



专家简介:潘琦,医学博士,主任医师,博士研究生导师;北京医院内分泌科副主任兼全科医师培训基地副主任;中华医学会糖尿病学分会糖尿病监测与治疗技术学组副组长兼基层管理学组副组长,中国老年保健研究会老年骨质疏松分会秘书长,中华医学会老年医学分会内分泌学组副组长,北京医学会糖尿病分会副主任委员;主持国家级、省部级课题 6 项,参与多项国家重大课题;担任 *Diabetes Care* (中文版)、《中华内科杂志》《中华老年医学杂志》《中华糖尿病杂志》《中国糖尿病杂志》《中国心血管病杂志》等编委;在国内外核心期刊发表论文 110 余篇。Email:panqi621@126.com

持续葡萄糖监测临床应用进展及未来前景

张丽娜¹, 李田园², 郭立新¹, 潘琦¹

1. 北京医院内分泌科 国家老年医学中心 中国医学科学院老年医学研究院,北京 100730;2. 中国医学科学院北京协和医学院

[摘要] 血糖监测是糖尿病管理中的主要手段之一,不断发展的持续葡萄糖监测(CGM)技术为临床提供了连续、全面、可靠的血糖信息,是传统血糖监测的有效补充。由 CGM 衍生出一系列血糖控制的新指标,如目标范围内时间等与糖尿病微血管并发症、大血管并发症以及妊娠结局显著相关。为规范 CGM 的临床应用,2021 年中华医学会糖尿病学分会及 2022 年美国糖尿病学会分别发布指南。CGM 技术的创新和发展提高了糖尿病及其慢性并发症的管理水平。

[关键词] 糖尿病;持续葡萄糖监测;血糖控制

DOI:10.3969/J.issn.1672-6790.2022.03.003

Clinical application progress and future prospects of continuous glucose monitoring

Zhang Li'na*, Li Tianyuan, Guo Lixin, Pan Qi

*Department of Endocrinology, Beijing Hospital, National Center of Gerontology, Institute of Geriatric Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: Pan Qi, Email: panqi621@126.com

[Abstract] Blood glucose monitoring is one of the main tools in diabetes management. The development of continuous glucose monitoring (CGM) technology provides continuous, comprehensive and more reliable blood glucose information for clinical practice, and is an effective supplement to traditional blood glucose monitoring. A series of new indicators of glycemic control derived from CGM, such as time in range (TIR), are significantly associated with diabetic microvascular complications, macrovascular complications and pregnancy outcomes. In order to standardize the clinical application of CGM, the Chinese Diabetes Society (CDS) in 2021 and the American Diabetes Association (ADA) in 2022 have issued guidelines respectively. Innovations and developments in CGM technology have improved the management of diabetes and its chronic complications.

[Keywords] Diabetes mellitus; Continuous glucose monitoring; Glycemic control

基金项目:国家重点研发计划项目(2020YFC2009006)

作者简介:张丽娜,副主任医师,Email:13693056247@163.com

通信作者:潘琦,主任医师,博士研究生导师,Email:panqi621@126.com

2021 年我国成年糖尿病人群接近 1.41 亿,患病率高达 12.8%^[1]。而国际糖尿病联盟统计数据提示中国每年因糖尿病死亡的人数接近 140 万^[1],为西太平洋地区之首。血糖监测无疑是糖尿病管理的核心内容之一,监测结果能反映糖尿病患者糖代谢紊乱程度,是制定合理降糖治疗方案,评价降糖治疗效果的重要依据^[2]。随着科学技术的发展,血糖监测方法不断向快速、便捷、准确、微创及无创的方向发展。持续葡萄糖监测(CGM)技术更是血糖监测领域里程碑式的突破,它的出现多维度地改变了以往血糖监测模式,为临床和科研均带来了新的契机。本文重点分析国内外关于 CGM 的最新临床研究进展及相关指南的推荐,并浅谈目前存在的问题和未来发展方向。

1 血糖监测的种类及进展

目前临床常用的血糖监测方法有:毛细血管血糖监测、糖化血红蛋白(HbA1c)和持续葡萄糖监测等。毛细血管血糖监测包括患者自我血糖监测(SMBG)和医院内进行的即时检测(POCT)。这些血糖监测形式为糖尿病患者制定合理的治疗方案提供了可靠的依据。HbA1c 反映了既往 2~3 个月的平均血糖水平,是各大指南中公认的血糖评价指标^[3]。但传统的 SMBG 及 HbA1c 均存在着一定局限性。SMBG 为点血糖,偶然性较大,不能反映血糖波动及变化趋势,受患者监测血糖的依从性影响,夜间/无症状低血糖则是 SMBG 的盲区,常常被遗漏。而 HbA1c 不能体现患者日内和日间血糖的波动情

