

MICHAŁ DROBNIK, TERESA LATOUR

OCENA WPŁYWU WODY DEJONIZOWANEJ NA POZIOM
PODSTAWOWYCH ELEKTROLITÓW WE KRWI I MOCZU
ZWIERZĄT DOŚWIADCZALNYCH *

THE ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF DEIONIZED WATER ON THE BASIC
ELECTROLYTES LEVEL IN BLOOD AND URINE OF TESTED ANIMALS

Zakład Tworzyw Uzdrawiskowych
Państwowy Zakład Higieny
60-823 Poznań, ul. Słowackiego 8
e-mail: mdrobnik@pzh.gov.pl
Kierownik: dr T. Latour

W badaniach doświadczalnych na szczurach określono wpływ wody dejonizowanej, stosowanej per os, na poziom sodu, potasu, wapnia i magnezu we krwi i w moczu tych zwierząt.

Słowa kluczowe: woda dejonizowana, elektrolity we krwi i moczu szczurów, gospodarka wodno-elektrolitowa

Key words: deionized water, electrolytes in blood and urine of rats, aqua-electrolytic economy

WSTĘP

Z danych piśmiennictwa wynika, że mamy do czynienia ze znacznymi niedoborami niektórych składników mineralnych u ludzi [1, 3, 8, 12, 18, 21]. Deficyt ten spowodowany m.in. ich niedostateczną podażą w pokarmach i występowaniem w postaci trudno rozpuszczalnych związków kompleksowych wapnio-magnezowo-fosforanowych (w wyniku procesów przetwórczych żywności) [16], a także błędami żywieniowymi, stanami chorobowymi oraz działaniem niektórych leków [5, 6, 23, 24]. Od pewnego czasu obserwuje się stosowanie wody dejonizowanej w gospodarstwie domowym. Technologia uzdatniania wody pitnej w urządzeniach działających na zasadzie odwróconej osmozy powoduje, że otrzymana woda dejonizowana pozbawiona jest wszelkich substancji szkodliwych (np. metali ciężkich, pestycydów, rtęci) lub niepożądanych w nadmiernych stężeniach (np. azotanów III i V, żelaza, cynku, chloru) a także soli, które są naturalnymi składnikami wody występującymi najczę-

*Praca prezentowana na XIX Naukowym Zjeździe Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego „Farmacja – tradycja i nowoczesność” we Wrocławiu w dniach 22-24 września 2004 roku.

ściej w formie jonowej i dobrze absorbowanej w przewodzie pokarmowym. W reklamie tych urządzeń eksponuje się wyłącznie czystość wody – utożsamiając to z walorami zdrowotnymi.

Celem pracy było zbadanie czy stała konsumpcja wody demineralizowanej przy normalnej diecie nie wiąże się z ryzykiem zdrowotnym prowadzącym do zaburzeń w gospodarce mineralnej ustroju.

W przeprowadzonych do tej pory nielicznych badaniach z udziałem zwierząt (ryb, małży [4,17,19], szczurów [7,13], psów [10,11] dotyczących biologicznych właściwości wody dejonizowanej stwierdzano negatywne skutki kontaktu żywych komórek i organizmów z taką wodą wynikające głównie z różnic osmolarności tej wody i płynów ustrojowych.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono na szczurach samcach rasy Wistar, o początkowej masie ciała 180-190 g. Zwierzęta przebywały przez cały czas trwania doświadczenia tj. 90 dni w optymalnych warunkach klimatycznych (12-godzinne cykle światło-ciemność, temperatura powietrza w pomieszczeniu wynosiła 18,4-20,4°C (średnio 19,8°C) a wilgotność względna $65 \pm 5\%$). Zwierzęta podzielone losowo na dwie grupy po 10 sztuk w każdej, otrzymywały do picia przez cały czas trwania badań następujące rodzaje wody mając do nich swobodny i nieograniczony dostęp:

I – grupa kontrolna – wyłącznie wodę wodociągową,

II – grupa badana – wyłącznie wodę dejonizowaną.

W pochodzącej z poznańskiej sieci komunalnej wodzie (pobieranej na terenie Zakładu) oznaczono stężenie głównych jej składników oraz niektórych substancji uważanych za toksyczne lub niepożądane, a mianowicie zawartość sodu, potasu, magnezu, wapnia, cynku, chromu, niklu, ołowiu, kadmu, miedzi, żelaza, manganu – metodą ASA przy użyciu aparatu typu SP9 firmy Pye Unicam, stosując roztwory wzorcowe oraz odczynniki firmy Fluka oraz azotanów, siarczanów, chlorków, ChZT i twardości (CaCO_3) metodami zalecanymi w Polskich Normach.

