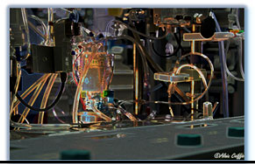
CONTRÔLE GLYCÉMIQUE PERIOPERATOIRE EN CHIRURGIE CARDIAQUE

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*
- *Peropératoire, postopératoire immédiat,...*

Persiste plusieurs jours après chirurgie (2-3 semaines)

Insulino-résistance périphérique
(tissus insulino-dépendants périphériques)
muscle squelettique, tissu adipeux

Facteurs aggravants

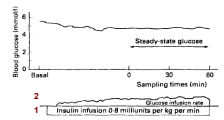
- *Obésité (tissu adipeux +++)*
- *Chirurgie invasive (hémorragique, longue durée, hémodynamiquement intense, circulation extra-corporelle, ...)*
- *Jeun préopératoire prolongé (en limiter le temps ou apport glucosé...)*
- *Hypothermie*
- *Immobilisation prolongée (réhabilitation précoce)*

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



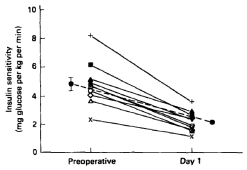


Fig. 2 Insulin sensitivity (M value) for all participating subjects before and on the first day after open cholecystectomy (n = 10). ----, Mean(s.e.m.)

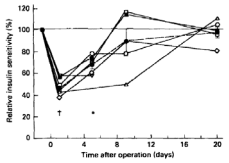
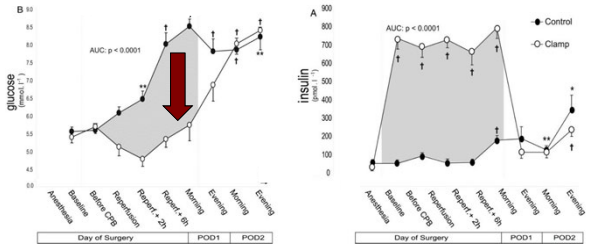


Fig. 3 Relative insulin sensitivity (calculated as postoperative M value/preoperative M value) before and on days 1, 5, 9 and 20 after open cholecystectomy. ----, Mean(s.e.m.) (n = 5 or 10). *P<0·01, †P<0·001 (*versus* preoperative values, Student's *t* test)

Insulino-résistance «relative»

Corrigée par un apport exogène insulinique

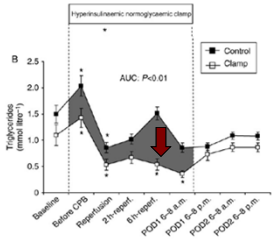


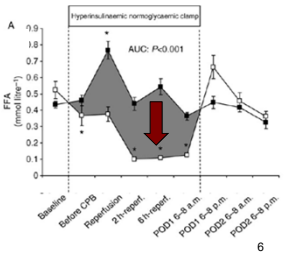
Van Wezel HB et al. J Clin Endocrinol Metab 2006;91:4144-53

Perioperative hyperinsulinaemic normoglycaemic clamp causes hypolipidaemia after coronary artery surgery†

C. J. Zuurbier[1,6], F. J. Hoek[5], J. van Dijk[1], N. G. Abeling[6], J. C. M. Meijers[4], J. H. M. Levels[4], E. de Jonge[1], B. A. de Mol[2] and H. B. Van Wezel[1]

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

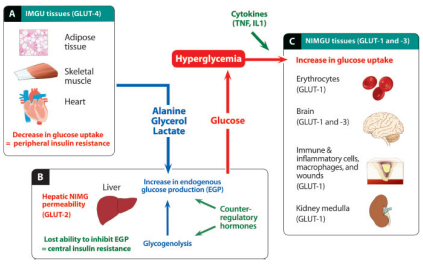
Sicardi Salomon Z et al. Acta Anaesthesiol Scand 2006;50:848-54

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. WARLTIER
Departments of Anesthesiology and Pharmacology and Toxicology and Division of Cardiovascular Diseases, Department of Medicine, Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisconsin 53226

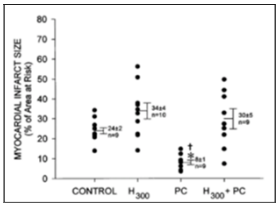
Etude expérimentale (cœurs de chien)

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. Gross,[1,2,3,4] John F. LaRiviere, Jr.,[1,2,3] Dorothee Weihrauch,[1] Lars E. Olson,[1] Tobias T. Kress,[1] Douglas A. Hettrick,[1,2] Paul S. Pagel,[1,2] David C. Warltier,[1,2,3,4] and Judy R. Kersten[1,2]

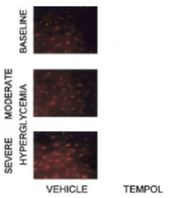
Am J Physiol Heart Circ Physiol 284: H1552–H1559, 2003.

