

Michał Drobnik, Teresa Latour

**FIZJOLOGICZNE ZNACZENIE
SKŁADNIKÓW MINERALNYCH
DOSTARCZANYCH Z WODĄ
NATURALNĄ NA PODSTAWIE BADAŃ
FARMAKODYNAMICZNYCH NIEKTÓRYCH
WÓD LECZNICZYCH**

**Państwowy Zakład Higieny
Zakład Tworzyw Uzdrawiskowych w Poznaniu**

WSTĘP

Wskazanie kierunku oddziaływania wody leczniczej możliwe jest na podstawie znajomości jej składu chemicznego. Rzeczywisty wpływ tej wody na organizm, a ściślej na przebieg procesów fizjologicznych, powinien być określony na podstawie badań farmakodynamicznych na zwierzętach lub *in vitro*, a następnie obserwacji klinicznych.

Przeprowadzenie takich badań wymagane jest również w odniesieniu do niektórych butelkowanych naturalnych wód mineralnych, które ze względu na skład chemiczny mogą wpływać korygująco lub stymulująco na diurezę, procesy żołądkowe lub jelitowe (*Rozporządzenie...* 2004).

Lecznicze wody mineralne stosowane per os, w zależności od czasu ich stosowania i składu chemicznego, wywierają na organizm działanie miejscowe oraz ogólne (GUTENBRUNNER, HILDEBRANDT 1994). Działanie miejscowe

związane jest z wpływem fizycznym i chemicznym wody mineralnej na błonę śluzową przewodu pokarmowego. Objętość, temperatura i składniki wody wprowadzanej do przewodu pokarmowego oddziałują na czynności ruchowe jego ścian i wydzielnicze błony śluzowej oraz wpływają na skład treści pokarmowej i jej resorpcję. Działanie ogólne jest związane z wpływem adaptogennym.

Przyswajalność składników naturalnej wody mineralnej oraz wpływ na organizm są uwarunkowane: stężeniem tych składników, specją chemiczną, stosunkami ilościowymi między nimi, a także oddziaływaniem antagonistycznym lub synergistycznym (HILDEBRANDT i in. 1983).

Podstawę niniejszego opracowania stanowią wyniki wcześniejszych doniesień dot. badań farmakodynamicznych określających wpływ badanych wód leczniczych na podstawowe parametry przemiany materii (zwłaszcza na poziom elektrolitów i tłuszczów w surowicy krwi) oraz czynność ruchową jelita cienkiego.

MATERIAŁ I METODYKA

Material

- 1) Wody lecznicze – nazwy ujęć i miejsc poboru wód leczniczych (wody z 23 ujęć znajdujących się w 11 miejscowościach uzdrowiskowych), zawartość podstawowych składników mineralnych oraz mineralizację ogólną wód zestawiono w tabeli 1. Większość badanych wód stanowiły swoiste (borowe, jodkowe, żelaziste) szczawy wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe; wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowe lub wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe.
- 2) Zwierzęta doświadczalne:
 - szczury rasy Wistar, samce o wadze 210–230 g;
 - świnki morskie szczepu laboratoryjnego, płci obojga, o wadze 350–400 g;
 - króliki rasy mieszanej.

Zakres badań

- 1) Właściwości diuretyczne badanych wód oceniano na grupach szczurów po 12 sztuk. Głodzonym przez 12 h zwierzętom (przy dostępie do wody wodociągowej ad libitum) podawano sondą dożołądkowo badane wody lecznicze (a w danej grupie kontrolnej – wodę wodociągową) w jednorazowych dawkach 3,6 i 10 cm³/kg masy ciała i umieszczano w klatkach metabolicznych. Objętość wydalonego moczu mierzono co 1 h, przez okres 5 h.
- 2) Badania sekrecji żółci przeprowadzano metodą Hano i Supniewskiego na 2-miesięcznych świnkach morskich. Z wprowadzonej w pełnej narkozie, do światła przewodu żółciowego wspólnego zwierzęcia, kaniuli metalowej mierzono ilość wypływającej żółci co 15 min przez 1 h (dane wyjściowe) oraz przez następne 2 h po podaniu igłą przez ścianę żołądka badanej wody

Tabela 1
Table 1

Charakterystyka balneochemiczna badanych wód mineralnych
Balneochemical characteristics of the investigated mineral waters

