

动态血糖监测系统评估行冠状动脉搭桥手术的2型糖尿病患者围手术期血糖波动

郑辉 葛焕琦 张璐 李民

【摘要】 目的 应用动态血糖监测评估2型糖尿病患者冠状动脉搭桥手术(CABG)围手术期血糖波动特点。方法 选取2012年5月至2013年5月于泰达国际心血管病医院行CABG的住院患者,共42例,根据是否合并糖代谢异常分为2型糖尿病组(DM组,24例)和正常糖耐量组(NGT组,18例),所有入选患者手术前1d至术后第2天进行动态血糖检测仪(CGMS)检测,均进行相同的手术术式、相同的围手术期胰岛素治疗方案、相同的饮食方案。记录所有入选患者的一般资料、血糖波动相关指标以及手术相关参数。结果 (1)与NGT组比较,DM组手术当天、术后第1天的血糖水平的标准差(SD)和日间血糖平均绝对差(MODD)均升高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组间手术当天(用0表示)及术后第1天(用1表示)的平均血糖波动幅度(MAGE)、平均血糖(MBG)、最大血糖波动幅度(LAGE)、血糖时间百分率(PT)差异均无统计学意义($P > 0.05$)。(2)在DM组,MODD与LDL呈独立负相关,MAGE0与HDL、手术时间和年龄呈正相关,年龄是其独立危险因素。在NGT组,MODD与LDL呈独立负相关,与体外循环时间呈独立正相关;手术当天的MAGE0、LAGE0水平与体外循环时间呈正相关;术后第1天的MBG1、SD1与体外循环时间、机械通气时间也呈正相关关系;而体外循环时间、阻断时间越长,术后第1天的LAGE和PT越大。结论 在采用严格胰岛素控制围手术期血糖的情况下,由CGMS显示的糖尿病患者围手术期血糖波动消失,血糖离散度增加;CABG中阻断及体外循环时间可能是血糖波动的独立危险因素。

【关键词】 糖尿病, 2型; 围手术期血糖波动; 冠状动脉搭桥手术

Perioperative glucose fluctuation was assessed in patients with type 2 diabetics coronary artery bypass surgery by continuous glucose monitoring system ZHENG Hui, GE Huan-qi, ZHANG Lu, LI Min. Department of Endocrinology, TEDA International Cardiovascular Disease, Tianjin 300457, China

Corresponding author: GE Huan-qi, Email: zhui0123@163.com

【Abstract】 Objective Perioperative glucose fluctuation was assessed in patients with type 2 diabetics undergoing on-pump coronary artery bypass surgery (CABG) by continuous glucose monitor system(CGMS). **Methods** 42 patients undergoing isolated CABG from May 2012 to May 2013 in TEDA International Cardiovascular Disease Hospital were involved. According to 1999 WHO diagnostic criteria of diabetes, they were divided into two groups: 24 cases of inpatients were type 2 diabetes(DM group) and 18 cases of inpatients were normal glucose tolerance(NGT group). All patients were measured by CGMS from the day before surgery to postoperative second day. Surgical procedures were performed in the same type, the same perioperative insulin regimen and the same diet program. Record all enrolled patients general information indicators related with blood fluctuations and parameters related with surgery. **Results** Compared with the NGT group, DM group had significantly higher Standard deviation(SD) of the blood sugar level and absolute mean of daily difference (MODD) during intraoperative(with 0) and postoperative day 1(with 1), and the difference was statistically significant($P < 0.05$). Mean amplitude of glycemic excursions(MAGE), mean blood glucose(MBG), large amplitude of glycemic excursions(LAGE) and percentage of time glucose(PT) did not differ significantly between two groups. In the DM group, MODD were independently negatively correlated with LDL. HDL, operation time and age was positively correlated with MAGE0. Age was an independent risk factor. In the NGT group, MODD were independently

negatively correlated with LDL and positively related with cardiopulmonary bypass time(CPB time).There were high MAGE and LAGE during intraoperative in patients of CPB time. There were positive relationship between MBG, SD during postoperative day 1 with CPB time and mechanical ventilation time. The CPB time or blocking time were longer, the LAGE and PT was higher during postoperative day 1. **Conclusion** When perioperative glucose of DM patients were strictly controlled using insulin, the perioperative glucose fluctuation disappeared and glucose dispersion degree increased showing by CGMS; the CPB time and blocking time during CABG were an independent risk factor with perioperative blood glucose fluctuations.

