagi	36,8	58	10,5*	52,9	15,8*	64,7
Zaburzenia pamięci	10,5	10,5	5,3	5,3	10,5	10,5
Stany lękowe	10,5	23,5	5,3*	17,6	5,3*	23,5
Zmęczenie fizyczne	26,3	64,7	5,3*	23,5*	15,8*	52,9
Zaburzenia snu	15,8	47	5,3*	41,2	5,3*	47

\*Różnice istotne statystycznie  $p < 0,05$

Analizując zachowanie się poszczególnych objawów pod wpływem suplementacji magnezem zwracano uwagę na fakt, że badano częstość ich występowania w różnych warunkach (kliniczne vs ambulatoryjne).

### 3.2. OCENA SPRAWNOŚCI PSYCHOMOTORYCZNEJ W OKRESIE NIEDOBORU MAGNEZU I PO JEGO WYRÓWNANIU

#### 3.2.1. Czas reakcji prostej

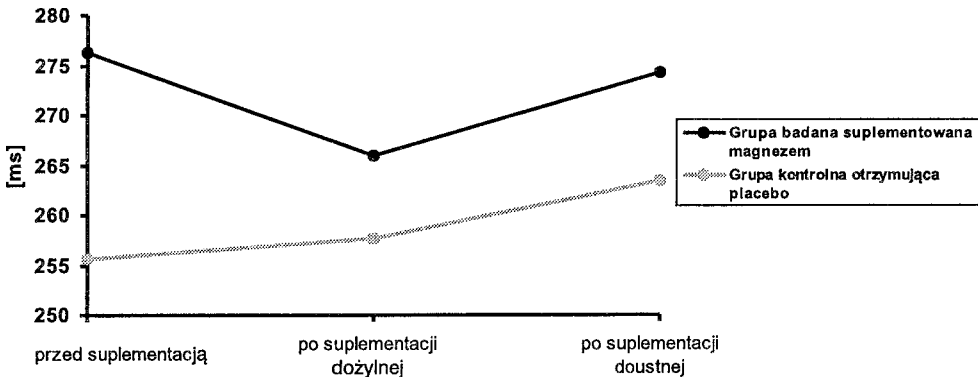
U wszystkich badanych przed suplementacją średni czas reakcji na bodziec mieścił się w granicach wartości prawidłowych (norma – 184-316 ms) i wynosił średnio w grupie badanej  $276,3 \pm 22,1$  ms, a w grupie kontrolnej  $255,6 \pm 30,6$  ms. Różnica nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Po suplementacji dożylniej magnezem w grupie badanej średni czas reakcji na bodziec uległ skróceniu do  $265,9 \pm 19,4$  ms ( $p > 0,05$ ), a po 3 miesięcznej suplementacji doustnej wydłużył się do wartości porównywalnych do badania sprzed suplementacji. W grupie kontrolnej efekt wypoczynku nie wpłynął istotnie na średni czas reakcji na bodziec ( $257,6 \pm 35,4$  ms), a po powrocie do codziennych obowiązków służbowych nastąpiło nieznaczne jego wydłużenie (tab. 3 i ryc. 1).

Tab. 3. Zestawienie średnich wartości czasu reakcji prostej w okresie niedoboru magnezu i po jego suplementacji.

Grupa	Przed suplementacją magnezem (ms) x̄r ± SD	Po suplementacji dożylną magnezem (ms) x̄r ± SD	Po suplementacji doustnej magnezem (ms) x̄r ± SD
Grupa badana	276,3 ± 22,1	265,9 ± 19,4	274,3 ± 21,8
Grupa kontrolna	255,6 ± 30,6	257,6 ± 35,4	263,4 ± 28,7

Różnica nieistotna statystycznie  $p > 0,05$



Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$

Ryc. 1 Wpływ suplementacji magnezem na czas reakcji prostej

Suplementacja dożylna magnezem w grupie badanej spowodowała niewielką tendencję poprawy silnie zautomatyzowanych procesów percepcji poprzez skrócenie średniego czasu reakcji na bodziec, jednakże uzyskany wynik nie był istotny statystycznie.

### 3.2.2. Czas reakcji z wyborem.

Średni czas reakcji w teście czasu reakcji z wyborem określa szybkość działania mechanizmów percepcyjnych i uwagi oraz zdolności do podejmowania decyzji i sprawności efektorów. Oczekiwano, że suplementacja magnezem winna spowodować zmiany w poziomie tej zmiennej.

Przed suplementacją średni czas reakcji na określony bodziec (z wyborem) mieścił się w granicach wartości prawidłowych (norma – 257-412 ms) i wynosił średnio w grupie badanej  $383,6 \pm 24,1$  ms, a w grupie kontrolnej  $370,6 \pm 38,6$  ms. Różnica nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ) (tab. 4 i ryc. 2).

