

MICHAŁ DROBNIK, TERESA LATOUR

WPŁYW WÓD LECZNICZYCH STOSOWANYCH W KRENOTERAPII NA
POZIOM ELEKTROLITÓW W SUROWICY KRWI ORAZ CZYNNOŚĆ
MIĘŚNI GŁADKICH JELITA CIENKIEGO W WARUNKACH *IN VITRO**

THE EFFECT OF CURATIVE WATERS APPLIED IN CRENOTHERAPY ON THE
LEVEL OF ELECTROLYTES IN THE BLOOD SERUM AND THE ACTIVITY OF
THE SMOOTH MUSCLES OF THE SMALL INTESTINE IN THE *IN VITRO* ASSAY

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

W badaniach doświadczalnych na zwierzętach laboratoryjnych określono wpływ leczniczych wód mineralnych – o różnym stopniu mineralizacji ogólnej i składzie chemicznym – zastosowanych w formie kuracji pitnych na poziom sodu, potasu, magnezu i wapnia w surowicy krwi szczurów oraz działanie tych wód na motorykę jelita cienkiego królika w warunkach in vitro.

WSTĘP

Kuracje pitne (krenoterapia) leczniczymi wodami mineralnymi, stanowiące rodzaj niespecyficznej terapii bodźcowej, stosowane są obok kąpeli i inhalacji zarówno w uzdrawiskowych kuracjach w ramach kompleksowego postępowania leczniczego jak też w leczeniu domowym i klinicznym pod postacią wysyłkowych wód butelkowanych.

Wg *Hildebrandta* i innych autorów [10, 14, 16] woda mineralna a zwłaszcza mineralna lecznicza cechuje się działaniem, które na ogół nie stanowi sumy działań jej składników. Przyswajalność składników mineralnych zawartych w wodzie leczniczej oraz ich wpływ na organizm uwarunkowana jest: stężeniem tych składników, ich specją chemiczną oraz możliwością antagonistycznego lub synergistycznego oddziaływania zachodzącego między elektrolitami zawartymi w danej wodzie i stosunkami ilościowymi między nimi.

Wody mineralne stosowane w kuracji pitnej wywierają na organizm działanie miejscowe oraz ogólne. Działanie miejscowe jest działaniem skojarzonym, związanym z wpływem fizycznym i chemicznym wody mineralnej na błonę śluzową przewodu pokarmowego. Objętość, temperatura i składniki wody wprowadzonej do przewodu pokarmowego oddziałują miejscowo na czynności ruchowe jego ścian i wydzielnicze błony śluzowej jak również wpływają na skład treści pokarmowej i jej resorpcję [9].

* Praca prezentowana na XVIII Naukowym Zjeździe Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego, Poznań, 20–22 września 2001 r.

Działanie ogólne związane jest zarówno z wpływem farmakologicznym jak i adaptogennym. Składniki wody mineralnej mogą działać substytucyjnie – włączając się tym samym do procesów przemiany materii, mogą też wpływać na gospodarkę wodno-elektrolitową.

Celem pracy było określenie, w warunkach doświadczalnych na zwierzętach, wpływu różnych leczniczych wód mineralnych stosowanych w postaci kuracji pitnych, na poziom elektrolitów w surowicy krwi oraz działania tych wód na część przewodu pokarmowego (czynność mięśni gładkich jelita cienkiego).

MATERIAŁ I METODY

Badano wody lecznicze z 18 ujęć znajdujących się w 8 miejscowościach uzdrowiskowych pasa południowego i środkowego Polski: Żegiestowie-Zdroju, Wieńcu-Zdroju, Czerniawie-Zdroju, Świeradowie-Zdroju, Krościenku, Piwnicznej, Krynicy oraz Szczawnicy.

I. Wpływ badanych wód na stężenie sodu, potasu, magnezu i wapnia w surowicy krwi oceniano na szczurach rasy *Wistar*, samcach o początkowej masie ciała w granicach 210 – 220 g.

Zwierzęta przebywały przez cały czas trwania doświadczenia tj. 24 dni w pomieszczeniach, w których kolejne cykle światło-ciemność trwały po 12 godzin, a temperatura wahała się w granicach 18,4 – 20,6°C, średnio 19,5±1,1°C, a względna wilgotność powietrza wynosiła 65 ± 5%.

