

Płynoterapia śródoperacyjna w praktyce pediatrycznej — porównanie wybranych płynów infuzyjnych

Intraoperative fluid management in children — a comparison of three fluid regimens

Magdalena Mierzewska-Schmidt

Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Abstract

Background. Fluid therapy is essential for safe perioperative management. Numerous reports of serious complications, including brain damage and death of children, as a result of inappropriate fluid management, have been published. The aim of this study was to assess the effects of intraoperative fluids on serum glucose and electrolytes concentrations as well as serum osmolality.

Methods. 91 children, ASA I and II, undergoing elective ENT surgery were enrolled to this prospective, randomized, open-label study. They were randomly assigned to receive: group G5W: 5% glucose in water solution, group GNaCl: 3.33% glucose in 0.3% NaCl, and group RA: Ringer's acetate. Serum glucose, sodium, potassium, phosphate concentrations and serum osmolality were analysed before induction of anaesthesia, immediately after completion of surgery and 60 min later.

Results. Postoperative hyperglycaemia was observed in 94% of children in group G5W and in 37% of group GNaCl. In all the groups glucose concentration increased significantly after surgery. Postoperative hyponatraemia occurred in 36% of patients in the group G5W, and in 3.7% in the group GNaCl. Neither hyperglycaemia nor hyponatremia occurred in the group RA. Postoperative osmolality decreased significantly in groups G5W and GNaCl and remained unchanged in the group RA.

Conclusions. Ringer's acetate did not cause significant changes in glucose and electrolyte concentrations, so it seems to be the safest for intraoperative use in children undergoing elective surgery. Hypotonic fluids may cause hyperglycaemia and hyponatraemia so they should be avoided intraoperatively.

Key words: perioperative fluid therapy, fluid management, hypotonic fluid, children, glucose, hyponatraemia, hyperglycaemia, hypoglycaemia, glucose solutions, complications, safety

Słowa kluczowe: płynoterapia okołoperacyjna, dzieci, płyny hipotoniczne, glukoza, hiponatremia, hiperglikemia, hipoglikemia, powikłania, bezpieczeństwo

Anestezjologia Intensywna Terapia 2015, tom XLVII, nr 2, 130–135

Bezpieczeństwo dziecka poddawanego znieczuleniu i unikanie powikłań to nadrzędne cele każdego anestezjologa. Jednym z niedostatecznie docenianych aspektów wpływających na bezpieczeństwo znieczulanego chorego jest

płynoterapia okołoperacyjna. W ostatnich dziesięcioleciach ukazały się liczne publikacje dowodzące zagrożenia ostrą hiponatremią u dzieci, u których stosuje się płyny o zmniejszonej zawartości sodu w stosunku do osocza, tj. płyny

Należy cytować anglojęzyczną wersję:

Mierzewska-Schmidt M: Intraoperative fluid management in children — a comparison of three fluid regimens. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2015; 47: 125–130.

efektywnie hipotoniczne [1–3]. Ostra hiponatremia może spowodować obrzęk mózgu, a także prowadzić do jego trwałego uszkodzenia, a nawet zgonu. Mimo opublikowania w 2007 roku brytyjskich [4], a następnie w 2011 roku europejskich zaleceń dotyczących płynoterapii okołoperacyjnej u dzieci [5, 6], nadal ukazują się doniesienia świadczące o braku świadomości niedopuszczalności stosowania płynów hipotonicznych w okresie okołoperacyjnym u dzieci [7]. Mimo licznych opisów przypadków, prac obserwacyjnych, zwykle retrospektywnych, niewiele jest badań randomizowanych potwierdzających bezpośrednią zależność pomiędzy stosowaniem płynów hipotonicznych a rozwojem hiponatremii. Dlatego autorka niniejszej pracy podjęła decyzję o opublikowaniu wyników badania przeprowadzonego przed rokiem 2005, czyli przed ukazaniem się jakichkolwiek wytycznych dotyczących płynoterapii okołoperacyjnej. Był to okres, kiedy płyny hipotoniczne były powszechnie stosowane zarówno w Polsce (niepublikowane badania ankietowe własne), jak i na świecie [8, 9].

