

# Erreurs à éviter dans l'hydratation périopératoire de l'enfant

**Olivier Paut, Thibault Gsell, Fabrice Ughetto,  
Olivia Charmensat**

*Service anesthésie réanimation pédiatrique, CHU Timone Enfants (Marseille)*

# Introduction

---

Les règles « classiques » de perfusion en pédiatrie sont tirées, depuis plus de 50 ans, des travaux de Holliday et Segar en 1957. Les recommandations qui en sont issues, connues sous le nom de règle des “4/2/1”, ont été largement utilisées en pédiatrie et sont encore souvent citées dans les traités les plus diffusés. Cependant, quelques publications récentes sont venues remettre en cause la sécurité de ces règles de perfusion, à la lumière de complications sévères qui ont été rapportées dans la littérature [1,2].

La perfusion a pour but de suppléer aux besoins hydroélectrolytiques : compensation des pertes liquidiennes, apports de base, maintien d'une perfusion tissulaire adéquate. Les pertes liquidiennes sont représentées par le jeûne, les pertes rénales, gastro-intestinales et cutanées, l'hémorragie et les pertes dans un 3ème espace. Ce dernier étant constitué essentiellement par des liquides extracellulaires dans les zones traumatisées ou opérées par exemple.

## 1. Les besoins hydriques de base chez l'enfant : rappel historique

---

La formule permettant d'évaluer les besoins de perfusion de base, dite règle des 4/2/1, est rappelée dans le [tableau 1](#). Pour satisfaire à ces besoins hydroélectrolytiques de base, des solutés très hypotoniques (0.2 % NaCl) ont été utilisés pendant des décennies et sont encore largement prescrits en pédiatrie, malgré les controverses et les mises en gardes récentes [3].

## **2. La perfusion : une prescription médicale individualisée**

---

Prescrire une perfusion, c'est répondre avant tout à 3: quelle est la quantité de sucre à apporter, quelle est la nature du soluté de perfusion et quel est le volume de perfusion à administrer ? La réponse à ces questions, n'est pas univoque et se base sur une réflexion qui fait de la perfusion une véritable prescription médicale, individualisée [2].

### **2.1. Quelle quantité de glucose à apporter ?**

#### **2.1.1. L'hyperglycémie**

L'hyperglycémie, de façon expérimentale, peut être délétère pour le cerveau [4]. Parmi les mécanismes évoqués figurent le métabolisme anaérobie du glucose, la production d'une acidose intracellulaire et d'ions H<sup>+</sup> qui sont neurotoxiques [4]. Des études cliniques ont montré que l'hyperglycémie est probablement moins délétère chez le nouveau-né par rapport à l'adulte. Mais le risque de l'hyperglycémie ne se limite pas au cerveau. Une diurèse osmotique peut entraîner une hypovolémie.

#### **2.1.2. Hypoglycémie**

L'hypoglycémie a 3 effets sur le système nerveux central : elle entraîne une réponse neuroendocrinienne marquée, une augmentation des débits sanguins régionaux (jusqu'à 300 % de la valeur de base) et une altération du métabolisme cérébral, à l'origine de certaines anomalies dont celles de l'équilibre acido-basique. Toutes ces modifications peuvent être symptomatiques et entraîner des lésions cérébrales permanentes, mais on considère que c'est l'hypoglycémie sévère et prolongée, qui est associée le plus souvent à des lésions neurologiques du cerveau immature [5], une hypoglycémie plus modérée pouvant être délétère si elle est associée à une hypoxie-ischémie cérébrale [5].

### **2.1.3. Incidence des anomalies glycémiques au cours de l'anesthésie**

L'incidence de l'hypoglycémie (seuil < 2.6 ou 2.8 mmol.l-1) à l'induction anesthésique est faible, entre 0 et 2.5 %, souvent en raison d'un jeûne prolongé [6].

### **2.1.4. L'utilisation de glucose en peropératoire : vers des solutés glucosés à 1 % voire moins**

Dans la population pédiatrique générale, plusieurs études ont montré qu'en utilisant une solution glucosée à 2 ou 2.5 %, la glycémie augmentait tout en restant à des niveaux acceptables (< 8.3 mmol.l-1) [6]. De même des solutés faiblement glucosés (RL G1 %) permettent également de prévenir l'hypoglycémie et sont associées avec des glycémies normales. Les enfants en nutrition parentérale totale sont à risque élevé de troubles de la glycémie peropératoire. Il est recommandé d'adapter les apports glucidiques avec un monitoring régulier de la glycémie peropératoire [7].