况,也不能及时反映患者治疗调整后短时间的血糖变化。

CGM 的出现在一定程度上弥补了传统血糖监测方法的局限性。这种技术通过葡萄糖感应器连续监测皮下组织间液葡萄糖浓度,系统由葡萄糖传感器、发射器、记录仪或显示器、传感器辅助植入装置和分析软件等部分组成。依据 CGM 显示特点可分为回顾性 CGM、实时 CGM 和扫描式 CGM。目前,中国市场上主要有 9 类 CGM 产品(表 1),其基本工作原理是组织间液葡萄糖渗透过半透膜与传感器探头上的葡萄糖氧化酶发生反应,从而产生葡萄糖酸和过氧化氢溶液,过氧化氢溶液分解生成与葡萄糖水平相应的电子,其电信号通过电极传输到发射器,经过算法处理后电信号转化为葡萄糖浓度,形成 CGM 监测数据。

与传统血糖监测相比,CGM 可提供连续的血糖信息,可反映全天血糖波动趋势和特点,能发现与食物种类、运动类型、治疗方案、精神状态等因素相关的血糖变化特点;传统血糖监测所遗漏的餐后高血糖、隐匿的夜间低血糖、黎明现象也能得以体现。由 CGM 所产生的动态血糖图谱(AGP)使血糖监测信息变得更为简单、直观,使医师能更好地制定合理的个体化治疗方案,从而提高患者治疗依从性。同时可视化的 AGP 也是糖尿病患者健康教育的利器。《中国血糖监测临床应用指南(2021 年版)》指出,CGM 可成为传统血糖监测方法的有效补充^[3]。

表 1 中国市场上主要持续葡萄糖监测的产品特点

生产厂家	商品名	传感器使用寿命 (d)	校准方式	高、低血糖报警	发射器使用寿命	发射器供电方式	预热时间 (h)	MARD 值 (%)	数据更新时间	防水等级
微泰医疗	动泰	7/10/14	免校准(可校准)	是	4 年	传感器供电	1	9.08	5 min	IPX7
美敦力	美预安	7	每 12 h 校准 1 次	是	1 年	发射器由 7 号电池充电器充电	2	9.09~10.55	5 min	IPX8
雅培	瞬感	14	免校准	否	14 d	全抛	1	10.70	扫描式	IPX7
移宇科技	微探	14	第 1 天校准 2 次, 之后至少每 24 h 手动校准 1 次	是	1 年	发射器需提前充电	2	9.00	2 min	IPX8
鱼跃/凯立特	安耐糖	7	第 1、2 天每天 2 次, 第 3 天起每天空腹校准 1 次	是	2 年	发射器需要纽扣电池	3	9.60	3 min	不能游泳和盆浴
九诺医疗	顾得康	14	每天 1 次校准	是	3 年	发射器需提前充电	2	9.38	3 min	/
深圳硅基	硅基动感	14	免校准	是	14 d	全抛	1	8.83	3 min	IPX8
美奇医疗	RCMS-III	15	空腹佩戴,2 min 内校准	是	2 个月	2 个月后免费换新 2 个月续航	1	/	3 min	IPX7
圣美迪诺	雷兰	5	每天 1 次参比血糖校准	是	5 d	发射器与接收器有线连接	3	13.20	5 min	可洗澡不能游泳

2 CGM 评估血糖控制情况

CGM 系统产生大量数据为糖尿病患者病情评估提供了极大便利,但如何从纷杂的数据中提取有效信息指导临床工作,如何使其标准化则成了业界关注的焦点。2017 年 2 月,国际糖尿病先进技术与治疗大会(ATTD)成立了由临床专家、研究人员及糖尿病患者组成的 CGM 技术专家组,定义了 CGM 数据中 14 个核心指标^[4]作为病情评估标准。2019 年专家小组对以上指标进行简化,推荐了在临床实践中最有价值的 10 个核心指标,包括葡萄糖在目标范围内时间(TIR)、高血糖时间(TAR)、低血糖时间(TBR)等^[5](表 2),以指导 CGM 在临床和科研工作中应用。TIR、TAR 及 TBR 定义如下:TIR 定义为 24 h 内葡萄糖在目标范围(成人非妊娠状态通常为 3.9~10.0 mmol/L)的时间(用分钟表示)或其所占的百分比(用%表示)^[5];TAR 是指 24 h 内葡萄糖高于目标范围(成人非妊娠状态通常为 >10.0 mmol/L)的时间(用分钟表示)或其所占的百分比(用%表示);TBR 则定义为 24 h 内葡萄糖低于目标范围(成人非妊娠状态通常为 <3.9 mmol/L)的时间(用分钟表示)或其所占的百分比(用%表示)。