Modèle ***in vivo*** canin

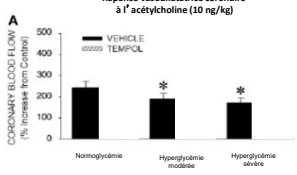
Effets hyperglycémie 350 et 600 mg/dL (Glucose IV) sur production de RL et fonction endothéliale

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

Détection par fluorescence des RL dans les biopsies myocardiques



Réponse vasodilatatrice coronaire à l'acétylcholine (10 ng/kg)



10

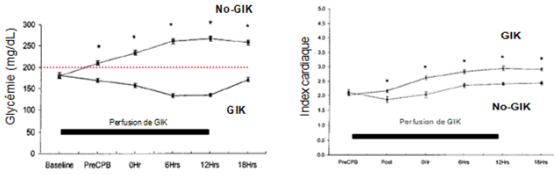
Tight Glycemic Control in Diabetic Coronary Artery Bypass Graft Patients Improves Perioperative Outcomes and Decreases Recurrent Ischemic Events

Harold L. Lazar, MD; Stuart R. Chipkin, 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)

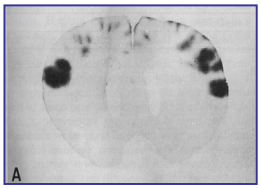
Reperfusion **30 min** puis sacrifice des animaux

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

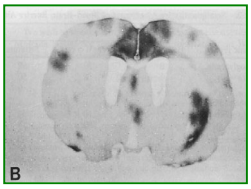
- **Normoglycémique** (n=5) Inj IP solution saline avant ischémie

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

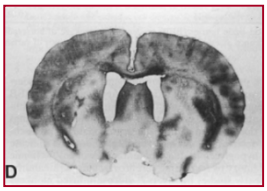
13



Normoglycémie (107 mg/dL)



Hyperglycémie (253 mg/dL)



Hyperglycémie (322 mg/dL)

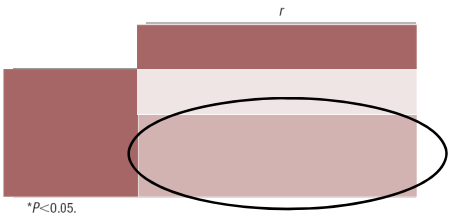
14

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



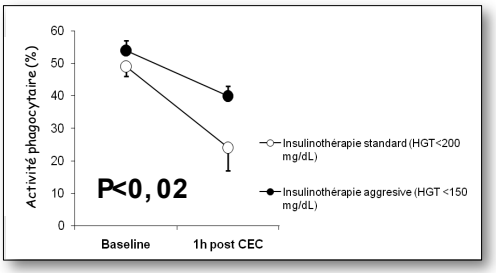
*$P<0.05$.

*mRS= modified Rankin Score

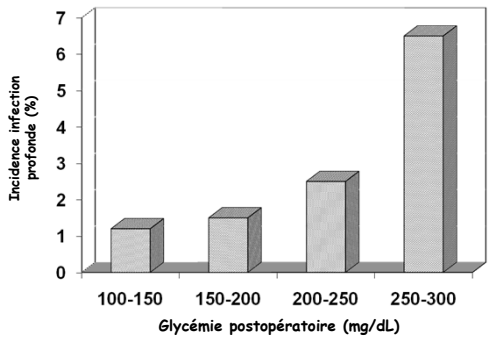
15

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,[a,d] Guangqiang Gao, MD,[a] Gary L. Grunkemeier, PhD,[b] YingXing Wu, MD,[b] Kathryn J. Zerr, MBA,[b] Stephen O. Bookin, MD,[c] H. Storm Floten, MD,[a,d] and Albert Starr, MD[a,d]

J Thorac Cardiovasc Surg 2003

Etude prospective historique sur 15 ans

Patients diabétiques (n=3554)

Chirurgie coronaire

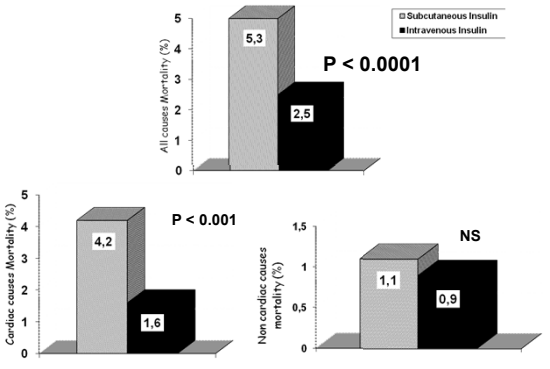
Groupe Insulinothérapie sous-cutanée 1987-1991 (n=942)

