时序营养在糖尿病患者饮食管理中的研究进展

王浪薰[1]，娄洁[1]，黄蓉蓉[2]，谢玉生[2]，刘昭晴[2]，聂璞[2]，何可欢[2]

摘要：饮食管理是糖尿病综合管理的重要手段，传统饮食管理侧重于对食物“质”与“量”的控制，存在患者长期依从性差的问题，难以满足临床管理需求。时序营养突破传统饮食模式局限，将进餐时间、进餐频率及营养素时序分配与人体昼夜节律系统的协同作用纳入考量，为糖尿病饮食管理提供了新视角。本文对时序营养学的生理机制、测量工具、在糖尿病管理中的应用及其面临的挑战进行综述，以期优化糖尿病饮食干预策略，为提升管理成效提供实践依据。

关键词：糖尿病； 时序营养； 进餐时间； 饮食干预； 饮食管理； 限时进食； 间歇性禁食； 综述文献
中图分类号：R473.5；R459.3 **DOI**：10.3870/j.issn.1001-4152.2026.20.119

Research progress of chrononutrition in dietary management of diabetes patients

Wang Langxun, Lou Jie, Huang Rongrong, Xie Yusheng, Liu Zhaoqing, Nie Pu, He Kehuan. School of Nursing, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

Abstract: Dietary management is an essential component of comprehensive diabetes care. Traditional dietary management focuses on controlling the quality and quantity of food, which suffers from poor long-term patient compliance and falls short of clinical management needs. Chrononutrition addresses these limitations by aligning meal timing, meal frequency and temporal distribution with the human circadian system, offering a new perspective for diabetes management. This article reviews the physiological mechanisms, measurement tools, applications in diabetes management, and current challenges of chrononutrition, aiming to optimize dietary intervention strategies for diabetes and provide evidence to enhance management outcomes.

Keywords: diabetes mellitus; chrononutrition; meal time; dietary intervention; dietary management; time-restricted eating; intermittent fasting; literature review

糖尿病是全球重大健康问题，其系统的综合管理至关重要。在已趋成熟的糖尿病“七驾马车”综合管理体系中，饮食管理是糖尿病综合管理的重要手段，被视作所有治疗方案的基石，其通过控制总热量摄入，遵循低盐低脂、高纤维素的膳食模式[1]，对控制体质量、改善代谢指标、平稳血糖等具有不可替代的作用。然而，传统的糖尿病饮食管理策略大多侧重于对食物“质”与“量”的控制，在临床中，患者很难做到长期坚持[2]。随着时间生物学研究的不断深入，时序营养学（Chrononutrition）应运而生，该理念将进餐时间、进餐频率、营养素时序分配等时间因素纳入干预体系，探讨这些因素如何通过影响人体内在生物钟，进而调节能量代谢、激素分泌和血糖稳态[3-5]。随着肥胖、2 型糖尿病（Type 2 Diabetes Mellitus，T2DM）等代谢疾病的流行，时序营养学逐渐受到关注，近几年相关研究逐步增多，成为营养科学的重要分支[3,6]。时序营养是指在 24 h 的昼夜周期内，食物摄入的时间会对人体生理代谢过程及疾病发生发展产生重要影响，故其核心并非单纯限制热量摄入，而是强调进食行为与人体代谢活跃期的同步性[3]，其研究范畴主要聚焦于进餐时间、进餐频率及营养素摄入时间和顺序的分配对血糖、脂质代谢等生理指标的影响，以及对生理时钟系统的调控作用[7]。其关键策略包括限时进食（Time-Restricted Eating，TRE）、间歇性禁食（Intermittent Fasting，IF）等。目前，时序营养在体质量控制、非酒精性脂肪肝管理等方面显示出潜在益处，但对血糖、血脂的改善效果仍存争议[3]。在糖尿病患病率持续攀升、传统饮食管理模式面临挑战的背景下，深入探究时序营养在糖尿病饮食管理中的应用显得尤为迫切。本文系统梳理时序营养在糖尿病饮食管理中的研究进展，以期为优化糖尿病饮食干预策略、提升管理成效提供新的思路与实践依据。

