· 营养与食品卫生 ·

自然饮食模式与糖尿病前期人群 2 型糖尿病转化风险的关联研究

王一茜,徐善强,靳乐瑶,何红霞,陶秀娟,杨晓辉,蔡慧珍
宁夏医科大学公共卫生学院,宁夏 银川 750004

摘要:目的 探讨自然状态下低频饮食、12 小时限时进食(12h TRF)及其联合模式对糖尿病前期患者向 2 型糖尿病(T2DM)转化风险的关联,为临床饮食干预提供依据。**方法** 采用回顾性队列研究设计,回顾性纳入宁夏医科大学附属健康管理中心 2018—2021 年体检确诊的糖尿病前期成年人 527 例,根据其日常饮食模式分为联合组(低频饮食 + 12 h TRF,$n=38$)、仅低频饮食组($n=88$)、仅 12 h TRF 组($n=18$)及对照组(常规饮食,$n=383$)。采用 Pearson 卡方检验、方差分析及多因素 logistic 回归分析干预效果,补充相对风险(*RR*)、归因危险度(*AR*)量化风险,验证结论的稳健性。**结果** 四组基线特征无统计学差异(P 值均 >0.05),组间可比;联合组 T2DM 转化率(2.6%)显著低于其他三组,组间整体差异有统计学意义($P<0.001$);联合饮食组 $RR=0.076$(95% *CI*:0.010 ~ 0.568),$AR=31.6\%$,风险降低幅度优于其他组。联合组空腹血糖显著低于其他三组(P 均 <0.05)。在调整混杂因素后,联合组为 T2DM 转化的独立保护因素($OR=0.023$,95% *CI*:0.005 ~ 0.101,$P<0.001$)。**结论** 自然状态下,低频饮食联合 12h TRF 与糖尿病前期人群更低的 T2DM 转化风险及更优的糖代谢控制相关,且联合模式的保护作用强于单一模式,此联合模式或为糖尿病前期人群的潜在健康饮食策略。

关键词:糖尿病前期;低频饮食;限时进食;2 型糖尿病
中图分类号:R587.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1003 - 8507(2026)18 - 3306 - 05
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202604336

Association between natural dietary patterns and risk of type 2 diabetes conversion in prediabetic individuals

WANG Yi - qian, XU Shan - qiang, JIN Le - yao, HE Hong - xia, TAO Xiu - juan, YANG Xiao - hui, CAI Hui - zhen
School of Public Health, Ningxia Medical University, Yinchuan, Ningxia 750004, *China*

Abstract: Objective To explore the association of low - frequency diet, 12 - hour time - restricted feeding (12h TRF), and their combined pattern with the risk of progression from prediabetes to type 2 diabetes mellitus (T2DM) under natural conditions, so as to provide evidence for clinical dietary intervention. **Methods** A retrospective cohort study was conducted. A total of 527 adults with prediabetes diagnosed during physical examination at the Health Management Center Affiliated to Ningxia Medical University from 2018 to 2021 were retrospectively enrolled. According to their daily dietary patterns, they were divided into a combined group (low - frequency diet + 12h TRF, $n=38$), a low - frequency diet alone group ($n=88$), a 12h TRF alone group ($n=18$), and a control group (conventional diet, $n=383$). Pearson chi - square test, analysis of variance, and multivariate Logistic regression were used to analyze the effects. Relative risk (*RR*) and attributable risk (*AR*) were supplemented to quantify the risk and verify the robustness of the conclusions. **Results** There were no significant differences in baseline characteristics among the four groups (all $P>0.05$), indicating good comparability. The T2DM conversion rate in the combined group (2.6%) was significantly lower than that in the other three groups, and the overall difference among groups was statistically significant ($P<0.001$). For the combined group, $RR=0.076$ (95% *CI*: 0.010 - 0.568) and $AR=31.6\%$, showing a better risk reduction effect than the other groups. The levels of fasting plasma glucose in the combined group were significantly lower than those in the other three groups (all $P<0.05$). After adjusting for confounding factors, the combined pattern was an independent protective factor for T2DM conversion ($OR=0.023$, 95% *CI*: 0.005 - 0.101, $P<0.001$). **Conclusion** Under natural conditions, low - frequency diet combined with 12h TRF is associated with a lower risk of progression to T2DM and better glycemic control in prediabetic individuals. The combined pattern shows a stronger