Ww. składniki oznaczano co miesiąc. Natomiast poziom sodu, potasu, magnezu, wapnia, siarczanów oraz twardość węglanową oznaczano cotygodniowo. Przewodność właściwą wód mierzono w temp. 20°C codziennie za pomocą konduktometru typu N5722 prod. Teleko-Wrocław.

Wodę demineralizowaną otrzymywano stosując dwustopniowy system oczyszczania wody składający się z modułów wykorzystujących proces odwróconej osmozy i dejonizacji – za pomocą aparatu typu KB-5522 DW firmy „COBRABID-AQUA”.

Szczury karmiono pełnoporcjową paszą bytową, typu LABOFEED B o recepturze zgodnej z Nutrient Requirement of Laboratory Animals i znanym dokładnym składzie surowcowym oraz zawartości składników pokarmowych (tłuszczu, białka, aminokwasów, niezbędnych soli mineralnych, w tym mikroelementów). Po zakończeniu stosowania wód zwierzęta umieszczano na 24 godziny w klatkach metabolicznych w celu uzyskania moczu do analiz. Następnie od szczurów uśpionych heksobarbitem sodowym po otwarciu powłoki brzusznej pobierano z koniuszka mięśnia sercowego krew na skrzep. W moczu oraz w surowicy oznaczono poziom: sodu, potasu, wapnia oraz magnezu metodą ASA z atomizacją w płomieniu acetylenowo-powietrznym, przy długościach fali dla Mg – 285,2 nm, Ca – 422,7 nm, Na – 589,0 nm, K – 766,5 nm stosując odpowiednie rozcieńczenia wodą demineralizowaną.

Otrzymane wyniki weryfikowano statystycznie posługując testem *t-Studenta*, przyjmując poziom istotności różnic przy $PL0,05$.

WYNIKI

Na podstawie wykonanych analiz chemicznych, w tabeli I przedstawiono średnie zawartości niektórych makroskładników i pierwiastków śladowych obecnych w wodzie wodocią-

gowej użytej w doświadczeniu. Są to głównie wodorowęglany wapnia, magnezu, które nadają wodzie tzw. twardość oraz siarczany, chlorki wapnia, magnezu i sodu.

Tabela I. Główne składniki wody wodociągowej (wartości średnie i odchylenia standardowe)
Main components of tap water (mean values and standard deviations)

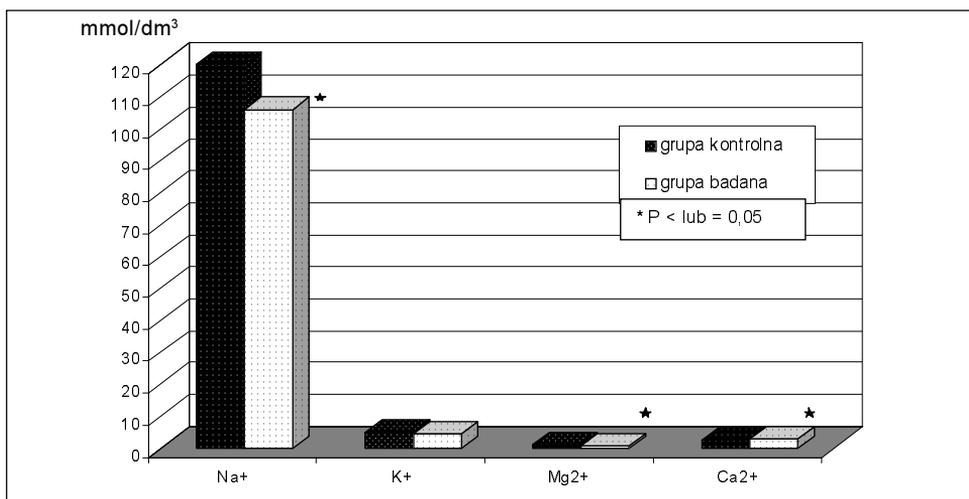
Składnik	Stężenie [mg/dm ³]	Dopuszczalne zakresy wartości ^x
Sód	21,22 ± 1,38	200
Potas	3,73 ± 0,36	-
Magnez	10,82 ± 1,36	30 - 125
Wapń	104,64 ± 7,91	-
Cynk	0,182 ± 0,045	-
Mangan	0,04 ± 0,01	0,05
Azotany (V)	5,6 ± 2,8	50
Chlorki	41,6 ± 2,7	250
Siarczany	84,50 ± 4,24	250
Twardość (CaCO ₃)	270 ± 35	60 - 500
Żelazo	0,2 ± 0,0	0,2

Nie stwierdzono obecności chromu, niklu, ołowiu, kadmu, miedzi

x – wg Rozp. Min. Zdr. [20]

Średnia przewodność elektrolityczna zastosowanych w doświadczeniu wód wynosiła: wody dejonizowanej 1,175 ± 0,246 μScm⁻¹ oraz wody wodociągowej 618 ± 38 μScm⁻¹, dla której dopuszczalna maksymalna wartość wynosi 2500 μScm⁻¹, zgodnie z wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [20].

