

2 型糖尿病患者的饮食建议

Authors

Thomas Skurk¹, Anja Bosy-Westphal², Arthur Grünerbel³, Stefan Kabisch^{4, 5}, Winfried Keuthage⁶, Peter Kronsbein⁷, Karsten Müssig⁸, Helmut Nussbaumer⁹, Andreas F. H. Pfeiffer¹⁰, Marie-Christine Simon¹¹, Astrid Tombek¹², Katharina S. Weber¹³, Diana Rubin^{14, 15}, for the Nutrition Committee of the DDG

附属机构

- 1 德国弗赖辛慕尼黑工业大学 ZIEL 食品与健康研究所
- 2 基尔克里斯蒂安-阿尔布雷希茨大学农业与营养科学学院人类营养研究所，德国基尔
- 3 德国慕尼黑南部糖尿病中心
- 4 德国波茨坦人类营养研究所，德国波茨坦
- 5 德国糖尿病研究中心（DZD），德国慕尼黑
- 6 德国明斯特糖尿病和营养医学专科诊所
- 7 下莱茵应用科学大学营养与食品科学系，门兴格拉德巴赫校区，德国门兴格拉德巴赫
- 8 内科、消化内科和糖尿病科、尼尔斯-斯滕森医院、弗朗茨斯库斯医院哈德贝格分院，德国乔治斯马林赫特
- 9 德国博格豪森糖尿病研究所
- 10 德国柏林夏里特大学内分泌、糖尿病和营养医学系
- 11 德国波恩莱茵弗里德里希-威廉姆斯波恩大学营养与食品科学研究所
- 12 巴特梅根塔姆糖尿病中心，德国巴特梅根塔姆
- 13 基尔克里斯蒂安-阿尔布雷希茨大学流行病学研究所，德国基尔
- 14 德国柏林斯潘道 Vivantes 医院
- 15 Vivantes 洪堡医院，德国柏林

2024 年在线出版

参考书目
Exp Clin Endocrinol Diabetes
DOI 10.1055/a-2166-6772
ISSN 0947-7349
© 2024.Thieme.保留所有权利。Georg
Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14, 70469
Stuttgart, Germany

德国糖尿病协会：德国糖尿病协会：临床实践指南 这是
《Diabetol Stoffwechs 2023; 18 (Suppl 2): S270-S304
DOI 10.1055/a-1997-7924

通信
Prof. Dr. med.托马斯-斯库克
慕尼黑工业大学，ZIEL--食品与健康研究所
Gregor-Mendel-Str.
85354 弗赖辛
德国
Tel: + 49/81 61/71 20 07
skurk@tum.de

更新通知

DDG 临床实践指南在下半年定期更新。请确保阅读并引用相应的最新版本。

与前一年的版本相比，内容有所更新

修改 1: 在 "序言" 中提及有关营养方面的幻灯片类型重新分类的现有数据仍然不足

理由: 有必要更新糖尿病病的重新分类类型

变化 2: 可选择提供不同的减肥方法，如提高合规性的可能策略

如适用，请提供证明文件: [395]

理由: 新研究

变化 3: "体重建议"。通过为期一年的生活方式干预，结合最初的代餐方法（极低热量饮食 = VLCD）和随后的混合饮食，可实现持续缓解

理由: 已公布数据

如适用，请提供相关参考资料: [13]

变化 4: 显示体重、体脂的益处

百分比，全因死亡率，如更换新手机造成的死亡率用无营养甜味饮料或水代替含糖饮料

理由: 新数据

如适用，请提供证明文件: [变化 5: 用于血糖辅助治疗的发酵食品

理由: 当前的研究

如适用，请提供证明文件: [316]

