



# 中国超重/肥胖医学营养治疗指南（2021）

中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会，中国营养学会临床营养分会，中华医学会糖尿病学分会，中华医学会肠外肠内营养学分会，中国医师协会营养医师专业委员会

近十几年来，全球超重/肥胖的患病率以惊人的速度增长，并呈现快速蔓延趋势。随着人们生活水平的提高和膳食结构的不断改变，超重/肥胖人口占比不断增加，并且逐渐向年轻化发展，现阶段超重/肥胖已成为严重影响国人身心健康的主要公共卫生问题。医学营养治疗是肥胖症治疗的基础，是在肥胖自然病程中任何阶段预防和控制必不可少的措施。2015年，中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识编写委员会参考世界卫生组织（World Health Organization, WHO）出版的《WHO指南编写手册》结合医学营养减重治疗实践，制定并发布了《中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识（2016年版）》（以下简称2016年版共识），受到内分泌、营养与代谢领域及相关专业领域人员的欢迎<sup>[1-3]</sup>。鉴于近5年医学减重领域发表了大量的临床证据，且循证指南/共识的方法学也有更新<sup>[4,5]</sup>，中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会、中国营养学会临床营养分会、中华医学会糖尿病学分会、中华医学会肠外肠内营养学分会、中国医师协会营养医师专业委员会组织循证医学、公共卫生、营养与代谢领域的多名学者以及涵盖外科、内分泌等多学科专家共同协作，对2016年版共识进行全面更新，形成《中国超重/肥胖医学营养治疗指南（2021）》（以下简称本指南）。

本指南在制定过程中，首先设立文献支持小组并确定检索近20年发表的文献，确定二级和一级数据库并以GRADE（Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation）协作网的指南分级标准进行分级推荐强度分类，具有较好的可操作性（表1、表2）。

表1 GRADE分级系统

证据强度分级	具体描述
高（A）	非常确信估计效应值接近真实效应值，进一步研究也不可能改变该估计效应值的可信度
中（B）	对估计效应值确信程度中等，估计效应值可能接近真实效应值，但仍存在二者不相同的可能性，进一步研究有可能改变该估计效应值的可信度
低（C）	对估计效应值确信程度有限，估计效应值与真实效应值可能大不相同，进一步研究极有可能改变该估计效应值的可信度
极低（D）	对估计效应值几乎没有信心：估计效应值与真实效应值很可能完全不同。对效应值的任何估计都很不确定

表2 GRADE推荐强度分级

推荐强度分级	具体描述
强推荐	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱推荐	利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当

除方法学和“1 肥胖的流行与危害”外，本指南各章节均按照“背景-推荐意见（证据等级，推荐级别；同意比例）-证据简述”的基本框架分别阐述。关键性临床问题按照PICO格式，即患者类型（patient）、干预措施或诊断试验（intervention）、对照/替代措施（comparison）、结局（outcome）进行描述和评价。根据临床问题检索、汇总并分析证据，形成推荐意见。再总结关键性临床问题的证据，充分考虑卫生经济学效应后作出结论。对于有分歧的推荐意见，采用“德尔斐法则”，通过编写支持小组与各专业领域的专家讨论，达成“循证共识”并以同意比例描述共识的程度。

## 1 肥胖的流行与危害

肥胖是指机体总脂肪含量过多和/或局部脂肪含量增多及分布异常，是由遗传和环境等因素共同作用而导致的慢性代谢性疾病。肥胖已成为一种全

球性“流行病”，全球人口的平均体质量指数(body mass index, BMI)正逐渐增加。2016年，全球超过19亿18岁以上的成人超重，其中超过6.5亿人肥胖，18岁及以上的成人中有39%超重、13%肥胖<sup>[6]</sup>。《中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)》显示，我国超过一半成人超重/肥胖，6~17岁、6岁以下儿童和青少年超重/肥胖率分别达到19.0%和10.4%<sup>[7]</sup>。超重/肥胖造成的并发症与死亡风险密切相关，成为可预防疾病及失能的首要原因。

肥胖可导致较高的早期死亡风险，并增加总体死亡率。由于过多脂肪组织的质量效应或其直接的代谢效应，还与各种慢性病发生相关，包括糖尿病、脑卒中、冠状动脉疾病、高血压、呼吸系统疾病、阻塞性睡眠呼吸暂停、骨关节炎和胆结石等。肥胖甚至还与多种肿瘤的发生相关。此外，已知肥胖对个体可能产生不良心理和社会后果。多项调查研究显示有超过200种与肥胖相关的共存疾病，同时，即使小幅度减重也能改善这些共存疾病。《中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)》显示，我国慢性病人群仍将不断扩大，因慢性病死亡的比例也会持续增加<sup>[7]</sup>。2019年我国因慢性病导致的死亡人数占总死亡人数的88.5%，其中心脑血管疾病、肿瘤、慢性呼吸系统疾病死亡比例为80.7%。肥胖与新型冠状病毒肺炎的不良结局(包括死亡)密切相关且是其独立危险因素，较高的BMI与新型冠状病毒肺炎较差的结局成正比<sup>[8]</sup>。

肥胖的流行以其高昂的医疗费用为国民经济带来了沉重的负担。临床数据表明肥胖与个人年医疗支出呈显著正相关，除增加31.8%的直接医疗成本外，还增加61.8%的间接负担，特指因肥胖引起的机会成本损失，包括日常活动能力下降、工作生产力丧失、劳动时间减少和家庭收入降低<sup>[9]</sup>。

全生活方式管理是指对超重/肥胖者同时实施多种生活方式干预策略，主要包含饮食管理、体育锻炼和行为干预3个要素。超重/肥胖者可采用自身能坚持的饮食方式配合体力活动，每周进行不少于150 min的运动，并通过适当的行为干预，如自我检测、目标设定等方式，以个人或小组面对面对谈的形式开展干预，是减重综合管理的有效方式。保持6个月内不少于14次随诊并持续1年，可使超重/

肥胖者平均减重8 kg<sup>[4]</sup>。全生活方式管理优于单纯的饮食干预或运动干预，发挥良好的减重作用。一项为期8年的大型随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)招募了5145例患有糖尿病的超重/肥胖者，随机进行长期常规管理(对照组)或强化生活方式干预(干预组)，结果显示干预组中有4.6%的患者达到>5%的减重目标，而对照组中这一比例仅为2.1%<sup>[10]</sup>。糖尿病预防计划(Diabetes Prevention Program, DPP)研究也得出这一结论<sup>[11]</sup>。除减重作用外，全生活方式管理还能为超重/肥胖者带来多重健康效应<sup>[12]</sup>。

## 2 医学减重干预方法

2.1 限能量膳食 限能量膳食(calorie restrict diet, CRD)是指在目标能量摄入基础上每日减少能量摄入500~1000 kcal(男性为1200~1400 kcal/d, 女性为1000~1200 kcal/d)，或较推荐摄入量减少1/3总能量，其中碳水化合物占每日总能量的55%~60%，脂肪占每日总能量的25%~30%<sup>[13,14]</sup>。越来越多的研究表明，CRD是有效的体重管理方法，能够减轻肥胖者体重、减少体脂含量，进而减轻机体炎症反应、降低代谢综合征组分、减少心血管疾病危险因素<sup>[15-19]</sup>，改善睡眠质量<sup>[20]</sup>并缓解焦虑症状<sup>[21]</sup>。

问题1：蛋白质来源对CRD干预的作用有何影响？

提高大豆蛋白摄入比例的CRD可降低体脂率、血清总胆固醇(total cholesterol, TC)和低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)水平。(证据等级C，弱推荐；同意比例94.9%)

Lopez-Legarrea等<sup>[22]</sup>研究蛋白质类型与肥胖相关炎症的关系，线性回归分析结果显示，总蛋白质摄入量( $P=0.007$ )、动物蛋白( $P=0.025$ )和肉类蛋白( $P=0.015$ )均与炎症呈正相关，但未发现植物或鱼类来源的蛋白质影响炎症状态。Liao等<sup>[23]</sup>在30例小样本研究中证实，与传统CRD相比，以大豆蛋白为基础的CRD能显著降低超重成人血清TC、LDL-C水平和体脂含量。

问题2：增加乳制品摄入量对CRD的减重干预有何影响？

增加乳制品摄入量可降低超重/肥胖者的体重

和体脂含量,而单纯增加钙补充剂并不能增强减重效果。(证据等级B,弱推荐;同意比例92.4%)

Jones等<sup>[24]</sup>研究补充乳制品和高钙饮食模式能否在超重/肥胖成人CRD干预期间增强减重效果和改善食欲调节,结果显示CRD干预期间增加钙摄入量并不能进一步增强减重效果。随着乳制品/钙摄入量的增加,血浆酪酪肽(peptide YY, PYY)浓度增加可能有助于增强饱腹感,并减少CRD干预期间脂肪摄入量。其他乳制品的研究也显示,CRD干预的同时增加乳制品摄入量能够减少更多的体重和体脂含量<sup>[25]</sup>,尤其增加低脂奶摄入可显著减少向心性肥胖<sup>[26]</sup>。

**2.2 高蛋白膳食** 高蛋白膳食(high protein diet, HPD)包括相对数量(蛋白质供能比)和绝对数量(蛋白质摄入量)的界定,多数HPD指每日蛋白质摄入量超过每日总能量的20%或1.5 g/(kg·d),但一般不超过每日总能量的30%或> 2.0 g/(kg·d)的膳食模式。多项研究证实,HPD能减轻饥饿感,增加饱腹感和静息能量消耗。由于摄入的蛋白质不能被人体储存而需立即进行代谢和利用(包括肽合成、新蛋白质合成、尿素生成和糖异生),代谢过程需要消耗大量三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP)。多项研究显示,HPD能减轻体重,改善一系列心血管疾病的危险因素,包括葡萄糖稳态和血脂改善等。Santesso等<sup>[27]</sup>报道基于74项RCT的系统评价,与常规蛋白质膳食相比,HPD更能显著减轻体重、缩小腰围。

**问题3: HPD能否改善超重/肥胖2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)患者的体重和血糖?**

HPD有助于超重/肥胖T2DM患者减轻体重,并有利于血糖控制。长期应用时应加强包括肾功能在内的临床监测与营养咨询。(证据等级B,弱推荐;同意比例91.6%)

Larsen等<sup>[28]</sup>针对超重/肥胖T2DM患者进行12个月的RCT干预研究,结果显示与常规蛋白质膳食相比,HPD(30%供能比)能更显著地减轻体重,降低血甘油三酯(triacylglycerol, TG)和TC水平,两组患者糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin A<sub>1c</sub>, HbA<sub>1c</sub>)水平随时间推移均呈下降趋势,组间比较差异尚无统计学意义。一项开放、群体随机的

DiRECT研究证实,超重/肥胖T2DM患者采取限能量HPD并停用所有抗糖尿病和抗高血压药物3~5个月,再恢复CRD(15%蛋白质供能比),随访12个月,干预组24%的患者体重下降15 kg以上;对照组患者平均体重下降1 kg,两组比较差异有统计学意义;干预组46%的随访者糖尿病缓解,且体重降幅越大,糖尿病缓解率越高<sup>[29]</sup>。

迄今为止,HPD减重研究尚未发现对正常肾功能的不良影响。一项纳入44例接受胰岛素治疗的T2DM患者进行为期12周的RCT研究发现,HPD组受试者干预12周后估算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)和尿微量白蛋白排泄量与均衡饮食组比较差异均无统计学意义<sup>[30]</sup>。另一项针对115例T2DM患者为期52周的RCT研究,结果显示,HPD与传统的高碳水化合物饮食干预在血肌酐、eGFR和蛋白尿指标方面比较差异均无统计学意义<sup>[31]</sup>。一项纳入419例T2DM患者的多中心平行、盲法、RCT研究分别实施HPD和高碳水化合物低脂饮食干预,随访2年,两组患者体重均有所减轻,腰围均显著缩小<sup>[32]</sup>。表明T2DM伴超重/肥胖患者可接受HPD减重干预,但应加强包括肾功能在内的临床监测与营养咨询。

**问题4: HPD对减重依从性和维持减重效果的影响?**

HPD可增加饱腹感、减轻饥饿感,有助于增强重度肥胖者的减重依从性并维持减重效果。(证据等级C,弱推荐;同意比例93.3%)

Johnston等<sup>[33]</sup>的Meta分析比较多种膳食模式对超重/肥胖成人的减重作用,发现不同膳食模式减重效果差异很小,而HPD的饱腹感和依从性更好。研究发现HPD可促进多种胃肠道激素分泌,包括胰高血糖素样肽-1(glucagon-like peptide-1, GLP-1)、胆囊收缩素和PYY等,并将神经刺激传递至中枢神经系统形成“饱腹感”信号,同时对饥饿有显著和持久的抑制作用<sup>[34,35]</sup>。

**问题5: HPD减重会引起骨质丢失吗?**

HPD保持以乳制品为主的优质蛋白来源更有助于维持骨量。(证据等级B,弱推荐;同意比例92.0%)

既往发表的系统评价支持蛋白质摄入量与体重



稳定的成人骨骼健康呈正相关<sup>[36]</sup>。一篇系统评价纳入16项RCT和20项前瞻性队列研究,结果表明增加蛋白质摄入量对骨骼并无不良作用<sup>[37]</sup>。一项为期1年的RCT研究中绝经后肥胖女性采用HPD干预,其桡骨远端、腰椎、全髋关节和胫骨骨小梁骨密度和骨矿物含量损失更少<sup>[38]</sup>。Josse等<sup>[39]</sup>研究显示,增加以乳制品为主的高蛋白饮食组受试者骨钙素、I型前胶原氨基端原肽(procollagen 1 amino-terminal propeptide, P1NP)、P1NP/I型胶原C末端肽(C-terminal telopeptide of type I collagen, CTX)比值和骨保护素(osteoprotegerin, OPG)/核因子κB受体活化因子配体(receptor activator of nuclear factor-κB ligand, RANKL)比值均增加,而骨吸收标记保持不变。提示增加乳制品来源的蛋白质对维持骨量有一定的积极作用。

问题6:不同蛋白来源的HPD补充剂对减重的影响?

以酪蛋白水解物、乳清蛋白水解物或大豆蛋白为蛋白来源的HPD补充剂,均有助于减重。(证据等级B,弱推荐;同意比例95.4%)

相较于大豆蛋白和酪蛋白,服用乳清蛋白30 min后血中总必需氨基酸和亮氨酸的浓度达到峰值,达峰速度快且曲线下面积大<sup>[40,41]</sup>。Denysschen等<sup>[42]</sup>评估分别补充大豆蛋白和乳清蛋白并结合抗阻训练对超重合并高脂血症男性患者力量增加、身体成分和血脂变化的影响,结果显示,各组患者体脂含量、腰臀比和血清TC水平均显著降低,但组间比较差异均无统计学意义。Speaker等<sup>[43]</sup>研究显示,以大豆蛋白为基础的HPD接受程度更高,可改善减重效果、身体成分和心脏代谢健康指标。一项包含9项RCT的系统评价显示,补充乳清蛋白可改善超重/肥胖者体重、总脂肪含量和部分心血管疾病危险因素<sup>[44]</sup>。

2.3 低碳水化合物饮食 低碳水化合物饮食(low carbohydrate diets, LCDs)通常指膳食中碳水化合物供能比 $\leq 40\%$ ,脂肪供能比 $\geq 30\%$ ,蛋白质摄入量相对增加,限制或不限制总能量摄入的一类饮食<sup>[45,46]</sup>。极低碳水化合物饮食(very low carbohydrate diets, VLCDs)以膳食中碳水化合物供能比 $\leq 20\%$ 为目标。生酮饮食是VLCDs的极特殊类型。近年来,越来越多的RCT研究和Meta分析报道短期应用

LCDs的减重效果显著,却较少评估长期应用的不良后果是否会引起微量营养素缺乏。一项纳入10项RCT的系统评价结果显示,任何类型的LCDs,其维生素A、维生素E、维生素B<sub>1</sub>、叶酸、镁、钙、铁和碘的摄入量均减少,故应额外增加摄入<sup>[47]</sup>。

问题7:LCDs是否有益于减轻体重?

短期LCDs干预有益于控制体重、改善代谢。(证据等级A,强推荐;同意比例94.5%)

Sun等<sup>[48]</sup>研究将不限能量的LCDs结合运动对58名中国超重女性干预4周,发现受试者体重显著降低,腰围与臀围均显著缩小。Liu等<sup>[49]</sup>将50名超重/肥胖女性随机分为不限能量的LCDs组与能量限制组,12周后两组受试者体重减少量比较差异无统计学意义,LCDs组受试者TC/高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)比值和TG/HDL-C比值的降低幅度更大,且两种饮食在减轻体重和减少体脂含量方面同样有效。2016年一项基于78例超重/肥胖合并T2DM患者的研究显示,干预12个月后,限能量LCDs与正常碳水化合物饮食相比同样可以减轻体重,改善HbA<sub>1c</sub>水平,未对内皮功能产生不良影响<sup>[50]</sup>。Ebbeling等<sup>[51]</sup>纳入了164名成人进行3种不同含量碳水化合物(60%、40%、20%)饮食干预5个月,发现碳水化合物含量每降低10%,总能量消耗增加52 kcal/d,20%供能比组受试者生长激素释放肽和瘦素水平较60%供能比组均显著降低。

问题8:LCDs是否适合长期使用?

LCDs多用于短中期体重控制,其长期的安全性和有效性仍待进一步研究。(证据等级C,弱推荐;同意比例92.0%)

Gardner等<sup>[52]</sup>将609例肥胖受试者随机分为不限能量的LCDs组与低脂饮食组,12个月后两组受试者减重效果相当。一项为期2年的RCT研究比较不限能量的LCDs与健康对照饮食对绝经后肥胖女性的减重效果,结果显示LCDs组受试者体重和体脂含量减少更显著<sup>[53]</sup>。但其更长期的安全性和有效性有待进一步研究。

问题9:超重/肥胖的T2DM患者是否可以采用LCDs改善血糖控制?

超重/肥胖的T2DM患者在短中期采用LCDs有

利于改善血糖控制。(证据等级A, 强推荐; 同意比例93.7%)

Tay等<sup>[54]</sup>将115例超重/肥胖合并T2DM患者随机分为限能量LCDs组与正常碳水化合物组, 经52周干预发现两组患者体重、HbA<sub>1c</sub>和空腹血糖水平均有效降低, 限能量LCDs组患者在血糖稳定性和降糖药物使用需求方面改善更大。Saslow等<sup>[55]</sup>研究显示LCDs干预12个月, 合并T2DM的受试者平均体重减轻, LCDs组受试者上午HbA<sub>1c</sub>水平较限能量/适中碳水/低脂饮食组显著降低。2018年一项合并33项RCT和3项临床对照试验(controlled clinical trial, CCT)的Meta分析纳入2161例受试者, 发现相对于低脂饮食, 短期LCDs对T2DM患者HbA<sub>1c</sub>水平改善更佳<sup>[46]</sup>。

问题10: LCDs是否适用于儿童和青少年超重/肥胖者减重?

不推荐儿童和青少年以减重为目的执行长期LCDs。可在临床营养师严格指导下短期进行, 应定期检测血清微量营养素水平, 适当补充膳食纤维和微量营养素。(证据等级C, 弱推荐; 同意比例92.0%)

Ornstein等<sup>[56]</sup>使用不限能量LCDs对12~22岁青春期多囊卵巢综合征(polycystic ovary syndrome, PCOS)女性进行干预, 发现干预12周后受试者体重和BMI均显著降低, 腰围显著缩小。Goss等<sup>[57]</sup>对32例9~17岁患有肥胖症和非酒精性脂肪性肝病(non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD)的儿童和青少年进行为期8周的LCDs干预, 发现胰岛素抵抗指数、内脏脂肪含量、体脂含量较干预前均显著降低。仅有极少数研究关注儿童和青少年LCDs干预期间是否存在微量元素缺乏以及是否会影响生长发育<sup>[56,57]</sup>。由于LCDs对食物选择具有局限性, 水果和蔬菜的摄入量远低于肉类和脂肪的摄入量, 膳食纤维、钙、碘、镁、锌、铁的摄入量可能低于推荐摄入量<sup>[58]</sup>。允许适当增加膳食补充剂以满足需求, 尽可能避免微量营养素摄入不足<sup>[59]</sup>。

问题11: 生酮饮食是否可用于医学减重?

在充分考虑安全性的情况下, 尝试其他减重饮食模式干预无效后, 在临床营养师指导下可进行短期生酮饮食管理, 除监测血酮体外, 还应监测肝肾功能、体成分的变化, 并密切关注血脂水平。(证据等级B, 强推荐; 同意比例92.4%)

在与生活方式改变和心理咨询有关的多学科干预下, 可连续或间歇性地将短期生酮饮食应用于体重管理, 但是长期应用的安全性尚未得到证实<sup>[60]</sup>。一项开放、多中心、前瞻性研究纳入89例BMI为30~35 kg/m<sup>2</sup>肥胖合并T2DM患者, 分组接受生酮饮食和常规LCDs干预, 干预4个月显示生酮饮食干预组患者体重和HbA<sub>1c</sub>水平均显著降低, 腰围显著缩小<sup>[61]</sup>。一项纳入13项RCT的Meta分析, 比较干预12个月的生酮饮食和低脂饮食对体重的影响, 结果显示生酮饮食干预者的体重减轻更显著, 血压和TG水平均显著下降, 但LDL-C和HDL-C水平均显著升高<sup>[62]</sup>。Brinkworth等<sup>[63]</sup>开展一项RCT将68例腹型肥胖者随机分为限能量生酮LCDs组和正常碳水化合物组, 随访52周后, 两组受试者的体重减轻相似, 血肌酐水平、eGFR比较差异均无统计学意义, 限能量生酮LCDs未显示对肾功能产生不利影响。

2.4 间歇性能量限制 间歇性能量限制(intermittent energy restriction, IER)是按照一定规律在规定期限内禁食或给予有限能量摄入的饮食模式。多项研究发现IER不仅对于减重有效, 且对代谢性疾病也具有重要作用。目前常用的IER方式包括: 隔日禁食法(每24小时轮流禁食)、4:3或5:2 IER(在连续/非连续日每周禁食2~3 d)等。在IER的禁食期, 能量供给通常在正常需求的0~25%<sup>[64]</sup>。Yan等<sup>[65]</sup>在汇总25项RCT的Meta分析中发现, IER组受试者体重、BMI、瘦体重、体脂含量均显著降低, 腰围显著缩小。但Schwingshackl等<sup>[66]</sup>研究发现, 与持续能量限制(continuous energy restriction, CER)相比, IER的优势并不明显。而不同类型的IER模式的减重效果也并无显著差异。Davis等<sup>[67]</sup>的系统评价发现当IER与CER的总能量限制保持相似时, IER的减重效果与CER相当。

问题12: 超重/肥胖者采用IER干预对减重和脂代谢有何影响?

与常规饮食相比, IER干预可以减轻超重/肥胖者的体重, 改善脂代谢指标。(证据等级A, 强推荐; 同意比例96.6%)

Schwingshackl等<sup>[66]</sup>的系统评价与Meta分析纳入17项RCT共1328名参与者, 观察时长≥12周, 结果显示与常规饮食相比, IER组参与者体重、脂肪

组织含量、TG水平降低更显著,二者对LDL-C、TG水平的改善有相似影响。Meng等<sup>[68]</sup>的系统评价发现与非饮食控制组相比,IER显著降低TC、LDL-C和TG水平,对脂代谢产生有益影响;CER在降低TC、TG水平方面较IER更有效,两种饮食方式可降低LDL-C至相似范围;亚组分析结果显示,摄入能量>50%每日能量所需的参与者TC、LDL-C水平均显著降低,而更严格的能量限制(即≤摄入所需能量的50%)却并未进一步降低上述指标水平。一项研究纳入107例超重/肥胖绝经前女性进行为期6个月的IER和CER干预,两组受试者瘦素、TC、LDL-C和TG水平均相应降低,IER和CER均具有促进脂代谢的效果,两种饮食方式可相互替代<sup>[69]</sup>。Pinto等<sup>[70]</sup>通过比较4周IER和CER对肥胖者心脏代谢健康指标的影响,发现IER组受试者游离脂肪酸浓度低于CER组,但两组受试者脂肪因子/炎症标志物、动脉血压或心率变化比较差异均无统计学意义。Antoni等<sup>[71]</sup>的研究最终纳入23名肥胖者,IER和CER参与者分别需要59 d和73 d达到5%的减重目标,与CER相比,在IER组观察到全身脂肪氧化增加,餐后血脂水平下降更显著。

#### 问题13: IER对超重/肥胖者的糖代谢有何影响?

在非糖尿病的超重/肥胖者中,IER可改善其胰岛素抵抗水平,提高胰岛素敏感性,但对血糖的影响尚不确切。(证据等级B,强推荐;同意比例97.5%)

Cho等<sup>[72]</sup>的一项评估IER在非糖尿病人群中降低BMI和影响糖代谢的系统性综述显示,IER组受试者空腹血糖和胰岛素抵抗水平较基础值均有所改善。Yan等<sup>[65]</sup>的一项评估IER对超重/肥胖者的人体测量和代谢参数调节作用的Meta分析显示,IER组受试者空腹血糖和胰岛素均无显著改善。Barnosky等<sup>[73]</sup>比较间歇性禁食(intermittent fasting, IF)与CER对超重/肥胖成人影响的系统评价显示,IF组受试者空腹胰岛素和胰岛素抵抗水平均下降,但与CER组相当,对于血糖的影响尚无统一结果。

Carter等<sup>[74]</sup>的一项比较IER与CER对T2DM患者血糖控制的RCT研究显示,干预12周两组患者HbA<sub>1c</sub>水平均显著降低,但组间比较差异无统计学意义。该团队另一项研究显示,干预12个月,两组患者HbA<sub>1c</sub>水平较基线均下降,但降低幅度比较差异无

统计学意义<sup>[75]</sup>。Welton等<sup>[64]</sup>的系统评价显示,在5项T2DM患者执行IER的研究中,有4项研究显示HbA<sub>1c</sub>水平改善,1项研究显示胰岛素水平下降。但Overland等<sup>[76]</sup>对1型糖尿病伴超重/肥胖者IER干预减重的安全性和有效性研究显示,两组患者HbA<sub>1c</sub>水平与基线相比均无变化。张明国等<sup>[77]</sup>观察IER治疗糖耐量异常者的临床效果,结果显示接受IER+药物治疗后,糖耐量异常者的空腹血糖和餐后2 h血糖水平较治疗前均显著降低。

#### 问题14: 如何评价IER的安全性与依从性?

与常规饮食相比,IER对健康人群减重是安全的。与CER相比,IER对糖尿病患者也是相对安全的,但需关注降糖药物的调整(证据等级C,弱推荐;同意比例93.7%)。应加强对应用IER干预人群的管理以提高依从性。(证据等级C,强推荐;同意比例95.4%)

Kessler等<sup>[78]</sup>评估IF对健康志愿者的研究显示,与健康饮食相比,IF组志愿者未发现严重不良事件,76%的不良事件与空腹有关或可能有关,包括头痛、恶心、烦躁、循环系统紊乱、无力、疲倦、胃痛、胃灼热。Gabel等<sup>[79]</sup>的一项前瞻性队列研究结果显示,自我报告的不良事件(胃肠道或神经系统)未随时间变化,认知抑制、不受控制的饮食和情绪化进食也未随时间而改变。关于老年人群的研究显示,IF不良事件发生率很低,大多数老年人均可耐受<sup>[80,81]</sup>。Jebeile等<sup>[82]</sup>的一项关于肥胖青少年(12~17岁)IER干预26周的研究显示,与基线数据相比,干预后TG水平和脂肪组织含量均明显下降,颈动脉内膜中层厚度和血管扩张也较基线改善,说明IER在青少年中是可行且有效的干预措施。但关于IER在儿童中的有效性尚缺乏证据等级较高的RCT研究。

Rajpal等<sup>[83]</sup>的系统综述研究了IF方案对代谢综合征、糖尿病前期和T2DM患者的有效性和安全性,结果显示,IF总体上是有效且相对安全的,但增加了低血糖发生风险,特别是使用胰岛素或磺脲类药物治疗的T2DM患者,与使用这些药物相关的不良反应可能会限制这些方案在此类患者中的效用。Corley等<sup>[84]</sup>的研究比较IER对糖尿病患者低血糖的发生风险,结果显示,12周内平均低血糖发生率为1.4次事件,尽管断食日会增加低血糖发生风险,



但总体发生率仍较低，并会随着药物调整而改善。

Jospe等<sup>[85]</sup>开展了一项关于饮食选择、依从性及减重效果的观察性研究，共纳入250名受试者，54.4%的受试者选择IF，27.2%的受试者选择地中海饮食，18.4%的受试者选择旧石器时代饮食，在12个月时仅有54%（IF）、57%（地中海饮食）、35%（旧石器时代饮食）的受试者仍在遵循选择的饮食。Roman等<sup>[86]</sup>的一项针对多发性硬化患者不同饮食模式的安全性和可行性的研究发现，此类患者对CRD的依从性较差。

**2.5 低血糖指数饮食** 低血糖指数（glycemic index, GI）食物具有低能量、高膳食纤维的特性，可使胃肠道容受性舒张，增加饱腹感，有利于降低总能量摄入。低GI饮食可降低餐后血糖峰值，减少血糖波动、胰岛素分泌的速度和数量，从而降低餐后血糖和胰岛素应答，促进脂肪酸合成和储存，阻止脂肪动员和分解，降低游离脂肪酸水平和拮抗激素的反应，增加胰岛素敏感性。一项纳入6项RCT的系统评价显示，与高GI或低脂饮食相比，接受低GI饮食者的体重、BMI、总脂肪含量下降更显著<sup>[87]</sup>。另一项纳入101项研究共8527名参与者的系统评价显示，低GI饮食对减重有良好效果<sup>[88]</sup>。一项纳入14项RCT的系统评价也证实低GI饮食可改善胰岛素抵抗<sup>[89]</sup>。研究显示，高GI饮食可能触发成瘾症状的神经化学和行为反应，引起血糖和胰岛素水平快速变化，类似于成瘾物质的药代动力学<sup>[90]</sup>。葡萄糖和胰岛素会向中脑边缘系统发送信号，改变多巴胺浓度，可能是肥胖的病因之一。肥胖者的脂肪组织增大可伴随炎症反应，如吞噬细胞和其他免疫细胞浸润，脂肪因子分泌增多，出现胰岛素抵抗和系统炎症反应<sup>[91]</sup>。一项针对青少年超重/肥胖的研究显示，低GI饮食者的高敏C反应蛋白、白介素-6（interleukin-6, IL-6）水平均显著降低<sup>[92]</sup>。

**问题15：低GI饮食是否有助于减重？**

限制总能量的低GI饮食可减轻肥胖者体重，且短期应用的减重效果优于高GI饮食。（证据等级B，弱推荐；同意比例96.6%）

一项包括6项RCT的系统评价，持续干预5周至6个月，并进行6个月随访，结果显示与高GI或低脂饮食相比，接受低GI饮食的参与者体重、总脂

肪含量和BMI均显著降低<sup>[87]</sup>。超重/肥胖者采用低GI饮食较接受其他干预可减轻更多的体重，且在脂质方面改善更多。另一项系统评价发现，在为期1~6个月的研究中，低GI饮食优于其他控制能量饮食，应至少需要4周时间来获得饮食干预对体重的影响<sup>[88]</sup>。Abete等<sup>[94]</sup>研究两种不同食物分配和GI值的能量限制饮食对减重和能量代谢的影响，两组试验饮食的三大产能营养素占总能量比例相同，但低GI组提供的膳食纤维含量更高，干预8周发现，低GI组受试者体重减轻明显多于高GI组，但两组受试者腰围、脂肪含量、瘦体重和静息能量消耗等相似。

**问题16：低GI饮食是否有助于增加饱腹感，改善胰岛素抵抗？**

短期应用低GI饮食可增加饱腹感，改善胰岛素抵抗。（证据等级C，弱推荐；同意比例95.8%）

一项纳入32项RCT的系统评价发现，短期研究中，低GI饮食较高GI饮食具有更强的饱腹效果，其机制可能是因为血糖水平对饱腹感产生的特定影响（血糖抑制）和其他参与控制食欲的因素<sup>[93]</sup>。Pittas等<sup>[91]</sup>比较不同血糖负荷（glycemic load, GL）的两种CRD对健康超重成人葡萄糖耐量和炎症的影响，两组的能量密度和膳食纤维相同，但三大产能营养素比例不同，最终两组间体重减轻的效果相当，胰岛素或稳态模型评估的胰岛素抵抗（homeostasis model assessment of insulin resistance, HOMA-IR）指数比较差异均无统计学意义。

## 2.6 多种饮食模式

**2.6.1 终止高血压饮食** 终止高血压饮食（dietary approaches to stop hypertension, DASH）（即DASH饮食）是从美国大型高血压防治计划发展而来的膳食模式，强调增加蔬菜、水果、低脂（或脱脂）奶、全谷类食物摄入，减少红肉、油脂、精制糖及含糖饮料摄入，进食适当的坚果、豆类，从而提供丰富的钾、镁、钙等矿物质和膳食纤维，增加优质蛋白质和不饱和脂肪酸摄入，减少脂肪尤其是饱和脂肪酸和胆固醇摄入<sup>[95]</sup>。

**问题17：与常规饮食相比，DASH饮食是否有助于超重/肥胖者减重？**

与常规饮食相比，DASH饮食可有效降低超重/

肥胖者的体重、BMI和体脂含量。(证据等级B, 强推荐; 同意比例96.2%)

Kucharska等<sup>[96]</sup>对126例超重/肥胖的原发性高血压患者的RCT研究显示, 与无营养干预对照相比, 3个月DASH饮食组患者的体重、血压、体脂含量、空腹血糖、胰岛素、瘦素水平均显著下降。Razavi等<sup>[97]</sup>对60例超重/肥胖的NAFLD患者进行为期8周的RCT研究, 结果显示坚持DASH饮食可显著降低患者体重、BMI、谷丙转氨酶(alanine transaminase, ALT)、碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)、TG、胰岛素水平和HOMA-IR指数。Shenoy等<sup>[98]</sup>对81例代谢综合征患者进行为期12周的RCT研究, 结果显示与对照饮食相比, DASH饮食可显著降低患者的体重。Barak等<sup>[99]</sup>对伊朗293名30岁以上的女护士进行横断面研究, 结果显示DASH饮食与向心性肥胖的发生率呈负相关。

**2.6.2 地中海饮食** Keys等<sup>[100]</sup>于20世纪60年代首次确定并提出地中海饮食模式, 基于大规模前瞻性研究, 纳入11 579例研究对象, 随访15年发现生活在地中海区域的人群具有相对低的全因死亡率和冠心病死亡率, 进一步病因学分析揭示其归因于地中海饮食模式。其膳食结构特点: 以植物性食物为主, 包括全谷类、豆类、蔬菜、水果、坚果等; 鱼、家禽、蛋、乳制品适量, 红肉及其产品少量; 食用油主要是橄榄油; 适量饮红葡萄酒。其营养特点: 脂肪供能比为25%~35%, 其中饱和脂肪酸摄入量低(7%~8%), 不饱和脂肪酸摄入量较高。

**问题18:** 与常规饮食相比, 地中海饮食是否有助于超重/肥胖者减重?

与常规饮食相比, 地中海饮食可有效降低超重/肥胖者、糖尿病和代谢综合征患者及产后女性的体重。(证据等级A, 强推荐; 同意比例94.5%)

Esposito等<sup>[101]</sup>对16项RCT进行Meta分析, 纳入3436名受试者, 结果显示地中海饮食组受试者体重和BMI均显著降低。Huo等<sup>[102]</sup>对9项RCT进行Meta分析, 纳入1178例T2DM患者, 结果显示地中海饮食组患者BMI、体重、HbA<sub>1c</sub>、空腹血糖、空腹胰岛素水平均显著降低。Stendell-Hollis等<sup>[103]</sup>对129名产后17.5周的超重女性进行4个月的RCT研究发现, 地中海饮食组受试者体重、体脂含量均显著降低。

Di Daniele等<sup>[104]</sup>对80例意大利代谢综合征患者进行6个月地中海饮食干预, 干预后患者体重、BMI、腰围、LDL-C、TG水平均显著降低。Di Renzo等<sup>[105]</sup>对188名意大利受试者进行4周的RCT研究发现, 地中海饮食组受试者体脂含量显著降低。

**2.7 代餐食品减重** 代餐食品是为满足成人控制体重期间一餐或两餐的营养需要, 代替部分膳食, 专门加工配制而成的一种控制能量食品。中国营养学会发布的首个《代餐食品》团体标准(T/CNSS 002-2019), 对于代餐食品的原料、感官、营养成分、标签、名称等做出了明确要求<sup>[106]</sup>。Astbury等<sup>[107]</sup>纳入23项研究8253例超重/肥胖成人的系统评价表明, 采用代餐食品减重在1年内的减重效果更好, 可作为社区和卫生保健机构管理肥胖的有效选择。Davis等<sup>[108]</sup>对90名肥胖成人进行为期40周的RCT研究表明, 代餐组受试者减重效果更显著, 且在第16周和第40周体重下降>5%的受试者更多, 体成分、生化指标均显著改善, 并在维持阶段改善炎症和氧化应激。Kruschitz等<sup>[109]</sup>对奥地利1237名超重/肥胖者给予代餐食品治疗, 干预12个月时分别有61%、36%、19%的受试者体重减轻大于基础体重的5%、10%、15%。Coleman等<sup>[110]</sup>对310名超重/肥胖者的24周系统回顾队列分析表明, 代餐食品可通过减少食物种类、控制食物份量, 达到可持续性减重效果, 改善肥胖相关疾病的危险因素, 并能最小化瘦体重损失, 从而保持力量和身体功能及长期维持体重。

