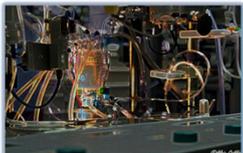


## CONTRÔLE GLYCÉMIQUE PÉRIOPÉRAIRE EN CHIRURGIE CARDIAQUE

Prof. Alexandre OUATTARA  
Service d'Anesthésie-Réanimation cardiovasculaire  
Hôpital cardiologique haut-Lévêque, CHU de Bordeaux



**Stress périopératoire**  
(cortisol, catécholamines, interleukines 6 et 10)

**Insulino-résistance périphérique**  
(tissus insulino-dépendants périphériques)  
muscle squelettique, tissu adipeux +++  
Anomalies GLUT 4

**Libération AGL**  
(effets délétères myocardiques)

**Hyperglycémie périopératoire**

Ljungqvist et al. *Surgery* 2000;28:757-60  
Lipshutz et al. *Anesthesiology* 2009;110:408-21

### Précoce

- Quelques heures après début de la chirurgie
- Périopératoire, postopératoire immédiat, ...
- **Insulino-résistance périphérique**  
(tissus insulino-dépendants périphériques)
- **Persiste plusieurs jours après la chirurgie (jusqu'à 3 semaines)**

### Facteurs aggravants

- Obésité (tissu adipeux+++)
- Chirurgie invasive (hémorragique, longue durée, hémodynamiquement intense, circulation extra-corporelle, ...)
- Jeun préopératoire prolongé (en limiter le temps ou apport glucosé...)
- Hypothermie
- Immobilisation prolongée (réhabilitation précoce)

## Insulin resistance after abdominal surgery

*British Journal of Surgery* 1994, 81, 59-63

A. THORELL, S. EFENDIC\*, M. GUTNIAK\*, T. HÄGGMARK and O. LJUNGQVIST

Détermination et évolution insulino-sensibilité  
Cholécystectomie réglée  
Clamp euglycémique hyperinsulinique

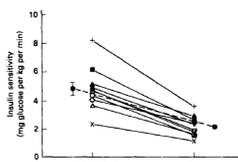


Fig. 2 Insulin sensitivity (M value) for all participating subjects before and on the first day after open cholecystectomy (n=10). —, Mean (s.e.m.)

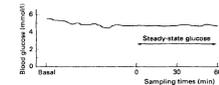
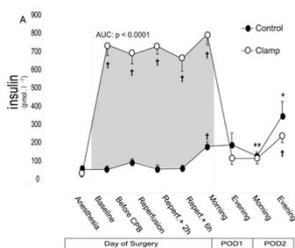
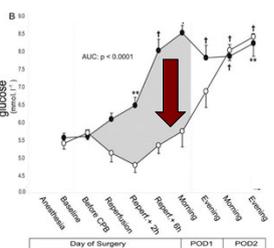


Fig. 3 Relative insulin sensitivity (calculated as postoperative M value/preoperative M value) before and on days 1, 5, 9 and 20 after open cholecystectomy. —, Mean (s.e.m.) (n=5 of 10, \*P<0.05, †P<0.001) (versus preoperative values, Student's t test)

## Insulino-résistance «relative»

Corrigée par un apport exogène insulinique

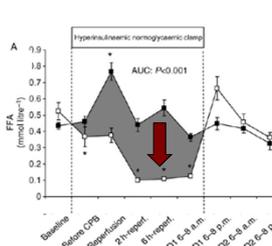
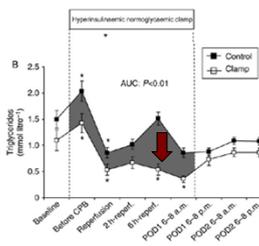


Van Wezel HB et al. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:4144-53

## Perioperative hyperinsulinaemic normoglycaemic clamp causes hypolipidaemia after coronary artery surgery<sup>17</sup>

C. J. Zuurbier<sup>1a</sup>, F. J. Hoek<sup>2</sup>, J. van Dijk<sup>3</sup>, N. G. Abeling<sup>4</sup>, J. C. M. Meijers<sup>4</sup>, J. H. M. Levels<sup>4</sup>, E. de Jonge<sup>2</sup>, B. A. de Mol<sup>2</sup> and H. B. Van Wezel<sup>1</sup>

*Br J Anaesth* 2008; 100: 442-50



6

## Hyperglycémie périopératoire

Les mécanismes...

- ✓ Insulino-résistance +++

Tsubo T et al. *Can J Anaesth* 1990; 37:645-9

- ✓ Stimulation production endogène de glucose

Schricker T et al. *Nutrition* 1997; 13:191-5

- ✓ Augmentation résorption rénale de glucose

Braden H et al. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1588-93

- ✓ Diminution clairance du glucose

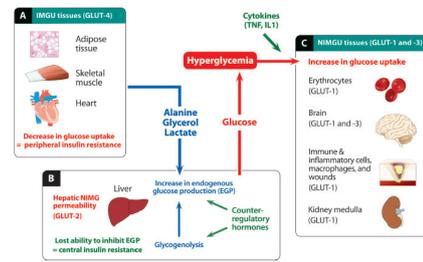
Sicardi Saloman Z et al. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006;50:848-54

## CLINICAL CONCEPTS AND COMMENTARY

### Glycemic Control in the Intensive Care Unit and during the Postoperative Period

Diane Lena, M.D.,\* Pierre Kalfon, M.D.,† Jean-Charles Preiser, M.D., Ph.D.,‡  
Carole Ichai, M.D., Ph.D.§

*Anesthesiology* 2011; 114:438-44



### Acute hyperglycemia abolishes ischemic preconditioning in vivo

*Am J Physiol* 1998; 275:H721-25

JUDY R. KERSTEN, TODD J. SCHMELING, KARL G. ORTH, PAUL S. PAGEL, AND DAVID C. WARTLIER  
Departments of Anesthesiology and Pharmacology and Toxicology and Division of Cardiovascular Diseases, Department of Medicine, Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisconsin 53226

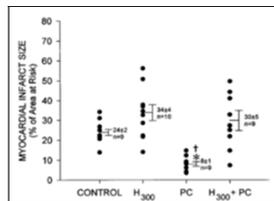
Etude expérimentale (cœurs de chien)

Ischémie (60 min) + Reperfusion (3h)

Pré-conditionnement ischémique = 4 X 5 min occlusion avant IR

Contrôle et Hyperglycémique (= 300 mg/dL) induite par perf IV

Critère de jugement = Taille de l'infarctus myocardique par rapport à la taille de la zone à risque



9

### Reactive oxygen species modulate coronary wall shear stress and endothelial function during hyperglycemia

Stress oxydatif

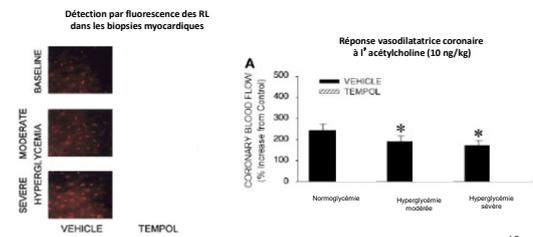
Eric R. Green,<sup>1,2,3</sup> John F. LaFlora, Jr.,<sup>1,2</sup> Dorothea Weisbrock,<sup>1</sup> Lars E. Olson,<sup>2</sup> Tobiasz T. Kwon,<sup>1</sup> Douglas A. Hettrich,<sup>1,2</sup> Paul S. Pagel,<sup>1,2</sup> David C. Warltier,<sup>1,2,3</sup> and Judy R. Kersten<sup>1,2</sup>

*Am J Physiol Heart Circ Physiol* 284: H1852-H1858, 2003.