导言

本临床实践指南面向所有照顾 2 型糖尿病（T2Dm）患者的专业团体。除了糖尿病营养的多面性之外，个性化治疗、咨询、授权和糖尿病自我管理也是一个特别重要的要求[1-3]。因此，DDG 营养委员会设定了一个目标，即利用现有的大量证据，尽可能针对特定目标群体编制营养临床实践指南。在此过程中，我们认为有必要分别预发治疗表格，因为营养的治疗意义在每种情况下都有很大不同，而且必须在不同药物治疗成分的背景下加以考虑。

T2Dm 的特点是β细胞功能不全的渐进过程，不同个体的进展速度不同[4-7]。在此背景下，T2Dm 患者的特征和治疗方案也各不相同 [8]。在可能的情况下，临床实践指南试图将新的糖尿病分类法分为轻度年龄相关性糖尿病（MARD）、轻度肥胖相关性糖尿病（MOD）、重度自身免疫性糖尿病（SAID）、重度胰岛素抵抗性糖尿病（SIRD）和重度胰岛素缺乏性糖尿病（SIDD）。

对于有特殊生活状况的病人，如肌肉疏松症和需要长期护理的病人，在设计饮食时必须充分考虑个人喜好，重点是满足蛋白质的需求。

总之，这意味着营养疗法需要高度个性化，才能充分发挥其潜力。

因此，应在 T2D 患者中更广泛、更深入地使用个性化营养咨询，包括通过远程医疗。其总体目标是促进平衡的饮食习惯，提供有关适当份量的培训，满足个人饮食需求，同时保持对食物的乐趣，并提供膳食计划的实用工具。个体化营养咨询包括以证据为基础的主题，应由合格且经过适当认证的营养专业人员提供。

营养治疗计划还必须与整体管理策略（包括用药、体育锻炼等）协调一致。

此外，糖尿病前期和超重/肥胖症患者应转诊至强化的生活方式干预计划，其中包括个性化目标设定内容，例如《肥胖症预防与治疗 S3 指南》（S3-Leitlinie Prävention und Therapie der Adipositas）所定义的内容。由于这项服务尚未成为法定医疗保险的标准福利，因此至少应根据《德国社会保障法》（SGB）第 43 条的规定提供个性化营养咨询，并承担部分费用。

另一项重要建议是根据国家标准，将成年糖尿病患者转介到全面的糖尿病自我管理培训和支持机构（DSMES）。

本临床实践指南介绍了 DDG 营养委员会对治疗 T2Dm 所选营养方面的文献总结和评估。这些内容会定期更新，并在必要时进行补充。在此过程中，根据系统综述或荟萃分析的文献研究对现有证据进行了评估。对于没有此类综述的主题，也会使用原始论文。

体重建议

一般性建议

建议

- 如果体重超标，则应以减肥为目标。
- 应避免骑自行车负重。

评论

随着年龄的增长，体重会增加，导致身体质量指数（BMI）增加 5 个点，并使患 T2Dm 的风险增加 3 倍（体重增加在 18-24 岁之间）或 2 倍（体重增加≥25 岁）[9]。单纯肥胖也是冠心病（CHD）的独立风险因素。另一方面，适度减轻体重（当前体重的 5-10%）可降低胰岛素抵抗、高血糖和血脂异常等风险[10]，并可减少冠心病的发生[11]。

继发性并发症。持续 8 周的极低热量饮食（VLCD；624 千卡/天）也可使糖尿病暂时缓解至少 6 个月[11]。糖尿病持续时间越短、空腹胰岛素和 C 肽水平越高，VLCD 饮食的效果越好[12]。通过为期一年的生活方式干预，结合最初的代餐法（VLCD）和随后的混合饮食，强化体重管理可使病情持续缓解[13]。在这种情况下，体重稳定似乎比体重变化大更有利于心血管疾病的治疗[14, 15, 16]。T2Dm 患者体重增加或体重变化与死亡率升高有关 [15, 17]。

然而，尤其是在老年患者中，体重减轻幅度越大（> 25%），肌肉质量就越差 [18]。研究还表明，体重正常的 T2Dm 患者比体重较重的患者死亡率更高[19, 20]，这被反复描述为肥胖悖论 [21]。这种效应的一个可能解释是，肥胖患者的肌肉质量更大、代谢能力更强[22]；必须将这一因素考虑到体重目标中，必要时将其纳入维持肌肉的体力活动计划中[23]。