Objectif: <200 mg/dL

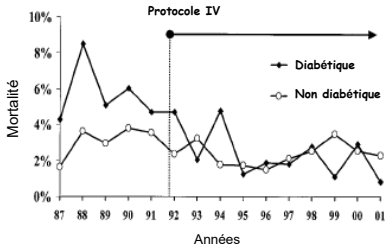
Groupe Insulinothérapie IVSE 1991-2001 (n=2612)

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

18



J Thorac Cardiovasc Surg 2003



Furnary et al. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003

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., FRANS BRUYNINCKX, M.D., MIET SCHETZ, M.D., PH.D., DIRK VLASSELAERS, M.D., PATRICK FERDINANDE, M.D., PH.D., PETER LAUWERS, M.D., AND ROGER BOUILLON, M.D., PH.D.

Etude prospective randomisée unicentrique

Réanimation chirurgicale (cardiaque +++)

Insulinothérapie Intensive (80-110 mg/dL) n=765

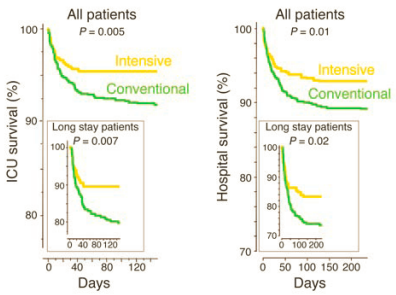
versus

Insulinothérapie conventionnelle (180-200 mg/dL) n=783

Critère de jugement principal = Mortalité durant le séjour en réanimation

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)	33 (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)



Van den Berghe G et al. N Engl J Med 2001

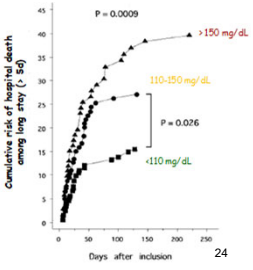
Outcome benefit of intensive insulin therapy in the critically ill: Insulin dose versus glycemic control*

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 Ferdinande, MD, PhD; Peter Lauwers, MD

Crit Care Med 2003; 31:359–366

Facteurs prédictifs de mortalité (régression logistique)

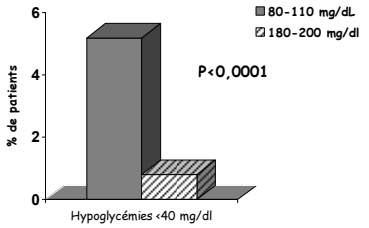
	OR	95% CI	p Value
Age (per 10 yrs added)	1.360	1.140–1.580	.001
Delayed ICU admission	1.882	1.069–3.314	.03
At-admission APACHE II >9	5.054	2.524–10.120	<.0001
Reason for ICU admission (vs. cardiac surgery OR 1)			
Multiple trauma or severe burns	4.851	1.664–14.141	.004
Neurologic disease, cerebral trauma, or brain surgery	4.814	2.044–11.339	.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	0.197–2.829	.7
Vascular surgery	1.336	0.433–4.123	.6
Other	1.904	0.642–5.644	.2
History of malignancy	1.504	0.779–2.905	.2
At-admission hyperglycemia (≥200 mg/dL)	1.128	0.601–2.116	.7
History of diabetes	0.255	0.158–0.393	.01
Daily insulin dose (per 10 units added)	1.060	1.020–1.090	.005
Mean blood glucose level (per 20 mg/dL added)	1.300*	1.180–1.420	<.0001



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



25

Benefits and Risks of Tight Glucose Control in Critically Ill Adults

A Meta-analysis

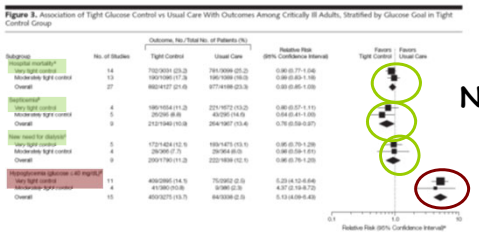
Renda Soylemez Wiener, MD, MPH
Daniel C. Wiener, MD
Robin J. Larson, MD, MPH

JAMA. 2008;300(8):933-944

Méta-analyse: 29 RCT (n=8432)

Impact contrôle glycémique strict (<110 mg.dL^{-1}) versus conventionnel

Mortalité 30 jours



26

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE
MARCH 26, 2009

N Engl J Med 2009;360:1283-97.

