

间歇性禁食对超重及肥胖患者体重和代谢指标影响的网状荟萃分析

罗冬强^{1,2} 邵莹³ 潘凯瑶^{1,2} 黄美婷^{1,2} 刘峰⁴

¹广州中医药大学, 广州 510080; ²广东祈福医院, 广州 511400; ³武汉轻工大学, 武汉 430000; ⁴广州中医药大学第三附属医院, 广州 510000

通信作者: 刘峰, Email: lftcm@163.com

【摘要】 目的 探讨不同间歇性禁食对超重、肥胖患者的临床疗效及优势。**方法** 通过检索中英文数据库间歇性禁食治疗超重、肥胖患者的随机对照试验, 进行网状荟萃分析。**结果** 本研究共纳入 18 篇文献, 网状荟萃分析结果显示: 通过 SUCRA 排序, 限时禁食 (TRF) 在改善体重指数、体重、腰围、脂肪重量以及脱落率指标上成为最佳干预措施的可能性最大, 次之为隔日禁食 (ADF); 对于总胆固醇、空腹血糖、胰岛素抵抗控制, ADF 表现更佳, 次之为 TRF; 结合可信区间及两两对比分析, TRF 在不同指标上并不劣于 ADF, 且在脱落率上优于 ADF; 本研究结果无明显不一致性, 但存在一定的小样本效应或发表偏倚。**结论** 相对于持续性能量限制饮食, TRF 及 ADF 改善超重肥胖患者脱落率、肥胖及代谢指标效果更佳; 体重指数及脱落率指标上, TRF 具有优于 ADF 的可能性, 而对于腰围、体重、脂肪重量、空腹血糖、总胆固醇、胰岛素抵抗指标, TRF 并不劣于 ADF, 因此, TRF 更适合依从性较差的超重、肥胖人群, 但仍需临床试验进一步证实。

【关键词】 间歇性禁食; 代谢指标; 肥胖; 网状荟萃分析

DOI: 10.3760/cma.j.cn121383-20220111-01019

Net meta-analysis of intermittent fasting in improving body weight and metabolic parameters in overweight and obese patients Luo Dongqiang^{1,2}, Shao Ying³, Pan Kaiyao^{1,2}, Huang Meiting^{1,2}, Liu Feng⁴. ¹Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510080, China; ²Guangdong Clifford Hospital, Guangzhou 511400, China; ³Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430000, China; ⁴The Third Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510000

Corresponding author: Liu Feng, Email: lftcm@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the clinical efficacy and advantages of different intermittent fasts in overweight or obese patients. **Methods** A net meta-analysis was performed by searching English and Chinese databases of randomized controlled trials of intermittent fasting for the treatment of overweight and obese patients. **Results** A total of 18 papers were included in this study, and the results of the reticulated Meta-analysis: by SUCRA ranking, time-restricted fasting (TRF) was the most likely to be the best intervention in terms of improving BMI, weight, waist circumference, fat weight, and shedding rate indicators, followed by alternate-day fasting (ADF); for total cholesterol, fasting glucose, and insulin resistance control, ADF performed better, followed by TRF. Combined with the confidence interval and two-comparison analysis, TRF was not inferior to ADF in different indicators and was better than ADF in shedding rate; the results of this study were not significantly inconsistent but there was some small sample effect or publication bias. **Conclusion** Compared with continuous energy-restricted diet, time-restricted fasting and alternate-day fasting are more effective in improving shedding rate, obesity and metabolic indexes in overweight and obese patients; for BMI and shedding rate indexes, time-restricted fasting is more likely than alternate-day fasting, while for waist circumference, body weight, fat weight, fasting glucose, total cholesterol and insulin resistance indexes, time-restricted fasting is not inferior to alternate-day fasting, therefore, time-restricted fasting is more suitable for overweight obese patients with poor compliance, but further confirmation in clinical trials is needed.

