·综 述·

糖尿病血糖监测方法及其特点

赵晓龙，孙全娅
（复旦大学附属华山医院内分泌科，上海 200040）

摘要：糖尿病血糖监测的目的是为了能及时反馈糖尿病饮食、运动和药物治疗及自我管理的效果，是糖尿病治疗的重要一环。动态血糖监测能反映血糖整体控制水平，又能连续反映每个时间点的血糖波动。本文阐述血糖监测发展的历史和方法，总结各种血糖监测的原理及优、缺点。

关键词：血糖监测；糖化血红蛋白；动态血糖监测
中图分类号：R587.1；R446.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1672-9188(2018)12-0806-03
DOI：10.13683/j.wph.2018.12.003

Methods and characteristics of blood glucose monitoring in diabetes mellitus

ZHAO Xiao-long, SUN Quan-ya
(*Department of Endocrinology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China*)

Abtract: The purpose of blood glucose monitoring in diabetes care is timely to get the feedback of diet, exercise and drug therapy, which can improve patient's self-management skill. Continuous glucose monitor can reflect both the average level of blood glucose in a period time and the glucose dynamic trend. This review describes the history and methods of blood glucose monitoring and summarizes the advantages and disadvantages of various blood glucose monitoring.

Key words: blood glucose monitoring; glycated hemoglobulin; continuous glucose monitor

血糖监测是糖尿病治疗五驾马车中的重要一环，其目的是为了能及时反馈糖尿病饮食、运动和药物治疗及自我管理的效果。血糖监测首先要求测定准确，能够反映血糖的变化趋势，同时能识别出明显的低血糖和高血糖，在此基础上实时反映血糖变化趋势是将来实现人工胰腺技术的重要一环。血糖监测不光要反映某个时刻点的血糖变化，更需要在线、面基础上反映一段时间血糖变化趋势和共同规律，揭示血糖波动规律，在此基础上延伸出动态血糖谱（AGP）的概念和应用，充分实现血糖规律呈现的量化和直观，反过来帮助医生及患者更好地寻找血糖波动规律，整合饮食运动的知识，改善糖尿病患者的血糖管理。血糖监测从反映血糖的特点可分为点的数据（尿糖监测、毛细血管血糖监测），线的数据［糖化血红蛋白（HbA1C）监测、糖化白蛋白（GA）监测、1, 5 脱水葡萄糖醇（1, 5-AG）监测］，面的数据［动态血糖监测（CGM）］等方面。

1 尿糖监测

尿糖监测是古老、面临淘汰的方法，但是人类对糖尿病监测的开端[1-2]，古人就观察到有“消渴症”的患者其尿液是甜的。1797 年应用硫酸铜与葡萄糖的氧化还原原理进行尿糖的半定量，在此基础上 1954 年用比色法发明了尿糖试纸。由于尿糖监测

收稿日期：2018-04-14；**修回日期**：2018-09-11
作者简介：赵晓龙，主任医师，擅长对糖尿病和肥胖的综合治疗，尤其是糖尿病的个体化治疗和胰岛素泵的强化治疗，对肾上腺疾病、垂体疾病和甲状腺疾病也有一定的诊疗经验。
基金项目：上海市科委自然基金(17ZR1404000)；上海市申康医院发展中心市级医院新兴前沿技术联合攻关项目(SHDC2016108)。

的原理是血糖高时过多的糖会随尿液排出，因此尿糖监测只能反映高血糖，不能反映低血糖，这是其局限；另外，由于测定原理局限尿液中含有干扰物质可出现假阳性，比如服用大剂量维生素 C 可出现尿糖反应阳性。但尿常规监测非常方便且可迅速获得结果，临床上对怀疑有高血糖患者迅速检测尿常规有无尿糖阳性，仍有一定的实用性。