1 时序营养的生理机制

人体的昼夜节律系统由下丘脑视交叉上核（Suprachiasmatic Nucleus，SCN）介导的中心时钟与分布于肝脏、胰腺、脂肪组织等器官的外周时钟共同调控，其中的中心时钟主要响应光信号，外周时钟则对饮食信号更为敏感[8]。生理常态下，进食诱导的营养能量波动激活了单磷酸腺苷活化蛋白激酶（AMP-activated Protein Kinas，AMPK）和沉默信息调节因子 1（Silent Information Regulator 1，SIRT1）等营养感应器，并通过信号传导将代谢状态耦合至核心时钟基因，进而驱动代谢酶活性与激素分泌呈现出与昼夜周期同步的节律性波动[9-10]。这种高度协同的节律确保了胰岛素敏感性在清晨达高峰，并精细调控肝脏在日间侧重糖原合成、夜间侧重糖异生，以维

作者单位：1. 贵州医科大学护理学院（贵州 贵阳，550004）；2. 贵州医科大学附属医院烧伤整形外科
通信作者：黄蓉蓉，2016203030066@whu.edu.cn
王浪薰：女，硕士在读，护士，2038866563@qq.com
科研项目：贵州医科大学附属医院护理科研课题（gyfyhl-2022-B2）；贵州医科大学附属医院 2024 年护理科研课题（gyfyhl-2024-A1）
收稿：2026-05-19；修回：2026-07-21

持血糖稳态。然而，当进食行为与光照节律发生时间错位（如深夜进食、轮班工作）时，饮食信号作为关键影响因子会重塑外周时钟节律，导致中心时钟与外周时钟的同步性失衡[11]。这种节律紊乱会触发非生理性糖异生途径，并抑制肠道胰高血糖素样肽-1（Glucagon-Like Peptide-1，GLP-1）的节律性分泌，从而诱发严重的胰岛素抵抗。对于1型糖尿病（Type 1 Diabetes Mellitus，T1DM）而言，节律紊乱可能会影响外周免疫细胞的昼夜节律及炎症反应，进而加剧自身免疫对胰岛β细胞的持续攻击，放大胰岛损伤[12-13]。此外，长期的节律失常还会损害肠道屏障及菌群平衡，降低短链脂肪酸的产生，提升肥胖与T2DM的患病风险[14]。因此，通过早期限时进食等策略使进食行为重新回归内源性生理节律，是改善代谢健康的重要干预路径。

2　时序营养的测量工具

时序营养的评估依赖标准化的测量工具，目前临床与研究中应用的工具主要分为主观测量工具和客观测量工具两类，二者相互补充，共同为时序营养评估提供支撑。

2.1　主观测量工具

2.1.1　时序营养概况问卷（Chrononutrition Profile-Questionnaire，CP-Q）　该问卷是Veronda等[15]基于时序营养学理论开发的评估工具，涵盖早餐、最丰盛一餐、晚餐、夜间潜伏期（末次进食至入睡时间间隔）、夜间进食及进食窗口6个部分，共18个条目，分别调查工作日、休息日及期望的睡眠与进食情况。问卷无固定计分方式，采用开放式与单项选择题型，通过时间记录和频次统计获取指标数据，可分析工作日与休息日之间的膳食时差，综合反映个体的时序营养特征。问卷效度检验结果显示，早餐摄入频率及晚餐、夜间潜伏期和进食窗口等时间相关指标与24 h膳食回顾工具（Automated Self-Administered 24-hour Dietary Assessment，ASA24）呈正相关（均$P<0.05$）；每日能量摄入最多的一餐的Kappa系数为0.012。各指标重测信度（组内相关系数，ICC）为0.39～0.88（均$P<0.05$）。2024年，龚悦等[16]对该问卷进行汉化，确定17个有效条目。重测信度采用ICC评价，17个条目中7个条目的ICC≥0.75，期望入睡时间的ICC＝0.14、休息日午餐时间的ICC＝0.20，晚上醒来吃东西频率的ICC＝0.17，其余条目的ICC为0.40～0.75，部分条目的重测信度较低，时间稳定性较差。总体而言，CP-Q能够较全面地评估个体时序营养行为，但部分指标的测量学性能仍有待提高，且中文版CP-Q仅在大学生样本中检验，人群代表性有限，其在糖尿病人群中的适用性仍需进一步验证。

2.1.2　时序营养问卷（Chrononutrition Questionnaire，CNQ）　Phoi等[17]针对轮班工作者进食模式不规则的特点，开发了适用于轮班与非轮班人群的时序营养问卷。该问卷由基础信息和核心行为两部分组成：基础信息部分（工作/上学或休息情况）作为后续动态分流的标准；核心行为部分采用模块化设计，针对不同场景（非轮班人群区分工作日与休息日；轮班人群细分早班、中班、夜班、轮班及无换班日）分别进行睡眠、饮食规律性、进餐具体时间及最大餐次时间的调查。问卷的睡眠、饮食规律性、进餐具体时间及最大餐次时间在普通人群及轮班人群的整体可靠性良好（ICC＝0.547～0.994，Kappa＝0.211～0.502，均$P<0.05$）。此问卷同时面向普通人群和轮班工人，为轮班工作者的时序营养评估提供了针对性工具，但问卷条目繁杂，填写负担较重，部分指标测量误差偏大，暂无汉化版本与糖尿病人群验证数据，暂不适用于临床评估。