### **2.1.5. Apports glucidiques post-opératoires**

La réaction neuroendocrinienne ayant tendance à s'atténuer après la phase d'agression, l'augmentation des apports glucidiques est possible en postopératoire. Il n'existe pas actuellement de recommandation précise pour les apports de glucose dans la période postopératoire. Pour une durée de 24 à 48 heures, la perfusion d'un soluté glucosé à 2,5 ou 5 % est adéquate dans la plupart des cas [1]. La surveillance de la glycémie est indispensable afin d'adapter les apports de glucose, en particulier en cas d'hypoglycémie et de cétose. L'augmentation de la production endogène de glucose permet de maintenir une glycémie normale sans favoriser le catabolisme pendant plusieurs heures. Le contrôle glycémique strict n'a pas réellement trouvé sa place en réanimation pédiatrique, et un objectif glycémique compris 7,7-10 mmol/l semble raisonnable.

## **2.2. Quelle teneur en sodium de la solution ?**

La sécurité de la pratique de la perfusion a été remise en question ces dix dernières années devant la publication de nombreux cas d'encéphalopathies hyponatrémiques sévères chez des enfants recevant des solutés hypotoniques.

### **2.2.1. Les risques de l'hyponatrémie : l'encéphalopathie hyponatrémique**

Les enfants représentent une catégorie à risque de développer une encéphalopathie hyponatrémique, la survenue des symptômes cliniques d'hyponatrémie se produisant à des  $(Na^+)$  moyennes plus hautes chez l'enfant (120 mmol.l<sup>-1</sup>) par rapport à l'adulte (111 mmol.l<sup>-1</sup>) [8].

### **2.2.2. Les conditions nécessaires à la création d'une hyponatrémie**

L'hyponatrémie peut être la conséquence d'un déficit en sodium ou d'un excès d'eau, cette dernière étant la cause la plus fréquente. Pour créer un bilan positif d'eau, les apports liquidiens doivent être supérieurs aux sorties. La première source d'eau libre chez l'enfant hospitalisé est la perfusion de solutés hypotoniques. Elle est souvent associée à une diminution de l'élimination d'eau libre du fait de la présence d'hormone antidiurétique (ADH), dont la sécrétion est appropriée (hypovolémie ou hypertonicité) ou non (stimuli non-osmotiques).

#### ***2.2.2.1. Le syndrome de sécrétion inappropriée d'hormone antidiurétique (SIADH)***

Le SIADH est secondaire à une sécrétion d'ADH élevée en l'absence d'hypovolémie ou d'hypertonicité plasmatique, ou bien à une sensibilité anormalement élevée du tubule rénal distal et collecteur à l'ADH. Il se caractérise par une hyponatrémie et une oligurie, alors que l'état hémodynamique est normal. Le SIADH postopératoire survient souvent lors de la chirurgie cardiaque, de la scoliose ou la neurochirurgie [6]. L'incidence du SIADH après chirurgie de scoliose se situe entre 21 et 33 %. L'incapacité du rein à diluer les urines initialement se corrige en 2 à 3 jours habituellement. Le SIADH peut se rencontrer après chirurgie mineure [8].

### ***2.2.2.2. La période périopératoire est à risque de développement d'une hyponatrémie***

Dans cette période, la sécrétion d'ADH est imprévisible. Elle doit être considérée comme élevée chez tous les enfants, qu'elle soit appropriée ou pas. De nombreux facteurs peuvent contribuer à une sécrétion non-osmotique d'ADH. Un jeûne prolongé peut s'accompagner d'hypovolémie, la chirurgie mineure peut être associée à une réponse hormonale au stress. La douleur, le stress, l'anxiété, les nausées et vomissements, la morphine sont autant de facteurs de sécrétion de l'ADH qui se retrouvent dans la période postopératoire de la chirurgie réglée [8].

