

低血糖察觉意识受损相关研究的文献计量学分析

王敏, 罗彩凤, 沈支佳, 魏兰芝, 陈默妍, 谭佳宁

(江苏大学医学院, 江苏 镇江, 212000)

摘要: 目的 分析低血糖察觉意识受损(IAH)相关研究的现状、热点及前沿。方法 采用 CiteSpace5.7. R5 软件对 Web of Science(WOS)核心集、PubMed 和 Scopus 数据库 1991 年 1 月 1 日—2021 年 3 月 15 日收录的关于 IAH 文献进行可视化分析。结果 共检索 IAH 相关文献 593 篇,最终共纳入 209 篇文献进行可视化分析。发文量表现为缓慢、平稳和快速增长共 3 个阶段;英美国家、学者奠定了该领域研究的基础;各研究机构之间合作密切;国际间合作频率呈现不平衡现象。研究内容主要集中在 IAH 不良影响、IAH 技术干预及结构化教育的研究与探讨。结论 国外 IAH 相关研究开展较早且相对成熟,国内在该领域尚处于起步阶段,建议中国临床科研人员加强 IAH 相关研究,实施有效干预措施,改善低血糖患者不良结局。

关键词: 糖尿病;低血糖察觉意识受损;文献计量学;可视化分析

中图分类号: R 473.5; R 587.3 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2021)16-070-06 DOI: 10.7619/jcmp.20212540

Bibliometric analysis of studies relating to impaired awareness of hypoglycemia

WANG Min, LUO Caifeng, SHEN Zhijia, WEI Lanzhi, CHEN Moyan, TAN Jianing

(Medical College of Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu, 212000)

Abstract: Objective To analyze the current situation, hot spots and frontier of studies relating to impaired awareness of hypoglycemia (IAH). **Methods** CiteSpace5.7. R5 software was used to visually analyze IAH related literatures in Web of Science (WOS) core set, PubMed and Scopus databases from January 1, 1991 to March 15, 2021. **Results** A total of 593 IAH-related literatures were retrieved, and 209 literatures were finally included for visual analysis. The number of articles published was featured as three stages: slow, steady and rapid growth. Britain, America and scholars had laid the foundation for research in this field. Close cooperation was observed among research institutions. The frequency of international cooperation was unbalanced. The research contents mainly focused on the research and discussion of the adverse effects of IAH, IAH technical intervention and structured education. **Conclusion** The researches on IAH in foreign countries are carried out earlier and relatively mature, but are still in its infancy in China. It is suggested that Chinese clinical researchers should strengthen the researches relating to IAH, implement effective intervention measures and improve the adverse outcomes of patients with hypoglycemia.

Key words: diabetes; impaired awareness of hypoglycemia; bibliometrics; visual analysis

中国是世界上糖尿病患者最多的国家,达到 1.298 亿人^[1],而胰岛素作为治疗糖尿病最重要的手段之一,使用率达到 61.53%^[2],极易导致胰岛素相关性低血糖发生率的升高,频繁发生低血糖又易导致低血糖察觉意识受损(IAH)。IAH 主要是指经胰岛素治疗后糖尿病患者感知低血糖症状、频率及强度的敏感性减弱或缺失^[3]。由于 IAH 患者早期丧失识别低血糖发作的能力,容易

出现严重低血糖症状,如精神错乱、行为异常、昏迷甚至死亡等^[4]。因此,IAH 研究成为各国学者关注的热点。目前,国内 IAH 研究还处于起步阶段,且未有相关随机对照试验研究及热点分析等。本研究以 Web of Science(WOS)核心集数据库、PubMed 及 Scopus 为数据源,采用文献计量学方法对国外 IAH 研究进行可视化分析,全面了解近年来 IAH 研究现状、不良影响及有效干预措施,

为中国临床及科研提供参考思路和方法。

1 资料与方法

1.1 文献来源与检索策略

本研究选取 WOS 核心集、PubMed 和 Scopus 数据库中关于 IAH 相关研究。英文检索主题为“impaired awareness of hypoglycemia”或“impaired awareness of hypoglycaemia”。检索时间均为各数据库建库至 2021 年 3 月 15 日，WOS 核心集建库时间为 1985 年，PubMed 数据库为 1980 年，Scopus 数据库为 1991 年，统一标椎后的检索时间均为 1991 年 1 月 1 日—2021 年 3 月 15 日。