然而, 由于代餐食品长期应用的有效性并不确定, 许多指南并未提及或不建议将代餐食品用于超重/肥胖者的日常管理。

**问题19:** 代餐食品减重期间应如何保证营养充足?

选择符合标准的代餐食品, 结合复合维生素和矿物质补充剂保证减重期间营养充足。(证据等级C, 弱推荐; 同意比例94.5%)

Ashley等<sup>[111]</sup>报道96名超重/肥胖女性的RCT研究显示, 两组受试者1年都能保持充足的常量和微量营养素摄入, 但传统饮食组受试者需要补维生素和矿物质制剂的比例低于代餐组, 强调在执行代餐食品减重期间有必要应用膳食补充剂。Flechtner-Mors等<sup>[112]</sup>开展的100人参与的前瞻性、随机、双臂平行研究,



干预4年，结果提示，代餐食品配合补充维生素和矿物质来提供结构化的饮食计划是安全有效的饮食策略，还可改善疾病风险的某些生物标志物。多项研究均指出，适当增加每日代餐中蛋白质的比例，可减少体脂含量，并有效保留瘦体重，防止肌肉流失<sup>[113,114]</sup>。

#### 问题20：代餐食品减重的安全性如何？

短期应用代餐食品减重是安全的，严重不良反应少，耐受性较好。其长期安全性仍待进一步研究。（证据等级B，弱推荐；同意比例95.4%）

Coleman等<sup>[110]</sup>对310名超重/肥胖者给予代餐食品干预24周，结果显示，不良反应均较轻，发生率>5%的不良反应主要为胃肠道紊乱或抱怨饥饿、疲劳和压力/焦虑，有2.9%的严重不良事件，包括脑卒中、心脏病发作、胆囊切除术以及因凝血、痔疮、高热住院等。Astbury等<sup>[107]</sup>纳入23项研究的系统性综述中，仅2项研究报道不良事件，5145名参与者低血糖、骨折、截肢、充血性心力衰竭或胆结石发生率组间比较差异均无统计学意义。Furlow等<sup>[115]</sup>对173例在医学监督下进行代餐食品减重的患者进行回顾性分析，大部分不良反应是轻度和瞬时的，仅4例患者出现较严重的不良反应，且在成功减重后，症状得到控制，另有2例患者接受过胆囊切除术。Noakes等<sup>[116]</sup>观察66例TG水平升高的超重/肥胖者，采用代餐食品 and 传统结构化减重饮食干预6个月，代餐组保持和增强了减重期间饮食的营养充足性，且参与者对饮食的依从性和获取食物的便捷性较好。

#### 问题21：代餐食品减重对糖尿病患者的效果如何？

糖尿病患者短期应用代餐食品可通过减轻体重进而改善血糖。（证据等级B，弱推荐；同意比例92.8%）

Xu等<sup>[117]</sup>对88例糖耐量受损者的干预研究显示，采用低GI代餐并随访12个月，代餐组受试者的体重、BMI、体脂、腰围、臀围下降更显著，且74%的减重是减少了脂肪量，血糖和HbA<sub>1c</sub>水平也均显著降低，葡萄糖耐量改善率更高，转归为正常糖耐量的比例更高。Cheskin等<sup>[118]</sup>报道代餐食品对112例T2DM患者减重的研究表明，代餐组患者干预34周的减重效果和86周的体重维持效果均显著优于标准

饮食组，代餐组减重>5%的患者比例更高，且维持率更高。张倩等<sup>[119]</sup>对66例T2DM患者进行6周的代餐食品干预，结果显示代餐食品主导的生活方式管理在改善患者体重、腰围、BMI、内脏脂肪率、体脂率、空腹血糖、空腹胰岛素、HOMA-IR指数和HbA<sub>1c</sub>方面效果更显著，并且可减少降糖药物剂量，甚至停药，而传统糖尿病饮食则无此效果。郑欣等<sup>[120]</sup>对200例糖尿病合并肥胖者进行代餐食品干预12周，结果显示代餐组患者空腹血糖、HbA<sub>1c</sub>、体脂含量、内脏脂肪面积、腰围等较传统低能量饮食组改善更显著。Brown等<sup>[121]</sup>的RCT研究对90例接受胰岛素治疗的T2DM伴肥胖者进行低能量代餐饮食干预12个月，结果显示，与对照组相比，代餐组患者获得更大的体重减轻，胰岛素治疗比例显著降低，停用胰岛素比例显著增加，改善了血糖控制和生活质量。

#### 问题22：代餐食品对代谢综合征和心血管疾病患者的减重效果如何？

短期使用代餐食品可有效控制代谢综合征和心血管疾病患者的体重，减少其心血管事件的危险因素。（证据等级B，弱推荐；同意比例93.7%）

Coleman等<sup>[110]</sup>对310名超重/肥胖者的24周系统回顾队列分析表明，代餐食品减重最初4周内即出现血压和心率降低，38%的高血压前期人群、48%的高血压患者在12周平均降低收缩压（11.3±16.7）mmHg和舒张压（6.6±12.6）mmHg，腰围和臀围均有所缩小，心血管危险因素得到改善。König等<sup>[122]</sup>对90例代餐食品和限能量低脂饮食受试者进行的RCT研究显示，代餐组受试者体重、脂肪量、TG、胰岛素和瘦素水平下降及腰围缩小均更显著，两组受试者大部分代谢危险因素均有所减少，代餐组代谢综合征患病率降低了12%，而限能量低脂饮食组则无变化。杨炯贤等<sup>[123]</sup>对100例高蛋白代餐饮食者的12周干预研究结果显示，高蛋白和标准蛋白代餐均能降低超重/肥胖者的BMI，改善TG水平，但高蛋白代餐降低尿酸等代谢性指标的作用更优。Chaiyasoot等<sup>[124]</sup>对110例肥胖者给予代餐食品干预12周，结果显示，生活方式+代餐组参与者体重下降更明显，空腹血糖、胰岛素、HbA<sub>1c</sub>水平及HOMA-IR指数均显著低于单纯生活方式组，16%的参与者不再符合

代谢综合征诊断标准。Astbury等<sup>[125]</sup>纳入278名肥胖并寻求减重支持的成人的RCT研究显示,与常规节食减重+行为支持组相比,完全代餐组在减轻体重、降低心血管代谢疾病发病风险和控制血糖方面的效果更佳,且完全代餐组受试者减重超过10%的比例显著高于对照组。

**2.8 生物节律与减重** 时间限制进食法(time-restricted feeding, TRF)是指限制每天进食时间,禁食在3~21 h,在白天或夜间禁食均可的一种饮食方式<sup>[126]</sup>。常见有4 h、6 h、8 h进食3种限制类型。与CRD、HPD等相比,TRF只限定进食时间,不限定进食种类和数量,实践更轻松,更易让人接受和坚持。研究显示,短期应用TRF干预可减轻体重<sup>[126-129]</sup>,但关于TRF对体成分产生的影响结果不一。Pellegrini等<sup>[126]</sup>的系统评价纳入6项为期4~8周的观察性研究结果,显示TRF组受试者体重下降更多,但同时减少了更多的瘦体重。另一项纳入20名肥胖者为期12周的试验也发现,TRF可有效减少体脂含量和内脏脂肪含量,但也减少了瘦体重,其中主要是下肢肌肉<sup>[127]</sup>。也有研究认为TRF对体成分没有明显影响。Gabel等<sup>[129]</sup>在46例肥胖者的RCT研究中发现,经过12周的8 h TRF干预,TRF尽管有轻微的限热量摄入、体重减轻和改善收缩压的作用,但对体脂含量、瘦体重和内脏脂肪含量无明显影响。目前尚无足够证据证明TRF对减重的长期效果。

**问题23: TRF对血脂、血糖代谢的影响如何?**

TRF可能改善空腹血糖,但对胰岛素抵抗、血脂代谢的影响,研究结果尚不一致。(证据等级D,弱推荐;同意比例90.7%)

Parr等<sup>[130]</sup>在11名肥胖男性中进行5 d随机交叉试验,结果显示,TRF组参与者夜间血糖曲线下面积更低,但白天血糖曲线下面积组间比较差异无统计学意义,因此TRF组参与者24 h血糖曲线下面积更低;胰岛素和TG曲线下总面积比较差异均无统计学意义,但峰值TG浓度升高。近期一项纳入11项研究的系统评价显示,TRF可以改善空腹血糖,但对空腹胰岛素、HOMA-IR指数、TG、TC、HDL及LDL均无显著影响<sup>[126]</sup>。Sutton等<sup>[131]</sup>对8例糖尿病前期伴肥胖参与者进行为期5周的随机交叉等能量对照试验,在维持体重不变的前提下,TRF干预即

可降低胰岛素水平,改善胰岛素敏感性和胰岛β细胞功能,但空腹血糖和餐后血糖无明显差异。

**2.9 微量营养素** 医学营养减重除了关注总能量和宏量营养素比例外,微量营养素缺乏也同样需要引起重视。Pereira-Santos等<sup>[132]</sup>经Meta分析发现,肥胖者维生素D缺乏风险较正常体重人群高35%,较超重人群高24%。对肥胖者进行低能量膳食干预时,由于食物总摄入量减少或种类受限,营养素缺乏的风险上升。Gardner等<sup>[133]</sup>对4种不同能量和宏量营养素占比的减重饮食方案的研究发现,在减重者中存在维生素和微量元素摄入不足的风险。

**问题24: 医学营养减重期间是否需要补充微量营养素?**

CRD,尤其极低能量饮食干预时,应同时补充复合维生素与微量元素。(证据等级C,强推荐;同意比例94.9%)

CRD,尤其是极低能量饮食可能引起肥胖者体内微量营养素缺乏,维生素或微量元素摄入不足的风险更高<sup>[133]</sup>。减重饮食干预期间,需补充复合微量营养素,以预防因限制饮食所致的营养缺乏。Truby等<sup>[134]</sup>的多中心研究显示,在调整能量结构的饮食干预中,微量营养素摄入量也产生变化;对特定微量营养素(如叶酸、铁或钙)需求较高的人群,可能从个体化饮食方案或强化食品中获益。减重期间积极补充复合微量元素,对减重也有积极作用。Slusher等<sup>[135]</sup>研究发现,在减重的同时补充维生素D和钙,亦可增强减重效果。

**问题25: 医学营养减重期间是否需要补充钙和/或维生素D?**

有缺乏风险的减重者应补充钙和/或维生素D。(证据等级B,强推荐;同意比例97.1%)

一项针对136例患者减重术前的前瞻性研究发现,57%的患者存在不同程度的维生素D缺乏<sup>[136]</sup>。2019年的一项Meta分析纳入11项RCT共947例患者,结合CRD和运动,补充维生素D 1~12个月后,维生素D的补充与BMI和腰围的下降均呈正相关<sup>[137]</sup>。Lotfi-Dizaji等<sup>[138]</sup>亦发现,在维生素D缺乏的肥胖者中,维生素D状态的改善与减重饮食相结合,能降低代谢性炎症水平,对降低体重、脂肪含量有协同作用。肥胖者维生素D推荐摄入量也高于一般健

康成人。《维生素D及其类似物临床应用共识》建议BMI  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ 的肥胖儿童和成人进行血25-羟维生素D[25-hydroxyvitamin D, 25(OH)D]水平筛查<sup>[139]</sup>。2011年美国内分泌学会发表的《维生素D缺乏的评价、预防及治疗临床实践指南》中,对于有维生素D缺乏风险的肥胖者,建议至少补充同年龄段2~3倍推荐量的维生素D以满足需求量<sup>[140]</sup>。

一项研究观察CRD干预期间微量营养素水平变化,发现63%的女性和61%的男性均存在钙摄入不足的现象<sup>[141]</sup>。2004年一项RCT研究发现,高钙饮食者较低钙饮食者实施CRD干预期间体重和体脂含量下降更显著,且补充乳制品来源的钙效果优于补充非乳制品来源的钙<sup>[142]</sup>。《中国居民膳食营养素参考摄入量速查手册(2013版)》建议18岁以上人群钙摄入量为800 mg/d,50岁以上人群钙摄入量为1000 mg/d<sup>[143]</sup>。

问题26:医学营养减重期间是否需要强化铁的补充?

医学营养减重期间宜采用个体化饮食方案,防止铁缺乏。(证据等级C,弱推荐;同意比例97.1%)

Teng等<sup>[144]</sup>研究显示,通过CRD干预导致的体重下降,对肥胖者体内铁的生理稳态产生有益影响。但减重期间若长期不注重饮食中铁的摄入,会导致铁缺乏风险增高。18~50岁人群铁的推荐摄入量为男性12 mg/d,女性20 mg/d;50岁以上人群铁的推荐摄入量为12 mg/d。但正常饮食以外摄入较多的铁容易出现铁超载,这种情况常见于过度摄入富铁补充剂的人群<sup>[145]</sup>,尤其是长期服用铁剂,补铁期间应注意监测血清铁蛋白和肝铁浓度,避免补铁过量出现继发性铁超载。

2.10 肠道微生态 近年来研究表明肠道微生物在代谢调节和食物消化中发挥作用,并且肠道菌群与肥胖存在密切联系<sup>[146,147]</sup>。肠道菌群的代谢活动能够影响营养物质吸收,可通过促进饮食成分的能量代谢并在能量存储和消耗中影响能量平衡<sup>[148,149]</sup>。肥胖的发病机制中也包含肠道菌群对能量代谢调节和全身性炎症的影响。与肥胖相关的代谢性疾病,如T2DM和心血管疾病也都与肠道菌群有关<sup>[150-152]</sup>。近年来,益生菌、益生元以及粪菌移植等针对肠道微生态用于减重的临床研究逐渐开展<sup>[153-157]</sup>。但由

于刚刚起步,在评判减重临床结局指标方面仍以体重、BMI、体脂、腰围等指标作为主要结局,将血脂、血糖、炎症因子等作为辅助指标,尚未将评判肠道菌群改变作为影响减重的结局指标。

问题27:是否可以通过补充益生菌使成人肥胖者改善代谢指标?

成人肥胖者可通过服用含有特定菌株的益生菌协助减重,并因此获得代谢指标改善。(证据等级C,弱推荐;同意比例91.1%)

研究显示,鼠李糖乳杆菌CGMCC1.3724(*Lactobacillus rhamnosus* CGMCC1.3724)对肥胖人群的干预有性别差异,每天服用含低聚果糖和菊粉以及 $3.24 \times 10^8$ 菌落形成单位(colony forming unit, CFU)的鼠李糖乳杆菌或安慰剂,12周后,肥胖女性的平均体重减轻显著大于安慰剂组,24周后该差异仍显著并且24周后脂肪含量减少显著大于安慰剂组<sup>[158]</sup>。动物双歧杆菌乳酸亚种B420(*Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* B420)配合聚葡萄糖可降低健康超重/肥胖个体的体脂含量,还可减少食物摄入量。与安慰剂组相比,体重、腹部脂肪含量下降显著。而单纯聚葡萄糖或单纯益生菌B420与安慰剂相比并不能有效降低体重,这可能与聚葡萄糖+益生菌B420可增加肠道中的*Akkermansia*、*Christensenella*和*Methanobrevibacter*,降低肠道中的*Paraprevotella*有关。针对肥胖成人,经过12周的短双歧杆菌B-3(*Bifidobacterium breve* B-3)( $2 \times 10^{10}$  CFU/d)干预,体脂含量显著低于安慰剂组。每天服用复合益生菌胶囊UB0316  $5 \times 10^9$  CFU和100 mg低聚果糖12周后,肥胖者BMI和腰臀比均显著降低<sup>[159]</sup>。

一项研究将60名肥胖成人随机分组后服用500 mg复合菌胶囊共8周,结果显示,益生菌组受试者体重、TC、TG、LDL-C水平均显著降低,压力、焦虑、抑郁评分均显著改善<sup>[160]</sup>。采用格氏乳杆菌BNR17对62名BMI  $\geq 23 \text{ kg/m}^2$ 和空腹血糖 $\geq 100 \text{ mg/dl}$ 的超重/肥胖成人干预12周,结果显示,格氏乳杆菌BNR17组受试者体重略有降低,并无显著差异,但腰围和臀围缩小更显著<sup>[161]</sup>。

问题28:伴有非酒精性脂肪性肝炎、糖尿病等代谢性疾病的肥胖者是否可服用含有特定菌株的益生菌?



罗伊氏乳杆菌可帮助非酒精性脂肪性肝炎患者减轻体重、降低BMI、缩小腰围。含有乳酸杆菌、双歧杆菌和嗜热链球菌的复合益生菌联合减重饮食可改善代谢综合征患者的BMI、胰岛素抵抗及食欲相关激素水平。(证据等级C, 弱推荐; 同意比例93.3%)

Rabiei等<sup>[162]</sup>研究中46例代谢综合征成人患者分别服用复合益生菌或安慰剂胶囊, 持续3个月, 再联合个体化减重饮食, 结果显示, 两组患者体重、BMI、血糖、胰岛素水平、HOMA-IR指数和GLP-1的平均变化比较差异均有统计学意义。此外, 复合益生菌组中的PYY显著增加, 体重减轻趋势在研究结束前是显著的。在一项针对50例非酒精性脂肪性肝炎患者的RCT研究中, 患者使用 $1 \times 10^8$  CFU罗伊氏乳杆菌(包含瓜尔胶和菊粉)或安慰剂3个月, 结果发现, 非酒精性脂肪性肝炎患者的肠道通透性较高, 但小肠细菌过度生长的患病率较低。干预后, 益生菌组患者的脂肪变性减少, 体重、BMI和腰围均显著降低<sup>[163]</sup>。

问题29: 医学营养减重者是否可以从益生元中获益?

儿童或成人肥胖者短期服用特定益生元或富含益生元食品可获得更好的减重效果。(证据等级B, 弱推荐; 同意比例91.6%)

42名超重/肥胖的7~12岁儿童分别接受富含低聚果糖的菊粉或安慰剂(剂量为等能量)干预, 每天1次, 持续16周, 食用菊粉的儿童16周后体重z评分显著下降3.1%, 体脂百分比显著下降2.4%, 躯干脂肪百分比显著下降3.8%, IL-6水平较基线水平显著降低, 血清TG水平显著降低, 肠道双歧杆菌属显著增加, 而寻常小杆菌(*Bacteroides vulgatus*)减少<sup>[164]</sup>。48名超重成人被随机分配接受低聚果糖或安慰剂(麦芽糊精)干预12周, 结果显示, 补充低聚果糖可有效减轻体重, 低聚果糖组参与者生长激素释放肽的曲线下面积较低, PYY的曲线下面积较高<sup>[165]</sup>。

问题30: 通过粪菌移植可以减重吗?

不建议肥胖者常规通过粪菌移植减重。但合并糖尿病、代谢综合征等并发症的肥胖者可考虑短期采用粪菌移植改善菌群定植。(证据等级C, 弱推荐;

同意比例89.0%)

粪菌移植是一种针对肠道微生物的调节策略, 已被用于治疗多种人类疾病, 包括与肥胖相关的代谢性疾病。由于人类肠道细菌群落可以自我调节并具有适应变化的能力, 与艰难梭状芽孢杆菌感染患者相比, 肥胖者植入后供体菌的占比低得多, 肥胖者的定植抗性也更高。一项研究对22例未诊断为糖尿病、非酒精性脂肪性肝炎或代谢综合征的肥胖( $BMI \geq 35 \text{ kg/m}^2$ )者分别给予粪菌移植胶囊或安慰剂胶囊, 其中粪菌移植胶囊来自1例体型偏瘦的供体( $BMI$ 为 $17.5 \text{ kg/m}^2$ ), 持续26周。结果发现, 接受粪菌移植胶囊或安慰剂胶囊的参与者在不良事件方面比较差异无统计学意义, 两组GLP-1曲线下面积均未增加, 接受粪菌移植胶囊者的菌群构成逐步向供者菌群特征转变。与基线相比, 接受粪菌移植胶囊者粪便中牛磺胆酸水平持续下降, 且胆汁酸分布开始与供体分布更加相似。两组均未观察到第12周时的平均BMI显著变化, 说明来自瘦捐献者的粪菌移植胶囊, 其肠道微生物组和胆汁酸谱更倾向瘦供体的微生态持续变化<sup>[166]</sup>。FMT-TRIM是一项单中心进行的为期12周的口服粪菌移植胶囊双盲RCT研究, 将24例肥胖和轻至中度胰岛素抵抗的成人( $HOMA-IR$ 指数为 $2.0 \sim 8.0$ )随机分为两组, 分别给予健康瘦捐献者粪菌移植胶囊或安慰剂胶囊。与安慰剂组相比, 粪菌移植组的胰岛素敏感性没有统计学意义的显著改善, 两组平均差异为9%; 但粪菌移植组中供体肠道细菌存在不同定植, 在12周后持续存在, 但并未观察到临床上明显的代谢作用<sup>[167]</sup>。

2.11 医学营养减重与教育 营养教育将各种能促进营养信息交流的教育策略进行组合, 辅以环境支持, 从个人、社区和政策等多种层面在多种场合以多种形式开展, 以便参与者充分了解营养教育活动的目的, 培养或引导个体及群体自愿采用有益健康的食物以及采取其他与食品、营养相关的行为<sup>[168]</sup>。对受试者进行访谈、填写问卷、营养咨询、营养教育有助于改善饮食模式和减轻体重; 通过在学生中开展同伴营养咨询模式, 可以预防青少年肥胖<sup>[169]</sup>。由专业人士以小组形式进行烹饪体验和营养教育课程, 以增加水果和蔬菜摄入为重点, 可以改变

膳食纤维摄入量,从而降低BMI和体重<sup>[170]</sup>。多项研究表明,营养教育能增加个体与群体的营养相关知识<sup>[171]</sup>,改变其饮食结构、饮食习惯和饮食依从性<sup>[172]</sup>,降低能量摄入<sup>[172]</sup>,增加运动量<sup>[173]</sup>,降低血脂<sup>[173]</sup>、血压<sup>[173]</sup>,改善血糖、HbA<sub>1c</sub>水平和胰岛功能<sup>[174]</sup>,进而达到减轻体重、降低BMI和肥胖发病率<sup>[171,172]</sup>的目的。另外,营养教育能显著改善社会心理相关指标<sup>[174]</sup>,对肥胖者予以营养教育,能显著降低其抑郁评分<sup>[175]</sup>。

#### 问题31:如何进行有效的营养教育?

基于互联网小程序/手机应用程序,在线进行营养知识的理论教学,提供营养和运动等建议。线下开展饮食/营养咨询会议、主题会议等学习营养知识和技能。(证据级别C,强推荐;同意比例96.6%)

Nutri-Expert是营养教育的电子系统,可在任意时间对使用者进行自由管理,对个体的需求和食物成分进行具体分析,并在饮食成分和数量方面进行个性化建议。mHealth是一种可进行营养和生活方式干预的移动应用程序,通过定期按时向使用者发送语音和短信来促进其学习相关知识<sup>[176]</sup>。一项研究通过为期3个月的多媒体、互动和自我管理的在线干预,可使受试者的BMI、体脂含量和血糖水平显著降低<sup>[177]</sup>。

线下模式中,由注册营养师讲授营养教育课程,告知受试者健康的重要性,并对个体饮食情况进行记录,可改善其饮食结构<sup>[178]</sup>。以肠道菌群组成为重点的营养教育可改善肥胖女性的肥胖和心理因素<sup>[179]</sup>。一项研究纳入557名肥胖成人,随机分为传统管理组和使用Nutri-Expert系统组,两种营养教育模式均可显著改善受试者的BMI、总胆固醇、LDL、载脂蛋白和TG水平,但使用Nutri-Expert系统的受试者饮食知识测试得分显著高于传统管理组<sup>[180]</sup>。

**2.12 医学营养减重与行为辅导** 行为辅导是指一系列运用心理学和健康行为学原理塑造良好的个体健康行为,矫正不良生活方式的干预措施<sup>[181]</sup>,即用行为科学分析肥胖者摄食行为的特征和运动类型,并以此为基础,合理培养正确行为,帮助肥胖者建立支持性环境,提供实施持续的行为改变,最

终达成减重的目的<sup>[181,182]</sup>。医学营养减重除了关注体重等生理指标外,也应将膳食依从性的行为指标纳入主要结局之一<sup>[183-186]</sup>。饮食干预应基于个人喜好、文化、生活等背景信息进行个性化,且需包含多方面策略,并适时纳入社会支持<sup>[187-189]</sup>。

行为辅导过程的核心训练技能包括自我监测、目标设定、问题解决。目标设定是与患者共同制订可达成的目标体重,并明确行为目标,进而形成一个具体的行动计划并尝试执行<sup>[182,186,189-193]</sup>。目标需要具体、可测量、现实可行和有时间范围的特征。问题解决是指提前设想或事后及时探讨发现可能出现的难题与障碍,通过脑力激荡和互动沟通找到可以解决问题的新方法,对预防复重也有帮助<sup>[183,186,190]</sup>;保证减重患者获得持续性支持对其长期坚持健康行为非常重要<sup>[189]</sup>,持续性支持的实践有助于医患沟通并建立及时反馈和调整策略。可通过定期的团队活动、知识学习、健康行动竞赛、兴趣组等多样化方式来鼓励患者持续坚持良好的膳食和减重相关行为<sup>[182,194,195]</sup>。

#### 问题32:谁需要在医学减重中进行行为辅导?

所有医学减重者都应给予行为辅导。(证据等级A,强推荐;同意比例95.6%)

2018美国预防医学服务工作小组的系统评价纳入122项RCT共62 533例患者,结果发现以行为辅导为主进行干预在12~18个月间较对照组有更多的体重减轻和更少的体重反弹<sup>[196]</sup>。Rudolph等<sup>[197]</sup>系统评价纳入15项研究共1008例患者,其中13项研究发现术后接受行为辅导者较一般性辅导体重减轻更显著。Whitlock等<sup>[198]</sup>系统评价分析15项研究1258名4~18岁的儿童和青少年进行行为辅导,提示中至高等强度的短期综合性行为干预可有效减重。

#### 问题33:对于成人肥胖者如何进行饮食行为改变?

对于成人肥胖者应首先培养自我监测的行为,采用动机访谈、同伴支持等方式可能有助于饮食行为的改变。(证据等级B,强推荐;同意比例96.2%)

Burke等<sup>[199]</sup>纳入22项试验的系统评价发现自我监测与体重减轻之间存在显著关联。Teixeira等<sup>[200]</sup>纳入32项干预研究的系统评价发现自我调节的技巧是能否达到有益体重下降的最佳预测因子。

Armstrong等<sup>[201]</sup>的系统评价和Meta分析纳入11项RCT,显示行为辅导干预能强化成人患者的减重效果,BMI下降更显著。Barnes等<sup>[202]</sup>的系统回顾纳入24项RCT,其中9项RCT的动机访谈干预组患者体重减轻与对照组比较差异均有统计学意义。Borek等<sup>[203]</sup>针对基于小组的饮食和身体活动减重干预的系统评价和Meta分析纳入47项RCT,基于小组的减重干预在干预12个月时能有效促进体重减轻。近年来发现减重患者使用线上社群来获取同伴支持已十分普遍,Ashrafian等<sup>[204]</sup>发现线上社群干预虽能帮助患者短期降低BMI(-0.64%),但并未发现长期有效影响。

问题34:对于特定减重人群是否需要进行特定的行为辅导?

对于重度肥胖、减重手术后、儿童和青少年、PCOS等人群,通过特定的行为辅导均有助于减重和维持减重效果。(证据等级B,强推荐;同意比例96.6%)

Hassan等<sup>[205]</sup>对于重度肥胖者生活行为干预进行系统评价,纳入17项RCT共7981例患者,结果显示行为干预组减轻了更多的体重。Livhits等<sup>[206]</sup>系统评价纳入10项前瞻性队列试验共735例患者,结果发现术后支持小组参与与患者术后体重减轻程度呈正相关。数篇针对儿童和青少年行为辅导效用或干预模式的系统评价均在结合家庭支持和营养教育的基础上,鼓励儿童和青少年改变饮食行为和身体活动<sup>[207,208]</sup>。Oberg等<sup>[209]</sup>纳入68例超重/肥胖PCOS女性、接受为期4个月行为矫正干预并完成12个月随访的RCT显示,行为矫正干预4个月,干预组女性体重显著减轻,平均体重减轻率虽然仅为2%,但54%的女性改善了生殖功能。

问题35:采用远程医疗进行医学营养减重是否有效?

采用远程医疗进行医学营养减重可能对成人减重有效,建议实施远程医疗干预至少6个月,并应重视干预后的随访。(证据等级B,强推荐;同意比例93.7%)

Tarraga Marcos等<sup>[210]</sup>的一项RCT研究中,试验组接受远程医疗平台支持,使用地中海饮食依从筛选工具(mediterranean diet adherence screener, MEDAS)

并追踪参与者的依从性。12个月后两组受试者BMI均有所下降,但试验组受试者体重下降更多,6~12个月后两组体重均有所增加。

Huang等<sup>[211]</sup>的一项系统评价纳入25项RCT共6253名成人,干预时间为9周至2年,结果显示,远程医疗组和对照组受试者BMI变化比较差异有统计学意义。需注意的是,只有持续6个月的干预才能显著降低BMI。

问题36:哪些人群适合接受远程医疗指导下的医学营养减重干预?

远程医疗指导下的医学营养减重可提供多种干预方法,适合多种人群,尤其可提高一些特殊状况(如行动障碍、精神疾病等)人群的参与性。(证据等级C,强推荐;同意比例94.1%)

远程医疗指导下的医学营养减重在减重和减重维持方面有很好的应用效果,可提高减重者的参与性和依从性,不仅对成人肥胖者有效,对超重/肥胖儿童和老年人也有作用<sup>[212,213]</sup>。Nosek等<sup>[214]</sup>研究通过网络虚拟世界中同伴支持为行动障碍的女性提供体重管理,可避免在传统治疗时需要面对和处理残疾相关的环境和卫生问题,并提供新的学习和社交机会。Young等<sup>[215]</sup>对276例患有严重精神疾病的超重者进行研究,受试者被随机分为接受WebMOVE即计算机化的体重管理和同伴健康教练、临床医生亲自指导的体重服务及常规诊疗三组。在6个月时,WebMOVE组受试者减重2.8 kg,超过1/3的WebMOVE参与者体重减轻5%或以上。该研究提示,这种远程减重方法可能对其他有认知障碍等特殊状况也有效。

Stephens等<sup>[216]</sup>使用人工智能行为指导的聊天机器人Tess来支持儿童肥胖症和糖尿病前期的治疗,其中行为干预技术将技术和心理学结合起来,通过各种媒体来解决不同的健康需求。机器人Tess可在工作时间之外继续进行治疗互动,未来迭代可能增加功能来提高用户体验。

2.13 医学营养减重与药物治疗 2016年版美国临床内分泌协会(American Association of Clinical Endocrinologists, AACE)和美国内分泌学会(American College of Endocrinology, ACE)发布的肥胖症诊疗指南和2014年内分泌学会临床实践指南中的肥胖症药物减重治疗部分提到,  $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ 或



BMI  $\geq 27 \text{ kg/m}^2$ 合并肥胖相关并发症之一的患者,建议在生活方式和行为干预基础上应用药物减重治疗<sup>[217,218]</sup>。考虑到种族差异并结合我国人口特点,2016年版共识指出,建议中国人群中BMI  $\geq 28 \text{ kg/m}^2$ 且经过3个月的生活方式干预仍不能减重5%,或BMI  $\geq 24 \text{ kg/m}^2$ 合并高血糖、高血压、血脂异常、NAFLD、负重关节疼痛、睡眠呼吸暂停综合征等肥胖相关并发症之一的患者,在生活方式和行为干预基础上推荐应用药物减重治疗,本指南建议维持该适应证标准。美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)批准长期应用的减重药物( $\geq 12$ 周)包括phentermine和topiramate缓释胶囊、bupropion hydrochloride-naltrexone hydrochloride和liraglutide 3.0 mg,短期应用的减重药物( $< 12$ 周)包括diethylpropion、phendimetrazine、phentermine、benzphetamine等。我国目前批准应用的减重药物有奥利司他。2021年6月,司美格鲁肽2.4 mg注射剂是全球首个用于肥胖症体重管理的每周注射1次的GLP-1受体激动剂。

问题37:在饮食或运动等生活方式干预的基础上,使用奥利司他是否有进一步减重的效果?

在饮食控制、运动调节和行为干预等生活方式干预的基础上,使用奥利司他可进一步有效减轻体重。(证据等级A,强推荐;同意比例89.5%)

一项纳入123例超重/肥胖者、为期24周的多中心RCT研究显示,在低脂CRD基础上,奥利司他组受试者平均体重降低、总体脂肪减少和内脏脂肪减少均具有显著性差异<sup>[219]</sup>。Madsen等<sup>[220]</sup>对93例肥胖者采用极低能量饮食联合奥利司他治疗3年,试验组受试者体重降幅增加显著,脂联素浓度上升,机体炎症状态显著改善。Richelsen等<sup>[221]</sup>对383例肥胖者采用极低能量饮食干预8周后体重下降显著,而加用奥利司他3年后体重仍进一步下降,奥利司他组出现T2DM的新发病例数明显少于安慰剂组。一项为期16周、纳入391例超重者的多中心RCT表明,采用低能量饮食联合奥利司他治疗组受试者体重、TC、LDL-C水平、舒张压和收缩压降低更显著<sup>[222]</sup>。此外,1313例超重/肥胖者在维持低能量饮食6个月后,其中近50%肥胖者体重下降 $\geq 8\%$ ,并随机分配入三餐服用奥利司他30 mg组、60 mg组、120 mg

组和安慰剂组,服药1年后,奥利司他120 mg组受试者较安慰剂组的体重反弹程度更轻<sup>[223]</sup>。

问题38:目前可选用减重药物的减重效果与安全性如何?

目前可选用的减重药物奥利司他在配合低脂饮食基础上可显著减轻体重,减少体内脂肪组织。其主要不良反应为胃肠道不适,包括胃肠胀气、油性大便等。推荐用药期间每天口服补充复合维生素,特别是维生素D。(证据等级B,强推荐;同意比例90.7%)

1187例肥胖者经过4周的低能量饮食和安慰剂口服导入期后,随机决定口服安慰剂或奥利司他,首次治疗1年后,奥利司他组受试者较安慰剂组体重下降更显著。再将服用奥利司他者随机分配入三餐各服用奥利司他120 mg组和奥利司他60 mg组,安慰剂组则维持原方案,1年后,奥利司他120 mg组较奥利司他60 mg组和安慰剂组中出现体重回升者的占比更少<sup>[224]</sup>。为评估奥利司他用于减重治疗的有效性与耐受性, Van Gaal等<sup>[225]</sup>采用多中心RCT设计,将676名肥胖者先进行5周的安慰剂导入期,之后随机予口服奥利司他30 mg、60 mg、120 mg、240 mg或与之匹配的安慰剂,3次/d。在连续服药24周后,服用奥利司他者较服用安慰剂者平均体重下降更显著,其中,奥利司他120 mg组受试者体重降幅最大(9.8%),药物耐受性良好。

Shirai等<sup>[226]</sup>纳入200例内脏脂肪过多的日本患者、为期24周的RCT研究结果显示,三餐时均服用60 mg奥利司他对于减轻体重和减少内脏脂肪含量均有显著效果。146例肥胖者在低能量饮食和运动干预模式下服用奥利司他,体重、收缩压、舒张压、LDL-C水平较安慰剂组均显著下降,而主要药物不良反应为胃肠道反应,但程度较轻,可自行缓解,故并无受试者中途退出<sup>[227]</sup>。在青少年肥胖者的多项队列研究中,有1/3的受试者出现胃肠道反应而中止服药<sup>[228]</sup>,尽管服用含有维生素D的复合维生素,但仍有受试者出现低维生素D血症<sup>[229]</sup>。McDuffie等<sup>[230]</sup>通过对17名青少年肥胖者研究发现,在服用奥利司他的同时每日补充复合维生素,治疗3~6个月后仍出现血清维生素D低水平,而维生素A、E、K等水平均无显著变化。

问题39: 对于超重/肥胖的T2DM患者, 选择哪些药物有助于减重?