Na rycinie 1 przedstawiono wyniki ilustrujące wpływ wody dejonizowanej po 90-dniowym stosowaniu „per os” na poziom elektrolitów w surowicy krwi szczurów.

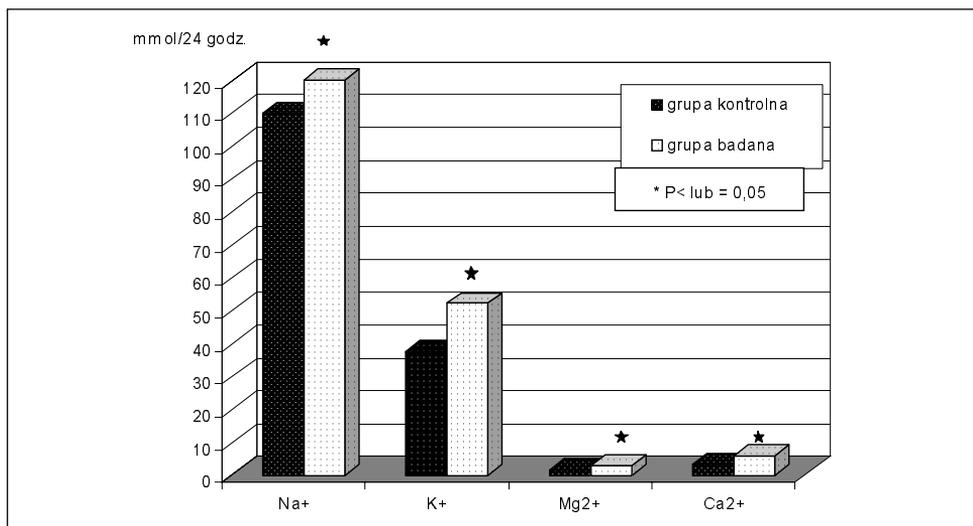


Ryc. 1. Stężenie elektrolitów w surowicy krwi szczurów po 90-dniowym podawaniu wody dejonizowanej w dawce *ad libitum*.

Concentration of electrolytes in the blood serum of rats after a 90-day administration of deionized in a dose *ad libitum*.

Po zastosowaniu wody dejonizowanej stwierdzono statystycznie znaczne zmniejszenie stężenia sodu i magnezu przy równoczesnym statystycznym wzroście stężenia wapnia oraz niezmiennym poziomie potasu w porównaniu z grupą kontrolną zwierząt.

Wartości oznaczonych poziomów elektrolitów w moczu szczurów po stosowaniu jak wyżej badanych wód ilustruje ryc. 2.



Ryc. 2. Stężenie sodu, potasu, wapnia i magnezu w moczu szczurów po 90-dniowym podawaniu wody dejonizowanej w dawce *ad libitum*.

Concentration of sodium, potassium, calcium and magnesium in urine of rats after a 90-day administration of deionized water in a dose *ad libitum*.

Stwierdzono statystycznie znaczne podwyższenie poziomu wszystkich oznaczonych elektrolitów w moczu szczurów grupy badanej w porównaniu z grupą kontrolną.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Woda wodociągowa użyta do badań zawierała w litrze ok. 437 mg rozpuszczonych składników mineralnych w tym sodu, potasu, wapnia i magnezu 140,42 mg, a także pierwiastki śladowe: żelazo, cynk, mangan. Zawartość w/w pierwiastków jest optymalna jak i prawidłowe są proporcje między nimi; utlenialność wody mieści się w granicach normy.

Wg *Kiersta* [12] woda do picia powinna być czysta, chłodna oraz w miarę twarda. Twardość węglanowa użytej do badań wody wodociągowej wynosiła średnio 270 mg/dm³ co pozwala na zaliczenie jej do wody twardej – przy 60 mg/dm³ wymaganej minimalnej twardości [20]. O korzystnym wpływie twardości wody do picia, a tym samym na jej jakość zdrowotną donoszą *Pasternak* [18] i *Walasek* [22].