Modèle in vivo canin

Effets hyperglycémie 350 et 600 mg/dL (Glucose IV) sur production de RL et fonction endothéliale

Antagonisation par le tempol = analogue de la SOD (scavenger des radicaux libres)



10

### Tight Glycemic Control in Diabetic Coronary Artery Bypass Graft Patients Improves Perioperative Outcomes and Decreases Recurrent Ischemic Events

Harold L. Lazar, MD; Stuart R. Chapkin, MD; Carmel A. Fitzgerald, RN; Yusheng Bao, MD; Howard Cabral, PhD; Carl S. Apstein, MD

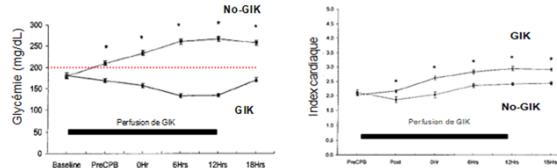
*Circulation*. 2004;109:1497-1502

Etude prospective randomisée

Patients diabétiques en chirurgie coronaire

- Groupe HGT 125-200 mg/dL (n=72)

- Groupe HGT <250 mg/dL (n=69)



11

### Tableau: Morbi-mortalité postopératoire

	GIK (n=69)	No-GIK (n=72)
IDM postopératoire	0%	2,8%
ACFA	17%	42%*
Infections (pneumopathie ou cicatrice)	0%	13%*
Durée de ventilation (h)	6,9 ± 0,3	10,7 ± 0,6*
Score inotrope	1,2 ± 0,1	2,2 ± 0,2*
Durée de séjour en réa (h)	17,3 ± 1,0	32,8 ± 2,6*
Durée de séjour totale (j)	6,5 ± 0,1	9,2 ± 0,3*
Mortalité à 30 jours	0%	0%

Les résultats sont exprimés en % ou moyenne ± écart-type. P<0,05 versus groupe GIK

12

**Moderate hyperglycemia worsens acute blood-brain barrier injury after forebrain ischemia in rats**

Dietrich WD et al. *Stroke* 1993;24:111-116

Etude expérimentale *in vivo* chez rats

Effets hyperglycémie sur les lésions d'ischémie cérébrale en normothermie

Ischémie globale 20 min (occlusion 4 axes vasculaires)

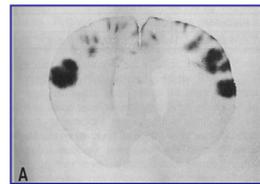
Reperfusion 30 min puis sacrifice des animaux

2 groupes - **Hyperglycémique** (n=6) Inj IP G50%, 15 min avant ischémie

- **Normoglycémique** (n=5) Inj IP solution saline avant ischémie

Quantification des lésions barrière hémato-encéphalique (BHE) par de l'extravasation du horseradish peroxidase (HRP) sur coupes histologiques

13



Normoglycémie (107 mg/dL)



Hyperglycémie (253 mg/dL)



Hyperglycémie (322 mg/dL)

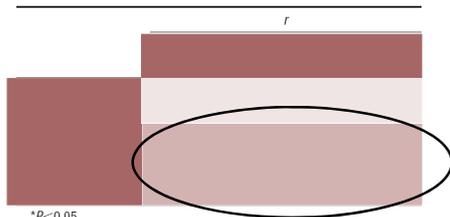
14

**Persistent Poststroke Hyperglycemia Is Independently Associated With Infarct Expansion and Worse Clinical Outcome**

Tracey A. Baird, Mark W. Parsons, Thanh Phanh, Ken S. Butcher, Patricia M. Desmond, Brian M. Tress, Peter G. Colman, Brian R. Chambers and Stephen M. Davis

*Stroke*. 2003;34:2208-2214

TABLE 2. Correlations Between Glycemic Parameters and Outcome Measures

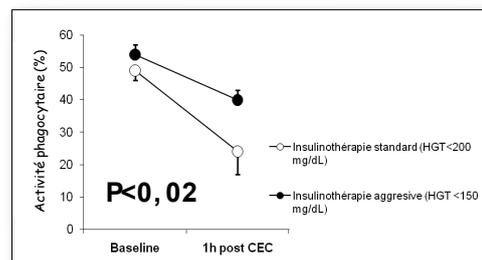


\*mRS= modified Rankin Score

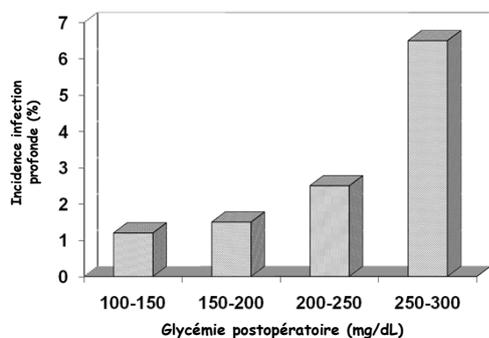
15

**Insulin Infusion Improves Neutrophil Function in Diabetic Cardiac Surgery Patients**

Rassias AJ et al. *Anesth Analg* 1999



16



Zerr et al *Ann Thorac Surg* 1997

17

**Continuous insulin infusion reduces mortality in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass grafting**

Anthony P. Furnary, MD,<sup>1,4</sup> Guangqiang Gao, MD,<sup>6</sup> Gary L. Grunkemeier, PhD,<sup>5</sup> YingXing Wu, MD,<sup>3</sup> Kathryn J. Zerr, MBA,<sup>3</sup> Stephen O. Bookin, MD,<sup>2</sup> H. Storm Floten, MD,<sup>4,6</sup> and Albert Starr, MD<sup>1,2</sup>

*J Thorac Cardiovasc Surg* 2003

Etude prospective historique sur 15 ans

Patients diabétiques (n=3554)