【Key words】 Diabetes mellitus, type 2; Perioperative glucose fluctuation; Coronary artery bypass surgery

在行心脏外科手术的患者,围手术期高血糖增加术后死亡率以及心血管疾病、呼吸系统疾病、感染等的发生率^[1]。而近期研究显示,术后血糖波动比平均血糖更好地预测术后重症监护室(intensive care unit, ICU)患者的死亡率^[2]。动态血糖监测仪能较多次指端血糖检测显示的血糖漂移幅度明显下降,能更详细地显示2型糖尿病的血糖波动的特征^[3]。本研究旨在利用动态血糖监测系统分析2型糖尿病患者行冠状动脉搭桥手术(coronary artery bypass surgery, CABG)围手术期血糖波动的特点及其影响因素。

资料与方法

一、病例来源

连续选取2012年5月至2013年5月于我院行CABG的住院患者,向所有患者详细交代本研究的目的、意义以及将要采取的治疗方式及可能的后果,并经患者同意,签署知情同意书。(1)入选标准:患者年龄 ≥ 18 岁;初次进行择期CABG手术;住院时间至少48h。(2)排除标准:肾功能不全(血肌酐 > 1.5 mg/dl);合并脑梗死、慢性阻塞性肺疾病;目前应用抗生素;急诊手术及再手术者;有周围循环障碍、脱水表现的;既往有冠状动脉支架植入史者;冠状动脉造影检查及CAGB是分两次住院完成的;同时进行其他手术(如人工瓣膜置换术)。

二、分组

所有入选患者均进行口服葡萄糖耐量试验(0 min及120 min),除非患者有明确的糖尿病病史或者正在接受降糖治疗。将入选患者($n=42$)根据糖代谢情况分为:糖尿病组(diabetes mellitus, DM)及正常糖耐量组(normal glucose tolerance, NGT)。其中DM组共入选患者24例,其中包括糖尿病患者20例和糖耐量异常患者4例。NGT组入选18例。

三、一般资料

所有入选患者均详细记录一般资料(年龄,性别,民族,吸烟、饮酒史),体质指数(body mass index, BMI),高血压病史。既往慢性病史(心肌梗死病史),吸烟饮酒史,冠心病家族史,用药史(血管紧张素转

换酶抑制剂类药物,他汀类, β 受体阻滞剂,阿司匹林,钙离子拮抗剂)。心脏彩超检查测定射血分数(ejection fraction, EF)。

四、生化指标的测定

所有入选患者在术前均空腹8h以上测定清晨空腹静脉血,应用全自动生化仪通过酶法测定血清总胆固醇(total cholesterol, TC),低密度脂蛋白(low-density lipoprotein, LDL),高密度脂蛋白(high-density lipoprotein, HDL),甘油三酯(triglycerides, TG),肌酐(creatinine, Cr),尿素氮(urea nitrogen, BUN),尿酸(uric acid, UA),空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)等浓度。通过高压液相法测定糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c);放射免疫法测定总甲状腺激素(total thyroid hormone, TT4),总三碘甲状腺激素(total triiodine thyroid hormone, TT3),促甲状腺激素释放激素(thyrotropin releasing hormone, TSH);纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)。

