

内分泌腺疾病及代谢病临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyx.002004

重庆地区医院信息化血糖管理监测数据分析

周蒙蒙¹, 龚放², 赵锡丽¹, 杨刚毅¹, 李志勇², 杨增群³, 陈艳³

(1. 重庆医科大学附属第二医院内分泌代谢病科, 重庆 400010; 2. 重庆医科大学附属永川医院, 重庆 402160;

3. 重庆医科大学附属第二医院石柱分院内分泌科, 重庆 409100)

【摘要】目的:根据区域内的糖尿病流行病学和糖尿病防治管理现状,利用信息化技术手段,通过患者血糖大数据分析,评价住院糖尿病患者血糖变化趋势,了解住院患者血糖监控的薄弱环节,从而指导临床血糖管理。**方法:**基于多中心的信息化血糖管理平台,于2016年9月至2018年1月收集重庆医科大学附属永川医院、重庆医科大学附属第二医院、重庆三峡中心医院共10 608例住院糖尿病患者床旁血糖数据,采用群体模型(population model)、个体模型(patient model)、人-时模型(patient-day model)分析住院糖尿病患者的血糖构成比:高血糖、低血糖、理想血糖占比等情况。**结果:**共收集快速床旁监测(point-of-care testing, POCT)血糖数据253738个,采用群体模型分析,高血糖达38.3%,理想血糖仅占20.5%;采用个体模型分析,住院期间曾发生低血糖的患者占13.2%,其中曾出现严重低血糖的患者占1.2%,发生严重低血糖患者为低血糖患者的9.4%;采用人-时模型分析,理想血糖的患者人时数为49.6%,高血糖发生率为60.2%,严重高血糖发生率为18.8%。**结论:**住院糖尿病患者的理想血糖占比低,高血糖占比高,经过一段时间住院治疗高血糖发生率呈下降趋势,但传统内分泌科被动会诊模式导致部分高血糖事件处理不及时。所有时间段均发生了低血糖事件,且部分患者发生了严重低血糖事件,午餐前与空腹为高发时段,晚餐前血糖监测频次低。

【关键词】糖尿病;血糖监测;血糖管理;高血糖;低血糖**【中图分类号】**R587.1**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2018-07-04

An analysis of monitoring data of informationized blood glucose management in hospitals in Chongqing, China

Zhou Mengmeng¹, Gong Fang², Zhao Xili¹, Yang Gangyi¹, Li Zhiyong², Yang Zengqun³, Chen Yan³

(1. Department of Endocrinology, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University;

2. Department of Endocrinology, the Yongchuan Hospital of Chongqing Medical University;

3. Department of Endocrinology, Shizhu Branch, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To evaluate the blood glucose changes in hospitalized patients with diabetes by big data analysis of patients using information technology according to the epidemiology of diabetes and the current status of prevention, treatment, and management of diabetes in the region, to understand the weak links of monitoring hospitalized patients' blood glucose, and to guide clinical blood glucose management. **Methods:** Based on a multicenter informationized blood glucose management platform, from September 2016 to January 2018, the bedside blood glucose data of 10608 hospitalized patients with diabetes were collected from the Yongchuan Hospital of Chongqing Medical University, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, and the Chongqing Three Gorges Central Hospital. The population model, patient model, and patient-day model were used to analyze the blood glucose constituent ratio of inpatients with diabetes: proportions of patients with hyperglycemia, hypoglycemia, and ideal blood glucose level. **Results:** A total of 253738 point-of-care testing blood glucose monitoring data were collected. The population model analysis showed that the prevalence of hyperglycemia reached 38.3%, and the individuals with an ideal blood glucose level only accounted for 20.5%. The patient model analysis showed that 13.2% of the patients had hypoglycemia during hospitalization; patients with severe hypoglycemia accounted for 1.2%; patients with severe hypoglycemia accounted for 9.4% of patients with hypoglycemia. The patient-day model analysis showed that the patients with an ideal blood glucose level accounted for 49.6%; the incidence of hyperglycemia was 60.2%; the incidence of severe hyperglycemia was 18.8%. **Conclusion:** The proportion of hospitalized diabetes patients with an ideal blood glucose level is low, and the pro-