Intensive versus Conventional Glucose Control in Critically Ill Patients

The NICE-SUGAR Study Investigators*

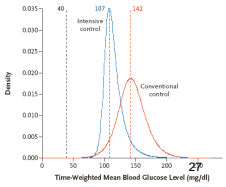
Etude prospective, randomisée, multicentrique (42 centres australo-canadiens+++)

Réanimation polyvalente entre 2004-2008 (n=6030)

Insulinothérapie intensive (81-110 mg/dL) versus conventionnelle (<180 mg/dL)

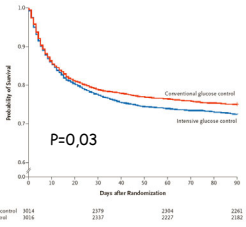
Critère de jugement principal : mortalité à J90

Insulinothérapie IV : 97,2% versus 69,0% (p<0,001)



27

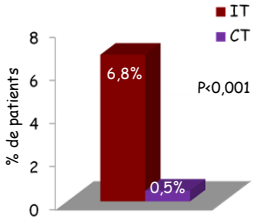
Outcome Measure	Intensive Glucose Control	Conventional Glucose Control	Odds Ratio or Absolute Difference (95% CI)†	Statistical Test	P Value
Death — no. of patients/total no. (%)				Logistic regression	
At day 90	829/3010 (27.5)	751/3012 (24.9)	1.14 (1.02 to 1.28)		0.02
At day 28	670/3010 (22.3)	627/3012 (20.8)	1.09 (0.96 to 1.23)		0.17



Décès d' origine cardiovasculaire 42% versus 36% (P<0,02)

28

Hypoglycémie (<40 mg/dL)



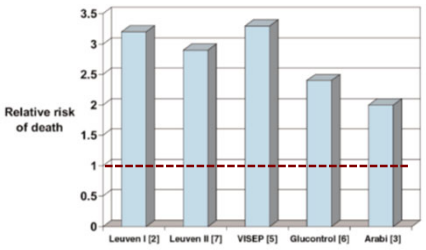
29

NICE-SUGAR: the end of a sweet dream?

Jean-Charles Preiser

Critical Care 2009, **13**:143 (doi:10.1186/cc7790)

Impact de l' hypoglycémie sur la mortalité (RR)

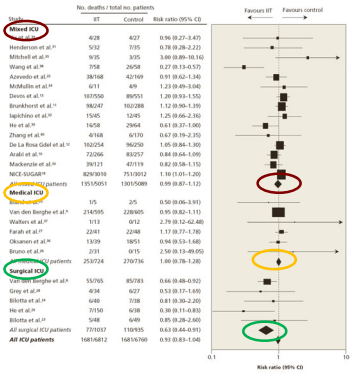


30

CMAJ RESEARCH

Griesdale DEG et al. CMAJ 2009;180:821-7

Intensive insulin therapy and mortality among critically ill patients: a meta-analysis including NICE-SUGAR study data



31

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

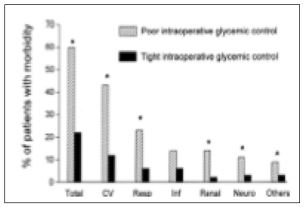
Anthony P. Furnary, MD,[a,d] Guangqiang Gao, MD,[a] Gary L. Grunkemeier, PhD,[b] YingXing Wu, MD,[b] Kathryn J. Zerr, MBA,[b] Stephen O. Bookin, MD,[c] H. Storm Floten, MD,[a,d] and Albert Starr, MD[a,d]

Left to right: Grunkemeier, Furnary, Wu, Gao, Zerr (first n

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.

32

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



Poor intraoperative glucose control was defined by > 200 mg.dL^{-1}

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

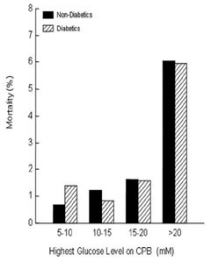
Ouattara A et al.Anesthesiology 2005;103:687-94

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

Torsten Doenst, MD, PhD,[a,c] Duminda Wijeysundera, MD,[b] Keyvan Karkouti, MD,[b] Christoph Zechner, MD,[c] Manjula Maganti, MSc,[a] Vivek Rao, MD, PhD,[a] and Michael A. Borger, MD, PhD[a]

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

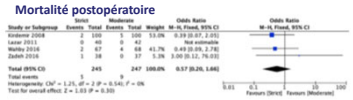


34

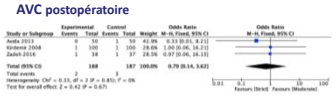
CONTRÔLE GLYCÉMIQUE PERIOPÉRATOIRE

Jin X et al. Front Endocrinol 2020.11:513073

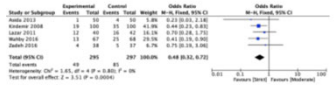
Mortalité postopératoire



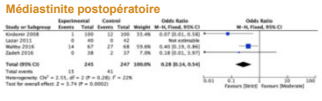
AVC postopératoire



ACFA postopératoire



Médiastinite postopératoire



Intensive Intraoperative Insulin Therapy versus Conventional Glucose Management during Cardiac Surgery

Ann Intern Med. 2007;146:233-243.