Po suplementacji dożylną magnezem w grupie badanej średni czas reakcji z wyborem uległ nieznacznemu skróceniu do  $377,1 \pm 25,8$  ms, a po 3 miesięcznej suplementacji doustnej wydłużył się do wartości nieco powyżej czasu sprzed suplementacji. Różnica nie była istotna statystycznie.

W grupie kontrolnej efekt wypoczynku nieznacznie wydłużył średni czas reakcji do  $377,8 \pm 53,5$  ms, natomiast po powrocie do codziennych obowiązków służ-

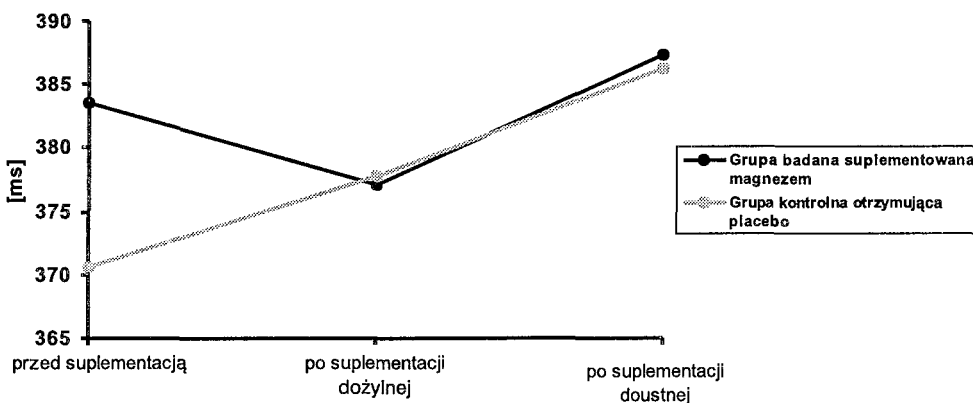
bowych, stwierdzono dalsze wydłużenie średniego czasu reakcji do  $386,3 \pm 39,5$  ms, czyli do wartości podobnej do grupy badanej.

Należy zwrócić uwagę, że grupa badana przed suplementacją miała wyższe wartości średniego czasu reakcji (średni czas reakcji był wydłużony) niż grupa kontrolna. (tab. 4 i ryc. 2).

Tab. 4. Zestawienie średnich wartości czasu reakcji z wyborem w okresie niedoboru magnezu i po jego suplementacji.

Grupa	Przed suplementacją magnezem (ms) x̄ ± SD	Po suplementacji dożylniej magnezem (ms) x̄ ± SD	Po suplementacji doustnej magnezem (ms) x̄ ± SD
Grupa badana	$383,6 \pm 24,1$	$377,1 \pm 25,8$	$387,2 \pm 27,8$
Grupa kontrolna	$370,6 \pm 38,6$	$377,8 \pm 53,5$	$386,3 \pm 39,5$

Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$



Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$

Ryc. 2 Wpływ suplementacji magnezem na czas reakcji z wyborem

Badany parametr ilości błędów w rozpoznawaniu bodźca, informuje o efektywności reagowania człowieka na sytuację złożoną poznawczo. Duża liczba błędów świadczy o niskiej sprawności procesów poznawczych, może także wiązać się z nadmierną pobudliwością i tendencją do reakcji zbyt szybkich.

U wszystkich badanych przed suplementacją średnia wartość błędów rozpoznawania bodźca mieściła się w granicach wartości prawidłowych (norma – 4 błędy w teście) i wynosiła średnio w grupie badanej  $1,05 \pm 1,13$  błędów, a w grupie kontrolnej  $0,94 \pm 1,13$  błędów w teście. Różnica nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

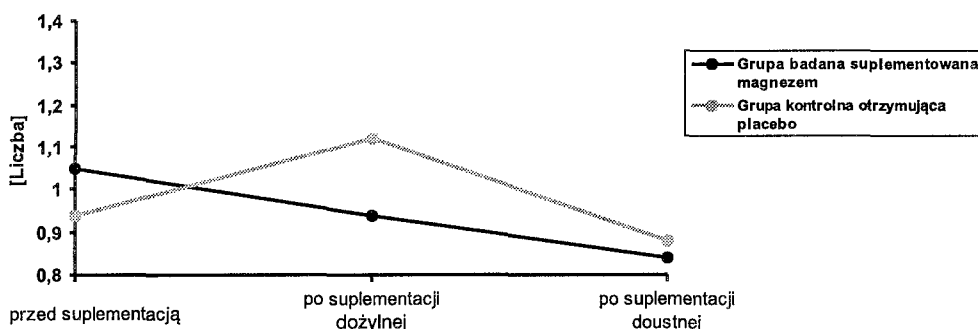
Po suplementacji dożylniej magnezem w grupie badanej ilość błędów w teście uległa nieznacznemu zmniejszeniu do  $0,94 \pm 0,97$  błędów, natomiast w grupie kontrolnej w tym samym czasie ilość błędów wzrosła do  $1,12 \pm 0,97$  błędów. Po 3 miesięcznej suplementacji doustnej w grupie badanej ilość błędów w rozpoznawaniu bodźca w teście czasu reakcji z wyborem uległa zmniejszeniu do  $0,84$

$\pm 0,9$  błędu, natomiast w grupie kontrolnej – do  $0,88 \pm 0,96$  błędu. Różnica w ilości błędów w teście w grupie badanej po suplementacji dożylniej oraz doustnej w porównaniu z ilością błędów w grupie kontrolnej wykazywała niewielką tendencję zmniejszania się (tab. 5 i ryc. 3).