关于有针对性地减轻体重、缓解糖尿病的量化声明

建议

- 减轻体重的程度取决于个人的治疗目标。为了缓解糖尿病，肥胖者的目标体重应减少 15 公斤。

评论

肥胖与代谢综合征的所有组成部分都有关联，因此减轻体重是治疗的首要目标。正常和现实的共识是，在改变饮食和运动行为的情况下，减轻体重 3-5 公斤。实现这些目标可使糖尿病前期患者的 T2Dm 表现减少约 60%，这已在大型研究中得到证实[24]。体重减轻 10 公斤更有效，超过 90% 的研究参与者[25]在 3 年内防止了糖尿病的显现。

糖尿病患者平均 5 年后 T2Dm 病情缓解配给，并接受为期一年的强化生活方式调整计划，其中包括在展望未来研究中，体重减轻 8.9%（基线体重指数为 35 kg/m²）的患者占 11.5%。4 年后，体重减轻率仍为基线体重的 4.7%，7.3% 的患者病情得到缓解，即空腹血糖低于 126 mg/dl，无需服用糖尿病药物[26]。在 DIRECT 研究中，通过配方饮食减轻 15 千克体重后，T2Dm 的缓解率为 86%，而之前的糖尿病病程最长为 6 年。体重减轻越少，成功率越低，但只有 24% 的患者在 1 年后实现了如此大幅度的体重减轻。数据显示，体重减轻对糖尿病缓解有定量影响 [13]。因此，患者在接受治疗后应尽早接受适当的治疗。诊断出 T2Dm [21]。

配方饮食减肥法的作用是什么？从长期来看，停止节食计划后体重反弹的可能性超过 80%。在人员、时间和方法上特别注重稳定体重的长期结构化体重管理概念并不普遍。配方饮食能更快、更显著地减轻体重，而且长期来看体重减轻的幅度仍然很大[27]。

体重减轻会迅速改善肝脏的胰岛素抵抗，从而使血糖水平迅速下降，而胰岛素分泌能力却保持不变。在胰岛素治疗和胰岛素抵抗的情况下，胰岛素水平必须迅速降低（1-5 天），通常是初始剂量的三分之二。患者必须对此有所准备，或者在最初几天以住院病人的身份进行治疗，而在门诊治疗时只能每天与病人接触。

利用远程保健治疗 2 型糖尿病

建议

- 远程保健应用可支持实施治疗 T2Dm 时建议的行为调整。
- 远程保健可提高减肥的依从性计划和无障碍环境。

评论

2019 年冠状病毒病（COVID-19）的流行增加了糖尿病治疗中对数字会诊方法的需求。远程医疗是指利用视听通信技术进行诊断、咨询和紧急医疗服务[28]。在 COVID-19 泛演示之前，糖尿病患者的远程保健就已开始使用，并已成为一种行之有效的治疗方式。

作为远程保健计划的一部分，与治疗相关的数据（如血糖水平、胰岛素剂量、体重）会被传输给专业医护人员，然后患者会收到反馈。通过短信/电子邮件进行的远程保健治疗与通过电话/视频会议进行的远程保健治疗有所区别。

Su 等人在 2015 年对 92 项纳入研究进行的荟萃分析表明，通过远程保健营养疗法，1 型（T1Dm）和 2 型（T2Dm）糖尿病患者的 HbA_{1c} 值显著降低[29]。然而，通过信息传递（手机或电子邮件）进行的远程保健项目与面对面咨询（电话或视频会议）之间没有发现明显差异。

在德国，Kempf 等人进行了一项随机对照试验，结果显示远程医疗辅助组与标准治疗组相比，HbA_{1c} 值降低了 0.6%，随访 1 年后体重减轻了 5 公斤[30]。