作者介绍: 周蒙蒙, Email: amengmengzhou@163.com,

研究方向: 糖尿病及其并发症。

通信作者: 龚放, Email: gflinda@163.com。

基金项目: 重庆市卫计委科研资助项目(编号: 2016ZDXM021、2017MSXM201)。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20190320.0857.006.html>
(2019-03-20)

portion of those with hyperglycemia is high. After a period of hospitalization, the incidence of hyperglycemia is decreasing, but the traditional endocrinology passive consultation mode causes that some hyperglycemia events are not managed in time. Hypoglycemia events occur in all time periods, and some patients have severe hypoglycemia events. The high-risk periods of hypoglycemia are before lunch and fasting. The frequency of blood glucose monitoring before dinner is low.

[Key words] diabetes; blood glucose monitoring; blood glucose management; hyperglycemia; hypoglycemia

糖尿病是一种常见的终生性疾病,目前无法治愈,并发症多,致死率和致残率很高。中国成人糖尿病患病率已从 1995 年的 2.0% 上升到 2008 年的 9.7%,再上升至 2013 年的 11.6%。目前,中国约有 1 亿糖尿病患者,已成为世界上糖尿病患者人数最多的国家。但是中国糖尿病患者的知晓率、治疗率、血糖控制率非常低,分别只有 36.1%、33.4%、13.5%。如不予以有效控制,预计今后十年我国糖尿病患病率仍会继续攀升^[1]。随着经济的发展、城市化的进程、人口老龄化和生活饮食方式的变化,糖尿病及其并发症的发病率、患病率和死亡率不断增加,不仅极大危害了患者身体健康,也给患者家庭和国家带来了沉重的经济负担。糖尿病的蔓延使得糖尿病患者血糖治疗和管理的挑战日益严峻。我国目前在糖尿病防治管理方面和发达国家相比还停留在初级水平,缺乏高效、规范化的防治管理体系。对非内分泌科的高血糖住院患者,我国当前的血糖管理模式还是由内分泌科医生被动会诊的方式。这种模式覆盖率低、诊疗连贯性差。内分泌科工作负荷高,血糖异常急性事件处理不及时,糖尿病漏诊率也高。血糖监测是糖尿病管理的重点,其结果可评估糖代谢紊乱的程度,帮助制定降糖方案,反映治疗效果并指导治疗方案的调整^[2]。但在临床应用中,由于糖尿病患者分布在各个科室,血糖监测存在的问题主要表现为监测数据少、数据评价少、临床指导少、血糖监测个体化处方少、行动少^[3]。

21 世纪初,一些发达国家已陆续将信息化系统运用于患者血糖监测,实现了对住院患者血糖数据的集中储存和管理。国内也有医院逐渐开始探索在血糖监测中应用信息化系统,为各大医院提供了经验借鉴。本研究正是基于上述现状,立足永川,覆盖渝西,联合渝中、渝东北地区,根据区域内的糖尿病流行病学和糖尿病管理现状,借鉴目前国内外糖尿病防治管理的先进经验,于 2016 年引进信息化技术,对住院患者实施信息化血糖管理,通过对患者

血糖大数据的分析,评估各医疗机构糖尿病管理控制的现状,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集信息化血糖管理团队成立后(2016 年 9 月至 2018 年 1 月)所有合作单位 10 608 例住院糖尿病患者共计 253 738 个床旁血糖监测数据。广泛覆盖:内科 11 个科室(内分泌科 3 个病区、呼吸内科 2 个病区、神经内科 2 个病区、感染科 1 个病区、老年病科 1 个病区、肾内科 1 个病区、消化内科 1 个病区、心内科 2 个病区、血液内科 1 个病区、干部科室 1 个病区及肿瘤科 1 个病区),外科 8 个科室(骨科 6 个病区、普外科 3 个病区、眼科 2 个病区、耳鼻喉科 1 个病区、神经外科 1 个病区、胃肠肛肠科 1 个病区、胸外科 1 个病区、心脏外科 1 个病区)及重症监护病房。本研究已经医院医学伦理委员会审查并批准。

