

MICHAŁ DROBNIK

OCENA WPŁYWU WODY DEJONIZOWANEJ NA WYBRANE SKŁADNIKI
GOSPODARKI TŁUSZCZOWEJ, WĘGLOWODANOWEJ I BIAŁKOWEJ,
MORFOLOGIĘ ORAZ RÓWNOWAGĘ KWASOWO-ZASADOWĄ WE KRWI
SZCZURÓW

EVALUATION OF THE EFFECT OF DEIONIZED WATER ON SELECTED
COMPONENTS OF FAT, CARBOHYDRATE, AND PROTEIN METABOLISM,
MORPHOLOGY AND THE ACID-BASE EQUILIBRIUM IN THE RATS BLOOD

Zakład Tworzyw Uzdrawiskowych
Państwowy Zakład Higieny
60-821 Poznań, ul. Słowackiego 8/10
Kierownik: dr T. Latour

W badaniach doświadczalnych na szczurach określono wpływ doustnego stosowania wody dejonizowanej, na niektóre parametry gospodarki lipidowej, białkowej, węglowodanowej, morfologię, rozmaz krwi obwodowej i równowagę kwasowo-zasadową we krwi tych zwierząt.

WSTĘP

Urządzenia do oczyszczania wody wykorzystujące proces odwróconej osmozy stają się coraz bardziej popularne w gospodarstwie domowym. Woda dejonizowana używana jest nie tylko do picia, ale także przyrządzania odżywek i produktów na bazie mleka dla dzieci, przygotowywania napojów (kawa, herbata, soki, napoje z proszku itp.), a także stosowana jest w przetwórstwie spożywczym.

Z punktu widzenia fizjologii żywienia wiadomo, że istotny dla zdrowia jest nie tylko ogólny bilans gospodarki wodnej, ale również wymiana jonowa między płynami ustrojowymi organizmu. Prawidłowy przebieg tych procesów zależy nie tylko od stanu zdrowia ale również sposobu odżywiania a więc i właściwości wody pitnej, której udział ilościowy w codziennym odżywianiu człowieka jest znaczący. Spośród niewielu dotychczas opublikowanych prac odnoszących się do biologicznych właściwości wody dejonizowanej, większość doniesień dotyczy badań na zwierzętach. Oceniano bezpośrednie działanie tej wody na komórki żywe psa [3, 4], wpływ wody dejonizowanej podawanej w formie iniekcji szczurom [6], oddziaływanie na ryby lub małże [2, 7-9, 12].

Nie znaleziono doniesień na temat skutków zdrowotnych długotrwałego picia wody dejonizowanej przez ludzi, co jest przedmiotem naszego zainteresowania.

Celem pracy było stwierdzenie czy picie wody dejonizowanej zamiast wody wodociągowej zawierającej zawsze pewną ilość składników mineralnych (najczęściej w granicach 200-400 mg/dm³) przy normalnej diecie nie wiąże się z ryzykiem zdrowotnym.

Prowadzenie takich obserwacji na reprezentatywnej grupie zdrowych ludzi o stałej diecie w okresie zaplanowanym w badaniach lub w dłuższym czasie, jest utrudnione zwłaszcza, że nie znane jest związane z tym ryzyko zdrowotne. Stąd też badania przeprowadzono na zwierzętach doświadczalnych, u których określono wpływ stosowania *per os* wody dejonizowanej, na niektóre wskaźniki podstawowej przemiany materii i równowagę kwasowo-zasadową we krwi.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono na szczurach rasy *Wistar*, samcach, o początkowej masie ciała 180–190 g. Zwierzęta przebywały przez cały czas trwania doświadczenia w pomieszczeniach, w których kolejne cykle światło-ciemność trwały po 12 godzin, a temperatura pomieszczenia wahała się w granicach 18,0–20,4°C, średnio $19,2 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$.