Celem pracy była ocena wpływu śródoperacyjnie stosowanego dożylnie płynu infuzyjnego w czasie zabiegów laryngologicznych u dzieci na wybrane parametry homeostazy: glikemii i gospodarkę wodno-elektrolitową. Dodatkowo oceniano ryzyko hipoglikemii po okresie długiego postu przedoperacyjnego (8–16 godzin).

METODYKA

Po uzyskaniu zgody Komisji Etycznej Akademii Medycznej w Warszawie oraz świadomej zgody rodziców do prospektywnego, otwartego badania z randomizacją kwalifikowano dzieci przed planowymi zabiegami laryngologicznymi. Zastosowano następujące kryteria włączenia: dzieci powyżej 1. roku życia ocenione w skali ASA na I lub II, kwalifikacja do planowej operacji laryngologicznej. Kryteriami wyłączenia były dodatkowe schorzenia oraz przyjmowanie leków mogących wpływać na gospodarkę węglowodanową i wodno-elektrolitową oraz brak zgody rodziców. Badanych przydzielano losowo (randomizacja komputerowa) do jednej z 3 grup. W grupie G5W przetaczano w czasie zabiegu wodny roztwór 5% glukozy, w grupie GNaCl przetaczano wodny roztwór glukozy 5% z 0,9% NaCl w stosunku objętościowym 2:1, w grupie RA przetaczano płyn pediatriczny wyrównawczy (Baxter Terpol Sp. z o.o). Objętość przetaczania płynów była jednakowa we wszystkich grupach: w pierwszej godzinie znieczulenia — 25 ml kg⁻¹ u dzieci do 4. roku życia i 15 ml kg⁻¹ u dzieci starszych. W przypadku dłuższego czasu trwania zabiegu w kolejnych godzinach przetaczano 6 ml kg⁻¹ h⁻¹ wybranego płynu. Czas postu przedoperacyjnego wyniósł 8–16 godzin i nie różnił się pomiędzy grupami. Przed operacją dzieci nie otrzymywały płynów dożylnie, ani nie były premedykowane, ale rodzic mógł towarzyszyć im do momentu zaśnięcia. U wszystkich pacjentów określano

stężenie glukozy, sodu, potasu i fosforanów. Osmolalność surowicy badano metodą krioskopową. Pierwszą próbkę krwi pobierano przed indukcją znieczulenia, a następnie podłączano wylosowany płyn. Drugą próbkę pobierano przed wybudzeniem dziecka. W zależności od indywidualnych wskazań po następnych 1–2 godzinach ponownie kontrolowano stężenie glukozy i elektrolitów. Za istotną hiperglikemię na czczo uznawano wartości > 120 mg dl⁻¹, po przetoczeniu płynu > 200 mg dl⁻¹. W przypadku sodu i potasu, fosforu i osmolalności za wartości referencyjne uznawano normy laboratoryjne szpitalnego laboratorium: Na 135–145 mmol l⁻¹, K 3,5–5,5 mmol l⁻¹, wartości referencyjne stężenia fosforanów różnią się w zależności od wieku i płci. W przypadku osmolalności surowicy za prawidłowe wartości uznawano 275–295 mOsm kg⁻¹.

Dzieci znieczulane były w standardowy sposób. Wprowadzenie do znieczulenia przeprowadzano metodą dożylną, podając 3 mg kg⁻¹ propofolu i 30 µg kg⁻¹ alfentanilu przed operacją adenotonsillectomii lub 5 µg kg⁻¹ fentanilu w przypadku operacji przegrody nosa. Zwióczenie mięśni osiągnęto podaniem wekuronium w dawce 0,1 mg kg⁻¹, następnie wykonywano intubację dotchawiczą. Znieczulenie podtrzymywano mieszaniną N₂O i O₂ w stosunku 65% do 35%. W przypadkach, kiedy obserwowano wzrost ciśnienia tętniczego i/lub zwiększenie częstości akcji serca powyżej 15% od wartości wyjściowych podawano dodatkową dawkę opioidu — odpowiednio 10 µg kg⁻¹ alfentanilu lub 1 µg kg⁻¹ fentanilu oraz 1 mg kg⁻¹ propofolu.