Nazwa wody	Miejscowość	Mineralizacja ogólna (mg · dm ⁻³)	Typ wody	Zawartość (mg · dm ⁻³)							
				Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HC1 ₃	SO ₄ ²⁻	CO ₂
16 - Wiesław	Busko	13 900	Cl-Na+Br+J+B+S	4100	115	388.8	243.2	6240	433.2	1872	n.s.
Marysienka	Cieplice	559	HCO ₃ -SO ₄ -Na+F	135	6.9	14.3	1.2	39.9	158.7	122.2	n.s.
Jan	Czerniawa	911	CO ₂ , HCO ₃ -Ca-Mg+Fe+Rn	35	6.3	90.2	56.4	19.9	605.8	39.1	1440
Jan	Krynica	672	CO ₂ , HCO ₃ -Ca	11	1.7	122.2	19.7	17.7	394.2	76.0	1583
Maria	Krościenko	3257	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	450	15	333.3	62.6	347.7	1959.6	< 1	1320
Michalina	"	1532	HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	230	4.5	146.8	28.9	161.8	887.9	37.4	154
Stefan	"	8080	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+Br+J+B	1950	37	269.8	77.0	1315	4211	15.6	2220
Zdzisław	Łądek	202	HCO ₃ -SO ₄ -Na+F+Rn	50	0.6	4.2	0.7	8.9	43.1	23.1	n.s.
Piwniczanka	Piwniczna	3339	CO ₂ , HCO ₃ -Ca-Mg-Na	205	29	362.3	162.5	6.2	2502	20.4	2736
Wanda	Szczawnica	9809	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+Br+J+B	2500	74	222.2	101.1	1910	4715	2.0	2080
PD-4	"	1396	HCO ₃ -Na-Ca+B	270	11.3	74.6	19.3	103.3	857.3	26.1	n.s.
Jan-14	"	988	HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	180	12.0	50.8	14.4	25.8	673.6	9.0	n.s.
Stefan	"	4214	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+B	885	19.1	206.3	72.2	559.4	2250	147.7	1590
Szymon	"	2772	HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	570	17.3	166.6	33.7	395.9	1485	43.2	840
Jan	"	4417	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+B	1040	34	139.7	42.4	568.0	25111-	< 1	2010
Magdalena	"	26 663	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+Br+J+B	7760	128	111.1	211.9	6110	1788	< 1	1700
Józefina	"	4352	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+J+B	920	25.5	198.4	101.1	688.5	2097	263.8	1340
B-4	"	12 131	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+Br+J+B	3300	58	174.6	120.4	2508	5664	58.8	2380
Pitoniakówka	"	1372	HCO ₃ -Cl-Na+B	280	6.0	58.1	24.3	145.4	778.2	22.6	660
Górne	Świeradów	449	CO ₂ , HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg+Rn	18	6.2	48.5	18.8	9.1	228.7	60.9	1570
3-E	Wieniec	3471	SO ₄ -Cl-Ca-Na+F+H ₂ S+HS	260	7.3	690.4	67.4	429.1	407.8	1574	n.s.
Anna	Żegiestów	2839	CO ₂ , HCO ₃ -Ca-Mg+Fe	19	2.5	452.1	130.4	4.4	2125.9-	32.8	2508
Żegiestów II	"	14 311	CO ₂ , HCO ₃ -Mg-Na+Fe	1550	42.2	269.3	1206.3	101.1	11008	32.0	2051

w ilości 7,1 lub 10,7 cm³·kg⁻¹ m.c. Grupy liczyły po 5 szt. Zwierzęta z danej grupy kontrolnej otrzymywały wodę z sieci miejskiej w taki sam sposób co świnki grup badanych.

3) Wpływ na czynność motoryczną mięśni gładkich przewodu pokarmowego badano metodą Magnusa na wyosobnionych odcinkach jelita cienkiego królika. Rytm ruchów perystaltycznych jelita umieszczonego w przyrządzie do badania narządów izolowanych wg Palmera, w płynie odżywczym Tyrode'a , po dodaniu badanej wody leczniczej w stosunku ilościowym 1:9; 1:4, 2:3, rejestrowano na taśmie kimografu.

4) Materiałem badawczym do oceny wpływu badanej wody na wskaźniki przemiany materii były szczury. Zwierzęta podzielone losowo na grupy po 12–15 szt. otrzymywały wodę za pomocą zgłębnika żołądkowego, w jednorazowej dawce dziennej, w granicach 10,7 –14,3 cm³·kg⁻¹ m.c., przez okres 20–24 dni (w zależności doniesienia).

Po zakończeniu cyklu badań, w pobranej z koniuszka serca krwi uśpionych zwierząt oznaczano poziom: sodu, potasu, wapnia, magnezu i cholesterolu całkowitego i frakcji HDL, trójglicerydów, lipidów całkowitych.

Uzyskane wyniki w grupach doświadczalnych porównywano z wynikami grup kontrolnych, weryfikując stwierdzone różnice za pomocą testu *t*-Studenta. Jako znamienność statystyczną przyjęto prawdopodobieństwo hipotezy zerowej $P \leq 0,05$.