五、围手术期血糖监测方法

1. 术前:行CABG术前24h由病房医生开立动态血糖检测医嘱,由指定护士给患者安装动态血糖检测仪(continuous glucose meter system, CGMS, Medtronic, MMT-7102w),具体操作方法见操作说明;由指定护士应用血糖仪(nova, STATSTRIP glucose-meter)测定4次末端指血血糖,为手术前一日午饭后2h、晚饭后2h、睡前血糖,手术日的空腹血糖,并将血糖值输入CGMS。

2. 术中:术中由指定巡台护士在麻醉诱导开始前测定一次末端指血血糖,并输入CGMS。

3. 术后:手术结束后,患者转入ICU,由ICU医生开具动态血糖监测医嘱,由指定ICU护士测定术后即刻末端指血血糖在内每日四次指血血糖,因术后患者禁食,指血血糖测定时间选取在6:00, 12:00, 18:00, 22:00,并将指血血糖值输入CGMS。术后48h停止CGMS检测,摘除CGMS。

六、围手术期胰岛素治疗方案

1. 术前降糖方案:对于DM组患者术前均采取胰岛素泵控制血糖,确定手术前4d开始停用一切口服药

物及长效和预混胰岛素,开始胰岛素泵治疗。每日胰岛素总量=体重(kg)×0.5,起始基础量=每日总量×50%,分六段:0:00~3:00,3:00~7:00,7:00~12:00,12:00~17:00,17:00~22:00,22:00~0:00。早餐前大剂量=一日总量×20%,中餐前大剂量=一日总量×15%,晚餐前大剂量=一日总量×15%。每日根据血糖检测结果调整胰岛素泵基础量一次,手术当天撤除胰岛素泵,血糖控制目标 FPG: 5~7 mmol/L; 2 h PG: 7~9 mmol/L。

NGT 组患者术前不进行降糖治疗。仅进行血糖检测,方法同前。

2. 术中及术后胰岛素调整方案:所有入选患者均在手术期间采取静脉输注普通胰岛素,输注起始剂量设定见表1。术中每小时测定一次血糖,均通过血气分析测定;术后ICU每2h测定一次血糖,通过血气分析测定,用于调整胰岛素输注速率;每6h测定一次指血血糖,作为CGMS的指血血糖校对值。根据血糖调整胰岛素输注方案,见表2。血糖控制目标在7~10 mmol/L。详细记录所有患者胰岛素使用剂量。

表1 胰岛素输注起始剂量的设定

目前血糖	胰岛素输注率(U/h)
<10 mmol/L	0
10~12 mmol/L	1
12~13.9 mmol/L	2
>13.9 mmol/L	3

表2 胰岛素输注调整方案

目前血糖	胰岛素输注率
<7 mmol/L	停止输注直到血糖恢复到10 mmol/L,然后按照原来剂量的50%重新开始
7~10 mmol/L	不变
10~13.9 mmol/L	如果比上次测定低,输注率不变 如果比上次测定高,输注率增加0.5 U/h
>13.9 mmol/L	增加1 U/h 如果连续三次测定血糖不下降,输注率加倍

七、CABG 方法

所有入选患者均在体外循环下行单纯CABG术。术中所需的心脏停搏液配方两组完全一样,配方如下: Bag1: 5%葡萄糖注射液 230 ml+5%碳酸氢钠 30 ml+10%氯化钾 24 ml+25%硫酸镁; Bag2: 5%葡萄糖+0.9%氯化钠 400 ml+5%碳酸氢钠 100 ml+10%氯化钾 12 ml+25%硫酸镁 8 ml; Bag5: 勃脉力 500 ml+5%碳酸氢钠 25 ml+20%甘露醇 30 ml。同时记录阻断时间、体外循环时间、手术时间。