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem programu STATISTICA 5.0 (StatSoft, Tulsa, USA). Zgodność rozkładów zmiennych ilościowych z rozkładem normalnym sprawdzono za pomocą testów Kołmogorowa-Smirnowa oraz W Shapiro-Wilka, natomiast z rozkładem log-normalnym testami Kołmogorowa-Smirnowa oraz χ^2 . Zmienne o rozkładzie normalnym zostały opisane średnią arytmetyczną i odchyleniem standardowym (SD, *standard deviation*), zmienne o rozkładzie log-normalnym średnią geometryczną i zakresem, a zmienne o innym rozkładzie medianą i zakresem. Zmienne o rozkładzie normalnym zostały porównane między grupami analizą wariancji, po uprzednim sprawdzeniu jednorodności wariancji testem Levene'a. Pozostałe oraz te o rozkładzie normalnym, których wariancje nie były jednorodne — testem ANOVA Kruskala-Wallisa. Porównanie zmiennych w grupach przed i po operacji przeprowadzono testem znaków. Korelacje pomiędzy zmiennymi sprawdzono testem rang Spearmana. Za istotną przyjęto wartość p poniżej 0,05.

WYNIKI

Do badania włączono pierwotnie 91 dzieci w wieku 2–12 lat, 60 chłopców i 31 dziewczynek. Grupy badane nie różniły się istotnie wiekiem, masą ciała, rozkładem płci

Tabela 1. Charakterystyka badanych grup (średnie ± SD lub n)

Grupa	G5W	GNaCl	RA
n	33	27 (pierwotnie 28)	30
Wiek (lata)	6,17 ± 2,07	6,51 ± 2,46	6,06 ± 2,05
Masa ciała (kg)	22,7 ± 6,82	25,8 ± 9,45	23,1 ± 8,28
Płeć K/M	14/19	11/16	6/24
Wyłączenia	0	1 (krwawienie)	0

K — płeć żeńska; M — płeć męska

Tabela 2. Porównanie stężeń glukozy w badanych grupach przed i po operacji. Przedstawiono medianę (zakres)

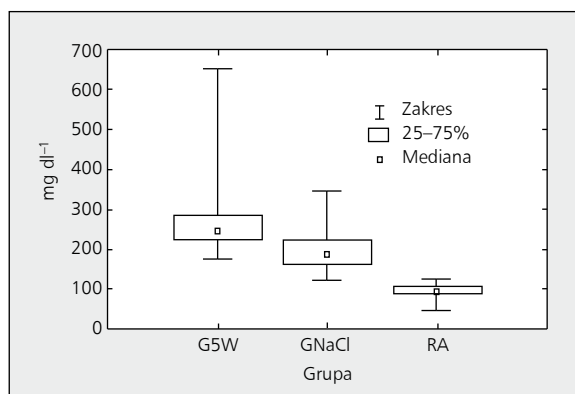
Grupa	G5W	GNaCl	RA
Glukoza przed operacją (mg dl ⁻¹)	92,2 (72,0–121,0)	88,1 (67,0–107,6)	88,4 (46,8–111,7)
Glukoza po operacji (mg dl ⁻¹)	259,0 (175,0–652,0)	192,0 (123,0–345,0)	93,3 (49,2–124,0)
Wartość p	< 0,0001	< 0,0001	0,044

(tab. 1). Z grupy GNaCl wyłączone zostało jedno dziecko z powodu krwawienia wymagającego zmiany schematu płynoterapii. Ostatecznej analizie poddano dane pochodzące od 90 badanych.