Szczegółowe warunki bytowe zwierząt w trakcie doświadczeń, sposób pozyskiwania materiału biologicznego do badań, procedury badań przyżyciowych oraz metody oznaczeń biochemicznych zawarte są w opracowaniu (DROBNIK 1999).

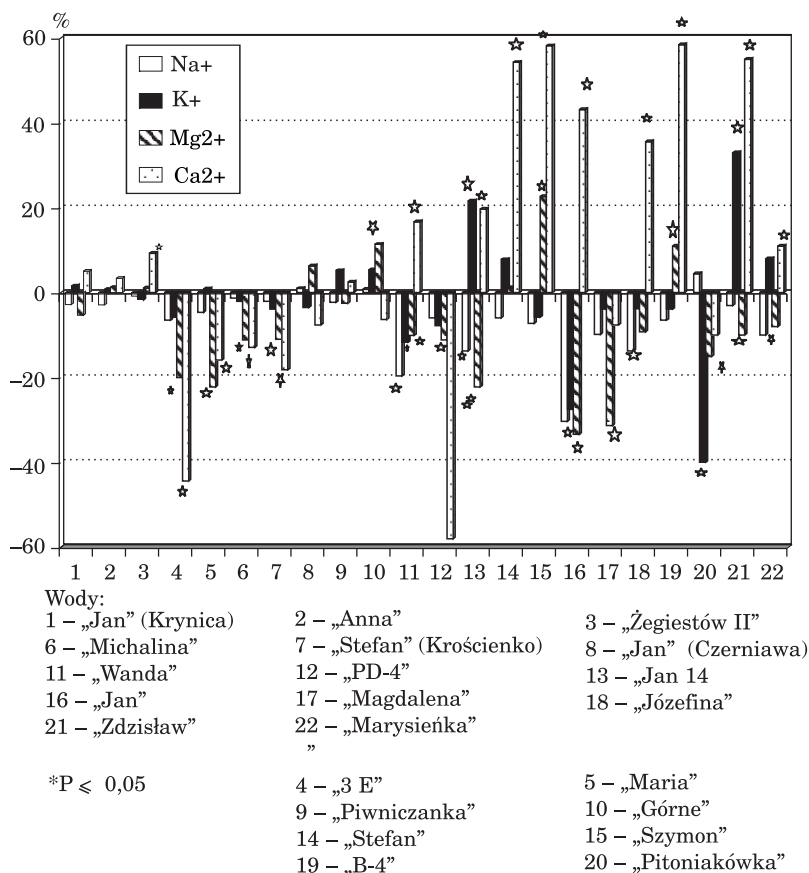
WYNIKI

1. Wpływ wód na poziom elektrolitów w surowicy krwi

Rysunek 1 przedstawia procentowe zmiany stężeń sodu, potasu, magnezu i wapnia w surowicy krwi w stosunku do wartości (przyjętych jako 100%) uzyskanych w danej grupie kontrolnej. Po doustnym stosowaniu badanych wód obserwowano istotny (w 87% zmiany były statystycznie znamienne) wpływ tych wód na poziom elektrolitów, o różnorodnym kierunku i stopniu oddziaływania.

W przypadku sodu zmiany polegały przede wszystkim na obniżeniu jego stężenia; największe zaobserwowano po stosowaniu wód szczawnickich ze źródeł „Jan”, „Wanda”, „Józefina”, „Jan-14” (BANASZKIEWICZ i in. 1992b).

Poziom potasu w surowicy krwi zmienił się zasadniczo po wodzie „Zdźśław” – wzrost o 33% (DROBNIK 1999) oraz wodach „Jan” ze Szczawnicy i „Pitoniakówka” – obniżenie o 28% i 40% (DROBNIK, LATOUR 2001a).



Rys. 1. Procentowe zmiany poziomu elektrolitów w surowicy krwi szczurów po 24-dniowym stosowaniu badanych wód
 Fig. 1. Proportional changes of the level of electrolytes in the blood serum of rats a 24-day administration of the investigated waters

Istotne zmiany w poziomie magnezu obserwowano w 16 przypadkach; wzrost stężenia powodowało podawanie wody ze źródła „Górne” – 11,4% (BANASZKIEWICZ 1986), „Szymon” – 22,3% i „B-4” – 11,1% (DROBNIK, LATOUR 2001). Podawanie pozostałych wód powodowało obniżenie poziomu Mg, np. „Maria” – 22%) „3E” – 20% (BANASZKIEWICZ i in. 1992,1992c), „Jan-14” – 22%, „Jan” – 33,3%, „Magdalena” – 31,3%, „Pitoniakówka” – 15%. Obserwowano podobne zróżnicowanie w poziomie wapnia w surowicy krwi. Największy wzrost zawartości wapnia (40–60%) stwierdzono po zastosowaniu wód „Stefan”, „Szymon”, „Jan” ze Szczawnicy, „B-4”, „Zdzisław”, natomiast obniżenie w podobnych granicach po wodach „3E” i „PD-4”.

