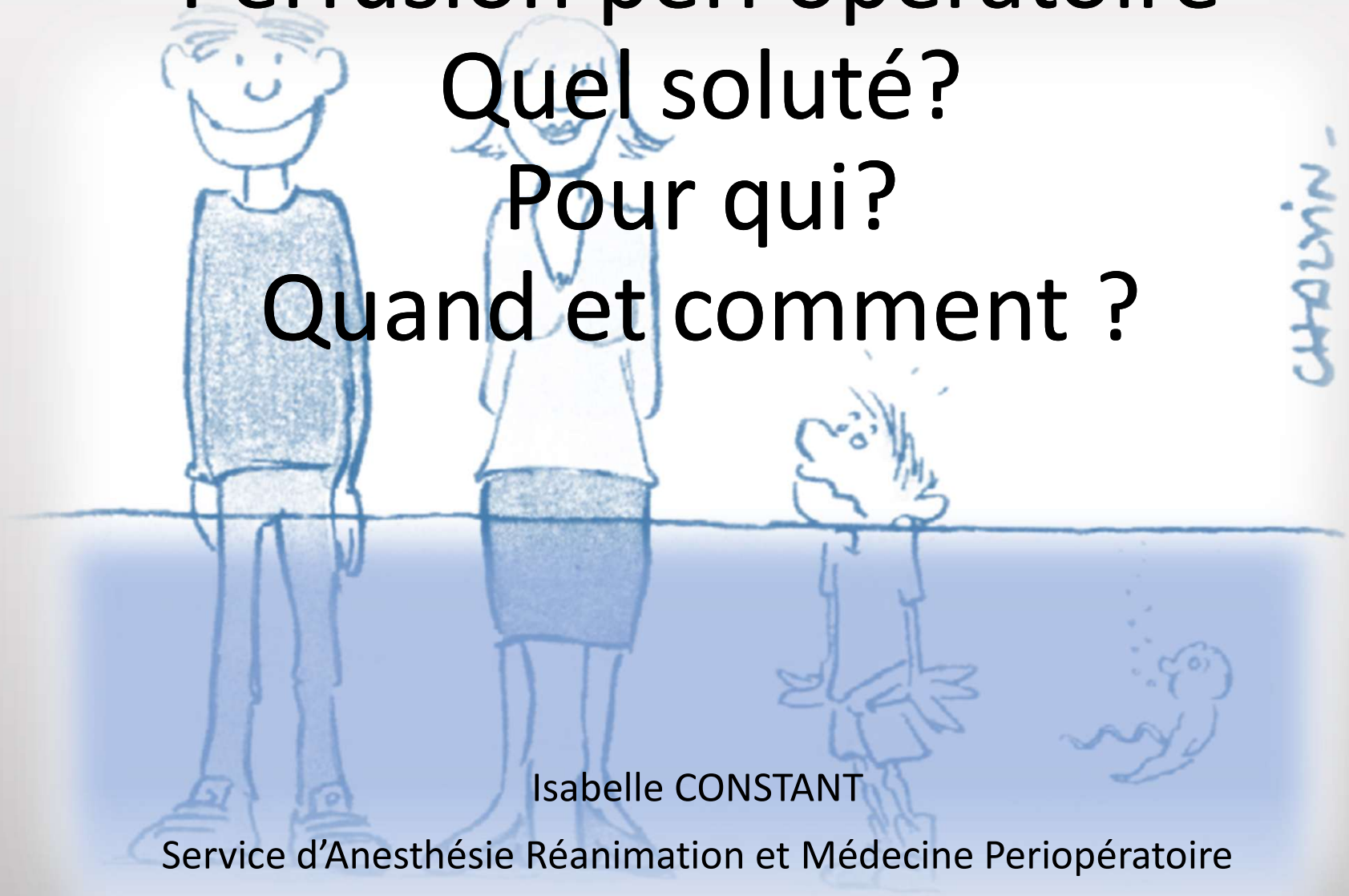
Perfusion péri opératoire
Quel soluté?
Pour qui?
Quand et comment ?

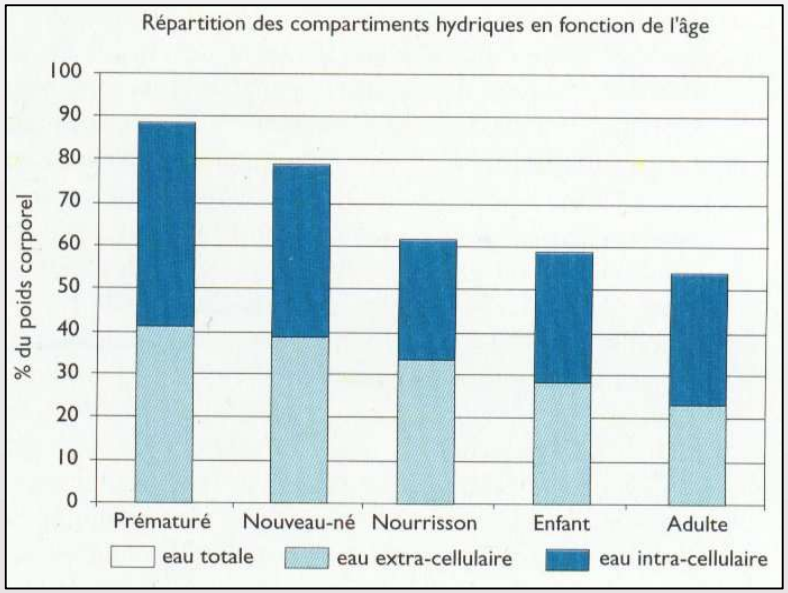


Isabelle CONSTANT

Service d'Anesthésie Réanimation et Médecine Periopératoire

Hôpital Armand Trousseau, DMU DREAM, Sorbonne Université, APHP, Paris.