TIR 作为新兴的血糖监测指标,近年来备受瞩目。一项系统性综述分析了 18 项关于 TIR 研究^[6]发现 TIR 和 HbA1c 之间存在线性关系,TIR 为 70% 与 HbA1c 为 7% 对应,TIR 为 50% 与 HbA1c 为 8% 相对应,TIR 每增加 10%,HbA1c 减少约 0.8%。Beck 等^[7]对 1 型糖尿病(T1DM)人群中 TIR 与 HbA1c 的关系进行研究,结果显示 TIR 每增加 10% 则 HbA1c 减少约 0.5%。同时目前研究表明 TIR 与

糖尿病微血管并发症^[8-10]、大血管并发症^[11-12],妊娠结局^[13-14]以及全因死亡及心血管死亡显著相关。故《中国血糖监测临床应用指南(2021 年版)》指出:TIR 可作为评估血糖控制的有效指标。目前推荐大多数 T1DM 及 2 型糖尿病(T2DM)患者的 TIR 控制目标为 >70%,同时应强调控制目标的个体化,不同糖尿病人群的 TIR、TAR 及 TBR 的推荐控制目标^[5],见表 3。

3 CGM 的临床研究现状

目前循证学证据表明 T1DM 患者应用 CGM 可有效降低糖化血红蛋白,避免低血糖发生,TIR 明显增加。尽管 T2DM 中应用 CGM 的证据稍显单薄,但目前研究已证实 CGM 所带来的临床收益。对于糖尿病患者 CGM 可以提高糖尿病患者及家属对于糖尿病治疗的满意度,并丰富了临床医师的经验。

近期 JAMA 发表了一系列关于 CGM 的研究,简单介绍如下:为了确定 CGM 对青少年和年轻的 T1DM 患者血糖控制的影响,2018 年和 2019 年 5 月,Laffel 等^[15]对美国 14 家医疗机构 HbA1c 在 7.5%到 10.9%,年龄在 14~24 岁的 153 例 T1DM 患者进行为期 26 周的 CGM 或传统血糖监测的随机对照研究,研究提示:与标准血糖监测相比,CGM 组高血糖/酮症(CGM 组 1 例,BGM 组 4 例)略有减少,26 周内 HbA1c 由 8.9%下降到 8.5%,HbA1c 下降优于 BGM 组。Pratley 等^[16]则对美国 60 岁以上的 203 例 T1DM 患者进行了 6 个月的 CGM 或传统血糖监测的随机对照研究,结果提示 2 组的血糖控制差异无统计学意义,但 CGM 组低血糖事件有小幅下降(CGM 组 1 例,BGM 组 10 例),差异有统计学意义。

表 2 TIR 国际共识推荐的 CGM 标准化报告核心参数

序号	参数种类	备注
1	CGM 佩戴天数	推荐佩戴 14 d
2	CGM 使用时间占比	推荐 14 d 中使用 70% 以上
3	平均血糖	无
4	GMI	无
5	血糖波动	使用 CV 评价
6	TAR[葡萄糖水平 >13.9 mmol/L 的时间(占比)]	2 级高血糖
7	TAR[葡萄糖水平 10.1~13.9 mmol/L 的时间(占比)]	1 级高血糖
8	TIR[葡萄糖水平 3.9~10.0 mmol/L 的时间(占比)]	无
9	TBR[葡萄糖水平 3.0~<3.9 mmol/L 的时间(占比)]	1 级低血糖
10	TBR[葡萄糖水平 <3.0 mmol/L 的时间(占比)]	2 级低血糖

