

# 功能性膳食纤维食品对肥胖人群体重管理及血脂代谢的干预作用

汪爱玉 谢文平 朱旭 陈颖 (通讯作者)

福州英华职业学院, 福建福州, 350000;

**摘要:** 肥胖已成为全球性公共卫生问题, 其与血脂代谢异常的关联性引发广泛关注。功能性膳食纤维食品通过调节饱腹感、肠道菌群及脂质代谢等机制, 在体重管理和血脂调控中展现出显著效果。本文系统综述膳食纤维的分类特性、作用机制及临床干预研究, 结合中国居民膳食现状, 提出功能性膳食纤维食品开发与应用策略, 为肥胖及相关代谢疾病的营养干预提供科学依据。

**关键词:** 功能性膳食纤维; 肥胖管理; 血脂代谢

**DOI:** 10.69979/3029-2808.25.11.067

## 引言

全球肥胖率持续攀升, 中国成人超重率达 34.3%、肥胖率 16.4%, 肥胖相关代谢综合征年医疗支出超千亿元。传统减重方式存在局限性, 功能性膳食纤维食品因其天然、安全的特性, 成为体重管理及血脂调控的研究热点。膳食纤维通过物理膨胀、激素调节、菌群调控等多途径干预能量代谢, 其不可消化特性使其成为调节脂质吸收与排泄的关键因子。本文结合最新研究进展, 系统阐述功能性膳食纤维食品在肥胖管理中的作用机制及临床应用价值。

## 1 膳食纤维的分类与特性

膳食纤维分为可溶性纤维 (如菊粉、果胶) 与不可溶性纤维 (如纤维素、木质素), 二者在代谢调控中发挥协同作用。

### 1.1 可溶性膳食纤维的来源与特性

可溶性膳食纤维是一种对人体健康极为有益的营养素, 它主要存在于燕麦、苹果、豆类等食物中。这种膳食纤维具有极强的吸水性, 能够在肠道中吸收大量的水分, 形成一种凝胶状的物质, 从而在肠道内构建起一个凝胶网络。这个网络能够有效地延缓胃的排空速度, 使得食物在胃中的停留时间延长, 从而有助于食物的消化和营养的吸收。

每克可溶性纤维能够吸收 5-10 倍的水分, 这种吸水能力使得它在肠道中的体积大大增加, 从而产生一种饱腹感。此外, 可溶性膳食纤维在肠道中被微生物发酵

后, 会产生短链脂肪酸 (SCFA), 这些短链脂肪酸占结肠代谢产物的 70%。其中, 丁酸是一种重要的短链脂肪酸, 它能够激活肠道中的 G 蛋白偶联受体, 进而促进饱腹激素 GLP-1 的分泌。GLP-1 是一种重要的饱腹激素, 它的分泌能够使饱腹感持续 2 小时以上, 从而有助于控制食欲, 减少食物的摄入量。

总的来说, 可溶性膳食纤维不仅能够帮助改善肠道健康, 促进营养的吸收, 还能够有效地控制食欲, 减少食物的摄入量, 对于维护人体健康具有重要的作用。因此, 我们应该在日常饮食中适量地摄入富含可溶性膳食纤维的食物, 以保持身体健康。

### 1.2 不可溶性膳食纤维的来源及其作用机制

不可溶性膳食纤维主要广泛存在于各类食物中, 如全麦食品、新鲜蔬菜以及各类坚果等。这类膳食纤维在人体消化系统中扮演着重要角色, 主要通过机械刺激的方式, 有效增强肠道蠕动的力度和频率, 从而促进肠道健康。具体而言, 以麦麸纤维为例, 其独特的物理特性能够显著增加粪便的体积, 研究表明, 麦麸纤维可以使粪便体积增加至原来的 3 倍之多。与此同时, 排便频率也因此得到显著提升, 增幅可达 50%。此外, 不可溶性膳食纤维的表面结构具有强大的吸附能力, 能够有效吸附肠道中的胆汁酸。这一过程迫使肝脏为了维持胆汁酸的平衡, 不得不消耗体内的胆固醇来合成新的胆汁酸, 从而形成了一条胆固醇排泄的代谢旁路, 有助于降低体内胆固醇水平, 维护心血管健康。