Tab. 5. Zestawienie średnich wartości błędów rozpoznawania bodźca w okresie niedoboru magnezu i po jego suplementacji.

Grupa	Przed suplementacją magnezem (ilość) $\bar{x} \pm SD$	Po suplementacji dożylniej magnezem (ilość) $\bar{x} \pm SD$	Po suplementacji doustnej magnezem (ilość) $\bar{x} \pm SD$
Grupa badana	$1,05 \pm 1,13$	$0,94 \pm 0,97$	$0,84 \pm 0,9$
Grupa kontrolna	$0,94 \pm 1,13$	$1,12 \pm 0,97$	$0,88 \pm 0,96$

Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$



Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$

Ryc. 3 Wpływ suplementacji magnezem na liczbę błędnych decyzji w teście czasu reakcji z wyborem

W grupie badanej suplementacja dożylna magnezem spowodowała niewielkie skrócenie średniego czasu reakcji z wyborem oraz tendencję do zmniejszenia liczby popełnianych błędów. Różnice te nie były znamienne statystycznie.

Pod wpływem suplementacji magnezem w grupie badanej (w porównaniu z grupą kontrolną) nie stwierdzono istotnych zmian w zakresie poprawy szybkości działania mechanizmów percepcyjnych i uwagi, oraz sprawności i zdolności do podejmowania decyzji.

### 3.2.3. Podzielność uwagi (Test Bourdona)

Test Bourdona należy do klasycznego zestawu metod psychologicznego badania procesów uwagi. Jest to zadanie wymagające silnego zaangażowania centralnego mechanizmu uwagi świadomej. Ponieważ udział mechanizmów kontrolowanych bardziej plastycznych w wykonaniu tego testu jest większy niż w przypadku testów czasu reakcji, należy liczyć się z możliwością uczenia się zadań testowych. Test Bourdona pozwala na ocenę szybkości i dokładności wykonania zadania. Osoby charakteryzujące się znaczną pobudliwością mogą działać szybko, ale niekoniecznie dokładnie.

W myśl oczekiwań, suplementacja magnezem może powodować poprawę procesów uwagi oraz szybkości i dokładności pracy.

#### A) Szybkość pracy.

Szybkość pracy jest to ilość wszystkich przejrzanych przez osobę badaną liter (osoba badana przesuwając pod nimi kursor) wyświetlonych na ekranie komputera w ciągu trwania testu (stały czas – 3 minuty). U wszystkich badanych w stanie niedoboru magnezu średnia wartość szybkości pracy mieściła się w granicach prawidłowych (norma – 280 – 460 liter w czasie trwania testu) i wynosiła średnio w grupie badanej  $351,6 \pm 53,7$  liter, a w grupie kontrolnej  $401 \pm 53,8$  przejrzanych liter. Różnica nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Po suplementacji dożylniej magnezem w grupie badanej szybkości pracy uległa zwiększeniu do  $397,4 \pm 45,7$  liter, a w grupie kontrolnej wzrosła do  $438,5 \pm 87,9$ .

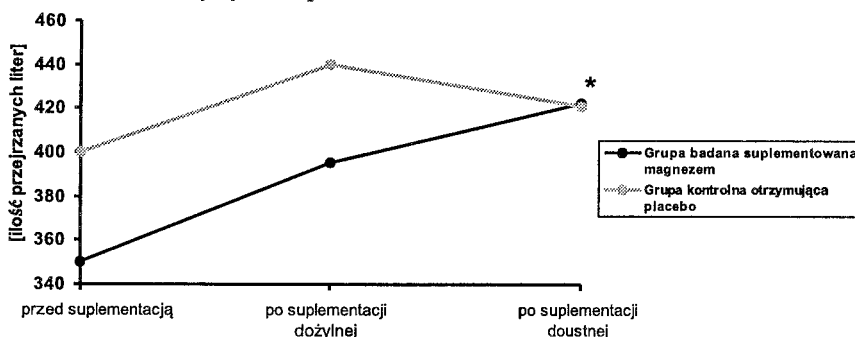
Po 3 miesięcznej suplementacji doustnej w grupie badanej szybkości pracy w teście uległa dalszemu zwiększeniu do  $422 \pm 62,6$  przejrzanych liter, natomiast w grupie kontrolnej wskaźnik ten nie uległ istotnej zmianie ( $423,1 \pm 74,5$ ) (tab. 6 i ryc. 4).