2. Wpływ wód na poziom tłuszczów w surowicy krwi

Oddziaływanie wód leczniczych na poziom tłuszczów (cholesterolu całkowitego i frakcję HDL, lipidów całkowitych oraz trójglicerydów) przedstawiono na rysunku 2. Największe zmiany we wszystkich badanych formach tłuszczów stwierdzono po zastosowaniu wód: „16-Wiesław” (BANASZKIEWICZ i in. 1992a), „Marysieńka” (BANASZKIEWICZ, DROBNIK 1998), „Jan” – Czerniawa, „Zdzisław”, „B-4”, „3E”. Statystycznie znamienne obniżenie poziomu tłuszczów obserwowano po wodach: „Jan” – Czerniawa, „Zdzisław”, „Pitoniakówka”, „Górne”, a wzrost po wodach „16-Wiesław” i „3E”. Po wodzie „Marysieńka” poziom cholesterolu całkowitego i lipidów całkowitych obniżył się, a cholesterolu wysokiej gęstości i trójglicerydów wzrósł. Zmiany dotyczą głównie poziomów cholesterolu całkowitego, zwłaszcza frakcji HDL.

3. Wpływ wód na motorykę jelita cienkiego

Oddziaływanie omawianych leczniczych wód mineralnych, w badaniach *in vitro*, na ruchliwość spontaniczną jelita cienkiego przedstawiono w tabeli 2. Z zestawienia wynika, że wody te w rozmaity sposób wpływają na motorykę jelita cienkiego królika (amplitudę, częstotliwość skurczów, napięcie toniczne mięśni gładkich podłużnych). Wpływ ten zależy od składu chemicznego wody oraz stopnia jej rozcieńczenia płynem odżywczym Tyrode'a. Po zastosowaniu wód w rozcieńczeniach 1:1,5 (badana woda/ płyn) obserwowano w powyżej 50% przypadków zmniejszenie amplitudy skurczów mięśni, kończące się zanikiem ruchów perystaltycznych niekiedy w skurczu. Pod wpływem bardziej rozcieńczonych wód stwierdzono wzrost amplitudy ruchów w granicach 10-50% lub jej zmniejszenie w granicach 10-70%.

WYNIKI BADAŃ IN VIVO

W badaniach na świnkach morskich stwierdzono wzrost wydalania żółci u świnek morskich po stosowaniu wód: „Jan”(Krynica) o 80%, „Piwniczanka” o 37% (BANASZKIEWICZ, STRABURZYŃSKI 1987), „16-Wiesław” i „Anna” o 30%, „Żegiestów II” o 25%.

Wody: „Stefan”, zarówno ze Szczawnicy, jak i Krościenka, „B-4”, „Michalina”, „Anna”, „Żegiestów II” działały moczopędnie, a po wodach „PD-4”, „Józefina”, „Magdalena”, „Szymon”, „Wanda”, „16-Wiesław” obserwowano statystycznie znamienne zmniejszenie wydzielania moczu.

Tabela 2
Table 2

Wpływ badanych wód na perystaltykę mięśni gładkich jelita cienkiego królika
The influence of the investigated waters on the peristaltic of the smooth muscles of the small intestine of the rabbit

