

Stężenie sodu i potasu w krwi pępowinowej a termin porodu noworodka, płeć i urodzeniowa masa ciała

Sodium and potassium concentration in umbilical cord blood vs. neonate parturition term, gender and birth weight

BARBARA ZYCH^{1/}, MAŁGORZATA SZTANKE^{2/}, KRZYSZTOF SZTANKE^{2/}, BOGUMIŁ LEWANDOWSKI^{1/}, KAZIMIERZ PASTERNAK^{2/}

^{1/} Instytut Położnictwa i Ratownictwa Medycznego, Uniwersytet Rzeszowski

^{2/} Katedra i Zakład Chemii Medycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Wstęp. Z przemianą sodu wiąże się ściśle przemiana potasu i regulacja równowagi wodno-elektrolitowej i kwasowo-zasadowej. Sód jest głównym elektrolitem płynu zewnątrzkomórkowego, podczas gdy potas – wewnątrzkomórkowego. Jony sodu służą głównie do utrzymania stałej osmolarności środowiska oraz do wydalania reszt kwasowych. Jony potasu oprócz tych funkcji są niezbędnymi aktywatorami wielu enzymów wewnątrzkomórkowych, związanych przede wszystkim z przemianą białek i węglowodanów.

Cel. Przedstawiono stężenia sodu i potasu w krwi pępowinowej w zależności od terminu porodu, płci i urodzeniowej masy ciała noworodka.

Materiał i metoda. Oznaczenia pierwiastków wykonano metodą ICP-OES, a wyniki analizowano statystycznie w oparciu o oprogramowanie STATISTICA, przyjmując za istotne $p < 0,05$.

Wyniki i wnioski. W krwi pępowinowej badanych noworodków średnie stężenie sodu ($145,30 \pm 8,06$ mmol/l) i potasu ($4,75 \pm 0,51$ mmol/l) mieściło się w zakresie wartości uznanych za prawidłowe. W związku z powyższym wydaje się, że fizjologiczne mechanizmy homeostazy organizmu mogą utrzymać na prawidłowym poziomie równowagę elektrolitową rodzącego się noworodka niezależnie od czasu trwania ciąży, płci i urodzeniowej masy ciała.

Słowa kluczowe: sód, potas, noworodek, krew pępowinowa

Introduction. The transformation of sodium is closely related to potassium metabolism and regulation of fluid-, electrolyte- and acid-base balance. Sodium is the major electrolyte of extracellular fluid, while potassium – of intracellular. Sodium ions are mainly responsible for maintaining a constant osmolality and excretion of amino acid residues. Potassium ions are also essential activators of many intracellular enzymes, related to the metabolism of proteins and carbohydrates.

Aim. The sodium and potassium concentrations in umbilical cord blood were analyzed with regard to the term of parturition, gender and birth weight of a neonate.

Material & method. The element determination was done with the application of ICP-OES method and the results were analyzed statistically on the basis of the STATISTICA software, with $p < 0.05$ as significant.

Results & conclusions. The newborn umbilical cord blood test shows that the average concentration of sodium ($145,30 \pm 8,06$ mmol/l) and potassium ($4,75 \pm 0,51$ mmol/l) falls within the normal range. Therefore, it seems that the physiological mechanisms of human homeostasis may maintain a proper electrolyte balance in a newborn, regardless of the duration of pregnancy, neonate gender and birth weight.