注:TIR 为葡萄糖在目标范围内时间;CGM 为持续葡萄糖监测;GMI 为血糖管理指数;CV 为变异系数;TAR 为高血糖时间;TBR 为低血糖时间。

表 3 不同糖尿病人群的 TIR 目标

糖尿病人群	TIR		TBR		TAR	
	葡萄糖范围 (mmol/L)	控制目标占比* (每日时间)	葡萄糖范围 (mmol/L)	控制目标占比* (每日时间)	葡萄糖范围 (mmol/L)	控制目标占比* (每日时间)
T1DM、T2DM	3.9 ~ 10.0	>70% (>1 008 min)	<3.9	<4% (<1 h)	>10.0	<25% (<6 h)
			<3.0	<1% (<15 min)	>13.9	<5% (<72 min)
老年、高危糖尿病	3.9 ~ 10.0	>50% (>12 h)	<3.9	<1% (<15 min)	>13.9	<10% (<144 min)
T1DM 合并妊娠	3.5 ~ 7.8	>70% >1 008 min	<3.5	<4% (<1 h)	>7.8	<25% (<6 h)
			<3.0	<1% (<15 min)		
妊娠糖尿病或 T2DM 合并妊娠	3.5 ~ 7.8	—	<3.5	—	>7.8	—
			<3.0	—		

注:TIR 为葡萄糖在目标范围内时间;T1DM 为 1 型糖尿病;T2DM 为 2 型糖尿病;TBR 为低血糖时间;TAR 为高血糖时间;* 占全天时间的百分比;—为缺乏数据支持。

Martens 等^[17]以仅应用基础胰岛素的 T2DM 患者为研究对象,将患者 2:1 随机分配到 CGM(116 例)或传统血糖监测(59 例)组,8 个月后 CGM 组糖化血红蛋白由基线 9.1% 降至 8.0%,而 BGM 组则由 9.0% 降至 8.4%,这提示 CGM 组 HbA1c 水平降低更为显著。CGM 组及 BGM 组中 TIR 分别为 59% 和 43%($P<0.001$)。Karter 等^[18]学者对应用胰岛素治疗的糖尿病患者进行回顾性研究探讨实时 CGM 的有效性。2014—2019 年共 41 753 例糖尿病患者(T1DM 为 5 673 例;T2DM 为 36 080 例)参与了该研究,其中 3 806 例受试者接受了实时 CGM 干预,该组糖化血红蛋白由 8.17% 降至 7.76%,低血糖事件由 5% 降至 3%,糖化血红蛋白小于 7% 的比例明显升高,因低血糖导致的住院和急诊就诊次数明显减低。

越来越多的试验证明 CGM 可改善糖尿病患者的预后,降低 HbA1c,增加 TIR,并减少低血糖事件的发生。基于以上的数据,英国国家优化卫生与保健研究院(NICE)^[19]推荐所有的 T1DM 患者接受 CGM 的监测。目前大多数研究的受试者集中在 T1DM 患者及使用胰岛素的糖尿病患者,而涉及口服降糖药患者的研究很少。但近期 CGM 的研究已将研究人群扩展到透析的糖尿病患者、儿童糖尿病患者及其他原因导致的糖尿病患者。还有学者应用 CGM 对糖尿病患者饮食及精神状况与血糖的关系

进行评估。随着 CGM 临床研究数据的不断增多,临床试验的深度和广度进一步拓展,糖尿病患者的诊治和科研水平将不断地提高。

4 CGM 的适用人群推荐

2022 年版美国糖尿病学会(ADA)指南^[20]扩大了 CGM 的具体适用人群,将 CGM 推荐给包括基础胰岛素在内的所有胰岛素治疗的成人。此外,新版 ADA 指南新增 T2DM 青少年患者纳入推荐,并扩大了在糖尿病儿童中使用 CGM 的建议;对于 CGM 在其他特殊人群中的应用,指南同样给出了推荐或讨论(表 4)。

《中国 T2DM 防治指南(2020 年版)》^[21]推荐 CGM 适用情况如下:(1)T1DM。(2)需要胰岛素强化治疗的 T2DM 患者。(3)在 SMBG 指导下使用降糖治疗的 T2DM 患者,仍出现下列情况之一,具体包括:①无法解释的严重低血糖或反复低血糖,无症状性低血糖、夜间低血糖;②无法解释的高血糖,特别是空腹高血糖;③血糖波动大;④出于对低血糖的恐惧,刻意保持高血糖状态的患者。(4)妊娠糖尿病(GDM)或糖尿病合并妊娠。(5)患者教育。