1.2 血糖监测方法

使用统一的床旁便携式血糖仪(Nova 信息化血糖监测系统)进行血糖监测,测量并记录各时间点的血糖。血糖评价标准:理想血糖为 4.4~7.2 mmol/L,低血糖为 ≤ 3.9 mmol/L,严重低血糖为 ≤ 2.2 mmol/L,高血糖为 ≥ 11.1 mmol/L,严重高血糖为 ≥ 16.7 mmol/L^[4]。在记录低血糖事件时,为避免持续性低血糖的多个数值对统计结果产生影响,持续 1 h 内的低血糖记为 1 次^[5]。

1.3 血糖管理团队和平台的建立

于重庆医科大学附属永川医院成立包括院领导、临床医护医技等相关专家在内的糖尿病血糖信息化管理小组,建立信息化血糖管理中心,首先实现全院信息化血糖管理,收集、整理、汇总全院的血糖大数据。同时,通过与哈佛医院 Joslin 糖尿病中心的学术合作,根据不同科室糖尿病患者特点分别制定特定的临床路径,实现院内多科室的血糖信息化管理。同时,由永川医院建立针对糖尿病专科医护人员专属的在线管理学习平台,及时上线国内外顶级专家的糖尿病专科的系统性、权威性培训资料,并定时通过在线考试来保证学习的质量和效果。选择重庆医科大学附属第二医院、重庆三峡中心医院进行住院患者的血糖信息化联网管理。

1.4 统计学处理

采用 SAS 及 Stata 统计分析软件,计数资料以百分率表

示。利用群体模型[以所有患者的所有血糖读数作为研究对象($n=253\ 738$)]、人-时模型[以每个患者住院期间每日的血糖数据平均值为研究对象($n=53\ 230$)]、个体模型[以每个患者整个住院期间的平均血糖数据作为研究对象($n=10\ 608$)]进行血糖监测的评估分析。质量评估指标:血糖分布、高血糖(高血糖 ≥ 11.1 mmol/L、严重高血糖 ≥ 16.7 mmol/L)发生率、低血糖(低血糖 ≤ 3.9 mmol/L、严重低血糖 ≤ 2.2 mmol/L)发生率及理想血糖(4.4~7.2 mmol/L)占比。具体计算方法见表 1。

2 结果

2.1 住院患者血糖分布及高血糖分布情况分析

10 608 例患者的住院总天数(每个患者有血糖读数的天数的总和)为 63 838 d,住院总天数最小值为 1 d,住院总天数最大值为 83 d,中位住院天数为 4 d,人均住院天数(住院总天数/总人数)为 6.0 d。监测血糖 253 738 次。在群体模型中,理想血糖仅占 20.5%,高血糖达 38.3%,涉及 59.1%的患者(个体模型),在血糖值构成比中占比最高(图 1)。在人-时模型中,理想血糖的患者人数为 49.6%,高血糖发生率为 60.2%,严重高血糖占比为 18.8%(表 2)。在住院时间 ≥ 6 d 的患者中统计高血糖发生率,可以看出高血糖发生频率变化情况,入院后 3 d 的高血糖发生率为 45.8%,出院前 3 d 的高血糖发生率为 29.5%(群体模型)。经过一段时间的住院治疗,患者高血糖发生率明显降低(图 2),表明该阶段住院患者血糖管理情况得到改善。

2.2 住院患者低血糖情况分析

在群体模型中,所有时间段均发生了低血糖事件,其中以午餐前时间段低血糖的发生频次最高,达 564 次,发生频率为 1.4%(564/40 859);其次是空腹时发生低血糖 439 次,发生频率为 1.7%(439/25 312),具体内容如图 3 所示。在个