Rappel physiologiques pédiatriques



- Secteurs hydriques différents
  - Plus d'eau globalement
  - Plus d'eau ds le secteur extra cellulaire
- Métabolisme de base augmenté (croissance)
- Déperdition hydriques majorées

➢ *Turnover* des fluides augmenté

- Fonction rénale immature

  concentration altérée

  seuil de réabsorption glucose abaissé
- Adaptation cardiaque limitée

➢ Mauvaise tolérance des variations de conditions de charge

Un nourrisson de 5 kg, ingère 720 ml par jour (144 ml/kg/j)
= 36 % de son SEC (40%=2000 ml)

Un adulte de 70 kg, ingère 2 500 ml par jour
= 15 % de son SEC (25%=17500 ml)

➔ Grande vulnérabilité du nouveau-né et du nourrisson face à la déshydratation



Besoins métaboliques de base

Holliday et Segar, 1957 ré-actualisé en 1995

Calculés chez des enfants hospitalisés au repos

100 kcal/kg/j chez les nourrissons <10 kg | 4

1000 kcal + 50 kcal/kg/j par kg 10 ⇔20 kg | 2

1500 kcal + 20 kcal/kg/j par kg >20 kg | 1

Augmentés par l'activité, la baisse de la température ambiante
Diminués par la baisse de la température centrale

Le métabolisme de 100 calories est associé à une déperdition hydrique de 100 ml

Règle des 4-2-1

4 ml/kg/h	poids < 10kg
+ 2 ml/kg/h	poids 10-20kg
+ 1 ml/kg/h	poids > 20 kg

Besoins horaires d'un enfant de 25 kg

4x10 + 2x10 + 5x1 = 65 ml/h

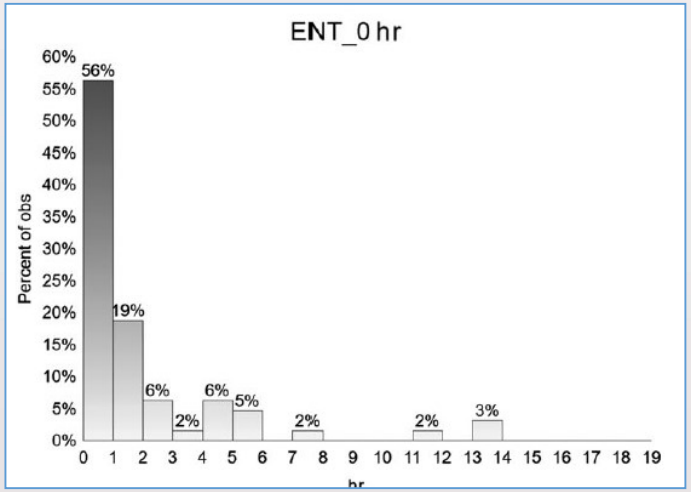
Les buts de la perfusion peropératoire

Maintenir un état physiologique de base malgré des variations induites (jeune, 3ème secteur, chirurgie)

- ✓Volume extra cellulaire normal
- ✓Volume intravasculaire normal
- ✓Perfusion tissulaire normale
- ✓Électrolytes normaux
- ✓Statut acide-base normal

Le point sur les règles de jeune

Solides	lait	liquides clairs
6	4	2
6	4	0
6	4	1



After transitioning to the 6-4-0 fasting regimen (n = 64), median duration of fasting for clear fluids decreased to 1.0 h, and the incidence of fasting more than 6 h decreased to 6.3%.

RESEARCH REPORT

WILEY Pediatric Anesthesia

Introducing the 6-4-0 fasting regimen and the incidence of prolonged preoperative fasting in children

Hanna Andersson[1] | Per M. Hellström[2] | Peter Frykholm[1]

SPECIAL INTEREST ARTICLE

WILEY Pediatric Anesthesia

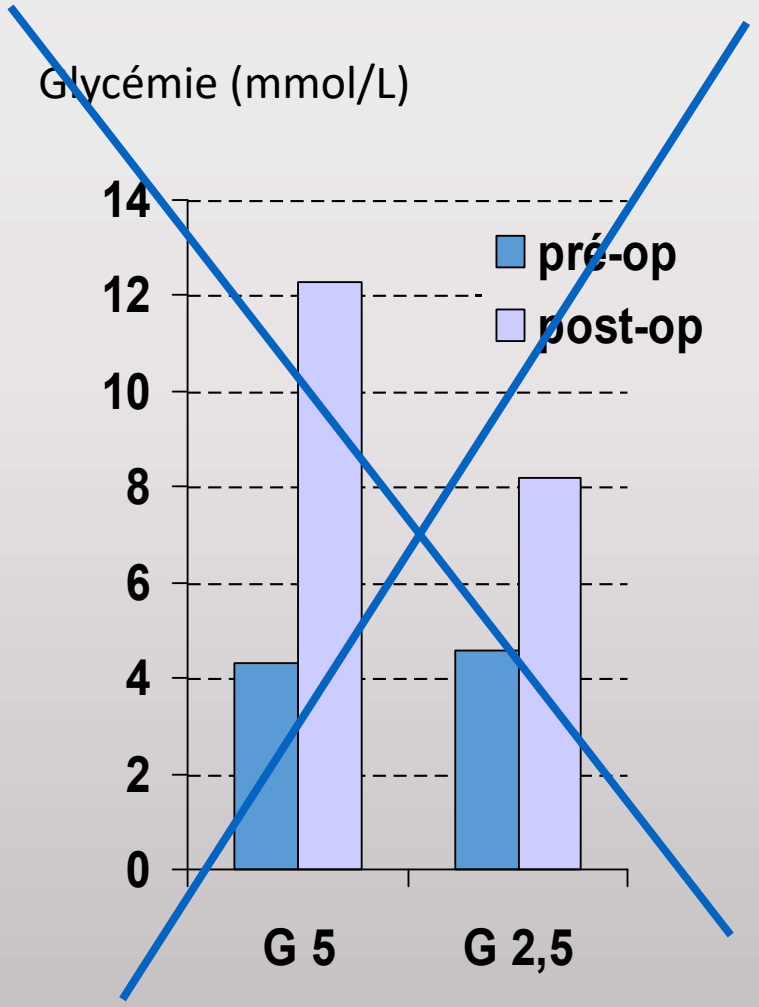
Consensus statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anesthesia