5 CGM 的成本效益分析

卫生经济学领域中通常应用增量成本效益(ICER)来评估新干预措施成本/效益。ICER 定义为一种干预措施相对于另一种干预措施增加的成本与相对增加效果的比值,一般用为每多获取一单位

质量调整生命年(QALY)所需要增加的成本来表示。QALY 是指干预后折算的剩余健康寿命年数。该指标受健康干预措施给患者带来的生存质量与生存时间两方面影响。若干预防措施效果越好则其 QALY 值越高,该值是卫生经济学领域研究中的重要指标。

目前全球已发表了多篇关于 CGM 的成本效益的研究^[22-27],总的来说结合整个生命周期考虑,CGM 具有较高的成本效益。Wan 等^[22]使用来自 DIMOND 实验的数据计算出 ICER 为每 QALY 98 108美元,患者获得 0.54 QALY。类似研究得到的结果基本一致。而大部分增量成本可归因于 CGM 成本(每年 5 548 美元),而通过合理延长 CGM 设备使用时间以及随着 CGM 设备更新所致设备成本降低,我们有理由相信 CGM 的 ICER 将会进一步下降。

CGM 的使用可以降低糖尿病患者的急性并发症发生率、延缓及减少微血管及大血管等慢性并发症的发生,从而延长患者的寿命,增加 QALY。Gomez等^[28]对应用多次胰岛素注射的 T1DM 患者进行研究,使用 CGM 组相对于自我血糖监测组第一次并发症发生的时间延迟 1.74 年,糖尿病微血管病变延迟 4.5 年,预期寿命增加 3.51 年,QALY 增长值为 3.81。加拿大的一项研究^[26]展示了 CGM 在 T1DM 患者中低血糖方面的获益,应用 CGM 较自我血糖监测可使低血糖事件发生率降低 50% ~ 70%,

QALY 增加了 3.35。Roze 等^[29]对使用胰岛素泵治疗的 T1DM 患者进行研究得到的结论与上述试验一致,CGM 延长患者预期寿命 1.03 年,QALY 增加 0.76。对于 T2DM 患者应用 CGM 设备所带来的收益能否抵消应用 CGM 设备的支出仍需进一步分析,其成本效益尚需进一步探讨。国外数据表明 T1DM 患者使用 CGM 其效益高于成本,但我国尚缺乏这一方面的研究,但从医疗决策方面来说,CGM 若能纳入医保,能为更多患者带来更全面的血糖监测,从而制定更为有效的诊疗方案。

6 CGM 存在的问题及未来发展方向

虽然 CGM 应用有其独特优势,但目前临床实际应用仍不尽如人意。目前我国 CGM 技术尚不成熟,CGM 普及率并不高;大部分地区仍未将 CGM 纳入医保报销范围,限制了 CGM 的应用范围。建议加强科研合作及新材料、新技术的开发,降低设备成本费用。如能增加对糖尿病管理的资金投入,将 CGM 纳入医保范围,降低患者使用 CGM 的门槛,则能惠及更多患者,有效地提高糖尿病患者血糖管理水平,建立新的糖尿病患者管理模式,对于改善糖尿病患者的预后及减少糖尿病患者远期的医疗负担可能有所裨益。此外,CGM 的安装、使用较自测血糖仪操作更为复杂,CGM 探头导致皮肤不良反应也有相关报道^[30-31],因此在 CGM 使用前应对患者及家属进行

表 4 2022 年 ADA 指南关于 CGM 适用人群的推荐和讨论

适用人群	推荐意见
成人糖尿病患者	对于需每日多次胰岛素注射/连续皮下胰岛素输注(CSII)/基础胰岛素治疗,在患者个人或照护者可以安全使用设备时,应使用实时持续血糖监测(A)或间歇性扫描式持续血糖监测仪进行糖尿病管理(B)
T1DM/T2DM 青少年患者	对于需每日多次胰岛素注射/连续皮下胰岛素输注(CSII)治疗,在患者个人或照护者可以安全使用设备时,应使用实时持续血糖监测(A)或间歇性扫描式持续血糖监测仪进行糖尿病管理(B)
T1DM 儿童	推荐所有 T1DM 儿童每天通过 BGM 或 CGM 多次监测血糖水平
T1DM 老年患者	推荐 T1DM 老年患者使用 CGM 来减少低血糖,并将血糖变异性 and 有活动、认知障碍的老年人纳入 CGM 使用讨论中
妊娠糖尿病或糖尿病合并妊娠患者	肯定 CGM 在妊娠合并 T1DM 的价值,如可改善血糖水平而不增加低血糖及减少住院时间和新生儿低血糖等
减重后低血糖患者	对于怀疑有减重后低血糖的患者,CGM 应被视为通过提醒患者注意低血糖来提高安全性的重要辅助手段,特别是对于严重低血糖或无意识低血糖的患者