Zwierzęta podzielono na 19 grup po 12 sztuk. Szczurom 18 grup badanych, podawano sondą dożołądkowo poszczególne lecznicze wody mineralne w jednorazowej dawce dziennej 14,3 cm³/kg m.c. (masy ciała). Zwierzęta ostatniej grupy (kontrolnej) otrzymywały sondą wodę pochodzącą z poznańskiej sieci wodociągowej. Poza tym szczury wszystkich grup miały nieograniczony dostęp do wody wodociągowej do pełnego zaspokojenia potrzeb. Temperatura stosowanych wód równa była temperaturze otoczenia. Szczury karmiono pełnowartościową granulowaną paszą bytową typu LABOFEED B pochodzącą z Wytwórni Pasz i Koncentratów w Kcyni.

Po zakończeniu doświadczenia, od uśpionych heksobarbitalem sodowym (dootrzewnowo) szczurów, pobierano (metodą punkcji) na skrzep krew z prawej komory mięśnia sercowego. Po odwirowaniu krwi, w surowicy wykonano oznaczenia stężeń:

- sodu i potasu za pomocą analizatora biologicznego zasad typu OP-266/1 firmy Radelkis,
- wapnia i magnezu metodami spektrofotometrycznymi za pomocą zestawów diagnostycznych „Biochemtest” – POCh-Gliwice.

Wyniki opracowano statystycznie posługując się testem *t-Studenta*, przyjmując poziom istotności różnic przy $p \leq 0,05$.

II. Wpływ badanych wód leczniczych na czynność mięśniówki gładkiej przewodu pokarmowego badano metodą *Magnusa* [12] na wyizolowanych odcinkach jelita cienkiego królika. Po 12 godzinnym głodzeniu, od zwierzęcia będącego w stanie narkozy (25% roztwór uretanu metylowego w dawce 1,80 g/kg), po otwarciu jamy brzusznej wyjmowano część jelita cienkiego, wypłukiwano jego zawartość za pomocą strzykawki niezbyt silnym strumieniem zastępczym płynem odżywczym dla narządów izolowanych *Tyrode'a* i odcinano 3 cm odcinki jelita. Przemyty kawałek jelita po uwolnieniu od krezki umieszczano (w sposób umożliwiający rejestrację czynności mięśni podłużnych) w przyrządzie do badania narządów izolowanych *Palmera*, zawierającym 50 cm³ płynu odżywczego o temp. 38°C. Dla zaopatrzenia jelita w tlen przepuszczano przez płyn odżywczy bardzo wolno strumień powietrza i dodawano do tego płynu w określonej ilości badaną wodę mineralną. Rytm ruchów perystaltycznych i napięcie mięśniówki rejestrowano na taśmie kimografu.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Dotychczasowe dane z piśmiennictwa wskazują, że wyniki kuracji pitnej zależą od rodzaju wody leczniczej, jej temperatury, wypijanej ilości, ciśnienia osmotycznego, specjacji i ilości poszczególnych podstawowych składników jonowych i pierwiastków oraz ich wzajemnej proporcji, a przede wszystkim od sposobu prowadzenia kuracji [6, 13].

Działanie adaptogenne występuje po kuracji pitnej trwającej około 3–4 tygodni, przy czym wskazane jest aby była stosowana przeciętnie 6 razy w tygodniu. W niniejszym doświadczeniu okres stosowania badanych wód wynosił 24 dni tj. w czasie równym pobytowi kuracjusza w uzdrowisku, częstość podawania wody – codziennie, o stałej godzinie w porze porannej, w dawce stosowanej w kuracji pitnej standardowej [6, 7, 13].

Wg *Gutenbrunnera* [8] i innych [6, 7, 13, 14, 16] różny jest czas wystąpienia reakcji leczniczej w wyniku jednorazowego lub wielokrotnego wypicia wody leczniczej. W ciągu kilkunastu sekund od momentu spożycia woda lecznicza wpływa bezpośrednio na błonę śluzową. Po kilkudziesięciu minutach dochodzi do odruchowego jej wpływu na przewód pokarmowy. Po godzinach mamy do czynienia z reakcjami hormonalnymi i działaniem resorpcyjnym oraz wydalaniem moczu. Zmiany w gospodarce wodnej i elektrolitowej oraz nieswoiste działanie bodźcowe wody leczniczej obserwowane są po kilkunastu dniach. Do wyzwolenia procesów adaptacyjnych ze stałymi wynikami dochodzi po tygodniach stosowania kuracji pitnej.