Zwiększenie szybkości pracy w grupie badanej po suplementacji magnezem było istotne statystycznie ( $p > 0,05$ ) w porównaniu do wartości wyjściowej w okresie niedoboru magnezu.

Tab. 6. Zestawienie średnich wartości szybkości wykonywania testu (ilości przejrzanych liter) Bourdona w okresie niedoboru magnezu i po jego suplementacji.

Grupa	Przed suplementacją magnezem (ilość przejrzanych liter) $\bar{x} \pm SD$	Po suplementacji dożylniej magnezem (ilość przejrzanych liter) $\bar{x} \pm SD$	Po suplementacji doustnej magnezem (ilość przejrzanych liter) $\bar{x} \pm SD$
Grupa badana	$351,6 \pm 53,7$	$397,4 \pm 45,7$	$422 \pm 62,6^*$
Grupa kontrolna	$401 \pm 53,8$	$438,5 \pm 87,9$	$423,1 \pm 74,5$

\*Różnice istotne statystycznie  $p < 0,05$



\*Różnice istotne statystycznie  $p < 0,05$

Ryc. 4. Wpływ suplementacji magnezem na szybkość pracy (ilość przejrzanych liter) w teście Bourdona

Poprawa szybkości pracy, w okresie suplementacji dożylniej magnezem zarówno w grupie badanej, jak i w grupie kontrolnej (przyrost proporcjonalny równo-

legły) wskazuje, że głównym powodem poprawy szybkości pracy był efekt wypoczynku, a nie suplementacja dożylna magnezem.

Natomiast dalsza suplementacja doustna magnezem w grupie badanej spowodowała dalszy przyrost szybkości pracy (istotny statystycznie) w porównaniu z grupą kontrolną.

#### B) Jakość pracy (liczba błędów)

Liczba błędów popełnionych w czasie wykonywania testu Bourdona jest to ilość błędnie zaznaczonych liter przez osobę badaną podczas przeglądania wyświetlonych na ekranie komputera przypadkowych liter (osoba badana przesuwa pod nimi kursorem i ma zaznaczyć litery „s” oraz „u”) w ciągu trwania testu (czas stały – 3 minuty). Liczba błędów pozwala ocenić dokładność pracy i jest odwrotnie proporcjonalna do szybkości pracy.

U wszystkich badanych w stanie niedoboru magnezu średnia liczba błędów w teście mieściła się w granicach wartości prawidłowych (norma 2-8 błędów w teście) i wynosiła średnio w grupie badanej  $3,7 \pm 2,7$  błędów, a w grupie kontrolnej  $3,7 \pm 2,9$  błędów. Różnica nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

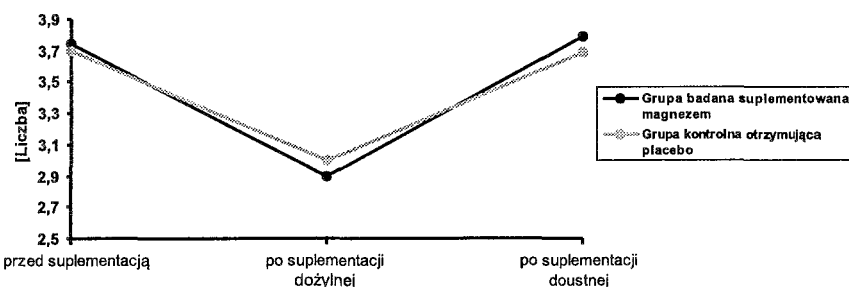
Po suplementacji dożylną magnezem w grupie badanej liczba błędów uległa zmniejszeniu do  $2,9 \pm 2,3$  błędów, a w grupie kontrolnej do  $3,00 \pm 2,4$ . Różnice nie były istotne statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Po 3 miesięcznym okresie suplementacji doustnej w grupie badanej ilość błędów w teście powróciła do wartości sprzed suplementacji magnezem.

Tab. 7. Zestawienie średnich wartości liczby błędów w teście Bourdona w okresie niedoboru magnezu i po jego suplementacji.

Grupa	Przed suplementacją magnezem (ilość) xśr ± SD	Po suplementacji dożylną magnezem (ilość) xśr ± SD	Po suplementacji doustną magnezem (ilość) xśr ± SD
Grupa badana	$3,7 \pm 2,7$	$2,9 \pm 2,3$	$3,8 \pm 2,9$
Grupa kontrolna	$3,7 \pm 2,9$	$3,0 \pm 2,4$	$3,7 \pm 2,6$

Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$



Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$

Ryc. 5 Wpływ suplementacji magnezem na jakość pracy (liczba błędów) w teście Bourdona

Suplementacja magnezem spowodowała korzystny efekt poprawy szybkości pracy w grupie badanej (efekt znamieny statystycznie po 3 miesiącach suplementacji) bez zwiększenia liczby popełnianych błędów.