八、患者饮食方案

所有入选患者术前均正常饮食,手术当天禁食水,

均给予静脉营养支持。拔管后逐渐由静脉营养支持过渡为半流质饮食。

九、血糖波动相关指标计算

均依据CGMS下载的全部血糖数值,利用数据分析软件分别计算手术当天及术后第1天的平均血糖(mean blood glucose, MBG0、MBG1),血糖时间百分率(percent time, PT0、PT1),血糖水平的标准差(SD0、SD1),最大血糖波动幅度(largest amplitude of glycemic excursions, LAGE0、LAGE1)、平均血糖波动幅度(mean amplitude of glycemic excursions, MAGE0、MAGE1)、日间血糖平均绝对差(mean of daily difference, MODD)。其中0=手术当天,1=术后第1天。

十、统计学方法

采用SPSS 12.0统计软件进行统计分析,计量资料符合正态分布的以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组之间比较用t检验,非正态分布应用中位数(四分位间距)表示,两组间比较应用Wilcoxon秩和检验,计数资料用例数(率)表示,两组间比较应用 χ^2 检验,多元相关及多元逐步回归分析血糖波动及其影响因素;以P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般资料:与NGT组比较,DM组FPG和HbA1c升高,差异有统计学意义(P<0.05),而两组间年龄、BMI、EF(术前)、病变支数、UA、Cr、TC、TG、HDL、LDL、FIB、收缩压、舒张压、TT3、TT4、TSH、高血压例数、性别、冠心病家族史、心肌梗死、抗冠心病药物的使用(β 受体阻滞剂、ACEI/ARB、他汀类、钙离子拮抗剂)、吸烟史、饮酒史差异无统计学意义(P>0.05)(表3)。具有可比性。

2. 血糖波动指标:与NGT组比较,DM组手术当天、术后第1天的SD和MODD均升高,差异有统计学意义(P<0.05);两组间手术当天及术后第1天的MAGE、平均血糖、LAGE、PT差异均无统计学意义(P>0.05)(表4)。表明DM组手术当天和术后血糖波动更大,但两组的血糖绝对值相似。

3. 血糖波动指标的影响因素:在DM组,MODD与LDL呈独立负相关,MAGE0与HDL、手术时间和年龄呈正相关。在NGT组,MODD与LDL呈独立负相关,与体外循环时间呈独立正相关;MAGE0、LAGE0与FIB、体外循环时间;平均血糖1、SD1与体外循环时间、机械通气时间;LAGE1与体外循环时间、阻断时间;血糖时间百分率与体外循环时间、冠状动脉病变支数均分别呈正相关。见表5。

表3 两组患者一般资料比较

组别	例数	病程(年)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	高血压 [例, (%)]	EF (%, $\bar{x} \pm s$)	病变支数 (支, $\bar{x} \pm s$)	FPG(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)
DM组	26	5.1±6.8	60.9±7.0	26.0±2.6	21(80.8)	59.2±6.3	3.2±0.6	7.3±1.7
NGT组	18	—	61.9±7.9	26.7±2.1	20(76.9)	61.3±7.2	3.1±0.6	5.2±0.7
t/χ^2 值			0.442	0.947	3.248	1.025	0.544	4.945
组别	UA($\mu\text{mol}/\text{L}$, $\bar{x} \pm s$)	Cr($\mu\text{mol}/\text{L}$, $\bar{x} \pm s$)	TC(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	TG(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	HDL(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	LDL(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	FIB(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	HbA _{1c} (%, $\bar{x} \pm s$)
DM组	322.1±76.0	70.1±12.0	4.5±1.3	1.8±0.8	1.0±0.3	3.4±2.0	2.9±0.8	8.8±0.8
NGT组	319.9±80.6	70.1±14.0	4.4±1.3	1.5±1.1	1.0±0.2	2.8±1.2	2.9±0.9	5.9±0.2
t/χ^2 值	0.092	0.006	0.251	1.048	0.188	1.137	0.151	15.008
组别	男 [例, (%)]	冠心病家族史 [例, (%)]	心肌梗死 [例, (%)]	收缩压(mm Hg, $\bar{x} \pm s$)	舒张压(mm Hg, $\bar{x} \pm s$)	TT3(nmol/L, $\bar{x} \pm s$)	TT4(nmol/L, $\bar{x} \pm s$)	
DM组	19(73.0)	5(19.2)	12(46.2)	137.1±23.3	77.9±8.7	1.4±0.2	94.1±15.3	
NGT组	14(77.8)	6(33.3)	6(33.3)	125.1±14.6	75.0±9.4	1.4±0.1	85.0±18.4	
t/χ^2 值	0.125	1.524	0.723	1.934	1.052	0.065	1.785	
组别	TSH(mIU/L, $\bar{x} \pm s$)	β 受体阻滞剂 [例, (%)]	ACEI/ARB[例, (%)]	他汀类 [例, (%)]	钙离子拮抗剂 [例, (%)]	吸烟史 [例, (%)]	饮酒 [例, (%)]	
DM组	2.1±1.0	12(66.7)	17(65.4)	26(100)	7(26.9)	13(50.0)	9(50.0)	
NGT组	2.5±1.4	14(53.8)	13(72.2)	18(100)	7(38.9)	12(66.7)	7(26.9)	
t/χ^2 值	1.107	1.805	0.229	—	0.702	0.723	1.041	