Key words: sodium, calcium, newborn, umbilical cord blood

© Hygeia Public Health 2011, 46(2): 256-260

www.h-ph.pl

Nadesłano: 24.01.2011

Zakwalifikowano do druku: 26.04.2011

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Barbara Zych
Instytut Położnictwa i Ratownictwa Medycznego
Uniwersytet Rzeszowski
ul. Pigoń 6, 35-310 Rzeszów
tel. +48-17-872-11-99, e-mail: ba.zyc@wp.pl

Wprowadzenie

Poród, czas bezpośrednio poprzedzający urodzenie noworodka oraz powikłania podczas ciąży niejednokrotnie prowadzą do zaburzeń równowagi wodno-elektrolitowej rodzącego się dziecka. Zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej są również częstym zjawiskiem obserwowanym w pierwszych dobach życia każdego noworodka, a zwłaszcza, jeżeli znajduje się on w grupie dzieci urodzonych

przedwcześnie lub z objawami zakażenia, gdzie nie rozpoznany zbyt wcześnie może przyczyniać się do powstawania trwałych uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego [1].

Stężenia sodu i potasu w krwi pępowinowej noworodków niewątpliwie wpływają na organizm rozwijającego się płodu i adaptację noworodka po porodzie do życia pozamacicznego, regulując równowagę kwasowo-zasadową i ściśle wiążąc się ze sobą.

Sód stanowi niezbędny składnik diety, a jako kation płynu pozakomórkowego bierze udział w wielu procesach metabolicznych [2]. Poprzez utrzymanie ciśnienia osmotycznego i udział w regulacji gospodarki wodno-elektrolitowej, bierze udział w utrzymaniu homeostazy organizmu noworodka. Odgrywa zasadnicze znaczenie w regulacji przepuszczalności błon komórkowych i wpływa na utrzymanie prawidłowej pobudliwości nerwowo-mięśniowej, uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych, skurczach mięśni oraz transporcie w organizmie aminokwasów, węglowodanów i witamin [1,3]. Prawidłowe stężenie sodu w osoczu wynosi 135-145 mmol/l, a w ciągu doby u noworodka zapotrzebowanie na ten pierwiastek waha się w granicach 2-3 mmol/kg m.c. [3,4,5,6].

Zaburzenia gospodarki sodowej występują często u noworodków przedwcześnie urodzonych z małą urodzeniową masą ciała, jednak znacznie częściej hipernatremię obserwuje się ze względu na dużą utratę wody w pierwszych godzinach życia noworodka. Zmniejszenie stężenia sodu w surowicy krwi jest najczęściej związane z nadmiernym dowozem wody, zbyt małą podażą sodu lub wystąpieniem zespołu nieprawidłowego wydzielania hormonu antydiuretycznego (SIADH), co może mieć miejsce w zespole aspiracji smółki, zapaleniu płuc lub opon mózgowo-rdzeniowych. W przypadku zmniejszenia stężenia sodu we krwi pojawiają się objawy ze strony OUN, związane z obrzękiem mózgu manifestują się zaburzeniami świadomości, zmianami napięcia mięśniowego i drgawkami [7,8]. Potas obok sodu odgrywa równie ważną rolę w organizmie ludzkim. Jest najważniejszym kationem wewnątrzkomórkowym [1,9,10]. Zaledwie 2% całej puli potasu znajduje się w przestrzeni pozakomórkowej, a mimo to stanowi główny wyznacznik potencjału błon komórkowych [10,11,12]. Jony potasu odgrywają również istotne znaczenie w różnicowaniu się komórek we wczesnym embrionalnym rozwoju organizmu [13]. Prawidłowe stężenie potasu waha się w zakresie 3,5-5,5 mmol/l. Noworodki dobrze tolerują stężenia między 3,0-6,5 mmol/l, jednak stężenia poza tym zakresem wymagają korekcji. Zapotrzebowanie noworodka na potas w ciągu doby wynosi 1-3 mmol/kg m.c. i jest niezbędne dla utrzymania prawidłowej czynności skurczowej mięśni [4]. Na zawartość potasu w organizmie może wpływać wiele czynników. Wśród najczęstszych przyczyn hipokaliemii wymienia się niedobór w diecie lub nadmierną utratę potasu przez przewód pokarmowy (wymioty, biegunki, zaburzenia wchłaniania) i nerki (nefropatia, diureza osmotyczna, leki moczopędne, kortykosteroidy, zaburzenia wydzielania hormonów kory nadnerczy, zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej) [3,11,14].