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准：① 内容与 IAH 有关且主要介绍 IAH 的文献；② 英文发表的期刊论文。排除标准：① 重复发表的文献；② 与研究内容不符的文献；③ 会议论文、信件、评论及新闻等；④ 无法获取全文的文献。

1.3 资料提取与分析

根据研究内容和目的，使用 Endnote X9 软件对纳入文献进行去重处理，运用 Excel 软件提取需要的关键信息，包括发文年份、作者、发文国家、发文机构和关键词等，将相关信息导入 CiteSpace5.7. R5 软件进行可视化分析。

2 结果

2.1 检索结果

共检索到 593 篇文献，其中 WOS 核心集 210 篇，PubMed 179 篇，Scopus 204 篇。将文献全部导入文献管理软件 EndnoteX9 中，去除重复文献 205 篇，对剩余 388 篇文献进行题目和摘要阅读，剔除不符合纳入标准文献 105 篇，阅读全文后排除 74 篇，最终纳入 209 篇文献进行分析。

2.2 发文趋势

学术论文数量变化可以反映某个领域的发展情况^[5]。IAH 研究在 30 年内迅猛发展，大概经历了 3 个阶段，2000 年前为缓慢增长阶段，年发文量均不超过 10 篇；2001—2010 年进入平稳增长阶段，发文量逐渐增多；2011 年迎来快速增长阶段，其中 2016 年后发文量超过 100 篇，见图 1。

2.3 核心作者

采用 CiteSpace 软件对发文作者数据进行可视化分析，时间分区长度设置为 3 年，生成 IAH

研究核心作者知识图谱。图中共有 245 个节点，649 条连线，网络密度为 0.021 7，节点连线表示核心作者亲疏关系，连线粗细表示被引频次，见图 2。

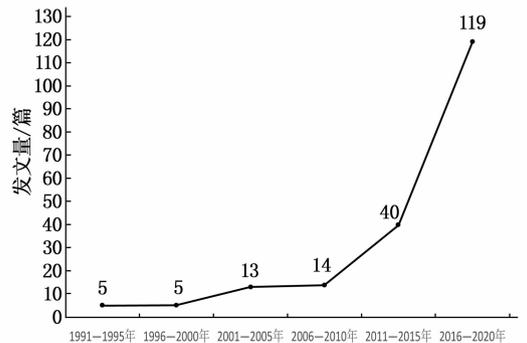


图 1 IAH 研究的年度发文趋势

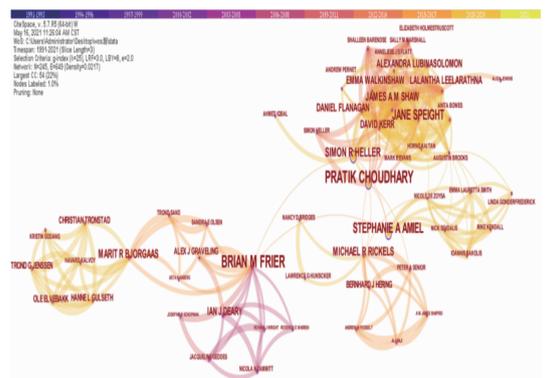


图 2 IAH 研究的作者合作网络

发文量在评估科研人员工作能力中发挥重要作用。普赖斯定律(Price's law)表明，核心作者发文量至少需要 M 篇，计算公式为 $M_p = 0.749 \times \sqrt{(N_{pmax})}$ ， N_{pmax} 是发文量最大的作者论文数，借助综合指数可以判断 IAH 研究领域的核心作者^[6]，即 $N_{pmax} = 14$ ， $N = 3.74$ ，即发文量 ≥ 3 篇的作者为核心作者，共有 43 名。发文量前 5 位的作者依次为：FRIER BM 31 篇(14.8%)，CHOUDHARY P 11 篇(5.3%)，DE GALAN BE 11 篇(5.3%)，TACK CJ 10 篇(4.8%)，SPEIGHT J 8 篇(3.8%)。合作网络方面，IAH 研究的学者群形成了多个团队，其中以 CHOUDHARY P 为核心的合作规模最大，合作最密切，由超过 15 位研究者组成；同时，FRIER BM、SPEIGHT J 也都形成各自的研究团队。