A Randomized Trial

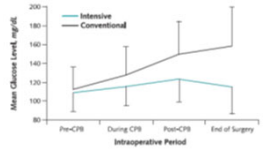
Gunjan Y. Gandhi, MD, MSc; Gregory A. Nuttall, MD; Martin D. Abel, MD; Charles J. Mullany, MD; Hartzell V. Schaff, MD; Peter C. O'Brien, PhD; Matthew G. Johnson, MPH; Arthur R. Williams, PhD; Susanne M. Cutshall, RN; Lisa M. Mundy, RN; Robert A. Rizza, MD; and M. Molly McMahon, MD

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)

36

Table 4. Comparison of Primary and Secondary Outcomes*

Outcome	Intensive Treatment Group (n = 185), n (%)	Conventional Treatment Group (n = 186), n (%)	Relative Risk or Odds Ratio (95% CI)†	P Value‡
Any event§	82 (44)	86 (46)	1.0 (0.8 to 1.2)	0.71
In hospital	78 (42)	82 (44)		
Postdischarge (up to 30 days after surgery)	8 (4)	9 (5)		
Death	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)		
Stroke	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)		
Deep sternal infection	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)		
Cardiac arrest	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

Because 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 hyperg whether it adversely affects neurologic o tients after cardiac surgery, remains co 7).[1,2,3] Previous investigations have asses injury as either perioperative gross neurol perioperative changes in a battery of neu examinations. However, interpretation ar nificance of perioperative changes in neu

Attempting intraoperative tight glucose control may be difficult

Intraoperative insulin resistance (hypothermia, stress hormone, CPB…)

Postoperative requirement (insulin ristance) may decrease rapidly

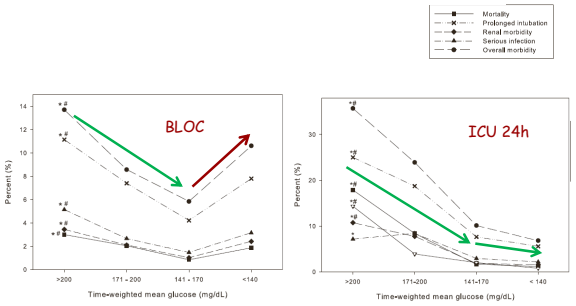
Risk of postoperative hypoglycemia

Anesth Analg 1999;89:1091-5

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-Elsayed, M.D.,† Ankit Maheshwari, M.D.,‡ Meng Xu, M.S.,§ Edward Soltesz, M.D., M.P.H.,‖ Colleen G. Koch, M.D., M.S.#



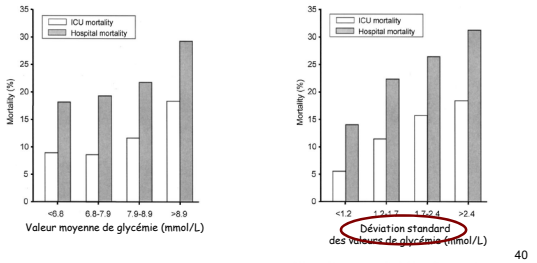
Variability of Blood Glucose Concentration and Short-term Mortality in Critically Ill Patients

Moritoki 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)



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

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

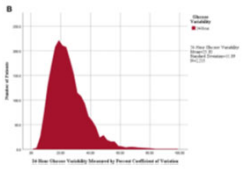


*Table 2. Multivariate Logistic Regression of Postoperative Glucose Variability and Major Adverse Events**

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_{1c}	0.97	0.88	1.07	.54
Ejection fraction	0.97	0.96	0.98	<.001
Hyperlipidemia	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

Postoeprative MAE= cardiac arrest, pneumonia, renal failure, stroke, sepsis, reoperation, 30-day mortality

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

Balachundhar Subramaniam, MD, MPH,* Adam Lerner, MD,* Victor Novack, MD, PhD,†‡ Kamal Khabbaz, MD,§ Maya Paryente-Wiesmann, MD,† Philip Hess, MD, PhD,* and Daniel Talmor, MD, MPH*

(Anesth Analg 2014;118:277–87)

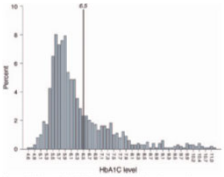


Figure 1. Hemoglobin A1C (HbA1C) distribution in our patient population. HbA1C levels (%) are seen in the x-axis.