W pierwszym tygodniu życia noworodka, można zaobserwować zaburzenia bilansu potasu, które są szczególnie nasilone i utrzymują się u noworodków przedwcześnie urodzonych. Objawy kliniczne hipokaliemii mogą być zróżnicowane. Najczęściej spotykane są zaburzenia rytmu serca pod postacią spłaszczenia odcinka ST, spłaszczenie lub odwrócenia załamka T, obecność fali U, dodatkowe skurcze komorowe lub migotanie przedsionków, a także poszerzenie i zwiększenie amplitudy zespołu QRS [3,10]. Ponadto obserwuje się osłabienie mięśni, utrudniony pasaż jelitowy, a w skrajnych przypadkach objawy niedrożności. Zwiększenie stężenia potasu również stanowi zagrożenie życia i wymaga leczenia, ze względu na możliwość wystąpienia przedwczesnych pobudzeń nadkomorowych, prowadzących do zatrzymania krążenia [3,8,10].

Cel pracy

Określenie stężenia sodu i potasu we krwi pępowinowej przy użyciu metody emisyjnej spektrometrii atomowej oraz ustalenie czy stężenia te różnią się w zależności od terminu porodu, płci i urodzeniowej masy ciała noworodka.

Materiał i metody

Badaniem zostało objętych 71 kobiet rodzących w wieku 16-44 lat w Szpitalu Wojewódzkim Nr 2 w Rzeszowie. Przed zakwalifikowaniem do udziału w badaniach wykluczono wady wrodzone i inne nieprawidłowości rozwojowe płodów. W 52 przypadkach (73,2%) ciążę zakończono porodem fizjologicznym. Wśród badanej populacji pod względem kolejności ciąży zaobserwowano wzrost średnich wartości sodu w każdej ciąży, podczas gdy stężenie potasu utrzymywało się na stałym poziomie.

Ze względu na tydzień ukończenia ciąży dokonano podziału na trzy grupy, w oparciu o regułę Naegellego: pierwszą grupę stanowiły kobiety rodzące do 37 tygodnia ciąży, drugą – kobiety rodzące między 38-41 tygodniem ciąży, trzecią – kobiety rodzące powyżej 42 tygodnia trwania ciąży. Populację badaną podzielono na 2 grupy ze względu na płeć noworodka (męska i żeńska) i urodzeniową masę ciała (normalna masa urodzeniowa: 2500-3500 g; duża masa urodzeniowa: 3501 g i powyżej).

W surowicy krwi oznaczono stężenie sodu i potasu metodą emisyjnej spektrometrii atomowej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-AES – *Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry*) przy użyciu spektrometru Liberty 2 AX firmy Varian. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej w oparciu o oprogramowanie STATISTICA, przyjmując za istotne statystycznie różnice $p < 0,05$.

Wyniki i ich omówienie

Analizując stężenie sodu w osoczu krwi pępowinowej całości badanej grupy w zależności od sposobu ukończenia ciąży stwierdzono, że był on wyższy w przypadku porodów fizjologicznych. Różnice te były istotne statystycznie w porównaniu do stężenia sodu w krwi pępowinowej noworodków rodzonych za pomocą cięcia cesarskiego ($p < 0,0000001$). Średnie stężenie sodu wzrastało w niewielkim zakresie w kolejnych ciążach, jednak zmiany te nie były istotne statystycznie (tab. I).

Stężenie potasu w krwi pępowinowej względem sposobu ukończenia ciąży było nieco wyższe w przypadku porodów fizjologicznych. Z kolei stężenie badanego pierwiastka obniżało się w niewielkim zakresie w kolejnych ciążach. Zarówno sposób ukończenia ciąży jak i kolejność porodów nie były istotne statystycznie.