2.1.3　时序营养行为问卷（Chrono-Nutrition Behavior Questionnaire，CNBQ）　该问卷由Murakami等[18]于2025年编制，问卷涵盖基础信息（是否轮班、工作/上学天数）、睡眠情况（入睡时间、起床时间和闹钟使用情况）、饮食情况（进食时间、用餐时长）3个部分，共32个条目，按工作日和非工作日分别评估。问卷条目采用24 h制时间填空与分类计数相结合的形式，可精准捕捉不同场景下的时序营养模式。该问卷的相对效度结果显示，其与11 d事件型生态瞬时评估（Ecological Momentary Assessment，EMA）饮食日记的平均差异＜10%（工作日82%，非工作日76%），核心时序营养指标与EMA日记的Spearman相关系数在工作日有79%的变量≥0.50（非工作日为67%），表现出良好的相对效度。该问卷适配大规模流行病学研究，但其个体水平一致性较差，且在轮班工作者中的评估准确性尚未得到验证，跨文化适用性需进一步验证。

2.2　客观测量指标或工具

2.2.1　昼夜节律代谢标志物　皮质醇作为昼夜节律核心标志物，其分泌清晨达峰后逐渐下降，夜间处于低谷，而不规则进食会打乱这一节律[19]。褪黑素则与进餐时间密切相关，夜间褪黑素分泌增加时进食，会抑制胰岛素分泌，导致餐后血糖升高，其血清或唾液浓度检测可作为评估时序营养紊乱的重要指标[19]。此外，食欲调节激素的昼夜节律也可作为测量指标，饥饿素在餐前升高、餐后降低，瘦素则相反，二者节律紊乱会导致进食时间异常，进而导致糖代谢紊乱，其浓度检测亦可辅助评估时序营养干预效果[20]。通过检测与昼夜节律相关的激素浓度，可间接体现个体时序营养状态。

2.2.2　血糖相关监测指标　连续血糖监测（Continuous Glucose Monitoring，CGM）是评估时序营养对血糖影响的重要工具[21]，可连续记录血糖波动数据，精准捕捉进餐时间、频率等时序营养因素与血糖峰

值、血糖波动幅度、血糖目标范围内时间(Time in Range,TIR)的关联性。糖化血红蛋白(Hemoglobin A1c,HbA1c)是反映近 2～3 个月平均血糖水平的指标,可间接体现长期饮食状态,夜间进食、进食窗口过长等不良行为会导致 HbA1c 升高[22],其检测结果可作为时序营养干预效果的长期评价指标。

2.2.3 其他测量工具 加速度计等可穿戴设备通过监测身体活动与休息状态,间接推断进食时间节点,与 CGM 联合使用可提高时序营养评估的准确性[23]。24 h 膳食回顾法作为客观膳食评估的补充工具,虽存在一定回忆偏倚,但能与主观问卷相互验证,也可直接用于小规模糖尿病患者的时序营养评估[24]。EMA 饮食日记则通过实时记录进食事件,减少回忆偏倚,常作为时序营养问卷的验证金标准[18]。