注:ADA 为美国糖尿病学会;CGM 为持续葡萄糖监测;T1DM 为 1 型糖尿病;T2DM 为 2 型糖尿病;BGM 传统血糖检测。证据级别 A 为证据基于多项随机对照试验或 Meta 分析;证据级别 B 为证据基于单项随机对照试验或多项非随机对照试验;证据级别 C 仅为专家共识意见和(或)基于小规模研究、回顾性研究和注册研究结果。

充分有效的培训,同时为长期使用 CGM 产生的问题建立及时有效的解决渠道。需要强调的是,在 CGM 使用期间,采用血糖仪自测血糖仍然具有重要意义,例如,在 CGM 提示低血糖,患者出现低血糖相关症状,或患者自身症状与 CGM 血糖监测值不匹配时,行毛细血管血糖检测能帮助我们确定血糖的情况以指导进一步的临床决策。

随着 CGM 技术不断地提高,目前已开发出葡萄糖监测和胰岛素输注的闭环系统装置,甚至已经出现整合软件的自动化医疗系统(人工胰腺),可满足糖尿病患者自我管理的需要。最简单的“人工胰腺”闭环胰岛素系统拥有胰岛素自动释放功能,并通过“低葡萄糖暂停系统”和“预测性葡萄糖管理系统”指导胰岛素输注:即当 CGM 传感器监测的葡萄糖或 CGM 算法预测传感器监测的葡萄糖可能会低于指定阈值时暂停胰岛素泵输注^[32]来实现“人工胰腺”的作用。未来葡萄糖监测和胰岛素输注的闭环系统将不断突破创新,其发展可能会借鉴前沿光学、纳米科学、信息技术等领域的新技术,性能更为优异,植入型葡萄糖传感器的准确性更高,CGM 设备体积更小、更便携,操作更为简单,与多种媒介互为交互,设备的性价比更佳。此外,可互操作的设备和数据管理平台也应为用户创建个性化闭环生态系统,提供更为灵活的服务。微创及非侵入式血糖监测方法的不断进步必将为患者带来更为舒适的血糖监测体验。不断进步的科技促进 CGM 设备逐步完善,进一步提高的 CGM 准确性、灵敏性和便捷性,帮助糖尿病患者获得更为精确的血糖监测和更好的治疗前景。