I. Charakterystyka balneochemiczna badanych wód

Badane wody różnią się stopniem mineralizacji, zawartością jonów K, Na, Ca, Mg oraz innych składników o określonej aktywności biologicznej. Z danych zawartych w tabeli I wynika, że badane wody należą do różnych typów wód mineralnych.

O zakwalifikowaniu danej wody do odpowiedniej grupy wód decyduje przede wszystkim składnik podstawowy (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) występujący w ilości powyżej 20 miliwal procent (%mval) anionów i kationów. Wody lecznicze mogą zawierać także jeden lub więcej swoistych składników leczniczych tj. pierwiastków lub związków chemicznych o znanych w medycynie właściwościach biochemicznych, których występowanie w wodzie w określonym stężeniu (najczęściej w ilościach miligramowych w litrze) warunkuje jej specyficzne właściwości lecznicze (J, Fe^{2+} , Br^- , S^{2-} , F^- , $\text{B}^{3+/5+}$, Rn). Jako szczawę określa się wodę zawierającą naturalny CO_2 w stężeniu co najmniej 1 g/dm³ [17].

Spośród badanych wód, 13 zalicza się do wysokozmineralizowanych (powyżej 1500 mg/dm³ rozpuszczonych składników mineralnych), z 4 ujęć do średniozmineralizowanych (500–1500 mg/dm³). Woda ze źródła „Górne” w Świeradowie-Zdroju – to woda niskozmineralizowana (do 500 mg/dm³). Oprócz 2 wód ze źródeł: „Jan” w Krynicy oraz „Piwniczanka” z Piwnicznej pozostałe wody zawierały także składniki swoiste. Wody z 13 ujęć to szczawy, z czego 3 to wody niskonasycone CO_2 (o zawartości gazu do 1500 mg/dm³) a 10 to wody średnionasycone CO_2 (od 1500–4000 mg/dm³). Większość badanych wód stanowiły swoiste szczawy wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowe lub wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe (bromkowe, borowe, jodkowe, żelaziste).

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

Nazwa wody	Miejscowość	Mineralizacja ogólna mg/dm ³	Typ wody	Procentowy udział poszczególnych jonów [mval]							CO ₂ [mg/ dm ³]
				Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
3E	Wieniec	3471	SO ₄ -Cl-Ca-Na+F+H ₂ S+HS	21,86	0,37	66,59	10,71	12,93	23,42	63,44	n.s.
Jan	Krynica	672	CO ₂ , HCO ₃ -Ca	5,63	0,47	71,43	18,97	76,65	5,85	18,50	1583
Anna	Żegiestów	2839	CO ₂ ,HCO ₃ -Ca-Mg+Fe	2,33	0,17	63,33	30,10	97,75	0,34	1,91	2508
Żegiestów II	"	14311	CO ₂ ,HCO ₃ -Mg-Na+Fe	36,65	0,58	7,31	53,94	98,10	1,54	0,36	2051
Piwniczanka	Piwniczna	3339	CO ₂ , HCO ₃ -Ca-Mg-Na	21,42	1,78	43,47	32,12	98,58	0,41	1,01	2736
Jan	Czerniawa	911	CO ₂ , HCO ₃ -Ca-Mg+Rn+Fe	13,44	1,41	39,79	41,03	87,49	4,93	7,14	1440
Górne	Świeradów	449	CO ₂ , HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg+Rn	15,12	3,10	46,90	30,04	70,19	5,00	24,23	1571
Maria	Krościenko	3257	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	46,69	0,91	39,68	12,29	76,54	23,39	n.s.	1320
Michalina	"	1532	HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	50,43	0,51	36,91	12,00	72,97	22,87	3,91	154
Stefan	"	8080	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+Br+J+B	79,93	0,90	12,68	5,91	64,79	34,82	0,30	2220
Wanda	Szczawnica	9809	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+Br+J+B	83,05	1,44	8,47	6,36	58,81	41,01	0,03	2080
PD-4	"	1396	HCO ₃ -Na-Ca+B	66,97	1,65	21,22	9,07	80,06	16,58	3,08	n.s.
Jan-14	"	988	HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	65,25	2,59	21,09	9,83	91,85	6,07	1,58	n.s.
Stefan	"	4214	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+B	69,29	0,87	18,52	10,69	66,11	28,30	5,50	1590
Szymon	"	2772	HCO ₃ -Cl-Na-Ca+B	67,92	1,18	22,77	7,59	66,69	30,60	2,47	840
Jan	"	4417	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+B	79,37	1,53	12,23	6,12	71,89	27,99	n.s.	2010
Magdalena	"	26663	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+Br+J+B	92,42	0,90	1,52	4,47	52,78	47,09	0,01	1700
Józefina	"	4352	CO ₂ , HCO ₃ -Cl-Na+J+B	67,45	1,10	16,69	14,02	57,92	32,73	9,25	1340