3 时序营养在糖尿病管理中的应用

3.1 进餐时间对糖尿病管理的影响 进餐时间是时序营养学的核心研究内容,其对糖尿病管理的作用受多种因素影响,个体"时型"差异则是其中一项重要因素。时型反映人体在睡眠与活动上的昼夜偏好,一般分为早晨型、夜晚型和中间型[25]。早晨型人群日间活动开始较早,饮食模式更为健康,其晨间进食模式更有利于糖尿病管理;夜晚型人群则多偏好晚间活动,不良饮食行为出现的概率更高。Chamorro 等[26]研究发现,早餐能量摄入较高的患者,其全天总能量和蛋白质、脂肪摄入反而较低。而当早餐能量摄入占比不足 15%时,T2DM 患病风险会显著升高[27]。这与机体晨间代谢活跃度较高相关,进食较高能量的早餐能够增强代谢,改善日间血糖谱,加强昼夜节律调节[26]。相比之下,夜间进食则更容易导致血糖波动加重,这与夜间胰岛素分泌减少及敏感性下降有关。Mirghani[28]的研究指出,每周若有 3 次在睡前 2 h 内进食,BMI 与 HbA1c 异常升高的风险会显著增加。Sakai 等[29]的研究也发现,存在深夜进食习惯的 T2DM 患者,血糖控制效果往往更差。除了时型之外,缩短进食窗口也是时序营养干预的重要手段。丁蕊等[30]的研究指出,缩短进食窗口能够诱导生物钟基因产生节律振荡,调节肝脏糖异生和胰岛素敏感性,进而稳定血糖。Sukkriang 等[31]开展的随机对照试验发现,无论采用间歇性禁食 16∶8(16 h 禁食,8 h 进餐)还是间歇性禁食 14∶10(14 h 禁食,10 h 进餐)模式,均能在 3 个月后显著降低肥胖 T2DM 患者的体质量及血糖指标。此外,Parr 等[32]对比了限时进食与营养师个体化饮食指导的效果,发现经 6 个月干预后,两组的 HbA1c 改善程度无明显差异,但限时进食组患者表现出更高的依从性。总体来看,围绕进餐时间开展干预,对糖尿病代谢管理具有重要意义,未来应将进餐时间管理纳入糖尿病综合管理体系,以提升代谢控制效果。

3.2 进餐频率对糖尿病管理的影响 在糖尿病管理领域,进餐频率的影响一直备受关注。尽管最佳餐次方案尚存争议,但现有研究认为适当减少进餐次数更有利于血糖控制。Ashtekar 等[33]的研究显示,每日 2 餐联合有氧运动干预 7 个月后,患者 HbA1c 的改善情况显著优于每日≥3 餐的常规组,且口服降糖药使用数量有所减少,血糖达标率更高。这一发现与 Gómez-Ruiz 等[34]的综述结论一致,即每日 2～3 餐可降低胰岛素分泌峰值,并能在一定程度上减轻胰岛素抵抗。但也有研究支持少食多餐模式,如 Papakonstantinou 等[35]认为每日 6 餐能够减少血糖波动,但该研究样本量较少,且未排除总能量摄入的干扰,结论普适性有限。Ahola 等[36]对 T1DM 患者的研究发现,人群日均进餐中位数为 6 次,其每日进餐次数与 HbA1c、平均血糖呈负相关,但随着进餐次数的增加,血糖变异性也会随之升高。由此可见,如果缺少严格的能量控制,多餐模式或许会增加患者的代谢负担,而每日 2～3 餐的低频规律进食,更容易长期坚持。在具体行为层面,不吃早餐已成为影响血糖管理的常见风险因素。Minari 等[37]通过 12 个月随访观察发现,长期不进食早餐的 T2DM 患者,血糖控制和体质量管理更差。Ahola 等[36]的研究也发现,习惯不进食早餐的 T1DM 患者,全天平均血糖水平显著偏高,且 HbA1c 达标率更低。这是因为不进食早餐会破坏昼夜节律基因表达,导致餐后高血糖、胰岛素分泌不足及 GLP-1 反应减弱[34]。与不进食早餐相比,夜间加餐对于血糖的影响则会因时间和食物成分的不同而出现差异。Abbie 等[38]研究发现,睡前加餐(鸡蛋或酸奶)与无加餐相比,空腹血糖和胰岛素水平无明显差异,鸡蛋组的夜间血糖和胰岛素敏感性略优于酸奶组。而 Mirghani[28]的研究表明,20%的 T2DM 患者有夜间进食习惯,且该行为与 HbA1c 和 BMI 呈正相关,这与夜间胰岛素敏感性下降、饮食诱导产热减少有关[34]。综上,医护人员需结合糖尿病分型、胰岛素治疗方案权衡餐次方案,需重点纠正患者不进食早餐、深夜进食等不良行为。

3.3 进餐顺序对糖尿病管理的影响 进餐顺序通过对营养素摄入的时序进行调整,在糖尿病管理中发挥了重要作用。而目前推荐的"蔬菜－蛋白质/脂肪－碳水化合物(V-P/F-C)"进餐模式[39-40],已被证实能显著改善代谢指标。Imai 等[41]的研究显示,无论进食速度快慢,在餐后 30、60 min,先进食蔬菜组的血糖及胰岛素水平均显著低于先进食碳水组,且血糖波动幅度及曲线下增量面积(Incremental Area under the Curve,iAUC)也明显降低,说明先进食蔬菜的作用优于单纯调节进食速度。Shukla 等[42]的研究也支撑了这一观点,相比于先进食碳水,先进食蔬菜或蛋白质和蔬菜可显著降低血糖峰值及 iAUC,血糖控制效果