W surowicy krwi szczurów grupy badanej, które otrzymywały wodę dejonizowaną, obserwowano istotne obniżenie poziomu sodu i magnezu oraz potasu w przeciwieństwie do moczu, w którym poziom elektrolitów statystycznie wzrósł.

Z piśmiennictwa [1, 3] wynika, że spożycie wody wolnej od elektrolitów prowadzi do zmian stałości składu elektrolitowego płynów ustrojowych.

W badaniach eksperymentalnych na zwierzętach oraz badaniach epidemiologicznych u ludzi stwierdzono, że hipomagnezemia prowadzi do podwyższenia stężenia triglicerydów i cholesterolu całkowitego we krwi a więc zmian niekorzystnych z punktu widzenia zdrowotnego [2, 12, 14]. We wcześniejszym doniesieniu [7] dotyczącym wpływu wody dejonizowanej na organizm, stwierdzono u szczurów podobne oddziaływanie tej wody na przemiany tłuszczowe; ponadto obserwowano niekorzystne zmiany w równowadze kwasowo-zasadowej krwi (świadczące o możliwości wystąpienia po dłuższym okresie kwasicy metabolicznej), które są powiązane ściśle z zaburzeniami wodno-elektrolitowymi ustroju [8].

Obserwowany wzrost stężeń wapnia całkowitego w surowicy krwi szczurów może być następstwem działania parathormonu [22], którego stymulacja występuje m.in. pod wpływem hipomagnezemia [15] lub kwasicy metabolicznej [9]. Wynikiem działania parathormonu na tkankę kostną (przez zwiększoną resorpcję wapnia z kości następuje spadek gęstości masy kostnej) tłumaczyć można wzrost stężenia wapnia w surowicy krwi. Wzrost poziomu podstawowych elektrolitów w moczu może być rezultatem zwiększonego wydalania ich przez nerki [1, 9].

Na podstawie uzyskanych wyników należy przypuszczać, że powszechne stosowanie wody pozbawionej składników mineralnych może być źródłem dodatkowego zubożenia organizmu z soli w wyniku zwiększonego ich wydalania z moczem. W celu pełniejszego określenia wpływu wody dejonizowanej na organizm, zwłaszcza gospodarkę wodno-elektrolitową, należałoby przeprowadzić całościowy bilans omawianych pierwiastków uwzględniający oprócz ich podaży i poziomu w płynach ustrojowych, także w tkankach miękkich, sierści a zwłaszcza w kościach.

WNIOSKI

1. W wyniku 3-miesięcznego, doustnego stosowania u szczurów, wody maksymalnie pozbawionej makro- i mikroskładników nastąpił w surowicy krwi statystycznie znamienne wzrost stężenia wapnia i statystyczne obniżenie stężenia sodu i magnezu.

2. Poziom wszystkich badanych elektrolitów (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) statystycznie wzrósł w moczu szczurów otrzymujących wodę dejonizowaną w stosunku do szczurów grupy kontrolnej.

3. Długotrwałe stosowanie „per os” wody demineralizowanej może prowadzić do zakłócenia prawidłowego funkcjonowania gospodarki elektrolitowej ustroju.

4. Uzyskane wyniki wskazują, że celowe jest prowadzenie obserwacji oddziaływania wody dejonizowanej na organizm, zwłaszcza w zakresie gospodarki mineralnej.

Drobnik M., Latour T.

THE ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF DEIONIZED WATER ON THE BASIC ELECTROLITES LEVEL IN BLOOD AND URINE OF TESTED ANIMALS

Summary

Deionized water orally dosed, *ad libitum* dosage were tested on rats for 90 days period. The purpose of the experiment was the estimation of changes in aqua-electrolytic economy of tested animals. Statistically relevant reduction of sodium, potassium, magnesium level in blood serum as

well as in urine. In blood serum there were observed also statistically increase of calcium concentration whereas in urine calcium concentration descended. The results prove that drinking deionized water can cause similar unfavorable influence on mineral economy in human system.