### 3.2.4. Sprawność umysłowa (Test Arytmetyczny Dobruszka)

Test arytmetyczny służy do badania procesów poznawczych, wymaga bardzo aktywnego przetwarzania informacji, jest też bardzo nużący. Spośród szeregu wskaźników badanych tym testem analizie poddano dwa:

- ogólną liczbę poprawnych odpowiedzi, informującą o globalnym poziomie wykonania zadania,
- różnicę ilości błędów w pierwszej i ostatniej fazie wykonania testu wyrażoną w procentach.

#### A) Liczba poprawnych odpowiedzi.

Badana cecha jest globalnym wskaźnikiem zdolności do wysiłku umysłowego. Ogólna liczba poprawnych odpowiedzi świadczy o wydolności umysłowej osób badanych. Ponieważ procesy wymagające aktywnego przetwarzania informacji podlegają znacznej kontroli przez mechanizm uwagi i są stosunkowo plastyczne, istnieje prawdopodobieństwo występowania mechanizmu uczenia się.

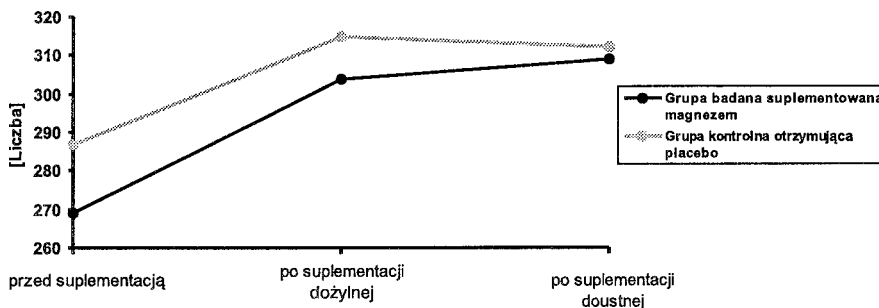
U wszystkich badanych w okresie niedoboru magnezu wskaźnik liczby poprawnych odpowiedzi w teście mieścił się w granicach wartości prawidłowych (norma 180-380 poprawnych odpowiedzi) i wynosił średnio w grupie badanej  $269 \pm 47,8$ , a w grupie kontrolnej  $287 \pm 62,1$ . Różnica nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Po suplementacji dożylniej magnezem w grupie badanej ogólna liczba poprawnych odpowiedzi uległa niewielkiemu zwiększeniu do  $304 \pm 49,9$  i tendencja ta utrzymała się po 3 miesięcznej suplementacji doustnej (tab. 8 i ryc. 6).

Tab. 8. Zestawienie średnich wartości ogólnej liczby poprawnych odpowiedzi w teście arytmetycznym Dobruszka w okresie niedoboru magnezu i po jego suplementacji.

Grupa	Przed suplementacją magnezem (ilość) $\bar{x} \pm SD$	Po suplementacji dożylniej magnezem (ilość) $\bar{x} \pm SD$	Po suplementacji doustnej magnezem (ilość) $\bar{x} \pm SD$
Grupa badana	$269 \pm 47,8$	$304 \pm 49,9$	$309 \pm 46,8$
Grupa kontrolna	$287 \pm 62,1$	$315 \pm 69,2$	$312 \pm 72,9$

Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$



Różnice nieistotne statystycznie  $p > 0,05$

Ryc. 6 Wpływ suplementacji magnezem na szybkość pracy (ogólna liczba poprawnych odpowiedzi) w teście arytmetycznym Dobruszka

W grupie kontrolnej efekt wypoczynku spowodował również zwiększenie liczby poprawnych odpowiedzi (przyrost proporcjonalny, równoległy w stosunku do grupy badanej) i utrzymał się po powrocie do codziennych obowiązków służbowych.

Różnice w liczbie poprawnych odpowiedzi w obu grupach nie były istotne statystycznie ( $p > 0,05$ ).

B) Różnica w ilości błędów w pierwszej i ostatniej fazie testu (wyrażona w procentach).

Różnica w ilości błędów w pierwszej i ostatniej fazie testu świadczy o zdolności do utrzymywania długotrwałej koncentracji uwagi i wydajności pracy. Jest to różnica iloczynu ilości błędów i liczby wykonanych operacji w ciągu pierwszych i ostatnich 15 minut testu wyrażona w procentach.