表4 两组患者围手术期血糖波动及手术相关指标的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	MBG0(mmol/L)	SD0(mmol/L)	LAGE0(mmol/L)	MAGE0(mmol/L)	lnPT0(%)	MODD(mmol/L)	MBG1(mmol/L)
DM组	8.5±1.0	2.4±0.7	7.4±3.0	5.6±2.8	-0.7±0.8	2.6±2.0	10.1±3.0
NGT组	8.5±2.3	1.4±0.2	6.7±2.0	5.2±2.2	-1.7±2.2	0.1±0.0	9.2±1.1
t/χ^2 值	0.027	5.878	0.864	0.506	0.955	5.283	1.213
组别	SD1(mmol/L)	LAGE1(mmol/L)	MAGE1(mmol/L)	lnPT1(%)	体外循环(h)	日均胰岛素用量(U/d)	阻断时间(h)
DM组	2.3±1.2	3.6±2.2	3.7±3.6	-1.6±0.8	92.4±34.5	25.4±28.2	74.4±32.7
NGT组	1.5±0.3	3.4±1.9	2.4±1.4	-2.1±1.6	103.1±41.4	4.7±10	81.6±32.1
t/χ^2 值	2.555*	0.313	1.453	1.457	0.932	2.978	0.723

注: PT: 血糖值高于11.1 mmol/L的时间百分率

表5 两组患者血糖波动的影响因素分析

组别	因变量	自变量	简单相关		多元逐步回归							
			r值	P值	偏回归系数	标准误	标化偏回归系数	P值				
DM组	MODD	LDL	-0.588	0.027	-0.132	0.053	-0.527	0.025				
		MAEG0	HDL	0.580					0.023			
	NGT组	手术时间	0.583	0.023								
		年龄	0.607	0.017								
NGT组	MODD	LDL	-0.527	0.025	-0.104	0.045	-0.418	0.033				
		体外循环时间	0.613	0.007								
	MAGE0	FIB	0.568	0.014					1.742	0.142	0.948	0.000
		阻断时间	0.533	0.023								
	LAGE0	阻断时间	0.483	0.042					1.340	0.437	0.608	0.007
		FIB	0.608	0.007								
	MGB1	体外循环时间	0.545	0.019					0.025	0.008	0.593	0.01
		机械通气时间	0.593	0.01								
	SD1	体外循环时间	0.620	0.006					0.006	0.002	0.620	0.006
		机械通气时间	0.519	0.027								
	LAGE1	体外循环时间	0.486	0.041					0.031	0.012	0.529	0.024
		阻断时间	0.529	0.024								
PT0	机械通气时间	0.799	0.002	0.057	0.013	0.799	0.002					
	冠脉病变支数	0.655	0.021									
PT1	机械通气时间	0.835	0.000	0.050	0.008	0.835	0.000					
	冠脉病变支数	0.482	0.050									