### **2.2.3 Hyponatrémie de dilution et perfusion de solutés de perfusion hypotoniques : une association non fortuite**

La publication de petites séries d'enfants ayant présenté dans la période périopératoire des encéphalopathies hyponatrémiques a permis de poser la question de la sécurité des solutés hypotoniques en pédiatrie [6,8]. Bien que potentiellement dangereuse, l'utilisation des solutés hypotoniques dans la période périopératoire est encore de pratique courante. Plusieurs études récentes sont venues conforter ces données. Dans une étude prospective, randomisée, Yung et col ont comparé l'évolution de la natrémie chez des patients perfusés avec des solutés hypotoniques ou isotoniques, avec un volume standard ou une restriction modérée, correspondant à 2/3 des besoins de base [9]. La baisse de la natrémie était significativement influencée par la nature du soluté, mais pas le volume perfusé. La baisse de la natrémie était plus importante chez les malades chirurgicaux [9]. Dans une étude récente chez 81 enfants hospitalisés dans la période postopératoire, normonatrémiqes à l'admission en réanimation et perfusés avec un soluté hypotonique selon un protocole « standard », l'incidence de l'hyponatrémie était de 21 % à la 12ème heure et de 31 % à la 24ème heure [10]. Enfin, une autre étude prospective, en double aveugle, de haut niveau de preuve, 258 enfants ont été randomisés dans la période postopératoire pour recevoir soit du NaCl 0,9 %-G5 % (isotonique) soit du NaCl 0,45 %-G5 % (hypotonique) [11]. Le volume perfusé se situait en moyenne entre 91 et 86 % des recommandations classiques selon la règle des « 4-2-1 ». L'incidence de l'hyponatrémie, critère de jugement principal sur lequel était calculé l'effectif étudié, était significativement plus élevé dans le groupe

recevant un soluté hypotonique par rapport au groupe isotonique, (40,8 % vs 22,7 %, RR 1,82 (95 % IC : 1,21-2,74). L'incidence des hypernatrémies n'était pas différente entre les groupes (3 %) [11]. Ainsi, la littérature récente fournit des arguments forts pour valider le risque élevé d'hyponatrémie associé avec la perfusion de solutés hypotoniques, y compris chez l'enfant en chirurgie mineure. Il est de même notable de constater que la marge de sécurité des solutés isotoniques est très nettement supérieure, en cas d'administration accidentelle, par rapport à celle des solutés hypotoniques.

### **2.3. Quel volume de perfusion administrer ?**

Alors qu'il existe toujours un débat dans la littérature sur la nature du soluté de perfusion idéal chez l'enfant, à la fois en pédiatrie générale et en postopératoire, tous les praticiens s'accordent pour dire qu'il est indispensable que la thérapeutique liquidienne soit individualisée et que la surveillance de (Na<sup>+</sup>) est indispensable chez l'enfant perfusé. Il y a aussi une tendance forte à limiter le volume des apports de base à 50-66 % du volume recommandé par la règle des 4/2/1 au cours des 24 premières heures. Si de nombreuses études récentes valident l'hypothèse d'une meilleure sécurité des solutés isotoniques, celle d'une meilleure sécurité de la restriction hydrique modérée devra être validée par des essais ayant un bon niveau de preuve. Les solutés très hypotoniques tels que le NaCl 0,18 %-G4 % (proche du B27) ont fait l'objet d'une recommandation de retrait des stocks par l'agence Nationale Britannique de la sécurité sanitaire (NHS) en 2007 [1].

## **3. Quelles sont les pratiques actuelles ?**

---

Quatre enquêtes récentes soulignent qu'il existe un hiatus important entre les recommandations actuelles et les pratiques et que des actions d'information, d'enseignement sont nécessaires pour sécuriser la prescription d'une perfusion en pédiatrie [12].

## 4. Comment améliorer la sécurité de la perfusion ?

Les recommandations actuelles des experts Britanniques pour améliorer la sécurité de la perfusion de l'enfant sont représentées dans la [figure 1](#) [1]. Dans tous les cas, une surveillance quotidienne du bilan hydrique et du ionogramme sanguin est nécessaire. L'évaluation de tout déficit liquidien, la compensation des pertes en cours et la correction d'une hypovolémie sont nécessaires. Le volume de perfusion préconisé est calculé selon la règle des 4/2/1 et les auteurs considèrent qu'un soluté du type NaCl 0,45 %-G2,5 % voire glucosé à 5 % est adapté à de nombreuses situations. Mais il est aussi précisé que les enfants qui présentent certaines pathologies fréquemment à l'origine d'une hospitalisation en réanimation (postopératoire par exemple), ceux qui sont hypovolémiques, hypotendus, ou hyponatrémiques doivent être perfusés avec des solutés isotoniques. Les enfants qui ont un risque accru de sécrétion d'ADH doivent faire l'objet d'une restriction du volume de perfusion à 2/3 des apports de base théoriques. Enfin, quand la kaliémie est connue et que la fonction rénale est normale, du potassium doit être ajouté à la perfusion 1. Ces recommandations reflètent bien les connaissances actuelles du sujet 7. La sécurité de la perfusion est enfin améliorée en utilisant du matériel adapté à l'enfant d'une part et par le nécessaire questionnement régulier de l'indication de la perfusion. Des efforts notables doivent encore être faits au niveau de l'industrie afin de proposer des solutés prêts à l'emploi qui répondent à un cahier des charges international comme l'a souligné récemment une conférence d'experts Européenne [13].