体模型中,仅发生一次低血糖的患者占总住院患者的 7.4%,发生低血糖 2 次、3 次的患者比例分别为 2.7%、1.2%。13.2% 的患者在住院期间曾发生低血糖,1.2% 的患者曾出现严重低血糖,且 21.3% 的患者低血糖发生达 2 次或 2 次以上(图 4)。住院期间,仅 1 d 发生低血糖的患者约占所有住院患者的 8.2%,发生 2 d 低血糖的患者占所有住院患者的 2.8%,发生 3 d 低血糖的患者占所有住院患者的 1.1%(图 5)。血糖检测发现 2 885 个低血糖值,累积患者 1 395 名,低血糖的平均值为 3.4 mmol/L,其中有 131 例是严重低血糖,严重低血糖的平均值为 1.9 mmol/L。发生严重低血糖的患者比例为低血糖患者的 9.4%。在人-时模型中,低血糖发生率为 4.0%,严重低血糖发生率为 0.2%。

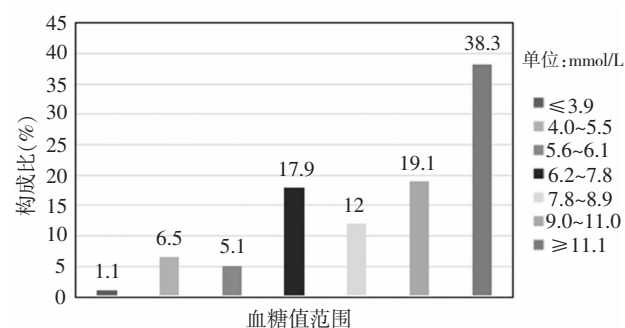


图 1 住院患者整体血糖水平分布 (群体模型)

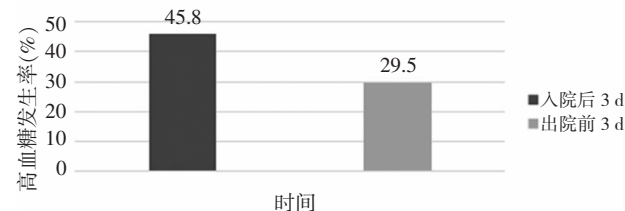


图 2 住院前后高血糖发生率的变化 (群体模型)

表 1 3 种分析模型及评估指标

评估指标	群体模型	人-时模型	个体模型
均数 (mmol/L)	所有血糖值的平均数	所有人-时平均血糖值的平均数	所有人平均血糖值的平均数
高血糖发生率	所有 ≥ 11.1 mmol/L 血糖值的百分比	血糖值 ≥ 11.1 mmol/L 的所有人-时百分比	血糖值 ≥ 11.1 mmol/L 的所有患者的百分比
低血糖发生率	所有 ≤ 3.9 mmol/L 血糖值的百分比	血糖值 ≤ 3.9 mmol/L 的所有人-时百分比	血糖值 ≤ 3.9 mmol/L 的所有患者的百分比
理想血糖 (4.4~7.2 mmol/L) 百分比	在理想血糖范围内的所有血糖值的百分比	平均血糖值在理想血糖范围内的所有人-时百分比	平均血糖值在理想血糖范围内的患者百分比

表 2 3 种分析模型概览

模型	例数	血糖均值 (mmol/L)	血糖中位数 (mmol/L)	理想血糖占比 (%)	低血糖发生率 (%)	严重低血糖发生率 (%)	高血糖发生率 (%)	严重高血糖发生率 (%)
群体模型	253 738	10.6	9.7	20.5	1.1	0.07	38.3	9.7
个体模型	10 608	9.3	8.9	22.4	13.2	1.2	59.1	33.6
人-时模型	53 230	10.0	9.5	49.6	4.0	0.2	60.2	18.8