Nazwa wody	Rozcieńczenie płynem odżywczym											
	1 : 9			1 : 4			1 : 1.5					
	amplituda	częstość	napięcie	amplituda	częstość	napięcie	amplituda	częstość	napięcie	amplituda	częstość	napięcie
3 E	↓ 35	b.z.	↑ 100	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Jan (Kryn.)	↑ 10	b.z.	↑ 150	↓ 50	↓ 10	↑ 500	↓ 100	↓ 100	s.s.	↓ 100	↓ 100	s.s.
Anna	↓ 15	b.z.	↑ 50	↓ 80	b.z.	↑ 250	↓ 90	b.z.	↑ 400	b.z.	↓ 350	↑ 400
Żęgieściów II	↓ 40	b.z..	↓ 150	↓ 60	b.z.	↓ 250	↓ 60	b.z.	↓ 350	b.z.	↓ 100	s.s.
Pwicznianka	↓ 10	↑ 10	↑ 100	↓ 85	b.z.	↑ 250	↓ 100	↓ 100	s.s.	---	---	---
Jan (Czer.)	↓ 60	b.z.	↑ 350	↓ 100	↓ 100	s.s.	---	---	---	---	---	---
Górne	↓ 70	b.z.	↑ 500	↓ 100	b.z.	s.s.	---	---	---	---	---	---
Maria	↓ 10	b.z.	b.z.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Michalina	↑ 15	b.z.	↑ 40	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Stefan (Kr.)	↓ 40	b.z.	↓ 120	↓ 25	b.z.	↑ 70	↓ 50	↓ 10	↑ 50	↓ 10	↓ 10	↑ 50
Wanda	↑ 50	b.z.	↑ 30	b.z.	b.z.	b.z.	↓ 25	b.z.	↑ 30	b.z.	b.z.	↑ 30
PD - 4	↓ 30	b.z.	↓ 50	↓ 85	b.z.	↓ 100	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Jan - 14	↑ 15	b.z.	↑ 50	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Stefan (Szcz.)	b.z.	b.z.	↑ 80	↓ 60	b.z.	↑ 150	↓ 100	↓ 100	s.s.	↓ 100	↓ 100	s.s.
Szymon	↓ 60	b.z.	b.z.	↓ 60	b.z.	↓ 50	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Jan (Szcz.)	b.z.	b.z.	↑ 50	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Magdalena	b.z.	b.z.	↓ 50	b.z.	b.z.	↓ 100	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.
Józefina	↓ 65	↓ 10	↓ 50	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	s.s.	↓ 100	↓ 100	s.s.
16-Wieśław	↑ 25	↓ 10	↑ 50	↓ 50	↓ 20	z.r.s.	↓ 50	↓ 50	z.r.s.	↓ 50	↓ 50	z.r.s.
Zdław	↓ 50	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	s.s.	↓ 100	↓ 100	s.s.
Pitoniakówka	↑ 20	b.z.	b.z.	↑ 20	b.z.	b.z.	↑ 20	↓ 100	z.r.s.	↓ 100	↓ 100	z.r.s.

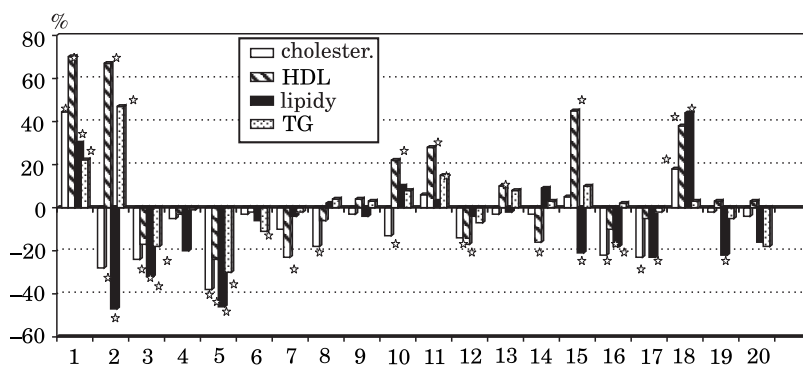
z.r.s. – zanik ruchów spontanicznych

b.z. – bez zmian

s.s. – skurcz spastyyczny

↑ – wzrost (%)

↓ – spadek (%)



Wody:

1 – „16-Wiesław”	2 – „Marysieńka”	3 – „Jan” (Czerniawa)
6 – „Piwniczanka”	7 – „Wanda”	8 – „PD-4”
11 – „Szymon”	12 – „Jan”	13 – „Magdalena”
16 – „Pitoniakówka”	17 – „Górne”	18 – „3-E”

* $P \leq 0,05$

4 – „Jan” (Krynica)	5 – „Zdzisław”
9 – „Jan 14”	10 – „Stefan”
14 – „Józefina”	15 – „B-4”
19 – „Anna”	20 – „Żegiestów II”

Rys. 2. Procentowe zmiany poziomu tłuszczów w surowicy krwi szczurów po 24-dniowym stosowaniu badanych wód

Fig. 2. Proportional changes of the level of fats in the blood serum of rats a 24-day administration of the investigated waters

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że badane wody różnią się:

- stopniem mineralizacji ogólnej (od 0,02% „Zdzisław” do 2,67% „Magdalena”); 15 wód zalicza się do wysokozmineralizowanych ($>1,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ rozpuszczonych składników mineralnych), a z 6 ujęć – do średniozmineralizowanych ($0,5\text{--}1,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$). Wody ze źródeł „Zdzisław” i „Górne” to wody niskozmineralizowane ($< 0,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$);
- zawartością makroskładników (chlorków, wodorowęglanów, siarczanów, sodu, potasu, wapnia, magnezu) i relacjami ilościowymi między nimi. Stosunek stężeń między sodem a potasem mieści się w granicach od 2,9 („Górne”) do 83,3 („Zdzisław”); w 65% omawianych wód stosunek ten był > 30 . Stosunek między stężeniem wapnia i magnezu waha się w granicach od 0,2 („Żegiestów II”) do 11,9 („Marysieńka”); w 78% badanych wód stosunek ten był $> 2,0$;
- zawartością dwutlenku węgla w złożu – dochodzącą do $2,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wody z 14 ujęć to szczawy, z czego 3 to wody o zawartości CO_2 do $1,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$, pozostałe 11 – od 1,5 do $4,0 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$;

- zawartością swoistych składników leczniczych, tj. pierwiastków lub związków chemicznych o udokumentowanych doświadczalnie właściwościach biochemicznych (jodki, fluorki, siarczki, krzemionka, radon, żelazo).