(1) 二甲双胍作为T2DM一线治疗药物, 适用于超重/肥胖的T2DM患者, 有助于减重。(证据等级A, 强推荐; 同意比例94.9%)

一项RCT研究纳入48例肥胖合并T2DM患者, 在饮食控制的同时, 分别给予二甲双胍或安慰剂治疗24周, 发现二甲双胍组患者平均最大减重较安慰剂组多8 kg, 同时治疗后HbA<sub>1c</sub>和空腹血糖水平更低, 且二甲双胍对食欲的抑制与剂量有相关性<sup>[231]</sup>。一项希腊RCT研究也发现, 新诊断糖尿病的患者给予二甲双胍联合饮食控制18周可以使体重下降<sup>[232]</sup>。DPP研究纳入3234例超重/肥胖的高血糖患者, 随机分为二甲双胍组、生活方式管理组和对照组, 随访15年后发现二甲双胍组患者体重下降最显著(达6.2%), 生活方式管理组为3.7%, 对照组为2.8%, 也提示二甲双胍相比生活方式管理有更显著且持久的减重作用<sup>[11]</sup>。

(2) GLP-1受体激动剂可以使超重/肥胖的T2DM患者有明确的减重获益。(证据等级A, 强推荐; 同意比例94.9%)

GLP-1受体激动剂属肠促胰岛素类药物, 主要通过增加葡萄糖依赖胰岛素分泌, 降低胰高血糖素分泌, 减缓胃排空, 增加饱腹感, 降低血糖<sup>[220,233]</sup>。利拉鲁肽3.0 mg作为GLP-1受体激动剂已成为美国FDA批准的减重药物。一篇系统评价分析GLP-1受体激动剂与胰岛素及其他口服降糖药物对T2DM患者的疗效, 发现GLP-1受体激动剂有更显著的减重效果<sup>[234]</sup>。在非T2DM肥胖患者中, 持续接受司美格鲁肽注射液2.4 mg注射治疗68周的肥胖者实现17%~18%的平均减重<sup>[235-237]</sup>。并显示安全性和耐受性良好, 最常见不良事件为胃肠道事件。

(3) 钠-葡萄糖协同转运蛋白2(sodium glucose cotransporter 2, SGLT-2)抑制剂在有效控制血糖的同时可使糖尿病患者体重下降。(证据等级A, 强推荐; 同意比例94.1%)

SGLT-2抑制剂通过减少肾脏对葡萄糖的重吸收、增加葡萄糖排泄而降低血糖水平, 伴随着葡萄糖从尿液中的排泄, 也同时损失能量(约300 kcal/d), 从而使体重下降<sup>[238]</sup>。一项RCT研究纳入252例T2DM

和中度肾功能损害患者, 使用达格列净5 mg和10 mg后患者体重平均下降1.54 kg和1.89 kg, 安慰剂组患者体重平均增加0.21 kg<sup>[239]</sup>。

(4) 二肽基肽酶4(dipeptidyl peptidase-4, DPP-4)抑制剂、α-葡萄糖苷酶抑制剂在糖尿病患者治疗中减重作用不确切, 目前认为对体重呈中性影响。(证据等级B, 弱推荐; 同意比例94.1%)

DPP-4抑制剂通过抑制GLP-1的失活, 增加胰岛素分泌, 减少胰高血糖素分泌, 从而降低血糖水平。目前临床研究认为DPP-4抑制剂对T2DM患者的体重改变为中性作用<sup>[238]</sup>, 对T2DM患者使用DPP-4抑制剂治疗, 其体重变化范围为-0.09~+1.11 kg<sup>[240]</sup>。α-葡萄糖苷酶抑制剂延迟胃肠道对碳水化合物的吸收, 从而减缓餐后葡萄糖的峰值。AAACE/ACE糖尿病综合管理共识认为α-葡萄糖苷酶抑制剂对体重的作用为中性<sup>[241]</sup>, 也有相关研究评估了α-葡萄糖苷酶抑制剂对体重影响变化范围为-1.80~-0.43 kg<sup>[240]</sup>。

2.14 减重与代谢手术相关的营养问题 减重与代谢手术, 通过外科或者内镜方式改变胃肠道的解剖和/或连接关系, 以调整营养摄入、吸收和代谢转化, 从而减轻体重, 逆转肥胖相关的代谢紊乱, 降低心脑血管事件发生率, 最终改善生活质量、延长预期寿命。目前具有较多临床证据且获得多个国家学会正式认可的减重手术治疗方式包括胃袖状切除术(sleeve gastrectomy, SG)、Roux-en-Y胃旁路术(Roux-en-Y gastric bypass, RYGB)等或联合术式。

问题40: 拟行减重手术的患者是否需要通过限制饮食进行术前减重?

所有拟行减重手术的患者均应通过限制饮食进行术前预减重。(证据等级B, 强推荐; 同意比例95.4%)

在减重手术前进行预减重的获益显著且证据充分, 术前减重不仅可减轻体重<sup>[242,243]</sup>, 也可有效减少肝脏体积和内脏脂肪含量<sup>[244-251]</sup>, 降低外科手术风险, 减少术中出血量, 并缩短手术时间<sup>[243,252]</sup>。制订术前体重减轻的目标可基于多余体重减轻率(excessive weight loss, EWL)≥8%, 研究发现术前总体重减轻的百分比比较高者术后体重减轻的百分比也更高, 手术时间亦更短<sup>[253]</sup>。部分RCT研究采

用术前2周极低能量饮食方案(760 kcal/d)虽然能减少内脏脂肪含量,但却未能观察到明显的与围手术期并发症和手术时间的相关性<sup>[251]</sup>。但另一项为期2周的RCT研究表明极低能量饮食可充分减少手术困难,降低腹腔镜手术转开腹手术率<sup>[252]</sup>。特别是对于BMI > 50 kg/m<sup>2</sup>的患者,部分前瞻性研究观察推荐使用极低能量饮食方案<sup>[244]</sup>。

问题41:围手术期应采取何种营养管理策略?

(1)围手术期营养管理应以多学科综合治疗协作组(multiple disciplinary team, MDT)为诊疗模式。MDT应贯穿术前评估、术中监测、术后康复、术后随访整个过程。营养治疗在其中至关重要。(证据等级C,强推荐;同意比例96.2%)

减重手术患者需由MDT综合评估和管理<sup>[254]</sup>。术前应从MDT角度进行预减重,术后应根据在医院内由MDT专家参与制订的计划进行规律随访,频次取决于手术方式和合并症,并进行常规的代谢和营养学监测<sup>[255]</sup>。MDT应以减重外科、内分泌科医生、临床营养师、精神心理科医生为核心成员,目的在于明确手术指征、排查手术禁忌证、评估手术风险和术前干预以降低手术风险<sup>[256,257]</sup>。Sarwer等<sup>[258]</sup>研究发现术后规律地由注册营养师进行饮食指导组患者在术后4个月和24个月时有更大幅度的体重减轻,且进食行为显著改善。

(2)减重术后营养摄入在维持机体负能量平衡的同时保证蛋白质及其他营养素充足,不同术式应针对性补充所需营养素,以降低营养不良相关并发症的发生风险。(证据等级B,强推荐;同意比例96.6%)

减重术后营养相关并发症和不良反应常与手术方式的选择相关。其中SG不改变肠道结构,术后营养不良的发生风险相对较低。其常见的营养相关并发症有胃食管反流、呕吐、蛋白质摄入不足、营养性缺铁、钙与维生素D缺乏、维生素B<sub>12</sub>及叶酸不足、微量元素如锌、镁缺乏等<sup>[259,260]</sup>。RYGB则有发生倾倒综合征和脂肪痢的风险,因此术后应适当限制脂肪和精制碳水化合物的摄入,避免摄入单糖,增加纤维和复合糖的摄入<sup>[261]</sup>。

减重手术者建议蛋白质摄入量为60~80 g/d<sup>[262]</sup>。RYGB和SG术后3~6个月内,每日营养补充全部

以可常规经口进食的形式给予,维生素B<sub>12</sub>可肌肉注射给药来维持正常水平<sup>[263]</sup>。Coupaye等<sup>[264]</sup>对86例减重手术者的RCT研究发现,RYGB组术后超过90%的患者服用复合维生素,SG组仅为50%;术后1年随访发现,RYGB组患者血清铁蛋白、维生素B、维生素D、钙浓度远低于SG组,可能与肝脏代谢改变有关。Gehrer等<sup>[136]</sup>的临床对照研究中,86例行RYGB,50例行SG,术后随访36个月,RYGB组患者维生素B与维生素D显著缺乏,部分存在甲状旁腺激素水平升高,而SG组主要表现为叶酸水平降低。

(3)将加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)理念应用于围手术期综合营养管理,可为患者带来更多益处。(证据等级B,强推荐;同意比例96.6%)

ERAS的营养原则主要包括术前营养评估、缩短术前禁食时间、术后镇痛止吐、尽快经口摄入清流质、少食多餐、保证蛋白和纤维的摄入量、监控铁、钙和维生素B<sub>12</sub>等微量营养素以及在糖尿病患者中严格控制糖脂摄入等方面。一项纳入了80例行SG手术患者的RCT研究,ERAS组患者术后住院天数、胃管留置时间、肠道排气时间、术后进食时间均显著缩短,疼痛程度也较对照组减轻。

问题42:减重术后如何预防营养不良及相关并发症的发生?

(1)在减重术后应补充足量的蛋白质。(证据等级B,强推荐;同意比例94.5%)

一项研究纳入了244名中国肥胖者,接受SG和RYGB,术后1年内低白蛋白血症发生率分别为1.2%和8.9%<sup>[265]</sup>。《减重手术的营养与多学科管理专家共识》建议减重术后患者的蛋白质摄入量为60~80 g/d<sup>[257]</sup>。Thorell等<sup>[266]</sup>的快速康复外科减重手术围手术期护理指南建议患者术后蛋白质摄入量为60~120 g/d。Clifton等<sup>[267]</sup>的系统评价分析了32项研究、3492例患者,在术后12个月依从HPD长期减重的获益更大。Clifton等<sup>[268]</sup>观察HPD对减重的长期效果,结果发现饮食记录中的蛋白质越高,体重下降越多,且血脂、血糖、C反应蛋白、同型半胱氨酸等各项指标均有好转。

(2)应对所有减重术后者进行维生素D和骨密度筛查,并推荐预防性口服维生素D<sub>3</sub> 3000 U/d;钙



摄入量要求为1200 ~ 1500 mg/d。(证据等级B, 强推荐; 同意比例94.5%)

一项针对中国肥胖患者的回顾性研究发现, SG和RYGB术后1年内维生素D缺乏发生率分别为42.7%和65.8%<sup>[264]</sup>。Hegazy等<sup>[269]</sup>的前瞻性研究发现, SG术后6个月维生素D缺乏和低钙血症的发生率可达84%和78%; 64%的患者术前已存在维生素D缺乏, 这与因心理障碍不喜外出导致日照不足可能相关。美国内分泌学会、肥胖学会、美国代谢与减重外科学会等共同编写的《减重手术患者围手术期营养、代谢和非手术支持临床实践指南(2019年版)》(以下简称美国指南)建议, 应对所有减重术后者进行维生素D筛查, 并推荐预防性口服维生素D<sub>3</sub> 3000 U/d; 钙摄入量(饮食与钙剂补充)与不同术式相关, SG、RYGB术后患者剂量要求为1200 ~ 1500 mg/d<sup>[270]</sup>。

(3) 减重术后常规补充350 ~ 1000 μg/d维生素B<sub>12</sub>。对已存在维生素B<sub>12</sub>缺乏的患者, 每日需补充1000 μg直至指标正常, 并以推荐剂量维持。(证据等级B, 强推荐; 同意比例93.4%)

针对中国肥胖者的回顾性研究发现, SG和RYGB术后1年内维生素B<sub>12</sub>缺乏发生率分别为7.3%和25.3%<sup>[265]</sup>。一项回顾性研究评估SG术后维生素B<sub>12</sub>水平, 虽然要求患者每日口服复合维生素, 仍有20%的患者出现维生素B<sub>12</sub>不足, 但无明显临床症状。若额外肌内注射维生素B<sub>12</sub> (1000 μg, 第1个月每周1次, 此后每月1次), 将导致维生素B<sub>12</sub>水平升高。为此美国指南推荐所有减重术后患者每日补充维生素B<sub>12</sub> 350 ~ 1000 μg, 若通过肌内注射或皮下注射补充则为每月1000 μg; 对于存在维生素B<sub>12</sub>不足的患者, 每日需补充1000 μg直至指标正常, 并以推荐剂量维持<sup>[270]</sup>。

(4) 减重术后可按需补充维生素B<sub>1</sub>, 对于已存在维生素B<sub>1</sub>缺乏者, 口服补充剂量为200 mg/d直至症状消失; 若采用静脉或皮下途径补充, 剂量为200 ~ 500 mg/d至症状消失, 口服100 mg/d维持。(证据等级B, 弱推荐; 同意比例94.5%)

一项纳入151例RYGB术后患者的前瞻性研究显示, 维生素B<sub>1</sub>缺乏的发生率达18%, 平均症状出现时间为术后5年, 其中近半数缺乏患者表现为便

秘, 并在补充维生素B<sub>1</sub>后即缓解<sup>[271]</sup>。为此美国指南提出补充维生素B<sub>1</sub>的解决方案<sup>[270]</sup>。

(5) 减重术后应常规监测铁代谢指标, 一旦发生缺铁性贫血应即时补充铁剂与维生素C。(证据等级B, 强推荐; 同意比例95.4%)

Lin等<sup>[265]</sup>研究发现SG和RYGB术后1年内贫血发生率分别为4.8%和22.8%。另有一项研究发现SG术后铁缺乏发生率在3个月达到20.0%, 6个月下降至12.5%, 而在术后1年未发现铁缺乏者, 可能与其长期饮食调整有关<sup>[272]</sup>。减重术后患者需定期监测铁代谢相关指标, 一旦发生缺铁性贫血应及时补充铁剂与维生素C, 药物包括硫酸亚铁、富马酸铁和葡萄糖酸铁, 口服推荐剂量为150 ~ 200 mg/d<sup>[257]</sup>。

问题43: 减重术后如何防止术后减重不足或复重?

减重术后减重不足或复重者的营养干预需调整膳食结构、提高蛋白质比例, 按照本指南推荐的方式改变生活行为。(证据等级A, 强推荐; 同意比例95.8%)

术后减重不足是指减重术后12个月或18个月EWL不足50%<sup>[273]</sup>。复重则指体重成功下降至EWL > 50%后逐渐回升。一项针对30例RYGB术后复重者的研究并进行2个月的限能量管理, 结果显示82.5%的受试者体重下降且体重下降幅度达2.3% ~ 10.8%<sup>[274]</sup>。Lopes Gomes等<sup>[275]</sup>的RCT研究纳入34例RYGB术后复重的女性患者, 进行16周的乳清蛋白补充, 结果显示干预组患者体重和体脂含量均显著下降。Faria等<sup>[274]</sup>对30例术后复重者进行3个月低GI/GL营养治疗, 结果显示86%的患者成功减重, 且超过半数患者的EWL再次顺利达到50%标准。为此多个学会提出以下建议: ①每日进食3次正餐和1 ~ 2次加餐; ②为正餐和加餐预留时间, 降低进食速度并充分咀嚼; ③选择小份量固体食物, 每顿正餐或加餐大约低于250 ml; ④在正餐和加餐中选择固体食物; ⑤避免选择难以咀嚼的食物(即黏稠的、夹生的、多筋的和坚硬的食物); ⑥固体和液体食物进食时间应间隔30 min, 不要在正餐或加餐时进食液体食物, 餐后30 min再饮入液体; ⑦补充推荐的所有维生素和矿物质; ⑧每日预留体力活动时间; ⑨记录每日进食情况; ⑩定期记录体重, 至少每月记录1次,

但每周记录不要超过1次<sup>[276-279]</sup>。

**2.15 医学减重后的体重维持** 有研究表明超重/肥胖成人平均4个月可有效减轻体重的13%，但21个月时约有48%的人发生体重反弹<sup>[280]</sup>。造成体重反弹的因素主要包括不受抑制的进食行为、负面情绪和压力以及对减重困难的消极反应等<sup>[281]</sup>。减重维持与内在动机、社会支持、更好的应对策略和处理生活压力的能力、自我效能感、对生活的责任感以及整体上更强的心理强度和稳定性有关。因此，减重成功后仍需参与长期的综合减重维持计划，并采用传统面对面或互联网等方式进行随访管理<sup>[282,283]</sup>。

**问题44：如何制订减重后维持期的饮食方案？**

(1) 执行3~6个月的限能量HPD更有助于体重维持。(证据等级A，强推荐；同意比例95.4%)

一项多中心RCT研究纳入了8个欧洲国家538例受试者，完成>6个月的随访，结果显示高蛋白质摄入组受试者较正常蛋白质摄入组体重反弹更少<sup>[284]</sup>。Westerterp-Plantenga等<sup>[285]</sup>的RCT研究纳入148例受试者，减重后随机分组进行3个月的体重维持，结果显示额外添加蛋白质组受试者较非添加蛋白质组体重反弹率降低50%，相同能量摄入情况下饱腹感更强。Layman等<sup>[286]</sup>纳入130例受试者采用CRD进行减重后维持，与限能量平衡膳食组相比，限能量高蛋白组受试者对减少脂肪和升高HDL-C水平更有效。此外，Soenen等<sup>[287]</sup>纳入132例受试者，按宏量营养素占比随机分为高蛋白低碳水化合物饮食组、高蛋白正常碳水化合物饮食组、正常蛋白低碳水化合物饮食组和正常蛋白正常碳水化合物饮食组，在3个月减重期和9个月维持期均使用CRD干预，结果表明更好的体重减轻与维持，取决于“高蛋白”而非“低碳水化合物”成分，同时与脂肪占比无关。

(2) 与持续CRD相比，IER在减重后体重维持中的作用并无显著劣势。(证据等级C，弱推荐；同意比例94.9%)

Trepanowski等<sup>[288]</sup>研究纳入100例受试者，随机分配至隔日禁食组、持续限能量组和无干预对照组，试验包括6个月减重期和6个月维持期，结果显示与无干预对照组相比，隔日禁食组和持续限能量组受试者在体重维持期的结果相似。Headland等<sup>[289]</sup>研究纳入332例受试者，随机分为持续限能量组、

隔周限能量组和5+2间歇禁食组，试验包括8周强化期和12个月减重维持期，研究结束时三组受试者体重下降程度相似。

**问题45：减重后应继续随访管理多长时间为宜？**

减重后参与长期(≥1年)综合减重维持计划，更有助于减重维持。(证据等级C，强推荐；同意比例96.6%)

Middleton等<sup>[290]</sup>发表的系统评价和Meta分析纳入了11项研究，结果表明与不随访组相比，减重后进行面对面或电话随访者在17.6个月内额外减轻体重3.2 kg。Dutton等<sup>[291]</sup>针对体重减轻≥5%的108例受试者，随机分为集群管理组和自我管理组进行为期12个月的体重维持计划，结果表明集群管理组受试者体重反弹明显少于自我管理组。

**问题46：如何提高减重维持期生活方式管理的依从性？**

减重维持期通过有效的行为干预策略可提高生活方式管理的依从性并达到良好的减重效果。常见的行为干预策略包括自我监测(体重、饮食和运动等)、目标设定、解决问题和刺激控制等。(证据等级B，强推荐；同意比例96.6%)

有效的行为干预策略能够帮助超重/肥胖者提高认识，增强减重维持的动力和依从性。Madigan等<sup>[292]</sup>研究显示，定期自我称重者较没有定期自我称重者在1年减重维持期体重反弹更少。Wing等<sup>[293]</sup>随机选取314例成功减重者分别采用面对面、互联网方式实施自我监测计划，结果显示包括每日称重的自我监测计划通过面对面方式实施更有助于减少体重反弹。有系统评价也显示与常规护理相比，使用移动设备进行生活方式管理的坚持程度更高，并指出智能手机是有效体重管理的自我监测方法<sup>[294]</sup>。Burgess等<sup>[184]</sup>的系统评价和Meta分析表明，通过目标设定、解决问题和刺激控制等行为干预策略能够改善患者对生活方式管理计划的坚持和依从性。

**2.16 精准营养与医学减重** 随着智能信息技术、遗传学等现代科技的发展，通过收集基于个体基因、环境、生活习惯等信息数据进行分析整合，实现真正意义上的个体、动态化营养方案称为精准营养<sup>[295]</sup>。根据国际营养遗传学与营养基因组学会

(International Society of Nutrigenetic/Nutrigenomics, ISNN) 的建议<sup>[295]</sup>, 精准营养应包括3个层级: 群体层面, 考虑传统的年龄、性别等因素; 个体化层面, 根据个体的人体测量、生化代谢数据、身体活动等营养状况表型信息给予营养建议; 基因营养层面, 根据个体不同基因对食物产生不同反应等信息给予营养建议, 精准营养方案可通过结合饮食习惯、食物行为、身体活动、营养基因组学、代谢组学、微生物、深度表型等方面综合考虑的精准营养罗盘指导实施<sup>[296]</sup>。一项小规模RCT对74例超重/肥胖者分别实施标准减重方案和个体化减重方案32周后, 个体化减重方案减重效果更好<sup>[297]</sup>。另一项Meta分析探究相比于常规教育, 有营养师介入的个体化干预体重下降更显著<sup>[298]</sup>。

近年通过定向营养素和疾病相关基因检测或给予能改善有益肠道菌群的特定膳食可更加精准指导饮食从而增强减重效果。Ramos-Lopez等<sup>[299]</sup>分析了基因表型和环境因素对232例超重西班牙人群低能量饮食的应答, 分别给予低脂和高蛋白两种CRD, 实施16周, 最终多元线性回归模型结果显示, 使用加权后的单核苷酸多态性构建模型可将高蛋白组受试者的腰围下降预测值由6%~10%提高至21%。另一项研究纳入了50例减重失败者, 并进行19个基因中24个变异位点的基因检测, 同时将43例未进行基因检测的人群纳入对照组, 两组人群均接受地中海饮食体重管理, 营养师根据个人基因检测结果调整饮食方案。300 d后基因检测组人群的平均BMI下降更显著<sup>[300]</sup>。但是凭借单基因型指导减重并不理想, 尚需更多的证据支持<sup>[301]</sup>, 而整合多基因型、表型分析等多种因素用于指导减重更具应用前景。

问题47: 实施肥胖相关基因检测是否有利于达到减重目标?

传统方法治疗难以达到减重目标的肥胖者可考虑进行肥胖相关基因检测并进行对应的饮食干预。(证据等级D, 弱推荐; 同意比例90.7%)

脂肪组织和肥胖相关基因(fat mass and obesity associated, *FTO*)被认为是非常重要的肥胖基因, 一项研究对44例*FTO*基因RS9939609变异受试者根据等位基因分型实施限能量代餐食品减重, 结果发现存在A等位基因的受试者在减重、降脂和改善胰

岛素敏感性方面优于不含A等位基因者<sup>[302]</sup>。另一项RCT研究纳入了742例*FTO*基因RS1558902变异的肥胖成人患者, 分别给予4种不同饮食, 发现给予高蛋白饮食更有利于体重减轻以及身体组成和脂肪分布的改善<sup>[303]</sup>。在欧洲进行的Food4Me研究纳入了683例超重患者, 与对照组相比, 基于携带*FTO* RS9939309等位基因AT/AA的超重患者进行个体化干预后体重和腰围降低更明显<sup>[304]</sup>。提示对于传统治疗难以达标的减重者, 可考虑对相关基因进行检测, 以判断其对不同饮食模式、饮食成分、运动类型等的反应, 用于制订更有针对性的精准营养治疗方案。

问题48: 基于肠道菌群的普氏杆菌/拟杆菌(*Prevotella/Bacteroidetes*, P/B)比值分型的强化膳食纤维饮食干预能否作为精准减重的干预方式?

富含膳食纤维的饮食对于高P/B比值人群具有更好的减重效果。(证据等级B, 强推荐; 同意比例94.1%)

46例超重的具有高普氏杆菌丰度的成人受试者食用全谷物食物较精制小麦减重更明显, 而低普氏杆菌丰度者则体重更稳定, 提示肠型可作为肥胖管理中个性化营养的潜在生物标志物<sup>[305]</sup>。对62例腰围增加者, 分别采用纤维/全谷物含量高的新北欧饮食(new Nordic diet, NND)或普通丹麦饮食(average Danish diet, ADD)干预26周后发现, 肠道中P/B比值高者, 采用NND方式减少内脏脂肪含量更显著, 而在P/B比值低的人群中则未观察到差异<sup>[306]</sup>。80例超重者选用500 kcal/d饮食, 配合高微量营养素组合物(钙 $\approx$ 1500 mg/d)或低营养素组合物(钙 $\leq$ 600 mg/d)补充, 持续24周。结果发现与低P/B比值者相比, 高P/B比值者体重下降更显著。同时发现高P/B比值者纤维摄入与体重变化之间的偏相关系数为0.90, 而低P/B比值者偏相关系数仅为0.25, 证实高P/B比值者采用富纤维饮食更容易减重<sup>[307]</sup>。

2.17 运动与医学营养减重 缺乏身体活动是超重/肥胖的重要危险因素之一, 运动的作用是通过增加能量消耗达到负能量平衡。Cheng等<sup>[308]</sup>对11项临床研究进行系统回顾和Meta分析, 结果显示运动可使超重/肥胖女性体重显著降低。Kim等<sup>[309]</sup>纳



入64项RCT研究、5025例肥胖者,结果显示,运动干预对肥胖者BMI、腰围的影响可能较体重、体脂含量更大。Mora-Rodriguez等<sup>[310]</sup>对160例超重/肥胖者进行为期16周的运动干预,结果显示运动组受试者体重、腰围均显著下降。由此可见,运动应作为医学营养减重治疗的重要基石。

问题49:运动减重是否存在剂量-效应关系?

运动减重存在显著的剂量-效应关系。超重和肥胖个体每周至少150 min中等强度运动以达到适度减重的效果;如要达到减重 $\geq 5\%$ 的效果,每周运动时间应达到300 min,运动强度应为中-高强度运动量或运动能量消耗达2000 kcal/周及以上。(证据等级A,强推荐;同意比例95.8%)

《2018韩国肥胖研究学会肥胖管理指南》推荐超重/肥胖者的减重运动量为中等强度,每天30~60 min,每周5 d<sup>[311]</sup>。2019年《欧洲实践指南:初级医疗中成年人肥胖的管理》建议,肥胖者每周应至少进行150 min的中等强度有氧运动,相当于速度5~6 km/h的健步走<sup>[312]</sup>。《ACSM运动测试与运动处方指南》(第9版)建议,对于超重/肥胖的个体,至少应将中等强度的运动从150 min/周(30 min/d)逐渐增加到300 min/周(60 min/d)<sup>[313]</sup>。《美国身体活动指南》建议,每周需要进行至少300 min的中等强度运动以达到减重的目的<sup>[314]</sup>。一项纳入64项RCT研究的系统评价显示,运动与体重、身体成分的变化有显著的剂量-效应关系。每周运动时间超过120 min,对身体成分有显著的改善作用(效应量为中等效应及以上);且中等强度运动对BMI、体脂含量和腰围的改善作用明显高于低强度和高强度运动<sup>[309]</sup>。Slentz等<sup>[315]</sup>关于运动对40~65岁超重/肥胖者干预的RCT研究结果显示,运动与减重、减脂存在显著的剂量效应关系。高剂量/高强度运动[23 kcal/(kg·周),时长207 min,强度65%~80%最大氧耗量]减重和减脂效果显著优于低剂量/中等强度运动[12 kcal/(kg·周),时长203 min,强度40%~55%最大氧耗量]。Reid等<sup>[316]</sup>关于不同运动量对超重/肥胖者影响的RCT研究显示,经不同运动量[(8 kcal/(kg·周)和20 kcal/(kg·周)]干预24周后,20 kcal组受试者减重明显优于对照组。以上研究说明,在不限能量摄入的情况下,每周

150 min的中-高强度运动仅会轻度地减轻体重,很难达到临床减重(体重减少 $\geq 5\%$ )。Donnelly等<sup>[317]</sup>关于运动和减重的剂量效应研究中,以每周运动消耗2000 kcal(400 kcal/次,5 d/周)为目标对超重/肥胖者进行干预,男性的体重减轻较女性更显著。

问题50:采用何种类型的运动方式减重效果最好?

(1)建议以有氧运动结合抗阻训练作为减重的运动方式。(证据等级A,强推荐;同意比例95.8%)

有氧运动通过增加能量消耗、脂肪供能比来减少体内脂肪的蓄积。抗阻运动可通过增加瘦体重的比例提高代谢率或增加肌肉力量来增加身体活动量。高强度间歇运动(high-intensity interval training, HIIT)是以短时间、高强度运动与休息或低强度运动交替进行为特点的运动方式。O'Donoghue等<sup>[318]</sup>进行的Meta分析纳入了45项RCT研究、3566例超重/肥胖者,结果显示干预组(高强度有氧运动+高负荷抗阻运动)受试者的减重效果显著优于对照组和单纯抗阻运动组;减少腹部脂肪、增加瘦体重和改善心肺功能的效果均优于其他任何运动方式。Willis等<sup>[319]</sup>为期8个月的STRIDE AT/RT研究结果显示,有氧运动组与有氧运动+抗阻运动组受试者减重和减脂效果显著优于单纯抗阻运动组;而有氧运动+抗阻运动组与抗阻运动组受试者增加瘦体重的效果均显著优于单纯有氧运动组。此外,Schroeder等<sup>[320]</sup>比较了相同运动时间的有氧运动组、抗阻运动组和有氧运动+抗阻运动组超重/肥胖者的效果,结果显示有氧运动组受试者体成分改善效果最好,抗阻运动组受试者表现为下肢肌力显著改善,但体重反而增加0.9 kg,有氧运动+抗阻运动组受试者上、下肢肌力和瘦体重均显著增加。

(2)与中等强度连续运动(moderate-intensity continuous training, MICT)相比,HIIT可作为减重、减脂和提高心肺功能的有效运动方式,并且具有时效优势。(证据等级C,弱推荐;同意比例95.4%)

Türk等<sup>[321]</sup>的关于高强度运动的Meta分析结果显示,高强度运动在减轻体重、降低BMI和缩小腰围方面与MICT比较差异均无统计学意义,但在改善运动心肺能力和减脂方面效果更好,尤其

是HIIT。Viana等<sup>[322]</sup>比较HIIT和MICT减脂效果的Meta分析显示,两种运动方式均能显著降低体脂含量和降低绝对脂肪量,但对于降低绝对脂肪量,HIIT较MICT更有优势。Su等<sup>[323]</sup>的Meta分析结果显示,HIIT和MICT均有显著降低体重、BMI、体脂含量和提高最大氧耗量的作用,但HIIT改善运动心肺能力的效果更好。Türk等<sup>[321]</sup>和Jelleyman等<sup>[324]</sup>的Meta分析报道,HIIT能够节省约40%的运动时间,提示HIIT更具时效性优势。

问题51:一次持续性运动和累积性运动的减重效果是否相同?

对于运动依从性较差的个体,可利用零碎时间累积多次短时运动,在运动量相同的情况下,减重效果甚至优于一次连续长时间运动。(证据等级B,弱推荐;同意比例92.4%)

Murphy等<sup>[325]</sup>的系统评价纳入19项研究、1080例受试者,结果显示,比较累积性运动和持续性运动对心肺功能或血压的影响比较差异均无统计学意义。但有5项研究的结果支持累积性运动对体重的干预效果较持续性运动更好;而与一次持续运动150 min相比,每天多次运动且累积运动超过150 min对体脂含量的影响较小。Madjd等<sup>[326]</sup>进行了为期6个月的RCT研究,每周运动300 min,6 d/周,一组为每天一次性运动50 min,另一组为每次运动25 min、每天2次,结果显示每次运动25 min、每天2次的减重效果明显优于每天一次性运动50 min。Alizadeh等<sup>[327]</sup>的RCT研究也支持该结论。

2.18 心理治疗与医学营养减重 流行病学调查显示双相情感障碍患者的超重/肥胖患病率约为30%,精神分裂症和抑郁障碍患者的超重/肥胖患病率则分别为30%~70%和20%~50%<sup>[5,328,329]</sup>。部分抑郁障碍患者可能通过反复进食来暂时缓解心情低落,长此以往会使患者摄入营养过剩而促进其体重增加,而肥胖症所导致的体型和外观变化及其躯体并发症又会带来自卑、自责等负性心理感受,诱发抑郁障碍的同时也会进一步加重患者的过量进食行为<sup>[330-334]</sup>。焦虑症状也认为与肥胖相关性较高,但研究的异质性较大<sup>[330,335-337]</sup>。另一类与肥胖相关性较高的精神异常是暴食症,这是一种以长达数月反复发作难以主观自控的暴食行为(每周1次以上)

为主要表现的饮食失调类精神疾病,常伴有自责、罪恶感等心态,也常与双相障碍、抑郁障碍和焦虑障碍等共病<sup>[338]</sup>。WHO对14个中高收入国家暴食症的调查数据显示,有41.7%的暴食症患者达到肥胖程度<sup>[339]</sup>。我国的一项调查发现,肥胖症人群中有25.4%者伴有暴食症<sup>[340]</sup>。

心理治疗通过改善患者不健康饮食习惯的心理因素,能够更好地贯彻减重饮食方案和行为训练,从而对控制体重和降低BMI发挥增效作用。很多国家的减重指南均已将心理治疗纳入常规的减重措施<sup>[5,341]</sup>。

问题52:哪些患者在医学减重过程中应进行心理治疗?

伴有精神障碍,特别是焦虑、抑郁情绪和暴食行为等症状的肥胖者,应在医学减重中配合心理治疗。(证据等级B,强推荐;同意比例95.8%)

Dawes等<sup>[342]</sup>的Meta分析发现,接受减重手术者中分别有19%共病抑郁症、17%共病暴食症。Hjelmæsæth等<sup>[343]</sup>对28例接受减重手术者进行术后4年的长期随访,发现当其伴有轻至中度抑郁症时,进行认知行为治疗后对其远期预后有更积极的影响。Munsch等<sup>[344]</sup>对80例暴食症患者开展认知疗法和行为减重的RCT研究发现,认知治疗组患者的暴食行为可更快地改善,但是行为减重组患者的BMI可以更快降低。在12个月的远期随访中,两种治疗方式间没有显著性差异。Grilo等<sup>[345]</sup>将90例暴食症患者随机分配至认知行为治疗组、行为减重组和空白对照组进行为期12周的干预,结果发现认知行为治疗组患者的依从性和对暴食行为的改善最好,但是在短期内降低BMI方面并无优势。

问题53:认知治疗能否协助患者进行医学减重?