Średnie stężenie sodu w krwi pępowinowej badanych noworodków wynosiło $145,30 \pm 8,06$ mmol/l (tab. II), mieszcząc się w zakresie normy. Podobnie analizowane stężenie potasu mieściło się w zakresie wartości uznanych za prawidłowe, średnio $4,75 \pm 0,51$ mmol/l (tab. II).

Stężenie sodu w badanej grupie zmieniało się w zależności od terminu porodu. Najwyższe średnie stężenie sodu było w 38-41 tygodniu porodu ($145,91$ mmol/l) w porównaniu z pozostałymi grupami. Analiza stężenia sodu w krwi pępowinowej zależnie od płci i urodzeniowej masy ciała noworodka, wykazała wyższe jego wartości podczas porodu noworodków płci żeńskiej z masą ciała mieszczącą się w przedziale 2500-3500 g (tab. III). Nie zostało jednak udowodnione występowanie istotnych statystycznie różnic w stężeniu sodu w zależności od płci i urodzeniowej masy ciała noworodka.

Tabela I. Materiał badawczy – dane ogólne
Table I. Research material – general data

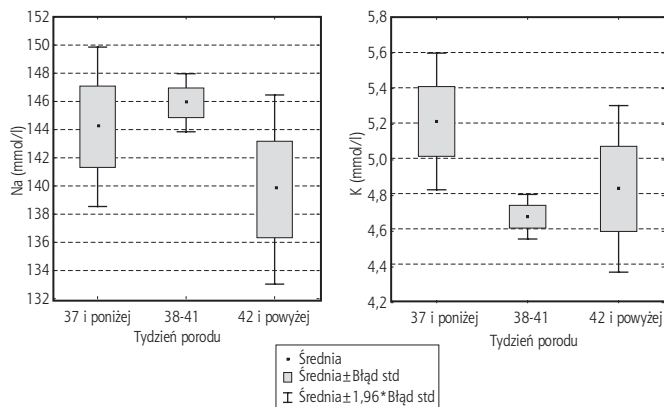
Pierwiastek (mmol/l)	Sposób ukończenia ciąży				test	p		
	Poród fizjologiczny		Cięcie cesarskie					
	x	SD	x	SD				
Na	148,25	6,79	137,23	5,31	U Manna-Whitneya	0,000		
K	4,82	0,55	4,54	0,33	U Manna-Whitneya	0,077		
Pierwiastek (mmol/l)	Kolejność ciąży						test	p
	pierwsza		druga		trzecia i kolejne			
	x	SD	x	SD	x	SD		
Na	145,05	9,12	145,37	8,16	145,63	6,28	analiza wariancji	0,972
K	4,78	0,54	4,71	0,56	4,75	0,41	analiza wariancji	0,871

Tabela II. Stężenie sodu i potasu w krwi pępowinowej noworodków
Table II. Sodium and potassium concentrations in umbilical cord blood

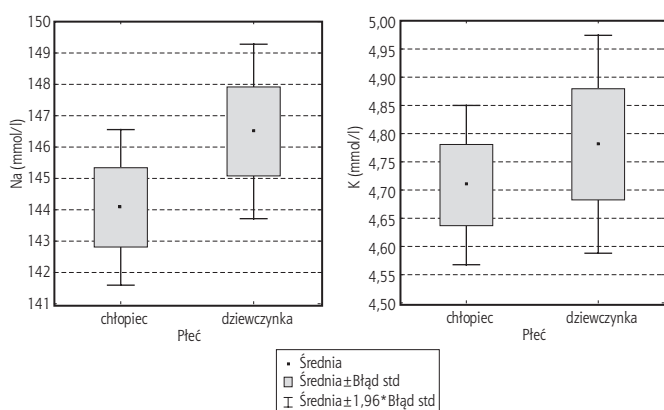
Pierwiastek (mmol/l)	Średnia	Odchylenie standardowe	Zakres zmienności	Kwartył dolny	Mediana	Kwartył górny
Na	145,30	8,06	131,13 - 161,80	139,17	144,39	151,56
K	4,75	0,51	3,92 - 5,87	4,28	4,68	5,05