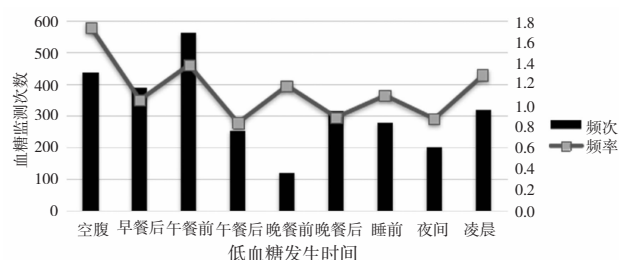


图3 低血糖发生时间及频次 (群体模型)

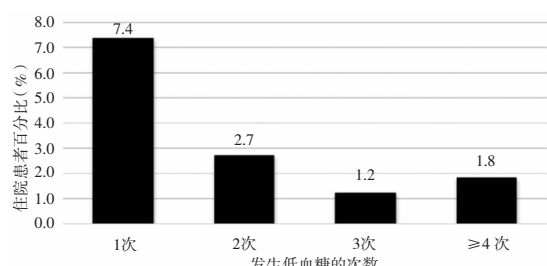


图4 低血糖发生频次的患者百分比 (个体模型)

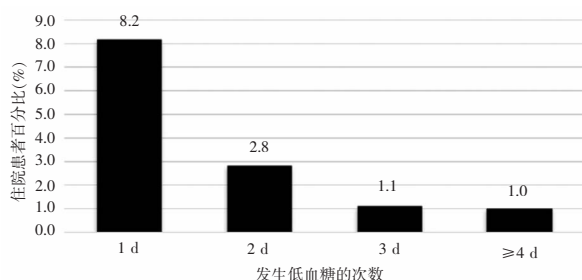


图5 低血糖发生频次的患者百分比 (个体模型)

3 讨论

国际糖尿病联盟 (The International Diabetes Federation, IDF) 提出糖尿病综合管理 5 个要点 (有“五驾马车”之称) 包括糖尿病教育、医学营养治疗、运动治疗、血糖监测和药物治疗。“五驾马车”共同联合才能很好地控制血糖,而在临床实际工作中,院内非内分泌科室对糖尿病的管理缺乏规范、系统、高效的管理体系。传统手抄方式记录每次的血糖监测结果,难以收集、整理及汇总全院血糖大数据,难以评估住院患者血糖管理现状。管理住院患者血糖的基础是及时准确的血糖检测和处理,信息化血糖管理平台的建立使得对住院患者的血糖控制更加及时、准确,同时也有利于对全院血糖控制情况的了解及分析,从而更好地指导临床工作。

严格的血糖控制可改善患者的临床结果,Goldberg 等^[4]于 2006 年提出使用群体模型、个体模型、人-时模型评估患者血糖控制情况。群体模型考虑所有血糖水平,代表整个患者群体的血糖分布情况;个体模型将每个患者整个住院期间的平均血糖作为单个数据点,代表不同患者的血糖分布情况;人-

时模型以每个患者住院期间每日的血糖数据平均值为研究对象,代表每个患者每日血糖分布情况;共收集了来自 118 例住院患者的 1 552 个血糖数据,对每一种模型,分别计算了平均血糖水平、中位数血糖水平、理想血糖百分比、高血糖及低血糖的发生率。Goldberg 等认为,人-时模型是血糖评价的“金标准”。其中,对高血糖的评估,群体模型更为合理;而人-时模型能更如实地反映低血糖的发生率。同时,由于患者入院第 1 天的血糖数据代表血糖控制不稳定,并且可能不能公平地反映医院血糖管理水平,Goldberg 等排除了所有患者入院第 1 天的血糖数据,重复计算了 3 种模型的血糖分布情况,得出结论为 3 种模型的结果无明显统计学差异。然而遗憾的是,我们没有看到排除入院第 1 天血糖数据的模型与没有排除入院第 1 天血糖数据的模型之间的对比。本研究基于 Nova 信息化血糖管理系统,采用 Goldberg 等提出的 3 种统计模型 (群体模型、个体模型、人-时模型),对 10 608 例住院糖尿病患者的 253 738 个血糖的 POCT 数据进行分析。为了更能反映医院真实血糖管理水平,在计算人-时模型时,去除了所有患者入院第 1 天的数据,从而评价医院住院糖尿病患者的整体血糖变化趋势,为医务工作者对住院患者血糖的控制提供依据,指导临床血糖管理。