Chirurgie coronaire

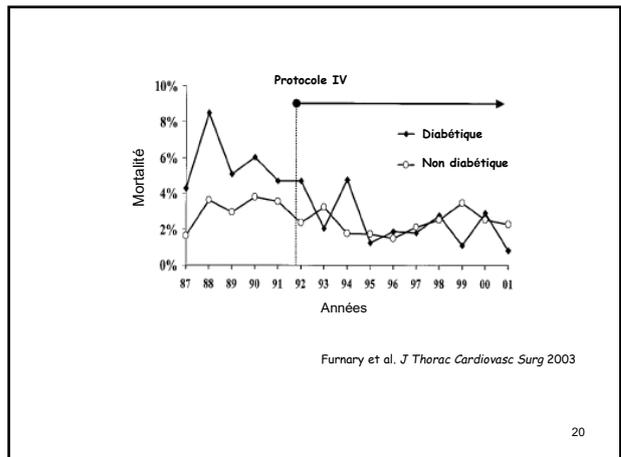
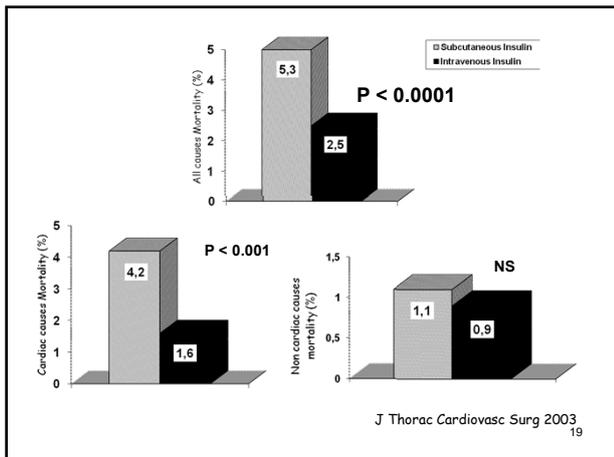
Groupe Insulinothérapie sous-cutanée 1987-1991 (n=942)

Objectif: <200 mg/dL

Groupe Insulinothérapie IVSE 1991-2001 (n=2612)

Objectifs de plus en plus audacieux (100-150 mg/dL)

18



The New England Journal of Medicine

Copyright © 2001 by the Massachusetts Medical Society

VOLUME 345 NOVEMBER 8, 2001 NUMBER 19

INTENSIVE INSULIN THERAPY IN CRITICALLY ILL PATIENTS

GREET VAN DEN BERGHE, M.D., Ph.D., PIETER WOUTERS, M.Sc., FRANK WEEKERS, M.D., CHARLES VERWAEST, M.D., FRANK BRUYNICKX, M.D., MIET SCHEITZ, M.D., Ph.D., DIRK VISSLAELERS, M.D., PATRICK FERDINANDE, M.D., Ph.D., PETER LAUWERS, M.D., AND ROGER BOULLON, M.D., Ph.D.

Etude prospective randomisée unicentrique  
 Réanimation chirurgicale (cardiaque +++)

Insulinothérapie Intensive (80-110 mg/dL) n=765  
 versus  
 Insulinothérapie conventionnelle (180-200 mg/dL) n=783

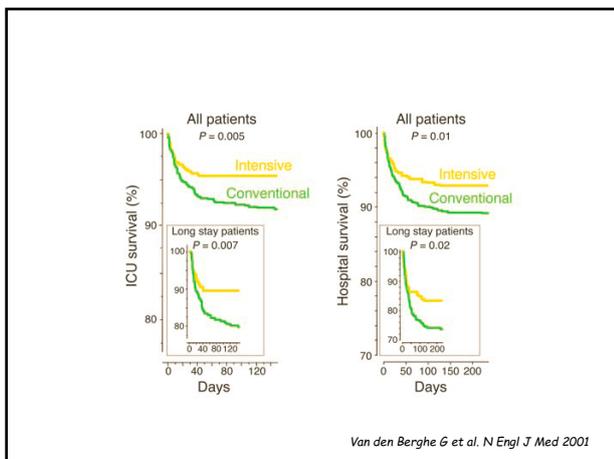
Critère de jugement principal = Mortalité durant le séjour en réanimation

21

TABLE 1. BASE-LINE CHARACTERISTICS OF THE PATIENTS.\*

CHARACTERISTIC	CONVENTIONAL TREATMENT (N=783)	INTENSIVE TREATMENT (N=765)
Male sex — no. (%)	557 (71)	544 (71)
Age — yr	62.2±13.9	63.4±13.6
Body-mass index†	25.8±4.7	26.2±4.4
Reason for intensive care — no. (%)		
Cardiac surgery	493 (63)	477 (62)
Noncardiac indication	290 (37)	288 (38)
Neurologic disease, cerebral trauma, or brain surgery	30 (4)	30 (4)
Thoracic surgery, respiratory insufficiency, or both	56 (7)	66 (9)
Abdominal surgery or peritonitis	58 (7)	45 (6)
Vascular surgery	32 (4)	30 (4)
Multiple trauma or severe burns	35 (4)	33 (4)
Transplantation	44 (6)	46 (6)
Other	35 (4)	35 (5)

22



Outcome benefit of intensive insulin therapy in the critically ill:  
 Insulin dose versus glycemic control\*

Greet Van den Berghe, MD, PhD; Pieter J. Wouters, MSc; Roger Bouillon, MD, PhD; Frank Weekers, MD; Charles Verwaest, MD; Miet Schetz, MD, PhD; Dirk Vlasselaers, MD; Patrick Ferdinand, MD, PhD; Peter Lauwers, MD

Crit Care Med 2003; 31:359-366

Facteurs prédictifs de mortalité (régression logistique)