Mark Thomas[1] | Christa Morrison[1] | Richard Newton[2] | Ehrenfried Schindler[3]

Peu ou pas de compensation de jeune … en théorie

En pratique à vérifier et à compenser : apports de base x heures de jeune

Quel soluté de perfusion per-opératoire?



Bannir les solutés G>2%

- Les années 1990….le G5
- Risque d ’hypoglycémie rare sauf chez le nouveau-né
- Risque d’hyperglycémie ➔ diurèse osmotique, majoration des lésions d ’ischémie cérébrale ou médullaire.

Hongnat. Paediatr Anaesth 1991

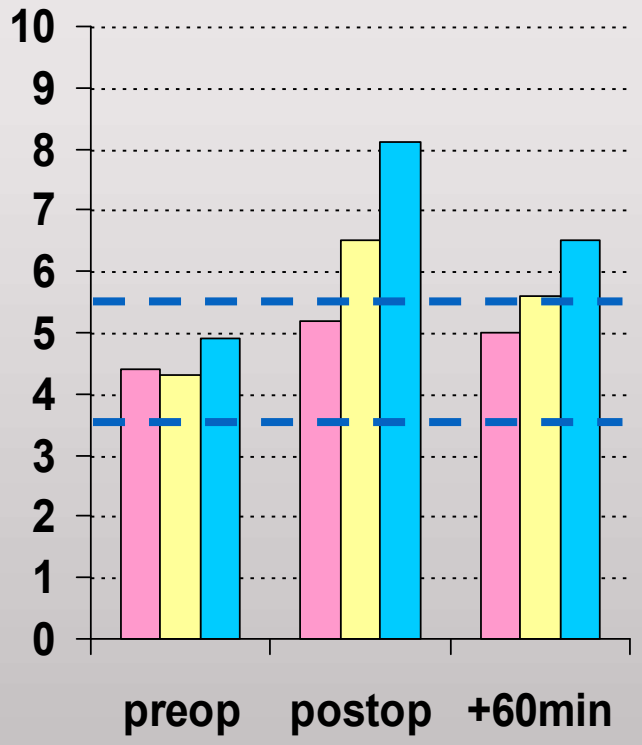
Quel soluté ?

enfants 1-10 ans, ASA 1, chirurgie mineure

RL : Ringer lactate (B21)

RL G1 : Ringer lactate 1% glucose

G 2.5 : ½ RL ½ G5 (B63)



Glycémie mmol/l

Un soluté faiblement glucosé…

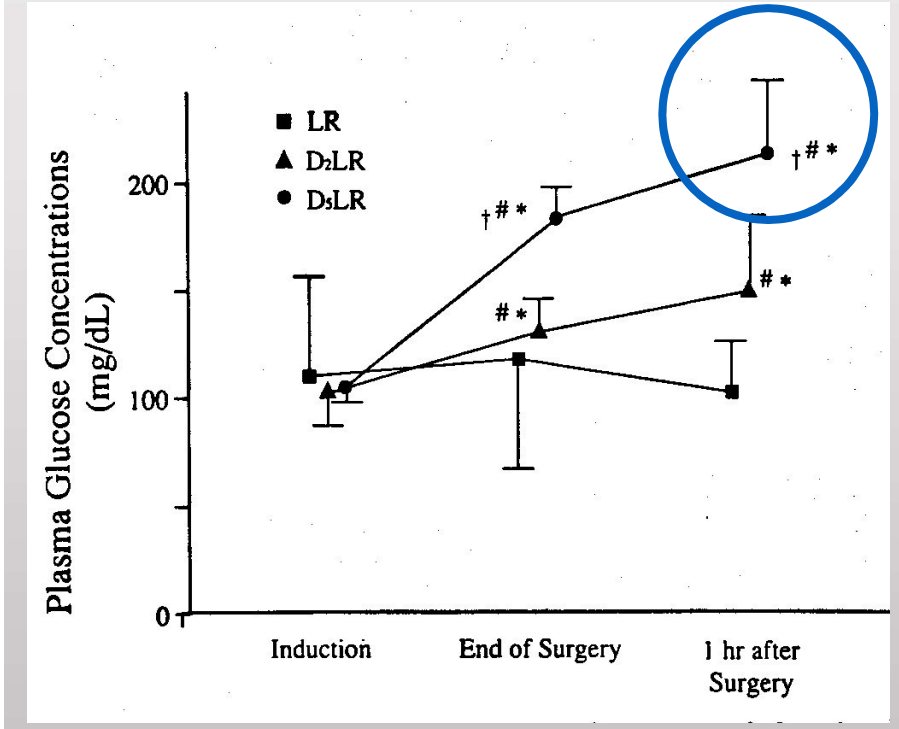
Dubois. Paediatr Anaesth 1992

Effects of exogenous intravenous glucose on plasma glucose and lipid homeostasis in anesthetized infants