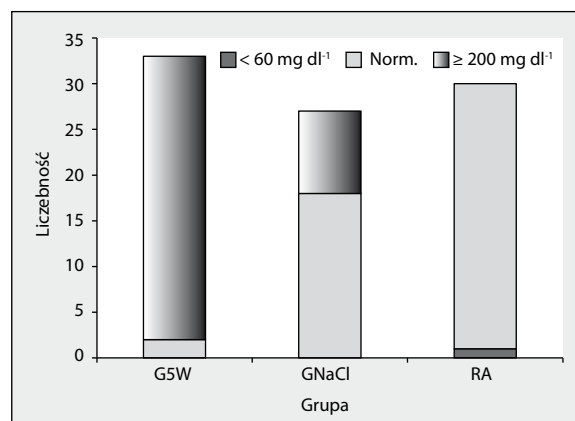
Stężenie glukozy przed rozpoczęciem znieczulenia i infuzji płynu nie wykazywało statystycznie znamiennych różnic pomiędzy grupami ($p = 0,355$). Po zakończeniu operacji we wszystkich badanych grupach odnotowano statystycznie znamienny wzrost stężenia glukozy (tab. 2), choć stężenia glukozy różniły się statystycznie znamiennie pomiędzy grupami ($p < 0,0001$) (ryc. 1). Największe stężenia odnotowano w grupie G5W, a najmniejsze w grupie RA. Przypadki istotnej hiperglikemii wystąpiły tylko w grupach G5W i GNaCl. W grupie G5W, otrzymującej roztwór 5% glukozy, w 31 na 33 (93,94%) przypadków stwierdzono stężenia glukozy przekraczające 200 mg dl⁻¹. W grupie GNaCl odnotowano 10 (37%) przypadków istotnej hiperglikemii > 200 mg dl⁻¹. Rozkład glikemii w grupach po operacji ilustruje rycina 2. Szczegółowe dane dotyczące stężeń glukozy przed i po operacji przedstawia tabela 2.

Stężenia glukozy oznaczone po zabiegu różniły się istotnie pomiędzy grupami G5W i PPW, podobnie jak pomiędzy grupami P21 i PPW, a także G5W i P21 ($p < 0,0001$) (ryc. 1) Stężenie glukozy po godzinie od zakończenia operacji u większości dzieci wykazywało tendencję do normalizacji.

Przed znieczuleniem nie stwierdzono różnic w stężeniu sodu pomiędzy badanymi grupami ($p = 0,277$). U 11 (12,2%) dzieci stwierdzono nieznaczną hipernatremię. Bezpośrednio po operacji stężenie sodu w surowicy zmniejszyło się statystycznie znamiennie we wszystkich grupach



Rycina 1. Stężenie glukozy po operacji — porównanie między grupami. Odnotowano znamienne różnice pomiędzy grupami ($p < 0,0001$), opis w tekście



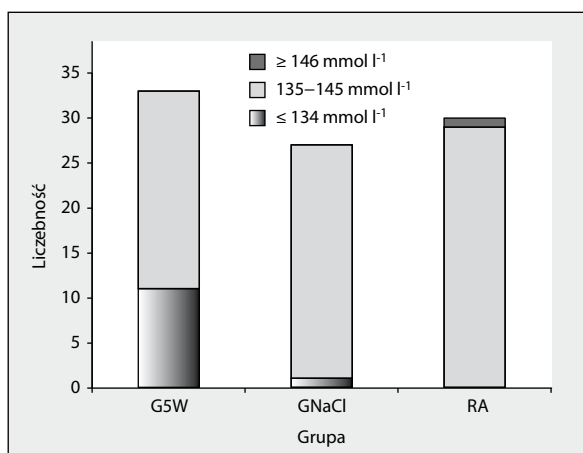
Rycina 2. Występowanie pooperacyjnej normo-, hiper- i hipoglikemii w badanych grupach

Tabela 3. Porównanie stężeń sodu przed i po operacji w badanych grupach (średnia \pm SD)

Grupa Parametr	G5W	GNaCl	RA
Na ⁺ przed operacją (mmol l ⁻¹)	142,30 \pm 2,49	143,3 \pm 2,21	142,57 \pm 2,53
Na ⁺ po operacji (mmol l ⁻¹)	135,48 \pm 3,52	137,7 \pm 2,32	141,43 \pm 1,89
Wartość p	< 0,0001	< 0,0001	0,021

Tabela 4. Porównanie stężeń fosforanów przed i po operacji w badanych grupach (średnia \pm SD)