【Keywords】 Intermittent fasting; Metabolic indicators; Obesity; Net meta-analysis

DOI: 10. 3760/cma. j. cn121383-20220111-01019

饮食干预作为肥胖管理的首要措施之一,目前以持续能量限制(CER)为主要内容,然而,一项随访2年的研究发现,受试者对CER的依从性通常在第1~4个月下降,并在1年内体重出现明显反弹^[1],且因能量摄入不足容易出现营养不良、低血糖等负面影响。间歇性禁食(IF)作为一种改进的饮食方式被应用于临床,并受到指南推荐。目前IF禁忌证主要包括:(1)12岁以下的儿童、妊娠期/哺乳期女性。(2)有进食障碍病史或体重指数(BMI)低于18.5 kg/m²的人群。(3)70岁以上的老年人。而对于没有患1型糖尿病、2型糖尿病或其他合并症的肥胖患者或者超重的健康成年人均建议在医务工作者的监督下进行IF^[2]。IF主要包括限时禁食(TRF, 24 h内禁食3~12 h)、隔日禁食(ADF, 每24 h轮流禁食)、5:2禁食(在每周连续/非连续日禁食2 d)等,目前缺乏不同IF之间疗效及依从性的综合比较。与CER相比,不同IF是否表现更佳仍缺乏定论。因此,本研究旨在通过网状荟萃分析方法对IF进行综合对比,为IF治疗超重、肥胖患者提供高级别的循证医学证据。

1 资料和方法

1.1 纳排标准 纳入标准:(1)研究类型为随机对照试验,语言限中英文。(2)研究对象为诊断超重或肥胖的患者,或根据WHO的超重诊断标准^[3]:当研究对象BMI ≥ 25 kg/m²时,可作为超重患者纳入。(3)观察组干预措施涉及IF,包括ADF、5:2禁食、TRF;对照组干预措施涉及上述IF,或CER,或不予干预、患者按自身饮食习惯进食,后者则定义为Control组。(4)结局指标至少包括其中1项:①主要结局指标:BMI和脱落率(失访和退出);②次要结局指标:体重、脂肪重量、腰围、空腹血糖、胰岛素抵抗、总胆固醇。排除标准:(1)重复报道文献。(2)缺乏上述结局指标者。(3)关键数据缺失,无法获取原文。

1.2 检索策略 计算机检索中国知网、万方数据库、维普网、PubMed、Embase及Cochrane Library,检索时间为建库至2021年12月,检索式见表1。

1.3 偏倚风险评价 参照Cochrane手册推荐的偏倚风险工具,由2名研究者进行质量评价。

1.4 分析方法 使用R 4.1.0软件绘制网状证据图,并进行直接比较和网状荟萃分析,使用贝叶斯方

法通过每个干预措施的排序概率。当存在闭合环时,通过不一致性分析判断直接比较与间接比较的一致性,当 $P>0.05$ 时认为不存在明显不一致性;使用Stata 12.0漏斗图评估小样本效应,并使用Begg's检验和Egger's检验评估发表偏倚,敏感性分析验证结果的可靠性。

表1 中英文检索式

语种	检索式
中文	(“限制性禁食”或“隔日禁食”或“5:2禁食”或“限时禁食”或“间歇性禁食”)和(“超重”或“肥胖”)
英文	[Intermittent fasting) OR (IF) OR (alternate-day fasting) OR (ADF) OR (alternate-day modified fasting) OR (ADMF) OR (5 : 2 diet) OR (fasting-mimicking diet) OR (ramadan fasting) OR (Intermittent Fasting) OR (Fasting, Intermittent) OR (Intermittent Fastings) OR (Hunger Strike) OR (Hunger Strikes) OR (Strike, Hunger) OR (Strikes, Hunger) OR (Time Restricted Feeding) OR (Feeding, Time Restricted) OR (Time Restricted Feedings)] AND [(Obese) OR (Overweight)]

2 结果

2.1 文献检索结果 共检索到文献4 388篇,经筛选后最终纳入18篇文献,合计928例患者,筛选流程见图1。其中双臂研究16篇^[1,4-18],三臂研究2篇^[18-19],结果见表2。

2.2 质量评价 18篇文献均提及随机,3篇^[14,18,20]采用随机数字法,3篇^[12-13,19]采用分层随机法,均为低风险;余未具体阐述,评为不确定;分配隐藏:2篇^[5,7]采用信封法分配隐藏,评为低风险;余为不确定;盲法:2篇^[8,16]采用单盲,评为低风险,余为不确定。