2　毛细血管血糖监测

毛细血管血糖监测是利用葡萄糖氧化还原原理，利用毛细血管血液中的葡萄糖与相应的酶反应产生微电流，电流大小与血糖高低水平呈正比来反映血糖高低。近年来其进展体现在更少的取血量，更短的检测时间，准确度更高及抗干扰能力更强，以及联网和信息化的处理能力方面[3-4]。根据检测酶的不同，可分为葡萄糖氧化酶、葡萄糖脱氢酶及改良型。葡萄糖脱氢酶无法区分葡萄糖和其他糖类（如麦芽糖、木糖），会造成葡萄糖测试值假性偏高。葡萄糖氧化酶对葡萄糖特异性高，但由于反应过程需要氧的参与，因此测量结果容易受血氧含量影响而造成结果出现偏差，比如高海拔地区就不适合使用葡萄糖氧化酶的血糖仪试纸，改良型血糖仪在一定基础上可避免这些缺陷。目前，血糖仪的准确性标准要求越来越高，国内外通用的标准是 ISO15197 ： 2013 标准，要求前 95% 区域落在共识误差网络的 A 区和 B 区，血糖＜ 5.6 mmol/L 时，其与金标准静脉血糖上下波动不超过 0.8 mmol/L；血糖＞ 5.6 mmol/L 时，其变异系数不超过 15%。目前最高标准为美国食品药品管理局（FDA）POC 标准，其要求 99% 区域落在共识误差网络的A区和B区，血糖＜3.9 mmol/L时，其与金标准静脉血糖上下波动不超过 0.4 mmol/L；血糖＞ 3.9 mmol/L 时，其变异系数不超过 10%。在抗干扰性方面，众多医院能用的血糖仪一般均具备优越的抗干扰能力。抗干扰物质包括内源性和外源性，内源性比如红细胞压积，外源性物质则包括环境因素和众多的药物。在 ISO15197 ： 2013 标准中需要对 20 种外源性抗干扰物质进行干预，StatStrip® 试纸额外测定了 84 种干扰物质，故为惟一通过 FDA 认证可用于重症监护室（ICU）重症患者的血糖试纸。由于医院使用环境更复杂，患者机体会出现复杂的内环境紊乱，众多药物的干扰及检测的工作量更大等情况，故近几年提出医院用血糖仪概念，要求医院用血糖仪需满足准确性更高、更强的抗干扰能力以及其他联网和质控的要求。

3　HbA1C 监测

HbA1C 是利用葡萄糖与 HbA1C 亚基非酶糖基化作用原理来反映 2 ～ 3 个月的平均血糖水平，且不受抽血时间、进食、药物的影响，血糖越高及高血糖的暴露时间越长其 HbA1C 越高，同时 HbA1C 值受 HbA1C 更新的影响，所有缩短红细胞寿命的因素均可导致 HbA1C 值假性偏低，比如溶血性贫血、血红蛋白病及尿毒症引起的贫血；所有延长红细胞平均寿命的因素，比如脾切除、再生障碍性贫血、缺乏维生素 B_{12}、肾损伤因素可使 HbA1C 的测定结果假性升高[1, 4]。目前 HbA1c 检测结果应当在全世界范围内进行标准化，包括参考系统和结果报告。新的谷丙转氨酶检测试剂盒（IFCC）参考系统是进行 HbA1C 检测标准化的惟一有效的参考标准。在全世界范围，HbA1C 报告结果必须采用 IFCC 单位（mmol/mol），美国国家糖化血红蛋白标准化计划（NGSP）的单位（%）必须采用 IFCC 进行换算[5]。大量的强化血糖临床研究证实，将 HbA1c 控制在合适范围可减少并发症，临床上可作为整体血糖控制水平的反映。标准化的 HbA1C 可作为糖尿病诊断标准，美国糖尿病学会推荐 HbA1C ≥ 6.5%（NGSP）可诊断为糖尿病，多数即时检测方法检测 HbA1C 的精密性、准确性无法满足临床需求，不能用于糖尿病的诊断，但可用于监测。

4　GA 监测

GA 可反映患者近 2 ～ 3 周内的平均血糖水平，是评价患者短期糖代谢控制情况的良好指标，有利于糖尿病患者治疗方案调整后疗效的评价，对进行血液透析等影响红细胞寿命的糖尿病患者 HbA1C 测定常被低估，GA 较 HbA1C 更能反映血糖控制情况。GA 测定不受血红蛋白影响，但受白蛋白更新速度影响，白蛋白更新速度快的个体 GA 水平偏低，体脂含量与 GA 水平呈负面影响，甲状腺功能状态也会影响 GA