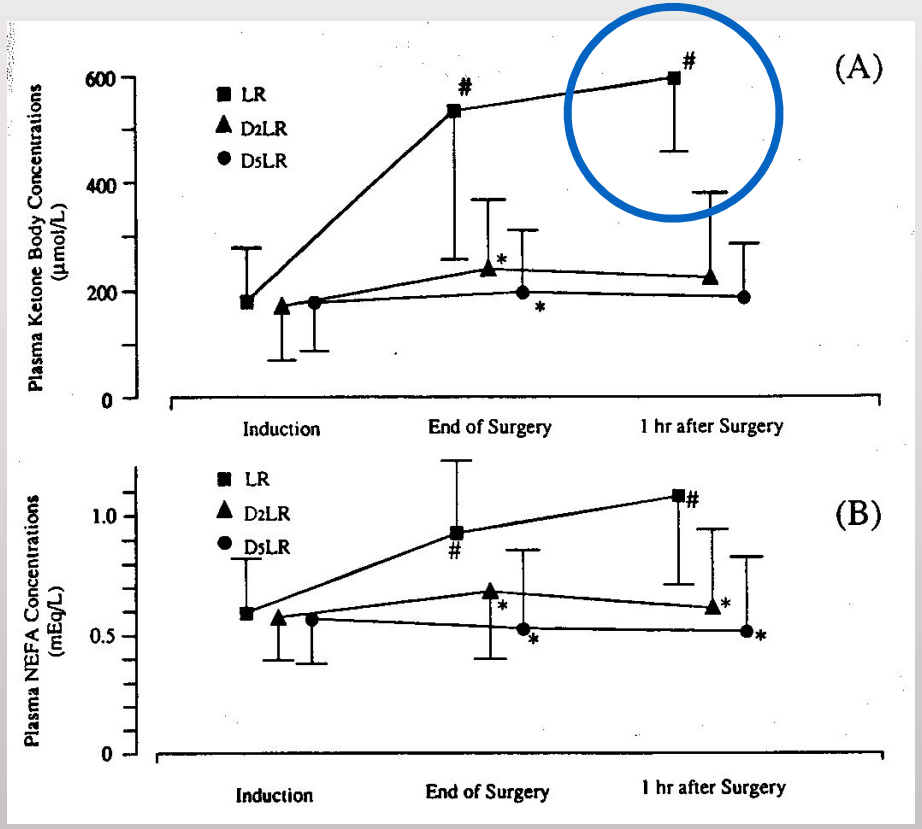
(Nishina, Anesthesiology 1995)

60 ASA1 infants (1-11mo), minor surgery

LR, LR+2% Dextrose, LR+5% Dextrose ➔ 6ml/kg/H



Hyperglycemia in D5LR group



Lipid mobilization in LR group

Intraoperative fluid and glucose management in children

Leelanukrom, Paediatr Anaesth 2000

Apports glucidiques peropératoires minimum permettant d'éviter l'hypoglycémie et l'hyperglycémie

De préférence 0.12 g/kg/h

Au maximum 0.3 g/kg/h

La réponse hyperglycémique peropératoire est diminuée par :

- **l'anesthésie locorégionale Rachi > peri > ALR, ALR + AG > AG**
- **le mauvais état nutritionnel**
- **Les bêta-bloquants**

L'administration de glucose est contre-indiquée :

- **en cas de transfusion massive,**
- **pendant la CEC**

pré CEC : 0.15g/kg/h ***(Aouifi, J Cardioth Vasc Anaest 1997)***

Apports glucidiques peropératoires minimum permettant d'éviter l'hypoglycémie et l'hyperglycémie

De préférence 0.12 g/kg/h

Au maximum 0.3 g/kg/h

0,12 g/kg/h	G1%	12 ml/kg/h
	G5%	2,4 ml/kg/h
0,2 mg/kg	G1%	22 ml/kg/h
	G5%	4 ml/kg/h
0,3 g/kg/h	G1%	30 ml/kg/h
	G5%	6 ml/kg/h

Quel soluté ?

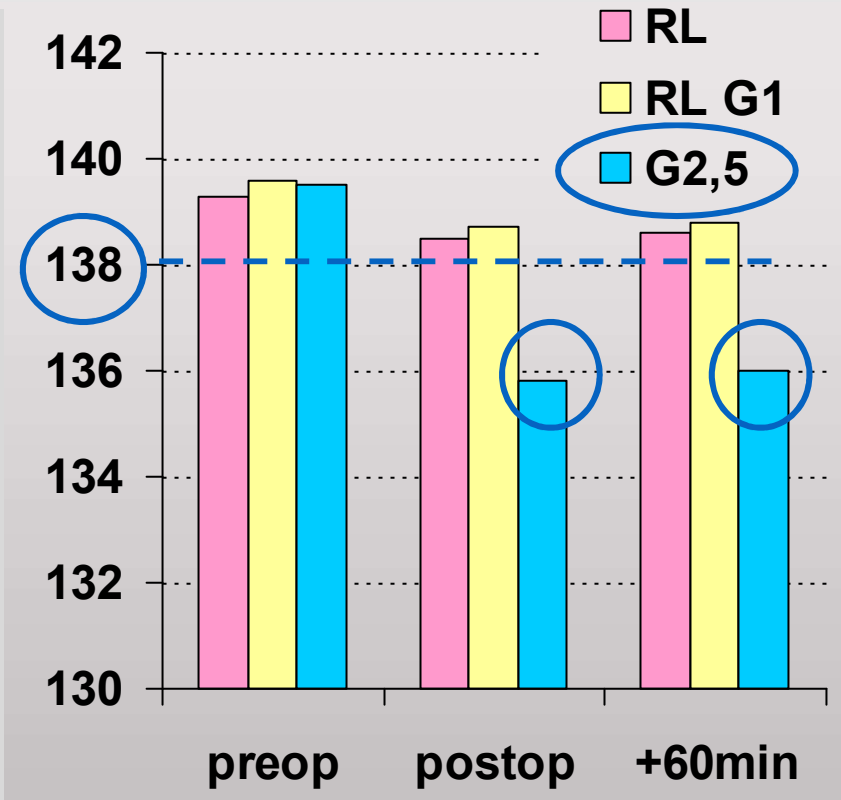
enfants 1-10 ans, ASA 1, chirurgie mineure