认知治疗能够协助治疗暴食症所致肥胖,还可以整合其他心理治疗方法,如人际关系治疗、正念治疗等共同进行。(证据等级B,弱推荐;同意比例94.1%)

目前支持认知行为治疗减重的有效性证据是充分的<sup>[346-348]</sup>。有多项研究证实认知行为治疗可有效缓解暴食行为<sup>[344,345,349]</sup>。然而,Wilfley等<sup>[350]</sup>研究发现,人际关系治疗与认知行为治疗对改善暴食症患者症状具有等效作用。此外,近年来正念治疗减重领域

中的应用证据在也与日俱增。Spadaro等<sup>[351]</sup>研究显示,在传统行为减重计划基础上增加正念疗法6个月,可以培养更好的进食习惯,并降低参与者的平均体重。Daubenmier等<sup>[352]</sup>对194例肥胖受试者研究发现,正念训练可在18个月内有效降低体重。Kristeller等<sup>[353]</sup>对150例伴有肥胖的暴食症患者开展正念饮食觉知训练和心理教育/认知行为疗法干预,结果发现正念饮食觉知训练可以减少95%的暴食行为,与认知行为疗法效果相当。Carrière等<sup>[354]</sup>和Rogers等<sup>[355]</sup>先后进行的Meta分析均证实正念治疗可以有效降低BMI,但其长期效果仍存在较大的差异。Sala等<sup>[356]</sup>的Meta分析证实正念与进食障碍的精神病理学呈负相关,为正念减重提供了理论依据。

**2.19 医学营养减重与保健成分** 在医学营养减重的临床实践过程中,经常面对各种宣称具有辅助减重和改善相关指标的保健成分。虽然当前我国保健食品市场存在质量参差不齐、鱼龙混杂的情况,但是保健食品在改善人民体质、减少公共医疗费用开支、促进国民经济可持续发展等方面,仍发挥着不可替代的作用。因此,在较高质量循证医学证据的支持下,保健成分应当在临床实践中被理性地认识和科学严谨地应用。本指南针对鱼油、中链甘油三酯(medium-chain triglyceride, MCT)、左旋肉碱、抗性淀粉(resistant starch, RS)4种保健成分,全面检索了其在医学营养减重中的相关临床研究,进行资料提取、分析与证据评级,以期能够为合理选择和应用保健成分提供依据。

**2.19.1 鱼油** 鱼油是从鱼或鱼副产物中提取的脂质成分,因其富含二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid, EPA)和二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid, DHA)等多种长链多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acid, PUFA)而受到广泛关注<sup>[357]</sup>。EPA和DHA是人体必需脂肪酸,缺乏EPA和DHA会对人体造成损害或导致功能性障碍。人体可通过饮食摄入或补充 $\alpha$ -亚麻酸后在体内代谢转化为DHA与EPA,但通常转化率较低。因此,人体可通过补充适量的鱼油以达到最佳的健康获益、维持正常的细胞代谢和生理功能<sup>[358]</sup>。近年来,研究人员对鱼油的作用进行了深入研究,发现适量补充鱼油可以预防心血管疾病<sup>[359]</sup>、糖尿病<sup>[360]</sup>、癌症、精神疾病、

关节炎等健康问题。

**问题54: 鱼油作为膳食补充剂,是否有助于超重/肥胖者获得更好的减重效果?**

单独应用鱼油制剂对超重/肥胖者体重和体脂的改善作用证据不足,但可能改善腰围、腰臀比及血脂谱指标。(证据等级B,弱推荐;同意比例94.9%)

Du等<sup>[361]</sup>纳入21项RCT研究、1652例成人超重/肥胖者的系统评价显示,单独摄入鱼油或鱼油配合饮食及运动的减重方案对体重没有改善,但鱼油配合减重饮食可显著降低腰围和腰臀比。Huerta等<sup>[362]</sup>的RCT研究结果显示,在健康超重/肥胖女性中使用EPA配合CRD干预10周后,与单独CRD相比,没有显著降低体重,但是降低了腰臀比。Huang等<sup>[363]</sup>的一项RCT研究表明,与单纯减重餐比较,鱼油配合减重餐在减重和腰围方面并无优势,但在CRD干预的基础下,肥胖者每天补充1.4~4.2 g鱼油,或每周食用3次水产鱼(150 g鳕鱼或鲑鱼),可改善血脂并降低心脑血管疾病发生风险<sup>[364,365]</sup>。Munro等<sup>[366]</sup>的RCT研究也证明了补充鱼油(4.2 g/d)结合CRD对肥胖者的体重和血脂均有改善作用。

鱼类和膳食补充剂均可作为鱼油的良好来源。《美国膳食指南(2015—2020)》建议成人每周至少使用8盎司(约250 g)各种鱼类,相当于每天至少摄入250 mg EPA和DHA<sup>[367]</sup>。同时美国FDA建议,所有来源的EPA + DHA摄入每天不超过3 g,膳食补充剂不超过2 g<sup>[368]</sup>。《中国居民膳食指南(2016)》建议,每天吃鱼40~75 g,每周吃鱼280~525 g<sup>[369]</sup>。而且,调查数据显示中国居民的 $\omega$ -3 PUFA摄入量远低于推荐水平<sup>[370,371]</sup>。

**2.19.2 MCT 与长链甘油三酯(long-chain triglyceride, LCT)相比,**MCT具有独特的生理生物学特性<sup>[372]</sup>。MCT通过门静脉系统被吸收,不会在肠细胞中重新合成甘油三酯,并且它在线粒体内转运不需要线粒体 $\beta$ -氧化的限速酶——肉碱棕榈酰转移酶(carnitine palmitoyltransferase, CPT)<sup>[373]</sup>,更易被 $\beta$ -氧化,从而不易在脂肪组织和肝组织中累积。MCT主要存在于椰子油(占比约58%)、棕榈仁油(占比约54%)等<sup>[374]</sup>。

**问题55: MCT是否可以帮助超重/肥胖者减重?**



适量补充MCT,且连续使用12周以上,可能有助于超重/肥胖者减重。(证据等级C,弱推荐;同意比例92.0%)

Mumme等<sup>[374]</sup>纳入13项研究、749例受试者的系统评价和Meta分析表明,摄入MCT可能会降低受试者的体重和腰围。Han等<sup>[375]</sup>的一项RCT纳入40例中国超重T2DM患者,MCT组患者食用MCT 18 g/d,LCT组患者食用玉米油18 g/d,干预90 d,结果表明MCT组患者的体重和腰围均显著降低。St-Onge等<sup>[376]</sup>的一项RCT纳入24例肥胖男性,MCT组受试者饮食中添加脂肪的2/3来自MCT,LCT组受试者则摄入橄榄油。研究结果表明,MCT组受试者体重和上身脂肪组织均显著降低。该作者后续对比摄入含MCT的减肥饮食和以橄榄油形式提供LCT的减肥饮食对体重和体成分的影响,纳入49例肥胖者,干预16周,结果表明,MCT组受试者体重下降较LCT组更显著<sup>[377]</sup>。

**2.19.3 左旋肉碱** 左旋肉碱是一种具有生物活性的类维生素营养素,化学名称为左旋-3-羟基-4-三甲胺丁酸盐。除在肝脏和肾脏合成外,膳食中主要从动物性食物中摄取,其中红肉类和乳制品是左旋肉碱的良好来源。研究表明,左旋肉碱可通过将长链脂肪酸转运至线粒体而在脂质代谢中发挥重要作用<sup>[378]</sup>,还可能直接作用于下丘脑,从而降低食欲和食物摄入量<sup>[379,380]</sup>。我国《食品营养强化剂使用标准GB14880-2012》规定左旋肉碱为食品营养强化剂,可将其应用于果蔬汁饮料、含乳饮料、固体饮料等饮料类产品。

**问题56:左旋肉碱是否可以减重和改善体成分?**

每天摄入左旋肉碱2~3 g,摄入8周以上可能有助于减重。(证据等级C,弱推荐;同意比例89.5%)

Askarpour等<sup>[381]</sup>的系统评价纳入43项RCT研究、2703例健康肥胖受试者,研究左旋肉碱对人体体成分的影响。结果显示,单独补充左旋肉碱或联合生活方式干预均可显著降低体重和BMI;亚组分析结果显示,单纯补充左旋肉碱还可显著缩小肥胖者的腰围;非线性剂量反应关系表明,随着左旋肉碱摄入量的增加,BMI有进一步下降趋势,较多证据支

持每天摄入2~3 g左旋肉碱有助于减重;BMI降低量与疗程存在非线性相关关系,提示干预8~10周效果较好。Talenezhad等<sup>[382]</sup>的系统评价探究补充左旋肉碱对体重的影响,结果显示摄入左旋肉碱相比对照组能显著降低体重和BMI,对腰围则无明显影响。杨敏等<sup>[383]</sup>发表系统评价显示,与对照组相比,补充左旋肉碱组受试者减重更有效、BMI降低显著,同时在降低腰臀比方面也有优势。

**2.19.4 RS** RS是一类无法被小肠吸收利用,但在结肠可被大肠菌群发酵或部分发酵的营养物质<sup>[384,385]</sup>,主要包括5种类型:RS1、RS2、RS3、RS4和RS5。某些天然食物含有RS,如马铃薯、玉米、莲子、大米等,其中高直链玉米淀粉含RS高达60%。在芽孢杆菌产生的环糊精葡萄糖基转移酶作用下,直链淀粉可生成一系列环状低聚糖,总称 $\alpha$ -环状糊精,能与膳食脂肪形成一种稳定的复合物,降低脂肪的吸收和生物利用度<sup>[386]</sup>。

**问题57:减重期间摄入RS是否可以改善超重/肥胖者的减重效果、血糖、胰岛素和血脂等指标?**

减重期间摄入RS可能有助于改善超重/肥胖者的体重和体成分,同时还有助于改善血脂、血糖水平和胰岛素敏感性。(证据等级C,弱推荐;同意比例94.5%)

Nichenametla等<sup>[387]</sup>的RCT研究纳入86例受试者干预26周,在面粉中添加30%(v/v)RS4未能显著改善受试者的体重和BMI,但可显著提高瘦体重、降低体脂含量;同时显著降低非代谢综合征受试者的体脂含量和腰围,以及代谢综合征患者的TC、非HDL和HDL-C水平,但对空腹血糖、餐后血糖、LDL-C和TG水平未见显著改善。Comerford等<sup>[388]</sup>的RCT研究显示,每日摄入6 g  $\alpha$ -环状糊精可显著降低体重,但对体脂含量无显著改善;同时可显著降低TC和LDL水平,但对血糖、空腹胰岛素、血清瘦素、HDL、TG、载脂蛋白B水平和TC/HDL比值无显著改善。Johnstone等<sup>[389]</sup>进行了一项RCT研究,在21 d高蛋白减重饮食结束后,将受试者随机分为两组,一组继续采用维持体重的饮食方案,另一组添加RS3,结果显示两组受试者空腹血糖水平显著降低,腰围、臀围、血脂水平均无显著改善。Johnston等<sup>[390]</sup>的一项RCT研究结果显示,摄入RS2(40 g/d)可显

著提高代谢综合征患者胰岛素敏感性,但对HOMA则无显著改善。

## 2.20 医学营养减重与饮料

**2.20.1 咖啡与医学营养减重** 咖啡因是天然存在的生物碱,低至中等剂量的咖啡因可能通过增加去甲肾上腺素和多巴胺释放,进而刺激几个脑区的神经元活动<sup>[391]</sup>,也可能通过抑制磷酸二酯酶和拮抗腺苷对去甲肾上腺素释放来增加脂肪氧化<sup>[392]</sup>。绿咖啡豆是指未烘焙的成熟或未成熟的咖啡豆,是多酚的丰富来源,含有大量的绿咖啡豆提取物(green coffee extraction, GCE)。绿原酸(chlorogenic acid, CGA)是GCE中具有抗氧化特性的主要酚类成分,食用GCE或CGA可能产生抑制脂肪累积<sup>[393]</sup>、降低体重和血压的作用,并通过减少肠道吸收来调节餐后葡萄糖代谢<sup>[394]</sup>。甘露寡糖是咖啡的另一种提取物,可能通过减少内脏脂肪和皮下脂肪以利于身体成分的改善<sup>[395]</sup>。

**问题58:咖啡或咖啡提取物饮料是否可以帮助减重?**

咖啡或咖啡提取物饮料可能有助于体重减轻、体脂减少,并有助于保持减重效果。(证据等级C,弱推荐;同意比例86.9%)

一项系统评价纳入13项研究、606例参与者,干预时间4~36周。结果显示,与每天摄入1 mg/kg咖啡因相比,每天摄入2 mg/kg咖啡因者体重减少22%,BMI降低17%,体脂含量下降28%<sup>[396]</sup>。另一项系统评价研究纳入13项研究,随访1~12周,每日推荐的GCE剂量为46~6000 mg,结果显示受试者BMI显著降低,而体重和腰围则无明显变化<sup>[397]</sup>。一项RCT研究纳入60例超重/肥胖者,比较持续6周单纯能量转换饮食(calorie shifting diet, CSD)和CSD+咖啡因[口服5 mg/(kg·d)]的效果,结果显示CSD+咖啡因组受试者体重和体脂含量降幅更大<sup>[398]</sup>。减重后维持4周的观察发现,CSD+咖啡因组受试者体重仍有进一步下降趋势。

Sarria等<sup>[399]</sup>对年龄18~45岁、BMI 18~25 kg/m<sup>2</sup>的胆固醇正常和高胆固醇血症的男性和女性进行了交叉RCT研究,50%的受试者喝咖啡产品,50%喝对照饮料,为期8周。经过3周的洗脱期,再换用另一种饮料观察8周。结果显示两组受试者饮用咖啡

后收缩压和舒张压均显著下降;瘦素、纤溶酶原激活物-1和抵抗素也有所降低。高胆固醇血症患者以上指标的下降幅度更大。一项RCT研究纳入60例超重者,服用咖啡提取物中的甘露寡糖(4 g/d),配合减肥饮食并使用磁共振成像评估脂肪组织分布,结果显示服用甘露寡糖饮料的男性体重下降幅度大于服用安慰剂饮料的男性,总脂肪组织、皮下脂肪组织和内脏脂肪组织的减少幅度也更大<sup>[395]</sup>。

**2.20.2 甜味剂与医学营养减重** 过量糖摄入是现代生活导致肥胖的饮食因素之一。蔗糖的替代品较以往任何时候都受到更多的关注。开发经济、安全的甜味剂来取代糖是非常必要的。

**问题59:饮用含蔗糖或人工甜味剂的饮料对体重和血糖产生何种影响?**

摄入大量含蔗糖饮料更容易增加能量摄入、体重、脂肪量。人工甜味剂则可能有助于减轻体重,但其长期安全性仍有待评估。(证据等级B,弱推荐;同意比例91.1%)

Raben等<sup>[400]</sup>随机分组比较摄入蔗糖与人工甜味剂对超重者食物摄入量和体重的影响,结果显示,蔗糖组受试者体重和脂肪量增加,而人工甜味剂组受试者则显著减少,组间比较差异均有统计学意义。Raben等<sup>[401]</sup>分别使用蔗糖和人工甜味剂进行RCT研究,受试者分别食用含蔗糖(2 g/kg)或人工甜味剂的饮料或固体食物,其余饮食自由选择,结果显示蔗糖组受试者葡萄糖、胰岛素、乳酸、甘油三酯、瘦素、胰高血糖素和GLP-1水平均显著高于人工甜味剂组。选取154例超重或肥胖成人比较摄入4种低聚糖和蔗糖对体重、摄食行为和糖耐量的影响。受试者被随机分配饮用含5种甜味剂(蔗糖、糖精、阿斯巴甜、莱鲍迪苷A或三氯蔗糖)中的任1种饮料,连续饮用12周。结果显示,蔗糖和糖精组受试者体重均显著增加,而阿斯巴甜、莱鲍迪苷A和三氯蔗糖组受试者体重均无显著变化<sup>[402]</sup>。

**问题60:非营养性甜味剂(non-nutritive sweeteners, NNS)对肥胖者是否有减重作用?**

与蔗糖饮料相比,NNS饮料对肥胖者有一定减重作用,但仍推荐水作为减重者的常规饮品。(证据等级B,强推荐;同意比例92.4%)

一项纳入20项研究、2914例肥胖者的系统回顾

和系统评价结果表明,干预时间至少持续4周,与未使用NNS的受试者相比,使用NNS的受试者体重/BMI下降,用NNS代替蔗糖可减轻体重,特别是对不愿限制饮食的超重/肥胖者<sup>[403]</sup>。为探讨低热量甜味剂L-阿拉伯糖对人体空腹血糖、餐后血糖及血糖耐受水平的影响,选取22~24岁志愿者50名随机分为5组(L-阿拉伯糖:蔗糖分别为:3:97、5:95、10:90、100:0和0:100)。结果显示3%的L-阿拉伯糖即能抑制血糖水平,5%~10%的配比则能显著降低餐后血糖,100%与10%配比结果则无统计学意义<sup>[404]</sup>。Madjd等<sup>[405]</sup>选取了71例超重/肥胖女性,将其随机分为两组,一组受试者午餐后用一杯水代替习惯性的减肥饮料摄入,另一组受试者午餐后喝一次减肥饮料,两组受试者均可自由饮水,但不允许饮用减肥饮料。24周后两组受试者体重均显著下降,但饮水组受试者BMI下降幅度大于减肥饮料组。一项RCT研究纳入148名护士并随机分为三组:不允许饮用含糖饮料,只允许饮用白开水、茶或无糖咖啡;允许饮用含无热量甜味剂的饮料;以及对含糖饮料无限制。结果显示不喝含糖饮料组受试者的体重、臀围和钠摄入量均有更大程度地降低;相比之下,喝无热量甜味剂组受试者体重降低小于前者,且碳水化合物的摄入量也有增加趋势<sup>[406]</sup>。

Peters等<sup>[407]</sup>在一项为期1年的行为减肥治疗计划中选取303例肥胖者,评估水与添加了NNS的饮料对体重的影响,结果显示1年后NNS饮料组受试者体重下降更显著。

### 3 特殊人群部分

**3.1 重度肥胖者的医学营养减重** BMI  $\geq 37.5 \text{ kg/m}^2$  时(或存在合并疾病的情况下BMI  $\geq 32.5 \text{ kg/m}^2$ )称为重度肥胖,健康风险会随体重增加而升高。减轻体重有助于降低并发症发生风险<sup>[408,409]</sup>。重度肥胖个体应接受包括强化的综合性生活方式干预、药物治疗和代谢手术在内的积极治疗。尽管代谢手术仍然是减重和维持减重效果以及改善合并症和死亡率的最有效方法<sup>[410,411]</sup>,但仍建议将生活方式干预作为实现减重和治疗与肥胖相关合并症的基础方法。由于重度肥胖者可能存在多种合并症,如高血压、高脂血症、糖尿病、痛风、睡眠呼吸暂停综合

征等,应由MDT团队共同参与,评估其整体风险、治疗意愿、既往减重病史、膳食习惯、运动习惯与活动能力以及心理/精神状态,制订个体化治疗计划。多项研究证实,在MDT管理下,6~24个月内超过22%的重度肥胖者可以减重5%以上<sup>[412,413]</sup>。在一项纳入32项RCT研究的系统评价中,将体重管理计划与常规护理或主动控制进行了比较,证实主动控制干预组重度肥胖者减重效果最佳并具有成本效益<sup>[414]</sup>。

**问题61: 重度肥胖者如何设定营养干预的目标能量?**

重度肥胖者减重期间的每日摄入量可设定为能量减少400~600 kcal/d或执行低能量摄入模式(800~1200 kcal/d)。(证据等级C, 强推荐; 同意比例94.5%)

多项研究证实每日摄入能量800~1200 kcal是安全且有效的,包括采用代餐食品。DROPLET研究采用每日提供810 kcal的代餐食品作为唯一能量摄入来源,干预8周后改为CRD并延续至12个月,138例重度肥胖者在研究结束时平均体重减轻10.7 kg,且在心血管和代谢风险的生物标志物方面有较大改善。重度肥胖者可根据估算体重 $\times 22 \text{ kcal} \pm 20\%$ ,计算出维持体重的能量需求,在此基础上每日减少400~600 kcal能量摄入,可在初始减重时达到体重减轻约0.5 kg/周的效果,但随着非脂肪组织的减少,机体对能量变化的反应会减弱,需要增加能量消耗或进一步限制能量摄入来继续减重<sup>[125,415]</sup>。

**问题62: 极低能量代餐食品能否应用于重度肥胖者?**

在MDT团队规律监测、严密随诊的条件下,可短期选择极低能量代餐食品( $< 800 \text{ kcal/d}$ )作为重度肥胖者的营养干预方案。(证据等级B, 弱推荐; 同意比例91.6%)

19项RCT研究使用 $\leq 800 \text{ kcal/d}$ (400~800 kcal/d)的极低能量代餐作为重度肥胖者干预措施的一部分,干预4~12周,总随访期为12个月,与其他干预措施(18项RCT)或常规护理(1项RCT)对照组比较,极低能量代餐组受试者体重减轻更多,在降低舒张压、HbA<sub>1c</sub>、空腹血糖水平和减轻骨关节炎症状等方面均优于对照组,但24个月时,两组间



则无明显差异。极低能量代餐组受试者常见的不良反应为便秘、胃肠胀气、头晕、易感冒、头痛、乏力、肌无力等<sup>[221,416-432]</sup>。

**3.2 围孕期管理与医学营养减重** 中国育龄女性超重率和肥胖率分别达到25.4%和9.2%。其中仅有34.9%的女性能够正确自我判定超重或肥胖,仅17.1%的女性采取体重控制措施<sup>[433]</sup>。孕前肥胖会增加早期流产和反复流产的风险<sup>[434,435]</sup>,同时母亲孕前和孕期肥胖均增加孕期并发症和不良妊娠结局风险<sup>[219]</sup>。对超重/肥胖孕妇进行生活方式干预可改善孕期增重和妊娠结局<sup>[436]</sup>。合理的饮食干预可以减少孕期增重<sup>[437,438]</sup>,但对妊娠结局的改善作用并不一致<sup>[439-442]</sup>,孕前减重是改善肥胖女性生育能力的有效手段,能有效提高自然受孕率<sup>[443]</sup>,但短时间大幅度减重并不能增加活产率<sup>[444]</sup>。肥胖女性孕前减重后接受辅助生殖治疗的妊娠率和活产率均有所提高<sup>[445,446]</sup>。

**问题63:综合干预可以改善超重/肥胖孕妇的孕期增重吗?**

对超重/肥胖孕妇实施包含饮食干预在内的生活方式干预(个性化饮食指导、低GI饮食、DASH饮食等)可改善孕期增重。(证据等级B,强推荐;同意比例96.6%)

一项Meta分析纳入4项RCT研究共537例肥胖孕妇,结果显示强化饮食干预能更有效地减少孕期增重<sup>[437]</sup>。另一项纳入21项RCT研究的Meta分析,仅有4项研究涉及超重或肥胖孕妇,共719人进行了健康饮食干预,显示孕期增重显著下降<sup>[438]</sup>。

一项多民族、多中心RCT研究对1555例肥胖孕妇进行低GI饮食加体力活动干预,结果显示干预组孕妇孕期增重显著减少<sup>[439]</sup>。一项纳入520例超重孕妇的RCT研究结果显示,低GI饮食组孕妇孕期增重显著低于对照组<sup>[447]</sup>。一项探讨孕期低GI饮食能否改善妊娠糖尿病高危人群妊娠结局的研究中,超重孕妇亚组分析显示干预组孕妇孕期增重显著低于对照组,但肥胖孕妇亚组则无显著差异<sup>[448]</sup>。Zhang等<sup>[449]</sup>分析了低GI饮食对孕妇妊娠结局和新生儿胰岛素抵抗的影响,结果显示低GI饮食组与对照组孕妇的孕期增重比较差异无统计学意义。Vesco等<sup>[450]</sup>探讨DASH饮食对肥胖孕妇孕期增重和妊娠结局的

改善作用,结果显示,与对照组相比,干预组孕妇孕期增重较少,这与Van Horn等<sup>[442]</sup>的研究结果类似。H Al Wattar等<sup>[451]</sup>针对205例具有代谢危险因素(肥胖、慢性高血压或高甘油三酯血症)的多中心RCT研究显示,地中海饮食可减少孕妇体重增加。

**问题64:超重/肥胖女性孕期补充维生素D可以改善妊娠结局吗?**

超重/肥胖女性孕期存在维生素D缺乏高风险,应加强孕期检测。补充高剂量维生素D可能改善妊娠结局。(证据等级D,弱推荐;同意比例94.9%)

孕前BMI增加将增加维生素D缺乏症的发生风险,BMI从22 kg/m<sup>2</sup>增加至34 kg/m<sup>2</sup>,孕妇和新生儿维生素D缺乏症的发生率分别增加2倍和2.1倍。一项前瞻性队列研究发现,肥胖女性预防性服用高剂量维生素D可有效抑制体重增长,提高维生素D水平,改善妊娠结局和新生儿结局,且并不影响其内分泌代谢<sup>[452]</sup>。

**3.3 儿童和青少年肥胖者与医学营养减重** 《中国儿童肥胖报告》指出我国儿童的超重/肥胖率不断攀升。1985—2005年,我国大城市0~7岁儿童肥胖检出率由0.9%增至3.2%;1985—2014年,7岁以上学龄儿童肥胖率由0.5%增至7.3%。若不采取有效干预措施,2030年我国0~7岁儿童肥胖检出率将达到6.0%,肥胖儿童数将增至664万人;7岁及以上学龄儿童超重/肥胖检出率将达到28.0%,超重/肥胖儿童数将增至4948万人。儿童肥胖可能出现包括心血管系统、皮肤、内分泌系统、消化系统、神经系统、骨骼系统、心理和肺部健康的异常。持续的饮食管理和有效运动是肥胖儿童的长期管理模式。营养治疗为肥胖儿童和青少年首选的一线治疗方式,但管理模式不同于成人,在限能量的同时还要保障其正常生长发育,肥胖儿童和青少年减重膳食三大营养素比例建议按照《中国居民膳食指南(2016)》推荐饮食结构,碳水化合物50%~60%,脂肪20%~30%,蛋白质15%~25%,由MDT团队(包括内分泌医生、营养医生/营养师、运动专家、心理医生等)以及更多的家庭、学校及社会参与。

**问题65:超重/肥胖儿童和青少年宜采用何种营养减重方式?**

CRD对超重/肥胖儿童和青少年控制体重有益。在保证正常生长所需能量的前提下,减少能量供给,但不建议采用极低能量饮食。(证据等级B,强推荐;同意比例95.4%)

李明伟等<sup>[453]</sup>给予诊断单纯性肥胖的青少年营养干预,营养治疗前、中、后期分别对受试青少年进行膳食调查,确定饮食能量,使每日能量摄入按一定梯度阶段性递减,蛋白质、脂肪和碳水化合物的摄入量各占总能量的25%、30%和45%。结果显示,3个月后营养干预组青少年BMI和血脂水平均显著低于对照组。张耀东等<sup>[454]</sup>短期干预8~14岁肥胖儿童饮食,在保证正常生长所需能量的前提下,减少能量供给,以富含纤维食物为主,避免食用高能量、高脂肪食物,主食量稍加控制,经过3周干预,肥胖儿童体重、腰围、臀围、BMI、体脂含量较干预前均显著降低。

Andela等<sup>[455]</sup>检索24项临床研究,在5~18岁肥胖儿童中实施极低能量饮食,持续干预3~20周后,体重较对照组显著下降。但对于极低能量饮食的安全性仍应进行长期随访,全面监测所有不良事件。Sondike等<sup>[456]</sup>对比LCDs和低脂饮食在肥胖儿童和青少年中的影响,12周后LCDs组受试者体重下降更多,但LDL-C水平则无明显改善。

问题66:超重/肥胖儿童和青少年减重过程中是否需要补充维生素D及钙?

超重/肥胖儿童和青少年维生素D缺乏率高,减重过程中可能需要加倍补充才能使血清维生素D维持在正常水平。建议保证充足的膳食钙摄入。(证据等级C,弱推荐;同意比例94.9%)

一项研究招募了18例肥胖和18例非肥胖青少年,研究结果显示25(OH)D<sub>3</sub>不足率分别为78%和61%,12周内每天给予2000 U维生素D<sub>3</sub>,结果显示,肥胖青少年25(OH)D<sub>3</sub>水平增加,缺乏率显著降低<sup>[457]</sup>。另一项RCT研究给予肥胖青少年每天补充1000 U或5000 U维生素D<sub>3</sub>,持续3个月后,5000 U组25(OH)D<sub>3</sub>≥20 ng/ml的受试者占83%,1000 U组为30%;5000 U组25(OH)D<sub>3</sub>≥30 ng/ml的受试者占50%,1000 U组为0<sup>[458]</sup>。

Tylavsky等<sup>[459]</sup>研究调查了186例有超重/肥胖风险的非裔美国青少年钙摄入量对身体成分的作用,

与钙摄入量≥600 mg/d的女性相比,钙摄入量<300 mg/d的女性脂肪百分比更高,其他矿物质和维生素摄入量低。Nappo等<sup>[460]</sup>对6696例儿童进行6年随访,结果显示基线钙摄入量较高的男孩BMI、腰围和脂肪质量指数z值增幅较低,女孩中仅观察到腰围z值增幅较低;而在非乳制品钙和肥胖指数之间没有观察到关联。

问题67:超重/肥胖儿童和青少年如何运动更能有效减重?

对于超重/肥胖儿童和青少年,每天至少60 min中-高强度有氧运动,其中每周至少有3 d高强度有氧运动,每周2~3次抗阻运动和骨骼负重运动。(证据等级B,强推荐;同意比例97.2%)

WHO《关于身体活动有益健康的全球建议》推荐,5~17岁儿童和青少年每天至少应有60 min中-高强度身体活动以维持健康和生长发育,大于60 min以获得更多的健康效益;同时,每周至少应进行3次高强度身体活动,包括强壮肌肉和骨骼的活动等<sup>[461]</sup>。2018年《美国身体活动指南》建议,6~17岁的青少年每天应进行至少60 min的中-高强度身体活动,以有氧运动为主,并且包括每周3 d的较大强度体力活动、抗阻运动和骨骼负重运动<sup>[314]</sup>。Stoner等<sup>[462]</sup>的Meta分析纳入20项研究、1091例超重/肥胖青少年,结果显示运动干预可减轻体重,且运动量与体重减轻量之间存在正线性关系。Lee等<sup>[463]</sup>的研究显示,有氧运动组、抗阻运动组和同步运动组受试者的总脂肪量减少相似。Sigal等<sup>[464]</sup>对304例肥胖青少年研究发现,同步训练、有氧运动、力量训练的体脂含量下降比较差异无统计学意义。

问题68:以家庭为中心的治疗在儿童和青少年超重/肥胖治疗中是否发挥重要作用?

以家庭为中心的综合减重方式对于超重/肥胖儿童和青少年在改善健康和社会认知方面具有积极影响。(证据等级B,强推荐;同意比例96.2%)

Sweeney等<sup>[465]</sup>的前瞻性RCT研究纳入82例11~16岁非裔美国超重/肥胖青少年,进行8周的面对面小组干预和8周线上干预,课程内容包含自我监督策略、积极沟通、有效目标设定、改善行为等,结果表明,综合性减重方式对改善非裔美国青少年的认

知和社会幸福感有积极影响;在社会结果方面,青少年更多地受益于与父母的积极沟通。另一项RCT研究表明,父母鼓励身体活动减重对青春期女孩体重、BMI和客观测量的身体活动具有直接影响<sup>[466]</sup>。

问题69:如何维持超重/肥胖儿童和青少年减重后的效果?

坚持减重后的长期随访,包括面对面问诊或电话等形式,对维持超重/肥胖儿童和青少年减重成果、促进身心健康及改善生活质量具有积极影响。(证据等级B,强推荐;同意比例96.2%)

Savoye等<sup>[467]</sup>对209例不同人种肥胖儿童进行1年的肥胖干预治疗和1年随访,治疗效果在第24个月随访时依然得到维持,包括BMI z值、BMI、体脂含量、总体脂量、TC、LDL-C和HOMA-IR指数等指标的改善。Mameli等<sup>[468]</sup>对864例儿童和青少年长达11年的随访研究显示,坚持门诊随访者减重效果更好。Nguyen等<sup>[469]</sup>评估附加治疗接触对减重维持的效果,结果显示,每2周采用电话、短信、邮件交流对维持减重具有积极作用,BMI z值也显著降低。

3.4 老年肥胖者与医学营养减重 截至2019年底,我国65岁及以上人口达17 603万,占总人口的12.6%<sup>[470]</sup>。随着年龄增长,人体成分会发生较大变化,脂肪越来越多地沉积在骨骼肌和肝脏,骨骼肌质量和力量逐渐衰退,更容易发生少肌性肥胖。老年少肌性肥胖可定义为与年龄相关的骨骼肌力量降低、质量减少、功能减退及肥胖为主要特点的老年常见综合征<sup>[471]</sup>。有文献报道,我国老年人少肌性肥胖患病率为4%~20%<sup>[472]</sup>。在少肌性肥胖的发病机制中,肌肉减少与肥胖密切相关,共同引发多种并发症。研究表明,与单纯肥胖和肌少症相比,少肌性肥胖的老年人更易患身体残疾和平衡障碍,并增加摔倒的风险<sup>[473]</sup>。一篇纳入12项前瞻性研究、35 287例老年人的Meta分析表明,少肌性肥胖者的全因死亡风险增加24%<sup>[474]</sup>。因此,老年少肌性肥胖者适度减重对提高生活质量和健康至关重要。

问题70:少肌性肥胖老年人是否应该提高膳食蛋白质摄入?

(1)少肌性肥胖老年人适当提高膳食蛋白质摄入,在限能量的同时保证蛋白质摄入在1.0~1.5 g/(kg·d);

不推荐选择极低能量饮食。(证据等级C,强推荐;同意比例95.4%)

Villareal等<sup>[12]</sup>研究报道在52周的低能量饮食干预后,肥胖老年人的平均脂肪量减少7.1 kg,但同时也减少了3.2 kg的骨骼肌量。因此,建议保证摄入足够的蛋白质。研究显示,老年人肌肉合成代谢能力减弱,机体对蛋白质或氨基酸的合成代谢刺激反应迟钝,因此,提供足量的蛋白质或氨基酸有助于刺激肌肉蛋白合成<sup>[475]</sup>。Kim等<sup>[476]</sup>系统分析评价低能量饮食中蛋白质摄入量对老年人体质量、骨骼肌质量、脂肪量的影响,结果显示,摄入较高蛋白质饮食[ $\geq 1.0$  g/(kg·d)]的老年人,在减重过程中保留更多的骨骼肌,减少了更多的脂肪。Beavers等<sup>[477]</sup>对96例肥胖老年人进行为期6个月的高蛋白饮食减重计划,结果显示,该方案可有效减轻肥胖老年人总体重和脂肪质量,且有助于保持瘦体重和活动能力。但是,老年人应避免使用极低能量饮食,否则可能会下调骨骼肌蛋白质合成并加速蛋白质分解,导致老年人骨骼肌肌肉质量和肌力降低,并增加体液和电解质失衡风险<sup>[478]</sup>。因此,不推荐少肌性肥胖老年人选择极低能量饮食。

(2)膳食蛋白质应均衡分配至各餐中,每餐至少含25~30 g蛋白质,既要保证数量又要保证质量,以刺激肌肉蛋白合成。(证据等级C,弱推荐;同意比例94.9%)

研究显示,当老年人每餐蛋白质摄入量少于20 g时,肌肉蛋白合成变得迟钝;而每餐摄入蛋白质为25~30 g时,可最大限度地刺激老年人肌肉蛋白的合成<sup>[475,479]</sup>。不同来源的蛋白质(植物蛋白和动物蛋白)对脂肪量的减少或增加有不同影响,从动物源食品中提取的蛋白质在诱导肌肉蛋白合成方面似乎最有效。与动物蛋白质相比,大多数植物蛋白质亮氨酸含量较低,可能降低肌肉蛋白的合成代谢<sup>[480]</sup>。

问题71:少肌性肥胖老年人是否需要补充 $\beta$ -甲基- $\beta$ -羟基丁酸( $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methyl-butyrate, HMB)?

适量补充HMB,并联合适当运动可改善老年人骨骼肌质量和力量,维持骨骼肌功能。(证据等级B,弱推荐;同意比例94.5%)

必需氨基酸尤其是亮氨酸是促进肌肉合成的主



要营养调节物质,可促进蛋白质合成,抑制蛋白质分解,同时可以促进胰岛素合成。Katsanos等<sup>[481]</sup>研究发现,较高浓度亮氨酸能促进老年人肌肉合成。其代谢产物HMB具有促进骨骼肌蛋白质合成、抑制骨骼肌蛋白质降解以及减轻机体炎症反应等作用,被证实可作为营养补充剂用于提高健康或虚弱老年人的肌肉蛋白合成,减轻老年人肌少症进展<sup>[482]</sup>。HMB常存在于葡萄柚、鳄梨、芦笋和鲈鱼等食物中。有研究表明,养老院老年人补充HMB 2~3 g/d,1年后骨骼肌质量显著增加。Fuller等<sup>[483]</sup>给社区老年人补充HMB 3 g/d且联合每周5 d的抗阻运动,1年后HMB联合抗阻运动组老年人瘦体重显著增加,且上肢与下肢力量显著增强。

问题72:少肌性肥胖老年人是否需要补充维生素D?

建议每天补充800~1000 U维生素D。(证据等级B,强推荐;同意比例96.6%)

Morley等<sup>[484]</sup>对社区老年人的横向研究发现,维生素D水平与身体活动能力直接相关,特别是25(OH)D<sub>3</sub>水平低于75 nmol/L的老年人。在美国的NHANES研究中,超过30%的70岁以上老年人维生素D水平低于50 nmol/L<sup>[485]</sup>。Scott等<sup>[486]</sup>研究显示,每天服用800~1000 U维生素D,可改善老年人肌少症的指标。欧洲骨质疏松、骨关节炎及肌肉骨骼疾病临床与经济学会建议每天摄入至少800 U的维生素D,以维持血清25(OH)D<sub>3</sub>水平>50 nmol/L<sup>[487]</sup>。《肌肉衰减综合征营养与运动干预中国专家共识》建议维生素D的补充剂量为15~20 μg/d(600~800 U/d);维生素D<sub>2</sub>与维生素D<sub>3</sub>可以替换使用<sup>[488]</sup>。总的来说,维生素D缺乏预示着老年人体质衰弱和骨骼肌减少症的发展,有维生素D缺乏症风险的个体应注重改善维生素D水平,预防肌少症发生。

问题73:少肌性肥胖老年人是否需要补充ω-3 PUFA?

少肌性肥胖老年人可适量补充ω-3 PUFA。(证据等级C,弱推荐;同意比例92.8%)

Zhang等<sup>[489]</sup>纳入11项RCT研究、617例受试者,发现补充ω-3 PUFA者腰围显著缩小。Rodacki等<sup>[490]</sup>的RCT研究纳入45例老年女性,在力量训练中补充鱼油者下肢肌群的肌肉力量和功能能力较单纯力量训练者

显著增加。Dupont等<sup>[491]</sup>指出补充ω-3 PUFA对肌少症的老年人有益,可能会增加锻炼和/或蛋白质补充的效果。

问题74:对于肥胖老年人,是否可采用限能量HPD减重?

短期应用限能量HPD可以有效降低老年人总体重和脂肪量,改善代谢综合征相关指标。(证据等级B,弱推荐;同意比例94.1%)

Porter Starr等<sup>[492]</sup>对BMI≥30 kg/m<sup>2</sup>和简单体能状况测试评分4~10分的老年人给予低能量饮食(减少500 kcal),对照组老年人蛋白质摄入量为0.8 g/(kg·d),试验组老年人蛋白质摄入量为1.2 g/(kg·d),干预6个月后,两组受试者体重均显著降低,但试验组老年人炎症状况改善,特别是脂联素、瘦素、高敏C反应蛋白和细胞间黏附分子-1。Weaver等<sup>[493]</sup>进行的为期6个月的RCT研究中,将肥胖老年人随机分为体重稳定组和减重组。减重组采用低能量、营养完整、HPD并鼓励保持基本饮食和体力活动习惯,结果显示减重组髋部和脊椎骨密度较体重稳定组均有改善。一项为期10周的RCT研究,采用2×2归因设计,将100例超重/肥胖老年人随机分为低能量正常蛋白质饮食组、低能量高蛋白质饮食组、低能量正常蛋白质饮食结合运动组和低能量高蛋白质饮食结合运动组,结果显示低能量高蛋白质饮食组老年人体重和腰围均显著降低<sup>[494]</sup>。

问题75:对于肥胖老年人,减重是否可以采用限能量代餐饮食?