2.4 发文国家

将国家数据导入 CiteSpace 软件进行可视化分析，生成国家的知识图谱。图中共有 65 个节点，172 条连线，网络密度为 0.082 7。每个节点代表一个国家或地区，节点的大小代表该地域的

发文量,节点越大,则该国家发文量越大。节点间连线代表地域间合作关系,连线粗细代表地域间合作次数,连线越粗,则地域间合作越密切。国家名称大小代表其中心度,见图 3。

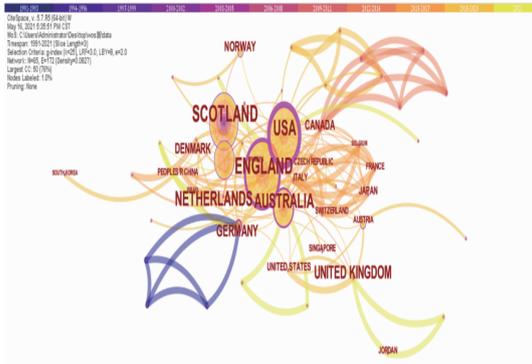


图 3 IAH 研究的国家合作网络

从发文数量来看,英国是 IAH 研究发文最多的国家,研究成果数量达到 73 篇,与其他国家或地区相比占有绝对的优势;其次为美国 37 篇和澳大利亚 26 篇。中心度方面,英国为 0.22,美国是 0.42,虽然美国发文数量远不如英国,但其中心度高,可见美国的学术论文具有重要的参考价值。进一步分析,IAH 国际间合作频率呈发展不平衡的现象,其中欧洲和北美洲之间合作频率较高,亚洲国家之间合作频率较低。

2.5 发文机构

机构分布可以反映一个学术机构的实力和科研特色,对了解文献机构分布情况及揭示机构科研水平、加强科研管理具有一定的意义^[7]。对机构数据进行可视化分析,生成发文机构可视化图谱。图中共有 175 个节点,422 条连线,网络密度为 0.027 7,见图 4。

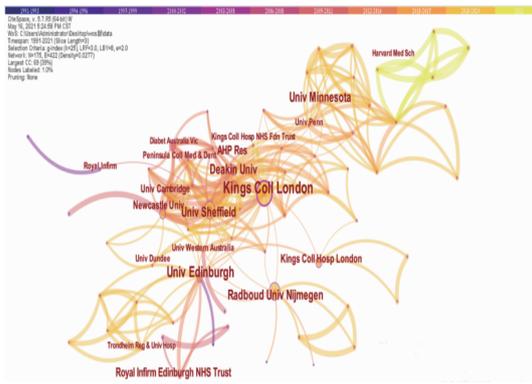


图 4 IAH 研究的机构合作网络

从发文数量来看,排名前 5 位的机构分别为伦敦国王学院(King's College London)19 篇,爱丁堡大学(University of Edinburgh)17 篇,谢菲尔德

大学(University of Sheffield)12 篇,明尼苏达大学(University of Minnesota)11 篇和奈梅亨大学(Radboud University Nijmegen)11 篇,发文量占总数的 33%。合作网络方面,伦敦国王学院与谢菲尔德大学存在密切的学术交流,爱丁堡大学与奈梅亨大学的学术交流不是很频繁。

2.6 研究主题

关键词是文章核心内容的精炼,通过对关键词进行可视化分析可以直观地识别当前某一研究领域的研究热点^[8]。绘制 IAH 关键词聚类视图,对纳入文献提取关键词并进行聚类分析,共得到 13 个聚类区块,见图 5。IAH 聚类由小到大排序为:糖尿病(diabetes)、严重低血糖(severe hypoglycemia)、可识别区别(identifiable difference)、行为决定因素(behavioral determinant)、脑乳酸水平(brain lactate level)、概念研究(of-concept study)、持续血糖监测(continuous glucose monitoring)、心理教育计划(psychoeducational programme)、低血糖引起认知功能障碍(hypoglycemia-induced cognitive dysfunction)、心理不良应激(psychological distress)和干预试验(intervention trial)。