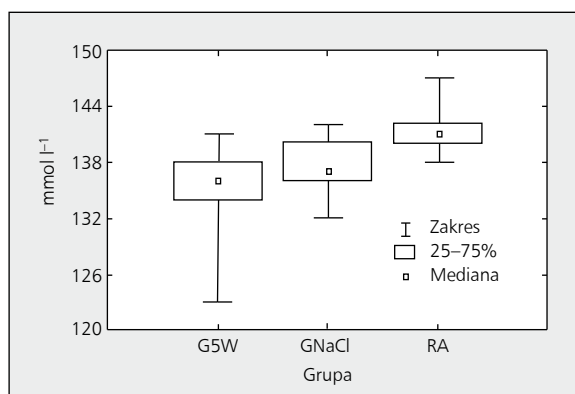
Grupa	G5W	GNaCl	RA
PO ₄ ³⁻ przed operacją (mEq l ⁻¹)	2,917 \pm 0,247	2,987 \pm 0,300	2,884 \pm 0,302
PO ₄ ³⁻ po operacji (mEq l ⁻¹)	2,731 \pm 0,273	2,746 \pm 0,278	2,800 \pm 0,308
Wartość p	< 0,0003	< 0,0002	0,011

**Rycina 3.** Występowanie normo-, hiper- i hiponatremii w badanych grupach po operacji

(tab. 3) Największe różnice odnotowano w grupie G5W ($p < 0,0001$ w stosunku do wartości sprzed operacji) i w grupie GNaCl ($p < 0,0001$ w stosunku do wartości sprzed operacji). Istotnie statystycznie zmniejszenie natremii odnotowywano także w grupie RA ($p = 0,021$). W grupie G5W stwierdzono najwięcej przypadków hiponatremii — u 12 z 33 dzieci (36,3%). W grupie RA nie wskazano przypadków zmniejszenia stężenia sodu poniżej normy. Rozkład stężeń sodu po operacji w grupach przedstawiono na rycinie 3.

Stwierdzono istotne różnice w stężeniu sodu w surowicy po operacji pomiędzy 3 badanymi grupami, co przedstawiono na rycinie 4. Porównanie stężenia sodu po zabiegu pomiędzy poszczególnymi grupami G5W i RA oraz GNaCl i RA wykazało istotne statystycznie różnice (w obu przypadkach $p < 0,0001$). Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupami G5W i GNaCl w tym zakresie.

Nie odnotowano klinicznie istotnych zmian stężeń potasu i fosforanów u badanych dzieci zarówno przed, jak i po

**Rycina 4.** Stężenie sodu w surowicy po operacji — porównanie między grupami. Odnotowano znaczne różnice pomiędzy grupami ($p < 0,0001$), opis w tekście

operacji. Wyniki oznaczeń stężeń fosforanów zamieszczono w tabeli 4.

Przed operacją osmolalność surowicy nie różniła się pomiędzy grupami ($p = 0,737$). Po operacji osmolalność zmniejszyła się znacznie w grupie G5W ($p = 0,043$) i grupie GNaCl ($p < 0,001$). W grupie RA osmolalność nie zmieniła się istotnie w stosunku do wartości wyjściowych ($p = 0,263$) i u wszystkich dzieci była prawidłowa. Przypadki osmolalności poniżej wartości prawidłowych stwierdzono w grupach G5W i GNaCl. Nie wykazano istotnych różnic w osmolalności surowicy pomiędzy poszczególnymi grupami po operacji ($p = 0,323$). Wyniki zamieszczono w tabeli 5.

DYSKUSJA

Przedstawione badanie miało na celu ustalenie, czy rodzaj płynu infuzyjnego stosowanego w czasie operacji o niewielkiej rozległości, w znieczuleniu ogólnym, może mieć wpływ na zachowanie równowagi wodno-elektroli-

Tabela 5. Porównanie osmolalności przed i po operacji w badanych grupach. Przedstawiono medianę (zakres).

Grupa	G5W	GNaCl	RA
Osmolalność przed operacją (mOsm kg ⁻¹)	288 (275–320)	287 (275–310)	287 (275–309)
Osmolalność po operacji (mOsm kg ⁻¹)	284 (265–320)	277 (270–300)	284 (275–295)
Wartość p	0,043	< 0,001	0,263

towej oraz glikemii, a tym samym na bezpieczeństwo znieczulanego dziecka. Płynoterapia u dzieci zdrowych podczas operacji o niewielkiej rozległości i krótkim czasie trwania może wydawać się problemem drugorzędym, zarówno wyniki tego badania, jak i dane z piśmiennictwa [1, 10–12] zdecydowanie jednak przeczą takiemu stwierdzeniu. Trzeba podkreślić, że takie operacje niekiedy przeprowadzane są w szpitalach dla dorosłych lub ambulatoryjnie. W takich warunkach rozpoznanie i leczenie zaburzeń może być opóźnione i w konsekwencji powodować nieodwracalne skutki.