短期采用限能量代餐饮食能够降低肥胖老年人体重和脂肪,但应保证充足营养素的摄入。(证据等级A,强推荐;同意比例94.1%)

Miller等<sup>[495]</sup>的RCT研究纳入454例超重/肥胖老年人并随机分为强化饮食减重(D组)、运动(E组)和强化饮食减重结合运动(D+E组)。每天提供低能量平衡营养饮食,其中D组和D+E组老年人使用部分代餐,每天2次代餐。E组和D+E组老年人的运动训练为每周3 d,每天60 min。最终结果显示D组和D+E组老年人减重更明显,而E组老年人体重下降很少,说明以代餐饮食辅助减肥对老年人是适用的。在为期6个月的预试验中,28例志愿者被随机分配至限能量平衡饮食组或强化低能量

代餐饮食组。两组志愿者的行为干预和锻炼处方均相似,结果显示,强化低能量代餐组重度肥胖老年人体重和脂肪量减少得更多,且不良事件发生率更低<sup>[496]</sup>。在一项为期8周的限能量饮食研究中,12例肥胖老年人被随机分为两组,一组使用乳清蛋白+必需氨基酸配方的代餐,另一组使用普通代餐,结果显示,使用乳清蛋白+必需氨基酸配方代餐可促进老年人脂肪组织的优先减少并保存瘦组织<sup>[497]</sup>。

**3.5 PCOS与医学营养减重** PCOS是女性最常见的内分泌疾病,影响8%~13%的育龄女性,其中50%以上的患者合并肥胖<sup>[498]</sup>。95%的超重PCOS女性存在胰岛素抵抗和代偿性高胰岛素血症。Lim等<sup>[498]</sup>纳入了15项RCT、498例超重/肥胖PCOS女性的系统评价表明,生活方式干预可以改善超重/肥胖PCOS女性游离雄激素指数,降低体重、BMI和胰岛素水平,缩小腰围以及改善生活质量。Jiskoot等<sup>[499]</sup>研究发现生活方式干预可以改善超重/肥胖PCOS女性抑郁,提高身体形象评分并增强自尊心。

**问题76: 超重/肥胖PCOS女性的营养减重目标是什么?**

超重/肥胖PCOS女性6个月内应减少初始体重的5%~10%。(证据等级C, 弱推荐; 同意比例95.4%)

14例超重/肥胖PCOS女性给予1000~1500 kcal/d的低能量饮食后体重下降5%~10%,恢复正常的排卵性月经周期,腰臀比、血浆雄激素和血清黄体生成素水平均显著降低,血浆雄激素水平和腰臀比降低与胰岛素改善呈正相关<sup>[500]</sup>。18例超重/肥胖的不孕无排卵PCOS女性经过6个月的饮食和运动干预,体重下降10%,可减少内脏脂肪并改善胰岛素敏感性,从而恢复排卵<sup>[501]</sup>。Crosignani等<sup>[502]</sup>的前瞻性研究评估了体重减轻对BMI>25 kg/m<sup>2</sup>无排卵PCOS女性人体测量指标和卵巢形态的影响,给予1200 kcal/d饮食并辅以体育锻炼6个月。结果显示,76%的患者体重减轻了至少5%,卵巢体积缩小,每个卵巢微囊的数量显著减少;在27例少经或闭经患者中,18例恢复规律月经周期,15例自然排卵。Nybacka等<sup>[503]</sup>的RCT研究纳入57例肥胖PCOS女性,减重后游离睾酮下降2/3的女性恢复了月经,1/3确

认排卵。此外,针对149例PCOS女性的多中心研究报告,辅助生殖前生活方式干预16周可使体重较基线下降7%,可以提高排卵率和活产率,并显著消除口服避孕药的不良代谢影响<sup>[504]</sup>。

**问题77: 超重/肥胖PCOS女性应采取何种饮食模式减重?**

所有超重/肥胖PCOS女性都应在选择健康食物的前提下,减少膳食总能量摄入以减轻体重。(证据等级C, 强推荐; 同意比例95.8%)

Barrea等<sup>[505]</sup>的病例对照横断面研究发现,在摄入总能量相似的前提下,与年龄和BMI相匹配的健康女性相比较,PCOS女性食用初榨橄榄油、豆类、鱼类/海鲜和坚果的量较低,调整总能量和BMI后,PCOS女性雄激素水平与健康饮食评分、蛋白质、复杂碳水化合物、膳食纤维等均呈负相关,而与C反应蛋白水平、简单碳水化合物、饱和脂肪酸及 $\omega$ -6 PUFA摄入量均呈正相关。一项为期12周、纳入28例超重PCOS女性比较限能量高蛋白/LCDs和低蛋白/高碳水化合物饮食模式的RCT研究表明,两种饮食在减轻体重、减少腹部脂肪以及改善月经周期、胰岛素抵抗和血脂异常的效果相当<sup>[506]</sup>。Moran等<sup>[507]</sup>的系统评价纳入了5项RCT研究、137例超重/肥胖PCOS女性,结果表明,PCOS女性无论采用何种饮食模式,体重减轻即可改善其代谢、生殖和心理健康,但没有一种饮食结构较限制能量摄入更有益。Lie Fong等<sup>[508]</sup>的系统评价纳入11项RCT研究,随访>24周,结果表明,热量限制为基础的健康饮食、高蛋白饮食、素食、低GI饮食或低脂饮食在减轻体重方面并无差异。2018年PCOS评估和管理国际循证指南指出,在PCOS女性中,没有证据或仅有限的证据表明何种膳食类型更好,建议采取各种均衡膳食并减少能量摄入以使超重/肥胖的PCOS女性减轻体重<sup>[509]</sup>。

**问题78: 低能量饮食是否适用于超重/肥胖的PCOS女性?**

PCOS合并超重/肥胖女性可在妇科和营养医生联合指导下进行短期低能量饮食减重,执行期间应定期监测酮体和激素水平。(证据等级B, 弱推荐; 同意比例94.9%)

一项纳入8项RCT、327例受试者的Meta分析

发现, LCDs组受试者BMI、HOMA-IR指数、TC、LDL-C水平降低更明显,特别是干预4周以上者其卵泡刺激素、性激素结合球蛋白水平显著增加,雄激素水平显著下降,而且低脂LCDs组相比高脂LCDs组激素水平改善更加明显<sup>[510]</sup>。Galletly等<sup>[511]</sup>的RCT研究发现,与低蛋白高碳水化合物饮食模式相比,高蛋白低碳水化合物饮食干预16周后能更好地控制PCOS女性食欲,使其自我认知和心理评估均显著改善,更有助于长期管理。

**3.6 糖尿病与医学营养减重** 2019年我国预估有1.16亿糖尿病患者,位居全球第一<sup>[512]</sup>。成人糖尿病患病率高达11.2%,而超重/肥胖T2DM患者约占糖尿病总患者的58.3%<sup>[513,514]</sup>。医学营养治疗能够有效帮助超重/肥胖糖尿病患者达到并维持目标体重,同时可以预防或缓解糖尿病。包括糖尿病患者健康行动研究、DiRECT研究、DPP研究等多项基于人群强化生活方式干预的前瞻性研究,均证实营养干预对于糖尿病患者减重和并发症防治具有重要卫生经济学意义<sup>[29,195,515]</sup>。

**问题79: 超重/肥胖糖尿病患者应设立何种减重目标?**

超重/肥胖糖尿病患者应将减重初始目标设立为减轻体重5%~10%。(证据等级A, 强推荐; 同意比例95.4%)

2021年美国糖尿病学会糖尿病医学诊疗标准建议,对于超重/肥胖T2DM患者,应制订饮食、体力活动和行为治疗,以达到并保持≥5%的减重效果;而更显著的减重效果将带来糖尿病防控和减少心血管危险因素的更大获益<sup>[516]</sup>。《中国2型糖尿病防治指南(2020年版)》建议超重/肥胖T2DM成人患者的减重目标为降低5%~10%的体重<sup>[514]</sup>。多项研究提示,体重减少>5%的干预即能有助于糖尿病患者控制HbA<sub>1c</sub>、血脂以及血压<sup>[517-519]</sup>。

**问题80: 何种膳食模式可以更有效地帮助超重/肥胖糖尿病患者/糖尿病前期人群减重?**

糖尿病医学营养治疗鼓励限能量平衡膳食(证据等级A, 强推荐; 同意比例96.2%)。采用多种膳食模式,强调食物多样性,应关注个体化饮食的适用人群和不良反应(证据等级C, 强推荐; 同意比例97.4%)。

目前证据尚不能证明某种膳食模式更有优势,在制订膳食结构时应注意食物多样性,首选全谷类食物,增加非淀粉类蔬菜的摄入。对糖尿病患者来说并不推荐单一产能营养素比例的膳食模式。多种膳食模式均可推荐以帮助糖尿病患者/糖尿病前期人群减重,但要求在专业人员的指导下并结合患者/人群的代谢目标和个人喜好完成,同时监测血脂、肾功能以及内脏蛋白质的变化。

**CRD:** CRD作为医学营养治疗的基石,推荐按照25~30 kcal/(kg·d)计算能量并个性化制订膳食模式,但不推荐长期进行极低能量膳食模式(<800 kcal/d)。糖尿病患者健康行动研究在美国16个研究中心纳入5145例超重/肥胖T2DM患者进行强化生活方式干预,每天饮食能量减少500~750 kcal,结果显示生活方式干预组患者体重较对照组明显减轻<sup>[515]</sup>。DiRECT研究显示,干预组患者首先接受低能量饮食3~5个月,随后6~8周逐渐恢复正常饮食。随访到12个月时,24%的干预组患者体重降低15 kg,平均减重10 kg,其中46%的患者实现糖尿病缓解<sup>[29]</sup>。

**LCDs:** 系统评价纳入25项RCT研究包括2412例糖尿病患者,结果提示干预3个月后低碳水化合物组患者较高碳水化合物组减重更多<sup>[520]</sup>。另一项系统评价纳入16项研究比较LCDs与低脂饮食,结果提示两组患者体重和BMI降低比较差异均无统计学意义<sup>[46]</sup>。一项系统评价纳入23项RCT研究、1357例糖尿病患者,评价LCDs和VLCDs对T2DM的缓解作用,结果提示,干预6个月后LCDs组患者体重显著降低,降糖药使用减少, TG水平改善,而VLCDs组患者因依从性不佳,体重降低不足<sup>[521]</sup>。需要注意的是,目前我国糖尿病患者使用LCDs模式的安全性和有效性仍需大样本RCT研究明确。2018年《柳叶刀》杂志发表研究提示LCDs显著增加全因死亡率<sup>[522]</sup>。因此,超重/肥胖糖尿病患者使用LCDs需要谨慎权衡,对于血糖未达标的患者,可通过LCDs减少总碳水化合物摄入量来降糖减重,但需要警惕低血糖事件;而存在酮症酸中毒风险或使用SGLT-2抑制剂的患者,应更谨慎应用LCDs。

**江南饮食:** 以粗粮糙米为主食,适度摄入鸡、鸭、鱼、虾、蟹等白肉、豆制品、坚果、奶类及黄



酒,保证蔬菜摄入及适量水果,使用植物油如菜籽油进行低温烹饪,推荐蒸、煮、涮的烹饪方式,减少精米精面、红肉的食用,更适合我国国情。

地中海饮食:系统评价纳入57项研究、12 751例糖尿病患者随访10 d至7年,结果提示地中海饮食可以显著降低患者体重,改善血脂、血压、糖脂代谢等指标<sup>[523]</sup>。

DASH饮食:由水果、蔬菜、全麦谷物和精瘦肉组成,强调减少盐分的摄入。系统评价汇总了7项Meta分析,包含了涉及942 140例受试者的15项前瞻性队列研究以及涉及4414例受试者的31项RCT研究,结果提示使用DASH饮食有助于糖尿病患者减轻体重<sup>[524]</sup>。

3.7 代谢相关脂肪性肝病与医学营养减重 代谢性脂肪性肝病(metabolic associated fatty liver disease, MAFLD),既往称为NAFLD,是危害我国人民健康的主要肝脏疾病之一,我国约有2.4亿MAFLD患者,其中约3000万为脂肪性肝炎患者<sup>[525]</sup>。超重/肥胖是MAFLD最常见的危险因素之一<sup>[526]</sup>,MAFLD患者通过改善生活方式或减重手术减轻体重后肝病情况也能得到不同程度的改善<sup>[527,528]</sup>。

问题81:MAFLD患者减重过程中是否需要限制饮酒?

MAFLD患者减重过程中应禁酒。(证据等级A,强推荐;同意比例97.9%)

《酒精性肝病防治指南(2018年更新版)》关于酒精性肝病诊断中对饮酒量的要求为:酒精摄入量男性 $\geq 40$  g/d,女性 $\geq 20$  g/d,超过5年<sup>[529]</sup>。对于有饮酒但饮酒量未达到酒精性肝病诊断标准的患者可定义为少量饮酒<sup>[529-532]</sup>。Younossi等<sup>[533]</sup>前瞻性研究纳入4246例MAFLD患者,平均随访20年,分析患者生存相关因素,多因素分析结果显示过量饮酒是死亡的高危因素。Ajmera等<sup>[534]</sup>报道的285例MAFLD患者中59%为少量饮酒患者,41%为戒酒患者,对其进行生活方式调整但不应用药物治疗,平均随访47个月后对比肝活检发现,戒酒患者肝脂肪变、纤维化改善情况均显著优于适度饮酒患者,谷草转氨酶水平、NAFLD活动度积分显著低于适度饮酒患者,非酒精性脂肪性肝炎的改善率高于适度饮酒患者。

问题82:何种饮食模式更有助于MAFLD患者减重?

MAFLD患者在减重过程中可根据个体情况酌情选择地中海饮食、IER等膳食模式,在控制能量摄入的同时改善MAFLD预后。(证据等级B,弱推荐;同意比例96.2%)

对MAFLD合并超重/肥胖者,有大量研究分别探索地中海饮食、IER、低脂饮食等不同饮食模式对MAFLD患者体重和肝功能的改善作用<sup>[535-537]</sup>。Saeed等<sup>[537]</sup>进行系统综述,结果提示地中海饮食、IF、低脂饮食等对于患者体重、肝脂肪变均有不同程度的改善作用。Cai等<sup>[535]</sup>进行了RCT研究来评估隔日禁食对MAFLD患者体重和脂质分布的影响,271例MAFLD患者被随机分至隔日禁食组、限时进食组或对照组,分别接受饮食干预12周。结果发现,与对照组相比,隔日禁食组和限时进食组患者体重、TG水平均显著下降,但HDL、LDL、空腹胰岛素、葡萄糖水平、肝硬度、收缩压或舒张压的变化比较差异均无统计学意义。Kouvari等<sup>[538]</sup>报道地中海饮食不仅能改善患者的脂肪变情况,还能降低糖尿病与心血管疾病发生风险。2020年版亚太肝病学会关于MAFLD的指南建议,对于MAFLD患者,其饮食控制的核心是达到能量摄入与消耗的负平衡,可根据个体情况酌情选择相应的饮食模式<sup>[539]</sup>。

3.8 痛风与医学营养减重 在正常嘌呤饮食状态下,非同日两次空腹血尿酸浓度 $> 420 \mu\text{mol/L}$ 可定义为高尿酸血症<sup>[540]</sup>。在许多大型流行病学研究中,高BMI已被确定为痛风的危险因素。Aune等<sup>[541]</sup>的Meta分析纳入10项研究、215 739例参与者,其中27 944例为痛风患者。结果发现,BMI每升高5个单位,痛风的总体相对风险为1.55。肥胖会促进胰岛素抵抗,进而减少肾尿酸排泄,从而导致高尿酸血症<sup>[542]</sup>。肥胖患者减轻体重可以降低尿酸水平,减少痛风性关节炎的发生<sup>[543,544]</sup>。一项纳入20项研究的Meta分析表明,减重手术后第1个月血尿酸水平增加,从术后第3个月血尿酸水平开始下降并持续至术后第3年。术后BMI与血尿酸水平呈正相关,血尿酸水平随BMI下降而降低<sup>[545-547]</sup>。Nguyen等<sup>[548]</sup>的一项纳入11 896例研究对象的队列研究表明,体重下降 $> 5\%$ 的受试者反复痛风发作风险降低40%。

而体重升高>5%的受试者反复痛风发作风险增加60%。

问题83:肥胖的痛风患者宜选用何种饮食方案?

肥胖的痛风患者可选择地中海饮食或DASH饮食,不仅可以减轻体重,还可以降低痛风发生风险。(证据等级C,强推荐;同意比例96.6%)

一项Meta分析表明,高尿酸血症和痛风的发生风险与红肉、海鲜等高嘌呤食物、酒精或果糖的摄入呈正相关,而与乳制品或大豆食品摄入呈负相关;高嘌呤蔬菜与高尿酸血症无关,但与痛风呈负相关<sup>[549]</sup>。一些队列研究表明,乳制品<sup>[550]</sup>、素食<sup>[551]</sup>、高纤维食物<sup>[552]</sup>均能够降低血尿酸水平。研究发现,地中海饮食不仅可以帮助肥胖人群减轻体重,降低BMI和腰围<sup>[553]</sup>,还可以降低血尿酸水平<sup>[554,555]</sup>,改善代谢综合征<sup>[556]</sup>。地中海饮食可以有效降低高尿酸血症患者的血尿酸水平,尤其是在干预后第1个月<sup>[557]</sup>。

对于BMI<30 kg/m<sup>2</sup>的男性,严格遵守DASH饮食、不饮酒能够显著降低痛风的发生风险<sup>[558]</sup>。此外,一项纳入6项研究的Meta分析表明,与常规饮食相比,坚持DASH饮食可有效改善成人循环血清炎症生物标志物,如高敏C反应蛋白<sup>[559]</sup>。而一项横断面研究中发现,促炎饮食摄入较多的女性,高尿酸血症的发生风险增加<sup>[560]</sup>。

超重与肥胖既属于科学问题又属于社会问题,医学营养减重模式将不断引入新的临床证据,遵循标准化流程,以防治肥胖相关并发症、改善肥胖者的健康为目标,为“健康中国2030”提出的“健康体重”提供更多的科学基础。

## 利益冲突声明

所有参编人员均声明未接受任何利益相关公司赞助,未持有任何利益相关公司的股票,未持有任何与本指南涉及领域的专利。

## 《中国超重/肥胖医学营养治疗指南(2021)》

### 编写委员会

编委(以姓氏拼音为序):

毕艳 常翠青 陈伟 陈沐洁 陈晓凡

成军 窦攀 段盛林 段云峰 高玲玲  
葛声 顾萍 韩磊 洪莉 洪霞  
胡怀东 贾黎静 江华 江涛 康维明  
李光辉 李海龙 李融融 李增宁 刘景芳  
刘俊祥 刘燕萍 刘英华 柳鹏 罗樱樱  
马文君 马向华 潘慧 施万英 施咏梅  
孙子林 谭荣韶 滕越 田晨光 王静  
王颜刚 武雅学 谢雯霓 徐强 闫洁  
杨勤兵 姚颖 郁琦 张坚 张鹏  
张片红 章秋 赵冬 赵茜 赵立平  
郑锦锋 周莉 朱惠娟 朱旭萍

### 方法学专家(以姓氏拼音为序):

陈伟 陈沫汐 董秀勋 符皓 郭潇  
江华 李齐菲 李秋妍 刘菲 刘琰  
时小东 孙铭遥 王雪 于紫涵 张新星

### 审校专家(以姓氏拼音为序):

郭立新 郭晓蕙 纪立农 李铎 李兆萍  
母义明 吴文铭 杨月欣 赵文华

## 参考文献

- [1] 中国超重肥胖医学营养治疗专家共识编写委员会. 中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识(2016年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2016, 8(9): 525-540.
- [2] BROUWERS M C, KHO M E, BROWMAN G P, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. J Clin Epidemiol, 2010, 63(12): 1308-1311.
- [3] World Health Organization. WHO Handbook for Guideline Development[M]. 2<sup>nd</sup> Ed. Geneva: World Health Organization, 2014.
- [4] RYAN D H, KAHAN S. Guideline Recommendations for Obesity Management[J]. Med Clin North Am, 2018, 102(1):49-63.
- [5] WHARTON S, LAU D C W, VALLIS M, et al. Obesity in adults: a clinical practice guideline[J]. CMAJ, 2020, 192(31): E875-E891.
- [6] World Health Organization. Obesity and overweight[OL]. (2021-06-09)[2021-11-12]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- [7] 中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)[J]. 营养学报, 2020, 42(6): 521.
- [8] SIMONNET A, CHETBOUN M, POISSY J, et al. High Prevalence of Obesity in Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2) Requiring Invasive Mechanical Ventilation[J]. Obesity (Silver Spring), 2020, 28(7):1195-1199.
- [9] OECD. The Heavy Burden of Obesity: The Economics of Prevention[OL]. [2021-11-22]. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/67450d67-en/1/1/1/index.html?itemId=/content/publica->

- tion/67450d67-en&\_csp\_=77ac5dad9f2cb67b4d2e46c9fc814aa4&itemIGO=oecd&itemContentType=book.
- [10] Look AHEAD Research Group. Eight-year weight losses with an intensive lifestyle intervention: the look AHEAD study[J]. *Obesity* (Silver Spring), 2014, 22(1):5-13.
  - [11] APOLZAN J W, VENDITTI E M, EDELSTEIN S L, et al. Long-Term Weight Loss With Metformin or Lifestyle Intervention in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study[J]. *Ann Intern Med*, 2019, 170(10):682-690.
  - [12] VILLAREAL D T, CHODE S, PARIMI N, et al. Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults[J]. *N Engl J Med*, 2011, 364(13):1218-1229.
  - [13] FOCK K M, KHOO J. Diet and exercise in management of obesity and overweight[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2013, 28 Suppl 4:59-63.
  - [14] STRYCHAR I. Diet in the management of weight loss[J]. *CMAJ*, 2006, 174(1):56-63.
  - [15] RODRIGUEZ A J, SCOTT D, EBELING P. Effect of weight loss induced by energy restriction on measures of arterial compliance: A systematic review and meta-analysis[J]. *Atherosclerosis*, 2016, 252:201-202.
  - [16] STRASSER B, BERGER K, FUCHS D. Effects of a caloric restriction weight loss diet on tryptophan metabolism and inflammatory biomarkers in overweight adults[J]. *Eur J Nutr*, 2014, 54(1):101-107.
  - [17] CAZZOLA R, RONDANELLI M, TROTTI R, et al. Effects of weight loss on erythrocyte membrane composition and fluidity in overweight and moderately obese women[J]. *J Nutr Biochem*, 2011, 22(4):388-392.
  - [18] LETTIERI-BARBATO D, GIOVANNETTI E, AQUILANO K. Effects of dietary restriction on adipose mass and biomarkers of healthy aging in human[J]. *Aging* (Albany NY), 2016, 8(12):3341-3355.
  - [19] CHAE J S, PAIK J K, KANG R, et al. Mild weight loss reduces inflammatory cytokines, leukocyte count, and oxidative stress in overweight and moderately obese participants treated for 3 years with dietary modification[J]. *Nutr Res*, 2013, 33(3):195-203.
  - [20] TAN X, ALÉN M, WANG K, et al. Effect of Six-Month Diet Intervention on Sleep among Overweight and Obese Men with Chronic Insomnia Symptoms: A Randomized Controlled Trial[J]. *Nutrients*, 2016, 8(11):751.
  - [21] PEREZ-CORNAGO A, RAMÍREZ M J, ZULET M, et al. Effect of dietary restriction on peripheral monoamines and anxiety symptoms in obese subjects with metabolic syndrome[J]. *Psychoneuroendocrinology*, 2014, 47:98-106.
  - [22] LOPEZ-LEGARREA P, DE LA IGLESIA R, ABETE I, et al. The protein type within a hypocaloric diet affects obesity-related inflammation: the RESMENA project[J]. *Nutrition*, 2014, 30(4):424-429.
  - [23] LIAO F H, SHIEH M J, YANG S C, et al. Effectiveness of a soy-based compared with a traditional low-calorie diet on weight loss and lipid levels in overweight adults[J]. *Nutrition*, 2007, 23(7-8):551-556.
  - [24] JONES K W, ELLER L K, PARNELL J A, et al. Effect of a dairy-and calcium-rich diet on weight loss and appetite during energy restriction in overweight and obese adults: a randomized trial[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2013, 67(4):371-376.
  - [25] STONEHOUSE W, WYCHERLEY T, LUSCOMBE-MARSH N, et al. Dairy Intake Enhances Body Weight and Composition Changes during Energy Restriction in 18-50-Year-Old Adults-A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials[J]. *Nutrients*, 2016, 8(7):394.
  - [26] FAGHIH S H, ABADI A R, HEDAYATI M, et al. Comparison of the effects of cows' milk, fortified soy milk, and calcium supplement on weight and fat loss in premenopausal overweight and obese women[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2011, 21(7):499-503.
  - [27] SANTESSO N, AKL E A, BIANCHI M, et al. Effects of higher- versus lower-protein diets on health outcomes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2012, 66(7):780-788.
  - [28] LARSEN R N, MANN N J, MACLEAN E, et al. The effect of high-protein, low-carbohydrate diets in the treatment of type 2 diabetes: a 12 month randomised controlled trial[J]. *Diabetologia*, 2011, 54(4):731-740.
  - [29] LEAN M E, LESLIE W S, BARNES A C, et al. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an open-label, cluster-randomised trial[J]. *Lancet*, 2018, 391(10120):541-551.
  - [30] LUGER M, HOLSTEIN B, SCHINDLER K, et al. Feasibility and efficacy of an isocaloric high-protein vs. standard diet on insulin requirement, body weight and metabolic parameters in patients with type 2 diabetes on insulin therapy[J]. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 2013, 121(5):286-294.
  - [31] TAY J, THOMPSON C H, LUSCOMBE-MARSH N D, et al. Long-Term Effects of a Very Low Carbohydrate Compared With a High Carbohydrate Diet on Renal Function in Individuals With Type 2 Diabetes: A Randomized Trial[J]. *Medicine* (Baltimore), 2015, 94(47):e2181.
  - [32] KREBS J D, ELLEY C R, PARRY-STRONG A, et al. The Diabetes Excess Weight Loss (DEWL) Trial: a randomised controlled trial of high-protein versus high-carbohydrate diets over 2 years in type 2 diabetes[J]. *Diabetologia*, 2012, 55(4):905-914.
  - [33] JOHNSTON B C, KANTERS S, BANDAYREL K, et al. Comparison of weight loss among named diet programs in overweight and obese adults: a meta-analysis[J]. *JAMA*, 2014, 312(9):923-933.
  - [34] PADDON-JONES D, WESTMAN E, MATTES R D, et al. Protein, weight management, and satiety[J]. *Am J Clin Nutr*, 2008, 87(5):1558s-1561s.
  - [35] WESTERTEP-PLANTENGA M S, LEMMENS S G, WESTERTEP K R. Dietary protein-its role in satiety, energetics, weight loss and health[J]. *Br J Nutr*, 2012, 108 Suppl 2:S105-S112.
  - [36] DARLING A L, MILLWARD D J, TORGERSON D J, et al. Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Clin Nutr*, 2009, 90(6):1674-1692.



- [37] SHAMS-WHITE M M, CHUNG M, DU M, et al. Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation[J]. *Am J Clin Nutr*, 2017, 105(6):1528-1543.
- [38] SUKUMAR D, AMBIA-SOBHAN H, ZURFLUH R, et al. Areal and volumetric bone mineral density and geometry at two levels of protein intake during caloric restriction: a randomized, controlled trial[J]. *J Bone Miner Res*, 2011, 26(6):1339-1348.
- [39] JOSSE A R, ATKINSON S A, TARNOPOLSKY M A, et al. Diets higher in dairy foods and dietary protein support bone health during diet-and exercise-induced weight loss in overweight and obese premenopausal women[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2012, 97(1):251-260.
- [40] PENNING S B, BOIRIE Y, SENDEN J M, et al. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men[J]. *Am J Clin Nutr*, 2011, 93(5):997-1005.
- [41] TANG J E, MOORE D R, KUJBIDA G W, et al. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2009, 107(3):987-992.
- [42] DENYSSCHEN C A, BURTON H W, HORVATH P J, et al. Resistance training with soy vs whey protein supplements in hyperlipidemic males[J]. *J Int Soc Sports Nutr*, 2009, 6:8.
- [43] SPEAKER K J, SAYER R D, PETERS J C, et al. Effects of consuming a high-protein diet with or without soy protein during weight loss and maintenance: a non-inferiority, randomized clinical efficacy trial[J]. *Obes Sci Pract*, 2018, 4(4):357-366.
- [44] WIRUNSAWANYA K, UPALA S, JARUVONGVANICH V, et al. Whey Protein Supplementation Improves Body Composition and Cardiovascular Risk Factors in Overweight and Obese Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Am Coll Nutr*, 2018, 37(1):60-70.
- [45] BRAY G A, HEISEL W E, AFSHIN A, et al. The Science of Obesity Management: An Endocrine Society Scientific Statement[J]. *Endocr Rev*, 2018, 39(2):79-132.
- [46] VAN ZUUREN E J, FEDOROWICZ Z, KUIJPERS T, et al. Effects of low-carbohydrate- compared with low-fat-diet interventions on metabolic control in people with type 2 diabetes: a systematic review including GRADE assessments[J]. *Am J Clin Nutr*, 2018, 108(2):300-331.
- [47] CHURUANGSUK C, GRIFFITHS D, LEAN M E J, et al. Impacts of carbohydrate-restricted diets on micronutrient intakes and status: A systematic review[J]. *Obes Rev*, 2019, 20(8):1132-1147.
- [48] SUN S, KONG Z, SHI Q, et al. Non-Energy-Restricted Low-Carbohydrate Diet Combined with Exercise Intervention Improved Cardiometabolic Health in Overweight Chinese Females[J]. *Nutrients*, 2019, 11(12):3051.
- [49] LIU X, ZHANG G, YE X, et al. Effects of a low-carbohydrate diet on weight loss and cardiometabolic profile in Chinese women: a randomised controlled feeding trial[J]. *Br J Nutr*, 2013, 110(8):1444-1453.
- [50] WYCHERLEY T P, THOMPSON C H, BUCKLEY J D, et al. Long-term effects of weight loss with a very-low carbohydrate, low saturated fat diet on flow mediated dilatation in patients with type 2 diabetes: A randomised controlled trial[J]. *Atherosclerosis*, 2016, 252:28-31.
- [51] EBBELING C B, FELDMAN H A, KLEIN G L, et al. Effects of a low carbohydrate diet on energy expenditure during weight loss maintenance: randomized trial[J]. *BMJ*, 2018, 363:k4583.
- [52] GARDNER C D, TREPANOWSKI J F, DEL GOBBO L C, et al. Effect of Low-Fat vs Low-Carbohydrate Diet on 12-Month Weight Loss in Overweight Adults and the Association With Genotype Pattern or Insulin Secretion: The DIETFITS Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA*, 2018, 319(7):667-679.
- [53] OTTEN J, RYBERG M, MELLBERG C, et al. Postprandial levels of GLP-1, GIP and glucagon after 2 years of weight loss with a Paleolithic diet: a randomised controlled trial in healthy obese women[J]. *Eur J Endocrinol*, 2019, 180(6):417-427.
- [54] TAY J, LUSCOMBE-MARSH N D, THOMPSON C H, et al. Comparison of low-and high-carbohydrate diets for type 2 diabetes management: a randomized trial[J]. *Am J Clin Nutr*, 2015, 102(4):780-790.
- [55] SASLOW L R, DAUBENMIER J J, MOSKOWITZ J T, et al. Twelve-month outcomes of a randomized trial of a moderate-carbohydrate versus very low-carbohydrate diet in overweight adults with type 2 diabetes mellitus or prediabetes[J]. *Nutr Diabetes*, 2017, 7(12):304.
- [56] ORNSTEIN R M, COPPERMAN N M, JACOBSON M S. Effect of weight loss on menstrual function in adolescents with polycystic ovary syndrome[J]. *J Pediatr Adolesc Gynecol*, 2011, 24(3):161-165.
- [57] GOSS A M, DOWLA S, PENDERGRASS M, et al. Effects of a carbohydrate-restricted diet on hepatic lipid content in adolescents with non-alcoholic fatty liver disease: A pilot, randomized trial[J]. *Pediatr Obes*, 2020, 15(7):e12630.
- [58] JEBEILE H, GRUNSEIT A M, THOMAS M, et al. Low-carbohydrate interventions for adolescent obesity: Nutritional adequacy and guidance for clinical practice[J]. *Clin Obes*, 2020, 10(4):e12370.
- [59] CROWE T C. Safety of low-carbohydrate diets[J]. *Obes Rev*, 2005, 6(3):235-245.
- [60] RYAN D H. Guidelines for Obesity Management[J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2016, 45(3):501-510.
- [61] GODAY A, BELLIDO D, SAJOUX I, et al. Short-term safety, tolerability and efficacy of a very low-calorie-ketogenic diet interventional weight loss program versus hypocaloric diet in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Nutr Diabetes*, 2016, 6(9):e230.
- [62] BUENO N B, DE MELO I S, DE OLIVEIRA S L, et al. Very-low-carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: a meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Br J Nutr*, 2013, 110(7):1178-1187.
- [63] BRINKWORTH G D, BUCKLEY J D, NOAKES M, et al. Renal function following long-term weight loss in individuals with abdominal obesity on a very-low-carbohydrate diet vs high-carbohydrate diet[J]. *J Am Diet Assoc*, 2010, 110(4):633-638.