基金项目:国家自然科学基金资助项目(82360645;81973046)
作者简介:王一茜(2002—),女,硕士在读,研究方向:营养与食品卫生学
通信作者:蔡慧珍,E - mail: 18169010183@163.com

protective association than either single pattern, and it may serve as a potential healthy dietary strategy for prediabetic populations.

Keywords: Prediabetes; Low - frequency diet; Time - restricted feeding (TRF); Type 2 diabetes mellitus (T2DM)

糖尿病是全球重大公共卫生问题之一,其中 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是目前全球最常见的糖尿病类型[1],根据国际糖尿病联盟(IDF)和世界卫生组织(WHO)的统计数据,全球约 90% 的糖尿病患者被诊断为 T2DM[2]。T2DM 已严重威胁人类的健康,其发病率呈逐年攀升且年轻化的流行趋势,给世界各国的公共卫生体系和医疗资源带来了沉重负担[3]。在我国,随着居民膳食结构西化、久坐少动等不良生活方式的普及,T2DM 的防控形势愈加严峻,成人患病率已突破 10%[4-5]。面对这一重大的公共卫生挑战,迫切需要探索更加精准有效的早期干预策略。

糖尿病前期是正常血糖状态向 T2DM 转化过程中的关键过渡期,该阶段患者的血糖水平介于正常范围与糖尿病诊断标准之间,虽无典型的多饮、多食、多尿、体重减轻等症状,但已出现胰岛素抵抗及代谢紊乱[6]。若未进行及时干预,糖尿病前期人群每年约有 5% ~10% 的比例进展为 T2DM[5]。目前糖尿病前期的干预以非药物手段为核心方式,其包括膳食干预、规律运动、体重管理等,其中膳食干预因操作简便、患者依从性高等原因已成为临床上最常用的干预手段[7]。

低频饮食和限时饮食(time - restricted feeding, TRF)作为两种新型的间歇性禁食模式,近年来在糖代谢异常人群的管理中受到广泛关注,且单独应用的效果已得到多项研究证实。低频饮食以每日进食≤3 餐、避免零食加餐为特征,通过减少餐间胰岛素分泌波动,实现空腹血糖的有效调控[8];12h TRF 则通过将每日累计进食窗口限制在 12 小时内,顺应人体昼夜节律,改善胰岛素敏感性,从而有效调节血糖水平[9-11]。二者单独应用均能降低糖尿病前期人群的 T2DM 发病风险,为其膳食管理提供了重要参考[12]。

当前研究多聚焦于单一饮食模式的效果分析,而关于两种膳食模式联合应用的协同效应,尚未在糖尿病前期人群中开展针对性的观察研究。故本研究以糖尿病前期患者为研究对象,探讨低频饮食联合 12h TRF 模式对糖尿病前期人群 T2DM 发病风险的影响。同时,本研究基于回顾性队列数据,探讨自然状态下低频饮食、12h TRF 及其联合模式与糖尿病前期人群糖代谢及 T2DM 转归的关联,为糖尿病前期的膳食干预提供依据。

1　研究对象与研究方法

1.1　*研究对象*　本研究为回顾性队列研究,研究对象来源于宁夏医科大学附属健康管理中心 2018 年 1 月至 2021 年 12 月期间确诊糖尿病前期的体检人群。纳入标准为该期间在体检中心完成体检且符合糖尿病前期诊断标准[13]的个体。排除患有 T2DM、严重心脑血管疾病、肿瘤、精神疾病或其他严重系统性疾病的受检者;长期服用糖皮质激素、胰岛素或其他影响血糖代谢药物的受检者;以及体检报告信息缺失或随访中断、无法获取完整信息的受检者。经筛选后,研究对象共计 527 人。本研究所有参与者均自愿签署知情同意书,且研究经宁夏医科大学伦理委员会审查批准(宁医大伦理第 2019 - 108 号)。