Poza stężeniem jonów sodu, potasu, wapnia i magnezu w wodach, istotną rolę odgrywają proporcje między stężeniami tych metali. Spośród zastosowanych w doświadczeniu wód, stosunek stężeń pomiędzy sodem a potasem mieści się w granicach 2,89 („Górne”) do 60,63 („Magdalena”), średnio 28,68. W 61% badanych wód stosunek ten jest większy od 30,0. Pomiędzy wapniem i magnezem stosunek ten waha się w granicach 0,22 („Żegiestów II”) do 10,24 („3E”), średnio 3,53. W 56% badanych wód stosunek ten jest większy od 3,29 głównie w ujęciach ze Szczawnicy i Krościenka.

II. Poziom elektrolitów w surowicy krwi

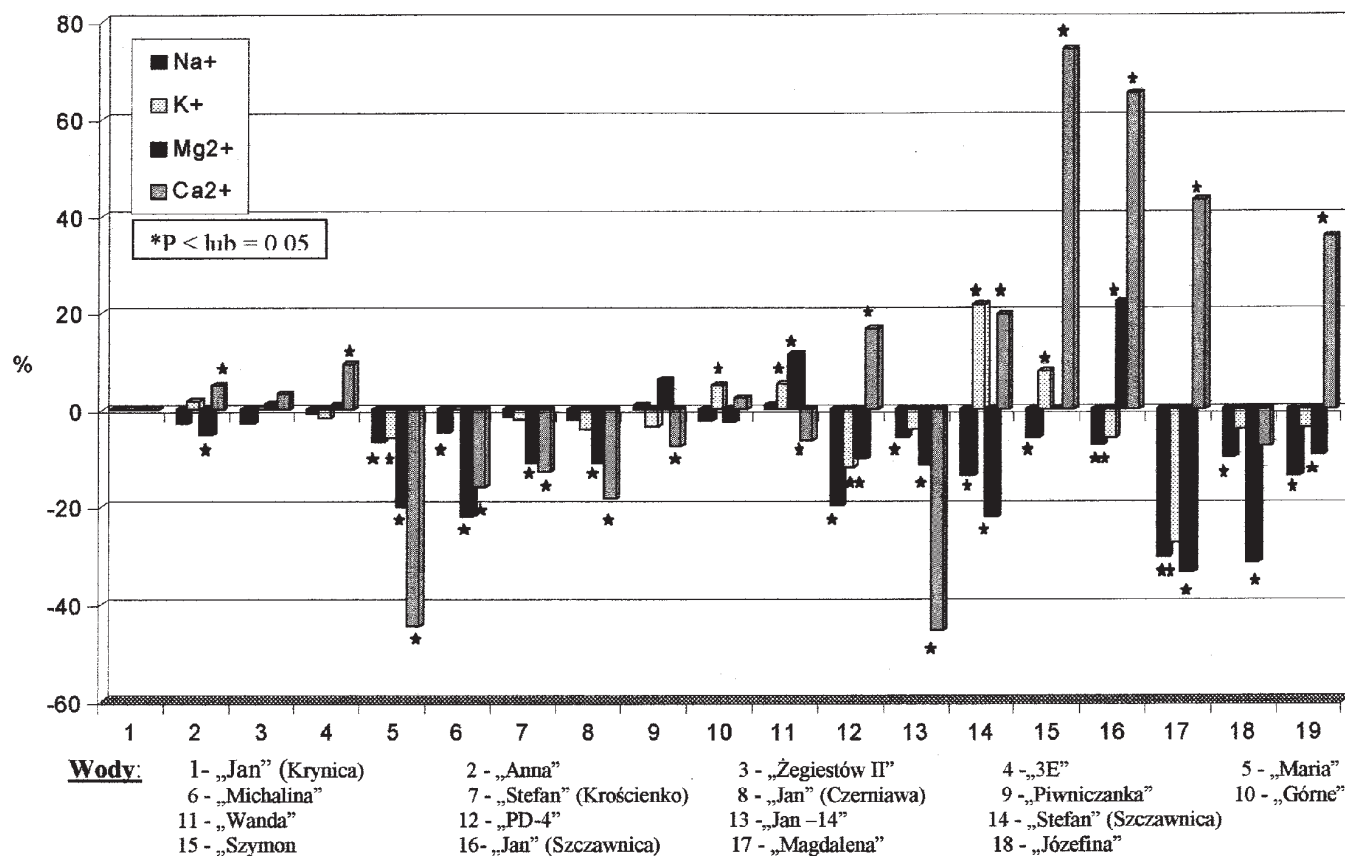
Na rycinie 1 przedstawiono procentowe zmiany stężeń sodu, potasu, wapnia i magnezu w surowicy krwi szczurów grup badanych w porównaniu z wartościami uzyskanymi w grupie kontrolnej zwierząt. W rezultacie stosowania badanych wód w dawce 14,3 cm³/kg c.c. (co odpowiada ilości 1,0 dm³ podanej jednorazowo człowiekowi o ciężarze 70 kg.) obserwowano obniżenie poziomu sodu po zastosowaniu 16 wód, z czego po 10 wodach (tj. 55,6% ogólnej ilości badanych wód) statystycznie znamienne. Największe zmiany stwierdzono po wodach ze źródeł: „Jan”(Szczawnica), „Wanda”, „Józefina” oraz „Jan-14”.