Zwierzęta podzielone losowo na dwie jednakowe grupy po 20 sztuk każda, otrzymywały do picia, przez okres 90 dni, następujące wody:

I – grupa kontrolna – wyłącznie wodę wodociągową,

II – grupa badana – wyłącznie wodę dejonizowaną

mając do nich swobodny i nieograniczony dostęp. Temperatura stosowanych wód równa była temperaturze otoczenia.

W pobieranej na terenie Zakładu wodzie wodociągowej (pochodzącej z poznańskiej sieci komunalnej) oznaczono główne jej składniki oraz niektóre substancje uważane za toksyczne lub niepożądane. Zawartość: sodu, potasu, magnezu, wapnia, cynku, chromu, niklu, ołowiu, kadmu, miedzi, żelaza oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (ASA) w spektrofotometrze SP9 Pye Unicam.

Azotany oznaczono metodą spektrometrii UV/VIS, siarczany metodą wagową, chlorki i twardość (CaCO_3) metodą miareczkową.

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”. Przewodność właściwą wód mierzono konduktometrem typu N5722 prod. Teleko – Wrocław.

Szczury karmiono pełnoporcjową paszą bytową, typu LABOFEED B, pochodzącą z Wytwórni Pasz i Koncentratów w Kcyni. Pasza w formie granulatu produkowana jest w oparciu o zalecenia i recepturę opracowaną w Instytucie Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN w Jabłonie, zgodnie z zapotrzebowaniem tej kategorii zwierząt na składniki pokarmowe wg NRC – Nutrient Requirement of Laboratory Animals. Producent podaje dokładny skład surowcowy oraz zawartość składników pokarmowych (tłuszcz, białko, aminokwasy, niezbędne sole mineralne w tym mikroelementy) w stosowanych komponentach i produkowanej paszy.

W czasie doświadczenia codziennie rejestrowano ilość wypitej wody i spożytego pokarmu przez szczury, kontrolowano wygląd i zachowanie się zwierząt.

Po zakończeniu stosowania wód, od szczurów uśpionych hexobarbitalem sodowym, pobierano do badań biochemicznych krew (metodą punkcji) z prawej komory serca.

We krwi lub surowicy oznaczono:

- parametry równowagi kwasowo-zasadowej (za pomocą analizatora typu OP-206 firmy Plastomed);
- frakcje białkowe (metodą elektroforezy żel-agarozą, odczyt densytometrem DS-1 firmy Cormay);
- hematokryt (metodą mikrohematokrytową);
- poziom glukozy, kwasów pirogronowego i mlekowego, cholesterolu całkowitego, HDL cholesterolu, lipidów całkowitych, trójglicerydów, białka całkowitego, hemoglobiny – (za

pomocą odczynnikowych zestawów diagnostycznych firm (POCH–Gliwice, Boehringer Mannheim, Alpha diagnostics, Wytwórni Surowic i Szczepionek w Krakowie);

- rozmaz krwi obwodowej (barwiony metoda *Pappenheima*);
- eryocyty i leukocyty (metodą podstawową).

Otrzymane wyniki, w postaci średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych, poddano analizie statystycznej z zastosowaniem testu *t-Studenta* przy poziomie istotności $P \leq 0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie wykonanych analiz chemicznych, w tabeli I przedstawiono średnie stężenia niektórych składników wody wodociągowej oraz średnie wartości przewodnictwa właściwego tej wody jak i wody dejonizowanej. Jak wynika z zestawienia, stosowana w doświadczeniu woda, którą otrzymywały szczury z grupy kontrolnej, odpowiadała wymaganiom fizykochemicznym dla wody do picia zawartym w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia nr 937 z dnia 4.IX.2000 r. [10].

Podczas 90-dniowej obserwacji nie stwierdzono różnic w wyglądzie i ruchliwości między szczurami grupy badanej i kontrolnej. W grupie badanej zwierząt stwierdzono obniżenie spożycia wody średnio o 5,3% w porównaniu z grupą kontrolną szczurów. Spadek ilości wypitej wody wyrażony w procentach przebiegał wg krzywej paraboli. W pierwszym tygodniu spadek osiągnął wartość 2,6%, która wzrastała do 5,4% w 6 tygodniu; od 7–13 tygodnia obniżenie spożycia wody dejonizowanej było stałe i wynosiło 6,0%. Konsumpcja paszy była jednakowa w obydwu grupach zwierząt.