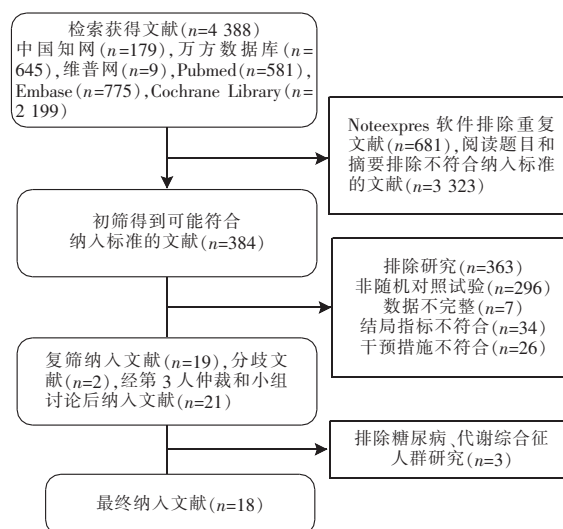


图1 文献筛选流程

表 2 文献检索结果

作者年份	人群特征	干预措施	干预时长	男/女			年龄			体重	
				男/女 ^α	男/女 ^β	男/女 ^γ	年龄 ^α	年龄 ^β	年龄 ^γ	体重 ^α	体重 ^β
Schroder 等 ^[1] 2021	成人超重 肥胖女性	TRF-Control	3 月	0/20	0/12		36.6±1.6	42.3±3.5		83.6±4.0	87.1±3.3
Catenacci 等 ^[4] 2016	成人肥胖	ADF-CER	8 周	3/10	3/9		39.6±9.5	42.7±7.9		94.7±10.6	114.0±20.0
Bhutani 等 ^[5] 2013	成人肥胖	ADF-Control	12 周	1/24	1/15		42.0±2.0	49.0±2.0		94.0±3.0	93.0±5.0
Zouhal 等 ^[6] 2020	成人肥胖 男性	TRF-Control	8 周	15/0	15/0		24.5±3.8	23.8±3.7		97.8±4.5	101.4±6.7
Peeke 等 ^[7] 2021	成人 BMI ≥30 kg/m ²	TRF-Control	8 周	/	/		44.0±11.0			124.4±20.5	121.3±19.1
Zouhal 等 ^[8] 2020	成人肥胖男性	TRF-Control	8 周	14/0	14/0		24.0±3.4	23.8±3.8		97.5±4.4	100.6±4.6
Conley 等 ^[9] 2017	成人男性 BMI ≥30 kg/m ²	ADF-CER	6 月	11/0	12/0		68.0±2.7	67.1±3.9		99.1±7.9	107.3±17.1
Gray 等 ^[10] 2021	既往妊娠 糖尿病的 成人超重妇女	ADF-CER	12 月	0/29	0/30		38.3±7.7			90.3(26.7)	87.6(21.9)
Kotarsky 等 ^[11] 2021	成人超重 肥胖	TRF-Control	8 周		2/19		45.0±3.0	44.0±2.0		82.0±3.0	83.0±3.0
Isenmann 等 ^[12] 2021	成人超重 肥胖	TRF-Control	14 周	8/10	6/11		27.9±5.3	27.4±5.8		80.0±17.1	74.9±12.0
Chow 等 ^[13] 2020	成人超重 肥胖	TRF-Control	12 周	2/9	1/8		46.5±12.4	44.2±12.3		95.2±22.6	100.9±28.1
Headland 等 ^[14] 2019	成人超重 肥胖	5:2 禁食-CER	12 月	/	/		18.0~72.0			88.8±14.9	88.2±13.7
Harvie 等 ^[15] 2011	成人超重 肥胖女性	5:2 禁食-CER	6 月	0/53	0/54		40.1±4.1	40±3.9		81.5 (77.5,85.4)	84.4 (79.7,89.1)
Bowen 等 ^[16] 2018	成人超重 肥胖	ADF-CER	16 周	/	/		40.0±8.3	40.6±8.8		100.6±19.6	99.6±15.6
Zhao 等 ^[17] 2020	成人超重 肥胖	ADF-CER	8 周	0/20	0/17		35.0~70.0			88.7±3.0	84.4±3.2
Coutinho 等 ^[18] 2018	成人肥胖	ADF-CER	12 周	4/10	2/12		39.4±11.0	39.1±9.0		107.2±13.6	97.5±12.8
Schübel 等 ^[19] 2018	成人超重 肥胖	ADF-Control-CER	12 周	25/24	25/27	25/24	49.4±9.0	50.7±7.1	50.5±8.0	96.4±15.8	92.5±15.7
Cai 等 ^[20] 2019	成人超重 非酒精性 脂肪肝患者	TRF-Control-ADF	12 周	29/66	23/79	35/60	33.6±6.2	34.5±7.0	35.5±4.4	75.0±8.0	72.9±8.0