RL : Ringer lactate (B21)

RL G1 : Ringer lactate 1% glucose

G 2.5 : ½ RL ½ G5 (B63)

Un soluté isotonique en sel ou presque …



Dubois. Paediatr Anaesth 1992

Pediatric Anesthesia

Pediatric Anesthesia ISSN 1155-5645

ORIGINAL ARTICLE

A novel balanced isotonic sodium solution vs normal saline during major surgery in children up to 36 months: a multicenter RCT

Nicola Disma[1], Leila Mameli[1], Angela Pistorio[2], Andrew Davidson[3], Paola Barabino[4], Bruno Guido Locatelli[5], Valter Sonzogni[5] & Giovanni Montobbio[1]

Etude randomisée ouverte comparant 2 solutés G1% isotonique en sel: un soluté balancé vs soluté salé, chez des jeunes enfant de 1 à 36 mois, en chirurgie majeure.
Électrolytes (Na et Cl), fonction rénale et hypoglycémie

	Sterofundin	Saline	Lactated Ringer	Polyionique B66
without glucose (mOsm·l^{-1})				

Conclusions: Sterofundin is safer than normal saline in protecting young children undergoing major surgery against the risk of increasing plasma chlorides and the subsequent metabolic acidosis. But not perfect…

Table 3 Comparison of Δ electrolytes, osmolarity, acid-base between Sterofundin with 1% glucose or normal saline with 1% glucose [*N* = 229]

	Sterofundin		Saline		
	N	Median (1st–3rd quartile)	*N*	Median (1st–3rd quartile)	*P*
Δ Cl^- [*N* = 228]	114	2 (1; 4)	114	4 (2; 6)	0.0001***
Δ Mg^{++}	114	−0.03 (−0.12; 0.06)	115	−0.15 (−0.27; −0.07)	<0.0001***
Δ Na^+	114	0.5 (−1; 2)	115	0.8 (−0.65; 2)	0.72
Δ Ca^{++} [*N* = 228]	114	−0.07 (−0.3; −0.02)	114	−0.12 (−0.34; −0.01)	0.46
Δ pH	114	−0.004 (−0.05; 0.06)	115	−0.02 (−0.08; 0.03)	0.08
Δ Osm	114	3 (0; 5)	115	3 (1; 5.5)	0.61
Δ BE [*N* = 203]	99	−0.95 (−2.1; 0.6)	104	−1.7 (−3.5; −0.4)	0.019*
Δ Lactate [*N* = 203]	99	0 (−0.32; 0.25)	104	0 (−0.33; 0.33)	0.96

P values refer to the Mann–Whitney *U*-test, with ***as high statistically significant, and *as statistically significant.

facteurs de risque d'hyperchlorémie : volume de perfusion >46ml/kg, Age <10 mois
Par ailleurs , 2 enfants ont présenté une hypoglycémie

Odor et al. Perioperative Medicine (2018) 7:27
https://doi.org/10.1186/s13741-018-0108-5

Perioperative Medicine

REVIEW Open Access

Perioperative administration of buffered versus non-buffered crystalloid intravenous fluid to improve outcomes following adult surgical procedures: a Cochrane systematic review

Peter M. Odor[1*], Sohail Bampoe[2], Ahilanandan Dushianthan[3], Elliott Bennett-Guerrero[4], Suzie Cro[5], Tong J. Gan[4], Michael P. W. Grocott[6], Michael F. M. James[7], Michael G. Mythen[1], Catherine M. N. O'Malley[8], Anthony M. Roche[9], Kathy Rowan[10] and Edward Burdett[11]