Statystyczny wzrost stężenia potasu obserwowano w 4 przypadkach (największy po podaniu wody „Jan-14”). Statystycznie znamienne spadki stwierdzono w 3 przypadkach (największy po podaniu wody „Jan” (Szczawnica)). Statystyczne zmiany w poziomie potasu stwierdzono po zastosowaniu 38,8% badanych wód.

Poziom magnezu w surowicy krwi statystycznie wzrósł po „kuracji” wodą ze źródła „Szymon” oraz „Górne”. Obniżenie poziomu tego kationu stwierdzono po 12 wodach, z czego po 11 wodach obniżenie było statystycznie znamienne. Największy spadek Mg²⁺ obserwowano po podaniu wód ze źródeł szczawnickich: „Magdalena”, „Jan”, „Jan-14” oraz „Maria” (Krościenko) i „3E” (Wieniec-Zdrój).

Obserwowano w równym stopniu statystyczne zmiany wzrostu lub spadku poziomu wapnia w surowicy krwi po zastosowaniu 16 spośród 18 badanych wód. Największy wzrost poziomu Ca²⁺ wystąpił po wodach: „Stefan”, „Szymon”, „Józefina”, „Jan” (wszystkie ze Szczawnicy) a spadek po wodach: „PD-4” oraz „3E”, przy czym zmiany dotyczące wzrostu były bardziej nasilone.

W 6 wodach spośród 11, statystycznemu obniżeniu poziomu magnezu towarzyszył statystyczny spadek poziomu wapnia. Podobne spostrzeżenia odnośnie zachowanie się tych dwóch antagonistów stwierdził *Aleksandrowicz* i wsp. [1]. Ustalono, że zbyt niski poziom magnezu prowadzi do zmniejszenia przyswajalności wapnia (w wielu przypadkach obserwowanej hipomagnezemia towarzyszyła hipokalcemia). Obniżenie poziomu Mg²⁺ w surowicy krwi szczurów otrzymujących wody zawierające w znacznych ilościach jony siarczkowe („3E”) lub siarczanowe („Górne”) można tłumaczyć zmniejszonym wchłanianiem tego metalu z uwagi na stwierdzoną biegunkę u szczurów [2, 3]. Obecne w tych wodach, posiadające właściwości przeczyszczające, ww. związki siarki, w jelicie grubym ulegają redukcji do H₂S, który jest czynnikiem wywołującym przyspieszenie motoryki jelita grubego. Stwierdzone zmniejszenie stężenia magnezu po wodach „Jan-14” ze Szczawnicy oraz badanych wód z Krościenka: tj. „Stefan”, „Maria”, „Michalina” wiązać można z diuretycznym działaniem tych wód [4, 5].



Ryc. 1.