## Conclusions

---

La période postopératoire est une période à risque de sécrétion non-osmotique d'ADH qui réduit significativement l'aptitude du rein à excréter de l'eau libre. Dans ce contexte, la perfusion de solutés hypotoniques à un débit horaire « classique » représente un risque de développement d'une hyponatrémie.

L'utilisation de la règle des 4/2/1 dans la période postopératoire entraîne souvent une surestimation du volume de perfusion nécessaire, puisque la diurèse est souvent basse dans ce contexte. La façon la plus appropriée de diminuer les apports d'eau libre pour prévenir l'hyponatrémie postopératoire, au regard de la littérature, est la prescription de solutés isotoniques dans des volumes plus restreints, si l'état hémodynamique et d'hydratation le permet, que ceux qui ont été enseignés par le passé. Ainsi, la sécurité de la perfusion péri-opératoire de l'enfant sera améliorée.

## Bibliographie

---

- [1] NHS. Patient safety alert 22: Reducing the risk of hyponatraemia when administering infusions to children: NHS, 2007.
- [2] Paut O, Gsell T, Charmensat O, Ughetto F, Blanc F. Apports hydroélectrolytiques périopératoires chez l'enfant. In: Paut O, Orliaguet G, editors. Réanimation Pédiatrique. Paris: Springer, 2013:339-58.
- [3] Moritz ML, Ayus JC. New aspects in the pathogenesis, prevention, and treatment of hyponatremic encephalopathy in children. *Pediatr Nephrol* 2010;25(7):1225-38.
- [4] Wass CT, Lanier WL. Glucose modulation of ischemic brain injury: review and clinical recommendations. *Mayo Clin Proc* 1996;71(8):801-12.
- [5] Inder T. How low can I go? The impact of hypoglycemia on the immature brain. *Pediatrics* 2008;122(2):440-1.
- [6] Paut O, Lacroix F. Recent developments in the perioperative fluid management for the paediatric patient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006;19(3):268-77.
- [7] Bailey AG, McNaull PP, Jooste E, Tuchman JB. Perioperative crystalloid and colloid fluid management in children: where are we and how did we get here? *Anesth Analg* 2010;110(2):375-90.
- [8] Moritz ML, Ayus JC. Preventing neurological complications from dysnatremias in children. *Pediatr Nephrol* 2005;20(12):1687-700.
- [9] Yung M, Keeley S. Randomised controlled trial of intravenous maintenance fluids. *J Paediatr Child Health* 2009;45(1-2):9-14.
- [10] Eulmesekian PG, Perez A, Mincses PG, Bohn D. Hospital-acquired hyponatremia in postoperative pediatric patients: prospective observational study. *Pediatr Crit Care Med* 2010;11(4):479-83.
- [11] Choong K, Arora S, Cheng J, Farrokhyar F, Reddy D, Thabane L, et al. Hypotonic versus isotonic maintenance fluids after surgery for children: a randomized controlled trial. *Pediatrics* 2011;128(5):857-66.
- [12] Snaith R, Peutrell J, Ellis D. An audit of intravenous fluid prescribing and plasma electrolyte monitoring; a comparison with guidelines from the National Patient Safety Agency. *Paediatr Anaesth* 2008;18(10):940-6.
- [13] Sumpelmann R, Becke K, Crean P, Johr M, Lonnqvist PA, Strauss JM, et al. European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28(9):637-9.