讨 论

高的血糖波动能引起氧化应激^[4]及内皮功能障碍^[5],是术后不良事件的危险因素。在以往对心脏外科手术的患者的研究中,多以每日多次血糖监测显示的SD等作为血糖波动评价指标^[6]。动态血糖监测是指通过葡萄糖感应器监测皮下组织间液的葡萄糖浓度而反映血糖水平的监测技术,每日提供228个血糖值,72h提供864个血糖值,它可以提供连续、全面、可靠的全天血糖信息,了解血糖波动的趋势,更接近血糖实际变化曲线,发现不易被传统监测方法所探测到的高血糖和低血糖。应用CGMS对行CABG患者围手术期血糖波动特点进行评价国内外尚未报道。

血糖水平标准差是所有血糖测定值偏离平均血糖的程度,血糖水平标准差增加时表明血糖离散度增大^[7]。平均血糖波动幅度是采用滤波的方法,去除所有幅度未超过一定阈值的细小波动^[8],它比SD更能反映血糖波动的真实情况^[9]。本研究发现在相同手术方式、相同停药及相同胰岛素使用方案的基础上,DM组比NGT组手术当天及手术后第1天的血糖水平标准差明显升高,但两组之间的平均血糖值无明显差异;无论是DM组还是NGT组MAGE均明显高于正常范围^[10],两组间差异无统计学意义。而Meynaar等^[11]对20375例ICU患者回顾性研究也发现糖尿病患者术后血糖标准差高于非糖尿病组。而该研究中两组间手术当天血糖波动及平均血糖无差异。对于手术当天的两组间血糖波动差异消失的原因与非糖尿病患者对外科手术应激有更强烈的血糖反应,出现更高的血糖增加有关;对于术后血糖波动研究血糖离散度与日内血糖波动幅度结果不一致,可能与术后应用更加严格的胰岛素控制方案减小了血糖波动有关。因此,在本研究采取严格血糖控制后,术后患者血糖波动减少,血糖呈逐渐变化,但总体离散度较大。

本研究发现DM组不仅术前FPG和HbA1c明显高于NGT组,MODD也明显升高。MODD为2个连续24h血糖谱相匹配血糖间的绝对差的平均值,其水平不依赖日内血糖的波动程度。本研究结果表明DM患者手术当日与手术后第1天日间血糖波动加大,术后血糖明显高于手术当天。手术期间不断应用含糖停药液,同时暴露于应激及多种生理学改变,包括手术过程、低体温、体外循环、药物及血液制品,加重了胰岛素抵抗迅速增加,手术结束后影响仍继续存在,导致手术后日间的血糖变异进一步加剧。术后严格血糖控制比手术当天更重要^[6]。Masla等^[12]的研究发现术后第1天较手术当天血糖明显下降,可能与他们采取

更加严格的术后血糖控制目标(80~100mg/dl)以及更多的胰岛素使用量有关。

越来越多的研究关注血糖波动的影响因素,但相关报道仍较少。Alemzadeh等^[13]对于胰岛素泵治疗的1型糖尿病研究表明血糖波动的保护因素包括年龄、体重指数,危险因素包括低血糖发生频率及胰岛素餐前量与基础量之比。传统的影响血糖波动的因素包括饮食、运动、心理及应激。对于围手术期的患者更多是后两者的影响。Masla研究显示术前HbA1c水平越高CABG围手术期血糖标准差水平越高,无论是否糖尿病病史的患者心脏术后均普遍出现高血糖。本研究显示影响围手术期血糖波动的因素集中在LDL、FIB、手术时间、阻断时间、体外循环时间、机械通气时间和冠状动脉病变支数。两组均显示LDL与MODD独立负相关,其中的机制不清楚。在NGT组手术中的阻断时间、体外循环时间、机械通气时间均是血糖波动指标的独立危险因素,考虑与操作引起应激水平增高有关,但对DM组血糖波动影响较小,其原因仍需进一步研究。