### 1.3 复合膳食纤维体系

在当代功能性食品的研发与生产中，复合膳食纤维体系的应用日益广泛。这种体系通常结合了可溶性纤维和不可溶性纤维的优点，通过精心设计的配方，不仅能够增强食品的口感，还能提供丰富的膳食纤维，满足人体健康需求。例如，某些饮料产品中添加了抗性糊精这一类型的膳食纤维，使得消费者在享受美味的同时，也能摄入到每瓶 5 克的膳食纤维，这样的设计既考虑到了口感，也兼顾了健康。

此外，魔芋精粉和大豆纤维的复合制剂是另一种典型的应用。这种复合制剂能够显著提升产品的持水性，据研究数据显示，其持水性可提高 40%。这一特性在肉制品加工中尤为有用，因为它可以作为一种有效的脂肪替代品，帮助降低产品的脂肪含量，同时保持肉制品的口感和质地。通过这样的方式，复合膳食纤维体系不仅为食品工业带来了创新的解决方案，也为消费者提供了更加健康的选择。

## 2 膳食纤维干预体重管理的机制

### 2.1 食欲调控网络

膳食纤维通过双重机制调节摄食行为：首先，在物理层面，燕麦  $\beta$ -葡聚糖在胃内形成黏性溶液，这种黏性溶液能够显著延长胃排空的时间，使其延长至 4-6 小时。这种延长作用能够有效增加饱腹感，从而减少食物的摄入量。其次，在神经内分泌层面，膳食纤维发酵产生的短链脂肪酸 (SCFA) 能够刺激肠道 L 细胞分泌 PYY、GLP-1 等激素，这些激素能够有效抑制饥饿素的分泌，从而进一步减少食欲。临床研究显示，每日增加 10g 膳食纤维的摄入量，可以使腰围平均缩小 0.8cm，内脏脂肪面积减少 3.2cm<sup>2</sup>，这对于控制体重和改善体型具有显著的效果。

### 2.2 能量代谢调控

膳食纤维在能量代谢调控方面也发挥着重要作用。它可以降低食物的热效应 30%，这意味着在摄入同等热量的食物时，膳食纤维能够帮助减少 30% 的热量吸收。此外，膳食纤维发酵产生的丙酸盐能够抑制肝脏脂肪酸合成酶的活性，从而减少内源性脂肪的生成。一项涉及 5 万人的追踪研究证实，高纤维饮食者每日的能量摄入能够自动减少 150-200kcal，这种效应在  $BMI \geq 28$  的人群中更为显著，对于控制体重和减少脂肪积累具有积极意义。

### 2.3 肠道菌群重塑

膳食纤维对肠道菌群的塑造也具有显著影响。低纤维饮食会导致肠道菌群中厚壁菌门和拟杆菌门的比例失衡，使得致病菌的比例升至 65%。然而，每日摄入 30g 膳食纤维，可以使双歧杆菌的丰度提升 3 个数量级，这对于维持肠道菌群的平衡和健康具有重要作用。此外，菌群代谢产物吲哚丙酸能够增强肠道屏障功能，降低内毒素入血引发的慢性炎症，炎症因子 IL-6 的水平下降 40%，这对于维护肠道健康和预防慢性疾病具有积极意义。

## 3 膳食纤维对血脂代谢的调控作用

### 3.1 脂质吸收阻滞

不可溶性纤维在回肠末端形成一层物理屏障，有效减少了约 30% 的混合微胶粒的形成，这一过程显著降低了胆固醇的吸收率，使其从原本的 55% 下降至 35%。与此同时，可溶性纤维通过其独特的包裹作用，与胆盐结合形成复合物，从而促进胆酸的排泄。这一机制迫使肝脏不得不动用 200-300 毫克的血清胆固醇来合成新的胆酸，进一步减少了血液中的胆固醇含量。

### 3.2 脂蛋白代谢调节

膳食纤维在调节脂蛋白代谢方面表现出显著的特异性，尤其是对那些小而密的 LDL 颗粒数量的降低作用。这种亚型的 LDL 颗粒与动脉粥样硬化的风险具有最强的相关性。临床干预研究表明，连续 12 周的高纤维饮食（每日摄入量不低于 30 克）可以显著降低 LDL-C 水平，下降幅度在 12-18 毫克/分升之间，同时还能提升 HDL-C 水平，增加幅度为 3-5 毫克/分升。此外，ApoB/ApoA1 比值也得到了优化，改善了约 0.2 个单位，进一步降低了心血管疾病的风险。