Table 2. Comparison Between Outcome Variables of Patients with HbA1C >6,5% and <6,5%

Variables	All patients (n = 1461)	HbA1C <6.5% (n = 1003)	HbA1C >6.5% (n = 458)	P
Perioperative/postoperative complications	143 (9,8%)	87 (8,7%)	56 (12,2%)	0,034
MI	5 (0,3%)	5 (0,5%)	0	0,333
Reoperation (bleeding)	32 (2,2%)	22 (2,2%)	10 (2,2%)	0,990
Deep sternal infection	15 (1%)	5 (0,5%)	10 (2,2%)	0,008
Stroke	19 (1,3%)	12 (1,2%)	7 (1,5%)	0,803
Pneumonia	36 (2,5%)	21 (2,1%)	15 (3,3%)	0,177
Renal failure	44 (3%)	27 (2,7%)	17 (3,7%)	0,290
Tamponade	1 (0,1%)	0	1 (0,2%)	0,313
Death	42 (2,9%)	30 (3%)	12 (2,6%)	0,704
Atrial fibrillation	122 (26,4%)	264 (26,3%)	122 (26,6%)	0,90

Intensive Care Med (2007) 33:2079–2084
DOI 10.1007/s00134-007-0835-4

ORIGINAL

Accuracy of bedside capillary blood glucose measurements in critically ill patients

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

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

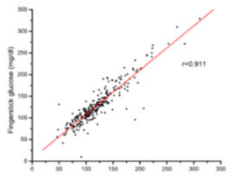
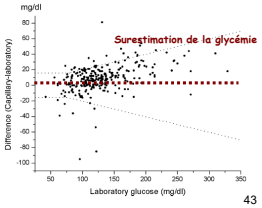


Fig. 1 Plot of laboratory glucose vs. fingerstick glucose



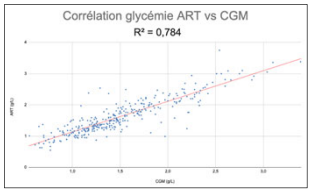
Glucose Measurement in the Operating Room: More Complicated than It Seems

Anesth Analg 2010;110:1056-65

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

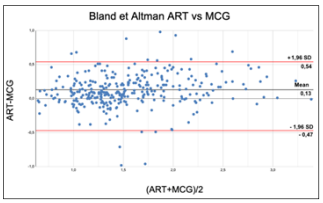
Variable	Methodology affected[a] GO	GD
Whole blood	↓	↓
Arterial	↑	↑
Capillary	↑	↑
Postprandial state	↑	↑
Hematocrit		
Anemia	↑	↑
Polycythemia	↓	↓
Oxygen concentration		
Hypoxia	↑	—
Oxygen therapy	↓	—
pH (6.8–7.55)	—	—
Low pH	—/↓	—
High pH	—/↑	—
Hypothermia	↑	↓/↑
Hypotension	↑	↓/↑
Drugs		
Ascorbic acid	↓	↓/—
Acetaminophen	↓	↑
Dopamine	—	↓
Icodextrin	—	↑
Mannitol	↑	—

Reprinted from Dungan et al.,[24] with permission.
GO = glucose oxidase; GD = glucose dehydrogenase.
[a] Changes relative to venous plasma measured as central laboratory.



CHU BDX ANESTHÉSIE-RÉANIMATION CARDIOVASCULAIRE

n(323)	Déviation au protocole %	Moyenne déviation d'insuline IVSE (UI/ml)
	43	1,14 +/- 0,99



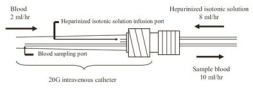
Fiabilité discutable
Valeur de glycémie interstitielle ≠ glycémie sanguine

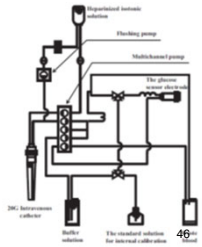
The Accuracy of a Continuous Blood Glucose Monitor During Surgery

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

Cathéter veineux à double lumière (20G)

- Rinçage en continu 8 ml/h (sérum physiologique héparine)
- 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 monitorage glycémique en continue (STG-22)
  - KT veineux périphérique (20G) avant bras
- Etude observationnelle (n=50)
- Réanimation chirurgicale ***durant 16 heures***