本研究的不足之处在于病例数较少,应用的CGMS还存在对操作者的要求高、费用高、容易受到干扰等缺陷。实时动态血糖监测的上市可能将在ICU有更大的临床应用价值。心脏外科手术中及术后以减少血糖波动为目标的持续胰岛素输注方案可能比单纯降低平均血糖水平更能有效控制术后不良事件。这将对围手术期血糖控制策略提供新的方向。

参 考 文 献

- Doenst T, Wijeyesundera D, Karkouti K, et al. Hyperlycemia during cardiopulmonary bypass is an independent risk factor for mortality in patients undergoing cardiac surgery. *J Thoracic&Cardiovascular Surgery*, 2005, 130: 1144-1150.
- Egi M, Bellomo R, Stachowski E, et al. Variability of blood glucose concentration and short-term mortality in critically ill patients. *Anesthesiology*, 2006, 105: 244-252.
- 吴大方, 李洁, 刘晓宇, 等. 动态血糖监测系统在糖尿病患者血糖调整中的临床优势. *中国现代医学杂志*, 2012, 2: 65-67.
- Zaccardi F, Pitocco D, Ghirlanda G, et al. Glycemic risk factors of diabetic vascular complications: The role of glycemic variability. *Diabetes Metab Res Rev*, 2009, 25: 199-207.
- Monnier L, Colette C, Leiter L, et al. The effect of glucose variability on the risk of microvascular complications in type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 2007, 30: 185-186.
- Duncan AE, Abd-Elsayed A, Maheshwari A, et al. Role of intraoperative and postoperative blood glucose concentrations in predicting outcomes after cardiac surgery. *Anesthesiology*, 2010, 112: 860-871.
- McCarter RJ, Hempe JM, Chalew SA. Mean blood glucose and biological variation have greater influence on HbA1c levels than glucose instability: an analysis of data from the diabetes control and complications trial. *Diabetes Care*, 2006, 29: 352-355.
- Service FJ, Molnar GD, Rosevear JW, et al. Mean amplitude of glycemic

- excursions, a measure of diabetic instability. *Diabetes*, 1970, 19: 644-655.
- [9] Monnier L, Colette C. Glycemic variability: should we and can we prevent it? *Diabetes Care*, 2008, 31: S150-154.
- [10] Zhou J, Li H, Ran X, et al. Establishment of normal reference ranges for glycemic variability in Chinese subjects using continuous glucose monitoring. *Med Sci Monit*, 2011, 17: CR9-13.
- [11] Meynaar IA, Eslami S, Abu-Hanna A, et al. Blood glucose amplitude variability as predictor for mortality in surgical and medical intensive care unit patients: a multicenter cohort study. *J Crit Care*, 2012, 27: 119-124.
- [12] Masla M, Gottschalk A, Durieux ME, et al. HbA1c and Diabetes Predict Perioperative Hyperglycemia and Glycemic Variability in On-Pump Coronary Artery Bypass Graft Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011, 25: 799-803.
- [13] Alemzadeh R, Palma-Sisto P, Parton EA, et al. Continuous subcutaneous insulin infusion and multiple dose of insulin regimen display similar patterns of blood glucose excursions in pediatric type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther*, 2005, 7: 587-596.

(收稿日期: 2013-10-14)

(本文编辑: 戚红丹)

郑辉, 葛焕琦, 张璐, 等. 动态血糖监测系统评估行冠状动脉搭桥手术的2型糖尿病围手术期血糖波动 [J/CD]. *中华临床医师杂志: 电子版*, 2013, 7 (22): 10015-10020.



中华医学会