更佳。李梦歌[43]对 T1DM 患者开展研究发现，相比于混合餐，蛋白质前置可使餐后 180 min 平均血糖降低 2 mmol/L，iAUC 下降 42.3%。而且由于这种进餐方式不用严格限制食物的种类与总量，只需调整进食次序，更易长期坚持[44]。在安全性方面，该进餐模式存在明显人群差异，此模式可降低 T2DM 患者低血糖发生风险；但对于 T1DM 患者，蛋白质前置进餐可能会增加低血糖发生风险[43]，这是由于速效胰岛素起效峰值集中在餐后 60～70 min，而蛋白质对血糖产生影响的时间较晚，二者时间不匹配，易诱发低血糖。综上，“蔬菜、蛋白质前置，碳水后置”的进餐顺序可有效改善糖尿病患者餐后血糖指标，但 T1DM 患者使用此进餐模式时，必须同步调整胰岛素剂量和注射时间。

3.4 营养分布对糖尿病管理的影响 营养素分布是指每日总能量及各营养成分在三餐中的分配比例，其对糖尿病发病风险、血糖控制及远期预后均有深远影响[27]。在早餐的营养构成方面，相关前瞻性调查研究显示，早餐碳水化合物摄入与 T2DM 患病率呈显著负相关，即每增加 1 个标准差的碳水化合物摄入，患病风险降低 25%；而处于最高五分位数的碳水化合物摄入人群，患病风险较最低五分位数者降低 60%[27]。Chamorro 等[26]的研究亦佐证了这一结论。相反，早餐脂质摄入每增加 1 个标准差，T2DM 患病风险升高 13%[27]。另外，Xiao 等[45]研究发现，与正常早餐相比，高蛋白早餐可有效改善早餐后 3 h 的血糖和午餐后 1.5 h 的 iAUC。而晚餐营养分布对糖尿病管理的影响则与早餐呈现相反模式。中国健康与营养调查对 14 518 名参与者进行长达 10 年的随访发现，晚餐摄入更多 n-3 多不饱和脂肪酸与植物源单不饱和脂肪酸，人群患 T2DM 的风险会更低[46]。但高能量、高脂肪和高蛋白的晚餐会显著增加疾病风险，国内外调查显示，晚餐较早餐摄入更多的能量、脂肪和蛋白质，患糖尿病风险更高[47-48]。所以，根据昼夜代谢节律优化三餐的营养配比，不仅有助于维持血糖稳态，更有利于降低糖尿病长期患病风险。

4 时序营养面临的挑战

4.1 医源性节律剥夺阻碍 重症监护室等特殊的临床环境是时序营养实施的重要阻碍。24 h 常亮灯光、频繁的夜间护理操作以及持续的机械噪声，严重抑制了患者褪黑素的分泌。这种环境介导的“节律剥夺”与临床持续肠内营养模式叠加，使得外周代谢器官对营养信号的反应变得迟钝，进而出现代谢紊乱[49]。未来临床应主动构建节律保护性病房环境，夜间减少强光刺激与非必需操作，维护患者正常昼夜节律。同时，应逐步摒弃无差别、持续性的能量泵入模式，将总能量摄入集中在日间，夜间则给予肠道及代谢系统充分的休息，从而降低医源性高血糖的风险。

4.2 最佳干预方案缺乏 目前对于“最佳进食窗口”的跨度（如 8 h 或 10 h）以及进餐频率尚未达成共识[50]，且研究间异质性较高，难以转化为标准化临床方案。未来研究应开展大样本、长期、标准化的临床试验，明确不同分型糖尿病患者的最优进食窗口与进食频率，为临床时序营养方案提供高质量证据支撑。

4.3 个体时序营养识别难题 现有的时序营养主观问卷[15,17-18]在糖尿病人群中的适用性尚未验证，难以贴合患者血糖管理需求，且问卷条目、计分标准不统一。客观检测中褪黑素、皮质醇标志物采样繁琐、成本高，无法常规临床使用；CGM、可穿戴设备等工具尚无统一评判标准，数据难以横向对比。未来研究应开发适配糖尿病、客观标准化时序营养评估工具，支撑个体化时序干预。

4.4 社会文化与现实场景落地障碍 糖尿病患者饮食行为受职业、社会文化与经济条件影响。轮班工作、加班、夜间活动等现代生活模式，使固定进食时间和窗口难以长期维持，这些现实因素使时序营养从“科学理念”走向“规模化落地”面临巨大挑战。未来研究应关注不同人群、不同文化背景下的时序营养适应性策略，以个体节律为核心，为患者提供更具弹性、场景化、文化适配性的营养指导。