Tabela III. Stężenie sodu i potasu a tydzień porodu, płeć i masa ciała noworodka
Table III. Sodium and potassium concentrations vs. week of parturition, neonate gender and birth weight

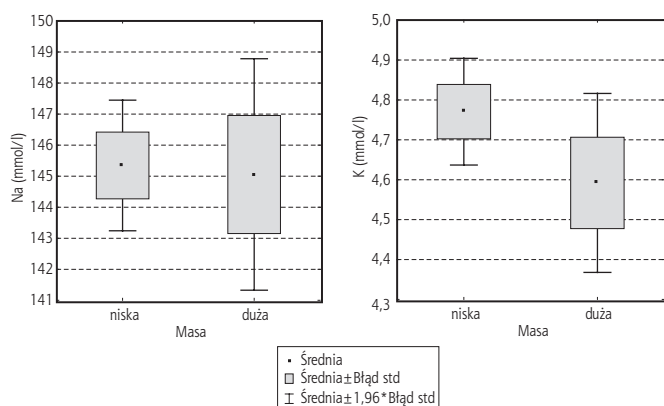
Pierwiastek (mmol/l)	Tydzień porodu						test	p
	37 tydzień i poniżej		38-41 tydzień		42 tydzień i powyżej			
	x	SD	x	SD	x	SD		
Na	144,20	7,63	145,91	8,07	139,75	7,65	analiza wariancji	0,246
K	5,22	0,52	4,68	0,49	4,84	0,53	ANOVA Kruskala-Wallis	0,049
Pierwiastek (mmol/l)	Płeć noworodka				test	p		
	Męska		żeńska					
	x	SD	x	SD				
Na	144,08	7,49	146,50	8,52	t-Studenta	0,208		
K	4,71	0,43	4,78	0,59	U Manna-Whitneya	0,868		
Pierwiastek (mmol/l)	Urodzeniowa masa ciała noworodka				test	p		
	normalna masa urodzeniowa		duża masa urodzeniowa					
	SD	SD	SD	SD				
Na	145,35	8,39	145,06	6,02	Cochrana-Coxa	0,896		
K	4,77	0,53	4,59	0,36	U Manna-Whitneya	0,381		



Ryc. 1. Stężenie sodu i potasu a tydzień porodu noworodka
Fig. 1. Sodium and potassium concentrations vs. week of parturition



Ryc. 2. Stężenie sodu i potasu a płeć noworodka
Fig. 2. Sodium and potassium concentrations vs. neonate gender



Ryc. 3. Sód i potas a urodzeniowa masa ciała noworodka
Fig. 3. Sodium and potassium concentrations vs. neonate birth weight

Analiza stężenia potasu w krwi pępowinowej w zależności od tygodnia porodu wykazała, najwyższe wartości badanego pierwiastka do 37 tygodnia trwania ciąży. W wyznaczonym terminie porodu stężenie potasu ulegało nieznacznemu obniżeniu, by po wyznaczonym terminie porodu ponownie wzrosnąć. Z przeprowadzonych badań wynika, że stężenie potasu zależy w sposób statystycznie istotny od tygodnia

cięży w momencie porodu. Stężenie potasu w przypadku porodu przed 38 tygodniem ciąży istotnie różni się od stężenia potasu względem porodu pomiędzy 38 a 41 tygodniem ciąży ($p=0,049$).

Średnie stężenie potasu, w krwi pępowinowej w zależności od płci było nieco wyższe podczas porodów noworodków płci żeńskiej o optymalnej masie ciała (2500-3500 g), w porównaniu z porodami noworodków płci męskiej o dużej urodzeniowej masie ciała. Nie stwierdzono natomiast zależności statystycznych między stężeniem potasu a płcią noworodka, czy urodzeniową masą ciała (tab. III).