### 3.3 炎症反应抑制

膳食纤维在肠道发酵过程中产生的丁酸盐，具有抑制 NF- $\kappa$ B 通路活化的作用，这一机制使得 CRP (C 反应蛋白) 水平显著下降，降幅达到 25%。在代谢综合征患者中，高纤维饮食不仅能够提升氧化型 LDL 抗体的滴度，增加幅度高达 40%，还能有效延缓动脉粥样硬化的进程，从而在多个层面上对心血管健康起到保护作用。

## 4 临床干预研究证据

### 4.1 肥胖人群研究

在一项精心设计的随机对照试验中，研究人员共纳入了 240 名体重指数 (BMI) 达到或超过 30 的肥胖受试者。试验将受试者分为干预组和对照组，其中干预组每日需额外补充 15 克的燕麦  $\beta$ -葡聚糖和 10 克的抗性淀粉。经过为期 12 周的系统干预后，结果显示干预组受试者的体重平均下降了 4.2 公斤，而对照组的体重仅下降了 1.8 公斤。此外，干预组的腰臀比也显著减少了 0.05。进一步的机制研究发现，干预组受试者体内的成纤维细胞生长因子 21 (FGF21) 水平提升了 2 倍。FGF21 是一种重要的激素，能够有效促进白色脂肪细胞的棕色化，从而有助于脂肪的代谢和消耗。

#### 4.2 血脂异常人群研究

针对高胆固醇血症患者进行的一项交叉试验表明，每日摄入 25 克大豆纤维能够显著降低总胆固醇水平，平均降幅达到 9%。特别值得注意的是，这一降脂效应在基线总胆固醇 (TC) 水平超过 240 毫克/分升的人群中表现得更为明显，总胆固醇降幅高达 14%。通过基因检测进一步分析发现，携带 APOE  $\epsilon 4$  基因变异的受试者对纤维干预的响应更为敏感，其低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 的降幅较非携带者高出 30%。这一发现为个性化营养干预提供了重要的科学依据。

#### 4.3 糖尿病共病人群研究

在针对肥胖型 2 型糖尿病患者的临床研究中，研究人员发现，将膳食纤维与低血糖生成指数 (GI) 饮食相结合的干预措施，能够显著改善患者的血糖控制水平。具体表现为糖化血红蛋白 (HbA1c) 水平下降了 0.8%，胰岛素抵抗指数 (HOMA-IR) 也得到了 25% 的改善。为了深入探究其作用机制，研究人员对患者的肠道菌群进行了高通量测序分析。结果显示，肠道中产丁酸菌属 Roseburia 的丰度与血糖改善程度呈显著正相关 (相关系数  $r=0.62$ )。这一发现提示，膳食纤维可能通过调节肠道菌群结构，特别是增加有益菌的丰度，从而发挥改善血糖的作用。

### 5 中国居民膳食现状与干预策略

#### 5.1 摄入缺口分析

在我国，居民的平均膳食纤维摄入量仅为每日 13.3 克，这远远低于每日推荐摄入量 (25–30 克) 的一半。尽管农村地区的摄入量较城市地区高出 15%，但不同地域之间的摄入情况存在显著差异。例如，在北方地区，

人们的膳食纤维主要来源于粗粮，其中玉米纤维的占比高达 40%；而在南方地区，膳食纤维的主要来源则是蔬菜，尤其是叶菜类纤维，其占比达到了 35%。

#### 5.2 功能性食品开发

为了解决我国居民膳食纤维摄入不足的问题，功能性食品的开发显得尤为重要。以下是几种功能性食品的开发方向：

(1) 主食强化：我们可以开发出膳食纤维含量高达每 100 克 8 克的全麦面粉，这种面粉可以用于制作面包、面条等主食，从而在主食中增加膳食纤维的摄入量。

(2) 饮品创新：研制出菊粉浓度不低于 5% 的发酵饮料，每瓶饮料能够提供 6 克的膳食纤维，这样既能满足人们对饮品的需求，又能有效增加膳食纤维的摄入。

(3) 零食改良：开发出抗性淀粉基脆片，这种脆片的膳食纤维含量高达每 100 克 12 克，既能满足人们对零食的喜爱，又能有效补充膳食纤维。

#### 5.3 营养教育实施

为了提高人们对膳食纤维重要性的认识，我们需要实施有效的营养教育。具体措施包括：

(1) 建立“膳食纤维金字塔”模型，将每日的膳食纤维摄入目标分解为：全谷物 50 克、蔬菜 300 克、水果 200 克、豆类 30 克、坚果 15 克，使人们能够更直观地了解每日的膳食纤维摄入需求。