W przedstawionych badaniach przeprowadzonych na szczurach – otrzymujących doustnie różne wody lecznicze – dawki oraz czas stosowania tych wód odpowiadały zaleceniom tzw. kuracji pitnej standardowej u ludzi.

Stwierdzono istotny (w większości przypadków statystycznie znamieny) oraz zróżnicowany wpływ wód (również tego samego typu) na badane parametry przemiany materii, zwłaszcza na gospodarkę wodno-elektrolitową, tłuszczową oraz motorykę jelita cienkiego.

Obniżenie poziomu magnezu obserwowane pod wpływem wód zawierających znaczne ilości jonów siarczkowych („3E”) lub siarczanowych („Górne”) należy wiązać ze zmniejszonym wchłanianiem tego pierwiastka (z uwagi na właściwości przeczyszczające wód o znacznej zawartości $MgSO_4$). Spadek zawartości magnezu pod wpływem wód pochodzących z Krościenka i Żegiestowa można tłumaczyć ich działaniem diuretycznym.

Obserwowane zmniejszenie stężenia wapnia w surowicy krwi pod wpływem wody „Marysienka” (zawierającej $11 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ fluorków) można tłumaczyć zwiększoną penetracją jonu wapniowego do wnętrza komórek pod wpływem fluoru; a pod wpływem wody „Pitoniakówka” – obecnością HBO_2 (SEAL, WEETH 1980).

Wg ALEKSANDROWICZA i in. (1991), niski poziom magnezu prowadzi do zmniejszenia przyswajalności wapnia. Tym można tłumaczyć obserwowane po zastosowaniu niektórych wód jednoczesne obniżenie stężenia tych pierwiastków w surowicy krwi badanych zwierząt. Na gospodarkę wapniowo-magnezową wpływają także rozpuszczalne związki krzemu (NAJDA 1991), obecne w niektórych wodach (np. „Marysienka” zawiera $91 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} H_2SiO_3$).

Homeostaza elektrolitów w ustroju zależy od wielu czynników, w tym od: podaży poszczególnych pierwiastków, procesów ich wchłaniania w przewodzie pokarmowym, a także wydalania drogą nerek lub utraty endogennej. Zawarte w wodach naturalnych sole różnią się postacią chemiczną i rodzajem połączeń; występują między nimi antagonizmy typu Ca/Mg, Na/K lub interakcje, np. F z Mg, Mn, Ca, Fe, Zn, Cu. Należy zatem przypuszczać, że wszystkie te czynniki, łącznie lub pojedynczo, wpływają na różnice w stopniu wchłaniania tych jonów i ich biochemicznego oddziaływania.

W badaniach dotyczących wpływu składników jonowych wód na motorykę jelita cienkiego (STRABURZYŃSKI, BANASZKIEWICZ 1979) stwierdzono, że kationy sodu i potasu w odpowiednim stężeniu wzmagają napięcie mięśni gładkich z zachowaniem ruchów perystaltycznych, jony magnezu wykazują działanie spazmolytyczne, a jony wapnia powodują zmniejszenie amplitudy skurczu, obniżenie napięcia i zwolnienie perystaltyki. Na czynność mięśni gładkich przewodu pokarmowego wpływają także m.in. bromki i jodki, które wzmagają napięcie izolowanego jelita cienkiego (przy czym bromki równo-

cznie zmniejszają amplitudę skurczów). Perystaltykę jelita zwiększa także trudno wchłaniany przez przewód pokarmowy anion siarczanowy.

Wg niektórych autorów czynniki zwiększające perystaltykę jelita cienkiego zmniejszają wchłanianie magnezu z przewodu pokarmowego (MARCINKOWSKA-SUCHOWIERSKA 1991). Istotne są również proporcje pomiędzy danymi składnikami badanych wód. Dla przykładu, wody z ujęć: „Wanda”, „Magdalena” i „16-Wiesław” zawierające znaczące ilości magnezu, jednak przy niskim jego udziale w ogólnej zawartości składników mineralnych (6,4 ; 4,8 i 9,0% mval) oraz małym udziale wapnia (8,5; 1,5 i 8,7% mval), powodowały wzrost (w granicach 25–50%).