5 小结

作为新兴的糖尿病饮食管理策略，时序营养将进餐时间、进餐频率及营养素时序分配等维度纳入考量，为糖尿病管理提供了更易执行、依从性更高的饮食干预思路。但其仍面临着医源性节律剥夺阻碍、最佳干预方案共识缺乏和个体时序营养识别困难等挑战。因此，未来研究应结合不同人群的昼夜节律特点，优化分层干预策略，切实提升管理成效。同时，在临床实践中，应将时序营养理念融入糖尿病健康管理中，引导患者建立符合个体昼夜节律的饮食行为，以提高自我管理能力和治疗依从性，以防范疾病进展。

参考文献：

[1] American Diabetes Association Professional Practice Committee. Facilitating positive health behaviors and well-being to improve health outcomes: standards of care in diabetes—2025[J]. Diabetes Care, 2025, 48(Supplement_1): S86-S127.

[2] Camps S G, Kaur B, Lim J, et al. Improved glycemic control and variability: application of healthy ingredients in Asian staples[J]. Nutrients, 2021, 13(9): 3102.

[3] Mentzelou M, Papadopoulou S K, Psara E, et al. Chrononutrition in the prevention and management of metabolic disorders: a literature review[J]. Nutrients, 2024, 16(5): 722.

[4] Verde L, Di Lorenzo T, Savastano S, et al. Chrononutrition in type 2 diabetes mellitus and obesity: a narrative review[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2024, 40(2): e3778.

[5] O′Connor S G, O′Connor L E, Higgins K A, et al.

Conceptualization and assessment of 24-H timing of eating and energy intake: a methodological systematic review of the chronic disease literature[J]. Adv Nutr, 2024,15(3):100178.

[6] Peters B, Vahlhaus J, Pivovarova-Ramich O. Meal timing and its role in obesity and associated diseases[J]. Front Endocrinol,2024,15:1359772.

[7] Papakonstantinou E, Oikonomou C, Nychas G, et al. Effects of diet, lifestyle, chrononutrition and alternative dietary interventions on postprandial glycemia and insulin resistance[J]. Nutrients,2022,14(4):823-900.

[8] Kelters I R, Koop Y, Young M E, et al. Circadian rhythms in cardiovascular disease[J]. Eur Heart J, 2025,46(36):3532-3545.

[9] McHill A W, Butler M P. Eating around the clock: circadian rhythms of eating and metabolism[J]. Annu Rev Nutr,2024,44(1):25-50.

[10] Dragoi C M, Dumitrescu I B, Nicolae A C. Rhythms of life: melatonin, nutrition, sleep, and antioxidant strategies for healthy aging[J]. Front Neurosci, 2026, 20: 1736978.

[11] Grosjean E, Simonneaux V, Challet E. Reciprocal interactions between circadian clocks, food intake, and energy metabolism[J]. Biology,2023,12(4):539.

[12] Lebailly B, Boitard C, Rogner U C. Circadian rhythm-related genes: implication in autoimmunity and type 1 diabetes [J]. Diabetes Obes Metab,2015,17(Suppl 1):134-138.

[13] Beam C A, Beli E, Wasserfall C H, et al. Peripheral immune circadian variation, synchronisation and possible dysrhythmia in established type 1 diabetes[J]. Diabetologia,2021,64(8):1822-1833.

[14] Bautista J, Ojeda-Mosquera S, Altamirano-Colina A, et al. Bidirectional interactions between circadian rhythms and the gut microbiome[J]. Appl Microbiol Biotechnol, 2025,109(1):218.

[15] Veronda A C, Allison K C, Crosby R D, et al. Development, validation and reliability of the Chrononutrition Profile-Questionnaire[J]. ChronobiolInt, 2020, 37(3): 375-394.

[16] 龚悦,陈明霞,樊泽慧,等.时序营养概况问卷汉化版的信效度评价[J].现代预防医学,2024,51(12):2182-2187.

[17] Phoi Y Y, Bonham M P, Rogers M, et al. Construct validity and test-retest reliability of a chrononutrition questionnaire for shift work and non-shift work populations[J]. ChronobiolInt,2024,41(5):669-683.

[18] Murakami K, Shinozaki N, McCaffrey T A, et al. Relative validity of the Chrono-nutrition Behavior Questionnaire (CNBQ) against 11-day event-based ecological momentary assessment diaries of eating[J]. Int J Behav Nutr Phys Act,2025,22(1):46.