- [64] WELTON S, MINTY R, O'DRISCOLL T, et al. Intermittent fasting and weight loss: Systematic review[J]. *Can Fam Physician*, 2020, 66(2):117-125.
- [65] YAN S, WANG C, ZHAO H, et al. Effects of fasting intervention regulating anthropometric and metabolic parameters in subjects with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis[J]. *Food Funct*, 2020, 11(5):3781-3799.
- [66] SCHWINGSHACKL L, ZÄHRINGER J, NITSCHKE K, et al. Impact of intermittent energy restriction on anthropometric outcomes and intermediate disease markers in patients with overweight and obesity: systematic review and meta-analyses[J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2021, 61(8):1293-1304.
- [67] DAVIS C S, CLARKE R E, COULTER S N, et al. Intermittent energy restriction and weight loss: a systematic review[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2016, 70(3):292-299.
- [68] MENG H, ZHU L, KORD-VARKANEH H, et al. Effects of intermittent fasting and energy-restricted diets on lipid profile: A systematic review and meta-analysis[J]. *Nutrition*, 2020, 77:110801.
- [69] HARVIE M N, PEGINGTON M, MATTSON M P, 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.
- [70] PINTO A M, BORDOLI C, BUCKNER L P, et al. Intermittent energy restriction is comparable to continuous energy restriction for cardiometabolic health in adults with central obesity: A randomized controlled trial; the Met-IER study[J]. *Clin Nutr*, 2020, 39(6):1753-1763.
- [71] ANTONI R, JOHNSTON K L, COLLINS A L, et al. Intermittent v. continuous energy restriction: differential effects on postprandial glucose and lipid metabolism following matched weight loss in overweight/obese participants[J]. *Br J Nutr*, 2018, 119(5):507-516.
- [72] CHO Y, HONG N, KIM K W, et al. The Effectiveness of Intermittent Fasting to Reduce Body Mass Index and Glucose Metabolism: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Clin Med*, 2019, 8(10):1645.
- [73] BARNOSKY A R, HODDY K K, UNTERMAN T G, et al. Intermittent fasting vs daily calorie restriction for type 2 diabetes prevention: a review of human findings[J]. *Transl Res*, 2014, 164(4):302-311.
- [74] CARTER S, CLIFTON P M, KEOGH J B. The effects of intermittent compared to continuous energy restriction on glycaemic control in type 2 diabetes; a pragmatic pilot trial[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2016, 122:106-112.
- [75] CARTER S, CLIFTON P M, KEOGH J B. Effect of Intermittent Compared With Continuous Energy Restricted Diet on Glycemic Control in Patients With Type 2 Diabetes: A Randomized Noninferiority Trial[J]. *JAMA Netw Open*, 2018, 1(3):e180756.
- [76] OVERLAND J, TOTH K, GIBSON A A, et al. The safety and efficacy of weight loss via intermittent fasting or standard daily energy restriction in adults with type 1 diabetes and overweight or obesity: A pilot study[J]. *Obesity Medicine*, 2018, 12:13-17.
- [77] 张明国, 楚天舒, 朱国富, 等. 轻断食治疗糖耐量异常的临床效果[J]. *心脏杂志*, 2016, 28(2):192-193, 196.
- [78] KESSLER C S, STANGE R, SCHLENKERMANN M, et al. A nonrandomized controlled clinical pilot trial on 8 wk of intermittent fasting (24 h/wk)[J]. *Nutrition*, 2018, 46:143-152.e2.
- [79] GABEL K, HODDY K K, VARADY K A. Safety of 8-h time restricted feeding in adults with obesity[J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2019, 44(1):107-109.
- [80] ANTON S D, LEE S A, DONAHOO W T, et al. The Effects of Time Restricted Feeding on Overweight, Older Adults: A Pilot Study[J]. *Nutrients*, 2019, 11(7):1500.
- [81] LEE S A, SYPNIEWSKI C, BENSADON B A, et al. Determinants of Adherence in Time-Restricted Feeding in Older Adults: Lessons from a Pilot Study[J]. *Nutrients*, 2020, 12(3):874.
- [82] JEBEILE H, GOW M L, LISTER N B, et al. Intermittent Energy Restriction Is a Feasible, Effective, and Acceptable Intervention to Treat Adolescents with Obesity[J]. *J Nutr*, 2019, 149(7):1189-1197.
- [83] RAJPAL A, ISMAIL-BEIGI F. Intermittent fasting and 'metabolic switch': Effects on metabolic syndrome, prediabetes and type 2 diabetes[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2020, 22(9):1496-1510.
- [84] CORLEY B T, CARROLL R W, HALL R M, et al. Intermittent fasting in Type 2 diabetes mellitus and the risk of hypoglycaemia: a randomized controlled trial[J]. *Diabet Med*, 2018, 35(5):588-594.
- [85] JOSPE M R, ROY M, BROWN R C, et al. Intermittent fasting, Paleolithic, or Mediterranean diets in the real world: exploratory secondary analyses of a weight-loss trial that included choice of diet and exercise[J]. *Am J Clin Nutr*, 2020, 111(3):503-514.
- [86] ROMAN S N, FITZGERALD K C, BEIER M, et al. Safety and feasibility of various fasting-mimicking diets among people with multiple sclerosis[J]. *Mult Scler Relat Disord*, 2020, 42:102149.
- [87] THOMAS D E, ELLIOTT E J, BAUR L. Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2007(3):CD005105.
- [88] ZAFAR M I, MILLS K E, ZHENG J, et al. Low glycaemic index diets as an intervention for obesity: a systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2019, 20(2):290-315.
- [89] SCHWINGSHACKL L, HOFFMANN G. Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: a systematic review and meta-analysis[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2013, 23(8):699-706.
- [90] LENNERZ B, LENNERZ J K. Food Addiction, High-Glycemic-Index Carbohydrates, and Obesity[J]. *Clin Chem*, 2018, 64(1):64-71.
- [91] PITTAS A G, ROBERTS S B, DAS S K, et al. The effects of the dietary glycemic load on type 2 diabetes risk factors during weight loss[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2006, 14(12):2200-2209.
- [92] ROUHANI M H, KELISHADI R, HASHEMIPOUR M, et al. The Impact of a Low Glycemic Index Diet on Inflammatory Markers and Serum Adiponectin Concentration in Adolescent

- Overweight and Obese Girls: A Randomized Clinical Trial[J]. *Horm Metab Res*, 2016, 48(4):251-256.
- [93] BORNET F R, JARDY-GENNETIER A E, JACQUET N, et al. Glycaemic response to foods: impact on satiety and long-term weight regulation[J]. *Appetite*, 2007, 49(3):535-553.
- [94] ABETE I, PARRA D, MARTINEZ J A. Energy-restricted diets based on a distinct food selection affecting the glycemic index induce different weight loss and oxidative response[J]. *Clin Nutr*, 2008, 27(4):545-551.
- [95] SACKS F M, SVETKEY L P, VOLLMER W M, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group[J]. *N Engl J Med*, 2001, 344(1):3-10.
- [96] KUCHARSKA A, GAJEWSKA D, KIEDROWSKI M, et al. The impact of individualised nutritional therapy according to DASH diet on blood pressure, body mass, and selected biochemical parameters in overweight/obese patients with primary arterial hypertension: a prospective randomised study[J]. *Kardiol Pol*, 2018, 76(1):158-165.
- [97] RAZAVI ZADE M, TELKABADI M H, BAHMANI F, et al. The effects of DASH diet on weight loss and metabolic status in adults with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized clinical trial[J]. *Liver Int*, 2016, 36(4):563-571.
- [98] SHENOY S F, POSTON W S, REEVES R S, et al. Weight loss in individuals with metabolic syndrome given DASH diet counseling when provided a low sodium vegetable juice: a randomized controlled trial[J]. *Nutr J*, 2010, 9:8.
- [99] BARAK F, FALAHI E, KESHTALI A H, et al. Adherence to the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet in relation to obesity among Iranian female nurses[J]. *Public Health Nutr*, 2015, 18(4):705-712.
- [100] KEYS A, MENOTTI A, KARVONEN M J, et al. The diet and 15-year death rate in the seven countries study[J]. *Am J Epidemiol*, 1986, 124(6):903-915.
- [101] ESPOSITO K, KASTORINI, C M, PANAGIOTAKOS D B, et al. Mediterranean diet and weight loss: meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Metab Syndr Relat Disord*, 2011, 9(1):1-12.
- [102] HUO R, DU T, XU Y, et al. Effects of Mediterranean-style diet on glycemic control, weight loss and cardiovascular risk factors among type 2 diabetes individuals: a meta-analysis[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2015, 69(11):1200-1208.
- [103] STENDELL-HOLLIS N R, THOMPSON P A, WEST J L, et al. A comparison of Mediterranean-style and MyPyramid diets on weight loss and inflammatory biomarkers in postpartum breastfeeding women[J]. *J Womens Health (Larchmt)*, 2013, 22(1):48-57.
- [104] DI DANIELE N, PETRAMALA L, DI RENZO L, et al. Body composition changes and cardiometabolic benefits of a balanced Italian Mediterranean Diet in obese patients with metabolic syndrome[J]. *Acta Diabetol*, 2013, 50(3):409-416.
- [105] DI RENZO L, CIOCCOLONI G, FALCO S, et al. Influence of FTO rs9939609 and Mediterranean diet on body composition and weight loss: a randomized clinical trial[J]. *J Transl Med*, 2018, 16(1):308.
- [106] 中国营养学会. 代餐食品: T/CNSS 002-2019[S/OL]. (2019-11-22) [2021-11-08]. <https://www.cnsoc.org/notice/2119212012.html>.
- [107] ASTBURY N M, PIERNAS C, HARTMANN-BOYCE J, et al. A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of meal replacements for weight loss[J]. *Obes Rev*, 2019, 20(4):569-587.
- [108] DAVIS L M, COLEMAN C, KIEL J, et al. Efficacy of a meal replacement diet plan compared to a food-based diet plan after a period of weight loss and weight maintenance: a randomized controlled trial[J]. *Nutr J*, 2010, 9:11.
- [109] KRUSCHITZ R, WALLNER-LIEBMANN S, LOTHALLER H, et al. Long-Term Weight-Loss Maintenance by a Meal Replacement Based Weight Management Program in Primary Care[J]. *Obes Facts*, 2017, 10(2):76-84.
- [110] COLEMAN C D, KIEL J R, MITOLA A H, et al. Effectiveness of a Medifast meal replacement program on weight, body composition and cardiometabolic risk factors in overweight and obese adults: a multicenter systematic retrospective chart review study[J]. *Nutr J*, 2015, 14:77.
- [111] ASHLEY J M, HERZOG H, CLODFELTER S, et al. Nutrient adequacy during weight loss interventions: a randomized study in women comparing the dietary intake in a meal replacement group with a traditional food group[J]. *Nutr J*, 2007, 6:12.
- [112] FLECHTNER-MORS M, DITSCHUNEIT H H, JOHNSON T D, et al. Metabolic and weight loss effects of long-term dietary intervention in obese patients: four-year results[J]. *Obes Res*, 2000, 8(5):399-402.
- [113] 李海龙, 时小东, 张蕊, 等. 高蛋白质营养代餐控制超重或肥胖合并高脂血症成年人体重效果随机对照双盲研究[J]. *中国实用内科杂志*, 2017, 37(5):448-451.
- [114] GUO X, XU Y, HE H, et al. Effects of a Meal Replacement on Body Composition and Metabolic Parameters among Subjects with Overweight or Obesity[J]. *J Obes*, 2018, 2018:2837367.
- [115] FURLOW E A, ANDERSON J W. A systematic review of targeted outcomes associated with a medically supervised commercial weight-loss program[J]. *J Am Diet Assoc*, 2009, 109(8):1417-1421.
- [116] NOAKES M, FOSTER P R, KEOGH J B, et al. Meal replacements are as effective as structured weight-loss diets for treating obesity in adults with features of metabolic syndrome[J]. *J Nutr*, 2004, 134(8):1894-1899.
- [117] XU D F, SUN J Q, CHEN M, et al. Effects of lifestyle intervention and meal replacement on glycaemic and body-weight control in Chinese subjects with impaired glucose regulation: a 1-year randomised controlled trial[J]. *Br J Nutr*, 2013, 109(3):487-492.
- [118] CHESKIN L J, MITCHELL A M, JHAVERI A D, et al. Efficacy of meal replacements versus a standard food-based diet for weight loss in type 2 diabetes: a controlled clinical trial[J]. *Diabetes Educ*, 2008, 34(1):118-127.
- [119] 张倩, 张永莉, 逯明福, 等. 代餐饮食主导的生活方式管



- 理对2型糖尿病患者的影响[J]. 中国慢性病预防与控制, 2019, 27(1): 65-68.
- [120] 郑欣, 苏伟娟. 代餐治疗在糖尿病前期合并肥胖患者中的应用[J]. 中国卫生标准管理, 2019, 10(2): 14-17.
- [121] BROWN A, DORNHORST A, MCGOWAN B, et al. Low-energy total diet replacement intervention in patients with type 2 diabetes mellitus and obesity treated with insulin: a randomized trial[J]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2020, 8(1):e001012.
- [122] KÖNIG D, DEIBERT P, FREY I, et al. Effect of meal replacement on metabolic risk factors in overweight and obese subjects[J]. *Ann Nutr Metab*, 2008, 52(1):74-78.
- [123] 杨炯贤, 陈伟, 王静, 等. 高蛋白饮食对肥胖和超重成年人三酰甘油和尿酸的影响: 随机对照单盲研究[J]. 中华健康管理学杂志, 2015, 9(6): 431-435.
- [124] CHAIYASOOT K, SARASAK R, PHEUNGRUANG B, et al. Evaluation of a 12-week lifestyle education intervention with or without partial meal replacement in Thai adults with obesity and metabolic syndrome: a randomised trial[J]. *Nutr Diabetes*, 2018, 8(1):23.
- [125] ASTBURY N M, AVEYARD P, NICKLESS A, et al. Doctor Referral of Overweight People to Low Energy total diet replacement Treatment (DROPLET): pragmatic randomised controlled trial[J]. *BMJ*, 2018, 362:k3760.
- [126] PELLEGRINI M, CIOFFI I, EVANGELISTA A, et al. Effects of time-restricted feeding on body weight and metabolism. A systematic review and meta-analysis[J]. *Rev Endocr Metab Disord*, 2020, 21(1):17-33.
- [127] CHOW L S, MANOOGIAN E N C, 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.
- [128] CIENFUEGOS S, GABEL K, KALAM F, et al. Effects of 4- and 6-h Time-Restricted Feeding on Weight and Cardiometabolic Health: A Randomized Controlled Trial in Adults with Obesity[J]. *Cell Metab*, 2020, 32(3):366-378.e363.
- [129] GABEL K, HODDY K K, HAGGERTY N, et al. Effects of 8-hour time restricted feeding on body weight and metabolic disease risk factors in obese adults: A pilot study[J]. *Nutr Healthy Aging*, 2018, 4(4):345-353.
- [130] PARR E B, DEVLIN B L, RADFORD B E, et al. A Delayed Morning and Earlier Evening Time-Restricted Feeding Protocol for Improving Glycemic Control and Dietary Adherence in Men with Overweight/Obesity: A Randomized Controlled Trial[J]. *Nutrients*, 2020, 12(2):505.
- [131] SUTTON E F, BEYL R, EARLY K S, et al. Early Time-Restricted Feeding Improves Insulin Sensitivity, Blood Pressure, and Oxidative Stress Even without Weight Loss in Men with Prediabetes[J]. *Cell Metab*, 2018, 27(6):1212-1221.e1213.
- [132] PEREIRA-SANTOS M, COSTA P R, ASSIS A M, et al. Obesity and vitamin D deficiency: a systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2015, 16(4):341-349.
- [133] GARDNER C D, KIM S, BERSAMIN A, et al. Micronutrient quality of weight-loss diets that focus on macronutrients: results from the A TO Z study[J]. *Am J Clin Nutr*, 2010, 92(2):304-312.
- [134] TRUBY H, HISCUTT R, HERRIOT A M, et al. Commercial weight loss diets meet nutrient requirements in free living adults over 8 weeks: a randomised controlled weight loss trial[J]. *Nutr J*, 2008, 7:25.
- [135] SLUSHER A L, MCALLISTER M J, HUANG C J. A therapeutic role for vitamin D on obesity-associated inflammation and weight-loss intervention[J]. *Inflamm Res*, 2015, 64(8):565-575.
- [136] GEHRER S, KERN B, PETERS T, et al. Fewer nutrient deficiencies after laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) than after laparoscopic Roux-Y-gastric bypass (LRYGB)-a prospective study[J]. *Obes Surg*, 2010, 20(4):447-453.
- [137] PERNA S. Is Vitamin D Supplementation Useful for Weight Loss Programs? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2019, 55(7):368.
- [138] LOTFI-DIZAJI L, MAHBOOB S, ALIASHRAFI S, et al. Effect of vitamin D supplementation along with weight loss diet on meta-inflammation and fat mass in obese subjects with vitamin D deficiency: A double-blind placebo-controlled randomized clinical trial[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2019, 90(1):94-101.
- [139] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 维生素D及其类似物临床应用共识[J]. 协和医学杂志, 2018, 9(2): 127-143.
- [140] HOLICK M F, BINKLEY N C, BISCHOFF-FERRARI H A, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2011, 96(7):1911-1930.
- [141] DAMMS-MACHADO A, WESER G, AND BISCHOFF S C. Micronutrient deficiency in obese subjects undergoing low calorie diet[J]. *Nutr J*, 2012, 11:34.
- [142] ZEMEL M B, THOMPSON W, MILSTEAD A, et al. Calcium and dairy acceleration of weight and fat loss during energy restriction in obese adults[J]. *Obes Res*, 2004, 12(4):582-590.
- [143] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量速查手册(2013版)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [144] TENG I C, TSENG S H, AULIA B, et al. Can diet-induced weight loss improve iron homeostasis in patients with obesity: A systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2020, 21(12):e13080.
- [145] MAHAN K L, ESCOTT-STUMP S, RAYMOND J L. Krause's Food & the Nutrition Care Process[M]. 13<sup>th</sup>. Oxford: Elsevier, 2012.
- [146] BÄCKHED F, DING H, WANG T, et al. The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2004, 101(44):15718-15723.
- [147] TURNBAUGH P J, GORDON J I. The core gut microbiome, energy balance and obesity[J]. *J Physiol*, 2009, 587(Pt 17): 4153-4158.
- [148] TURNBAUGH P J, LEY R E, MAHOWALD M A, et al. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest[J]. *Nature*, 2006, 444(7122):1027-1031.
- [149] TREMAROLI V, BÄCKHED F. Functional interactions between the gut microbiota and host metabolism[J]. *Nature*, 2012, 489(7415):242-249.
- [150] COTILLARD A, KENNEDY S P, KONG L C, et al. Dietary

- intervention impact on gut microbial gene richness[J]. *Nature*, 2013, 500(7464):585-588.
- [151] LE CHATELIER E, NIELSEN T, QIN J, et al. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers[J]. *Nature*, 2013, 500(7464):541-546.
- [152] QIN J, LI R, RAES J, et al. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing[J]. *Nature*, 2010, 464(7285):59-65.
- [153] AOUN A, DARWISH F, HAMOD N. The Influence of the Gut Microbiome on Obesity in Adults and the Role of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics for Weight Loss[J]. *Prev Nutr Food Sci*, 2020, 25(2):113-123.
- [154] FERRARESE R, CERESOLA E R, PRETI A, et al. Probiotics, prebiotics and synbiotics for weight loss and metabolic syndrome in the microbiome era[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2018, 22(21):7588-7605.
- [155] SERGEEV I N, ALJUTAILY T, WALTON G, et al. Effects of Synbiotic Supplement on Human Gut Microbiota, Body Composition and Weight Loss in Obesity[J]. *Nutrients*, 2020, 12(1):222.
- [156] TARANTINO G, FINELLI C. Systematic review on intervention with prebiotics/probiotics in patients with obesity-related nonalcoholic fatty liver disease[J]. *Future Microbiol*, 2015, 10(5):889-902.
- [157] VALLIANOU N, STRATIGOU T, CHRISTODOULATOS G S, et al. Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, Postbiotics, and Obesity: Current Evidence, Controversies, and Perspectives[J]. *Curr Obes Rep*, 2020, 9(3):179-192.
- [158] SANCHEZ M, DARIMONT C, DRAPEAU V, et al. Effect of *Lactobacillus rhamnosus* CGMCC1.3724 supplementation on weight loss and maintenance in obese men and women[J]. *Br J Nutr*, 2014, 111(8):1507-1519.
- [159] HIBBERD A A, YDE C C, ZIEGLER M L, et al. Probiotic or synbiotic alters the gut microbiota and metabolism in a randomised controlled trial of weight management in overweight adults[J]. *Benef Microbes*, 2019, 10(2):121-135.
- [160] HADI A, SEPANDI M, MARX W, et al. Clinical and psychological responses to synbiotic supplementation in obese or overweight adults: A randomized clinical trial[J]. *Complement Ther Med*, 2019, 47:102216.
- [161] KIM J, YUN J M, KIM M K, et al. *Lactobacillus gasseri* BNR17 Supplementation Reduces the Visceral Fat Accumulation and Waist Circumference in Obese Adults: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial[J]. *J Med Food*, 2018, 21(5):454-461.
- [162] RABIEI S, HEDAYATI M, RASHIDKHANI B, et al. The Effects of Synbiotic Supplementation on Body Mass Index, Metabolic and Inflammatory Biomarkers, and Appetite in Patients with Metabolic Syndrome: A Triple-Blind Randomized Controlled Trial[J]. *J Diet Suppl*, 2019, 16(3):294-306.
- [163] FEROLLA S M, COUTO C A, COSTA-SILVA L, et al. Beneficial Effect of Synbiotic Supplementation on Hepatic Steatosis and Anthropometric Parameters, But Not on Gut Permeability in a Population with Nonalcoholic Steatohepatitis[J]. *Nutrients*, 2016, 8(7):397.
- [164] NICOLUCCI A C, HUME M P, MARTÍNEZ I, et al. Prebiotics Reduce Body Fat and Alter Intestinal Microbiota in Children Who Are Overweight or With Obesity[J]. *Gastroenterology*, 2017, 153(3):711-722.
- [165] PARNELL J A, REIMER R A. Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults[J]. *Am J Clin Nutr*, 2009, 89(6):1751-1759.
- [166] ALLEGRETTI J R, KASSAM Z, MULLISH B H, et al. Effects of Fecal Microbiota Transplantation With Oral Capsules in Obese Patients[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2020, 18(4):855-863.e852.
- [167] YU E W, GAO L, STASTKA P, et al. Fecal microbiota transplantation for the improvement of metabolism in obesity: The FMT-TRIM double-blind placebo-controlled pilot trial[J]. *PLoS Med*, 2020, 17(3):e1003051.
- [168] CONTENTO I R. Nutrition education: linking research, theory, and practice[J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2008, 17 Suppl 1:176-179.
- [169] MAJOR N E, GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION, UNIVERSITY K N, et al. Effectiveness of Nutrition Education and Counseling on the Salty Taste Assessment, Nutrition Knowledge and Dietary Attitude of Hemodialysis Patients[J]. *Korean Journal of Community Nutrition*, 2013, 18(4):402-412.
- [170] DAVIS J N, VENTURA E E, COOK L T, et al. LA Sprouts: a gardening, nutrition, and cooking intervention for Latino youth improves diet and reduces obesity[J]. *J Am Diet Assoc*, 2011, 111(8):1224-1230.
- [171] VIGGIANO A, VIGGIANO E, DI COSTANZO A, et al. Kaledo, a board game for nutrition education of children and adolescents at school: cluster randomized controlled trial of healthy lifestyle promotion[J]. *Eur J Pediatr*, 2015, 174(2):217-228.
- [172] MEIKLEJOHN S, RYAN L, PALERMO C. A Systematic Review of the Impact of Multi-Strategy Nutrition Education Programs on Health and Nutrition of Adolescents[J]. *J Nutr Educ Behav*, 2016, 48(9):631-646.e631.
- [173] ROCK C L, FLATT S W, BYERS T E, et al. Results of the Exercise and Nutrition to Enhance Recovery and Good Health for You (ENERGY) Trial: A Behavioral Weight Loss Intervention in Overweight or Obese Breast Cancer Survivors[J]. *J Clin Oncol*, 2015, 33(28):3169-3176.
- [174] No authors listed. Abstracts of the Asian Congress of Nutrition 2019[J]. *Ann Nutr Metab*, 2019, 75 Suppl 3:1-424.
- [175] NIJAMKIN M P, CAMPA A, SOSA J, et al. Comprehensive nutrition and lifestyle education improves weight loss and physical activity in Hispanic Americans following gastric bypass surgery: a randomized controlled trial[J]. *J Acad Nutr Diet*, 2012, 112(3):382-390.
- [176] SENARATH U, KATULANDA P, FERNANDO D N, et al. mHealth nutrition and lifestyle intervention (mHENAL) to reduce cardiovascular disease risk in a middle-aged, overweight and obese population in Sri Lanka: Study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Contemp Clin Trials Commun*, 2019, 16:100453.

- [177] LISÓN J F, PALOMAR G, MENSORIO M S, et al. Impact of a Web-Based Exercise and Nutritional Education Intervention in Patients Who Are Obese With Hypertension: Randomized Wait-List Controlled Trial[J]. *J Med Internet Res*, 2020, 22(4):e14196.
- [178] AINSCOUGH K M, O'BRIEN E C, LINDSAY K L, et al. Nutrition, Behavior Change and Physical Activity Outcomes From the PEARS RCT-An mHealth-Supported, Lifestyle Intervention Among Pregnant Women With Overweight and Obesity[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2019, 10:938.
- [179] HONRATH K, WAGNE M G, RHEE Y. Does Nutrition Education with Fruit and Vegetable Supplementation Increase Fruit and Vegetable Intake and Improve Anthropometrics of Overweight or Obese People of Varying Socioeconomic Status?[J]. *Ecol Food Nutr*, 2018, 57(1):32-49.
- [180] TURNIN M C, BOURGEOIS O, CATHELINEAU G, et al. Multicenter randomized evaluation of a nutritional education software in obese patients[J]. *Diabetes Metab*, 2001, 27(2 Pt 1): 139-147.
- [181] VALLIS T M, MACKLIN D, RUSSELL-MAYHEW S. Canadian Adult Obesity Clinical Practice Guidelines: Effective Psychological and Behavioural Interventions in Obesity Management[OL]. [2021-11-22]. <https://obesitycanada.ca/guidelines/behavioural>.
- [182] FISHER E B. Principles and Concepts of Behavioral Medicine: A Global Handbook[M]. New York: Springer, 2018:835-860.
- [183] BURGESS E, HASSMÉN P, PUMPA K L. Determinants of adherence to lifestyle intervention in adults with obesity: a systematic review[J]. *Clin Obes*, 2017, 7(3):123-135.
- [184] BURGESS E, HASSMÉN P, WELVAERT M, et al. Behavioural treatment strategies improve adherence to lifestyle intervention programmes in adults with obesity: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Obes*, 2017, 7(2):105-114.
- [185] GIBSON A A, SAINSBURY A. Strategies to Improve Adherence to Dietary Weight Loss Interventions in Research and Real-World Settings[J]. *Behav Sci (Basel)*, 2017, 7(3):44.
- [186] KELLEY C P, SBROCCO G, SBROCCO T. Behavioral Modification for the Management of Obesity[J]. *Prim Care*, 2016, 43(1):159-175, x.
- [187] KIM J, LIM H. Nutritional Management in Childhood Obesity[J]. *J Obes Metab Syndr*, 2019, 28(4):225-235.
- [188] SEMLITSCH T, STIGLER F L, JEITLER K, et al. Management of overweight and obesity in primary care-A systematic overview of international evidence-based guidelines[J]. *Obes Rev*, 2019, 20(9):1218-1230.
- [189] WILFLEY D E, HAYES J F, BALANTEKIN K N, et al. Behavioral interventions for obesity in children and adults: Evidence base, novel approaches, and translation into practice[J]. *Am Psychol*, 2018, 73(8):981-993.
- [190] CURRY S J, KRIST A H, OWENS D K, et al. Behavioral Weight Loss Interventions to Prevent Obesity-Related Morbidity and Mortality in Adults: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement[J]. *JAMA*, 2018, 320(11): 1163-1171.
- [191] SAMDAL G B, EIDE G E, BARTH T, et al. Effective behaviour change techniques for physical activity and healthy eating in overweight and obese adults; systematic review and meta-regression analyses[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2017, 14(1):42.
- [192] SPAHN J M, REEVES R S, KEIM K S, et al. State of the evidence regarding behavior change theories and strategies in nutrition counseling to facilitate health and food behavior change[J]. *J Am Diet Assoc*, 2010, 110(6):879-891.
- [193] WING R R, GORIN A A. Behavioral techniques for treating the obese patient[J]. *Prim Care*, 2003, 30(2):375-391.
- [194] DELAHANTY L M, NATHAN D M. Implications of the diabetes prevention program and Look AHEAD clinical trials for lifestyle interventions[J]. *J Am Diet Assoc*, 2008, 108(4 Suppl 1):S66-S72.
- [195] KNOWLER W C, BARRETT-CONNOR E, FOWLER S E, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin[J]. *N Engl J Med*, 2002, 346(6):393-403.
- [196] LEBLANC E S, PATNODE C D, WEBBER E M, et al. Behavioral and Pharmacotherapy Weight Loss Interventions to Prevent Obesity-Related Morbidity and Mortality in Adults: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force[J]. *JAMA*, 2018, 320(11):1172-1191.
- [197] RUDOLPH A, HILBERT A. Post-operative behavioural management in bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Obes Rev*, 2013, 14(4):292-302.
- [198] WHITLOCK E P, O'CONNOR E A, WILLIAMS S B, et al. Effectiveness of weight management interventions in children: a targeted systematic review for the USPSTF[J]. *Pediatrics*, 2010, 125(2):e396-e418.
- [199] BURKE L E, WANG J, SEVICK M A. Self-monitoring in weight loss: a systematic review of the literature[J]. *J Am Diet Assoc*, 2011, 111(1):92-102.
- [200] TEIXEIRA P J, CARRAÇA E V, MARQUES M M, et al. Successful behavior change in obesity interventions in adults: a systematic review of self-regulation mediators[J]. *BMC Med*, 2015, 13:84.
- [201] ARMSTRONG M J, MOTTERSHEAD T A, RONKSLEY P E, et al. Motivational interviewing to improve weight loss in overweight and/or obese patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Obes Rev*, 2011, 12(9):709-723.
- [202] BARNES R D, IVEZAJ V. A systematic review of motivational interviewing for weight loss among adults in primary care[J]. *Obes Rev*, 2015, 16(4):304-318.
- [203] BOREK A J, ABRAHAM C, GREAVES C J, et al. Group-Based Diet and Physical Activity Weight-Loss Interventions: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials[J]. *Appl Psychol Health Well Being*, 2018, 10(1):62-86.
- [204] ASHRAFIAN H, TOMA T, HARLING L, et al. Social networking strategies that aim to reduce obesity have achieved significant although modest results[J]. *Health Aff (Millwood)*, 2014, 33(9):1641-1647.



- [205] HASSAN Y, HEAD V, JACOB D, et al. Lifestyle interventions for weight loss in adults with severe obesity: a systematic review[J]. *Clin Obes*, 2016, 6(6):395-403.
- [206] LIVHITS M, MERCADO C, YERMILOV I, et al. Is social support associated with greater weight loss after bariatric surgery?: a systematic review[J]. *Obes Rev*, 2011, 12(2):142-148.
- [207] BOFF R M, LIBONI R P A, BATISTA I P A, et al. Weight loss interventions for overweight and obese adolescents: a systematic review[J]. *Eat Weight Disord*, 2017, 22(2):211-229.
- [208] VALLABHAN M K, JIMENEZ E Y, NASH J L, et al. Motivational Interviewing to Treat Adolescents With Obesity: A Meta-analysis[J]. *Pediatrics*, 2018, 142(5):e20180733.
- [209] OBERG E, GIDLÖF, S, JAKSON I, et al. Improved menstrual function in obese women with polycystic ovary syndrome after behavioural modification intervention-A randomized controlled trial[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2019, 90(3):468-478.
- [210] TARRAGA MARCOS M L, PANISELLO ROYO J M, CARBAYO-HERENCIA J A, et al. Application of telemedicine in obesity management[J]. *European Research in Telemedicine*. 2017, 6(1):3-12.
- [211] HUANG J W, LIN Y Y, WU N Y. The effectiveness of telemedicine on body mass index: A systematic review and meta-analysis[J]. *J Telemed Telecare*, 2019, 25(7):389-401.
- [212] CASTELNUOVO G, MANZONI G M, PIETRABISSA G, et al. Obesity and outpatient rehabilitation using mobile technologies: the potential mHealth approach[J]. *Front Psychol*, 2014, 5:559.
- [213] HORSTMAN C, ARONNE L, WING R, et al. Implementing an Online Weight-Management Intervention to an Employee Population: Initial Experience with Real Appeal[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2018, 26(11):1704-1708.
- [214] NOSEK M A, ROBINSON-WHELEN S, LEDOUX T A, et al. A pilot test of the GoWoman weight management intervention for women with mobility impairments in the online virtual world of Second Life®[J]. *Disabil Rehabil*, 2019, 41(22):2718-2729.
- [215] YOUNG A S, COHEN A N, GOLDBERG R, et al. Improving Weight in People with Serious Mental Illness: The Effectiveness of Computerized Services with Peer Coaches[J]. *J Gen Intern Med*, 2017, 32(Suppl 1):48-55.
- [216] STEPHENS T N, JOERIN A, RAUWS M, et al. Feasibility of pediatric obesity and prediabetes treatment support through Tess, the AI behavioral coaching chatbot[J]. *Transl Behav Med*, 2019, 9(3):440-447.
- [217] APOVIAN C M, ARONNE L J, BESSESEN D H, et al. Pharmacological management of obesity: an endocrine Society clinical practice guideline[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(2):342-362.
- [218] GARVEY W T, MECHANICK J I, BRETT E M, et al. American association of clinical endocrinologists and american college of endocrinology comprehensive clinical practice guidelines for medical care of patients with obesity executive summary complete Guidelines available at <https://www.aace.com/publications/guidelines>[J]. *Endocr Pract*, 2016, 22(7):842-884.
- [219] SMITH S R, STENLOF K S, GREENWAY F L, et al. Orlistat 60 mg reduces visceral adipose tissue: a 24-week randomized, placebo-controlled, multicenter trial[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2011, 19(9):1796-1803.
- [220] MADSEN E L, RISSANEN A, BRUUN J M, et al. Weight loss larger than 10% is needed for general improvement of levels of circulating adiponectin and markers of inflammation in obese subjects: a 3-year weight loss study[J]. *Eur J Endocrinol*, 2008, 158(2):179-187.
- [221] RICHELSEN B, TONSTAD S, RÖSSNER S, et al. Effect of orlistat on weight regain and cardiovascular risk factors following a very-low-energy diet in abdominally obese patients: a 3-year randomized, placebo-controlled study[J]. *Diabetes Care*, 2007, 30(1):27-32.
- [222] ANDERSON J W, SCHWARTZ S M, HAUPTMAN J, et al. Low-dose orlistat effects on body weight of mildly to moderately overweight individuals: a 16 week, double-blind, placebo-controlled trial[J]. *Ann Pharmacother*, 2006, 40(10):1717-1723.
- [223] HILL J O, HAUPTMAN J, ANDERSON J W, et al. Orlistat, a lipase inhibitor, for weight maintenance after conventional dieting: a 1-y study[J]. *Am J Clin Nutr*, 1999, 69(6):1108-1116.
- [224] DAVIDSON M H, HAUPTMAN J, DIGIROLAMO M, et al. Weight control and risk factor reduction in obese subjects treated for 2 years with orlistat: a randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 1999, 281(3):235-242.
- [225] VAN GAAL L F, BROOM J I, ENZI G, et al. Efficacy and tolerability of orlistat in the treatment of obesity: a 6-month dose-ranging study. Orlistat Dose-Ranging Study Group[J]. *Eur J Clin Pharmacol*, 1998, 54(2):125-132.
- [226] SHIRAI K, FUJITA T, TANAKA M, et al. Efficacy and Safety of Lipase Inhibitor Orlistat in Japanese with Excessive Visceral Fat Accumulation: 24-Week, Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study[J]. *Adv Ther*, 2019, 36(1):86-100.
- [227] Gruppo Campano Obesità. Efficacy and safety of a short-time orlistat treatment in obese subjects[J]. *Ann Ital Med Int*, 2005, 20(2):90-96.
- [228] OZKAN B, BEREKET A, TURAN S, et al. Addition of orlistat to conventional treatment in adolescents with severe obesity[J]. *Eur J Pediatr*, 2004, 163(12):738-741.
- [229] HANEFELD M, SACHSE G. The effects of orlistat on body weight and glycaemic control in overweight patients with type 2 diabetes: a randomized, placebo-controlled trial[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2002, 4(6):415-423.
- [230] MCDUFFIE J R, CALIS K A, BOOTH S L, et al. Effects of orlistat on fat-soluble vitamins in obese adolescents[J]. *Pharmacotherapy*, 2002, 22(7):814-822.
- [231] LEE A, MORLEY J E. Metformin decreases food consumption and induces weight loss in subjects with obesity with type II non-insulin-dependent diabetes[J]. *Obes Res*, 1998, 6(1):47-53.
- [232] ILIADIS F, KADOGLU N P, HATZITOLIOS A, et al. Metabolic effects of rosiglitazone and metformin in Greek patients with recently diagnosed type 2 diabetes[J]. *In Vivo*, 2007, 21(6):1107-1114.
- [233] BEIROA D, IMBERNON, M, GALLEGU R, et al. GLP-1

- agonism stimulates brown adipose tissue thermogenesis and browning through hypothalamic AMPK[J]. *Diabetes*, 2014, 63(10):3346-3358.
- [234] LEVIN P A, NGUYEN H, WITTBRODT E T, et al. Glucagon-like peptide-1 receptor agonists: a systematic review of comparative effectiveness research[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2017, 10:123-139.
- [235] BROWN E, WILDING J P H, BARBER T M, et al. Weight loss variability with SGLT2 inhibitors and GLP-1 receptor agonists in type 2 diabetes mellitus and obesity: Mechanistic possibilities[J]. *Obes Rev*, 2019, 20(6):816-828.
- [236] PHUNG O J, SCHOLLE J M, TALWAR M, et al. Effect of noninsulin antidiabetic drugs added to metformin therapy on glycemic control, weight gain, and hypoglycemia in type 2 diabetes[J]. *JAMA*, 2010, 303(14):1410-1418.
- [237] RAJEEV S P, CUTHBERTSON D J, WILDING J P. Energy balance and metabolic changes with sodium-glucose co-transporter 2 inhibition[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2016, 18(2):125-134.
- [238] AHRÉN B. Clinical results of treating type 2 diabetic patients with sitagliptin, vildagliptin or saxagliptin--diabetes control and potential adverse events[J]. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 2009, 23(4):487-498.
- [239] KOHAN D E, FIORETTO P, TANG W, et al. Long-term study of patients with type 2 diabetes and moderate renal impairment shows that dapagliflozin reduces weight and blood pressure but does not improve glycemic control[J]. *Kidney Int*, 2014, 85(4):962-971.
- [240] MCINTOSH B, CAMERON C, SINGH S R, et al. Choice of therapy in patients with type 2 diabetes inadequately controlled with metformin and a sulphonylurea: a systematic review and mixed-treatment comparison meta-analysis[J]. *Open Med*, 2012, 6(2):e62-e74.
- [241] GARBER A J, ABRAHAMSON M J, BARZILAY J I, et al. Consensus statement by the american association of clinical endocrinologists and american college of endocrinology on the comprehensive type 2 diabetes management algorithm - 2019 executive summary[J]. *Endocr Pract*, 2019, 25(1):69-100.
- [242] CARBAJO M A, CASTRO M J, KLEINFINGER S, et al. Effects of a balanced energy and high protein formula diet (Vegestart complet®) vs. low-calorie regular diet in morbid obese patients prior to bariatric surgery (laparoscopic single anastomosis gastric bypass): a prospective, double-blind randomized study[J]. *Nutr Hosp*, 2010, 25(6):939-948.
- [243] SCHOUTEN R, VAN DER KAADEN I, VAN 'T HOF G, et al. Comparison of Preoperative Diets Before Bariatric Surgery: a Randomized, Single-Blinded, Non-inferiority Trial[J]. *Obes Surg*, 2016, 26(8):1743-1749.
- [244] GONZÁLEZ-PÉREZ J, SÁNCHEZ-LEENHEER S, DELGADO A R, et al. Clinical impact of a 6-week preoperative very low calorie diet on body weight and liver size in morbidly obese patients[J]. *Obes Surg*, 2013, 23(10):1624-1631.
- [245] FRIS R J. Preoperative low energy diet diminishes liver size[J]. *Obes Surg*, 2004, 14(9):1165-1170.
- [246] COLLES S L, DIXON J B, MARKS P, et al. Preoperative weight loss with a very-low-energy diet: quantitation of changes in liver and abdominal fat by serial imaging[J]. *Am J Clin Nutr*, 2006, 84(2):304-311.
- [247] BRODY F, VAZIRI K, GAREY C, et al. Preoperative liver reduction utilizing a novel nutritional supplement[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2011, 21(6):491-495.
- [248] NIELSEN L V, NIELSEN M S, SCHMIDT J B, et al. Efficacy of a liquid low-energy formula diet in achieving preoperative target weight loss before bariatric surgery[J]. *J Nutr Sci*, 2016, 5:e22.
- [249] BENJAMINOV O, BEGLAIBTER N, GINDY L, et al. The effect of a low-carbohydrate diet on the nonalcoholic fatty liver in morbidly obese patients before bariatric surgery[J]. *Surg Endosc*, 2007, 21(8):1423-1427.
- [250] COLLINS J, MCCLOSKEY C, TITCHNER R, et al. Preoperative weight loss in high-risk superobese bariatric patients: a computed tomography-based analysis[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2011, 7(4):480-485.
- [251] FARIA S L, FARIA O P, DE ALMEIDA CARDEAL M, et al. Effects of a very low calorie diet in the preoperative stage of bariatric surgery: a randomized trial[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2015, 11(1):230-237.
- [252] VAN NIEUWENHOVE Y, DAMBRAUSKAS Z, CAMPILLO-SOTO A, et al. Preoperative very low-calorie diet and operative outcome after laparoscopic gastric bypass: a randomized multicenter study[J]. *Arch Surg*, 2011, 146(11):1300-1305.
- [253] HUTCHEON D A, HALE A L, EWING J A, et al. Short-Term Preoperative Weight Loss and Postoperative Outcomes in Bariatric Surgery[J]. *J Am Coll Surg*, 2018, 226(4):514-524.
- [254] REBIBO L, MARÉCHAL V, DE LAMETH I, et al. Compliance with a multidisciplinary team meeting's decision prior to bariatric surgery protects against major postoperative complications[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2017, 13(9):1537-1543.
- [255] SHERF DAGAN S, KEIDAR A, RAZIEL A, et al. Do Bariatric Patients Follow Dietary and Lifestyle Recommendations during the First Postoperative Year?[J]. *Obes Surg*, 2017, 27(9):2258-2271.
- [256] MECHANICK J I, YODIM A, JONES D B, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient--2013 update: cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21 Suppl 1(0 1):S1-S27.
- [257] 中华医学会肠外肠内营养学分会营养与代谢协作组, 北京协和医院减重多学科协作组. 减重手术的营养与多学科管理专家共识[J]. *中华外科杂志*, 2018, 56(2):81-90.
- [258] SARWER D B, MOORE R H, SPITZER J C, et al. A pilot study investigating the efficacy of postoperative dietary counseling to improve outcomes after bariatric surgery[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2012, 8(5):561-568.
- [259] VAN RUTTE P W, AARTS E O, SMULDERS J F, et al. Nutrient deficiencies before and after sleeve gastrectomy[J]. *Obes Surg*, 2014, 24(10):1639-1646.