W przedstawionym badaniu w efekcie stosowania płynów efektywnie hipotonicznych, czyli o zdecydowanie mniejszym niż osocze stężeniu sodu (grupa G5W i GNaCl), u części badanych wystąpiła hiponatremia. Związek ten dostrzegli wcześniej inni autorzy: Arieff i wsp. [1] w badaniu retrospektywnym obejmującym 24 412 operowanych dzieci stwierdzili istotną hiponatremię ($\text{Na} < 128 \text{ mmol l}^{-1}$) u 0,34%, z których 9% (7 dzieci) zakończyło się zgonem. W tej samej pracy autorzy opisują 16 dzieci w wieku 1,5–15 lat, które w okresie okołoperacyjnym rozwinęły objawową hiponatremię, w wyniku stosowania płynów hipotonicznych, i której wynikiem było trwałe uszkodzenie OUN lub zgon. Z opisywanych 16 dzieci u 10 przeprowadzono badanie pośmiertne. U 9 z 10 badanych stwierdzono obrzęk mózgu ze śladami wklonowania podnamiotowego. Z opisanych 16 zmarłych, 5 były to dzieci poddane operacji usunięcia migdałków podniebiennych, u 4 nastawiano złamania, ponadto wykonywano usunięcie wyrostka robaczkowego, orchidopeksję, tamponadę tylną z powodu krwotoku z nosa oraz wszczepienie zastawki komorowo-otrzewnowej. Były to więc typowe operacje o niewielkiej rozległości. Ostatnio opublikowane prace potwierdzają, że problem jest nadal aktualny [7, 13]. Czynnikiem sprzyjającym rozwinięciu zaburzeń jonowych jest hormonalna reakcja stresowa, w tym stymulacja uwalniania hormonu antydiuretycznego. Infuzja płynów efektywnie hipotonicznych prowadzi wówczas do zmniejszenia osmolalności osocza, przemieszczenia wody do wnętrza komórek oraz rozwoju ostrej hiponatremii skutkującej obrzękiem mózgu [11, 14].

Najczęstszym zaburzeniem stwierdzanym w przedstawionym badaniu była hiperglikemia. Przyjęto względnie wysokie progi dla stwierdzenia istotnej hiperglikemii; gdyby

przyjąć wartości bardziej restrykcyjne u jeszcze większego odsetka chorych stwierdzano by hiperglikemię. Nie jest do końca jasne, czy krótkotrwała hiperglikemia u dziecka zdrowego może mieć niekorzystne następstwa. Ze względów metodologicznych i etycznych trudno przeprowadzić badania mogące to wykazać, bądź obalić z całą pewnością. Ostatnie prace dotyczące dzieci poddawanych operacjom kardiochirurgicznym wydają się nie potwierdzać związku pomiędzy hiperglikemią i występowaniem powikłań [15–17]. Z kolei u dzieci po urazach mózgu obserwuje się zależność pomiędzy hiperglikemią i złym rokowaniem neurologicznym [18], choć stworzenie protokołu badań prospektywnych, który mógłby udowodnić taką zależność ponad wszelką wątpliwość, napotyka wiele trudności. Na modelu zwierzęcym wykazano groźne następstwa nawet krótkotrwałych epizodów hiperglikemii w koincydencji z hipoksją [19, 20]. Uważa się, że w warunkach niedoboru tlenu glukoza jest metabolizowana w procesie glikolizy beztlenowej do kwasu mlekowego, wskutek czego zmniejsza się wewnątrzkomórkowe pH, co może spowodować uszkodzenie, a nawet śmierć komórki. Szersze omówienie okołoperacyjnego stosowania roztworów glukozy można odnaleźć w artykule poglądowym autorki [21].

W badanej grupie 90 dzieci przed wprowadzeniem do znieczulenia stwierdzono jeden przypadek bezobjawowej hipoglikemii (46 mg dl^{-1}), mimo bardzo długiego, niezgodnego z obecnymi zaleceniami, postu przedoperacyjnego. Jest to zgodne z badaniami przeprowadzonymi w ostatnim 20-leciu przez innych autorów, którzy ryzyko hipoglikemii określili na 0–1% [22]. Obecnie problem ten można uznać za marginalny w związku ze skróconym okresem postu przedoperacyjnego i możliwością podaży płynów klarownych do dwóch godzin przed znieczuleniem [5].