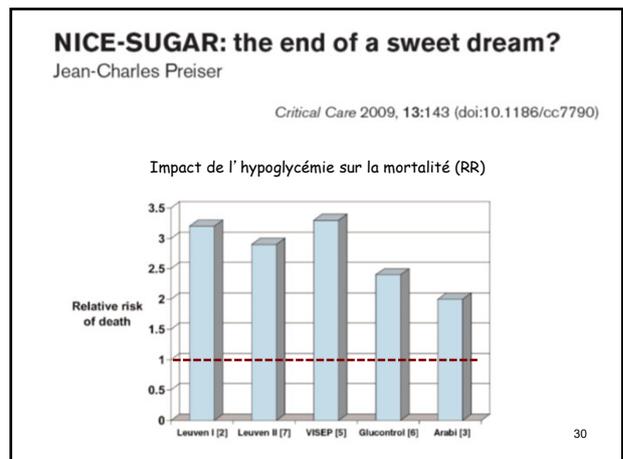
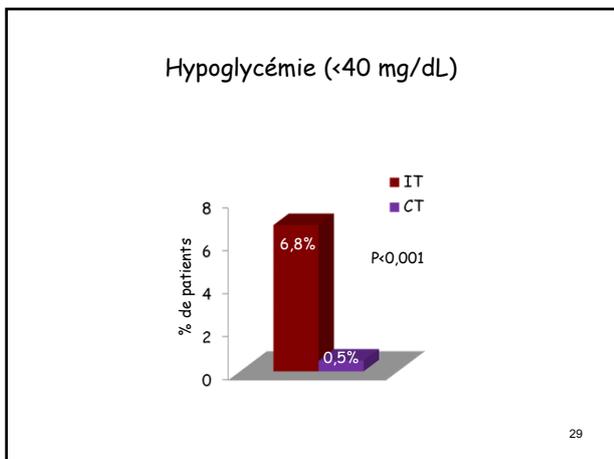
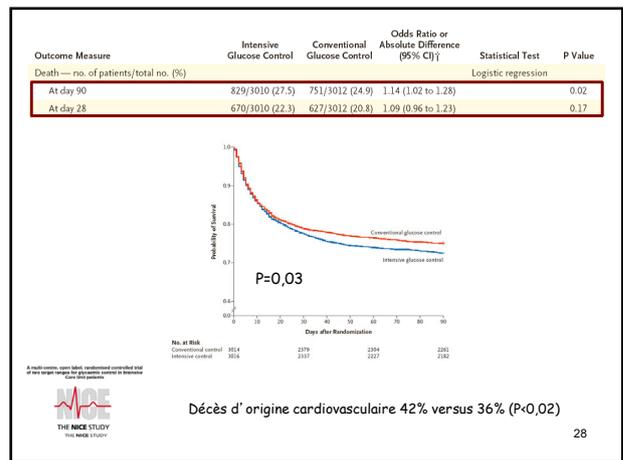
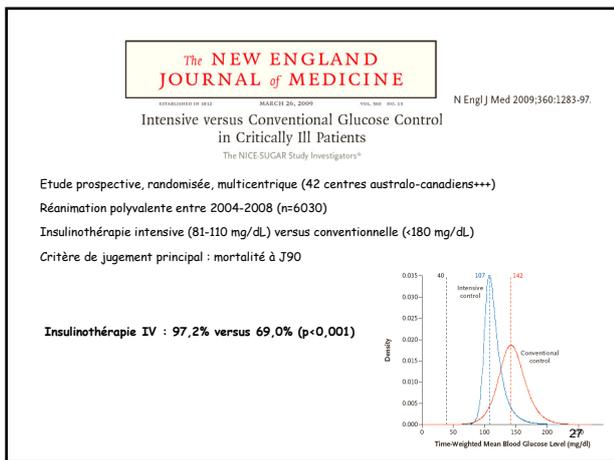
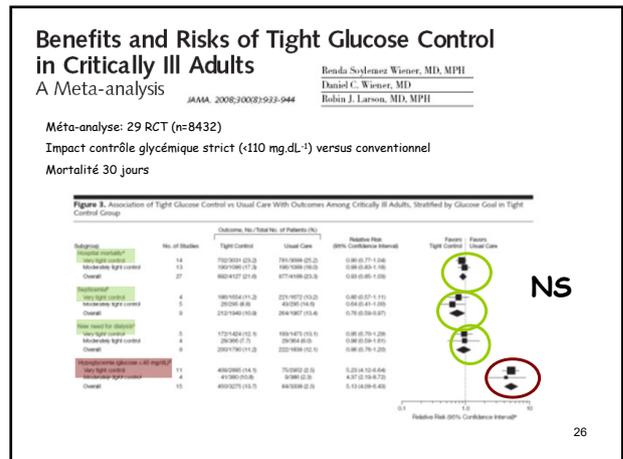
	OR	95% CI	p Value
Age (per 10 yrs added)	1.280	1.146-1.509	.001
Delayed ICU admission	1.882	1.069-3.314	.03
M-admission APACHE II > 9	5.054	2.524-10.129	<.0001
Reason for ICU admission (vs cardiac surgery OR 1)			
Multiple trauma or severe burns	4.851	1.664-14.141	.004
Neurologic disease, cerebral trauma, or brain surgery	4.814	2.044-11.139	.0003
Thoracic surgery and/or respiratory insufficiency	2.966	1.242-7.084	.01
Abdominal surgery and/or peritonitis	2.466	1.017-5.979	.05
Transplantation	0.746	0.192-2.920	.7
Vascular surgery	1.538	0.433-4.123	.5
Other	1.894	0.642-5.644	.3
History of malignancy	1.504	0.779-2.905	.2
M-admission hyperglycemia (≥200 mg/dL)	1.128	0.691-2.116	.7
History of diabetes	0.456	0.166-1.269	.01
Daily insulin dose (per 10 units added)	1.060	1.028-1.090	.005
Mean blood glucose level (per 20 mg/dL added)	1.396*	1.189-1.620	<.0001

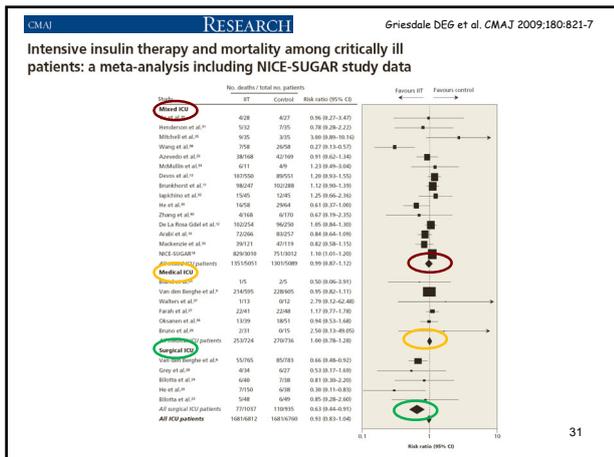
Cumulative risk of hospital death during long stay (%)

P = 0.0009  
 P = 0.026

> 150 mg/dL  
 110-150 mg/dL  
 < 110 mg/dL

24





### Continuous insulin infusion reduces mortality in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass grafting

Anthony P. Furnary, MD,<sup>1,2</sup> Guangqiang Gao, MD,<sup>3</sup> Gary L. Grunkemeyer, PhD,<sup>3</sup> YingXing Wu, MD,<sup>3</sup> Kathryn J. Zerr, MBA,<sup>3</sup> Stephen D. Bookin, MD,<sup>3</sup> H. Storm Floten, MD,<sup>4,5</sup> and Albert Starr, MD<sup>4,6</sup>

patient was transferred to the telemetry unit. In January 1996, the protocol was expanded with initiation in the operating room (before sternotomy and after induction of anesthesia, with continuation during cardiopulmonary bypass) and uniform continuation until 7 AM of the third POD, even for patients who had transferred out of the ICU.