Wartości wskaźników przemian tłuszczowych zestawiono w tabeli II.

W efekcie 3-miesięcznego doustnego stosowania wody dejonizowanej w dawce *ad libitum* stwierdzono statystycznie znamienne wzrost stężenia cholesterolu całkowitego przy niezmiennym poziomie frakcji HDL cholesterolu oraz tendencje wzrostowe poziomu lipidów całkowitych (o 8,3%). Poziom triglicerydów w surowicy krwi szczurów grupy badanej wzrósł nieznacznie (o 4,3%) w stosunku do ich poziomu w surowicy krwi zwierząt grupy kontrolnej. Zwiększony poziom cholesterolu całkowitego oraz spadek o 14,0 % stosunku stężeń: lipoprotein o wysokiej gęstości do cholesterolu całkowitego (z wartości 0,57 w grupie kontrolnej do 0,50 w grupie badanej szczurów), świadczą o niekorzystnym oddziaływaniu wody demineralizowanej na gospodarkę cholesterolową.

Między kontrolną a badaną grupą szczurów nie zanotowano większych zmian w poziomach: glukozy i jej metabolitów, tj. kwasu pirogronowego i kwasu mlekowego, jak i białka całkowitego, albumin, globulin α_1 , α_2 , β , γ oraz w rozmazie krwi obwodowej.

Pod wpływem stosowania wody dejonizowanej stwierdzono nieznaczne przesunięcia w wartościach składników morfologicznych. Obserwowano tendencje wzrostowe stężenia erytrocytów (o 1,8%), leukocytów (o 3,5%), hemoglobiny (o 2,5%) oraz hematokrytu (o 2,1%) w porównaniu do grupy kontrolnej zwierząt. Obserwowano także zmiany w wynikach oznaczeń gazometrycznych krwi żyłnej szczurów. Stwierdzono statystycznie znamienne wzrost prężności tlenu, saturacji tlenem, całkowitej zawartości tlenu oraz statystyczny spadek stężenia HCO_3^- , nadmiaru zasad, standardowego nadmiaru zasad, nadmiaru zasad osocza, zasad buforowych osocza i całkowitego dwutlenku węgla.

Podsumowując te wyniki należy zaznaczyć, że występujące zmiany wartości w badanych wskaźnikach podstawowej przemiany materii oraz równowagi kwasowo-zasadowej mieszczą się jednak w przedziale norm fizjologicznych dla tego gatunku zwierząt. Z drugiej strony trzeba pamiętać, że zmiany te wystąpiły w okresie 3 miesięcy, u zwierząt zdrowych, które otrzymywały jako pożywienie wieloelementową paszę, zapewniającą im niezbędne składniki dla prawidłowego rozwoju i życia.

Zmiany oddechowych i/lub metabolicznych komponentów równowagi kwasowo-zasadowej oraz przemian lipidowych zależne są m.in. od równowagi wodno-elektrolitowej ustroju [1, 5, 11]. W wykonanych pilotażowych badaniach własnych dotyczących wpływu wody dejonizowanej (stosowanej w sposób, dawce i okres jak ww.), na poziom sodu, potasu, wapnia i magnezu w surowicy krwi szczurów obserwowano istotne oddziaływanie omawianej wody na koncentrację tych elektrolitów zwłaszcza wapnia i magnezu. Jak wiadomo, jednoczesne określenie podaży pierwiastka, stężenia w płynach ustrojowych, komórkach, włosach, jego wydalanie z kałem i moczem umożliwia ustalenie bilansu pierwiastkowego. W związku z tym planowany jest II etap doświadczeń przeprowadzonych na większej liczbie (umożliwiającej przeprowadzenie analizy statystycznej) zwierząt, u których oprócz surowicy przewidziano oznaczenie zawartości Na, K, Ca, Mg w kościach i moczu. Uzyskane wyniki pozwoliłyby określić wpływ wody dejonizowanej na gospodarkę wodno-mineralną ustroju tych zwierząt.