在人-时模型中,去除所有患者入院第 1 天的血糖数据后,理想血糖占比明显升高 (49.6%),在群体模型中,将全部血糖值作为整体分析时,理想血糖占比低 (20.5%),高血糖占比高 (38.3%),与糖尿病患者多因血糖控制不佳、多种并发症入院有必然关系。同时,血糖较高的患者血糖监测更频繁也会带来一定偏差。随着住院天数的延长,高血糖发生率呈下降趋势 (从 45.8% 下降至 29.5%)。人-时模型将患者平均血糖水平作为一个整体分析,能有效权衡单个血糖数据和患者住院的频度和时间,具有准确性、可读性、有效性和全面性等特点,同时也放大了偶然高血糖的影响。高血糖的发生率为 60.2%,严重高血糖的发生率为 18.8%。个体模型进一步放大该影响,高血糖及严重高血糖的发生率达 59.15% 和 33.6%。即使当该患者的血糖水平已趋于正常,单次高血糖发作使患者整个住院期间的血糖均值升高,在个体模型中表现为“高血糖”。目前,尚无相关证据表明一过性高血糖会对患者的临床结局产生显著影响,故对高血糖的评估,群体模型更为合理。高血糖与不良临床转归密切相关,包括住院时间延长、易发感染、增加院内死亡率等,如高血糖可导致免

疫球蛋白功能下降、白细胞功能受损、心脏代谢增高等,从而降低机体的免疫应答,加重原基础疾病,诱发心血管事件^[6]。尤其在外科,高血糖状态可使机体的分解代谢增快、伤口愈合减慢、内环境稳态破坏和增加感染风险等^[7]。传统内分泌代谢病科被动会诊模式导致部分高血糖事件处理不及时。基于信息化血糖管理平台,内分泌代谢病科专科医护人员应及时、主动地参与全院血糖异常患者的临床管理,有效地降低高血糖对住院患者的不良影响及病死率。

低血糖是糖尿病治疗中常见的不良反应之一,对人体危害大。Cryer 等^[8]指出,1 次严重的医源性低血糖或由此引发的心血管事件可能会抵消维持血糖在正常范围所带来的益处。低血糖对心脏、脑、肝、肾等器官均能造成损害;反复出现低血糖可影响患者心理、情绪、精力和社会功能等^[9];甚至会诱发心肌梗死及脑卒中或摔伤、骨折等意外伤害,严重者可导致死亡^[10]。根据群体模型,所有时间段均发生了低血糖事件,午餐前和空腹为低血糖的高发时段,发生次数和发生频率均较高。晚餐前发生频率为 1.2%,但监测次数明显少于其他时间段,与非内分泌科室血糖监测不规范有极大关系。血糖信息化采集管理系统有助于内分泌代谢病科医护人员参与住院患者血糖管理的同质化。但是在使用群体模型评价低血糖时,并不能区分单个患者发生 10 次低血糖事件与 10 名患者分别发生 10 次低血糖事件。个体模型能最大限度地减少血糖监测频率的偏差,但是低估了延长患者住院时间的相对影响。个体模型中,13.2% 的患者在住院期间曾发生低血糖,1.2% 的患者曾出现严重低血糖。人-时模型能适当考虑血糖监测频率和患者住院时间的影响,以人-时模型校正入院天数的影响后,这一比例呈下降趋势(4.0% 出现低血糖,0.2% 出现严重低血糖)。低血糖事件以一过性居多。在个体模型中,发生一次低血糖的患者占总住院患者的 7.4%,仅 1.8% 的患者发生低血糖 ≥ 4 次,1.0% 的患者发生低血糖 ≥ 4 d,发生严重低血糖患者比例为低血糖患者的 9.4%。与血糖因素相关的病死率高的原因主要是发现、治疗不及时所致^[11]。相关研究报道,血糖 <3.3 mmol/L 为住院患者病死率的独立危险因素^[12]。对这一部分患者,应参考低血糖的可能诱因及预防对策,及时予以干预^[13]。但糖尿病患者分布在各个科室,且主要分布在非内分泌代谢病科,不是所有科室的医护人员都能提供准确合理的血糖管理。根据本研究,应重视午餐前及空腹血糖监测,适当增加晚餐前血糖监测频次,及时发现、及干预不典型或无症状的低血糖。