Przedstawione badanie potwierdza dane z opisów przypadków i badań obserwacyjnych, że śródoperacyjne stosowanie płynów hipotonicznych może powodować hiperglikemią i hiponatremię, tym samym stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa chorego. Pożądane byłoby wprowadzenie na polski rynek dostępnych w niektórych krajach płynów izotonicznych zawierających małe stężenie glukozy, które są zalecane do stosowania śródoperacyjnego u dzieci [6], jakkolwiek wyniki przedstawionego badania i wielo-

letnie doświadczenia własne oraz światowe wskazują, że śródoperacyjne stosowanie płynów bez glukozy u dzieci bez czynników ryzyka hipoglikemii jest bezpieczne. W piśmiennictwie nie odnaleziono doniesień o powikłaniach związanych z hipoglikemią z powodu śródoperacyjnego stosowania płynów niezawierających glukozy u dzieci bez dodatkowych czynników ryzyka.

WNIOSKI

1. Rodzaj stosowanego płynu infuzyjnego w trakcie operacji ma znaczenie dla zachowania prawidłowego stężenia glukozy, sodu i osmolalności surowicy.
2. U wszystkich dzieci, którym przetaczano płyn pediatryczny wyrównawczy, stężenia glukozy i badanych elektrolitów mieściły się w bezpiecznych granicach. Ten rodzaj płynu można polecić jako płyn „z wyboru” do stosowania podczas operacji o niedużej rozległości u dzieci.
3. Infuzje roztworów efektywnie hipotonicznych mogą powodować istotną hiperglikemię oraz niekiedy hiponatremię, dlatego nie powinny być stosowane w trakcie operacji u dzieci.
4. Hiponatremia była najczęściej stwierdzanym zaburzeniem gospodarki wodno-elektrolitowej. Wystąpiła ona wyłącznie u dzieci, które otrzymały roztwory hipotoniczne zawierające glukozę, najczęściej wodny roztwór 5% glukozy.
5. Ryzyko hipoglikemii podczas postu przedoperacyjnego oraz operacji u zdrowego dziecka bez czynników ryzyka hipoglikemii wydaje się być znikome.

PODZIĘKOWANIA

1. Serdeczne podziękowania dla dr. n. med. Marcina Rawicza, mojego Szefa i Nauczyciela, który zainspirował mnie do wykonania tej pracy i służył pomocą na każdym jej etapie. Bez niego ta praca nie powstałaby. Chciałabym także podziękować Pani Profesor Ewie Mayzner-Zawadzkiej, za jej cenne uwagi w fazie powstawania pracy, jak również Pani dr hab. Bogumile Wołoszczuk-Gębickiej za zmobilizowanie mnie do jej ukończenia.
2. Praca nie była finansowana.
3. Autorka deklaruje brak konfliktu interesów.
4. Wstępne dane zostały zaprezentowane w wrześniu 2005 roku na kongresie FEAPA w Kolonii — praca nagrodzona jako 2 abstrakt zjazdu (opublikowany w *Paediatr Anaesth* 2005; 15: 799–800 doi: 10.1111/j.1460-9592.2005.01733.x).

Piśmiennictwo:

1. *Arieff AI, Ayus JC, Fraser CL*: Hyponatremia and death or permanent brain damage in healthy children. *BMJ* 1992; 304: 1218–1222.
2. *Choong K, Kho ME, Menon K et al.*: Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. *Arch Dis Child* 2006; 91: 828–835. doi:10.1136/adc.2005.088690