PIŚMIENNICTWO

1. *Aleksandrowicz J., Radomska K., Graczyk K., Konarski J.*: Badania zawartości magnezu i wapnia w populacji polskiej na podstawie analizy włosów. *Biul. Magnezol.*, 1991, 1, 2, 23-25.
2. *Altura B.T., Brust M., Bloom S., Barbour R.L.*: Magnesium dietary intake modulates blood lipid levels and atherogenesis. *Proc.Natl.Acad.Sci. USA*, 1990, 87, 1840-44.
3. *Amorim Cruz J.A., Moreiras O., Brzozowska A.*: Longitudinal changes in the intake of vitamins and minerals of elderly Europeans. *Eur.J.Clin.Nutr.* 1996, 50, suppl. 2, 77-85.
4. *Bergstrom E.*: Influence of deionized water on blood glucose and plasma sodium ion concentration in young salmon (*Salmo salar L.*). *Arch. Int.Physiol.Biochim.* 1971, 79, 785-792.
5. *Brzozowska A.*: Procesy technologiczne a biodostępność składników mineralnych z produktów spożywczych. *Przem. Spoż.*, 1996, 50, 10-21.
6. *Chwojnowska Z., Charzewska J., Chabros E., Wajszczyk B., Rogalska-Niedźwiedz M., Jarosz B.*: Zawartość wapnia oraz fosforu w dietach młodzieży z warszawskich szkół podstawowych. *Roczn.PZH*, 2002, 53, 2, 157-165.
7. *Drobnik M.*: Ocena wpływu wody dejonizowanej na wybrane składniki gospodarki tłuszczowej, węglowodanowej i białkowej, morfologię oraz równowagę kwasowo-zasadową we krwi szczurów. *Roczn. PZH*, 2002, 53, 27-32.
8. *Drobnik M., Latour T.*: Wpływ wody dejonizowanej na stan zdrowotny ludności. *Roczn.PZH*, 2002, 53, 2, 187-195.
9. *Galus K.*: Choroby metaboliczne kości. Wydawnictwo Medyczne Med Tour Press International, Wyd.I, Warszawa, 1994.
10. *Grier R.L., Dguardo G., Schaffer C.B., Pedrosa B., Myers R., Merkley D.F., Thouvenelle M.*: Mast cell tumor destruction by deionized water. *Am. J. Vet. Res.*, 1990, 51, 7, 1116-20.
11. *Jaffe M.H., Hosgood G., Kervin S.C., Hedlund C.S., Taylor H.W.*: Deionized water as an adjunct to surgery for the treatment of canine cutaneous mast cell tumors. *J.Small Anim.Pract.*, 2000, 41, 1, 7-11.
12. *Kierst W.*: Nauka o żywieniu zdrowego i chorego człowieka. PZWL, wyd.IV, Warszawa, 1989.
13. *Latour M.G., Desy F., Warren C., Lavoie J.M.*: Effects of hepatic portal infusion of deionized water on metabolic and hormonal responses to exercise in rats. *J.Appl.Physiol.*, 1984, 84, 5, 1653-60.
14. *Lichodziejewska B., Kłóś J.*: Magnez w kardiologii. Szybka kariera niedocenianego jonu. *Kardiol. Pol.*, 1993, 38, 126-130.
15. *Lorenc R.S., Kłocińska K.*: naczynie i rola suplementacji wapniem w zapobieganiu i leczeniu osteoporozy. *Żyw. Człow. Metab.* 1999, XXVI, suppl. 30-39.
16. *Masironi R.*: The health importance of trace elements in water. *Tribyne de CEBE-DEAN* 1978, 31, 363-372.
17. *Oliverau M., Aimar C., Oliverau J.M.*: Responses of the teleost pituitary (goldfish, eel) to deionized water. *Cell.Tissue Res.* 1980, 208, 389-404.
18. *Pasternak K., Floriańczyk B.*: Środowisko życia a poziom magnezu. *Biul.Magnezol.* 1994, 4, 5, 21-23.
19. *Ram J.L., Walker J.U.*: Effects of deionized water on viability of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*. *Comp. Biochem.Physiol.C.*, 1993, 105, 409-414.
20. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19.XI.2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. (Dz. U. nr 203, poz. 1718).

21. *Skorkowska-Zieleniewska J.*: Biochemiczna ocena stanu odżywiania mineralnego. Wapń i magnez. Przegl. Pediatr. 1987, 17, 95-103.
22. *Walasek L.*: Znaczenie niedoboru magnezu w praktyce klinicznej. Farmacja, 1998, IV, 2-3-4, 29-31 oraz 33-35.
23. *Waśkiewicz A.*: Jakość zdrowotna racji pokarmowej mieszkańców prawobrzeżnej Warszawy w latach 1993-2001. Badanie Pol-Monica bis Warszawa. Roczn. PZH 2003, 54, 197-205.
24. *Ustymowicz-Farbiszewska J., Smorzewska-Czupryńska B., Karczewski J., Lach J.*: Zawartość wapnia w racjach pokarmowych dzieci szkół podstawowych z Białegostoku i okolic. Roczn. PZH 2002, 53, 419-428.

Otrzymano: 2005.03.27