Procentowe zmiany poziomu elektrolitów w surowicy krwi szczurów po 24-dniowym stosowaniu badanych wód w dawce dziennej 14,3 cm³/kg masy ciała

Percentage changes of the level of electrolytes in the blood serum of rats after a 24-day administration of the investigated waters in a daily dose of 14.3 cm³/kg of body weight

III. Wpływ badanych wód na motorykę jelita cienkiego

Działanie wody wprowadzonej do przewodu pokarmowego zależy od jej temperatury. Im większa jest różnica pomiędzy temperaturą wypitej wody i temperaturą poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego, tym silniejsze jest bodźcowe działanie odnoszące się zarówno do czynności ruchowych, jak i wydzielniczych. Wyższa temperatura wypitej wody zwiększa przekrwienie błony śluzowej. Wskutek tego poprawie ulega resorpcja z jelita jak również przyspieszeniu ulega przesuwanie się papki (ciepło zwiększa rozpuszczanie i upłynnianie śluzu) co w stanach spastycznych jest korzystne [14]. Ciepła woda działa też rozkurczająco na mięśnie gładkie przewodu pokarmowego; zimna – zwiększa perystaltykę oraz napięcie mięśni gładkich [6]. Aby uniknąć efektu termicznego, (który występuje tylko wówczas, gdy woda jest pita szybko w dużych jednorazowych dawkach), woda była zawsze przed kontaktem z jelitem, podgrzewana do temp. płynu odżywczego, w którym jelito wykonywało ruchy perystaltyczne rejestrowane jako wyjściowe (początkowe).

Straburzyński i wsp. [15] w badaniach farmakodynamicznych stwierdzili, że w odpowiednim stężeniu kationy potasu i sodu wzmagają napięcie mięśni gładkich, z zachowaniem ruchów perystaltycznych. Magnez wykazuje działanie spazmolityczne (całkowity rozkurcz jelita z równoczesnym zniesieniem ruchów perystaltycznych). Brom nieznacznie wzmacnia napięcie z równoczesnym zmniejszeniem amplitudy skurczów, jod działa podobnie jednak nie wywiera wpływu na częstotliwość i amplitudę izolowanego jelita cienkiego. Wapń zmniejsza amplitudę skurczu, a wg *Jankowiaka* [11] w wyniku wpływu wapnia na układ nerwu sympatycznego, obniża się napięcie mięśniówki jelita i następuje zwalnianie perystaltyki.

Oddziaływanie badanych wód leczniczych na ruchliwość spontaniczną jelita cienkiego przedstawiono w tabeli II. W pracach [6, 14] stwierdzono, że perystaltykę jelita zwiększają jony towarzyszące wodzie chlorkowo-sodowej a trudno wchłanialne z przewodu pokarmowego: anion siarczanowy czy kation magnezowy. Po wodach zawierających znaczne ilości Mg^{2+} takich jak ze źródeł: „Anna” ($130,36 \text{ mg/dm}^3$), „Żegiestów II” ($1206,27 \text{ mg/dm}^3$), „Jan” (C) ($243,25 \text{ mg/dm}^3$), „Piwniczanka” ($162,46 \text{ mg/dm}^3$) oraz po wodach „3E” zawierającej SO_4^{2-} w ilości $1574,2 \text{ mg/dm}^3$ oraz „Górne” ($60,9 \text{ mg/dm}^3 SO_4^{2-}$) obserwowano odmienne ale istotne zmiany w wielkości amplitudy skurczów oraz stanu napięcia jelita. W rozcieńczeniu 1:9 (woda badana/płyn odżywczy) stwierdzono obniżenie od 15 do 70% amplitudy skurczów jelita. Napięcie toniczne mięśni (oprócz wody „Żegiestów II”) ulegało wzrostowi o 0,5 do 5,0 jednostek w stosunku do stanu wyjściowego ruchów perystaltycznych przyjętych jako 1 jednostka. Po zwiększeniu ilości badanej wody w płynie odżywcym do proporcji 1:4 obserwowano po ww. wodach pogłębienie spadku amplitudy (80–90%) przy jednoczesnym wzroście napięcia jelita. Po wodzie „3E” obserwowano zanik ruchów spontanicznych (w 3 minucie od momentu podania wody) polegający na obniżeniu o 100% częstości ruchów spontanicznych w stanie wzrostu napięcia jelita o 0,4 j. Po wodach „Górne” i „Jan” (C) nastąpił w 3–4 minucie trwania doświadczenia skurcz spastyczny jelita. Taki stan jelita obserwowano także po wodzie „Piwniczanka” jednak w większym jej stężeniu (2:3).