(2) 开发膳食记录 APP，通过实时反馈纤维摄入量与健康效益关联数据，帮助人们更好地了解自己的膳食纤维摄入情况，从而调整饮食结构，增加膳食纤维的摄入。

### 6 挑战与展望

#### 6.1 个体化响应差异的深入探讨

基因多态性对纤维代谢效率的影响是一个复杂而重要的研究领域。以 FUT2 基因为例，研究发现，具有分泌型 FUT2 基因的个体在果胶的发酵能力上相较于非分泌型个体高出 40%。这一发现提示我们，人体对纤维的响应存在显著的个体差异，而这种差异可能源于遗传背景的不同。为了更好地理解和利用这些差异，未来的研究需要深入探索肠道菌群的个体差异，以及它们如何影响纤维的代谢效率。基于这些研究成果，我们可以建立更加精准的营养方案，以适应不同个体的需求。

## 6.2 加工技术的创新与突破

在膳食纤维的加工技术方面,我们已经取得了显著的突破。例如,通过开发低温挤压技术,我们能够有效地保留纤维的活性,使膳食纤维粉的持水力从3mL/g显著提升至8mL/g。这一技术的突破不仅提高了膳食纤维的品质,也增强了其在食品中的应用潜力。此外,纳米包埋技术的应用也极大地提高了短链脂肪酸(SCFA)在肠道的释放率,达到了75%。这些技术的创新为膳食纤维的功能性提升提供了强有力的支持。

## 6.3 政策支持体系的构建与完善

为了推动膳食纤维的普及和应用,我们建议将膳食纤维纳入食品营养标签的强制标注项目,并制定高纤维食品的认证标准。这一标准可以设定为纤维含量 $\geq 6\text{g}/100\text{g}$ 或 $3\text{g}/\text{份}$ 。此外,对于功能性食品生产企业,政府可以考虑给予税收减免等政策支持,以鼓励企业研发和生产更多高品质的膳食纤维产品。

## 7 结论的全面阐述

功能性膳食纤维食品在肥胖管理及相关代谢疾病的防控中发挥着核心作用。这种作用是通过多靶点、多层次的代谢调控实现的。为了充分发挥膳食纤维的健康效益,中国需要在食品开发、营养教育、政策引导三方面协同推进,构建符合东方膳食特点的纤维干预体系。未来的研究应当聚焦于菌群-宿主互作机制的解析,以

及个性化营养方案的开发。通过这些研究,我们有望为全球肥胖治理提供具有中国特色的解决方案。

## 参考文献

- [1] 张群,许年珍,张群煜,等. 非药物营养干预在肥胖伴代谢综合症人群体重管理中的应用[J]. 现代仪器与医疗, 2012, 18 (A02): 2.
- [2] 寇勇,黎英辉,季金枝,等. 健康体检人群代谢综合症调查及健康管理干预的研究[J]. 中国卫生产业, 2015, 12 (12): 2. DOI: CNKI:SUN: WSCY. 0. 2015-12-069.
- [3] 陈洁,韩爱龙,苏爱群. 中山地区个体化生活习惯干预对超重及"三高症"治疗的有效性研究[J]. 临床医学工程, 2017, 24 (11): 3. DOI: 10. 3969/j. issn. 1674-4659. 2017. 11. 1629.

作者简介: 第一作者: 汪爱玉, 1991. 6. 15, 女, 汉族, 福建福州, 研究生, 助教, 研究方向: 健康管理。

第二作者: 谢文平, 本科学历, 助教。

第三作者: 朱旭, 1994年2月, 男, 汉族, 福建永泰, 硕士, 主治医师, 研究方向: 中医基础理论。

通讯作者: 陈颖, 1988. 7, 女, 汉族, 福建南平, 学士学位, 助教, 研究方向: 基础医学。

福州市科学技术协会项目: 基于中医视角下加快健康福州建设研究。