### Poor Intraoperative Blood Glucose Control Is Associated with a Worsened Hospital Outcome after Cardiac Surgery in Diabetic Patients

Alexandre Ouattara, M.D.,<sup>1</sup> Fabrice Lecomte, M.D.,<sup>1</sup> Yannick Le Marchand, M.D.,<sup>1</sup> Marc Lapelle, M.D.,<sup>1</sup> Sophie Jacquemont, M.D.,<sup>1</sup> Igor Platonov, M.D.,<sup>1</sup> Nicolas Bonnet, M.D.,<sup>1</sup> Bruno Ricou, M.D.,<sup>1</sup> Ph.D.,<sup>1</sup> Pierre Coriat, M.D.<sup>1</sup>

Anesthesiology 2005; 103:1-11

**Table 4. Independent Risk Factors of Severe Adverse In-hospital Outcome in Diabetic Patients after On-pump Cardiac Surgery (n = 200)**

Variable	Odds Ratio (95% CI)	P Value
Pulmonary hypertension*	12.4 (2.7-57.4)	0.001
Poor intraoperative glycemic control	7.2 (2.7-19.0)	< 0.001
Intraoperative erythrocyte transfusion	5.4 (2.3-12.6)	< 0.001
Hypothermic CPB†	3.0 (1.2-7.3)	0.01
Preoperative plasma creatinine	1.02 (1.00-1.03)‡	0.001
Cardiopulmonary bypass time	1.02 (1.01-1.04)§	0.01

Hoemmer Lemeshow statistic associated with the current model is 7.57 (P = 0.48).  
 \* Systolic pulmonary artery pressure greater than 50 mmHg. † Hypothermic cardiopulmonary bypass was defined by a systemic temperature less than 32°C. ‡ Odds ratio per 1 µm increase. § Odds ratio per minute bypass time increase.  
 CI = confidence interval; CPB = cardiopulmonary bypass.

### Hyperglycemia during cardiopulmonary bypass is an independent risk factor for mortality in patients undergoing cardiac surgery

Torsten Doentz, MD, PhD,<sup>1</sup> Duminda Wijesundera, MD,<sup>2</sup> Keyvan Karkouti, MD,<sup>3</sup> Christoph Zechner, MD,<sup>4</sup> Manjula Magant, MSc,<sup>5</sup> Vivek Rao, MD, PhD,<sup>6</sup> and Michael A. Berger, MD, PhD<sup>7</sup>

J Thorac Cardiovasc Surg 2005;130:1144-50

Corrélation entre le pic de glycémie peropératoire et la mortalité postopératoire chez les patients non diabétiques (4701) et les diabétiques (1579) opérés entre 1999 et 2001

### Intensive Intraoperative Insulin Therapy versus Conventional Glucose Management during Cardiac Surgery

A Randomized Trial

Corson Y. Candolfi, MD, MSc; Gregory A. Nuttall, MD; Martin D. Abel, MD; Charles J. Mallory, MD; Hartzell V. Schaff, MD; Peter C. O'Brien, PhD; Matthew C. Johnson, MPH; Arthur R. Williams, PhD; Susanne M. Cushman, RN; Liu M. Mandy, RN; Robert A. Rizza, MD; and M. Itzhak Mitrakou, MD

Etude prospective, randomisée, unicentrique (Rochester, MN)

Chirurgie cardiaque avec CEC (n=400)

- Groupe insulinothérapie intensive si BGL > 100 mg/dl (80-100 mg/dl)
- Groupe conventionnel insulinothérapie si BGL > 200 mg/dl (< 150 mg/dl)

Contrôle glycémique strict postopératoire (80-110 mg/dl) pdt 24 heures

Critères de jugement (composite) : morbi-mortalité postopératoire à 30 jours

Hypoglycémie  
 - perop: n=1 dans chaque groupe  
 - postop: n=8 (intensive)  
 n=14 (conventionnel)

**Table 4. Comparison of Primary and Secondary Outcomes\***

Outcome	Intensive Treatment Group (n = 195), n (%)	Conventional Treatment Group (n = 195), n (%)	Relative Risk or Odds Ratio (95% CI)†	P Value‡
<b>Any events</b>	82 (48)	86 (46)	1.0 (0.8 to 1.2)	0.71
in hospital	78 (42)	82 (44)		
Postdischarge (up to 30 days after surgery)	9 (6)	9 (6)		
<b>Death</b>	4 (2)	0 (0)	= (0.9 to ∞)	0.061
in hospital	4 (2)	0 (0)		
Postdischarge (up to 30 days after surgery)	0 (0)	0 (0)		
<b>Stroke</b>	8 (4)	1 (1)	8.0 (1.0 to 63.7)	0.020
in hospital	7 (4)	1 (1)		
Postdischarge (up to 30 days after surgery)	1 (1)	0 (0)		
<b>Deep sternal infection</b>	6 (3)	7 (4)	0.9 (0.3 to 2.5)	0.79
in hospital	3 (2)	1 (1)		
Postdischarge (up to 30 days after surgery)	3 (2)	6 (3)		
<b>Cardiac arrest</b>	1 (1)	0 (0)	= (0.1 to ∞)	0.50
in hospital	1 (1)	0 (0)		
Postdischarge (up to 30 days after surgery)	0 (0)	0 (0)		

Pas de différence significative sur la durée de séjour en réa ou à l'hôpital

**B**ecause of cardiopulmonary bypass (CPB)-induced alterations in insulin secretion and resistance, profound hyperglycemia occurs in patients undergoing cardiac surgery (levels may approach 1000 mg/dL). Hyperglycemia has been shown to worsen neurologic injury after focal and global cerebral ischemia, probably because of anaerobic glycolysis-induced conversion of glucose to lactate, which causes intracellular acidosis and impairment of cellular metabolism (1,2). The appropriate

intraoperative management of hyperglycemia whether it adversely affects neurologic effects after cardiac surgery, remains controversial (3-7).<sup>1,2,3</sup> Previous investigations have assessed injury as either perioperative gross neurologic injury after focal and global cerebral ischemia, probably because of anaerobic glycolysis-induced conversion of glucose to lactate, which causes intracellular acidosis and impairment of cellular metabolism (1,2). The appropriate

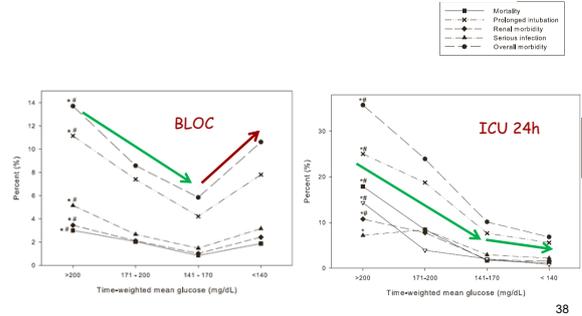
- Attempting intraoperative tight glucose control may be difficult
- Intraoperative insulin resistance (hypothermia, stress hormone, CPB...)
- Postoperative requirement (insulin resistance) may decrease rapidly
- Risk of postoperative hypoglycemia

Anesth Analg 1999;89:1091-5 37

### Role of Intraoperative and Postoperative Blood Glucose Concentrations in Predicting Outcomes after Cardiac Surgery

Anesthesiology 2010; 112:860-71

Andra E. Duncan, M.D.,\* Alaa Abd-Elisayed, M.D.,† Ankit Maheshwari, M.D.,‡ Meng Xu, M.S.,§ Edward Soltesz, M.D., M.P.H.,|| Colleen G. Koch, M.D., M.S.#