因此,基于全院信息化血糖管理系统,应依据不同专科情况制定相应的血糖管理模式,从而形成相应的符合区域特点的创新性的糖尿病防治管理体系。该体系使内分泌科室与其他科室之间的信息沟通更加顺畅,加强了住院患者的糖尿病管理,能及时发现血糖波动并加以干预,从而改善糖尿病的现状与预后,减少糖尿病对患者家庭和社会的负担,保障医疗安全,合理配置医疗资源。

本研究系统性回顾了 20 个科室 2 年中 10 608 例住院糖尿病患者共 253 738 个血糖监测数据,样本量大,且采用了 3 种不同的统计模型分析血糖变化趋势。但仍存在一定缺陷:只收集了血糖数据,未对患者的并发症和所伴随的并发症、用药情况等差别予以分析;统计分析中未区分空腹及餐后血糖值的判断标准等。

参 考 文 献

- [1] 蒙晓宇. 糖尿病防治方法研究进展[J]. 应用预防医学,2015,21(3):212-214.
- [2] 杨小玲,袁 丽,熊真真. 成都市某三级甲等医院非内分泌科室血糖监测管理现状分析[J]. 护理学报,2015,22(2):1-3.
- [3] 章 瑶. 内科重症监护病房住院患者高血糖临床资料分析[C]. 中华医学会第十二次全国内分泌学学术会议,2013:1.
- [4] Goldberg PA, Bozzo JE, Thomas PG, et al. "Glucometrics"—assessing the quality of inpatient glucose management[J]. Diabetes Technol Ther, 2006, 8(5):560-569.
- [5] Bailon RM, Cook CB, Hovan MJ, et al. Temporal and geographic patterns of hypoglycemia among hospitalized patients with diabetes mellitus[J]. J Diabetes Sci Technol, 2009, 3(2):261-268.
- [6] 蒋 薇,肖倩蓉,沈 洁,等. 信息整合化院内血糖管理模式的临床应用现状[J]. 中国糖尿病杂志,2016,24(12):1123-1125.
- [7] Qaseem A, Chou R, Humphrey LL, et al. Inpatient glycemia control: best practice advice from the Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians[J]. Am J Med Qual, 2014, 29(2):95-98.
- [8] Cryer PE, Davis SN, Shamoon H. Hypoglycemia in diabetes[J]. Diabetes Care, 2003, 26(6):1902-1912.
- [9] 罗国春,阎德文. 糖尿病与无症状低血糖[J]. 国际内分泌代谢杂志,2006,26(6):397-399.
- [10] 朱慧芳,王爱民. 危重症患者血糖管理的研究进展[J]. 中华护理杂志,2012,47(5):478-480.
- [11] 刘春利,肖 雪. 动态血糖监测 2 型糖尿病胰岛素强化治疗中的低血糖反应[J]. 中国医药导报,2009,6(1):39-40.
- [12] Durao MS, Marra AR, Moura DF, et al. Tight glucose control versus intermediate glucose control: a quasi-experimental study [J]. Anaesth Intensive Care, 2010, 38(3):467-73.
- [13] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2013 年版)[J]. 中国糖尿病杂志,2014,22(8):2-42.

(责任编辑:唐秋姗)