参 考 文 献

- [1] International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas [R]. 10th edn. Brussels; International Diabetes Federation, 2021.
- [2] LI Y, TENG D, SHI X, et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: national cross sectional study [J]. BMJ, 2020, 369: m997.
- [3] 中华医学会糖尿病学分会. 中国血糖监测临床应用指南(2021 年版) [J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(10): 936-948.
- [4] NORGAARD K, RENARD E, SCHARF M, et al. International consensus on use of continuous glucose monitoring [J]. Diabetes Care, 2017, 40(12): 1631-1640.
- [5] BATTELINO T, DANNE T, BERGENSTAL R M, et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range [J]. Diabetes Care, 2019, 42(8): 1593-1603.
- [6] VIGERSKY R A, MCMAHON C. The relationship of hemoglobin A1C to time-in-range in patients with diabetes [J]. Diabetes Technol Ther, 2019, 21(2): 81-85.
- [7] BECK R W, BERGENSTAL R M, CHENG P, et al. The relationships between time in range, hyperglycemia metrics, and HbA1c [J]. J Diabetes Sci Technol, 2019, 13(4): 614-626.
- [8] BECK R W, BERGENSTAL R M, RIDDLESWORTH T D, et al. Validation of time in range as an outcome measure for diabetes clinical trials [J]. Diabetes Care, 2019, 42(3): 400-405.
- [9] MAYEDA L, KATZ R, AHMAD I, et al. Glucose time in range and peripheral neuropathy in type 2 diabetes mellitus and chronic kidney disease [J]. BMJ Open Diabetes Res Care, 2020, 8(1): e000991. DOI: 10.1136/bmjdr-2019-000991.
- [10] GUO Q, ZANG P, XU S, et al. Time in range, as a novel metric of glycemic control, is reversely associated with presence of diabetic cardiovascular autonomic neuropathy independent of HbA1c in Chinese type 2 diabetes [J]. J Diabetes Res, 2020: 5817074.
- [11] LU J, MA X, SHEN Y, et al. Time in range is associated with carotid intima-media thickness in type 2 diabetes [J]. Diabetes Technol Ther, 2020, 22(2): 72-78.
- [12] LU J, WANG C, SHEN Y, et al. Time in range in relation to all-cause and cardiovascular mortality in patients with type 2 diabetes: a prospective cohort study [J]. Diabetes Care, 2021, 44(2): 549-555.
- [13] STEWART Z A, WILINSKA M E, HARTNELL S, et al. Day-and-night closed-loop insulin delivery in a broad population of pregnant women with type 1 diabetes: a randomized controlled crossover trial [J]. Diabetes Care, 2018, 41(7): 1391-1399.
- [14] KALRA S, SHAIKH S, PRIYA G, et al. Individualizing time-in-range goals in management of diabetes mellitus and role of insulin: clinical insights from a multinational panel [J]. Diabetes Ther, 2021, 12(2): 465-485.
- [15] LAFFEL L M, KANAPKA L G, BECK R W, et al. Effect of continuous glucose monitoring on glycemic control in adolescents and young adults with type 1 diabetes: a randomized clinical trial [J]. JAMA, 2020, 323(23): 2388-2396.
- [16] PRATLEY R E, KANAPKA L G, RICKELS M R, et al. Effect of continuous glucose monitoring on hypoglycemia in older adults with type 1 diabetes: a randomized clinical trial [J]. JAMA, 2020, 323(23): 2397-2406.
- [17] MARTENS T, BECK R W, BAILEY R, et al. Effect of continuous glucose monitoring on glycemic control in patients with type 2 diabetes treated with basal insulin: a randomized clinical trial [J]. JAMA, 2021, 325(22): 2262-2272.
- [18] KARTER A J, PARKER M M, MOFFET H H, et al. Association of real-time continuous glucose monitoring with glycemic control and acute metabolic events among patients with insulin-treated diabetes [J]. JAMA, 2021, 325(22): 2273-2284.
- [19] IACOBUCCI G. All patients with type 1 diabetes in England should be offered continuous glucose monitoring, says NICE [J]. BMJ, 2022, 376: o834.
- [20] American Diabetes Association. 7 Diabetes Technology: standards

- of medical care in diabetes-2022 [J]. Diabetes Care, 2022, 45 (Suppl 1):S97-S112.
- [21] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2020 年版) [J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4):315-409.
- [22] WAN W, SKANDARI M R, MINC A, et al. Cost-effectiveness of continuous glucose monitoring for adults with type 1 diabetes compared with self-monitoring of blood glucose; the DIAMOND Randomized trial [J]. Diabetes Care, 2018, 41(6):1227-1234.
- [23] ROZE S, ISITT J J, SMITH-PALMER J, et al. Long-term cost-effectiveness the dexcom G6 real-time continuous glucose monitoring system compared with self-monitoring of blood glucose in people with type 1 diabetes in France [J]. Diabetes Ther, 2021, 12(1):235-246.
- [24] GARCÍA-LORENZO B, RIVERO-SANTANA A, VALLEJO-TORRES L, et al. Cost-effectiveness analysis of real-time continuous monitoring glucose compared to self-monitoring of blood glucose for diabetes mellitus in Spain [J]. J Eval Clin Pract, 2018, 24(4):772-781.
- [25] CHAUGULE S, OLIVER N, KLINKENBIJL B, et al. An economic evaluation of continuous glucose monitoring for people with type 1 diabetes and impaired awareness of hypoglycaemia within north west london clinical commissioning groups in England [J]. Eur Endocrinol, 2017, 13(2):81-85.
- [26] CHAUGULE S, GRAHAM C. Cost-effectiveness of G5 mobile continuous glucose monitoring device compared to self-monitoring of blood glucose alone for people with type 1 diabetes from the Canadian societal perspective [J]. J Med Econ, 2017, 20(11):1128-1135.
- [27] NICOLUCCI A, ROSSI M C, D'OSTILIO D, et al. Cost-effectiveness of sensor-augmented pump therapy in two different patient populations with type 1 diabetes in Italy [J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2018, 28(7):707-15.
- [28] GOMEZ A M, ALFONSO-CRISTANCHO R, OROZCO J J, et al. Clinical and economic benefits of integrated pump/CGM technology therapy in patients with type 1 diabetes in Colombia [J]. Endocrinol Nutr, 2016, 63(9):466-474.
- [29] ROZE S, SAUNDERS R, BRANDT A S, et al. Health-economic analysis of real-time continuous glucose monitoring in people with Type 1 diabetes [J]. Diabet Med, 2015, 32(5):618-626.
- [30] Bolinder J, Antuna R, Geelhoed-Duijvestijn P, et al. Cutaneous adverse events related to FreeStyle libre device reply [J]. Lancet, 2017, 389(10077):1396-1397.
- [31] HERMAN A, AERTS O, BAECK M, et al. Allergic contact dermatitis caused by isobornyl acrylate in Freestyle? Libre, a newly introduced glucose sensor [J]. Contact Dermatitis, 2017, 77(6):367-373.
- [32] BERGENSTAL R M, KLONOFF D C, GARG S K, et al. Threshold-based insulin-pump interruption for reduction of hypoglycemia [J]. N Engl J Med, 2013, 369(3):224-232.