如果远程医疗应用程序被纳入联邦药物和医疗器械研究所（Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizin-

BfArM) 目录中的数字医疗应用 (Digitale Gesundheitsanwendungen - DiGA)。2019 年 12 月生效的《数字医疗法》(Digitales Versorgungsgesetz - DVG) 对此做出了规定。数字医疗应用程序通常由患者自行使用。不过, 患者和医疗服务提供者也可以共同使用数字医疗应用程序, 例如以远程会诊或聊天的形式使用。在本临床实践指南发布之时, BfArM 的目录中已经列出了一个以"糖尿病和抑郁症"为适应症的"糖尿病"DiGA。以"肥胖症"为适应症的 DiGA "Zanadio" 已永久列入 BfArM 目录。Zanadio 以肥胖症治疗指南建议为基础, 支持由运动、饮食和行为改变组成的保守肥胖症治疗。Zanadio 包含远程医疗元素, 用户可通过聊天功能获得营养师的支持。

TeLiPro 远程医疗生活方式监测计划就是远程医疗应用的一个例子, 尽管它并未被批准为数字医疗应用。在该计划中, 患者可获得一个用于监测生活方式活动的应用程序。可通过蓝牙连接的血糖仪、体重计、血压计和计步器来实现这一目的。糖尿病指导员(糖尿病顾问)可通过云查看数据, 并通过聊天功能或电话与患者直接互动。

在 TeLiPro 研究中, 两组患者都使用了应用程序、体重计、计步器、血糖仪和血压计。不过, 两组的不同之处在于, 只有干预组的患者才能获得糖尿病指导[29]。

因此, 可以看出, 与对照组相比, 干预组的 HbA_{1c} 显著降低(平均值±标准差-1.1±1.2%, 对照组-0.2±0.8%; $p < 0.0001$)。体重也有所下降 (TeLiPro -6.2 ± 4.6 kg vs. 对照组 -1.0 ± 3.4 kg, BMI (-2.1 ± 1.5 kg/m² vs. -0.3 ± 1.1 kg/m²)。此外, 观察组的生活质量和营养状况普遍较好[30]。

减轻体重的策略

维护

建议

- 在建议减轻体重之前, 必须有明确的指征。年龄越大, 越容易患肌肉疏松症, 低热量饮食也会对心脏代谢产生不利影响。
- 有必要通过饮食咨询进行密切跟踪, 以便于长期坚持。
- 减肥策略应符合超重者的喜好(个性化营养疗法)。
- 减轻体重后的持续稳定策略应根据患者的具体情况进行协调。
- 迄今为止, 还没有哪种饮食模式明显优于其他饮食模式。减肥中的饮食模式。

评论

各种形式的低热量饮食调整--从长期有效的程序到仅限于短期干预的程序--都能减轻 T2Dm 患者的体重, 而且往往还能改善代谢状况和其他心血管风险因素。然而, 只有少数患者能长期显著减轻体重。迄今为止, 几乎没有任何一项研究以长期、结构化和明确的方式关注初始减重后体重下降的稳定性。减肥手术[31]和药物治疗作为非饮食减肥方法, 正日益占据主导地位。

减肥方法有很多种, 在每日能量摄入量(低热量饮食[LCD]/VLCD)、营养素比例(低脂肪/低碳水化合物)、浓度(普通食物/配方饮料)、杂食或素食/纯素食饮食偏好以及禁食和进食时间限制(间歇性禁食)等方面各有不同。

这些方法的效果不断被公布和宣传。然而, 并没有哪种方法比另一种方法更有乐趣。至于想减肥的病人更喜欢哪种方法(或几种方法的组合), 以及哪种方法能提供在日常生活中持续实施的动力, 这取决于个人喜好[2, 3]。提供不同的减肥方法作为选择, 让患者从中选择最佳方法, 可能是一种有效的策略[395]。