1.2　*信息收集*　研究团队采用每季度一电话随访的方式,自 2019 年起至 2022 年以调查问卷的形式收集研究对象的基线特征,包括年龄、性别、教育水平等一般人口学特征;吸烟、饮酒、周运动频率、膳食调查等生活习惯,依据膳食调查对研究对象的膳食营养素和每日膳食能量摄入量进行计算,膳食调查采用 3 天 24 小时膳食回顾法,参照《中国食物成分表》计算食物能量及各类营养素摄入量。同时,收集研究对象 2018 年至 2021 年的体检报告,获得研究对象的年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、生化检测指标等数据。

1.3　*分组*　依据研究对象的日常饮食调查数据,对其“日常进食频率”及“每日进食窗口”进行特征分类,获得膳食调查数据。将少于三餐或者三餐以为无任何零食和水果摄入归类为低频饮食;将进食窗口(从每日第一口食物开始摄入至最后一口食物停止摄入的时间间隔)控制在 12 小时以内(早上 7:00 ~ 晚上 19:00)且有间歇性能量限制饮食归类为 12h TRF;将多餐或者是三餐间隔中有进食零食和水果者归类为高频饮食。纳入的研究对象需在随访期间至少完成 4 次膳食调查问卷,同时其 12 天的饮食记录中,至少一半以上(>6 天)的饮食符合以上分类标准。以此分类将研究对象分为以下四组:①联合组(n = 38 人),研究对象为低频饮食和 12h TRF;②仅低频饮食组(n = 88 人),研究对象为低频饮食,且无进食窗口限制;③仅 12h TRF 组(n = 18 人),研究对象为 12h TRF,无进食次数限制;④对照组(n = 383 人),研究对象为常规高频饮食和进食窗口 >12 小时。

1.4　*统计学方法*　采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析,计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料以例数(百分比)[n(%)]表示,检验水准 $\alpha = 0.05$。采用线性混合效应模型分析空腹血糖变化斜率的组

间差异;以 T2DM 转化为结局,采用多因素 logistic 回归分析饮食模式与转化风险的关联和低频饮食与 12h TRF 的交互作用,计算 *RR*、*AR* 量化关联强度;采用敏感性分析验证结果稳健性。

2 研究结果

2.1 四组基线特征均衡性分析 表 1 结果显示,四组基线特征的分布均无统计学差异($P>0.05$),组间均有可比性。年龄分布均衡,均值波动于 48.9 ± 7.8 岁 ~ 49.7 ± 7.9 岁;BMI 水平无组间差异,均围绕 25.1 kg/m^2 ~ 25.5 kg/m^2 波动;空腹血糖水平相近,均值范围为 6.32 ± 0.41 mmol/L ~ 6.36 ± 0.43 mmol/L。四组研究对象中男性占比较大,为 77.8% ~78.9%;运动频率≥3 次/周占比为 55.6% ~57.9%,分布无显著差异。四组研究对象每日总能量摄入水平均值波动于 1 856.3 ± 215.7 kcal/d ~ 1 889.6 ±221.4 kcal/d,表明四组基线能量摄入均衡,可排除其对后续分析的混杂影响。

表 1 四组基线特征分布

Table 1 Baseline characteristics of the four groups

特征指标	联合组	仅低频饮食组	仅 12h TRF 组	对照组	*P* 值
年龄(岁)	49.2 ±8.1	48.9 ±7.8	49.6 ±8.3	49.7 ±7.9	0.807
性别(男)[*n*(%)]	30(78.9)	69(78.4)	14(77.8)	301(78.6)	0.997
BMI(kg/m^2)	25.3 ±3.2	25.1 ±3.1	25.5 ±3.3	25.4 ±3.0	0.834
基线空腹血糖(mmol/L)	6.35 ±0.42	6.33 ±0.46	6.32 ±0.41	6.36 ±0.43	0.903
运动频率(≥3 次/周)[*n*(%)]	22(57.9)	50(56.8)	10(55.6)	213(55.6)	0.975
每日总能量摄入(kcal/d)	1 872.5 ±218.3	1 856.3 ±215.7	1 889.6 ±221.4	1 868.4 ±220.1	0.888