[19] Chawla S, Beretoulis S, Deere A, et al. The window matters: a systematic review of time restricted eating strategies in relation to cortisol and melatonin secretion [J]. Nutrients,2021,13(8):2525.

[20] Khaira F, Sulastri D. Meal timing and ghrelin: a chrononutritional perspective on weight regulation potential [J]. Chronobiol Int,2026,43(5):606-613.

[21] Gill S, Panda S. A smartphone app reveals erratic diurnal eating patterns in humans that can be modulated for health benefits[J]. Cell Metab,2015,22(5):789-798.

[22] Lin L, Guo J, Aqeel M M, et al. Joint temporal dietary and physical activity patterns: associations with health status indicators and chronic diseases[J]. Am J Clin Nutr,2022,115(2):456-470.

[23] Wang L, Chan V, Allman-Farinelli M, et al. Wearable cameras reveal large intra-individual variability in timing of eating among young adults[J]. Nutrients, 2022, 14 (20):4349.

[24] Ambikapathi R, Irema I, Lyatuu I, et al. Gender and age differences in meal structures, food away from home, chrono-nutrition, and nutrition intakes among adults and children in Tanzania using a newly developed tablet-based 24-hour recall tool[J]. Curr Dev Nutr, 2022,6(3):nzac015.

[25] Franzago M, Alessandrelli E, Notarangelo S, et al. Chrono-nutrition: circadian rhythm and personalized nutrition[J]. Int J Mol Sci,2023,24(3):2571.

[26] Chamorro R, Basfi-fer K, Sepúlveda B, et al. Meal timing across the day modulates daily energy intake in adult patients with type 2 diabetes[J]. Eur J Clin Nutr, 2022,76(10):1470-1477.

[27] Luján-Barroso L, Margara-Escudero H J, Crous-Bou M, et al. Chrono-nutrition, chrono-type, and the prevalence of type 2 diabetes mellitus in a cross-sectional study from the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) study[J]. Nutrients,2024, 16(16):2598.

[28] Mirghani H. The effect of breakfast skipping and late night eating on body mass index and glycemic control among patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Cureus,2021,13(6):e15853.

[29] Sakai R, Hashimoto Y, Ushigome E, et al. Late-night-dinner is associated with poor glycemic control in people with type 2 diabetes: the KAMOGAWA-DM cohort study[J]. Endocr J,2018,65(4):395-402.

[30] 丁蕊,赵小艳,李欣,等.昼夜节律下限时进食与 2 型糖尿病相关性的研究进展[J].中国糖尿病杂志,2024,32(8):634-637.

[31] Sukkriang N, Buranapin S. Effect of intermittent fasting 16∶8 and 14∶10 compared with control-group on weight reduction and metabolic outcomes in obesity with type 2 diabetes patients: a randomized controlled trial[J]. J Diabetes Investig,2024,15(9):1297-1305.

[32] Parr E B, Radford B E, Hall R C, et al. Comparing the effects of time-restricted eating on glycaemic control in people with type 2 diabetes with standard dietetic practice: a randomised controlled trial[J]. Diabetes Res Clin Pract,2024,217:111893.

[33] Ashtekar S, Deshmukh P P, Ghaisas N, et al. Effect of two-only-meal frequency and exercise on HbA1C out-

comes, weight, and anti-diabetic medication in type 2 diabetes in a popular lifestyle change campaign in Maharashtra, compared to conventional clinical management: a quasi-experimental multicenter study in Maharashtra [J]. Indian J Commun Med,2023,48(1):91-97.

[34] Gómez-Ruiz R P, Cabello-Hernández A I, Gómez-Pérez F J, et al. Meal frequency strategies for the management of type 2 diabetes subjects: a systematic review [J]. PLoS One,2024,19(2):e0298531.

[35] Papakonstantinou E, Kontogianni M D, Mitrou P, et al. Effects of 6 vs 3 eucaloric meal patterns on glycaemic control and satiety in people with impaired glucose tolerance or overt type 2 diabetes: a randomized trial[J]. Diabetes Metab,2018,44(3):226-234.

[36] Ahola A J, Mutter S, Forsblom C, et al. Meal timing, meal frequency, and breakfast skipping in adult individuals with type 1 diabetes: associations with glycaemic control[J]. Sci Rep,2019,9(1):20063.

[37] Minari T P, Manzano C F, Yugar L B T, et al. The effect of breakfast skipping and sleep disorders on glycemic control, cardiovascular risk, and weight loss in type 2 diabetes[J]. Clin Nutr ESPEN,2025,65:172-181.