Dyskusja

Zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej prowadzą do wielu nieprawidłowości w metabolizmie noworodka. Następstwa mogą być wczesne i dotyczyć rozwoju w okresie płodowym lub odległe – widoczne w życiu pozamacicznym, niekorzystne dla dalszego rozwoju psychofizycznego noworodka.

Jak wykazują wyniki badań własnych, stężenie sodu we krwi pępowinowej w badanej grupie noworodków zmieniało się w zależności od terminu porodu. Najwyższe średnie stężenie sodu zaobserwowano w terminie porodu (38-41 tydzień ciąży) u noworodków płci żeńskiej z masą ciała 2500 a 3500 g.

Podobne wyniki otrzymała Czeszyńska i wsp [1]. Badaniami objęła ona populację 250 noworodków (płeć żeńska: 57,2%; płeć męska: 42,8%), gdzie czas trwania ciąży wynosił od 24 do 42 tygodnia, a masa urodzeniowa wahała się w przedziale 670 a 4580 gramów. Wykazała ona brak istotnych statystycznie różnic stężenia sodu w zależności od czasu trwania ciąży i płci noworodków. W porównaniu z badaniami własnymi zaobserwowali oni jednak niższe wartości stężenia sodu we krwi pępowinowej zależne od czasu trwania ciąży (36 t.c.: $132,2 \pm 3,7$ mmol/l; 37 t.c.: $132,8 \pm 3,2$ mmol/l) i płci noworodka (płeć: żeńska $132,6 \pm 3,2$ mmol/l; męska $132,9 \pm 3,4$ mmol/l). Przesunięcie stężenia sodu w kierunku hiponatremii w grupie noworodków urodzonych z ciążą powikłanych w porównaniu z noworodkami pochodzącymi z ciąży fizjologicznej, najprawdopodobniej może mieć związek (jak zauważa autorka) z obserwowanym wysokim odsetkiem powikłań w porodach przedwczesnych.

W przeprowadzonych badaniach Elstgeest i wsp. [15] również nie stwierdzono istotnej różnicy w zakresie stężenia sodu we krwi noworodków urodzonych przed 28 tygodniem ciąży w zależności od masy ciała, u których wdrożono wczesne ($141,0 \pm 3,7$ mmol/l) i późne ($141,1 \pm 3,8$ mmol/l) odżywianie parenteralne. Jak wynika z powyższych danych natychmiastowa interwencja w postaci żywienia parenteralnego u wcześniaków nie wydaje się mieć istotnego wpływu

na stężenie badanego pierwiastka w pierwszych trzech dobach życia. Również stężenie potasu w tej samej grupie noworodków nie miało istotnego wpływu na zmiany w stężeniu potasu w zależności od czasu wdrożenia żywienia parenteralnego (odżywianie wczesne: $4,3 \pm 0,5$ mmol/l; późne: $4,3 \pm 0,5$ mmol/l) [15].

W grupie badanej przez nas stężenie potasu wynosiło średnio $4,75 \pm 0,51$ mmol/l. Stężenie potasu w przypadku porodu przed 38 tygodniem ciąży istotnie statystycznie różniło się od stężenia potasu w przypadku porodu noworodków pomiędzy 38 a 41 tygodniem ciąży. Natomiast nie zostało udowodnione występowanie istotnych statystycznie różnic w poziomie stężenia badanego pierwiastka w zależności od płci i urodzeniowej masy ciała noworodków.

Nieco inne wyniki w zakresie terminu porodu noworodka otrzymał zespół Czeszyńskiej i wsp [1]. Dokonane przez nich obserwacje nie wykazały istotnej różnicy w zakresie stężenia potasu zależnie od terminu porodu (wcześniaki: $5,4-6,0$ mmol/l; noworodki do- noszone: $7,8 \pm 2,0$ mmol/l) i płci noworodka (płeć żeńska: $4,6 \pm 0,5$ mmol/l; płeć męska: $4,6 \pm 0,6$ mmol/l).