U wszystkich badanych przed suplementacją różnica ilości błędów w pierwszej i ostatniej fazie testu mieściła się w granicach wartości prawidłowych (norma od  $-10$  do  $+10\%$ ) i wynosiła średnio w grupie badanej  $3,5 \pm 5,9\%$ , a w grupie kontrolnej  $3,6 \pm 6,8\%$ . Różnica nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

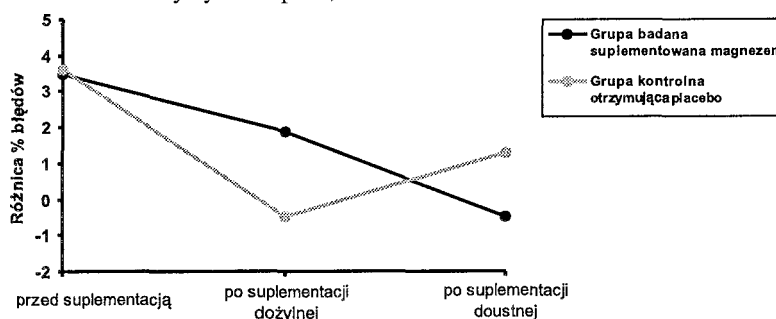
Po suplementacji dożylniej magnezem w grupie badanej i grupie kontrolnej różnica ilości błędów w pierwszej i ostatniej fazie testu uległa zmniejszeniu do  $1,9 \pm 5,9\%$  i  $0,5 \pm 2,7\%$  (tab. 9 i ryc. 7).

Po 3 miesięcznej suplementacji doustnej w grupie badanej różnica ilości błędów w pierwszej i ostatniej fazie testu wykazała dalszą tendencję spadkową ( $-0,5 \pm 4,9\%$ ), natomiast w grupie kontrolnej uległa niewielkiemu wzrostowi do  $1,3 \pm 5,1\%$ . Różnice te nie były istotne statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Tab. 9. Zestawienie średnich wartości różnicy błędów (w %) w pierwszej i ostatniej fazie testu arytmetycznego w okresie niedoboru magnezu i po jego suplementacji.

Grupa	Przed suplementacją magnezem (%) xśr ± SD	Po suplementacji dożylniej magnezem (%) xśr ± SD	Po suplementacji doustnej magnezem (%) xśr ± SD
Grupa badana	$3,5 \pm 8,4$	$1,9 \pm 5,9$	$-0,5 \pm 4,9$
Grupa kontrolna	$3,6 \pm 6,8$	$-0,5 \pm 2,7$	$1,3 \pm 5,1$

\*Różnice istotne statystycznie  $p < 0,05$



Różnice nieistotne statystycznie  $p < 0,05$

Ryc. 7 Wpływ suplementacji magnezem na przyrost wprawy (procentowa różnica błędów między pierwszą i ostatnią fazą wykonania) w teście arytmetycznym Dobruszka



Długotrwała suplementacja magnezem przez okres 3 miesięcy nie spowodowała istotnej różnicy procentu błędów w pierwszej i ostatniej fazie testu w porównaniu z grupą kontrolną.

Otrzymane wyniki badań wykazały, iż suplementacja magnezem osób będących w stanie jego niedoboru nie powoduje istotnych zmian w ilości udzielonych poprawnych odpowiedzi.

Wydaje się, że tendencja do przyrostu ilości poprawnych odpowiedzi i spadku różnicy procentu błędów w pierwszej i ostatniej fazie testu mogłaby ulec zwiększeniu przy wydłużeniu czasu suplementacji.

#### 4. Dyskusja wyników

Na pierwszym kongresie poświęconym chorobom wywołanym przez niedobór magnezu w Vittel we Francji w 1971 r., jego przewodniczący – Prezydent Światowej Organizacji do Badań nad Magnezem profesor Jean Durlach stwierdził, że znamieniem współczesnego cywilizowanego świata jest stale obniżający się poziom magnezu w środowisku i żywych organizmach, a niedobór magnezu jest najczęściej niezdiagnozowanym zaburzeniem elektrolitowym we współczesnej praktyce lekarskiej (Durlach, 1991).

W bogatej literaturze badań nad rolą magnezu w organizmie oraz patogenezą i skutkami niedoboru magnezu wykazano jego wielokierunkowe pozytywne działanie (Abbott, Rude 1993; Classen 1981; Durlach i wsp., 1997). Magnez wchodzi w skład wszystkich tkanek i odgrywa ważne znaczenie w fizjologii układu nerwowego, mięśniowego, sercowo-naczyniowego, kostno – stawowego, oddechowego, pokarmowego, hormonalnego, krwiotwórczego i immunologicznego (Ashan 1995). Liczne badania doświadczalne i kliniczne udowodniły, że magnez wykazuje działanie uspokajające, przeciwstresowe, rozkurczowe, przeciwnadciśnieniowe, przeciwmiażdżycowe, przeciwartmyczne, przeciwzakrzepowe i inne (Basso, Ubbink, Delpont 2000).

Niedobór magnezu, który jest zjawiskiem powszechnym i dotyczy około 30-60% populacji polskiej powoduje wiele zaburzeń ogólnoustrojowych szczególnie o charakterze czynnościowym i różnym stopniu nasilenia (Bertrand, Kłós, Stężycka, 2000).