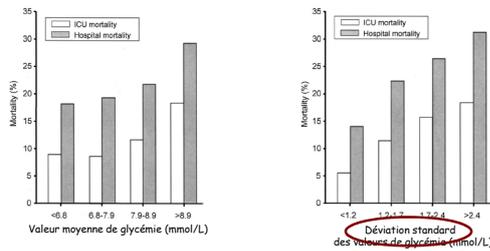


### Variability of Blood Glucose Concentration and Short-term Mortality in Critically Ill Patients

Moritz Egi, M.D.,\* Rinaldo Bellomo, M.D., F.J.F.I.C.M.,† Edward Stachowski, M.D.,‡ Craig J. French, M.D.,§ Graeme Hart, M.D.||

Anesthesiology 2006; 105:244-52

Etude multicentrique rétrospective (2000-2004)  
Réanimation polyvalente (n=7049)



39

### Increased Glucose Variability Is Associated With Major Adverse Events After Coronary Artery Bypass

Clemens KC et al. Ann Thorac Surg 2019;108:1307-13

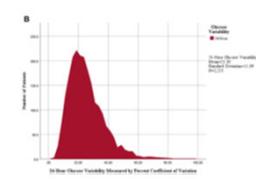


Table 2. Multivariate Logistic Regression of Postoperative Glucose Variability and Major Adverse Events\*

Variable	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper	P Value
Preoperative factors and 12-hour glucose variability				
Age	1.02	1.01	1.04	.003
Hemoglobin A <sub>1c</sub>	0.97	0.98	1.07	.54
Ejection fraction	0.97	0.96	0.98	<.001
Hypotlipidemia	1.49	1.05	2.13	.027
Hypertension	0.62	0.40	0.97	.036
Square root of Cardiopulmonary bypass time (min)	1.15	1.07	1.24	<.001
Total blood products transfused in OR	1.52	1.38	1.68	<.001
12-hour glucose variability	1.06	0.87	1.29	.58
Constant	0.02			<.001

Postoperative MAE: cardiac arrest, pneumonia, renal failure, stroke, sepsis, reoperation, 30-day mortality.

40

### Increased Glycemic Variability in Patients with Elevated Preoperative HbA1C Predicts Adverse Outcomes Following Coronary Artery Bypass Grafting Surgery

Balachandhar Subramaniam, MD, MPH,\* Adam Lerner, MD,\* Victor Novack, MD, PhD,†† Karnal Khabbaz, MD,§ Maya Paryente-Wiesmann, MD,|| Philip Hesse, MD, PhD,\* and Daniel Talmor, MD, MPH\* (Anesth Analg 2014;118:277-87)

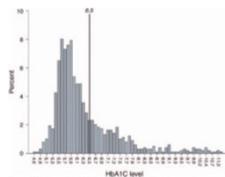


Figure 1. Hemoglobin A1C (HbA1C) distribution in our patient population. HbA1C levels (%) are seen in the axis.

Variable	All patients (n = 1461)	HbA1C <6.5% (n = 1003)	HbA1C ≥6.5% (n = 458)	P
Perioperative/postoperative complications	140 (9.6%)	87 (8.7%)	53 (11.2%)	0.034
MI	5 (0.3%)	5 (0.5%)	0	0.333
Respiratory (w/leak)	13 (0.9%)	22 (2.2%)	10 (2.2%)	0.090
Deep sternal infection	15 (1%)	5 (0.5%)	10 (2.2%)	0.068
Stroke	15 (1%)	12 (1.2%)	3 (0.6%)	0.043
Pneumonia	38 (2.6%)	21 (2.1%)	18 (3.9%)	0.177
Renal failure	44 (3%)	27 (2.7%)	17 (3.7%)	0.290
Temperature	1 (0.1%)	0	1 (0.2%)	0.313
Death	42 (2.9%)	20 (2%)	22 (4.8%)	0.766
Atrial fibrillation	122 (8.4%)	264 (26.2%)	122 (26.6%)	0.50

41

Intensive Care Med (2007) 33:2079-2084  
DOI 10.1077/0954-6794.007.0035-4

ORIGINAL

### Accuracy of bedside capillary blood glucose measurements in critically ill patients

C. Dana Critchell  
Vincent Savarise  
Amy Callahan  
Christine Aboud  
Serge Jabbour  
Paul Marik

Comparaison de la glycémie capillaire versus laboratoire  
Réanimation polyvalente (80 patients sur 4 mois)

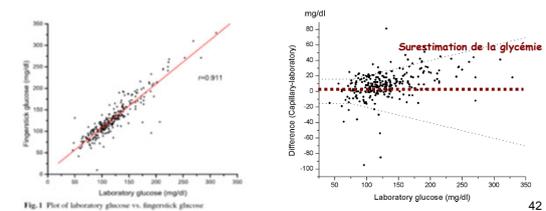


Fig. 1 Plot of laboratory glucose vs. capillary glucose

42

### Glucose Measurement in the Operating Room: More Complicated than It Seems

Anesth Analg 2010;110:1056-65

Mark J. Rice, MD,\* Andrew D. Pitkin, MBBS, MRCP, FRCA,\* and Douglas B. Coursin, MD†

Variable	Methodology affected*	
	GO	GD
Whole blood	↓	↓
Arterial	↑	↑
Capillary	↑	↑
Postprandial state	↑	↑
Hematocrit	↓	↓
Anemia	↓	↓
Polycythemia	↑	↑
Oxygen concentration	↓	↓
Hypoxia	↑	↑
Oxygen therapy	↓	↓
pH (6.8-7.55)	↓	↓
Low pH	↓	↓
High pH	↑	↑
Hypothermia	↓	↓
Hypertension	↑	↑
Diugs	↓	↓
Ascorbic acid	↓	↓
Acetaminophen	↓	↓
Dopamine	↓	↓
Iodextrin	↓	↓
Mannitol	↓	↓

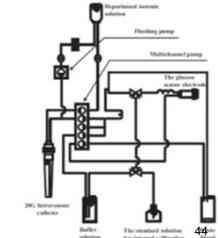
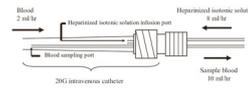
Reprinted from Dungan et al.,<sup>24</sup> with permission.  
 GO = glucose oxidase; GD = glucose dehydrogenase.  
 \* Changes relative to venous plasma measured as central laboratory.