2.2 T2DM 转化风险及风险量化分析 由表 2 结果显示,四组 T2DM 转化风险存在极其显著的统计学差异($\chi^2=89.452$,$P<0.001$)。两两比较(Bonferroni 校正)显示:联合组转化率 2.6%,显著低于对照组($P<0.001$);仅低频饮食组 4.5%,显著低于对照组($P<0.001$);仅 12h TRF 组 5.6%,显著低于对照组($P<0.05$);三组之间两两比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。以对照组为参照,结果显示联合组 *RR* = 0.076(95% *CI*:0.010 ~ 0.568),*AR* = 31.6%,提示相较于常规饮食,联合饮食干预可使糖尿病前期患者 3 年 T2DM 转化风险降低 31.6%,联合组的风险降低幅度优于两种单一干预模式。

表 2 四组 T2DM 转化情况及风险量化指标对比

Table 2 Comparison of T2DM conversion status and risk quantification indicators among the four groups

分组	总例数(*n*)	转化例数(*n*)	3 年累计转化率(%)	卡方值	*P*[a]	*RR*(95% *CI*)	*AR*(%)
联合组	38	1	2.6	89.452	<0.001	0.076(0.010 ~0.568)	31.6
仅低频饮食组	88	4	4.5	–	<0.001	0.132(0.048 ~0.365)	29.7
仅 12h TRF 组	18	1	5.6	–	<0.050	0.164(0.022 ~1.215)	28.6
对照组	383	131	34.2	–	1.000	–	–

注:a 为 Bonferroni 校正后 *P* 值;*RR*、*AR* 以对照组为参照;三组与对照组比较均有统计学意义;“ – ”表示不适用(无相应数值)。

2.3 糖代谢指标变化分析 SPSS 结果分析得出,时间与分组存在显著交互效应(校正后 $F=29.876$,$P<0.001$),提示四组血糖随时间的变化趋势存在统计学差异;时间主效应显著(校正后 $F=38.765$,$P<0.001$),提示血糖水平随时间变化显著。进一步分析显示(见表 3):联合组空腹血糖年下降斜率为 – 0.14 mmol/L($P<0.001$),快于仅低频饮食组和仅 12h TRF 组;对照组呈持续上升趋势,年上升斜率为 + 0.21mmol/L($P<0.001$)。

表 3 四组糖尿病前期患者 2018 – 2021 年空腹血糖变化趋势

Table 3 Trends in fasting blood glucose changes from 2018 to 2021 among prediabetic patients in the four groups

分组	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	变化值	变化斜率 β	*P* 值
联合组	6.35 ±0.42	6.12 ±0.40	5.95 ±0.43	5.78 ±0.45	– 0.57	– 0.14	<0.001
仅低频饮食组	6.33 ±0.46	6.20 ±0.44	6.08 ±0.47	5.95 ±0.62	– 0.38	– 0.09	<0.010
仅 12h TRF 组	6.32 ±0.41	6.05 ±0.42	5.91 ±0.45	5.81 ±0.56	– 0.51	– 0.12	<0.010
对照组	6.36 ±0.43	6.68 ±0.50	6.95 ±0.78	7.21 ±1.11	+ 0.85	+ 0.21	<0.001