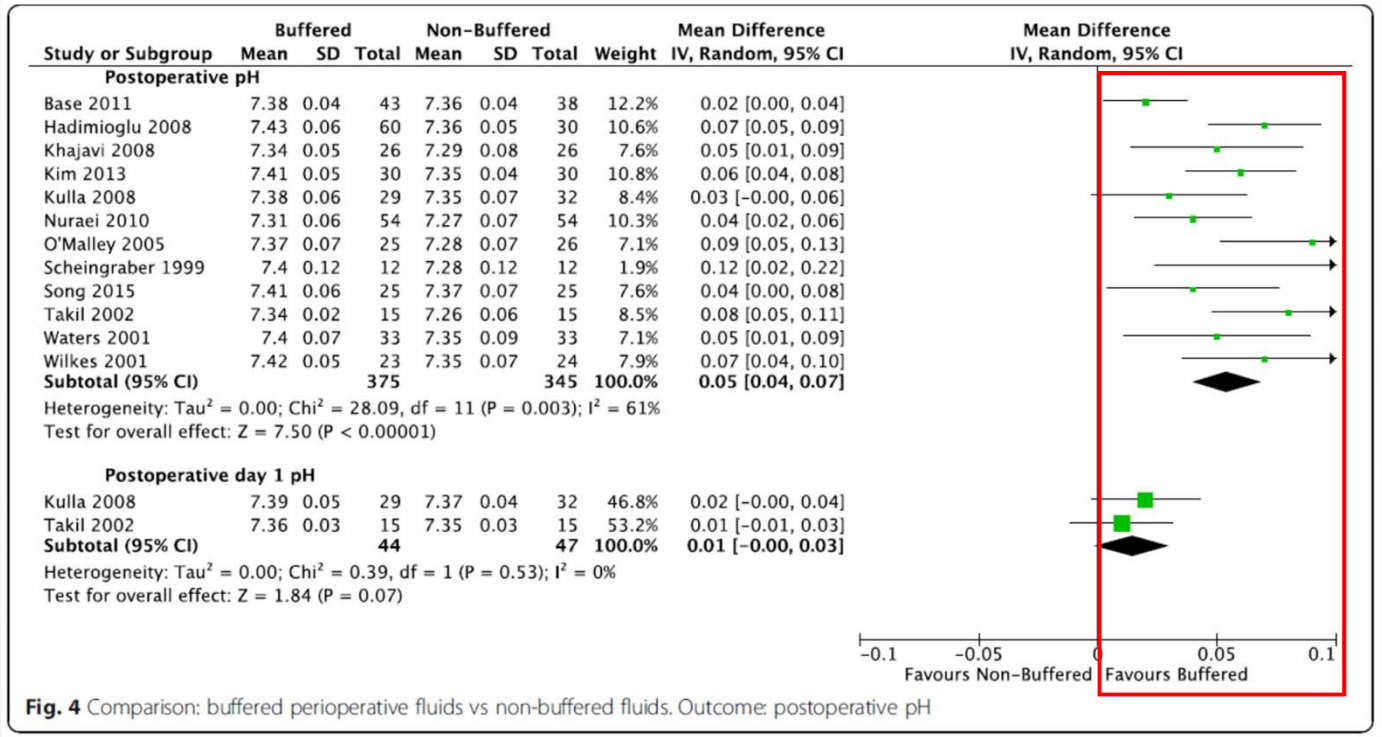


Fig. 4 Comparison: buffered perioperative fluids vs non-buffered fluids. Outcome: postoperative pH

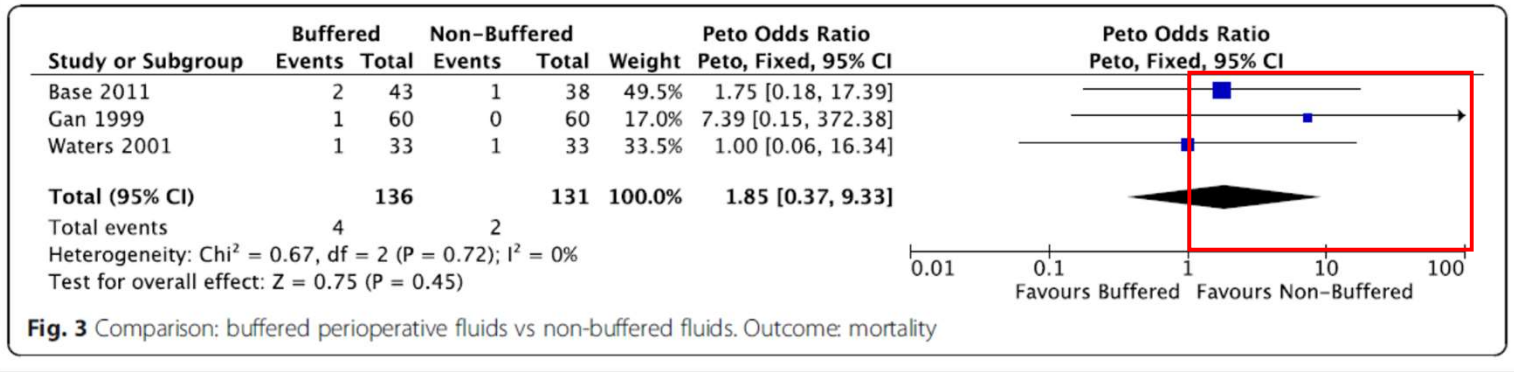


Fig. 3 Comparison: buffered perioperative fluids vs non-buffered fluids. Outcome: mortality

BJA

British Journal of Anaesthesia, 120 (2): 274–283 (2018)
doi: 10.1016/j.bja.2017.11.088
Advance Access Publication Date: 2 December 2017
Clinical Practice

CLINICAL PRACTICE

Normal saline *versus* a balanced crystalloid for goal-directed perioperative fluid therapy in major abdominal surgery: a double-blind randomised controlled study

C. A. Pfortmueller[1,*], G.-C. Funk[2], C. Reiterer[1], A. Schrott[3], O. Zotti[1], B. Kabon[1], E. Fleischmann[1] and G. Lindner[4]

Etude randomisée, double aveugle
sérum « physiologique » versus soluté balancé (acétate), chez l'adulte en chirurgie abdominale majeure
Protocole anesthésique et remplissage et recours vasopresseurs standardisés
Critère : besoin en vasopresseurs