- [260] VERGER E O, ARON-WISNEWSKY J, DAO M C, et al. Micronutrient and Protein Deficiencies After Gastric Bypass and Sleeve Gastrectomy: a 1-year Follow-up[J]. *Obes Surg*, 2016, 26(4):785-796.
- [261] SALTZMAN E, KARL J P. Nutrient deficiencies after gastric bypass surgery[J]. *Annu Rev Nutr*, 2013, 33:183-203.
- [262] SCHOLLENBERGER A E, KARSCHIN J, MEILE T, et al. Impact of protein supplementation after bariatric surgery: A randomized controlled double-blind pilot study[J]. *Nutrition*, 2016, 32(2):186-192.
- [263] MACKEY E R, OLSON A, MERWIN S, et al. Perceived Social Support for Exercise and Weight Loss in Adolescents Undergoing Sleeve Gastrectomy[J]. *Obes Surg*, 2018, 28(2):421-426.
- [264] COUPAYE M, RIVIÈRE P, BREUIL M C, et al. Comparison of nutritional status during the first year after sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass[J]. *Obes Surg*, 2014, 24(2):276-283.
- [265] LIN S, GUAN W, YANG N, et al. Short-Term Outcomes of Sleeve Gastrectomy plus Jejunojunal Bypass: a Retrospective Comparative Study with Sleeve Gastrectomy and Roux-en-Y Gastric Bypass in Chinese Patients with BMI  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup>[J]. *Obes Surg*, 2019, 29(4):1352-1359.
- [266] THORELL A, MACCORMICK A D, AWAD S, et al. Guidelines for Perioperative Care in Bariatric Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendations[J]. *World J Surg*, 2016, 40(9):2065-2083.
- [267] CLIFTON P M, CONDO D, KEOGH J B. Long term weight maintenance after advice to consume low carbohydrate, higher protein diets--a systematic review and meta analysis[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2014, 24(3):224-235.
- [268] CLIFTON P M, KEOGH J B, NOAKES M. Long-term effects of a high-protein weight-loss diet[J]. *Am J Clin Nutr*, 2008, 87(1):23-29.
- [269] HEGAZY T O, KHALIFA I, ELSHAL M, et al. The Incidence of Nutritional Derangements in Patients Undergoing Sleeve Gastrectomy[J]. *Bariatric Surgical Patient Care*, 2018, 13(2):85-89.
- [270] MECHANICK J I, APOVIAN C, BRETHAUER S, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutrition, metabolic, and nonsurgical support of patients undergoing bariatric procedures-2019 update: cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology, The Obesity Society, American Society for Metabolic & Bariatric Surgery, Obesity Medicine Association, and American Society of Anesthesiologists[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2020, 16(2):175-247.
- [271] SHAH H N, BAL B S, FINELLI F C, et al. Constipation in patients with thiamine deficiency after Roux-en-Y gastric bypass surgery[J]. *Digestion*, 2013, 88(2):119-124.
- [272] 郑莉, 马颖璋, 陆佳军, 等. 腹腔镜胃袖状切除术对肥胖症患者营养状况的影响[J]. *中华临床营养杂志*, 2017, 25(4): 221-225.
- [273] LAUTI M, LEMANU D, ZENG I S L, et al. Definition determines weight regain outcomes after sleeve gastrectomy[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2017, 13(7):1123-1129.
- [274] FARIA S L, KELLY E D O, LINS R D, et al. Nutritional Management of Weight Regain After Bariatric Surgery[J]. *Obesity Surgery*, 2010, 20(2):135-139.
- [275] LOPES GOMES D, MOEHLECKE M, LOPES DA SILVA F B, et al. Whey Protein Supplementation Enhances Body Fat and Weight Loss in Women Long After Bariatric Surgery: a Randomized Controlled Trial[J]. *Obes Surg*, 2017, 27(2):424-431.
- [276] Weight Management Dietetic Practice Group. Academy of Nutrition and Dietetics Pocket Guide to Bariatric Surgery[OL]. 3<sup>rd</sup> Ed. [2021-11-12]. <https://www.eatrightstore.org/product-type/books/academy-of-nutrition-and-dietetics-pocket-guide-to-bariatric-surgery-third-ed>.
- [277] MECHANICK J I, KUSHNER R F, SUGERMAN H J, et al. American Association of Clinical Endocrinologists, the Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery Medical guidelines for clinical practice for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2009, 17 Suppl 1:S1-S70.
- [278] JOHNSON STOKLOSSA C, ATWAL S. Nutrition care for patients with weight regain after bariatric surgery[J]. *Gastroenterol Res Pract*, 2013, 2013:256145.
- [279] AILLS L, BLANKENSHIP J, BUFFINGTON C, et al. ASMBS Allied Health Nutritional Guidelines for the Surgical Weight Loss Patient[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2008, 4(5 Suppl):S73-S108.
- [280] KOUVELIOTI R, VAGENAS G, LANGLEY-EVANS S. Effects of exercise and diet on weight loss maintenance in overweight and obese adults: a systematic review[J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2014, 54(4):456-474.
- [281] ELFHAG K, RÖSSNER S. Who succeeds in maintaining weight loss? A conceptual review of factors associated with weight loss maintenance and weight regain[J]. *Obes Rev*, 2005, 6(1):67-85.
- [282] SORGENTE A, PIETRABISSA G, MANZONI G M, et al. Web-Based Interventions for Weight Loss or Weight Loss Maintenance in Overweight and Obese People: A Systematic Review of Systematic Reviews[J]. *J Med Internet Res*, 2017, 19(6):e229.
- [283] WIELAND L S, FALZON L, SCIAMANNA C N, et al. Interactive computer-based interventions for weight loss or weight maintenance in overweight or obese people[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 8(8):CD007675.
- [284] NAVAS-CARRETERO S, HOLST C, SARIS W H, et al. The Impact of Gender and Protein Intake on the Success of Weight Maintenance and Associated Cardiovascular Risk Benefits, Independent of the Mode of Food Provision: The DiOGenes Randomized Trial[J]. *J Am Coll Nutr*, 2016, 35(1):20-30.
- [285] WESTERTEP-PLANTENGA M S, LEJEUNE M P, NIJS I, et al. High protein intake sustains weight maintenance after body weight loss in humans[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2004, 28(1):57-64.
- [286] LAYMAN D K, EVANS E M, ERICKSON D, et al. A moderate-protein diet produces sustained weight loss and long-



- term changes in body composition and blood lipids in obese adults[J]. *J Nutr*, 2009, 139(3):514-521.
- [287] SOENEN S, BONOMI A G, LEMMENS S G, et al. Relatively high-protein or 'low-carb' energy-restricted diets for body weight loss and body weight maintenance?[J]. *Physiol Behav*, 2012, 107(3):374-380.
- [288] TREPANOWSKI J F, KROEGER C M, BARNOSKY A, et al. Effect of Alternate-Day Fasting on Weight Loss, Weight Maintenance, and Cardioprotection Among Metabolically Healthy Obese Adults: A Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA Intern Med*, 2017, 177(7):930-938.
- [289] HEADLAND M L, CLIFTON P M, KEOGH J B. 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.
- [290] MIDDLETON K M, PATIDAR S M, PERRI M G. The impact of extended care on the long-term maintenance of weight loss: a systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2012, 13(6):509-517.
- [291] DUTTON G R, GOWEY M A, TAN F, et al. Comparison of an alternative schedule of extended care contacts to a self-directed control: a randomized trial of weight loss maintenance[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2017, 14(1):107.
- [292] MADIGAN C D, AVEYARD P, JOLLY K, et al. Regular self-weighing to promote weight maintenance after intentional weight loss: a quasi-randomized controlled trial[J]. *J Public Health (Oxf)*, 2014, 36(2):259-267.
- [293] WING R R, TATE D F, GORIN A A, et al. A self-regulation program for maintenance of weight loss[J]. *N Engl J Med*, 2006, 355(15):1563-1571.
- [294] CAVERO-REDONDO I, MARTINEZ-VIZCAINO V, FERNANDEZ-RODRIGUEZ R, et al. Effect of Behavioral Weight Management Interventions Using Lifestyle mHealth Self-Monitoring on Weight Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Nutrients*, 2020, 12(7):1977.
- [295] FERGUSON L R, DE CATERINA R, GÖRMAN U, et al. Guide and Position of the International Society of Nutri-genetics/Nutri-genomics on Personalised Nutrition: Part 1 - Fields of Precision Nutrition[J]. *J Nutrigenet Nutrigenomics*, 2016, 9(1):12-27.
- [296] DE TORO-MARTÍN J, ARSENAULT B J, DESPRÉS J P, et al. Precision Nutrition: A Review of Personalized Nutritional Approaches for the Prevention and Management of Metabolic Syndrome[J]. *Nutrients*, 2017, 9(8):913.
- [297] HORNE J, GILLILAND J, O'CONNOR C, et al. Study protocol of a pragmatic randomized controlled trial incorporated into the Group Lifestyle Balance™ program: the nutrigenomics, overweight/obesity and weight management trial (the NOW trial)[J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1):310.
- [298] BYRNE N M, MEERKIN J D, LAUKKANEN R, et al. Weight loss strategies for obese adults: personalized weight management program vs. standard care[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2006, 14(10):1777-1788.
- [299] RAMOS-LOPEZ O, RIEZU-BOJ J I, MILAGRO F I, et al. Models Integrating Genetic and Lifestyle Interactions on Two Adiposity Phenotypes for Personalized Prescription of Energy-Restricted Diets With Different Macronutrient Distribution[J]. *Front Genet*, 2019, 10:686.
- [300] ARKADIANOS I, VALDES A M, MARINOS E, et al. Improved weight management using genetic information to personalize a calorie controlled diet[J]. *Nutr J*, 2007, 6:29.
- [301] DRABSCH T, HOLZAPFEL C. A Scientific Perspective of Personalised Gene-Based Dietary Recommendations for Weight Management[J]. *Nutrients*, 2019, 11(3):617.
- [302] DE LUIS D A, IZAOLA O, PRIMO D, et al. RS9939609 FTO gene variant modified weight loss and insulin resistance after a partial meal-replacement hypocaloric diet[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2020, 24(10):5573-5581.
- [303] ZHANG X, QI Q, ZHANG C, et al. FTO genotype and 2-year change in body composition and fat distribution in response to weight-loss diets: the POUNDS LOST Trial[J]. *Diabetes*, 2012, 61(11):3005-3011.
- [304] CELIS-MORALES C, MARSAUX C F, LIVINGSTONE K M, et al. Can genetic-based advice help you lose weight? Findings from the Food4Me European randomized controlled trial[J]. *Am J Clin Nutr*, 2017, 105(5):1204-1213.
- [305] CHRISTENSEN L, VUOLM S, ROAGER H M, et al. Prevotella Abundance Predicts Weight Loss Success in Healthy, Overweight Adults Consuming a Whole-Grain Diet Ad Libitum: A Post Hoc Analysis of a 6-Wk Randomized Controlled Trial[J]. *J Nutr*, 2019, 149(12):2174-2181.
- [306] HJORTH M F, ROAGER H M, LARSEN T M, et al. Pre-treatment microbial Prevotella-to-Bacteroides ratio, determines body fat loss success during a 6-month randomized controlled diet intervention[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2018, 42(2):284.
- [307] HJORTH M F, BLÆDEL T, BENDTSEN L Q, et al. Prevotella-to-Bacteroides ratio predicts body weight and fat loss success on 24-week diets varying in macronutrient composition and dietary fiber: results from a post-hoc analysis[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2019, 43(1):149-157.
- [308] CHENG C C, HSU C Y, LIU J F. Effects of dietary and exercise intervention on weight loss and body composition in obese postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis[J]. *Menopause*, 2018, 25(7):772-782.
- [309] KIM K B, KIM K, KIM C, et al. Effects of Exercise on the Body Composition and Lipid Profile of Individuals with Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Obes Metab Syndr*, 2019, 28(4):278-294.
- [310] MORA-RODRIGUEZ R, ORTEGA J F, MORALES-PALOMO F, et al. Weight loss but not gains in cardiorespiratory fitness after exercise-training predicts improved health risk factors in metabolic syndrome[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2018, 28(12):1267-1274.
- [311] SEO M H, LEE W Y, KIM S S, et al. 2018 Korean Society for the Study of Obesity Guideline for the Management of Obesity in Korea[J]. *J Obes Metab Syndr*, 2019, 28(1):40-45.
- [312] DURRER SCHUTZ D, BUSETTO L, DICKER D, et al.

- European Practical and Patient-Centred Guidelines for Adult Obesity Management in Primary Care[J]. *Obes Facts*, 2019, 12(1):40-66.
- [313] 美国运动医学学会. ACSM运动测试与运动处方指南[M]. 王正珍, 主译. 9版. 北京: 北京体育大学出版社, 2014.
- [314] PIERCY K L, TROIANO R P, BALLARD R M, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans[J]. *JAMA*, 2018, 320(19):2020-2028.
- [315] SLENTZ C A, DUSCHA B D, JOHNSON J L, et al. Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity: STRRIDE--a randomized controlled study[J]. *Arch Intern Med*, 2004, 164(1):31-39.
- [316] REID J, MCKEAVENEY C, MARTIN P. Communicating with Adolescents and Young Adults about Cancer-Associated Weight Loss[J]. *Curr Oncol Rep*, 2019, 21(2):15.
- [317] DONNELLY J E, HILL J O, JACOBSEN D J, et al. Effects of a 16-month randomized controlled exercise trial on body weight and composition in young, overweight men and women: the Midwest Exercise Trial[J]. *Arch Intern Med*, 2003, 163(11):1343-1350.
- [318] O'DONOGHUE G, BLAKE C, CUNNINGHAM C, et al. What exercise prescription is optimal to improve body composition and cardiorespiratory fitness in adults living with obesity? A network meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2021, 22(2):e13137.
- [319] WILLIS L H, SLENTZ C A, BATEMAN L A, et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2012, 113(12):1831-1837.
- [320] SCHROEDER E C, FRANKE W D, SHARP R L, et al. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial[J]. *PLoS One*, 2019, 14(1):e0210292.
- [321] TÜRK Y, THEEL W, KASTELEYN M J, et al. High intensity training in obesity: a Meta-analysis[J]. *Obes Sci Pract*, 2017, 3(3):258-271.
- [322] VIANA R B, NAVES J P A, COSWIG V S, et al. Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT)[J]. *Br J Sports Med*, 2019, 53(10):655-664.
- [323] SU L, FU J, SUN S, et al. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2019, 4(1):e0210644.
- [324] JELLEYMAN C, YATES T, O'DONOVAN G, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2015, 16(11):942-961.
- [325] MURPHY M H, LAHART I, CARLIN A, et al. The Effects of Continuous Compared to Accumulated Exercise on Health: A Meta-Analytic Review[J]. *Sports Med*, 2019, 49(10):1585-1607.
- [326] MADJD A, TAYLOR M A, DELAVARI A, et al. Effect of a Long Bout Versus Short Bouts of Walking on Weight Loss During a Weight-Loss Diet: A Randomized Trial[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2019, 27(4):551-558.
- [327] ALIZADEH Z, KORDI R, ROSTAMI M, et al. Comparison between the effects of continuous and intermittent aerobic exercise on weight loss and body fat percentage in overweight and obese women: a randomized controlled trial[J]. *Int J Prev Med*, 2013, 4(8):881-888.
- [328] AVILA C, HOLLOWAY A C, HAHN M K, et al. An Overview of Links Between Obesity and Mental Health[J]. *Curr Obes Rep*, 2015, 4(3):303-310.
- [329] GOLDSTEIN B I, LIU S M, SCHAFFER A, et al. Obesity and the three-year longitudinal course of bipolar disorder[J]. *Bipolar Disord*, 2013, 15(3):284-293.
- [330] GUEDES E P, MADEIRA E, MAFORT T T, et al. Body composition and depressive/anxiety symptoms in overweight and obese individuals with metabolic syndrome[J]. *Diabetol Metab Syndr*, 2013, 5(1):82.
- [331] KIM J Y, CHANG H M, CHO J J, et al. Relationship between obesity and depression in the Korean working population[J]. *J Korean Med Sci*, 2010, 25(11):1560-1567.
- [332] LUPPINO F S, DE WIT L M, BOUVY P F, et al. Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies[J]. *Arch Gen Psychiatry*, 2010, 67(3):220-229.
- [333] RAJAN T M, MENON V. Psychiatric disorders and obesity: A review of association studies[J]. *J Postgrad Med*, 2017, 63(3):182-190.
- [334] WANG S, SUN Q, ZHAI L, et al. The Prevalence of Depression and Anxiety Symptoms among Overweight/Obese and Non-Overweight/Non-Obese Children/Adolescents in China: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(3):340.
- [335] GARIEPY G, NITKA D, SCHMITZ N. The association between obesity and anxiety disorders in the population: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2010, 34(3):407-419.
- [336] HADI S, MOMENAN M, CHERAGHPOUR K, et al. Abdominal volume index: a predictive measure in relationship between depression/anxiety and obesity[J]. *Afr Health Sci*, 2020, 20(1):257-265.
- [337] LYKOURAS L, MICHPOULOS J. Anxiety disorders and obesity[J]. *Psychiatriki*, 2011, 22(4):307-313.
- [338] GUERDJIKOVA A I, MORI N, CASUTO L S, et al. Binge Eating Disorder[J]. *Psychiatr Clin North Am*, 2017, 40(2):255-266.
- [339] KESSLER R C, BERGLUND P A, CHIU W T, et al. The prevalence and correlates of binge eating disorder in the World Health Organization World Mental Health Surveys[J]. *Biol Psychiatry*, 2013, 73(9):904-914.
- [340] 毛锐, 张元川, 杨华武, 等. 肥胖合并暴食症患者的代谢相关数据分析[J]. *重庆医学*, 2020, 49(18):3091-3097.
- [341] YUMUK V, TSIGOS C, FRIED M, et al. European Guidelines for Obesity Management in Adults[J]. *Obes Facts*, 2015, 8(6):402-424.
- [342] DAWES A J, MAGGARD-GIBBONS M, MAHER A R, et al. Mental Health Conditions Among Patients Seeking and

- Undergoing Bariatric Surgery: A Meta-analysis[J]. JAMA, 2016, 315(2):150-163.
- [343] HJELMESÆTH J, ROSENVINGE J H, GADE H, et al. Effects of Cognitive Behavioral Therapy on Eating Behaviors, Affective Symptoms, and Weight Loss After Bariatric Surgery: a Randomized Clinical Trial[J]. *Obes Surg*, 2019, 29(1):61-69.
- [344] MUNSCH S, BIEDERT E, MEYER A, et al. A randomized comparison of cognitive behavioral therapy and behavioral weight loss treatment for overweight individuals with binge eating disorder[J]. *Int J Eat Disord*, 2007, 40(2):102-113.
- [345] GRILO C M, MASHEB R M. A randomized controlled comparison of guided self-help cognitive behavioral therapy and behavioral weight loss for binge eating disorder[J]. *Behav Res Ther*, 2005, 43(11):1509-1525.
- [346] GRENON R, SCHWARTZ D, HAMMOND N, et al. Group psychotherapy for eating disorders: A meta-analysis[J]. *Int J Eat Disord*, 2017, 50(9):997-1013.
- [347] HILBERT A, PETROFF D, HERPERTZ S, et al. Meta-analysis of the efficacy of psychological and medical treatments for binge-eating disorder[J]. *J Consult Clin Psychol*, 2019, 87(1):91-105.
- [348] JACOB A, MOULLEC G, LAVOIE K L, et al. Impact of cognitive-behavioral interventions on weight loss and psychological outcomes: A meta-analysis[J]. *Health Psychol*, 2018, 37(5):417-432.
- [349] RICCA V, CASTELLINI G, MANNUCCI E, et al. Comparison of individual and group cognitive behavioral therapy for binge eating disorder. A randomized, three-year follow-up study[J]. *Appetite*, 2010, 55(3):656-665..
- [350] WILFLEY D E, WELCH R R, STEIN R I, et al. A randomized comparison of group cognitive-behavioral therapy and group interpersonal psychotherapy for the treatment of overweight individuals with binge-eating disorder[J]. *Arch Gen Psychiatry*, 2002, 59(8):713-721.
- [351] SPADARO K C, DAVIS K K, SEREIK A S M, et al. Effect of mindfulness meditation on short-term weight loss and eating behaviors in overweight and obese adults: A randomized controlled trial[J]. *J Complement Integr Med*, 2017, 15(2):48.
- [352] DAUBENMIER J, MORAN P J, KRISTELLER J, et al. Effects of a mindfulness-based weight loss intervention in adults with obesity: A randomized clinical trial[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2016, 24(4):794-804.
- [353] KRISTELLER J, WOLEVER R Q, SHEETS V. Mindfulness-Based Eating Awareness Training (MB-EAT) for Binge Eating: A Randomized Clinical Trial[J]. *Mindfulness*, 2014, 5(3):282-297.
- [354] CARRIÈRE K, KHOURY B, GÜNAK M M, et al. Mindfulness-based interventions for weight loss: a systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2018, 19(2):164-177.
- [355] ROGERS J M, FERRARI M, MOSELY K, et al. Mindfulness-based interventions for adults who are overweight or obese: a meta-analysis of physical and psychological health outcomes[J]. *Obes Rev*, 2017, 18(1):51-67.
- [356] SALA M, SHANKAR RAM S, VANZHULA I A, et al. Mindfulness and eating disorder psychopathology: A meta-analysis[J]. *Int J Eat Disord*, 2020, 53(6):834-851.
- [357] OBEAGU E I. A REVIEW ON FISH OIL FOR HEALTHY LIVING[J]. *Int J Compr Res Biol Sci*, 2018, 5(4):6-13.
- [358] DAS S, PAUL B N, SENGUPTA J, et al. Beneficial effects of fish oil to human health: A review[J]. *Agricultural Reviews*, 2009, 30(3):199-205.
- [359] SARAVANAN P, DAVIDSON N C, SCHMIDT E B, et al. Cardiovascular effects of marine omega-3 fatty acids[J]. *Lancet*, 2010, 376(9740):540-550.
- [360] SOUZA D R, PIERI B L D S, COMIM V H, et al. Fish oil reduces subclinical inflammation, insulin resistance, and atherogenic factors in overweight/obese type 2 diabetes mellitus patients: A pre-post pilot study[J]. *J Diabetes Complications*, 2020, 34(5):107553.
- [361] DU S, JIN J, FANG W, et al. Does Fish Oil Have an Anti-Obesity Effect in Overweight/Obese Adults? A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials[J]. *PLoS One*, 2015, 10(11):e0142652.
- [362] HUERTA A E, NAVAS-CARRETERO S, PRIETO-HONTORIA P L, et al. Effects of  $\alpha$ -lipoic acid and eicosapentaenoic acid in overweight and obese women during weight loss[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2015, 23(2):313-321.
- [363] HUANG S Y, SABRINA N, CHIEN Y W, et al. A Moderate Interleukin-6 Reduction, Not a Moderate Weight Reduction, Improves the Serum Iron Status in Diet-Induced Weight Loss with Fish Oil Supplementation[J]. *Mol Nutr Food Res*, 2018, 62(20):e1800243.
- [364] WONG A T, CHAN D C, BARRETT P H, et al. Effect of  $\omega$ -3 fatty acid ethyl esters on apolipoprotein B-48 kinetics in obese subjects on a weight-loss diet: a new tracer kinetic study in the postprandial state[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014, 99(8):E1427-E1435.
- [365] GUNNARSDOTTIR I, TOMASSON H, KIELY M, et al. Inclusion of fish or fish oil in weight-loss diets for young adults: effects on blood lipids[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2008, 32(7):1105-1112.
- [366] MUNRO I A, GARG M L. Dietary supplementation with long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids and weight loss in obese adults[J]. *Obes Res Clin Pract*, 2013, 7(3):e173-e181.
- [367] U.S. Department of Agriculture. 2015-2020 Dietary Guidelines for Americans[OL]. [2021-11-14]. [https://health.gov/sites/default/files/2019-09/2015-2020\\_Dietary\\_Guidelines.pdf](https://health.gov/sites/default/files/2019-09/2015-2020_Dietary_Guidelines.pdf).
- [368] U.S. Food & Drug Administration. FDA Announces New Qualified Health Claims for EPA and DHA Omega-3 Consumption and the Risk of Hypertension and Coronary Heart Disease[OL]. (2019-07-19)[2021-11-14]. <https://www.fda.gov/food/cfsan-constituent-updates/fda-announces-new-qualified-health-claims-epa-and-dha-omega-3-consumption-and-risk-hypertension-and>.
- [369] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [370] 张坚, 孟丽苹, 姜元荣, 等. 中国成人膳食脂肪酸摄入和食物来源状况分析[J]. *营养学报*, 2009, 31(5):424-427.



- [371] 谭圣杰, 王美辰, 张健, 等. 中国9省3~17岁儿童青少年ALA/EPA/DHA/DPA摄入量及来源分析[J]. 营养学报, 2018, 40(5): 434-438.
- [372] TAKEUCHI H, NOGUCHI O, SEKINE S, et al. Lower weight gain and higher expression and blood levels of adiponectin in rats fed medium-chain TAG compared with long-chain TAG[J]. *Lipids*, 2006, 41(2):207-212.
- [373] OOOYAMA K, KOJIMA K, AOYAMA T, et al. Decrease of food intake in rats after ingestion of medium-chain triacylglycerol[J]. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*, 2009, 55(5):423-427.
- [374] MUMME K, STONEHOUSE W. Effects of medium-chain triglycerides on weight loss and body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *J Acad Nutr Diet*, 2015, 115(2):249-263.
- [375] HAN J R, DENG B, SUN J, et al. Effects of dietary medium-chain triglyceride on weight loss and insulin sensitivity in a group of moderately overweight free-living type 2 diabetic Chinese subjects[J]. *Metabolism*, 2007, 56(7):985-991.
- [376] ST-ONGE M P, JONES P J. Greater rise in fat oxidation with medium-chain triglyceride consumption relative to long-chain triglyceride is associated with lower initial body weight and greater loss of subcutaneous adipose tissue[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2003, 27(12):1565-1571.
- [377] ST-ONGE M P, BOSARGE A. Weight-loss diet that includes consumption of medium-chain triacylglycerol oil leads to a greater rate of weight and fat mass loss than does olive oil[J]. *Am J Clin Nutr*, 2008, 87(3):621-626.
- [378] VAZ F M, WANDERS R J. Carnitine biosynthesis in mammals[J]. *Biochem J*, 2002, 361(Pt 3):417-429.
- [379] OBICI S, FENG Z, ARDUINI A, et al. Inhibition of hypothalamic carnitine palmitoyltransferase-1 decreases food intake and glucose production[J]. *Nat Med*, 2003, 9(6):756-761.
- [380] NAZARY-VANNANI A, GHAEDI E, MOUSAVI S M, et al. The effect of L-carnitine supplementation on serum leptin concentrations: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Endocrine*, 2018, 60(3):386-394.
- [381] ASKARPOUR M, HADI A, MIRAGHAJANI M, et al. Beneficial effects of l-carnitine supplementation for weight management in overweight and obese adults: An updated systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Pharmacol Res*, 2020, 151:104554.
- [382] TALENEZHAD N, MOHAMMADI M, RAMEZANI-JOLFAIE N, et al. Effects of l-carnitine supplementation on weight loss and body composition: A systematic review and meta-analysis of 37 randomized controlled clinical trials with dose-response analysis[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2020, 37:9-23.
- [383] 杨敏, 牟金金, 柳汝明, 等. 左旋肉碱用于减肥的系统评价[J]. *中国药房*, 2012, 23(20): 147-149.
- [384] SAJILATA M G, SINGHAL R S, KULKARNI P R. Resistant Starch-A Review[J]. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 2006, 5(1):1-17.
- [385] ENGLYST H N, CUMMINGS J H. Digestion of the polysaccharides of some cereal foods in the human small intestine[J]. *Am J Clin Nutr*, 1985, 42(5):778-787.
- [386] ARTISS J D, BROGAN K, BRUCAL M, et al. The effects of a new soluble dietary fiber on weight gain and selected blood parameters in rats[J]. *Metabolism*, 2006, 55(2):195-202.
- [387] NICHENAMETLA S N, WEIDAUER L A, WEY H E, et al. Resistant starch type 4-enriched diet lowered blood cholesterol and improved body composition in a double blind controlled cross-over intervention[J]. *Mol Nutr Food Res*, 2014, 58(6): 1365-1359.
- [388] COMERFORD K B, ARTISS J D, JEN K L, et al. The beneficial effects of  $\alpha$ -cyclodextrin on blood lipids and weight loss in healthy humans[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2011, 19(6):1200-1204.
- [389] JOHNSTONE A M, KELLY J, RYAN S, et al. Nondigestible Carbohydrates Affect Metabolic Health and Gut Microbiota in Overweight Adults after Weight Loss[J]. *J Nutr*, 2020, 150(7):1859-1870.
- [390] JOHNSTON K L, THOMAS E L, BELL J D, et al. Resistant starch improves insulin sensitivity in metabolic syndrome[J]. *Diabet Med*, 2010, 27(4):391-397.
- [391] ZHENG X, HASEGAWA H. Administration of caffeine inhibited adenosine receptor agonist-induced decreases in motor performance, thermoregulation, and brain neurotransmitter release in exercising rats[J]. *Pharmacol Biochem Behav*, 2016, 140:82-89.
- [392] DAVIS J M, ZHAO Z, STOCK H S, et al. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue[J]. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2003, 284(2):R399-R404.
- [393] HAIDARI F, SAMADI M, MOHAMMADSHAHI M, et al. Energy restriction combined with green coffee bean extract affects serum adipocytokines and the body composition in obese women[J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2017, 26(6):1048-1054.
- [394] THOM E. The effect of chlorogenic acid enriched coffee on glucose absorption in healthy volunteers and its effect on body mass when used long-term in overweight and obese people[J]. *J Int Med Res*, 2007, 35(6):900-908.
- [395] ST-ONGE M P, SALINARDI T, HERRON-RUBIN K, et al. A weight-loss diet including coffee-derived mannooligosaccharides enhances adipose tissue loss in overweight men but not women[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2012, 20(2):343-348.
- [396] TABRIZI R, SANEEI P, LANKARANI K B, et al. The effects of caffeine intake on weight loss: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2019, 59(16):2688-2696.
- [397] GORJI Z, VARKANEH H K, TALAIE S, et al. The effect of green-coffee extract supplementation on obesity: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Phytomedicine*, 2019, 63:153018.
- [398] DAVOODI S H, HAJIMIREMAIEL S J, AJAMI M, et al. Caffeine treatment prevented from weight regain after calorie shifting diet induced weight loss[J]. *Iran J Pharm Res*, 2014, 13(2):707-718.
- [399] SARRIÁ B, MARTÍNEZ-LÓPEZ S, SIERRA-CINOS J L, et al. Regularly consuming a green/roasted coffee blend reduces the risk of metabolic syndrome[J]. *Eur J Nutr*, 2018, 57(1):269-278.

- [400] RABEN A, VASILARAS T H, MØLLER A C, et al. Sucrose compared with artificial sweeteners: different effects on ad libitum food intake and body weight after 10 wk of supplementation in overweight subjects[J]. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76(4):721-729.
- [401] RABEN A, MØLLER B K, FLINT A, et al. Increased postprandial glycaemia, insulinemia, and lipidemia after 10 weeks' sucrose-rich diet compared to an artificially sweetened diet: a randomised controlled trial[J]. *Food Nutr Res*, 2011, 55:5961.
- [402] HIGGINS K A, MATTES R D. A randomized controlled trial contrasting the effects of 4 low-calorie sweeteners and sucrose on body weight in adults with overweight or obesity[J]. *Am J Clin Nutr*, 2019, 109(5):1288-1301.
- [403] LAVIADA-MOLINA H, MOLINA-SEGUI F, PÉREZ-GAXIOLA G, et al. Effects of nonnutritive sweeteners on body weight and BMI in diverse clinical contexts: Systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2020, 21(7):e13020.
- [404] 刘杏荣, 朱道辰, 孙鲁, 等. L-阿拉伯糖对人体血糖水平及体重的影响[J]. *卫生研究*, 2013, 42(2): 295-297.
- [405] MADJD A, TAYLOR M A, DELAVARI A, et al. Effects on weight loss in adults of replacing diet beverages with water during a hypoenergetic diet: a randomized, 24-wk clinical trial[J]. *Am J Clin Nutr*, 2015, 102(6):1305-1312.
- [406] VÁZQUEZ-DURÁN M, OREA-TEJEDA A, CASTILLO-MARTÍNEZ L, et al. A randomized control trial for reduction of caloric and non-caloric sweetened beverages in young adults: effects in weight, body composition and blood pressure[J]. *Nutr Hosp*, 2016, 33(6):1372-1378.
- [407] PETERS J C, WYATT H R, FOSTER G D, et al. The effects of water and non-nutritive sweetened beverages on weight loss during a 12-week weight loss treatment program[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2014, 22(6):1415-1421.
- [408] VALLIS M. Quality of life and psychological well-being in obesity management: improving the odds of success by managing distress[J]. *Int J Clin Pract*, 2016, 70(3):196-205.
- [409] BRAY G A, FRÜHBECK G, RYAN D H, et al. Management of obesity[J]. *Lancet*, 2016, 387(10031):1947-1956.
- [410] PICOT J, JONES J, COLQUITT J L, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: a systematic review and economic evaluation[J]. *Health Technol Assess*, 2009, 13(41):1-190, 215-357, iii-iv.
- [411] SJÖSTRÖM L. Review of the key results from the Swedish Obese Subjects (SOS) trial - a prospective controlled intervention study of bariatric surgery[J]. *J Intern Med*, 2013, 273(3):219-234.
- [412] BROWN A, GOULDSTONE A, FOX E, et al. Description and preliminary results from a structured specialist behavioural weight management group intervention: Specialist Lifestyle Management (SLiM) programme[J]. *BMJ Open*, 2015, 5(4):e007217.
- [413] FOUNTAIN D, KHARAJI M A, AWAD S, et al. Prevalence of co-morbidities in a specialist weight management programme prior to bariatric surgery[J]. *Br J Diabetes*, 2019, 19:8-13.
- [414] AVENELL A, ROBERTSON C, SKEA Z, et al. Corrigendum: Bariatric surgery, lifestyle interventions and orlistat for severe obesity: the REBALANCE mixed-methods systematic review and economic evaluation[J]. *Health Technol Assess*, 2020, 22(68):247-250.
- [415] HALL K D, SACKS G, CHANDRAMOHAN D, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on body-weight[J]. *Lancet*, 2011, 378(9793):826-837.
- [416] AGRAS W S, BERKOWITZ R I, ARNOW B A, et al. Maintenance following a very-low-calorie diet[J]. *J Consult Clin Psychol*, 1996, 64(3):610-613.
- [417] BLIDDAL H, LEEDS A R, STIGSGAARD L, et al. Weight loss as treatment for knee osteoarthritis symptoms in obese patients: 1-year results from a randomised controlled trial[J]. *Ann Rheum Dis*, 2011, 70(10):1798-1803.
- [418] CHRISTENSEN P, FREDERIKSEN R, BLIDDAL H, et al. Comparison of three weight maintenance programs on cardiovascular risk, bone and vitamins in sedentary older adults[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21(10):1982-1990.
- [419] DELBRIDGE E A, PRENDERGAST L A, PRITCHARD J E, et al. One-year weight maintenance after significant weight loss in healthy overweight and obese subjects: does diet composition matter?[J]. *Am J Clin Nutr*, 2009, 90(5):1203-1214.
- [420] LANTZ H, PELTONEN M, AGREN L, et al. Intermittent versus on-demand use of a very low calorie diet: a randomized 2-year clinical trial[J]. *J Intern Med*, 2003, 253(4):463-471.
- [421] MELIN I, KARLSTRÖM B, LAPPALAINEN R, et al. A programme of behaviour modification and nutrition counselling in the treatment of obesity: a randomised 2-y clinical trial[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2003, 27(9):1127-1135.
- [422] MORENO B, BELLIDO D, SAJOUX I, et al. Comparison of a very low-calorie-ketogenic diet with a standard low-calorie diet in the treatment of obesity[J]. *Endocrine*, 2014, 47(3):793-805.
- [423] PEKKARINEN T, KAUKUA J, MUSTAJOKI P. Long-term weight maintenance after a 17-week weight loss intervention with or without a one-year maintenance program: a randomized controlled trial[J]. *J Obes*, 2015, 2015:651460.
- [424] PURCELL K, SUMITHRAN P, PRENDERGAST L A, et al. The effect of rate of weight loss on long-term weight management: a randomised controlled trial[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2014, 2(12):954-962.
- [425] RÖSSNER S, FLATEN H. VLCD versus LCD in long-term treatment of obesity[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1997, 21(1):22-26.
- [426] RYTTIG K R, FLATEN H, RÖSSNER S. Long-term effects of a very low calorie diet (Nutrilett) in obesity treatment. A prospective, randomized, comparison between VLCD and a hypocaloric diet+behavior modification and their combination[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1997, 21(7):574-579.
- [427] RYTTIG K R, RÖSSNER S. Weight maintenance after a very low calorie diet (VLCD) weight reduction period and the effects of VLCD supplementation. A prospective, randomized, comparative, controlled long-term trial[J]. *J Intern Med*, 1995, 238(4):299-306.