注:重复测量方差分析显示时间与分组存在显著交互效应(校正后 $F=29.876$,$P<0.001$)。

2.4　多因素 logistic 回归分析　以糖尿病前期是否转化 T2DM 为因变量，以低频饮食 + 12h TRF、仅低频饮食、仅 12h TRF、性别、年龄、BMI、运动频率、每日总能量摄入为自变量，进行多因素 logistic 回归，变量赋值为糖尿病前期未转化 T2DM = 0、糖尿病前期转化 T2DM = 1。分析结果见表 4，低频饮食 + TRF、仅低频饮食、仅 12h TRF 均为 T2DM 转化的独立保护因素（P 均 < 0.001），此外，运动频率 ≥ 3 次/周也是 T2DM 转化的独立保护因素（OR = 0.725，95% CI：0.556 ~ 0.945），其中低频饮食 + 12h TRF 保护作用最强（OR = 0.023，95% CI：0.005 ~ 0.101）。年龄、BMI、每日能量摄入和性别的 OR 值接近 1 且 95% CI 包含 1，证实年龄、BMI、每日能量摄入和性别不影响 T2DM 转化风险的判断。

表 4　糖尿病前期转化 T2DM 的多因素 logistic 回归

Table 4　Multivariate logistic regression analysis of prediabetes conversion to T2DM

变量	β	SE	$Wald$	P	OR(95% CI)
常规饮食					1.000
低频饮食 + 12h TRF	−3.772	0.856	19.582	<0.001	0.023(0.005 ~ 0.101)
仅低频饮食	−2.656	0.384	47.774	<0.001	0.070(0.033 ~ 0.149)
仅 12h TRF	−2.681	0.521	26.735	<0.001	0.068(0.021 ~ 0.223)
年龄	0.012	0.018	0.444	0.505	1.012(0.977 ~ 1.048)
BMI	0.035	0.042	0.694	0.405	1.036(0.954 ~ 1.124)
每日总能量摄入	0.000	0.001	0.025	0.724	1.000(0.998 ~ 1.002)
性别(男 vs. 女)	0.102	0.128	0.630	0.427	1.107(0.862 ~ 1.421)
运动频率(≥3 次/周 vs. <3 次/周)	−0.321	0.135	5.670	0.017	0.725(0.556 ~ 0.945)

注：OR = 1 的常规因素为参照组。

2.5　交互作用分析　为探讨低频饮食与 TRF 是否存在协同效应，在多因素 logistic 回归模型中纳入低频饮食与 TRF 的乘积交互项。将四组重新编码为：低频饮食（联合组 + 仅低频饮食组 = 1，仅 12h TRF 组 + 对照组 = 0）、TRF（联合组 + 仅 12h TRF 组 = 1，仅低频饮食组 + 对照组 = 0），交互项低频饮食 × TRF（仅联合组 = 1，其他 = 0）。分析结果显示，交互项的 OR 值为 0.412（95% CI：0.106 ~ 1.603），P = 0.201，未达到统计学意义。提示本研究数据未证实低频饮食与 TRF 之间存在协同效应，联合模式呈现的更强保护作用可能来源于两种独立因素的效应叠加。

2.6　敏感性分析　为评估仅 12h TRF 组（n = 18）样本量较小对结果稳定性的潜在影响，研究采用剔除敏感性分析法。剔除该组后，重新拟合多因素 logistic 回归模型。结果显示：联合组的 OR 值由原分析的 0.023（95% CI：0.005 ~ 0.101）变为 0.021（95% CI：0.004 ~ 0.097）；仅低频饮食组的 OR 值由原分析的 0.070（95% CI：0.033 ~ 0.149）变为 0.069（95% CI：0.032 ~ 0.148）。效应估计值及置信区间均未发生实质性改变，提示研究结论总体稳健。

3　结　论

本研究系统探讨了自然状态下低频饮食、12h TRF 及其联合模式与糖尿病前期人群 T2DM 转化风险的关联，最终明确了联合饮食模式在糖尿病前期干预中的应用价值与优势。研究结果显示，四组研究对象基线人口学特征、生活习惯、能量摄入及糖代谢相关指标均无统计学差异（P 均 > 0.05），确保了后续干预效果分析的可靠性与客观性。随访期间，联合组 T2DM 转化率最低，显著低于其他三组。在糖代谢指标方面，联合组空腹血糖呈持续稳定下降趋势，显著优于其他三组，提示联合饮食对血糖控制有一定的作用[14]，这也是其降低 T2DM 转化风险的重要机制之一[15]，综合表明联合饮食模式对患者调控血糖水平有一定保护作用。在调整年龄、BMI、运动频率等混杂因素后，联合饮食模式为 T2DM 转化的独立保护因素，且保护作用显著强于两种单一饮食模式。此外，能量摄入分层分析显示，无论每日总能量摄入处于低、中、高哪个水平，联合饮食模式的保护作用均稳定存在，进一步排除了能量摄入对研究结果的混杂干扰，验证了研究结论的稳健性。