Etude de concordance

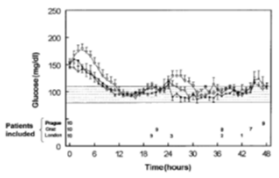
	Hypoglycemia (<3.89 (70) mmol (mg/dl))	Normoglycemia (3.89 (70)–10 (180) mmol (mg/dl))
n	11	161
Blood glucose measured by the ABL™ 800FLEX (mg/dl)	0.33(65) ± 0.17(3)	7.39(133) ± 1.56(28)
Bias (mg/dl)	0.04(0.7) (−0.56(−1.5) ~ 0.17(3))	−0.11(−2)(−0.21(−3.7) ~ −0.02(−0.3))
Lower limits of agreement (mg/dl)	−0.33(−6)(−0.56(−10) ~ −0.11(−2))	−1.33(−24)(−1.5(−27) ~ −1.17(−21))
Upper limit of agreement (mg/dl)	0.39(7) (0.19(3.5) ~ 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).

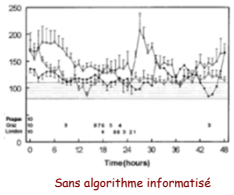
Multicentric, randomized, controlled trial to evaluate blood glucose control by the model predictive control algorithm versus routine glucose management protocols in intensive care unit patients

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

Etude multicentrique
Patients chirurgie cardiothoracique (n=60)
Variables d'entrée (glycémie, débit pompe, apport glucosé)



Avec algorithme informatisé



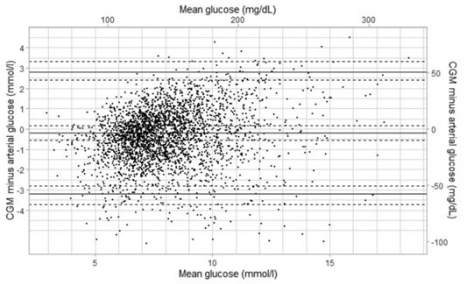
Sans algorithme informatisé

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 Friman, RN,[1,2] Navid Soltani, MD,[1,2] Marcus Lind, MD, PhD,[2-5] Pia Zetterqvist, RN,[2] Anca Balintescu, MD, PhD,[6] Anders Perner, MD, PhD,[7,8] Anders Oldner, MD, PhD,[1,2] Olav Rooyackers, PhD,[2,9] and Johan Mårtensson, MD, PhD[1,2]



19

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 Taegtmeyer, MD, DPhil, and Richard J. Shemin, MD

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

50

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

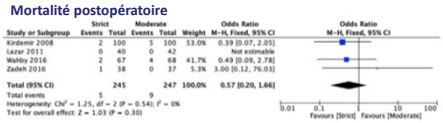
3 niveaux de contrôle glycémique :

- Libéral > 180 mg/dL
- Modéré 140-180 mg/dL
- Strict < 140 mg/dL

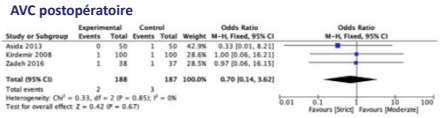
51

Jin X et al. Front Endocrinol 2020.11:513073

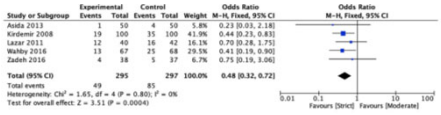
Mortalité postopératoire



AVC postopératoire



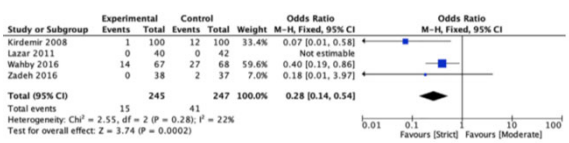
ACFA postopératoire



52

Jin X et al. Front Endocrinol 2020.11:513073

Médiastinite postopératoire



53

Jin X et al. Front Endocrinol 2020.11:513073

Protocole d'insulinothérapie IVSE EN REANIMATION DES CARDIOPATHIES ACQUISES

Version du 17/12/2020
Référents : J. Rey, N. Bemilan, B. Bourdarias, A. Ouattara

Objectifs glycémiques postopératoires : 5 – 8 mmol/L (0,9 – 1,5 G/L)
Modalités d'administration :
- Dilution : analogue ultra rapide de l'insuline I 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		0,4 / 2,2	0,6 / 3,3	0,9 / 5	1,1 / 6	1,5 / 8	1,8 / 10	2,5 / 14	3 / 16,5	g/L / mmol/L
Initiation insuline IVSE	Bolus IVD	0	0	0	0	0	0	3 UI	4 UI	6 UI
	Débit IVSE	0	0	0	1 UI/h si DT1 (stop si DT2 ou non diabétique connu)		1 UI/h	2 UI/h	3 UI/h	4 UI/h Prévenir médecin
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	Bolus 6 UI Prévenir médecin
		Reprise à ½ débit quand : Glyc > 5,5 mmol/L chez DT1 Glyc > 10 mmol/L chez DT2								
G30 %		2 amp (6 g) Prévenir med	1 amp (3 g)	0						