(收稿日期:2022-04-18)

《中国临床保健杂志》第十九届编辑委员会名单

编委会主任:黄洁夫

编委会副主任:胡世莲 汪 耀 刘同柱 王 俊 王伟夫 刘殿荣

编 委:(以姓氏笔画为序)

丁西平	丁清清	于爱平	于普林	万书臻	马文峰	马礼坤	马艳春	王 勇	王 雁	王 瑞
王 静	王卫东	王巧民	王邦宁	王建国	王晓娟	王海琴	王曼唯	王喜瑛	王锦权	王新日
牛朝诗	毛拥军	文 宏	文良元	方 向	方诗元	尹秋生	邓 莉	邓朝胜	叶山东	史 健
史虹莉	白 松	兰 青	宁 光	司全金	库启录	朱 健	朱德发	朱薇波	乔 薇	任 伟
刘 圣	刘 松	刘 健	刘 影	刘 霖	刘小梅	刘连新	刘艳霞	刘晓红	刘家全	刘德军
齐 璇	齐海平	江孙芳	汤 如	汤其强	许戈良	孙 冰	孙 超	孙耕耘	孙梦雯	孙敬武
孙福成	阴大伟	严 光	严 静	苏克亮	李 宁	李 刚	李 青	李 明	李天志	李中南
李向东	李苏宜	李金虎	李泽庚	李建丽	李晓军	李晓驷	李维东	李强翔	杨 弘	杨小红
肖 峻	吴 蕾	吴大保	吴国举	吴晓明	吴曙华	何义富	何年安	何荆贵	余 跃	邸 星
汪 萤	沈 干	沈国栋	沈爱宗	沈雁英	张 燕	张 巍	张子顺	张存泰	张奇志	张明奎
张洪春	张艳红	张曼萍	陆维福	陈 尹	陈 炯	陈月云	陈传俊	陈学奎	陈剑峰	陈晓红
陈海冰	林 帆	尚希福	罗庆峰	周白瑜	周林玉	周浩泉	郑 志	郑志坚	郑英林	郑松柏
郑昌成	郑建军	孟翔凌	赵 岚	赵冬梅	赵运涛	赵雪梅	赵淑琴	郝希春	胡 飞	胡 白
胡 敏	胡大明	胡立群	胡亦新	胡红琳	胡何节	柯根杰	柳友清	禹 震	施 冰	施 红
姜 玲	姜 悦	姜 鸿	骆松明	秦明伟	袁曙平	耿小平	顾朋颖	顾起宏	柴小青	倪朝民
徐飞鸿	徐春军	徐晓玲	徐维平	殷 实	奚 桓	凌 斌	高 坚	高明宇	高宗良	郭立新
唐丽琴	唐海沁	谈 敏	黄 政	黄大海	黄业华	黄先勇	黄志刚	梅晓冬	龚小敏	盛 凯
康 琳	康冬梅	章 雄	梁 宏	彭 程	彭代银	彭永德	程 民	程 翠	程永静	程勇前
鲁晓春	鲁朝晖	曾华俊	蔡亚禄	蔡其云	阚全程	霍晓鹏	魏 红	魏军平		

总编辑:胡世莲

副总编辑:于普林 严 光 张奇志 唐海沁 叶山东 王卫东 汤 如 李 青 王锦权 沈爱宗

程 翠 王 静