W dostępnej literaturze brak jest prac dotyczących wpływu magnezu na sprawność umysłową i motoryczną. Większość badaczy, którzy podejmowali temat oceny wpływu magnezu na niektóre aspekty stanu psychicznego, opierała się głównie o subiektywne oceny (badanych lub/i badających) różnych składowych szeroko pojętego stanu „samopoczucia” (Caroll i wsp., 2000).

Koncepcja badań własnych polegała na ocenie stanu gospodarki magnezowej u badanych osób, a w przypadku stwierdzenia niedoboru magnezu szybkie (kilkudniowe) jego wyrównanie poprzez suplementację dożylną i następnie utrzymanie stanu wyrównania przez okres 3 miesięcy suplementacją doustną.

U wszystkich badanych, zdrowych osób stwierdzono utajony niedobór magnezu. Analizując przyczyny stwierdzonego utajonego niedoboru magnezu w badaniach zdrowych mężczyzn, można praktycznie rozważyć dwie przyczyny: niedostateczną podaż magnezu w diecie oraz nadmierną jego utratę z moczem w na-

stępstwie nadmiernego, długotrwałego stresu związanego z pracą zawodową (Biondi i wsp., 1996).

W badaniach własnych stwierdzono, że główną przyczyną stwierdzonego utajonego niedoboru magnezu u badanych zdrowych osób jest zwiększona utrata magnezu z moczem w następstwie długotrwałego, zwiększonego narażenia na wieloczynnikowy stres związany z wykonywaniem pracy zawodowej (piloci wojskowi).

Po zastosowaniu suplementacji dożylniej uzyskano w krótkim czasie wyrównanie stanu niedoboru magnezu, potwierdzone wzrostem stężenia magnezu w surowicy krwi i erytrocytach, wzrostem wydalania magnezu z moczem powyżej 80% i zmniejszenia retencji magnezu poniżej 20% w czasie testu obciążenia magnezem.

W trakcie intensywnej suplementacji dożylniej (30 mmol MgSO<sub>4</sub>/dobę) monitorowanej badaniami stężenia magnezu w surowicy krwi, erytrocytach, wydalania z moczem i retencji magnezu w organizmie obserwowano znaczne zróżnicowanie wielkości niedoboru magnezu u badanych. Podobne wyniki w czasie suplementacji magnezem uzyskali inni badacze (Fleming i wsp., 1996).

W oparciu o bogatą literaturę przedmiotu dotyczącą następstw niedoboru magnezu na psychomotorykę człowieka oczekiwano, że wyrównanie niedoboru magnezu może wpłynąć pozytywnie na poprawę samopoczucia i sprawności umysłowej i motorycznej człowieka (por. Ceremużyński i wsp., 2000; Caroll i wsp., 2000; Cernak i wsp., 2000).

Stwierdzono, zgodnie z danymi piśmiennictwa, pozytywny wpływ suplementacji magnezem w stanach jego niedoboru na poprawę koncentracji uwagi, pamięci, zmniejszenia lub ustąpienia objawów zmęczenia fizycznego i psychicznego, poprawę szybkości i jakości sprawności psychomotorycznej, zdolność i szybkość podejmowania decyzji i zmniejszy oddziaływanie na czynniki stresogenne.

Większość dotychczasowych badań nad oceną stanu psychicznego i samopoczucia opierało się głównie na subiektywnej ocenie badanych po suplementacji magnezem (Cook i wsp., 1991; Davis, Jones, 2002).

W pracy własnej, w oparciu o obiektywne testy psychologiczne czasu reakcji prostej i czasu reakcji z wyborem, nie stwierdzono istotnych zmian w zakresie szybkości działania mechanizmów percepcyjnych, uwagi i sprawności oraz zdolności do podejmowania decyzji pod wpływem suplementacji magnezem. W oparciu o testy Bourdona zaobserwowano po suplementacji zwiększenie szybkości pracy bez zmniejszenia jej dokładności, czyli bez wzrostu liczby błędów. Wykonane badania przy zastosowaniu testu arytmetycznego wykazały, iż suplementacja magnezem osób będących w stanie jego niedoboru, wykazuje korzystną tendencję w kierunku zwiększenia ilości poprawnych odpowiedzi i zmniejszenia procentowego ilości błędów.

Porównując parametry oceny stanu sprawności psychomotorycznej w grupie badanej, otrzymującej suplementację magnezem i grupie kontrolnej otrzymującej placebo należy stwierdzić, że suplementacja dożylna magnezem w nieznacznym stopniu poprawiła sprawność psychofizyczną w porównaniu z wypoczynkiem.

## 5. WNIOSKI

1) U wszystkich badanych zdrowych, losowo wybranych mężczyzn, stwierdzono utajony niedobór magnezu o różnym stopniu nasilenia.

2) Niedobór magnezu powoduje liczne dolegliwości subiektywne w postaci wzmożonej pobudliwości psychoruchowej, zaburzeń koncentracji i uwagi, stanów lękowych, zmęczenia psychicznego i fizycznego oraz zaburzeń snu, które ulegają zmniejszeniu pod wpływem suplementacji magnezem.