Pomimo różnic w stężeniach badanych pierwiastków zarówno badania Elstgeesta i wsp [15], Czeszyńskiej i wsp. [1] i w badaniach własnych wyniki stężenia potasu mieściły się w zakresie wartości uznawanych za prawidłowe ($3,5-5,0$ mmol/l) [3].

W świetle uzyskanych wyników własnych wydaje się, że fizjologiczne mechanizmy homeostazy organizmu mogą utrzymać na prawidłowym poziomie równowagę elektrolitową rodzącego się noworodka niezależnie od czasu trwania ciąży, płci i urodzeniowej masy ciała [1,3].

Wniosek

W krwi pępowinowej badanych noworodków średnie stężenie sodu ($145,30 \pm 8,06$ mmol/l) i potasu ($4,75 \pm 0,51$ mmol/l) mieściło się w zakresie wartości uznanych za prawidłowe. Wydaje się, że fizjologiczne mechanizmy homeostazy organizmu mogą utrzymać na prawidłowym poziomie równowagę elektrolitową rodzącego się noworodka niezależnie od czasu trwania ciąży, płci i urodzeniowej masy ciała.

Piśmiennictwo / References

1. Czeszyńska MB, Bracik M, Sipak-Szmigiel O. Stężenie sodu, potasu i wapnia zjonizowanego we krwi tętnicy pępowinowej a stan kliniczny i biochemiczny noworodka. *Klin Perinatol Ginekol* 2001, XXXIV: 59-65.
2. Cavanaugh BM. Badania laboratoryjne i obrazowe dla pielęgniarzek. PZWL, Warszawa 2006.
3. Pasternak K. Biopierwiastki w praktyce medycznej. AM, Lublin 2000.
4. Szczapa J. Podstawy neonatologii. PZWL, Warszawa 2008.
5. Sica DA. Sodium and water retention in heart failure and diuretic therapy: Basic mechanisms. *Cleve Clin J Med* 2006, 73 (S2): S2-S7.
6. Szponar L, Ołtarzewski M. Spożycie sodu przez dzieci i młodzież w Polsce czynnikiem ryzyka zagrożenia zdrowia. *Pediatr Pol* 2004, 79 (12): 983-992.
7. Unal S, Anhan E, Kara N, Uncu N, Aliefendioğlu D. Breast-feeding-associated hypernatremia: retrospective analysis of 169 term newborns. *Pediatr Int* 2008, 50(1): 29-34.
8. Borkowski WM. Opieka pielęgniarska nad noworodkiem. *Med Prakt* 2006.
9. Elliott P, Kesteloot H, Appel LJ, et al. Dietary phosphorus and blood pressure international study of macro- and micro-nutrients and blood pressure. *Hypertension* 2008, 51: 669-675.
10. Knypl K. Znaczenie jonu potasowego w stanach fizjologii i patologii układu sercowo-naczyniowego. *Przew Lek* 2006, 2: 80-84.
11. Macdonald JE, Struthers AD. What is the optimal serum potassium level in cardiovascular patients? *J Am Coll Cardiol* 2004, 43: 155-161.
12. Penniiaänen VA, Lopatina EV, Tsyrlin VA. Effect of Na(+), K(+)-pump inhibitors on the sensory ganglia neurite growth. *Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova* 2008, 94(3): 326-330.
13. Sun W, Bużańska L, Domańska-Janik K, et al. Voltage-sensitive and ligand-gated channels in differentiating neural stem-like cells derived from the nonhematopoietic fraction of human umbilical cord blood. *Stem Cells* 2005, 23: 931-945.
14. Dembińska-Kieć A, Naskalski JW (red). Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej. Urban & Partner, Wrocław 2004.
15. Elstgeest LE, Martens SE, Lopriore E, et al. Does parenteral nutrition influence electrolyte and fluid balance in preterm infants in the first days after birth? *PLoS One* 2010, 5(3): 9033.