- [428] STENIUS-AARNIALA B, POUSSA T, KVARNSTRÖM J, et al. Immediate and long term effects of weight reduction in obese people with asthma: randomised controlled study[J]. *BMJ*, 2000, 320(7238):827-832.
- [429] TORGERSON J S, AGREN L, SJÖSTRÖM L. Effects on body weight of strict or liberal adherence to an initial period of VLCD treatment. A randomised, one-year clinical trial of obese subjects[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1999, 23(2):190-197.
- [430] TORGERSON J S, LISSNER L, LINDROOS A K, et al. VLCD plus dietary and behavioural support versus support alone in the treatment of severe obesity. A randomised two-year clinical trial[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1997, 21(11):987-994.
- [431] WADDEN T A, FOSTER G D, LETIZIA K A. One-year behavioral treatment of obesity: comparison of moderate and severe caloric restriction and the effects of weight maintenance therapy[J]. *J Consult Clin Psychol*, 1994, 62(1):165-171.
- [432] WING R R, MARCUS M D, SALATA R, et al. Effects of a very-low-calorie diet on long-term glycemic control in obese type 2 diabetic subjects[J]. *Arch Intern Med*, 1991, 151:1334-1340.
- [433] 房红芸, 郭齐雅, 琚腊红, 等. 2010—2013年中国15~49岁育龄妇女体重认知及控制状况[J]. *卫生研究*, 2019, 48(6): 888-891, 944.
- [434] LASHEN H, FEAR K, STURDEE D W. Obesity is associated with increased risk of first trimester and recurrent miscarriage: matched case-control study[J]. *Hum Reprod*, 2004, 19(7):1644-1646.
- [435] METWALLY M, SARAVELOS S H, LEDGER W L, et al. Body mass index and risk of miscarriage in women with recurrent miscarriage[J]. *Fertil Steril*, 2010, 94(1):290-295.
- [436] SYNGELAKI A, SEQUEIRA CAMPOS M, et al. Diet and exercise for preeclampsia prevention in overweight and obese pregnant women: systematic review and meta-analysis[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2019, 32(20):3495-3501.
- [437] QUINLIVAN J A, JULANIA S, LAM L. Antenatal dietary interventions in obese pregnant women to restrict gestational weight gain to Institute of Medicine recommendations: a meta-analysis[J]. *Obstet Gynecol*, 2011, 118(6):1395-1401.
- [438] SHIEH C, CULLEN D L, PIKE C, et al. Intervention strategies for preventing excessive gestational weight gain: systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2018, 19(8):1093-1109.
- [439] POSTON L, BELL R, CROKER H, et al. Effect of a behavioural intervention in obese pregnant women (the UPBEAT study): a multicentre, randomised controlled trial[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2015, 3(10):767-777.
- [440] THANGARATINAM S, ROGOZIŃSKA E, JOLLY K, et al. Interventions to reduce or prevent obesity in pregnant women: a systematic review[J]. *Health Technol Assess*, 2012, 16(31):iii-iv, 1-191.
- [441] TIEU J, SHEPHERD E, MIDDLETON P, et al. Dietary advice interventions in pregnancy for preventing gestational diabetes mellitus[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 1(1):CD006674.
- [442] VAN HORN L, PEACEMAN A, KWASNY M, et al. Dietary Approaches to Stop Hypertension Diet and Activity to Limit Gestational Weight: Maternal Offspring Metabolics Family Intervention Trial, a Technology Enhanced Randomized Trial[J]. *Am J Prev Med*, 2018, 55(5):603-614.
- [443] MUTSAERTS M A. Leefstijlinterventie bij obese subfertiele vrouwen[J]. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2016, 160:D916.
- [444] EINARSSON S, BERGH C, FRIBERG B, et al. Weight reduction intervention for obese infertile women prior to IVF: a randomized controlled trial[J]. *Hum Reprod*, 2017, 32(8):1621-1630.
- [445] ESPINÓS J J, POLO A, SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ J, et al. Weight decrease improves live birth rates in obese women undergoing IVF: a pilot study[J]. *Reprod Biomed Online*, 2017, 35(4):417-424.
- [446] SIM K A, DEZARNAULDS G M, DENYER G S, et al. Weight loss improves reproductive outcomes in obese women undergoing fertility treatment: a randomized controlled trial[J]. *Clin Obes*, 2014, 4(2):61-68.
- [447] MCGOWAN C A, WALSH J M, BYRNE J, et al. The influence of a low glycemic index dietary intervention on maternal dietary intake, glycemic index and gestational weight gain during pregnancy: a randomized controlled trial[J]. *Nutr J*, 2013, 12(1):140.
- [448] WALSH J M, MCGOWAN C A, MAHONY R, et al. Low glycaemic index diet in pregnancy to prevent macrosomia (ROLO study): randomised control trial[J]. *BMJ*, 2012, 345:e5605.
- [449] ZHANG Y, WANG L, YANG W, et al. Effectiveness of Low Glycemic Index Diet Consultations Through a Diet Glycemic Assessment App Tool on Maternal and Neonatal Insulin Resistance: A Randomized Controlled Trial[J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2019, 7(4):e12081.
- [450] VESCO K K, KARANJA N, KING J C, et al. Efficacy of a group-based dietary intervention for limiting gestational weight gain among obese women: a randomized trial[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2014, 22(9):1989-1996.
- [451] H AL WATTAR B, DODDS J, PLACZEK A, et al. Mediterranean-style diet in pregnant women with metabolic risk factors (ESTEEM): A pragmatic multicentre randomised trial[J]. *PLoS Med*, 2019, 16(7):e1002857.
- [452] 王永祥, 马庆良, 王鑫. 两种剂量维生素D口服对孕前肥胖孕妇妊娠期并发症和内分泌代谢的影响[J]. *临床和实验医学杂志*, 2020, 19(1): 69-72.
- [453] 李明伟, 高剑峰, 吴迎春, 等. 不同营养支持治疗对青少年肥胖伴脂质代谢紊乱的影响[J]. *中国民康医学*, 2015, 27(4): 104-105.
- [454] 张耀东, 谭利娜, 卫海燕, 等. 有氧运动结合饮食控制对单纯性肥胖儿童的干预效果[J]. *国际儿科学杂志*, 2016, 43(1): 82-84.
- [455] ANDELA S, BURROWS T L, BAUR L A, et al. Efficacy of very low-energy diet programs for weight loss: A systematic review with meta-analysis of intervention studies in children and adolescents with obesity[J]. *Obes Rev*, 2019, 20(6):871-882.
- [456] SONDIKE S B, COPPERMAN N, JACOBSON M S. Effects



- of a low-carbohydrate diet on weight loss and cardiovascular risk factor in overweight adolescents[J]. *J Pediatr*, 2003, 142(3):253-258.
- [457] AGUIRRE CASTANEDA R, NADER N, WEAVER A, et al. Response to vitamin D3 supplementation in obese and non-obese Caucasian adolescents[J]. *Horm Res Paediatr*, 2012, 78(4):226-231.
- [458] MAGGE S N, PRASAD D, ZEMEL B S, et al. Vitamin D3 supplementation in obese, African-American, vitamin D deficient adolescents[J]. *J Clin Transl Endocrinol*, 2018, 12:1-7.
- [459] TYLAVSKY F A, COWAN P A, TERRELL S, et al. Calcium intake and body composition in African-American children and adolescents at risk for overweight and obesity[J]. *Nutrients*, 2010, 2(9):950-964.
- [460] NAPPO A, SPARANO S, INTEMANN T, et al. Dietary calcium intake and adiposity in children and adolescents: Cross-sectional and longitudinal results from IDEFICS/I.Family cohort[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2019, 29(5):440-449.
- [461] World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health[M]. Geneva: World Health Organization, 2010.
- [462] STONER L, BEETS M W, BRAZENDALE K, et al. Exercise Dose and Weight Loss in Adolescents with Overweight-Obesity: A Meta-Regression[J]. *Sports Med*, 2019, 49(1):83-94.
- [463] LEE S, LIBMAN I, HUGHAN K, et al. Effects of Exercise Modality on Insulin Resistance and Ectopic Fat in Adolescents with Overweight and Obesity: A Randomized Clinical Trial[J]. *J Pediatr*, 2019, 206:91-98.
- [464] SIGAL R J, ALBERGA A S, GOLDFIELD G S, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on percentage body fat and cardiometabolic risk markers in obese adolescents: the healthy eating aerobic and resistance training in youth randomized clinical trial[J]. *JAMA Pediatr*, 2014, 168(11):1006-1014.
- [465] SWEENEY A M, WILSON D K, LONCAR H, et al. Secondary benefits of the families improving together (FIT) for weight loss trial on cognitive and social factors in African American adolescents[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2019, 16(1):47.
- [466] CHEN H Y, LEMON S C, PAGOTO S L, et al. Personal and parental weight misperception and self-reported attempted weight loss in US children and adolescents, National Health and Nutrition Examination Survey, 2007-2008 and 2009-2010[J]. *Prev Chronic Dis*, 2014, 11:E132.
- [467] SAVOYE M, NOWICKA P, SHAW M, et al. Long-term results of an obesity program in an ethnically diverse pediatric population[J]. *Pediatrics*, 2011, 127(3):402-410.
- [468] MAMELI C, KRAKAUER J C, KRAKAUER N Y, et al. Effects of a multidisciplinary weight loss intervention in overweight and obese children and adolescents: 11 years of experience[J]. *PLoS One*, 2017, 12(7):e0181095.
- [469] NGUYEN B, SHREWSBURY V A, O'CONNOR J, et al. Two-year outcomes of an adjunctive telephone coaching and electronic contact intervention for adolescent weight-loss maintenance: the Loozit randomized controlled trial[J]. *Int J*
- Obes (Lond)*, 2013, 37(3):468-472.
- [470] 国家统计局. 中华人民共和国2019年国民经济和社会发展统计公报[J]. *中国统计*, 2020 (3): 8-22.
- [471] SHAO A, CAMPBELL W W, CHEN C Y O, et al. The emerging global phenomenon of sarcopenic obesity: Role of functional foods; a conference report [J]. *J Funct Foods*, 2017, 33:244-250.
- [472] 杨越, 王彦. 少肌性肥胖的研究进展[J]. *中国现代医药杂志*, 2018, 20 (3): 98-101.
- [473] SANADA K, CHEN R, WILLCOX B, et al. Association of sarcopenic obesity predicted by anthropometric measurements and 24-y all-cause mortality in elderly men: The Kuakini Honolulu Heart Program[J]. *Nutrition*, 2018, 46:97-102.
- [474] TIAN S, XU Y. Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2016, 16(2):155-166.
- [475] BAUER J, BIOLO G, CEDERHOLM T, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2013, 14(8):542-559.
- [476] KIM J E, O'CONNOR L E, SANDS L P, et al. Effects of dietary protein intake on body composition changes after weight loss in older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *Nutr Rev*, 2016, 74(3):210-224.
- [477] BEAVERS K M, NESBIT B A, KIEL J R, et al. Effect of an Energy-Restricted, Nutritionally Complete, Higher Protein Meal Plan on Body Composition and Mobility in Older Adults With Obesity: A Randomized Controlled Trial[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2019, 74(6):929-935.
- [478] BATSIIS J A, VILLAREAL D T. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies[J]. *Nat Rev Endocrinol*, 2018, 14(9):513-537.
- [479] PADDON-JONES D, RASMUSSEN B B. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia[J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2009, 12(1):86-90.
- [480] VAN VLIET S, BURD N A, VAN LOON L J. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption[J]. *J Nutr*, 2015, 145(9):1981-1991.
- [481] KATSANOS C S, KOBAYASHI H, SHEFFIELD-MOORE M, et al. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly[J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2006, 291(2):E381-E387.
- [482] HOLEČEK M. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation and skeletal muscle in healthy and muscle-wasting conditions[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2017, 8(4):529-541.
- [483] FULLER J C, BAIER S, FLAKOLL P, et al. Vitamin D status affects strength gains in older adults supplemented with a combination of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate, arginine, and lysine: a cohort study[J]. *J Parenter Enteral Nutr*, 2011, 35(6):757-762.
- [484] MORLEY J E, ARGILES J M, EVANS W J, et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2010, 11(6):391-396.
- [485] CIPRIANI C, PEPE J, PIEMONTE S, et al. Vitamin d and its

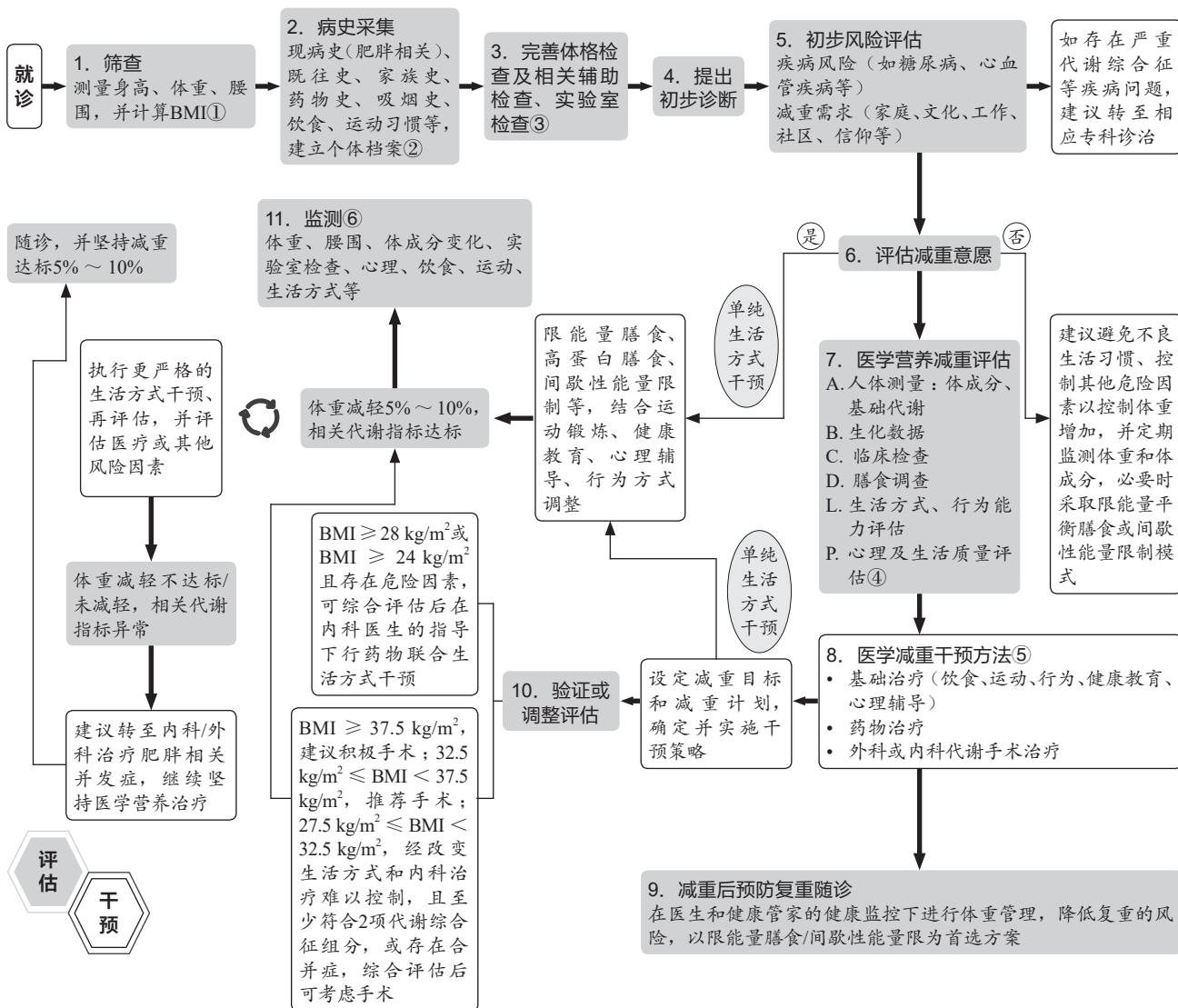
- relationship with obesity and muscle[J]. *Int J Endocrinol*, 2014, 2014:841248.
- [486] SCOTT D, BLIZZARD L, FELL J, et al. A prospective study of the associations between 25-hydroxy-vitamin D, sarcopenia progression and physical activity in older adults[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2010, 73(5):581-587.
- [487] RIZZOLI R, STEVENSON J C, BAUER J M, et al. The role of dietary protein and vitamin D in maintaining musculoskeletal health in postmenopausal women: a consensus statement from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO)[J]. *Maturitas*, 2014, 79(1):122-132.
- [488] 孙建琴, 张坚, 常翠青, 等. 肌肉衰减综合征营养与运动干预中国专家共识(节录)[J]. *营养学报*, 2015, 37(4):320-324.
- [489] ZHANG Y Y, LIU W, ZHAO T Y, et al. Efficacy of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids Supplementation in Managing Overweight and Obesity: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials[J]. *J Nutr Health Aging*, 2017, 21(2):187-192.
- [490] RODACKI C L, RODACKI A L, PEREIRA G, et al. Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women[J]. *Am J Clin Nutr*, 2012, 95(2):428-436.
- [491] DUPONT J, DEDEYNE L, DALLE S, et al. The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2019, 31(6):825-836.
- [492] PORTER STARR K N, ORENDUFF M, MCDONALD S R, et al. Influence of Weight Reduction and Enhanced Protein Intake on Biomarkers of Inflammation in Older Adults with Obesity[J]. *J Nutr Gerontol Geriatr*, 2019, 38(1):33-49.
- [493] WEAVER A A, HOUSTON D K, SHAPSES S A, et al. Effect of a hypocaloric, nutritionally complete, higher-protein meal plan on bone density and quality in older adults with obesity: a randomized trial[J]. *Am J Clin Nutr*, 2019, 109(2):478-486.
- [494] VERREIJEN A M, ENGBERINK M F, MEMELINK R G, et al. Effect of a high protein diet and/or resistance exercise on the preservation of fat free mass during weight loss in overweight and obese older adults: a randomized controlled trial[J]. *Nutr J*, 2017, 16(1):10.
- [495] MILLER G D, BEAVERS D P, HAMM D, et al. Nutrient Intake During Diet-Induced Weight Loss and Exercise Interventions in a Randomized Trial in Older Overweight and Obese Adults[J]. *J Nutr Health Aging*, 2017, 21(10):1216-1224.
- [496] ARD J D, COOK M, RUSHING J, et al. Impact on weight and physical function of intensive medical weight loss in older adults with stage II and III obesity[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2016, 24(9):1861-1866.
- [497] COKER R H, MILLER S, SCHUTZLER S, et al. Whey protein and essential amino acids promote the reduction of adipose tissue and increased muscle protein synthesis during caloric restriction-induced weight loss in elderly, obese individuals[J]. *Nutr J*, 2012, 11:105.
- [498] LIM S S, HUTCHISON S K, VAN RYSWYK E, et al. Lifestyle changes in women with polycystic ovary syndrome[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 3(3):CD007506.
- [499] JISKOOT G, DIETZ DE LOOS A, BEERTHUIZEN A, et al. Long-term effects of a three-component lifestyle intervention on emotional well-being in women with Polycystic Ovary Syndrome (PCOS): A secondary analysis of a randomized controlled trial[J]. *PLoS One*, 2020, 15(6):e0233876.
- [500] PASQUALI R, ANTENUCCI D, CASIMIRRI F, et al. Clinical and hormonal characteristics of obese amenorrheic hyperandrogenic women before and after weight loss[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1989, 68(1):173-179.
- [501] HUBER-BUCHHOLZ M M, CAREY D G, NORMAN R J. Restoration of reproductive potential by lifestyle modification in obese polycystic ovary syndrome: role of insulin sensitivity and luteinizing hormone[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1999, 84(4):1470-1474.
- [502] CROSIGNANI P G, COLOMBO M, VEGETTI W, et al. Overweight and obese anovulatory patients with polycystic ovaries: parallel improvements in anthropometric indices, ovarian physiology and fertility rate induced by diet[J]. *Hum Reprod*, 2003, 18(9):1928-1932.
- [503] NYBACKA Å, CARLSTRÖM K, STÅHLE A, et al. Randomized comparison of the influence of dietary management and/or physical exercise on ovarian function and metabolic parameters in overweight women with polycystic ovary syndrome[J]. *Fertil Steril*, 2011, 96(6):1508-1513.
- [504] LEGRO R S, DODSON W C, KRIS-ETHERTON P M, et al. Randomized Controlled Trial of Preconception Interventions in Infertile Women With Polycystic Ovary Syndrome[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(11):4048-4058.
- [505] BARREA L, ARNONE A, ANNUNZIATA G, et al. Adherence to the Mediterranean Diet, Dietary Patterns and Body Composition in Women with Polycystic Ovary Syndrome (PCOS)[J]. *Nutrients*, 2019, 11(10):2278.
- [506] MORAN L J, NOAKES M, CLIFTON P M, et al. Dietary composition in restoring reproductive and metabolic physiology in overweight women with polycystic ovary syndrome[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2003, 88(2):812-819.
- [507] MORAN L J, KO H, MISSO M, et al. Dietary composition in the treatment of polycystic ovary syndrome: a systematic review to inform evidence-based guidelines[J]. *Hum Reprod Update*, 2013, 19(5):432.
- [508] LIE FONG S, DOUMA A, VERHAEGHE J. Implementing the international evidence-based guideline of assessment and management of polycystic ovary syndrome (PCOS): how to achieve weight loss in overweight and obese women with PCOS?[J]. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*, 2021, 50(6):101894.
- [509] TEEDE H J, MISSO M L, COSTELLO M F, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome[J]. *Hum Reprod*, 2018, 33(9):1602-1618.
- [510] ZHANG X, ZHENG Y, GUO Y, et al. The Effect of Low Carbohydrate Diet on Polycystic Ovary Syndrome: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials[J]. *Int J Endocrinol*, 2019, 2019:4386401.
- [511] GALLETLY C, MORAN L, NOAKES M, et al. Psychological

- benefits of a high-protein, low-carbohydrate diet in obese women with polycystic ovary syndrome--a pilot study[J]. *Appetite*, 2007, 49(3):590-593.
- [512] SAEEDI P, PETERSON I, SALPEA P, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2019, 157:107843.
- [513] JI L, HU D, PAN C, et al. Primacy of the 3B approach to control risk factors for cardiovascular disease in type 2 diabetes patients[J]. *Am J Med*, 2013, 126(10):925.e11-e22.
- [514] 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)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(4):315-409.
- [515] GREGG E W, CHEN H, WAGENKNECHT L E, et al. Association of an intensive lifestyle intervention with remission of type 2 diabetes[J]. *JAMA*, 2012, 308(23):2489-2496.
- [516] American Diabetes Association. Obesity Management for the Treatment of Type 2 Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2021[J]. *Diabetes Care*, 2021, 44(Suppl 1):S100-S110.
- [517] SCHEEN A J, VAN GAAL L F. Combating the dual burden: therapeutic targeting of common pathways in obesity and type 2 diabetes[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2014, 2(11):911-922.
- [518] TERRANOVA C O, BRAKENRIDGE C L, LAWLER S P, et al. Effectiveness of lifestyle-based weight loss interventions for adults with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2015, 17(4):371-378.
- [519] WING R R, LANG W, WADDEN T A, et al. Benefits of modest weight loss in improving cardiovascular risk factors in overweight and obese individuals with type 2 diabetes[J]. *Diabetes Care*, 2011, 34(7):1481-1486.
- [520] SAINSBURY E, KIZIRIAN N V, PARTRIDGE S R, et al. Effect of dietary carbohydrate restriction on glycemic control in adults with diabetes: A systematic review and meta-analysis[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2018, 139:239-252.
- [521] GOLDENBERG J Z, DAY A, BRINKWORTH G D, et al. Efficacy and safety of low and very low carbohydrate diets for type 2 diabetes remission: systematic review and meta-analysis of published and unpublished randomized trial data[J]. *BMJ*, 2021, 372:m4743.
- [522] SEIDELMANN S B, CLAGGETT B, CHENG S, et al. Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis[J]. *Lancet Public Health*, 2018, 3(9):e419-e428.
- [523] PAPADAKI A, NOLEN-DOERR E, MANTZOROS C S. The Effect of the Mediterranean Diet on Metabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials in Adults[J]. *Nutrients*, 2020, 12(11):3342.
- [524] CHIAVAROLI L, VIGUILLIOU E, NISHI S K, et al. DASH Dietary Pattern and Cardiometabolic Outcomes: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses[J]. *Nutrients*, 2019, 11(2):338.
- [525] SARIN S K, KUMAR M, ESLAM M, et al. Liver diseases in the Asia-Pacific region: a Lancet Gastroenterology & Hepatology Commission[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2020, 5(2):167-228.
- [526] SUBICHIN M, CLANTON J, MAKUSZEWSKI M, et al. Liver disease in the morbidly obese: a review of 1000 consecutive patients undergoing weight loss surgery[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2015, 11(1):137-141.
- [527] LASSAILLY G, CAIAZZO R, BUOB D, et al. Bariatric Surgery Reduces Features of Nonalcoholic Steatohepatitis in Morbidly Obese Patients[J]. *Gastroenterology*, 2015, 149(2):379-388.
- [528] VILAR-GOMEZ E, MARTINEZ-PEREZ Y, CALZADILLA-BERTOT L, et al. Weight Loss Through Lifestyle Modification Significantly Reduces Features of Nonalcoholic Steatohepatitis[J]. *Gastroenterology*, 2015, 149(2):367-378.e5.
- [529] 中华医学会肝病学会脂肪肝和酒精性肝病学组, 中国医师协会脂肪性肝病专家委员会. 酒精性肝病防治指南(2018年更新版)[J]. *临床肝胆病杂志*, 2018, 34(5):939-946.
- [530] European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: Management of alcohol-related liver disease[J]. *J Hepatol*, 2018, 69(1):154-181.
- [531] CRABB D W, IM G Y, SZABO G, et al. Diagnosis and Treatment of Alcohol-Associated Liver Diseases: 2019 Practice Guidance From the American Association for the Study of Liver Diseases[J]. *Hepatology*, 2020, 71(1):306-333.
- [532] SINGAL A K, BATALLER R, AHN J, et al. ACG Clinical Guideline: Alcoholic Liver Disease[J]. *Am J Gastroenterol*, 2018, 113(2):175-194.
- [533] YOUNOSSE Z M, STEPANOVA M, ONG J, et al. Effects of Alcohol Consumption and Metabolic Syndrome on Mortality in Patients With Nonalcoholic and Alcohol-Related Fatty Liver Disease[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2019, 17(8):1625-1633.
- [534] AJMERA V, BELT P, WILSON L A, et al. Among Patients With Nonalcoholic Fatty Liver Disease, Modest Alcohol Use Is Associated With Less Improvement in Histologic Steatosis and Steatohepatitis[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2018, 16(9):1511-1520.e5.
- [535] CAI H, QIN Y L, SHI Z Y, 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.
- [536] D'ABBONDANZA M, MINISTRINI S, PUCCI G, et al. Very Low-Carbohydrate Ketogenic Diet for the Treatment of Severe Obesity and Associated Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: The Role of Sex Differences[J]. *Nutrients*, 2020, 12(9):2748.
- [537] SAEED N, NADEAU B, SHANNON C, et al. Evaluation of Dietary Approaches for the Treatment of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review[J]. *Nutrients*, 2019, 11(12):3064.
- [538] KOUVARI M, BOUTARI C, CHRYSOHOOU C, et al. Mediterranean diet is inversely associated with steatosis and fibrosis and decreases ten-year diabetes and cardiovascular risk in NAFLD subjects: Results from the ATTICA prospective cohort study[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(5):3314-3324.
- [539] ESLAM M, SARIN S K, WONG V W, et al. The Asian Pacific



- Association for the Study of the Liver clinical practice guidelines for the diagnosis and management of metabolic associated fatty liver disease[J]. *Hepato Int*, 2020, 14(6):889-919.
- [540] MASSEUD D, ROTT K, LIU-BRYAN R, et al. Overview of hyperuricaemia and gout[J]. *Curr Pharm Des*, 2005, 11(32):4117-4124.
- [541] AUNE D, NORAT T, VATTEN L J. Body mass index and the risk of gout: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies[J]. *Eur J Nutr*, 2014, 53(8):1591-1601.
- [542] TER MAATEN J C, VOORBURG A, HEINE R J, et al. Renal handling of urate and sodium during acute physiological hyperinsulinaemia in healthy subjects[J]. *Clin Sci (Lond)*, 1997, 92(1):51-58.
- [543] LESPESSAILLES E, HAMMOUD E, TOUMI H, et al. Consequences of bariatric surgery on outcomes in rheumatic diseases[J]. *Arthritis Res Ther*, 2019, 21(1):83.
- [544] SJÖSTRÖM L, LINDROOS A K, PELTONEN M, et al. Life-style, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery[J]. *N Engl J Med*, 2004, 351(26):2683-2693.
- [545] YEO C, KAUSHAL S, LIM B, et al. Impact of bariatric surgery on serum uric acid levels and the incidence of gout-A meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2019, 20(12):1759-1770.
- [546] MAGLIO C, PELTONEN M, NEOVIUS M, et al. Effects of bariatric surgery on gout incidence in the Swedish Obese Subjects study: a non-randomised, prospective, controlled intervention trial[J]. *Ann Rheum Dis*, 2017, 76(4):688-693.
- [547] DALBETH N, CHEN P, WHITE M, et al. Impact of bariatric surgery on serum urate targets in people with morbid obesity and diabetes: a prospective longitudinal study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2014, 73(5):797-802.
- [548] NGUYEN U D, ZHANG Y, LOUIE-GAO Q, et al. Obesity Paradox in Recurrent Attacks of Gout in Observational Studies: Clarification and Remedy[J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2017, 69(4):561-566.
- [549] LI R, YU K, LI C. Dietary factors and risk of gout and hyperuricemia: a meta-analysis and systematic review[J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2018, 27(6):1344-1356.
- [550] MENA-SÁNCHEZ G, BABIO N, BECERRA-TOMÁS N, et al. Association between dairy product consumption and hyperuricemia in an elderly population with metabolic syndrome[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2020, 30(2):214-222.
- [551] CHIU T H T, LIU C H, CHANG C C, et al. Vegetarian diet and risk of gout in two separate prospective cohort studies[J]. *Clin Nutr*, 2020, 39(3):837-844.
- [552] KOGUCHI T, TADOKORO T. Beneficial Effect of Dietary Fiber on Hyperuricemia in Rats and Humans: A Review[J]. *Int J Vitam Nutr Res*, 2019, 89(1-2):89-108.
- [553] LĂCĂTUȘU C M, GRIGORESCU E D, FLORIA M, et al. The Mediterranean Diet: From an Environment-Driven Food Culture to an Emerging Medical Prescription[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(6):942.
- [554] GUASCH-FERRÉ M, BULLÓ M, BABIO N, et al. Mediterranean diet and risk of hyperuricemia in elderly participants at high cardiovascular risk[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2013, 68(10):1263-1270.
- [555] CHRYSOHOOU C, SKOUMAS J, PITSAVOS C, et al. Long-term adherence to the Mediterranean diet reduces the prevalence of hyperuricaemia in elderly individuals, without known cardiovascular disease: the Ikaria study[J]. *Maturitas*, 2011, 70(1):58-64.
- [556] BEKKOUCHE L, BOUCHENAK M, MALAISSE W J, et al. The Mediterranean diet adoption improves metabolic, oxidative, and inflammatory abnormalities in Algerian metabolic syndrome patients[J]. *Horm Metab Res*, 2014, 46(4):274-282.
- [557] CHATZIPAVLOU M, MAGIORKINIS G, KOUTSOGEORGOPOULOU L, et al. Mediterranean diet intervention for patients with hyperuricemia: a pilot study[J]. *Rheumatol Int*, 2014, 34(6):759-762.
- [558] MCCORMICK N, RAI S K, LU N, et al. Estimation of Primary Prevention of Gout in Men Through Modification of Obesity and Other Key Lifestyle Factors[J]. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(11):e2027421.
- [559] SOLTANI S, CHITSAZI M J, SALEHI-ABARGOUEI A. The effect of dietary approaches to stop hypertension (DASH) on serum inflammatory markers: A systematic review and meta-analysis of randomized trials[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(2):542-550.
- [560] KIM H S, KWON M, LEE H Y, et al. Higher Pro-Inflammatory Dietary Score is Associated with Higher Hyperuricemia Risk: Results from the Case-Controlled Korean Genome and Epidemiology Study Cardiovascular Disease Association Study[J]. *Nutrients*, 2019, 11(8):1803.

## 附录 肥胖症的医学营养减重诊疗流程



①筛查, 测量身高、体重, 并计算BMI (正常 18.5 ~ 23.9 kg/m<sup>2</sup>; 超重 24.0 ~ 27.9 kg/m<sup>2</sup>, 肥胖 ≥ 28.0 kg/m<sup>2</sup>); 腰围, 男性 ≥ 90 cm/女性 ≥ 85 cm 为中心性肥胖

②病史采集, 询问病史采用《诊断学》(第9版) 问诊内容

③完善体格检查以及相关辅助检查、实验室检查, A. 体格检查; B. 辅助检查, BIA体成分、间接测热仪、骨密度、常规心电图、负荷试验心电图等; C. 实验室检查, 空腹血糖、胰岛素、血脂、血压、肝肾功能、血常规等安全指标

④心理及生活质量评估按照相关量表进行

⑤医学减重干预, A. 基础治疗(饮食、运动、行为、健康教育、心理辅导); B. 药物治疗(BMI ≥ 28 kg/m<sup>2</sup>或BMI ≥ 24 kg/m<sup>2</sup>存在危险因素, 可综合评估后在内科医生的指导下选择药物联合生活方式干预); C. 外科手术(单纯肥胖患者手术适应证: a. BMI ≥ 37.5 kg/m<sup>2</sup>, 建议积极手术; 32.5 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI < 37.5 kg/m<sup>2</sup>, 推荐手术; 27.5 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI < 32.5 kg/m<sup>2</sup>, 经改变生活方式和内科治疗难以控制, 且至少符合2项代谢综合征组分, 或存在合并症, 综合评估后可考虑手术; b. 男性腰围 ≥ 90 cm、女性腰围 ≥ 85 cm, 参考影像学检查提示中心型肥胖, 经多学科综合治疗协作组广泛征询意见后可酌情提高手术推荐等级; c. 建议手术年龄为16 ~ 65岁)

⑥监测(设立周、月目标), 定期评估患者体重、腰围、饮食、生活方式、行为能力、人体成分分析、生化数据、心理状态。减重目标: 按减重现体重的5%、10%、15%划分, 减肥周期为3 ~ 6个月。初级目标: 体重下降 ≥ 5%; 中期目标: 体重下降 ≥ 10%; 高级目标: 体重下降 ≥ 15%

注: BMI为体质质量指数; BIA为生物电阻抗法。

收稿日期: 2021-10-14

本文编辑: 李佳玉, 张瑜