### The Accuracy of a Continuous Blood Glucose Monitor During Surgery

Yamashita K et al. Anesth Analg 2008;106:160-3

Cathéter veineux à double lumière (20G)

- Rinçage en continu 8 ml/h (sérum physiologique hépariné)
- Prélèvement 10 ml/h (2 ml de sang/h+++)
- Capteur de glucose (glucose-oxydase) 95 µL
- Nouvelle valeur de glycémie toutes les 2 min
- Auto-calibration toutes les 4 heures



### Accuracy and reliability of continuous blood glucose monitor in post-surgical patients

Yamashita K et al. Acta Anaesthesiol Scand 2009; 53:66-71

- Evaluation de la précision d'un capteur de monitoring glycémique en continu (STG-22)
  - KT veineux périphérique (20G) avant bras
- Etude observationnelle (n=50)
- Réanimation chirurgicale **durant 16 heures**

#### Etude de concordance

n	Hypoglycemia	Normoglycemia
	(<-3.85 (70)mmol (mg/dl))	(3.89 (70)-12 (180)mmol (mg/dl))
11	161	
Blood glucose measured by the ABL <sup>®</sup> 80FLEx (mg/dl)	0.33(6) ± 0.17(3)	7.39(13) ± 1.56(2)
Bias (mg/dl)	0.04(0.7) (- 0.56) - 1.0) ~ - 0.17(3)	- 0.11) - 21) (- 0.21) - 3.7) ~ - 0.02) - 0.3)
Lower limits of agreement (mg/dl)	- 0.33) - 6) (- 0.56) - 10) ~ - 0.11) - 2)	- 1.33) - 24) (- 1.5) - 27) ~ - 1.7) - 21)
Upper limit of agreement (mg/dl)	0.33(7) (0.19)(3) ~ 0.61(11)	1.11(20) (0.94)(17) ~ 1.28(23)
Percent error for limits of agreement (%)	7	15

Data are expressed as mean ± SD and mean (95% confidence interval).

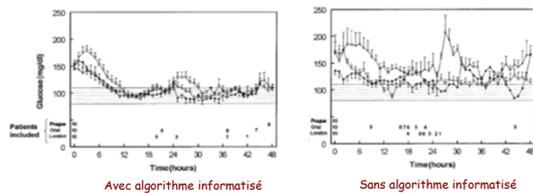
### Multicentric, randomized, controlled trial to evaluate blood glucose control by the model predictive control algorithm versus routine glucose management protocols in intensive care unit patients

Plank et al. Diabetes Care 2006; 29:271-6

Etude multicentrique

Patients chirurgie cardiothoracique (n=60)

Variables d'entrée (glycémie, débit pompe, apport glucosé)

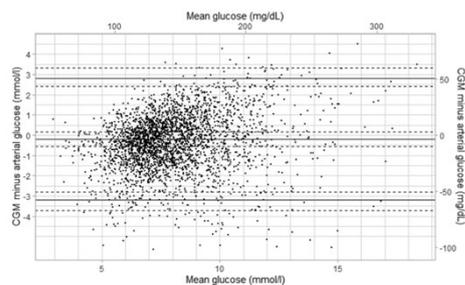


Moindre variabilité de la glycémie +++

### Performance of Subcutaneous Continuous Glucose Monitoring in Adult Critically Ill Patients Receiving Vasopressor Therapy

Diabetes Technol Ther 2024 ; 26 : 763-72

Ola Fridman, RN,<sup>1,2</sup> Navid Soltani, MD,<sup>3,2</sup> Marcus Lind, MD, PhD,<sup>3,2</sup> Pia Zetterqvist, RN,<sup>2</sup> Anca Balintescu, MD, PhD,<sup>2</sup> Anders Perner, MD, PhD,<sup>2</sup> Anders Oehler, MD, PhD,<sup>2</sup> Olov Rosqvists, PhD,<sup>2</sup> and Johan Mårtensson, MD, PhD,<sup>2</sup>



### REPORT FROM STS WORKFORCE ON EVIDENCE BASED SURGERY

### The Society of Thoracic Surgeons Practice Guideline Series: Blood Glucose Management During Adult Cardiac Surgery

Ann Thorac Surg 2009;87:663-9

Harold L. Lazar, MD, Marie McDonnell, MD, Stuart R. Chipkin, MD, Anthony P. Furnary, MD, Richard M. Engelman, MD, Archana R. Sadhu, MD, Charles R. Bridges, MD, ScD, Constance K. Haan, MD, MS, Rolf Svedjeholm, MD, PhD, Heinrich Taegtmeier, MD, DPhil, and Richard J. Shemin, MD

- Insulinothérapie intraveineuse
- Relais sous-cutané possible (éducation+++)
- Contrôle glycémique **peropératoire** si  $HGT > 180 \text{ mg.dL}^{-1}$
- Contrôle glycémique **postopératoire** si  $HGT > 150 \text{ mg.dL}^{-1}$

## Association Between Perioperative Glycemic Control Strategy and Mortality in Patients With Diabetes Undergoing Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis

Méta-analyse d'études randomisées

Relation entre le contrôle glycémique et les complications postopératoires

Patients diabétiques

3 niveaux de contrôle glycémique :

Libéral > 180 mg/dL

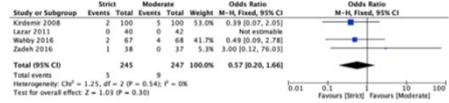
Modéré 140-180 mg/dL

Strict < 140 mg/dL

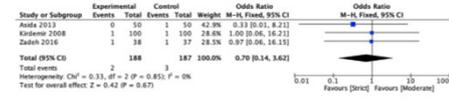
Jin X et al. Front Endocrinol 2020.11:513073

49

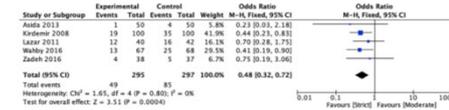
## Mortalité postopératoire



## AVC postopératoire



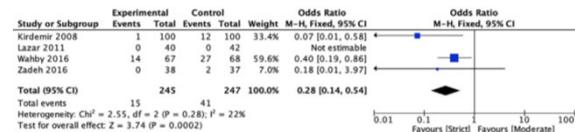
## ACFA postopératoire



Jin X et al. Front Endocrinol 2020.11:513073

50

## Médiastinite postopératoire



Jin X et al. Front Endocrinol 2020.11:513073

51

## Protocole d'insulinothérapie IVSE EN REANIMATION DES CARDIOPATHIES ACQUISES

Objectifs glycémiques postopératoires : 5 – 8 mmol/L (0,9 – 1,5 g/L)

Modalités d'administration :

- Dilution : analogue ultra rapide de l'insuline 1 UI/mL dans NaCl 0,9 %

- Voie d'abord : robinet au plus proche du patient sur KTC ou sur VVP

- Chez un patient diabétique insulino-dépendant, ne jamais arrêter insuline sans avis du MAR

Glycémie	mmol/L									
	0,4	0,6	0,9	1,1	1,5	1,8	2,5	3	g/L	
Initiation insuline IVSE	Bolus IVD	0	0	0	0	0	3 UI	4 UI	6 UI	
	Débit IVSE	0	0	0	1 UI/h à DT1 (Stop à DT2 ou non diabétique normo)	1 UI/h	2 UI/h	3 UI/h	4 UI/h Prévenir médécin	
Fréquence des glycémies	15 min	30 min	1h	1h	2h	1h	1h	1h	1h	
	Adaptation du débit d'insuline IVSE		Arrêt	Arrêt	-1 UI/h	-1 UI/h	Idem	+1 UI/h	+2 UI/h	+3 UI/h
G30 %	2 amp (6 g) Prévenir méd		1 amp (3 g)		0					