3. *Wang J, Xu E, Xiao Y*: Isotonic versus hypotonic maintenance IV fluids in hospitalized children: a meta-analysis. *Pediatrics* 2014; 133: 105–113. doi: 10.1542/peds.2013-2041.
4. *Cunliffe M, Craig J, Gildersleve C et al.*: APA Consensus guideline on perioperative fluid management in children, 2007 http://www.apagbi.org.uk/sites/default/files/Perioperative_Fluid_Management_2007.pdf
5. *Smith I, Kranke P, Murat I et al.*: Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 2011; 28: 556–569. doi: 10.1097/EJA.0b013e3283495ba1.
6. *Sumpelmann R, Becke K, Crean F*: European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol* 2011; 28: 637–639 doi: 10.1097/EJA.0b013e3283446bb8.
7. *Taskin U, Binay O, Binay C et al.*: Rapidly developing iatrogenic hyponatremia in a child following tonsillectomy. *Ear Nose Throat J* 2012; 91: 486–487.
8. *Way C, Dhamrait R, Wade AW, Aler I*: Perioperative fluid therapy in children: a survey of current prescribing practice. *Br J Anaesth* 2006; 97: 371–379.
9. *Snaith R., Peutrell J, Ellis D*: An audit of intravenous fluid prescribing and plasma glucose monitoring: a comparison with guidelines from National Patient Safety Agency. *Paediatr Anaesth* 2008; 18: 940–946. doi: 10.1111/j.1460-9592.2008.02698.x.
10. *Paut O, Remond C, Lagier P et al.*: Encéphalopathie hyponatémique sévère après chirurgie pédiatrique: analyse de sept cas cliniques et recommandations pour un traitement et une prévention efficaces. *Ann Franc D'Anesthésie et de Réanimation* 2000; 19: 467–473.
11. *Aronson D, Dragu RE, Nakhoul F et al.*: Hyponatremia as a complication of cardiac catheterization: a prospective study. *Am J Kidney Dis* 2002; 40: 940–946.
12. *Arieff A.*: Postoperative hyponatraemic encephalopathy following elective surgery in children. *Paediatr Anaesth* 1998; 8: 1–4.
13. *Auroy Y, Benhamou D, Péquignot F et al.*: Hyponatraemia-related death after paediatric surgery still exists in France. *Br J Anaesth* 2008; 101: 741. doi: 10.1093/bja/aen282.
14. *Hoorn EJ, Geary D, Robb M et al.*: Acute hyponatremia related to intravenous fluid administration in hospitalized children: an observational study. *Pediatrics* 2004; 113: 1279–1284.
15. *Huang XZ, Wang H, Xu HZ et al.*: Association between perioperative glucose levels and adverse outcomes in infants receiving open-heart surgery with cardiopulmonary bypass for congenital heart disease. *Anaesth Intensive Care* 2012; 40: 789–794.
16. *Song L, Fan D, Cun L et al.*: Effects of peri-operative glucose levels on adverse outcomes in infants receiving open-heart surgery for congenital heart disease with cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2011; 26: 133–139. doi: 10.1177/0267659110389843.
17. *DeCampi WM, Olsen MC, Munro HM et al.*: Perioperative hyperglycemia: effect on outcome after infant congenital heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2010; 89: 181–185. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.08.062.
18. *Smith RL, Lin JC, Adelson P*: Relationship between hyperglycemia and outcome in children with severe traumatic brain injury. *Paediatr Crit Care Med* 2012; 13: 85–91. doi: 10.1097/PCC.0b013e3182192c30.
19. *Lanier WL, Stangland KJ, Scheithauer BW et al.*: The effects of dextrose infusion and head position on neurologic outcome after complete cerebral ischemia in primates. Examination of a model. *Anesthesiology* 1987; 66: 39–48.
20. *Li PA, Kristian T, Shamloo M, Siesjo K*: Effects of preischemic hyperglycemia on brain damage incurred by rats subjected to 2.5 or 5 minutes of forebrain ischemia. *Stroke* 1996; 27: 1592–1601.
21. *Mierzewska-Schmidt M*: Zastosowanie roztworów glukozy w czasie anestezji i operacji u dzieci. *Anestezjol Intens Ter* 2001; 1: 35–40.
22. *Welborn LG, Hannallah RS, McGill WA et al.*: Glucose concentrations for routine intravenous infusion in pediatric outpatient surgery. *Anesthesiology* 1987; 67: 427–430.

Adres do korespondencji:

dr n. med. Magdalena Mierzewska-Schmidt
Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej WUM
ul. Marszałkowska 24, 00–576 Warszawa
e-mail: mcdosia@gmail.com

Otrzymano: 25.05.2014 r.

Zaakceptowano: 25.02.2015 r.