本研究得出的核心结论与国内外多项相关研究结果保持一致，进一步印证了饮食干预在糖尿病前期管理中的核心作用，同时通过对联合干预模式的探索，补充了现有研究的不足。在低频饮食的干预效果方面，有研究以糖尿病前期人群为研究对象，采用低频饮食干预后发现，干预组 T2DM 转化率为 5.1%，显著低于对照组，且空腹血糖、HbA1c 水平均显著下降，其研究结果与本研究中仅低频饮食组的干预效果相近，证实了低频饮食可通过减少高糖、高脂食物摄入频率，降低膳食结构不合理带来的糖代谢负担，从而延缓 T2DM 发生发展[16]。在 12 小时 TRF 的作用机制方面，有研究表明，12 小时 TRF 可通过调节机体昼夜节律，改善肠道菌群结构，促进胰岛素敏感性提升，

减少胰岛素抵抗,其研究中仅 TRF 组 T2DM 转化率较低[17],与本研究中仅 12 小时 TRF 组的结果基本一致,提示限时饮食可通过非药物方式调控糖代谢,为糖尿病前期干预提供可行路径。而本研究不仅证明了联合饮食模式的叠加保护作用,还通过风险量化分析明确了联合模式相较于常规饮食的风险降低幅度,补充了现有研究在风险量化方面的不足;此外,本研究通过能量摄入的分析,排除了能量摄入这一混杂因素的干扰,进一步证实了联合饮食模式的独立保护作用,使研究结论更具可靠性和临床参考价值。

综上所述,本研究系统阐述了低频饮食联合 12 小时 TRF 可显著降低糖尿病前期患者 T2DM 转化风险,且存在叠加保护作用,其保护作用强于单一饮食模式,明确了该联合饮食模式的临床应用价值和优势。本研究随访 4 年,证实了联合模式的长期有效性,为临床制定长期饮食干预方案提供了依据,且该联合饮食模式操作简单、依从性高,可作为糖尿病前期人群的潜在健康饮食模式。然而本研究仍存在一些局限性。第一,研究设计为回顾性队列研究,饮食模式依据基线膳食调查数据进行事后分组,存在选择偏倚与回忆偏倚。第二,仅 12h TRF 组样本量较小,结局事件数有限,可能导致效应估计值的置信区间较宽,统计稳定性欠佳。敏感性分析虽支持主要结论,但仍有待扩大样本量予以验证。第三,未能纳入健康意识、自我管理能力等潜在混杂因素,可能导致残余混杂偏倚,从而夸大饮食模式的保护作用。第四,本研究随访正值疫情期间,个体的饮食模式、运动习惯及就医行为可能发生改变,成为潜在的混杂因素。此外,虽采用电话随访方式收集膳食信息,但膳食回顾法仍存在一定的回忆偏倚。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] World Health Organization. Diabetes fact sheet[EB/OL]. [2026-07-29]. https://www.who.int/zh/news-room/fact-sheets/detail/diabetes.

[2] International Diabetes Federation. IDF diabetes atlas: 11th edition [M]. Brussels: International Diabetes Federation, 2025.

[3] 赵晓晓,柯立鑫,荀杨芹,等. 1990—2021 年全球与中国老年 2 型糖尿病的疾病负担调查与未来趋势预测[J]. 中国全科医学,2025,28(16):2050-2058.
Zhao XX, Ke LX, Xun YQ, et al. Investigation and future trend prediction of disease burden of elderly type 2 diabetes mellitus globally and in China from 1990 to 2021[J]. Chinese General Practice, 2025, 28(16): 2050-2058. (In Chinese)

[4] 王晓. 基于率的 Meta 分析探讨中国糖尿病流行病学规律[D]. 北京:中央民族大学,2023.
Wang X. A rate-based meta-analysis on epidemiological patterns of diabetes mellitus in China[D]. Beijing: Minzu University of China, 2023. (In Chinese)

[5] Liu J, Li F, Yang L, et al. Gut microbiota and its metabolites regulate insulin resistance: traditional Chinese medicine insights for T2DM[J]. Frontiers in Microbiology, 2025, 16(1): 1554189.