**Tableau I**

*Volume de perfusion nécessaire pour satisfaire aux besoins de base*

<b>Auteur, année</b>	<b>Besoins liquidiens journaliers</b>	<b>Besoins liquidiens horaires</b>
Holliday M, Segar W, 1957	3-10 kg: 100 ml/kg 10-20 kg: 1000 ml + 50 ml/kg for each kg from 11-20 >20 kg: 1500 ml + 20 ml/kg for each kg from > 20	4 ml/kg/h 40 ml/h + 2 ml/kg/h for each kg from 11-20 60 ml/h + 1 ml/kg/h* for each kg from > 20
Oh T, 1980		3-10 kg: 4 ml/kg 10-20 kg: 20 ml + weight (kg) x 2 ml >20 kg: 40 ml + weight (kg)
Adelman R, 2000	1500 ml/m <sup>2</sup> *	

\*Surface corporelle: racine carrée de [poids (kg) x ht (cm)] / 3600

[Retour au texte](#)

# Guide de perfusion de l'enfant (de la NHS)

Enfants âgés de 1 mois à 16 ans, antérieurement en bonne santé à l'exclusion de l'insuffisance rénale, cardiaque, acidocétose et brûlés.

L'hyponatrémie est une complication qui peut se produire dans tous les protocoles

En cas de choc perfuser 20 mL/kg de NaCl 0,9 %  
(10 mL/kg si trauma)  
A répéter si nécessaire et appeler el sénior immédiatement

L'hyponatrémie symptomatique est une URGENCE MEDICALE

Ionogramme sanguin

Correction de tout déficit liquidien et remplacement des pertes en cours

## Déficit liquidien

Estimer tout déficit et compenser avec NaCl 0,9 %-G5 % ou NaCl 0,9 % sur 24 h minimum

## Pertes liquidiennees en cours

Réévaluation toutes les 4 h. Le soluté de remplacement doit être le reflet de la composition des pertes. NaCl 0,9 % approprié dans la plupart des cas

Ceux qui nécessitent une perfusion de base et le remplacement de pertes en cours doivent recevoir un seul soluté sous la forme de NaCl 0,9 % ou NaCl 0,9 %-G5 %

## Surveillance

- Ionogramme sanguin avant la perfusion, sauf pour la majorité des cas de chirurgie réglée.
- Surveillance de la glycémie si solutions sans glucose.
- Ionogramme sanguin tous les jours pendant la durée de perfusion. En cas d'anomalie, contrôle éventuel à 4 à 6 heures, certain si  $(Na^+ < 130 \text{ mmol/L})$
- Ionogramme sanguin si des signes cliniques évoquant l'hyponatrémie se développent : nausées, vomissements, céphalées, irritabilité, troubles de la conscience, convulsions, apnées.
- Quand c'est possible, peser les enfants avant le début du traitement et les peser chaque jour.
- Documenter un bilan entrées-sorties tous les jours. Mesurer la diurèse. L'oligurie peut être due à un volume de perfusion trop faible, une insuffisance rénale, une obstruction, l'effet de l'ADH.

## Perfusion de base – type de liquide

La majorité des enfants peut recevoir en toute sécurité du NaCl 0,45 % G5 % ou G2,5 % - bien qu'il y ait peut de preuves pour choisir la concentration de glucose.

Dans quelques circonstances, les enfants devraient recevoir des solutés isotoniques comme le NaCl 0,9 %-G5 %, du NaCl 0,9 % du RL. Le choix de la solution devrait être adapté aux besoins du patient.

Les circonstances :

- Natrémie  $< 135 \text{ mmol/L}$
- Hypovolémie
- Péri et postopératoires
- Hypotension
- Infections du SNC
- Traumatisme crânien
- Bronchiolites
- Pertes gastriques ou diarrhée
- Perte de sel et pathologies chroniques comme le diabète, la mucoviscidose, les déficits hypophysaires et ceux qui nécessitent le remplacement de pertes en cours.

Les enfants avec une natrémie  $> 160 \text{ mmol/L}$  devraient recevoir des solutés isotoniques pour réduire le risque neurologique associé à une baisse rapide de  $(Na^+)$ .

## Volume liquidien

- $< 10 \text{ kg}$  : 100 mL/kg/j
- 10 – 20 kg : 1000 mL + 50 mL/kg/j par kg supplémentaire entre 10 et 20 kg
- $> 20 \text{ kg}$  : 1500 mL + 20 mL/kg/j pour chaque kg au-dessus de 20 kg
- maximum 2500 mL/j pour un garçon et 2000 mL/j pour une fille
- Ajouter du KCl, jusqu'à 40 mmol/L dès que la kaliémie est connue
- Certains enfants ayant une sécrétion accrue d'ADH doivent bénéficier d'une restriction hydrique correspondant à 2/3 des apports recommandés.