注:α;干预组 1,β;对照组,γ;干预组 2;CER;持续能量限制;ADF;隔日禁食;TRF;限时禁食;BMI;体重指数

定;选择性报告:18 篇文献的结局指标不止 1 个,均为低风险;数据完整性:15 篇^[4-5,7-16,18-20]进行随访,评为低风险,余为不确定,纳入文献总体质量良好。

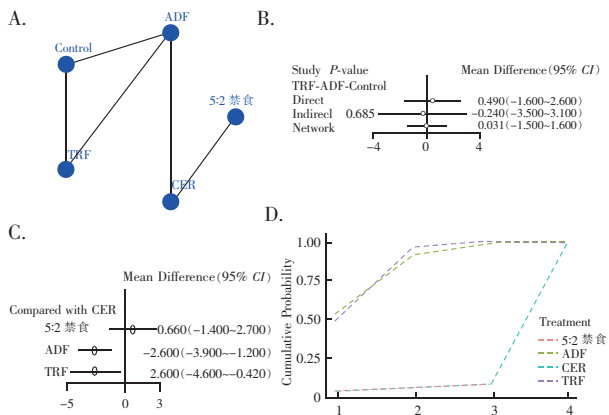
2.3 主要结局指标 12 篇文献报道 BMI 结局指标,本研究不存在明显不一致性(图 2B);通过直接对比,ADF、TRF 干预下 BMI 水平低于 CER,5:2 禁食与 CER 差异无统计学意义(图 2C);通过网状荟萃分析,ADF 与 TRF 降低 BMI 优于 CER(图 3);SUCRA 累计概率排序显示,降低 BMI 排序为 TRF>ADF>5:2 禁食>CER(图 2D)。

16 篇文献报道脱落率结局指标,本研究不存在明显不一致性(图 4B);通过直接对比,TRF 脱落率

低于 CER,而 ADF、5:2 禁食与 CER 在脱落率上差异无统计学意义(图 4C);通过网状荟萃分析,TRF 脱落率低于 CER(图 5);SUCRA 累计概率排序显示,脱落率排序为 TRF<ADF<CER<5:2 禁食(图 4D)。

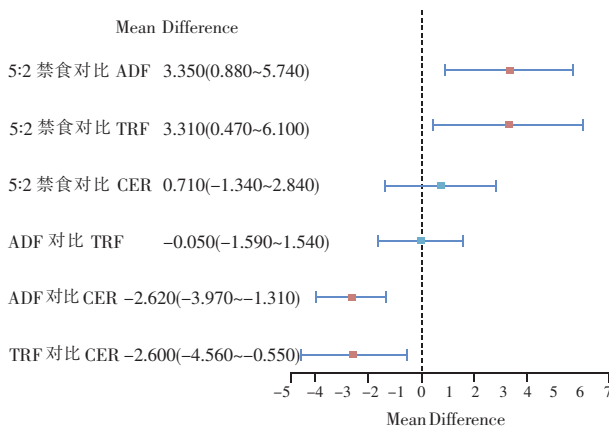
2.4 次要指标 15 篇文献报道体重结局指标,通过直接对比,ADF 体重水平低于 CER,TRF 与 ADF、5:2 禁食与 CER 体重水平差异无统计学意义;通过网状荟萃分析,ADF 与 TRF 体重水平低于 CER;SUCRA 排序为 TRF>ADF>5:2 禁食>CER。