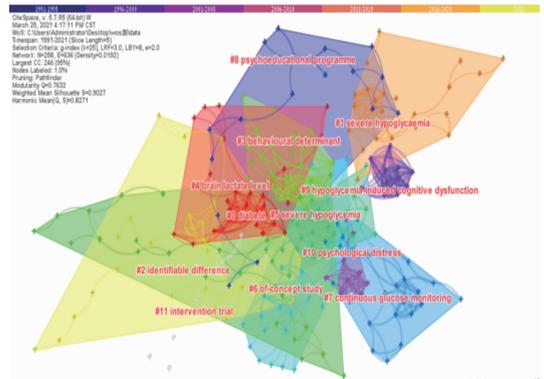


图 5 IAH 研究的关键词聚类

CiteSpace 软件根据图谱网络结构和聚类清晰度,计算模块值 Q 和平均轮廓值 S ,评价制图效果^[8]。Modularity Q 称为模块性 Q ,用来测量网络形成独立且界限清晰的聚类程度,模块性取值 0~1,最佳取值为 0.4~0.8,本图中 Q 值达 0.763 2,即网络结构十分显著。Mean Silhouette 为剪影度,剪影度数值变化范围是 -1~1,数值越大则相似度越高。图中聚类 S 值为 0.902 7,接近 1,也就是说各聚类内部的研究主题明确。

2.7 研究热点前沿

采用 CiteSpace 软件分析关键词突发性,在短时间内频次突然增加或频次明显提高说明该领域

活跃,可以聚焦研究热点。

从突现强度来看,“胰岛素泵治疗(insulin pump therapy)”一词突现强度最大,高达 3.69,该主题词代表了目前糖尿病患者的主要治疗方式,因此引起了广泛的关注,并且成为最具有影响力的研究前沿热点。此外,“症状(symptom)”突现强度为 3.39,“多中心参与(multicenter)”突现强度为 3.34,分别代表 IAH 研究关注点和主要研究方式,见图 6。

突现时间方面,“胰岛素依赖型糖尿病(IDDM)”即 1 型糖尿病,是出现时间最早(1995 年)、持续

时间最长(15 年)的主题词, IDDM 患者对低血糖认识不足,容易导致医源性低血糖,增加 IAH 风险,因而成为持续性研究前沿热点^[9]。从 2017—2021 年突现词来看,“1 型糖尿病(type 1)”“关联(association)”“多中心参与(multicenter)”研究热度一直延续至今。1 型糖尿病始终是国外学者关注的热点问题,可能与 1 型糖尿病是 IAH 发病人群有关。

结合 IAH 研究现状及 CiteSpace 关键词、前沿突现词统计结果,可以将 IAH 研究大概分为技术干预、结构化教育和不良影响 3 个部分,见表 1。

Top 10 Keywords with the Strongest Citation Bursts



图 6 IAH 研究的前沿突现词

表 1 IAH 研究热点领域

研究热点	关键词及前沿突现词
不良影响	严重低血糖、低血糖引起认知能力障碍、脑乳酸水平、症状、概念研究
技术干预	胰岛素泵治疗、持续血糖监测、多中心研究、关联、干预试验
结构化教育	心理教育计划、心理不良应激、行为因素、可识别区别

3 讨论

本研究结果显示, IAH 发文量变化大致经历了 3 个阶段,即缓慢增长阶段(1991—2000 年)、平稳增长阶段(2001—2010 年)及快速增长阶段(2011—2021 年)。1991—2000 年, IAH 研究年发文量较少,不超过 10 篇,此阶段处于提出问题、形成基本概念时期;2001—2015 年发文逐渐增多;2016 年后发文量超过 100 篇,说明该领域受到学术界广泛关注,研究成果快速增多。