Takie zachowanie się wód zawierających Mg^{2+} czy też SO_4^{2-} należy tłumaczyć tym, że wody te są również wodami wapniowymi zawierającymi odpowiednio: „Anna” ($452,1 \text{ mg/dm}^3$), „Żegiestów II” ($269,3 \text{ mg/dm}^3$), „Jan”(C) ($90,2 \text{ mg/dm}^3$) oraz „Piwniczanka”

Tabela II.

(362,3 mg/dm³) jonów wapnia. Jak już wspomniano, na podstawie danych z piśmiennictwa [6,11,15] jony wapnia działają hamująco na ruchy spontaniczne jelita izolowanego.

Wody z ujęć „Wanda” i „Magdalena”, które zawierają duże ilości jonu magnezu (101,1 oraz 211,9 mg/dm³) jednak przy niskim jego udziale w ogólnym składzie mineralnym wody (6,36 i 4,77% mval) oraz małym udziale Ca²⁺ (1,52 oraz 8,47% mval) powodowały wzrost w granicach 25–50% amplitudy skurczów jelita przy zastosowaniu tych wód w małym stężeniu. W miarę wzrostu ich stężenia w płynie fizjologicznym obserwowano obniżenie amplitudy skurczów jak i stanu napięcia jelita izolowanego bądź zanik ruchów spontanicznych.

Na szczególną uwagę zasługuje oddziaływanie na przewod pokarmowy CO₂, który występuje w 83% badanych wód leczniczych, z czego 72% w ilościach powyżej 1g CO₂/litr. Dwutlenek węgla szybko dyfunduje do błon śluzowych, powodując natychmiastowe rozszerzenie naczyń i w konsekwencji wzrost resorpcji i sekrecji oraz przyspiesza perystaltykę i opróżnienie żołądka. Jednoczesne szybkie wydzielanie się wolnego CO₂ (z HCO₃⁻) do światła górnego odcinka przewodu pokarmowego powoduje efekt rozpierania i następowe reakcje motoryczne [9]. We wszystkich przypadkach, po przepłukaniu płynem odżywczym jelita poddanego uprzedniemu oddziaływaniu badanej wody, jego ruchy perystaltyczne powracały do normy.

Należy zaznaczyć, że działanie farmakodynamiczne wody mineralnej nie jest prostą sumą działania poszczególnych składników jonowych. W badaniach przeprowadzonych *in vitro* [15] stwierdzono, że wpływ wybranych naturalnych szczaw alkalicznych na czynności ruchowe izolowanego odcinka jelita cienkiego jest odwrotny aniżeli przeważającej części pojedynczych składników jonowych.

Podsumowując wyniki należy stwierdzić, że badane wody lecznicze, stosowane *per os* w dawce i czasie stosowanym w kuracjach pitnych, w różny ale w istotny sposób wykazywały farmakologiczne działanie. Znajomość właściwości fizycznych i składu chemicznego danej wody leczniczej czy też na podstawie pewnych analogii skutków działania wód o zbliżonym składzie nie wystarczają na jednoznaczne określenie rzeczywistego czynnego działania biologicznego tej wody. Wg *Bendy* [7] wody mineralne o niewielkich różnicach właściwości fizycznych i chemicznych wykazują odmienne działanie biologiczne.

WNIOSKI

1. Badane wody mineralne stosowane w kuracjach pitnych wpływały w różny sposób na amplitudę, częstość skurczów i stan napięcia jelita cienkiego w warunkach *in vitro* co potwierdza celowość różnicowania wskazań leczniczych.

2. Obserwowane zmiany w motoryce jelita izolowanego uzależnione są od rodzaju wody (tj. specjacji chemicznej oraz proporcji makroskładników, składników swoistych oraz CO₂), stopnia rozcieńczenia i czasu działania danej wody.

3. Badane wody powodowały różne zmiany elektrolitowe w surowicy krwi szczurów, po podaniu wody w dawce 14,3 cm³/kg ciężaru ciała, przez okres 24 dni. W większości przypadków obserwowano spadek stężenia sodu i potasu w surowicy krwi zwłaszcza po podaniu wody typu swoistych szczaw wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowych.

4. Mimo znaczących stężeń magnezu w niektórych wodach, nie stwierdzono wzrostu poziomu tego składnika w surowicy krwi. W większości badanych przypadków spadek poziomu magnezu połączony był niejednokrotnie z obniżeniem poziomu wapnia w surowicy krwi.