10 篇文献报道脂肪重量结局指标,通过直接对比,ADF 与 CER、5:2 禁食与 CER、TRF 与 ADF 脂



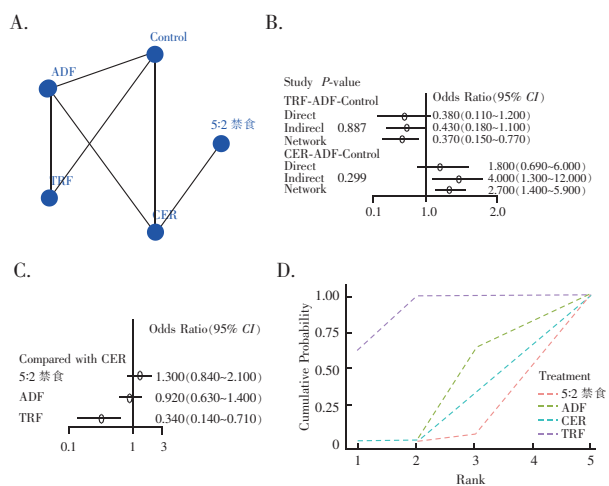
注:A:证据网络;B:不一致性检验;C:直接比较森林图;D: SUCRA 累计概率排序图;CER:持续能量限制;ADF:隔日禁食; TRF:限时禁食;BMI:体重指数

图2 BMI 网状荟萃分析结果



注:CER:持续能量限制;ADF:隔日禁食;TRF:限时禁食;BMI: 体重指数

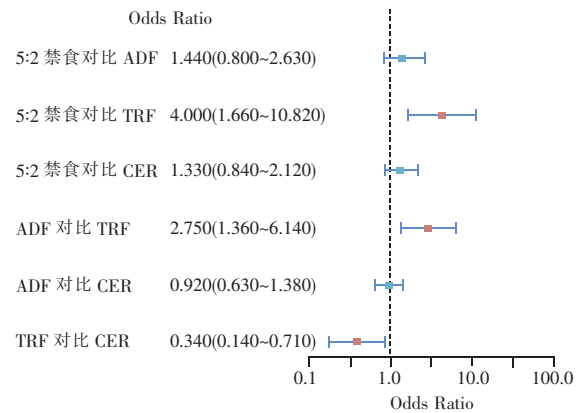
图3 BMI 两两比较结果[MD(95% CI)]



注:A:证据网络;图B:不一致性检验;C:直接比较森林图;D: SUCRA 累计概率排序图;CER:持续能量限制;ADF:隔日禁食;TRF: 限时禁食

图4 脱落率网状荟萃分析结果

肪重量水平差异无统计学意义;通过网状荟萃分析, ADF 与 TRF 降低脂肪重量优于 CER;SUCRA 累计



注:CER:持续能量限制;ADF:隔日禁食;TRF:限时禁食

图5 脱落率两两比较结果[OR(95% CI)]

概率排序为 TRF>ADF>CER>5:2 禁食。

6 篇文献报道腰围结局指标,通过直接对比, ADF 腰围水平比 CER 低;TRF 与 ADF 无统计学差异;通过网状荟萃分析,ADF 与 TRF 降低腰围优于 CER;SUCRA 累计概率排序为 TRF>ADF>5:2 禁食>CER。

6 篇文献报道总胆固醇结局指标,通过直接对比,ADF 总胆固醇水平比 CER 低;TRF 与 ADF 无统计学差异;通过网状荟萃分析,ADF 降低胆固醇优于 CER,TRF 干预与 CER 无统计学差异;SUCRA 累计概率排序为 ADF>TRF>5:2 禁食>CER。

15 篇文献报道空腹血糖结局指标,8 篇文献报道胰岛素抵抗指标,通过直接对比,ADF 与 CER、TRF 与 ADF 空腹血糖、胰岛素抵抗水平无统计学差异;通过网状荟萃分析,各干预措施间差异无统计学意义;SUCRA 累计概率排序为 ADF>TRF>CER>5:2 禁食。

2.5 小样本效应评估和发表偏倚 BMI 和脱落率指标图形左右大致对称,回归线近乎水平,而其他指标图形左右不对称,提示本研究可能存在小样本效应或发表偏倚(图6)。通过 Begg's 检验和 Egger's 检验发现存在发表偏倚(Begg's 检验: $P=0.016$; Egger's 检验: $P=0.004$)。

2.6 敏感性分析 对 BMI 与脱落率进行敏感性分析,考虑到干预时长可能对结果产生偏倚,因此剔除干预时长 ≥ 6 个月的4篇文献进行分析,降低 BMI 排序为:TRF>ADF>5:2 禁食>CER,脱落率排序为:TRF<ADF<CER,可见本研究结果较为稳定。