水平测定，甲亢 GA 值偏低，甲减 GA 值偏高[6]。

5 1, 5-AG 监测

1, 5-AG 是呋喃葡萄糖的 C-1 脱氧形式，其含量在多元醇糖类中仅次于葡萄糖，其在糖尿病患者中显著降低，可准确而迅速地反映 1 ～ 2 周内的血糖控制情况，尤其是对餐后血糖波动的监测具有明显优越性[6]。2003 年，FDA 批准将 1, 5-AG 作为评价短期血糖监测的新指标。在糖尿病管理中，1, 5-AG 可作为辅助的血糖监测参数用于指导治疗方案的调整。但 1, 5-AG 在糖尿病筛查、诊断中的意义尚待更多的循证医学证据予以证实。

6 CGM

CGM 技术是指通过葡萄糖感应器监测组织间隙葡萄糖浓度，了解血糖波动的趋势，发现不易被传统监测方法所探测的隐匿性高血糖及低血糖。目前 CGM 技术分为回顾性和实时 CGM 两种[4,7]。

回顾性 CGM 特点监测过程看不到血糖数据，是盲测，优势在于能不受干扰，找到血糖波动规律以进行针对性调整治疗方案，临床适用广，科研应用强。不足之处在于时效性不强。

实时 CGM 特点是实时显示，有血糖相关报警，优势在于时效性强，可及时调整治疗方案，更易发现低血糖和严重高血糖，促进患者行为改变，特别是与连续胰岛素输入技术整合，是人工胰腺功能实现中的重要一环，比如低血糖暂停功能、可预测的低血糖暂停功能、基础胰岛素的自动调节功能。实时动态血糖监测技术在提供实时血糖信息中发挥重要的作用。有循证医学证据表明在实时 CGM 指导下进行血糖管理，可以达到更好的降糖效果，且 HbA1c 水平的下降幅度与 CGM 的使用频率呈正相关，即经常性进行实时 CGM，血糖控制效果更佳[8]。实时 CGM 的不足之处在于对患者要求高，不适用于伴有抑郁、焦虑症的糖尿病患者。

近年来开发的瞬感扫描式葡萄糖监测仪，通过探头检测组织间液葡萄糖浓度，通过检测仪靠近探头扫描可获知当前和过去 8 h 的葡萄糖，可连续监测 14 d，全程无需指血校准，具有无创、使用方便的特点。尤其使用新颖的动态血糖谱进行解读，血糖数据展现量化、直观、容易解读的特点，深受临床医生和患者欢迎[9]。

7 展望

不同的血糖监测方法有其各自的特点和适用范围，使用时可有选择地联合应用，以实现糖尿病患者血糖监测精准化及个性化管理。在当前大数据时代兴起的背景下，可以充分挖掘和利用网络资源，将电子信息化途径与血糖监测管理有效结合，伴随着移动医疗等新兴医疗方式的出现，血糖监测的发展也将进入到互联网＋时代，这无论是对糖尿病患者，或是对医疗机构乃至对整个国家而言，都具有不可估量的价值。

参考文献：

[1] American Diabetes Association. Summary of revisions: standards of medical care in diabetes-2018[J]. Diabetes Care, 2018, 41(Suppl 1): S4-S6.

[2] Schindler AM. Sugar in urine' in routine test of healthy teenage boy[J]. Hosp Pract (Off Ed), 1986, 21(12): 22-22.

[3] Florkowski C, Don-Wauchope A, Gimenez N, *et al*. Point-of-care testing (POCT) and evidence-based laboratory medicine (EBLM) - does it leverage any advantage in clinical decision making?[J]. Crit Rev Clin Lab Sci, 2017, 54(7-8): 471-494.

[4] 中华医学会糖尿病学分会. 中国血糖监测临床应用指南(2015年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2015, 7(10): 603-613.

[5] World Health Organization. Use of glycated haemoglobin (HbA1c) in the diagnosisof diabetes mellitus:abbreviated report of a WHO consultation[EB/OL]. [2015-08-20]. http://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis_diabetes2011/en/.

[6] Freitas PAC, Ehlert LR, Camargo JL. Glycated albumin: a potential biomarker in diabetes[J]. Arch Endocrinol Metab, 2017, 61(3): 296-304.

[7] 贾伟平, 周健, 包玉倩. 持续葡萄糖监测[M]. 上海: 上海科技技术出版社, 2016: 16-18.

[8] 周健, 贾伟平. 动态血糖监测技术: 过去、现在与未来[J]. 中华糖尿病杂志, 2016, 8(12): 705-708

[9] Garg SK, Akturk HK. Flash glucose monitoring: the future is here[J]. Diabetes Technol Ther, 2017, 19(S2): S1-S3.

（责任编辑：赵绪韬）