发文量最多的国家及机构均来自英国;美国发表的文章质量最高,英美两国逐步建立起 IAH 研究理论框架,奠定该领域的研究基础。FRIER

BM 开创 IAH 研究先河,其重点评估 1 型糖尿病 IAH 患者认知和社会能力,首次提出关注、照顾这些患者的护理人员心理状态及给予相应医疗支持^[10]。2005 年 FRIER BM 将研究人群转向 2 型糖尿病患者,详细阐述 2 型糖尿病低血糖的病理生理学、治疗情况及胰岛素缺乏 2 型糖尿病患者 IAH 症状^[11]。FRIER BM 作为 IAH 领域内的权威学者,为相关研究奠定了理论基础并产生深远影响。目前,中国 IAH 相关文献较少,邹婷婷等^[12]首次探讨 2 型糖尿病患者低血糖恐惧对 IAH 和严重低血糖的影响,通过分析 318 例 2 型糖尿病患者,最后发现女性出现 IAH 及严重低血糖患病率较高。罗彩凤等^[13]综述表明,年龄、低血糖发生频率及程度、血糖控制情况、个体情绪及胰岛素种类是影响 IAH 的主要因素,采用血糖意识训练、调整胰岛素剂量、低血糖治疗计划及使用胰岛素泵均是有效的干预方式。针对中国 IAH 研究现状,应正视与发达国家的差距,促进国内外学术交流,提高本国研究者及医务人员科研能力,改善 IAH 患者生存质量。

本研究关键词聚类图谱显示,严重低血糖和认知能力障碍均对 IAH 患者产生消极影响。研究表明,1 型糖尿病患者每年严重低血糖发生率约为 30%,在有严格血糖控制、IAH 和长期患有糖尿病等危险因素的人群中患病率更高,严重低血糖导致患者承受更大的压力和焦虑,并可能影响自我管理和血糖控制^[14]。HANSEN T I 等^[14]分别对 33 例 1 型糖尿病 IAH 患者和 33 例意识正常患者进行认知能力测试,结果表明 IAH 患者伴有认知障碍症状可能增高严重低血糖发病风险。脑乳酸水平与低血糖密切相关,因此改善患者认知功能需要增加脑乳酸含量^[15]。研究^[16]通过调查 215 例 2 型糖尿病患者发现,32 例患者(15%)经历了 60 次严重低血糖发作,13 例患者(6%)发生 IAH,2 型糖尿病患者严重低血糖和 IAH 发生率较意识正常者高 9 倍,严重低血糖的年患病率(15%)高于英国前瞻性糖尿病研究(UKPDS)中报告经胰岛素治疗的 2 型糖尿病患者的年患病率(2%),但低于 1 型糖尿病患者的年患病率(30%~40%)。由此可知,IAH 及严重低血糖不仅存在于 1 型糖尿病患者中,2 型糖尿病患者同样有较高的发病率,应引起医务人员重视,建议中国针对 2 型糖尿病患者开展 IAH 和严重低血糖发生率进行调查干预。

结合关键词聚类和突现图谱可知,国外针对 IAH 技术干预方式主要为胰岛素泵治疗和持续血糖监测。JEITLER K 等^[17]比较持续皮下注射胰岛素和每日多次注射胰岛素对 1 型和 2 型糖尿病患者控制血糖、低血糖发作风险,胰岛素需求和不良事件的影响,发现在 1 型糖尿病患者中,胰岛素泵治疗可以更好地控制血糖,明显降低患者 IAH 发生率和胰岛素需求,胰岛素泵改善 2 型糖尿病患者低血糖意识疗效尚存在争议,中国临床科研人员可以开展相关研究;但胰岛素泵经济成本较高,且中国尚未将胰岛素泵纳入医疗保险报销范畴,建议临床医护人员根据患者实际情况,提供经济、实用的治疗方案^[18-21]。

持续血糖监测是间接反映血糖水平的方法,通过葡萄糖传感器检测皮下组织间液葡萄糖浓度,可以提供连续、完整、可靠的全天血糖信息,了解血糖波动趋势^[22-24]。LY T T 等^[25]通过对 12~18 岁 1 型糖尿病伴有 IAH 青少年患者开展为期 4 周的研究,将纳入研究的人群分为标准组和使用持续血糖监测治疗组,结果发现,预先报警的持续

血糖监测改善了 1 型青少年糖尿病患者的肾上腺素反应,证明持续血糖监测是缓解 IAH 的有效工具,并能有效避免严重低血糖发生。目前,尚无研究证明持续血糖监测与 2 型糖尿病 IAH 的关系,中国临床科研人员可以开展相关研究,填补该领域的空白。