WNIOSKI

1. Podczas 90-dniowego, doustnego stosowania wody dejonizowanej w dawce *ad libitum* obserwowano obniżenie ilości spożywanej wody w grupie badanej szczurów w stosunku do zwierząt grupy kontrolnej.

2. W wyniku 3-miesięcznego stosowania wody dejonizowanej w sposób i dawce jak wyżej, stwierdzono statystycznie znamienne podwyższenie stężenia cholesterolu całkowitego oraz spadek stosunku stężeń: frakcji HDL do cholesterolu całkowitego w surowicy krwi szczurów.

3. Nie stwierdzono istotnych zmian w zakresie przemian węglowodanowych, białkowych oraz w morfologii i rozmazie krwi obwodowej.

4. W równowadze kwasowo-zasadowej krwi obserwowano statystyczny wzrost prężności tlenu, saturacji tlenem, całkowitej zawartości tlenu oraz statystyczny spadek stężenia wodorowęglanów, nadmiaru zasad, standardowego nadmiaru zasad, nadmiaru zasad osocza, zasad buforowych osocza i całkowitego dwutlenku węgla.

5. Uzyskane wyniki (oraz wyniki badań pilotażowych) wskazują, że celowe jest prowadzenie obserwacji długotrwałego oddziaływania wody dejonizowanej na organizm, zwłaszcza w zakresie gospodarki mineralnej.

M. Drobniak

EVALUATION OF THE EFFECT OF DEIONIZED WATER ON SELECTED COMPONENTS OF FAT, CARBOHYDRATE, AND PROTEIN METABOLISM, MORPHOLOGY AND THE ACID-BASE EQUILIBRIUM IN THE RATS BLOOD

Summary

By virtue of the carried out experimental investigations no essential effect of deionized water, administered orally for 90 days in a dose ad libitum, has been stated to act, in the blood of rats, on the determined elements of carbohydrate, protein metabolism, on morphology and the peripheral blood smear. The observed value shifts of the indices of fat metabolism and of the acid-base equilibrium are contained within the limits of physiological norms for that species of animals.

PIŚMIENICTWO

1. *Angielski S.*: Biochemia kliniczna i analityka. PZWL, Wyd. III, Warszawa, 1990.
2. *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, 785–92.
3. *Grier R.L., Di-Guardo 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, 1116–20.
4. *Jaffe M.H., Hosgood G., Kervin S.C., Hedlund C.S., Taylor H.W.*: Deionised water as an adjunct to surgery for the treatment of canine cutaneous mast cell tumours. J. Small Anim. Pract. 2000, 41, 7–11.
5. *Kokot F.*: Gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa w stanach fizjologii i patologii. PZWL, Wyd. II, Warszawa, 1981.
6. *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. 1998, 84, 1653–60.
7. *Oliverau M., Aymar C., Oliverau J.M.*: Responses of the teleost pituitary (goldfish, eel) to deionized water. Cell Tissue Res. 1980, 208, 389–404.
8. *Oliverau M., Chambolle P., Dubourg P.*: Ultrastructural changes in the calcium-sensitive (PAS-positive) cells of the pars intermedia of eels kept in deionized water and in normal and concentrated sea water. Cell Tissue Res. 1981, 219, 9–26.
9. *Ram J.L., Walker J.U.*: Effects of deionized water on viability of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*. Comp. Biochem. Physiol. C. 1993, 105, 409–14.
10. Rozporządzenie Ministra Zdrowia nr 937 z dnia 4.IX.2000 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w kąpieliskach, oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej (Dz.U. Nr 82, poz. 937).
11. *Seńczuk W.*: Toksykologia. PZWL, Wyd. III, Warszawa, 1999.
12. *Walker J.U., Ram J.L.*: Effects of deionized water on sensitivity of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) to toxic chemicals. Comp. Biochem. Physiol. Pharmacol. Toxicol. Endocrinol. 1994, 107, 353–8.

Otrzymano: 2001.02.05