Podanie wody z ujęcia „Żegiestów II” – pomimo że zawiera ona najwięcej działającego spazmolitycznie magnezu ($1,2 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$), powodowało spadek napięcia i amplitudy mięśni gładkich (BANASZKIEWICZ, STRABURZYŃSKI 1987a).

Na szczególną uwagę zasługuje oddziaływanie na przewód pokarmowy CO_2 , który obecny jest w różnej ilości w 17 spośród 23 badanych wód, z czego w 14 wodach w stężeniu $> 1 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$. Gaz ten szybko dyfunduje do błon śluzowych, powodując rozszerzenie naczyń, następnie wzrost resorpcji i sekrecji oraz w końcowym efekcie przyspieszenie perystaltyki i opróżnienie żołądka. Jednoczesne szybkie wydzielanie się wolnego dwutlenku węgla z wodorowęglanów do światła górnego odcinka przewodu pokarmowego powoduje efekt rozpierania i następowe reakcje motoryczne.

Podsumowując przedstawione dane, do jednoznacznego określenia rzeczywistego czynnika działania biologicznego danej wody nie wystarcza znajomość właściwości fizycznych i składu mineralnego tej wody. Ostateczny efekt zawsze zależy od konkretnych relacji między aktywnymi pierwiastkami w danej wodzie, które ze względu na różnice w pochodzeniu wody są na ogół niepowtarzalne. Należy również pamiętać, iż wpływ na metabolizm mineralny u ludzi mają także stany: okres wzrostu i dojrzewania, ciąża, laktacja, okres starczej demineralizacji kości, ciężkie warunki środowiska pracy (temp., wilgotność).

WNIOSKI

1. Badane wody mineralne stosowane per os wpływały w istotny sposób na motorykę jelita cienkiego w warunkach *in vitro*.

2. Badane wody powodowały zmiany elektrolitowe i tłuszczowe w surowicy krwi szczurów. W badaniu elektrolitów największe zmiany obserwowano pod wpływem wysokozmineralizowanych wód szczawnickich – swoistych szczaw $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ oraz wód swoistych $\text{HCO}_3\text{Cl-Na-Ca}$. Na gospodarkę tłuszczową znaczący wpływ wywierały średnio- i wysokozmineralizowane swoiste szczawy $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, wody swoiste $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ oraz $\text{SO}_4\text{-Cl-Ca-Na}$.

3. Stwierdzono brak ścisłej korelacji między zawartością sodu, potasu, wapnia, magnezu w wodzie a wzrostem ich stężenia w surowicy krwi zwierząt doświadczalnych, którym podawano doustnie różne wody mineralne.

4. Zarówno kierunek oddziaływania danej wody na organizm, jak i stopień stwierdzanych zmian nie mogą być określane wyłącznie na podstawie stężenia poszczególnych składników mineralnych wody.

5. Znaczna zawartość danego pierwiastka w wodzie nie jest głównym czynnikiem decydującym o przydatności tej wody do jego suplementacji.