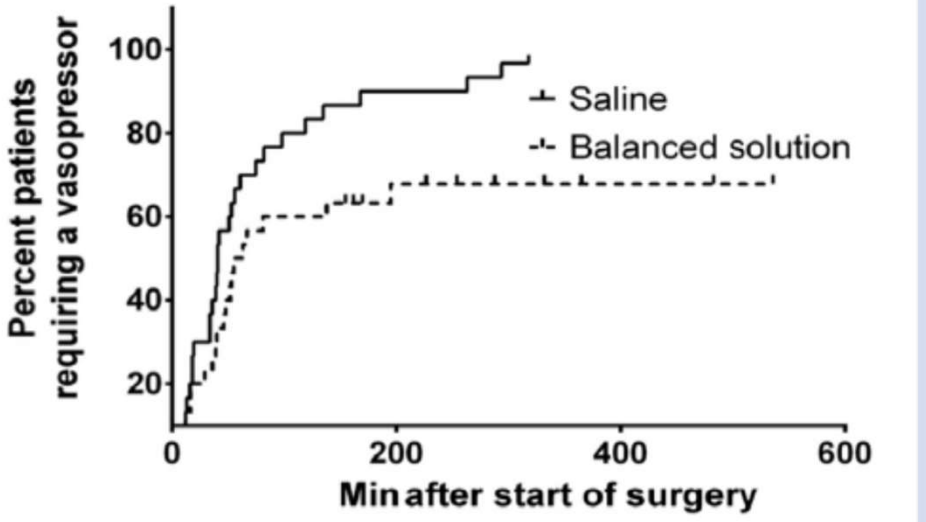


Fig 2. Kaplan–Meier analysis of vasopressor requirements over time (log-rank test: P=0.0194).

Résultats
60 patients inclus, âge moyen 60 ans, poids moyen 70 kg.
Durée chirurgie entre 3 et 4h
Volume perfusé autour de 10 ml/kg/h
Etude interrompue à l'analyse intermédiaire
Acidose hyperchlorémique dans le groupe sérum physio
Et majoration des besoins en vasopresseurs

Au total …

Des apports hydriques variables en fonction de la chirurgie, de 6 ml à 16 ml/kg/h

Des apports glucosés limités, de l'ordre de 0,12 à 0,2 mg/kg/h

Des apports isotoniques en sodium, de l'ordre de 140 mmol/l

Des apports iso osmotiques de l'ordre de 300 mOsm/l

Des apports chlorés limités autour de 100 mmol/l

Des apports d'anions métabolisables: lactates, malates, acétates

Des apports en Ca++ et Mg ++

Sérum *physiologique* à éviter, sauf indication ciblée

Produit	Na mmol/l	Cl mmol/l	K mmol/l	Ca++ mmol/l	Mg++ mmol/l	Osm/ pH	Autres anions	Glucose %
Secteur Extra Cellulaire	142	103	4,5	2,5	1,25	291	Lactates: 1,5 HCO3-: 24	0,2-1

Quid du nouveau-né ?



Activité métabolique élevée
Faible réserve en glycogène
Néoglucogenèse faible
Risque d'hypoglycémie et de lipolyse périopératoire plus élevé

Solutés de nutrition traditionnellement hypotonique en sel, avec risque d'hyponatrémie

British Journal of Anaesthesia **112** (3): 540–5 (2014)
Advance Access publication 4 November 2013 · doi:10.1093/bja/aet374

BJA

PAEDIATRICS

Postoperative decrease in plasma sodium concentration after infusion of hypotonic intravenous solutions in neonatal surgery†

G. Edjo Nkilly[1], D. Michelet[1], J. Hilly[1], T. Diallo[1], B. Greff[1], N. Mangalsuren[1], E. Lira[1], I. Bounadja[1], C. Brasher[1], A. Bonnard[2], S. Malbezin[1], Y. Nivoche[1] and S. Dahmani[1,3*]

Prérequis : Apports recommandés chez le nouveau-né de l'ordre de 2 à 3 mmol/kg/j de sodium. Solutés de perfusion hypotonniques (20-40 mmol/l)

Question :

Relation entre l'eau libre des solutés hypotoniques et l'évolution de la natrémie chez les nouveau-nés en peropératoire

Étude observationnelle 34 néo-nés chirurgie majeure : Δ Na pré et post op

Solution	Glucose (mM)	Lactate (mM)	Na (mM)	K (mM)	Cl (mM)	Ca/P/Mg (mM)	Theoreti glucose
Normal saline	0	0	154		154	0	308
Ringer's lactate	0	28.4	131	5.4	112	1.8	278
B26	277	0	68	27	95	0	190
B27	277	0	34	20	54	2.3	110
B66	51	20.1	120	4	108	2.2	260
B45	277	0	34	20	59	4.7	117
B46	550	0	51	20	71	4.5	146
Pediaven	550	0	20	17	20	18.3	75
G5%	277	0	0	0	0	0	0
G 10%	550	0	0	0	0	0	0

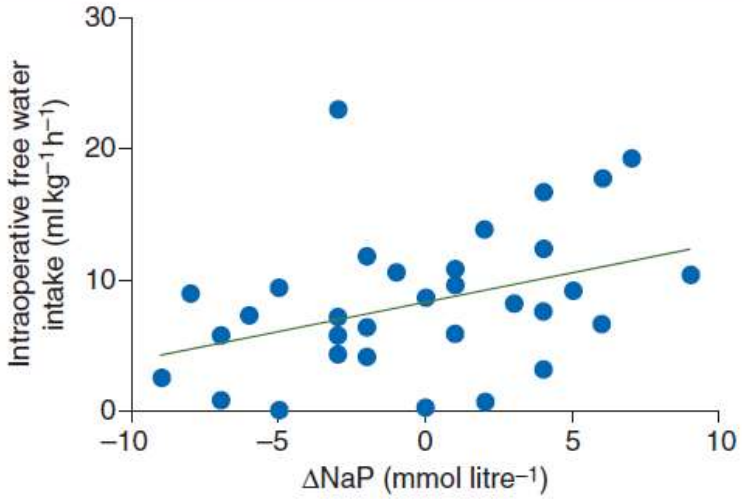


Fig 1 Linear correlation between intraoperative i.v. free water intake and the difference between pre- and postoperative plasma sodium concentration (ΔNaP). $r=0.37$, $P=0.03$.