根据关键词聚类图谱显示,心理教育计划和心理不良应激是国外 IAH 研究热点。HERMANN S N 等^[26]提出一个低血糖治疗计划(HyPOS),目的是通过该计划帮助 1 型糖尿病患者避免发生低血糖、了解发生原因、改变错误的低血糖行为及正确识别低血糖预警。其将 164 例 1 型糖尿病患者随机分组,对照组接受标准教育方案(优化胰岛素治疗以避免低血糖发生),HyPOS 教育组接受专门治疗方案(掌握低血糖和 IAH 相关知识和应对策略),经过 6 个月的随访之后,2 个干预组的低血糖意识、发作频率、症状识别以及低血糖的检测和治疗都有很大改善,这表明教育本身是治疗 1 型糖尿病患者低血糖问题的有效工具,与对照组相比,HyPOS 教育组患者 IAH 情况明显改善。血糖意识训练(BGAT)由英国提出,通过心理教育干预来提高患者对低血糖的意识,识别高血糖和低血糖的临床症状,RONDAGS S M 等^[27]在 BGAT 的基础上提出 HypoAware 计划,基于互联网干预减少 1 型和 2 型糖尿病患者低血糖相关问题,结果表明,HyPOAware 计划显著降低糖尿病患者发生 IAH 及严重低血糖的风险,并大大减轻患者心理及经济负担,表明医护人员可在国外现有研究基础上结合中国国情开发适用于中国患者的心理教育干预方法,为患者提供相关疾病知识及心理支持,提高对 IAH 的认识水平。

本研究运用 CiteSpace 软件对 1991—2021 年 WOS 核心集、PubMed 和 Scopus 数据库中关于 IAH 相关研究进行文献统计和热点分析,对发文量、核心作者、机构和地区分布进行可视化分析,结果显示,英美国家、学者发表文献数量多且质量高,提示中国可与这些国家进行 IAH 学术交流合作。关键词聚类和突现图谱分析显示,国外 IAH 研究的主要成果集中在不良影响及干预措施的探讨,因而可以借鉴国外相关研究思路、方法,结合中国 IAH 研究现状,开展适合中国的 IAH 相关研究,并探索有效的、可行的干预措施。由于数据更新时间差异,搜索结果与实际条目数量不同,可能会对搜索结果产生影响。本研究未对国内学