PIŚMIENNICTWO

- ALEKSANDROWICZ J., RADOMSKA K., GRACZYK., KONARSKI J. 1991. *Poziom magnezu w badaniach różnych grup populacji polskiej*. Biul. Magnezol., 2: 232-235.
- BANASZKIEWICZ W. 1986. *Niektóre właściwości farmakodynamiczne wody leczniczej „Jan” z Czerniawy oraz wody ze źródła „Górne” w Świeradowie*. Balneologia Polska, XXIX(1-4): 15-29.
- BANASZKIEWICZ W., DROBNIK M. 1998. *Niektóre właściwości farmakodynamiczne wody „Marysięńska” ze źródła w Cieplicach-Zdroju*. Roczn., PZH, 49: 213-218.
- BANASZKIEWICZ W., DROBNIK M., STRABURZYŃSKI G. 1992a. *Badania farmakodynamiczne wody ze źródła „3E” w Wieńcu Zdroju*. Balneologia Polska, XXXV(1-4): 62-76.
- BANASZKIEWICZ W., DROBNIK M., STRABURZYŃSKI G. 1992a. *Badania farmakodynamiczne wody siarczkowej z ujęcia „16-Wiestaw” w Busku Zdroju*. Balneologia Polska, XXXV(1-4): 83-95.
- BANASZKIEWICZ W., DROBNIK M., STRABURZYŃSKI G. 1992b. *Niektóre właściwości farmakodynamiczne wód mineralnych ze źródła w Szczawnicy Zdroju*. Balneologia Polska, XXXV(1-4): 96-119.
- BANASZKIEWICZ W., DROBNIK M., STRABURZYŃSKI G., BONIKOWSKA-ZGAIŃSKA M. 1992c. *Niektóre właściwości farmakodynamiczne wód mineralnych ze źródeł w Krościenku*. Balneologia Polska, XXXV(1-4):120-134.
- BANASZKIEWICZ W., STRABURZYŃSKI G. 1987. *Niektóre właściwości farmakodynamiczne wody leczniczej „Jan” z Krynicy oraz „Piwniczanka 1” z Piwnicznej*. Balneologia Polska, XXX(1-4): 37-51.
- BANASZKIEWICZ W., STRABURZYŃSKI G. 1987a. *Właściwości farmakodynamiczne wody leczniczej „Anna” i „Żegiestów II” z Żegiestowa*. Balneologia Polska, XXX(1-4): 79-92.
- DROBNIK M. 1999. *Ocena działania biologicznego wód fluorkowych stosowanych w postaci kuracji pitnych u zwierząt doświadczalnych*. Roczn. PZH, 50(4): 403-408.
- DROBNIK M., LATOUR T. 2001. *Oddziaływanie wody mineralnej – borowej na niektóre wskaźniki przemiany materii u zwierząt doświadczalnych*. Balneologia Polska, XLIII(1-2): 31-36.
- DROBNIK M., LATOUR T. 2001a. *Czynne działanie biologiczne średniozmineralizowanej wody wodorowęglanowo-sodowej z ujęcia „Pitoniakówka” w Szczawnicy, przeznaczonej do uzdrowskiej kuracji pitnej*. Roczn. PZH, 52(1): 41-47.
- GUTENBRUNNER C., HILDEBRANDT G. 1994. *Handbuch der Heilwasser-Trinkkuren. Theorie und Praxis*. Sonntag Verlag, Stuttgart.
- HILDEBRANDT G., GUTENBRUNNER C., HECKMAN C. 1983. *Trinkkuren – neue Forschungsergebnisse*. Heilbad u. Kurort., 35: 34-55.
- MARCINKOWSKA-SUCHOWIERSKA E. 1991. *Metabolizm magnezu w zdrowiu i chorobie. Zaburzenie homeostazy magnezowej*. Cz. II. Post. Nauk Med., 4: 90-95.
- NAJDA J. 1991. *Badania doświadczalne nad wpływem rozpuszczalnych nieorganicznych związków krzemu na wybrane parametry biochemiczne*. SAM, Katowice (rozprawa doktorska).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia 2004 w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych (Dz.U. Nr 120 poz. 1256) z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 276 poz. 2738).

SEAL B.S., WEETH H.J. 1980. *Effect of boron in drinking water on male laboratory rats*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 25:782.

STRABURZYŃSKI G., BANASZKIEWICZ W. 1979. *Wpływ niektórych szczaw alkalicznych oraz ich składników jonowych na motorykę jelita cienkiego w warunkach doświadczalnych*. Probl. Uzdrow., 11: 41-49.

Michał Drobnik, Teresa Latour

FIZJOLOGICZNE ZNACZENIE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH DOSTARCZANYCH Z WODĄ NATURALNĄ NA PODSTAWIE BADAŃ FARMAKODYNAMICZNYCH NIEKTÓRYCH WÓD LECZNICZYCH

Słowa kluczowe: lecznicza woda mineralna, badania farmakodynamiczne.

Abstrakt

Przeprowadzono analizę wyników badań farmakodynamicznych niektórych typów wód leczniczych w powiązaniu z ich składem mineralnym. Wyniki te dotyczyły wpływu badanych wód podanych per os na gospodarkę elektrolitową i tłuszczową zwierząt doświadczalnych (szczury) oraz in vitro – na motorykę jelit (króliki). Dokonana analiza wskazuje, że zarówno kierunek oddziaływania danej wody na organizm, jak i stopień obserwowanych zmian nie mogą być określane wyłącznie na podstawie znajomości stężenia składników mineralnych wody.

PHYSIOLOGICAL IMPORTANCE OF MINERAL COMPONENTS IN NATURAL MINERAL WATER ACCORDING PHARMACODYNAMIC INVESTIGATION OF SOME THERAPEUTIC MINERAL WATERS

Key words: therapeutic mineral waters, pharmacodynamic investigation.

Abstract

The results of the pharmacodynamic researches of some types therapeutic mineral waters in connection with their mineral composition were analysed. The results concerned of the influence of investigated waters applied per os on the changes of the electrolyte and the changes of the fat balance of animals (rats) and in vitro- on intestine muscles functions (rabbits). The analyse proves that the influence of the water for human body and level of observed changes does not have to be established purely on the strength of knowledge of mineral compounds concentration in the water.