**Remarques :**  
Privilégier les glycémies capillaires sauf pour des valeurs dans les zones « rouges » (>0,8 ou >2,5 g/L) qui doivent faire l'objet d'un contrôle de la valeur sur gaz du sang. Lorsque nutrition ou alimentation entérale ou parentérale est initiée ou arrêtée, réaliser une glycémie 1h après (penser à bien remplir la feuille des apports). Surveillance du dispositif d'administration : PSE et voie d'abord!!! (tubulures/robinet/VVC/VVP/VALVE ANTIRETOUR). En raison d'interaction médicamenteuses, changer la seringue d'insuline toutes les 12 heures. Surveillance état de conscience si glycémie en zone rouge. Pas de sortie du patient dans les étages sous insuline IVSE. Sur avis médical, relais SC ou arrêt de la seringue. Modalités de relais sous-cutané (cf verso).

## Protocole d'insulinothérapie IVSE PEROPERATOIRE DES CARDIOPATHIES ACQUISES

Objectifs glycémiques peropératoires : 5 – 10 mmol/L (0,9 – 1,8 g/L)

Modalités d'administration :

- Dilution : analogue ultra rapide de l'insuline 1 UI/mL dans NaCl 0,9 %

- Voie d'abord : robinet au plus proche du patient sur KTC ou sur VVP

Glycémie	mmol/L										
	0,4	0,6	1,0	1,8	2,5	3	g/L				
Initiation insuline IVSE	Bolus IVD	0	0	0	0	3 UI	4 UI	6 UI			
	Débit IVSE	0	0	0	Discuter 1 UI/h pour les DT1	2 UI/h	3 UI/h	4 UI/h Prévenir médécin			
Fréquence des glycémies	15 min	15 min	/30 min avec GDS								
	Adaptation du débit d'insuline IVSE		Arrêt	Arrêt	-1 UI/h	Idem	+1 UI/h	+2 UI/h	Bolus 6 UI + 3UI/h		
G30 %	2 amp (6 g) Prévenir méd		1 amp (3 g)		0						

53

## PASSAGE INSULINE IVSE / INSULINE SC

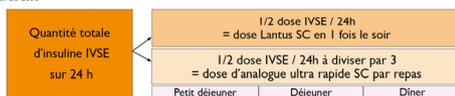
Indications

• Dès que les glycémies sont stables et < 10 mmol/L  
• A la reprise d'une alimentation orale  
• Bolus à l'arrêt de la seringue électrique d'insuline

Contre-indications

• Pas de glycémie à 0,5 L/h  
• Pas de glycémie à 5 L/h  
• Déséquilibre glycémique

Calcul de dose



Le délai entre l'arrêt de l'insuline IVSE et l'injection de Lantus SC doit être IMMÉDIAT en préférant une injection à 20 h le soir. Si non faire une injection complémentaire selon le schéma suivant

Arrêt insuline IVSE	Entre 0 h et 6 h	Entre 6 h à 14 h	Entre 14 h et 18 h	Entre 18 h et 0 h
Dose de Lantus	3/4 dose	1/2 dose	1/4 dose	dose de 20 h
Dose de Lantus suivante	à 20 h le soir-même			

**PAS D'INSULINE IVSE EN SALLE**

54

### Prise en charge pré opératoire (DTI et DT2)

#### Règles de jeûne :

- Repas du soir normal
- Donner le traitement habituel : AD non insulinothérapeutiques (sauf metformine) mais aussi insulinothérapeutiques aux mêmes posologies
- Dernier repas solide à H-6 et liquides clairs autorisés jusqu'à H-2 de la chirurgie
- Mettre une VVP et perfuser avec solution glucosée (G10% 40 mL/h) le matin à partir de 6-7h si et seulement si le patient a eu une insuline lente la veille au soir ou s'il a une pompe à insuline

#### Modalités d'arrêt des traitements antidiabétiques (AD) :

	Chirurgie ambulatoire	Chirurgie mineure ou repère	Chirurgie urgente
Metformine	Pas d'arrêt	Pas de prise la veille au soir et le matin	Arrêt
Sulfamides			
Glinides	Pas d'arrêt	Pas de prise le matin	Arrêt
Inhibiteurs-glucosidases			
Inhibiteurs DDP-4			
Analogues GLP-1	Pas d'arrêt	Pas d'injection le matin	Arrêt
Insulines SC	Pas d'arrêt	Pas d'injection le matin (sauf dans le DT1)	Arrêt et relais
Pompe à insuline	Pas d'arrêt	Arrêt de la pompe à l'arrivée au bloc	Arrêt et relais

#### Période pré opératoire :

- Faire une glycémie capillaire avant le repas du soir, au coucher et à 6h et appliquer selon le protocole suivant :

Glycémie capillaire (GC)	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	g/L
Avant le repas du soir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19-20h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Au coucher 22h-24h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5h-6h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6h-7h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pré-op	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GC 2h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**ATTENTION :**

- Chez le patient DT1 et quelle que soit la glycémie : **NE JAMAIS ARRÊTER L'INSULINE LENTE**
- Si hypoglycémie : Cf fiche **CAT devant une hypoglycémie à l'hôpital**
- Si hyperglycémie : Cf fiche **CAT devant une hyperglycémie à l'hôpital**

Groupe SFAR/SFD

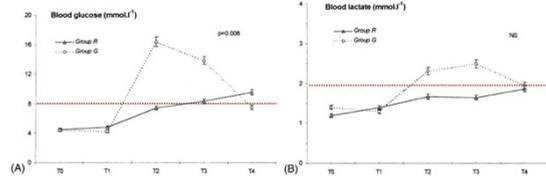
55

### Effects of Intraoperative Glucose Administration on Circulating Metabolites and Nitrogen Balance During Prolonged Surgery

Chambrier C et al. J Clin Anesth 1999; 11:646-51

Chirurgie abdominale ou thoracique ≥ 3 heures (ASA I-II)

Ringer lactate vs SG5% (10 ml.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> jusque H<sub>2</sub> postopératoire)



Si pas de glucose: pas d'hypoglycémie

Si apport de glucose: risque HG donc effets potentiellement délétères

« ...suggestions that glucose solutions should be avoided in both long and short surgical procedures »

## Conclusion

- Hyperglycémie périopératoire délétère chez patients diabétiques ou pas de chirurgie cardiaque
- Contrôle glycémique améliore leur « outcome »
- Insulinothérapie IV et relais sous-cutané
- Valeur seuil Peropératoire (<180 mg/dL)  
Réanimation (<150 mg/dL)

57