者发表的中文论文进行统计,数据库选择难以做到全面,具有一定局限性,以后研究将针对国内学者中文论文进行统计研究。

参考文献

- [1] 左舒颖. 中华医学会糖尿病学分会第二十四次全国学术会议召开[J]. 中华医学信息导报, 2020, 35(23): 6-7.
- [2] 俞滢, 贾芸, 张蓉, 等. 以社区糖尿病管理护士为主导的教育门诊在胰岛素注射病人中的应用效果[J]. 护理研究, 2018, 32(21): 3398-3401.
- [3] GRAVELING A J, FRIER B M. Impaired awareness of hypoglycaemia: A review[J]. Diabetes and Metabolism, 2010, 36 (Suppl 3): S64-S74.
- [4] SHUTTLEWOOD E, DE ZOYSA N, RANKIN D, et al. A qualitative evaluation of DAFNE-HART: A psychoeducational programme to restore hypoglycaemia awareness[J]. Diabetes Research and Clinical Practice, 2015, 109(2): 347-354.
- [5] 钟文娟. 基于普赖斯定律与综合指数法的核心作者测评——以《图书馆建设》为例[J]. 科技管理研究, 2012, 32(2): 57-60.
- [6] 陈如梦, 傅荣, 徐任菊. 我国近 10 年类风湿关节炎护理研究的文献计量分析[J]. 护理研究, 2018, 32(8): 1276-1279.
- [7] 祝薇, 向雪琴, 侯丽朋, 等. 基于 Citespace 软件的生态风险知识图谱分析[J]. 生态学报, 2018, 38(12): 4504-4515.
- [8] GU D, LI J, LI X, et al. Visualizing the knowledge structure and evolution of big data research in healthcare informatics[J]. Int J Med Inform, 2017, 98: 22-32.
- [9] CRYER P E. Human insulin and hypoglycemia unawareness[J]. Diabetes Care, 1990, 13(5): 536-538.
- [10] GOLD A E, DEARY I J, JONES R W, et al. Severe deterioration in cognitive function and personality in five patients with long-standing diabetes: a complication of diabetes or a consequence of treatment[J]. Diabet Med, 1994, 11(5): 499-505.
- [11] ZAMMIT N N, FRIER B M. Hypoglycemia in type 2 diabetes: pathophysiology, frequency, and effects of different treatment modalities[J]. Diabetes Care, 2005, 28(12): 2948-2961.
- [12] 邹婷婷, 王丽双, 刘美嵘, 等. 2 型糖尿病患者低血糖恐惧对察觉意识障碍和低血糖影响的研究[J]. 中国实用护理杂志, 2018, 34(30): 2338-2341.
- [13] 罗彩凤, 沈支佳, 尹卫, 等. 低血糖察觉意识受损的现状研究进展[J]. 中国实用护理杂志, 2020, 36(31): 2476-2481.
- [14] HANSEN T I, OLSEN S E, HAFERSTROM E C D, et al. Cognitive deficits associated with impaired awareness of hypoglycaemia in type 1 diabetes[J]. Diabetologia, 2017, 60(6): 971-979.
- [15] WIEGERS E C, ROOIJACKERS H M, TACK C J, et al. Effect of lactate administration on brain lactate levels during hypoglycemia in patients with type 1 diabetes[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2019, 39(10): 1974-1982.
- [16] HENDERSON J N, ALLEN K V, DEARY I J, et al. Hypoglycaemia in insulin-treated Type 2 diabetes: frequency, symptoms and impaired awareness[J]. Diabet Med, 2003, 20(12): 1016-1021.
- [17] JEITLER K, HORVATH K, BERGHOLD A, et al. Continuous subcutaneous insulin infusion versus multiple daily insulin injections in patients with diabetes mellitus: systematic review and meta-analysis[J]. Diabetologia, 2008, 51(6): 941-951.
- [18] 国家老年医学中心, 中华医学会老年医学分会, 中国老年保健协会糖尿病专业委员会. 中国老年糖尿病诊疗指南(2021 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(1): 14-46.
- [19] 李玲, 李娜, 彭茜, 等. 胰岛素与胰岛素类似物用于胰岛素泵联合二甲双胍对新诊断 2 型糖尿病患者治疗的临床疗效及药物经济学对比观察[J]. 中国糖尿病杂志, 2020, 28(10): 747-751.
- [20] 王建军, 赵德运, 张剑霄, 等. 糖尿病儿童胰岛素皮下注射及胰岛素泵治疗方法的药物经济学评价[J]. 中国妇幼保健研究, 2018, 29(4): 477-480.
- [21] 徐秀菊. 动态血糖监测配合短期胰岛素泵对于糖尿病患者强化降糖的疗效观察[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(78): 200-201.
- [22] 贺琼, 丁高峰, 冯俊凯, 等. 糖尿病患者使用持续血糖监测的自我管理进展[J]. 中国临床实用医学, 2020, 11(5): 67-69.
- [23] 刘倩文, 张志坚, 禳文婷, 等. 不同血糖监测方式对 2 型糖尿病患者血糖的控制效果分析[J]. 中国医学创新, 2020, 17(7): 136-139.
- [24] 方旭超, 张培茗, 饶兰, 等. 连续血糖检测技术研究进展[J]. 传感器与微系统, 2019, 38(8): 1-4, 8.
- [25] LY T T, HEWITT J, DAVEY R J, et al. Improving epinephrine responses in hypoglycemia unawareness with real-time continuous glucose monitoring in adolescents with type 1 diabetes[J]. Diabetes Care, 2011, 34(1): 50-52.
- [26] HERMANN S N, KULZER B, KUBIAK T, et al. The effect of an education programme (HyPOS) to treat hypoglycaemia problems in patients with type 1 diabetes[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2007, 23(7): 528-538.
- [27] RONDAGS S M, DE WIT M, VAN TULDER M W, et al. HypoAware—a brief and partly web-based psycho-educational group intervention for adults with type 1 and insulin-treated type 2 diabetes and problematic hypoglycaemia: design of a cost-effectiveness randomised controlled trial[J]. BMC Endocr Disord, 2015, 15: 43.

(本文编辑: 梁琥)