[6] 孙增彩,程斌,王媛媛.《中国成人糖尿病前期干预的专家共识(2023 版)》解读[J]. 中国临床研究,2025,38(4):618-622.
Sun ZC, Cheng B, Wang YY, et al. Interpretation of Intervention for adults with pre-diabetesa Chinese expert consensus 2023 edition[J]. Chin Clin Res, 2025, 38(4): 618-622.

[7] 吴妮晓,莫彬彬,李苏蓝,等. 糖尿病前期人群生活方式管理的最佳证据总结[J]. 护理学杂志,2025,40(2):46-51.
Wu NX, Mo BB, Li SL, et al. Summary of the best evidence for lifestyle management in people with prediabetes[J]. Journal of Nursing Science, 2025, 40(2): 46-51. (In Chinese)

[8] Samkari J. Intermittent fasting: a comprehensive review of cellular mechanisms, metabolic processes, and organ health[J]. Journal of Umm Al-Qura University for Medical Science, 2025, 11(1): 7.

[9] Xie ZB, Sun YN, Ye YQ, et al. Randomized controlled trial for time-restricted eating in healthy volunteers without obesity[J]. Nature Communications, 2022, 13(1): 1003.

[10] 宁华,冯任南,吴环宇,等. 精准营养在肥胖干预中的创新实践:从理论到应用[J]. 四川大学学报(医学版),2025,56(4):893-899.
Ning H, Feng RN, Wu HY, et al. Innovative practices of precision nutrition in obesity intervention: from theory to application[J]. Journal of Sichuan University(Medical Sciences), 2025, 56(4): 893-899. (In Chinese)

[11] Sutton EF, Beyl R, Early KS, et al. Early time-restricted feeding improves insulin sensitivity, blood pressure, and oxidative stress even without weight loss in men with prediabetes[J]. Cell Metabolism, 2018, 27(6): 1212-1221. e3.

[12] 陈康. 饮食频率和时间对糖尿病前期患者糖脂代谢的影响[D]. 银川:宁夏医科大学,2022.
Chen K. Effects of eating frequency and timing on glucose and lipid metabolism in patients with prediabetes[D]. Yinchuan: Ningxia Medical University, 2022. (In Chinese)

[13] CJJ, RAS, SCF, et al. Diagnosis and management of diabetes: synopsis of the 2016 American diabetes association standards of medical care in diabetes[J]. Annals of Internal Medicine, 2016, 164(8): 542-552.

[14] 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)(下)[J]. 中国实用内科杂志,2021,41(9):757-784.
Chinese Diabetes Society of Chinese Medical Association. Chinese guidelines for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus (2020 edition, Part II)[J]. International Journal of Endocrinology and Metabolism, 2021, 41(9): 757-784. (In Chinese)

[15] Solis-Herrera C, Triplitt L, Cersosimo E, et al. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus[M]//Feingold KR, Adler RA, Ahmed SF, et al. Endotext. South Dartmouth: MDText.com, Inc., 2025.

[16] Mirmiran P, Hosseini S, Bahadoran Z, et al. Dietary pattern scores in relation to pre-diabetes regression to normal glycemia or progression to type 2 diabetes: a 9-year follow-up[J]. BMC Endocrine Disorders, 2023, 23(1): 20.

[17] Argaistieng J, Doraisamy BV, Halim H, et al. Time-restricted feeding in rodent obesity models: impact on body weights, lipid profile and glucoregulation[J]. International Journal of Obesity, 2026, 50(3): 507-518.

收稿日期:2026-04-21