[38] Abbie E, Francois M E, Chang C R, et al. A low-carbohydrate protein-rich bedtime snack to control fasting and nocturnal glucose in type 2 diabetes: a randomized trial [J]. Clin Nutr,2020,39(12):3601-3606.

[39] Sun L, Goh H J, Govindharajulu P, et al. Postprandial glucose, insulin and incretin responses differ by test meal macronutrient ingestion sequence (PATTERN study)[J]. Clin Nutr,2020,39(3):950-957.

[40] 曹亚男,朱燕妮,钟赛琼,等.2 型糖尿病患者饮食管理的最佳证据总结[J].护理学杂志,2021,36(18):86-90.

[41] Imai S, Kajiyama S, Kitta K, et al. Eating vegetables first regardless of eating speed has a significant reducing effect on postprandial blood glucose and insulin in young healthy women: randomized controlled cross-over study [J]. Nutrients,2023,15(5):1174.

[42] Shukla A P, Dickison M, Coughlin N, et al. The impact of food order on postprandial glycemic excursions in prediabetes[J]. Diabetes ObesMetab,2019,21(2):377-381.

[43] 李梦歌.进餐顺序、成分对 1 型糖尿病餐后血糖漂移的影响[D].昆明:昆明理工大学,2022.

[44] Tricò D, Filice E, Trifirò S, et al. Manipulating the sequence of food ingestion improves glycemic control in type 2 diabetic patients under free-living conditions[J]. Nutr Diabetes,2016,6(8):e226-e226.

[45] Xiao K, Furutani A, Sasaki H, et al. Effect of a high protein diet at breakfast on postprandial glucose level at dinner time in healthy adults[J]. Nutrients, 2022, 15(1):85.

[46] Ye H, Wu Y Q, Zhuang P, et al. Timing of dietary fatty acids to optimize reduced risk of type 2 diabetes mellitus: findings from China health and nutrition survey [J]. Nutrients,2025,17(13):2089.

[47] Han T, Gao J, Wang L, et al. The association of energy and macronutrient intake at dinner versus breakfast with disease-specific and all-cause mortality among people with diabetes: the US national health and nutrition examination survey, 2003 — 2014[J]. Diabetes Care, 2020,43(7):1442-1448.

[48] Ren X, Yang X, Jiang H, et al. The association of energy and macronutrient intake at dinner vs breakfast with the incidence of type 2 diabetes mellitus in a cohort study: the China health and nutrition survey, 1997 — 2011[J]. J Diabetes,2021,13(11):882-892.

[49] Sagun E, Akyol A, Kaymak C. Chrononutrition in critical illness[J]. NutrRev,2024,83(3):e1146-e1157.

[50] Dashti H S, Jansen E C, Zuraikat F M, et al. Advancing chrononutrition for cardiometabolic health: a 2023 national heart, lung, and blood institute workshop report [J]. J Am Heart Assoc,2025,14(9):e039373.

（本文编辑　李春华）

· 敬告读者 ·

警惕假冒《护理学杂志》工作人员实施各种欺诈行为的声明

近年来，相关网络、微信、邮箱经常出现某些谎称为《护理学杂志》编辑部人员，要求加作者为好友，或谎称文章录用或获奖，要求缴纳审稿费、版面费或奖项评审费等信息；有些甚至通过盗用本编辑部名称和地址、伪造资质证书等违法手段，假借《护理学杂志》编辑部的名义收录稿件，以达到非法敛财的目的。鉴此，《护理学杂志》编辑部郑重声明如下：

1.《护理学杂志》编辑部指定官方域名(网站)为 http://www.hlxzz.com.cn 或 http://www.chmed.net。从官方网站投稿是唯一途径。文章经审核合格被录用后，由投稿系统通过作者预留的邮箱发放录用通知和缴纳版面费通知，再无其他收费项目和其他途径。请作者明确，切勿受骗上当。

2.《护理学杂志》的编辑人员不会要求作者加微信好友；本刊不允许个人通知作者缴纳费用，亦未设置个人账户收费。

3.凡要求作者将论文版面费转账至个人账户的均非本编辑部所为。假冒本编辑部网站发布的信息、活动及后果均与本编辑部无关。

在此，特提醒广大读者、作者注意甄别本刊网站合法域名，选择正确途径投稿和缴纳费用，避免不必要的损失。

地址：武汉市解放大道 1095 号《护理学杂志》编辑部，邮编 430030

E-mail:jns@tjh.tjmu.edu.cn；　咨询电话：027-83662666；　联系人：雷冰霞