3 讨论

结果显示,在改善 BMI、体重、腰围、脂肪重量以

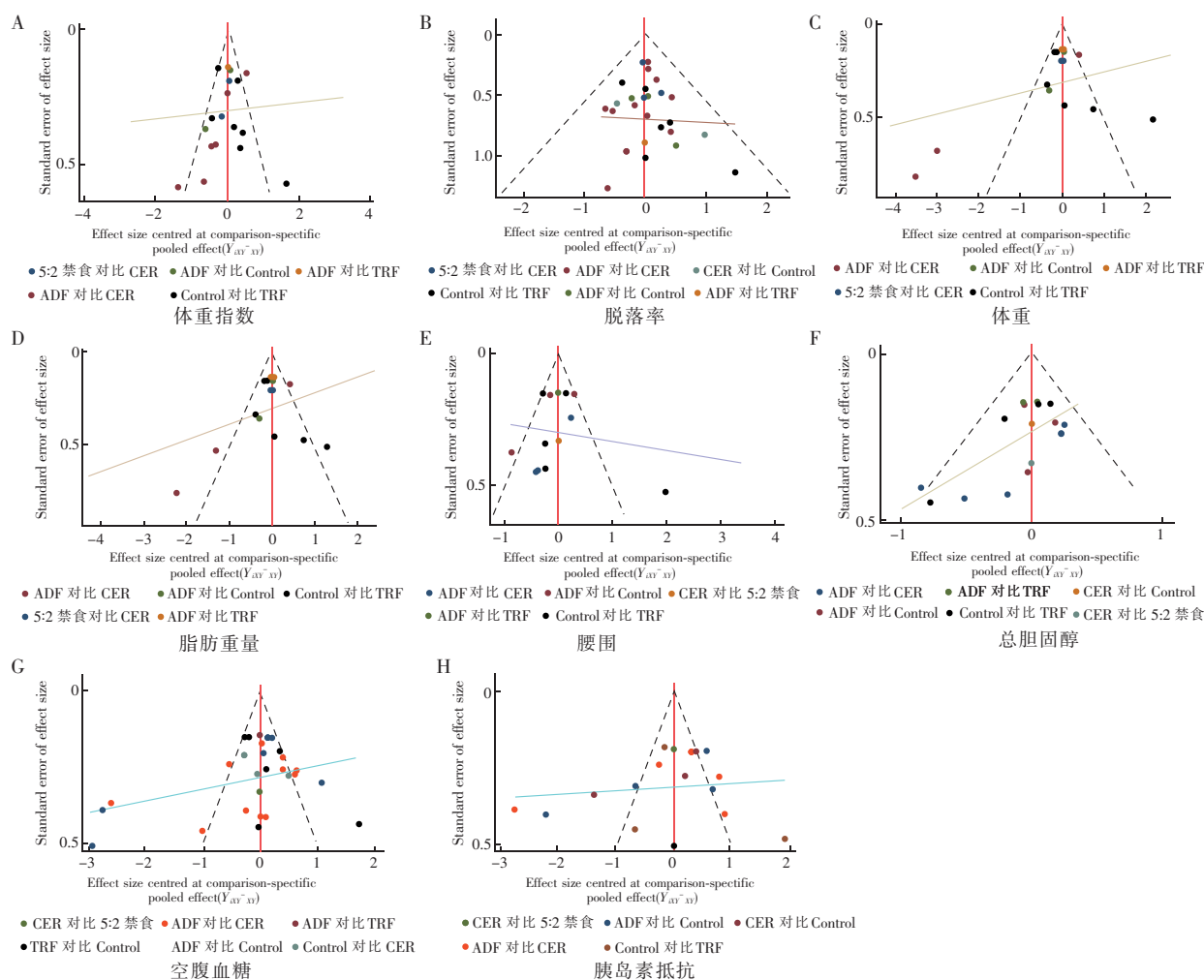


图 6 比较-校正漏斗图

及脱落率指标上, TRF 成为最佳干预措施的可能性最大, 次之为 ADF; 对于总胆固醇、空腹血糖、胰岛素抵抗控制, ADF 表现更佳, 次之为 TRF。TRF 对于体重相关指标控制更有优势, 而 ADF 改善代谢指标更佳。尽管降低体重有利于改善代谢指标, 但 Sutton 等^[21]研究发现受试者在体重无明显变化的情况下代谢指标可呈非同步变化。目前对于 TRF 与 ADF 的机制差异仍未明确, Trepanowski 等^[22]认为与 ADF 每隔 1 日产生 1 次强烈的热量限制, 刺激内脏脂肪细胞的脂肪分解反应相关。本研究 BMI 等指标的 SUCRA 累积排序图中, TRF 与 ADF 差距较小, 因此, 本研究同时结合两两比较进行综合评估, 除了脱落率 TRF 显著低于 ADF, 于其他指标上二者均无统计学差异。综上, TRF 与 ADF 均优于 CER, 且 TRF 不亚于 ADF, 在 BMI 及脱落率指标上, TRF 具有优于 ADF 的可能性, 提示 TRF 更适合肥胖、依从性一般的群体。

与 CER 不同, TRF 与 ADF 通过间歇性控制热量摄入, 促进代谢转换。机体存在“生物钟”机制, 对饮食、激素分泌等产生节律性影响, 频繁的热量摄入会抑制分子昼夜节律^[23]。而仅将热量摄入窗口限制在 8~12 h 可对体重、高胰岛素血症等具有改善作用。由于熬夜、压力等原因, 人们进食窗延长, 导致昼夜节律紊乱, 疾病风险增加。在不同 IF 中, 进食窗/禁食窗切换最为频繁的为 TRF (每日 1 次), 其次为 ADF (隔日 1 次), 通过本研究发现, 二者在不同指标上均不劣于 CER, 甚至在 BMI、脱落率等方面优于 CER。笔者认为, TRF 及 ADF 通过间歇性限制能量摄入, 调节“生物钟”, 调节代谢指标平衡。

本研究认为, TRF 与 ADF 在改善超重肥胖人群具有良好疗效, 且依从性更高, 有望代替 CER 成为主流饮食模式, 具有临床指导价值。然而, 本研究存在一定局限性: (1) 目前关于 IF 的随机对照试验较