5. Brak jest ścisłej korelacji między zawartością Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} w wodzie a stężeniem tych metali w surowicy krwi zwierząt, którym podawano doustnie badane wody.

M. Drobnik, T. Latour

THE EFFECT OF CURATIVE WATERS APPLIED IN CRENOTHERAPY ON THE LEVEL OF ELECTROLYTES IN THE BLOOD SERUM AND THE ACTIVITY OF THE SMOOTH MUSCLES OF THE SMALL INTESTINE IN THE *IN VITRO* ASSAY

Summary

In the experiment there has been traced the influence of some mineral waters administered *per os* in spa treatment on the levels of Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} in the blood serum of rats which were receiving the waters intragastrically in a single daily dose of 14.3 cm³/kg of body weight for a period of 24 days. Also the influence of those waters on the smooth muscles of the alimentary tract of the rabbit in the *in vitro* circumstances has been investigated.

A differentiated influence of the waters on the motor activity (tension, frequency, amplitude of spontaneous motility) of the small intestine and on the level of the investigated electrolytes in the serum of the animals could be ascertained.

PIŚMIENNICTWO

1. Aleksandrowicz J., Radomska K., Graczyk A., Konarski J.: Poziom magnezu w badaniach różnych grup populacji polskiej. *Biul. Magnezol.* 1991, 2, 232–25.
2. Banaszkiwicz W.: Niektóre właściwości farmakodynamiczne wody leczniczej „Jan” z Czerniawy oraz wody ze źródła „Górne” w Świeradowie. *Baln. Pol.* 1986, 29, 1–4, 15–29.
3. Banaszkiwicz W., Drobnik M., Straburzyński G.: Badania farmakodynamiczne wody ze źródła 3E w Wieńcu Zdroju. *Baln. Pol.* 1992, 35, 1–4, 62–76.
4. Banaszkiwicz W., Drobnik M., Straburzyński G.: Niektóre właściwości farmakodynamiczne wód mineralnych ze źródeł w Szczawnicy Zdroju. *Baln. Pol.* 1992, 35, 1–4, 96–119.
5. Banaszkiwicz W., Drobnik M., Straburzyński G., Bonikowska-Zgaińska M.: Niektóre właściwości farmakodynamiczne wód mineralnych ze źródeł w Krościenku. *Baln. Pol.* 1992, 35, 1–4, 120–134.
6. Banaszkiwicz W., Straburzyński G.: Kuracja pitna leczniczymi wodami mineralnymi. Biblioteka Lekarza Uzdrowiskowego, Instytut Medycyny Uzdrowiskowej, Poznań, 1992.
7. Benda J.: Kuracja Pitna. *Probl. Uzdrow.* 1977, 9 (119), 65–74.
8. Gutenbrunner C.: Zur Methodik der Prüfung von Wirkung und Wirksamkeit der Heilwasser-Trinkkuren. *Ärztezeitschr. f. Naturheilverf.* 1984, 25, 16–32.
9. Gutenbrunner C., Hildebrandt G.: *Handbuch der Heilwasser-Trinkkuren. Theorie und Praxis.* Sonntag Verlag, Stuttgart, 1994.
10. Hildebrandt G., Gutenbrunner C., Heckman C.: *Trinkkuren – neue Forschungsergebnisse.* Heilbad u. Kurort. 1983, 35, 2, 34–55.
11. Jankowiak J.: *Balneologia kliniczna.* PZWL, wyd. II, Warszawa, 1971.
12. Jeske J.: *Farmakologiczne metody badania leków.* PZWL, wyd. I, Warszawa, 1955.
13. Kochański J.W.: *Podstawy stosowania kuracji pitnej.* *Baln. Pol.* 1999, 41, 1–2, 110–117.
14. Kühnau J.: *Trinkkur mit natürlichen Heilwässern.* Deutscher Bäderverband, 1958.

15. *Straburzyński G., Banaszkiewicz W.*: Wpływ niektórych szczaw alkalicznych oraz ich składników jonowych na motorykę jelita cienkiego w warunkach doświadczalnych. *Probl. Uzdrow.* 1979, 11, 145, 41–49.
16. *Straburzyński G.*: Księga przyrodolecznictwa. PZWL, wyd. I, Warszawa 1997.
17. *Szmytówna M.*: Balneochemia. Chemia wód mineralnych i peloidów w Polsce. PZWL, wyd. I, Warszawa, 1970.

Otrzymano: 2001.10.15