3) Suplementacja magnezem powoduje poprawę sprawności niektórych parametrów sprawności psychomotorycznej (zwiększenie szybkości, dokładności i stabilności pracy umysłowej i motorycznej).

#### BIBLIOGRAFIA

- Abbott, L.G., Rude, R.K. (1993). Clinical manifestations of magnesium deficiency. *Miner – Electrolite Metab.*, 19, (4-5), 314-22.
- Aleksandrowicz, J., Radomska, K., Graczyk, A., Konarski, J. (1991). Badania zawartości magnezu i wapnia w populacji polskiej na podstawie analizy włosów. *Biul. Magnezol.*, 2, 23-27.
- Ashan, S.K. (1995). Metabolism of magnesium in health and disease. *J. Indian., Med. Assoc.*, 9, 507-510.
- Basso, L.E., Ubbink, J.B., Delport, R. (2000). Erythrocyte magnesium concentration as an index of magnesium status: a perspective from a magnesium supplementation study. *Clin. Chim. Acta*, 291, (1), 1-8.
- Bertrandt, J., Klos, A., Stężycka, E. (2000). Magnesium content in daily food rations planned for consumption, given and really eaten by young men. *Abstracts I.M.S. Mag.*, Vichy, France.
- Biondi, G., Farrace, S., Mamei, G., Marongiu, F. (1996). Is there a hypercoagulable state in military fighter pilots?. *Aviat. Space Environ. Med.*, 67, (6), 568-71.
- Caroll, D., Ring, C., Suter, M., Wilemsen, G. (2000). The effect of oral multivitamin combination with calcium magnesium and zinc on psychological well-being in healthy young male volunteers: a double-blind placebo-controlled trial. *Psychopharmacology*, 150, (2), 220-5.
- Ceremużyński, L., Gębalska, J., Wołk, R., Makowska, E. (2000). Hypomagnesemia in heart failure with ventricular arrhythmias. Beneficial effect of magnesium supplementation. *J. Intern. Med.*, 247, 178-86.
- Cernak, I., Savic, V., Kotur, J., Prokic, V., Kuljic, B., Grobovic, D., Veljovic, M. (2000). Alterations in magnesium and oxidative status during chronic emotional stress. *Mag. Res.*, 13, (1), 29-36.
- Classen, H.G. (1981). Stress and magnesium. *Artery*, 9, (3), 182-9.
- Cook, D.J., Witt, L.G., Cook, R.J., et al. (1991). Stress ulcer prophylaxis in the critically ill: a meta-analysis. *Am. J. Med.*, 91 (5), 519-21.
- Davis, M.M., Jones, D.W. (2002). The role of lifestyle management in the overall treatment plan for prevention and management of hypertension. *Semin. Nephrol.*, 22, (1), 35-43.
- Dimai, H.P., Porta, S., Wirnsberger, G., Lindschinger, M., Pamperl, I., Dobing, H., Wilders-Truschnig, M., Lau, K.H. (1998). Daily oral magnesium supplementation suppresses bone turnover in young adult males. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 83, (8), 2742-8.
- Durlach, J. (1991). *Magnez w praktyce klinicznej*. PZWL, Warszawa.

- Durlach, J., Durlach, V. (1986). Idiopathic mitral valve prolapse and magnesium. State of the art. *Mag. Bull.*, 8, 156-169.
- Fila, M., Terelak, J. (1994). Otyłość jako źródło stresu psychologicznego w funkcjonowaniu człowieka, *Przegląd Psychologiczny*, XXXVII, 1-2, 105-126
- Fleming, C.R., George, L., Stoner, G.L., Tarrosa, V.B., Moyer, T.P. (1996). The importance of urinary magnesium values in patients with gut failure. *Mayo Clin. Proc.*, 71, (1), 21-4.
- Floriańczyk, B., (1997). Status magnezu w ustroju i jego niedobory., *Probl. Lek.*, 36, 53-58.
- Graczyk, A., Radomska, K., Konarski, J. (1993). Magnez w fizjologii i patologii człowieka. *Mag. Med.*, 8, 34-37.
- Korybalska, K., Wieczorkowska-Tobis, K.I. i wsp. (2000). Hipomagnezemia – niedoceniany problem w geriatric. *Geront. Pol.*, 8, (2), 3-10.
- Marcinkowska-Suchowierska, E. (1991). Metabolizm magnezu w zdrowiu i chorobie. Homeostaza magnezowa. *Post. N. Med.*, 2, 86-89.
- Marcinkowska-Suchowierska, E. (red.) (1998). *Zaburzenia gospodarki wapniowo-fosforanowo-magnezowej i witaminy D*. Warszawa: CMKP, 74-103.
- Terelak, J. F. (2001). *Psychologia stresu*. Bydgoszcz: Oficyna Wyd. Branta.