Remarques :
Privilégier les glycémies capillaires sauf pour des valeurs dans les zones « rouges » (<0,6 ou > 2,5 g/L) qui doivent faire l'objet d'un contrôle de la valeur sur gaz du sang
Lorsqu'une 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 I UI/mL dans NaCl 0,9 %
- Voie d'abord : robinet au plus proche du patient sur KTC ou sur VVP

Version du 16/04/2021
Référents : J. Rey, N. Benillan, B. Bourdarias, A. Ouattara

Glycémie		0,4 – 2,2	0,6 – 3,3	1,0 – 5,5		1,8 – 10	2,5 – 14	3 – 16,5 g/L – mmol/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 médecin
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
		Reprise à ½ débit quand : Glyc > 10 mmol/L						
G30 %		2 amp (6 g) Prévenir med	1 amp (3 g)	0				

PASSAGE INSULINE IVSE / INSULINE SC

Indications
- Dès que les glycémies sont stables et ≤ 10 mmol/l
- A la reprise d'une alimentation orale
- Relais à l'arrêt de la seringue électrique d'insuline

Contre-indications
- Posologie d'insuline IVSE ≤ 0,5 UI/h
- Posologie d'insuline IVSE ≥ 5 UI/h
- Déséquilibre glycémique

Calcul de dose

Quantité totale d'insuline IVSE sur 24 h

- 1/2 dose IVSE / 24h = dose Lantus SC en 1 fois le soir
- 1/2 dose IVSE / 24h à diviser par 3 = dose d'analogue ultra rapide SC par repas

Petit déjeuner | Déjeuner | Dîner

Le délai entre l'arrêt de l'insuline IVS 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			à 20 h le jour suivant

PAS D'INSULINE IVSE EN SALLE

Prise en charge pré opératoire (DT1 et DT2)

Règles de jeûne :

- Repas du soir normal
- Donner le traitement habituel : AD non insuliniques (sauf metformine) mais aussi insulines 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 soluté glucosé (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 majeure	Chirurgie urgente
Metformine	Pas d'arrêt	Pas de prise la veille au soir et le matin	Arrêt
Sulfamides Glinides Inhibiteurs -glucosidases	Pas d'arrêt	Pas de prise le matin	Arrêt
Inhibiteurs DDP-4	Pas d'arrêt	Pas d'injection le matin	Arrêt
Analogues GLP-1	Pas d'arrêt	Pas d'injection le matin (sauf dans le DT1)	Arrêt et relais
Insulines SC	Pas d'arrêt	Arrêt de la pompe à l'arrivée au bloc	Arrêt et relais
Pompe à insuline	Pas d'arrêt		

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)	0,6 – 3,3	0,9 – 5	1,8 – 10	2,2 – 12	3 – 16,5 g/L – mmol/L
Avant le repas du soir	Sucre 15g PO Prévenir le médecin		Insuline : analogue ultra rapide 3 UI SC si correction non faite par le patient	4 UI SC	6 UI SC + BJ Prévenir le médecin
19-20h	Repas normal +/- insulines habituelles +/- AD non insuliniques sauf metformine				
Au coucher 22h-0h	15g PO				6 UI SC + BJ
Si besoin 3h-4h	GC à 15 min Prévenir le médecin		3 UI SC	4 UI SC	ou IVSE en réa Prévenir le médecin
6h-7h	Pas de prise d'AD non insuliniques et G10% 40 ml/h si insuline lente la veille ou pompe à insuline en cours				VVP NaCl 0,9%
Pré-op GC/3h	G10% 60 ml/h Prévenir le médecin		3 UI SC	4 UI SC	IVSE en réa Différer le bloc

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*

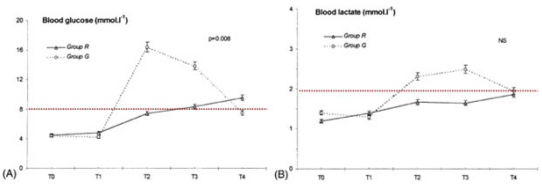
Groupe SFAR/SFD

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^{-1}.h^{-1} jusque H_2 postopératoire)



Si pas de glucose: pas d' hypoglycémie

Si apport de glucose= risque HG donc effets potentiellement délètéres

« ...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)