少,本研究存在一定的发表偏倚和小样本效应。
(2)本研究未对不同饮食结构、进食窗/禁食窗间隔等因素进行亚组分析。因此,本研究结果仍需高质量、大样本的随机对照试验进一步证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Schroder JD, Falqueto H, Mânica A, et al. Effects of time-restricted feeding in weight loss, metabolic syndrome and cardiovascular risk in obese women[J]. J Transl Med, 2021, 19(1): 3. DOI: 10.1186/s12967-020-02687-0.
- [2] Varady KA, Cienfuegos S, Ezpeleta M, et al. Cardiometabolic benefits of intermittent fasting[J]. Annu Rev Nutr, 2021, 41: 333-361. DOI: 10.1146/annurev-nutr-052020-041327.
- [3] A healthy lifestyle-WHO recommendations [EB/OL]. 2010 [2022-05-05]. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>.
- [4] Catenacci VA, Pan Z, Ostendorf D, et al. A randomized pilot study comparing zero-calorie alternate-day fasting to daily caloric restriction in adults with obesity[J]. Obesity (Silver Spring), 2016, 24(9): 1874-1883. DOI: 10.1002/oby.21581.
- [5] Bhutani S, Klempel MC, Kroeger CM, et al. Alternate day fasting and endurance exercise combine to reduce body weight and favorably alter plasma lipids in obese humans[J]. Obesity (Silver Spring), 2013, 21(7): 1370-1379. DOI: 10.1002/oby.20353.
- [6] Zouhal H, Bagheri R, Triki R, et al. Effects of Ramadan intermittent fasting on gut hormones and body composition in males with obesity[J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(15): 5600. DOI: 10.3390/ijerph17155600.
- [7] Peeke PM, Greenway FL, Billes SK, et al. Effect of time restricted eating on body weight and fasting glucose in participants with obesity: results of a randomized, controlled, virtual clinical trial[J]. Nutr Diabetes, 2021, 11(1): 6. DOI: 10.1038/s41387-021-00149-0.
- [8] Zouhal H, Bagheri R, Ashtary-Larky D, et al. Effects of Ramadan intermittent fasting on inflammatory and biochemical biomarkers in males with obesity[J]. Physiol Behav, 2020, 225: 113090. DOI: 10.1016/j.physbeh.2020.113090.
- [9] Conley M, Le Fevre L, Haywood C, et al. Is two days of intermittent energy restriction per week a feasible weight loss approach in obese males? A randomised pilot study[J]. Nutr Diet, 2018, 75(1): 65-72. DOI: 10.1111/1747-0080.12372.
- [10] Gray KL, Clifton PM, Keogh JB. The effect of intermittent energy restriction on weight loss and diabetes risk markers in women with a history of gestational diabetes: a 12-month randomized control trial[J]. Am J Clin Nutr, 2021, 114(2): 794-803. DOI: 10.1093/ajcn/nqab058.
- [11] Kotarsky CJ, Johnson NR, Mahoney SJ, et al. Time-restricted eating and concurrent exercise training reduces fat mass and increases lean mass in overweight and obese adults[J]. Physiol Rep, 2021, 9(10): e14868. DOI: 10.14814/phy2.14868.
- [12] Isenmann E, Dissemond J, Geisler S. The effects of a macronutrient-based diet and time-restricted feeding (16:8) on body composition in physically active individuals-a 14-week randomised controlled trial[J]. Nutrients, 2021, 13(9): 3122. DOI: 10.3390/nu13093122.