Pediatric Anesthesia

Pediatric Anesthesia ISSN 1155-5645

RESEARCH REPORT

Dextrose-containing intraoperative fluid in neonates: a randomized controlled trial

Priyankar K. Datta[1], Dilip K. Pawar[1], Dalim K. Baidya[1], Souvik Maitra[1], Ajisha Aravindan[1], Maddur Srinivas[2], Ramakrishnan Lakshmy[3], Nandita Gupta[4], Minu Bajpai[2], Veereshwar Bhatnagar[2] & Sandeep Agarwala[2]

45 nouveau-nés opérés atrésie œsophage, randomisés en 3 groupes

RL G1%, 10 ml/kg/h

RL G2%, 10 ml/kg/h

G10% salé à 0,2%, 4 ml/kg/h avec RL 6 ml/kg/h = RL G4%

Glycémie, natrémie, acide base,

RL, G1%, 2% et 4% perfusés à 10 ml/kg/h prévienne l'hypoglycémie en periopératoire

Mais le RL 1%, favorise le catabolisme, l'insulino-résistance, l'acidose et le rebond hyperglycémique à H24.

Chez les nouveau-nés, le G2-4% est préférable lorsque les débits de perfusion sont de l'ordre de 10 ml/kg/h

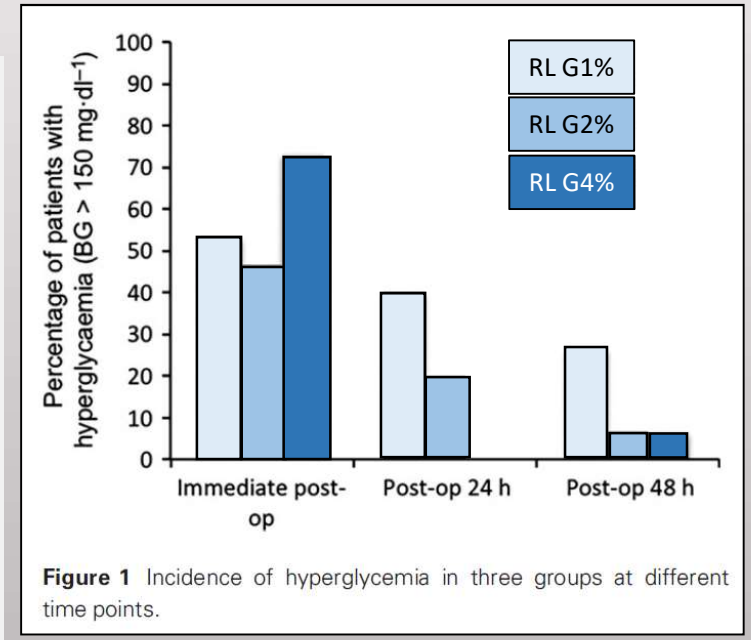


Figure 1 Incidence of hyperglycemia in three groups at different time points.

CONCLUSIONS



Nouveau-né :
Perf de base G5% polyoniques 4 ml/kg/h
Compensation pertes chirurgicales: Soluté balancé isotonique: 6-12 ml/kg/h
Compensation volémique : Soluté balancé isotonique max 20 ml/kg,
Albumine 5% bolus de 10 à 20 ml/kg
Produits sanguins



Nourrisson jusqu'à 4 ans
Soluté balancé isotonique, glucosé à1% : 6-12 ml/kg/h
Compensation volémique: Soluté balancé isotonique max 20 ml/kg ,
Gélatines ou albumine 5%, bolus de 10 à 20 ml/kg
Produits sanguins



Enfant de plus de 4 ans
Soluté balancé isotonique
Compensation volémique : Soluté balancé isotonique max 20 ml/kg
Gélatines ou albumine 5% bolus de 10 à 20 ml/kg.
Produits sanguins

Pediatric Anesthesia

Pediatric Anesthesia ISSN 1155-5645

SPECIAL INTEREST ARTICLE

Perioperative intravenous fluid therapy in children: guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany

Robert Sümpelmann[1], Karin Becke[2], Sebastian Brenner[3], Christian Breschan[4], Christoph Eich[5], Claudia Höhne[6], Martin Jöhr[7], Franz-Josef Kretz[8], Gernot Marx[9], Lars Pape[10], Markus Schreiber[11], Jochen Strauss[12] & Markus Weiss[13]

Table 2 Perioperative intravenous fluid therapy in children (rule of 10s)

	Solution for infusion	Initial/repeated dose
Background infusion	BS-G[a]	10 $ml \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$
Fluid therapy	BS[b]	×10–20 $ml \cdot kg^{-1}$
Volume therapy	Albumin, gelatin, HES[c]	×5–10 $ml \cdot kg^{-1}$
Transfusion	RBC[d], FFP[e], PT[f]	×10 $ml \cdot kg^{-1}$

[a]Balanced isotonic electrolyte solution with 1–2% glucose.
[b]Balanced isotonic electrolyte solution.
[c]Hydroxyethyl starch.
[d]Red blood cells.
[e]Fresh frozen plasma.
[f]Platelets.

Table 3 Proposal for perioperative intravenous fluid therapy in children

Preoperative	Keep fasting times short (clear fluids up to 2 h preoperatively)
Minor procedures	Background infusion 10 $ml \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$ BS-G[a]
Intermediate procedures	Adjust background infusion to actual requirements during the course of the procedure
	Plus: BS[b] if additional fluid is required
	Plus: colloids[c] if additional BS is not sufficiently effective
Major procedures	Same as intermediate procedures,
	Plus: blood products in case of critical hemodilution
Postoperative	Allow children to eat and drink soon after the procedure