- [13] Chow LS, Manoogian ENC, Alvear A, et al. Time-restricted eating effects on body composition and metabolic measures in humans who are overweight: a feasibility study[J]. Obesity (Silver Spring), 2020, 28(5): 860-869. DOI: 10.1002/oby.22756.
- [14] Headland ML, Clifton PM, Keogh JB. Effect of intermittent compared to continuous energy restriction on weight loss and weight maintenance after 12 months in healthy overweight or obese adults[J]. Int J Obes (Lond), 2019, 43(10): 2028-2036. DOI: 10.1038/s41366-018-0247-2.
- [15] Harvie MN, Pegington M, Mattson MP, et al. The effects of intermittent or continuous energy restriction on weight loss and metabolic disease risk markers: a randomized trial in young overweight women[J]. Int J Obes (Lond), 2011, 35(5): 714-727. DOI: 10.1038/ijo.2010.171.
- [16] Bowen J, Brindal E, James-Martin G, et al. Randomized trial of a high protein, partial meal replacement program with or without alternate day fasting: similar effects on weight loss, retention status, nutritional, metabolic, and behavioral outcomes[J]. Nutrients, 2018, 10(9): 1145. DOI: 10.3390/nu10091145.
- [17] Zhao L, Hutchison AT, Wittert GA, et al. Intermittent fasting does not uniformly impact genes involved in circadian regulation in women with obesity[J]. Obesity (Silver Spring), 2020, 28 Suppl 1: S63-S67. DOI: 10.1002/oby.22775.
- [18] Coutinho SR, Halset EH, Gåsbaek S, et al. Compensatory mechanisms activated with intermittent energy restriction: a randomized control trial[J]. Clin Nutr, 2018, 37(3): 815-823. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.04.002.
- [19] Schübel R, Nattenmüller J, Sookthai D, et al. Effects of intermittent and continuous calorie restriction on body weight and metabolism over 50 wk: a randomized controlled trial[J]. Am J Clin Nutr, 2018, 108(5): 933-945. DOI: 10.1093/ajcn/nqy196.
- [20] Cai H, Qin YL, Shi ZY, et al. Effects of alternate-day fasting on body weight and dyslipidaemia in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomised controlled trial[J]. BMC Gastroenterol, 2019, 19(1): 219. DOI: 10.1186/s12876-019-1132-8.
- [21] Trepanowski JF, Kroeger CM, Barnosky A, et al. Effects of alternate-day fasting or daily calorie restriction on body composition, fat distribution, and circulating adipokines: Secondary analysis of a randomized controlled trial[J]. Clin Nutr, 2018, 37(6 Pt A): 1871-1878. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.11.018.
- [22] Kohsaka A, Laposky AD, Ramsey KM, et al. High-fat diet disrupts behavioral and molecular circadian rhythms in mice[J]. Cell Metab, 2007, 6(5): 414-421. DOI: 10.1016/j.cmet.2007.09.006.
- [23] 何江华, 席蕊, 梁辰. 限时饮食对体重和代谢疾病风险因素影响的探讨[J]. 中华健康管理学杂志, 2021, 15(1): 74-78. DOI: 10.3760/cma.j.cn115624-20200615-00491.

(收稿日期: 2022-01-11)