在大多数研究中, 还没有明确说明有针对性的、最终实现的体重减轻对取得效果的决定性或必要性[32]。不减轻体重的饮食调节有时也能取得明显改善。文献中很少对相同宏量营养素比例的低热量饮食和等热量饮食进行系统的正面比较。Meta 分析发现, 与标准疗法相比, 初级减肥干预的长期代谢获益甚微, 尽管不同研究之间存在相当大的异质性[33]。

饮食与体育锻炼相结合

建议

- 饭后进行高强度低强度的体育锻炼(如快走)可改善体重调节, 有利于控制血糖。

评论

不运动或以久坐为主的生活方式会造成热量摄入过多, 从而引发肥胖症[34-36], 而高水平的体力活动, 即使是低强度的体力活动(如快走), 也能确保食欲更好地适应能量需求[37, 38], 从而改善体重的调节, 即使没有较高的热量消耗[39]。

此外, 运动类型、强度和时间(空腹或餐后运动)对血糖调节也有影响[39]。在这种情况下

关于胰岛素敏感性，体育锻炼的强度与胰岛素敏感性的改善呈正相关，力量训练和耐力训练相结合的效果最好[39]。有证据表明，高强度运动（如高强度间歇训练-HIIT）在快速运动时（即底物可用性较低时）最能改善血糖控制[39]。然而，这种方法对T2Dm患者的有效性和安全性还需要进一步研究。相反，低强度体力活动对改善T2Dm患者的血糖安全有效，尤其是在底物可用性较高的情况下。因此，进食后快走可通过改善胰岛素依赖性葡萄糖摄取而对餐后血糖产生有益影响[40-45]。

减少碳水化合物（低碳水化合物）

建议

- 为了减轻体重，建议将适度减少碳水化合物摄入量作为一种可行的方法，尤其是在短期内（例如，传统的地中海式减肥法）、以植物为基础）。
- 碳水化合物最好在以下时间摄入全谷物、豆类和坚果。
- 在保持体重方面，低碳水化合物饮食可能与低脂肪饮食相当，应根据个人喜好进行选择。
- 特别是低碳水化合物饮食，只能在密切的治疗监测下，由接受胰岛素治疗的患者实施。

评论

在德国人的饮食中，碳水化合物平均约占能量摄入的45%，包括约90克糖（=18个能量百分比[E%]），通常主要是快速代谢的多糖。从流行病学角度看，碳水化合物摄入量大于或小于50%（后者仅与大量动物来源蛋白质有关）时，死亡率会升高[46]。作为饮食干预措施的一部分，减少碳水化合物几乎无一例外地会导致体重减轻和新陈代谢的改变。科学文献大多将低碳水化合物膳食与低脂肪膳食并列考虑。减少碳水化合物可分为中度碳水化合物、低碳水化合物或极低碳水化合物，具体取决于强度；据此，传统的地中海饮食也是一种低碳水化合物饮食[41]。

美国糖尿病协会（ADA）和欧洲糖尿病研究协会（EASD）将低碳水化合物列作为一种膳食疗法，但将地中海膳食列为更优[47]。这一共识反映了当前荟萃分析的知识状况：在随机对照试验（RCTs）中根据食物质量定义的所有膳食模式中，传统地中海膳食在空腹血糖和血脂方面表现最佳，在HbA_{1c}水平、血压和减轻体重方面分别位列前三名。低碳水化合物是降低HbA_{1c}水平和体重的最有效方法；在降低空腹血糖、血压和血脂方面，这种饮食也是最有效的。

非常成功，比低脂肪饮食更有效[48-50]。然而，随着使用时间的延长，低碳水化合物和低脂肪饮食的效果趋于一致；这究竟是由于坚持率下降还是新陈代谢反应失败，目前还无法回答[51]。

最近的一项荟萃分析也强调，在糖尿病缓解方面，低碳水化合物（<26 E % 或<130克碳水化合物/天）可能优于低脂肪。6个月后，低碳水化合物疗法可使更多患者的HbA_{1c}水平低于6.5%；如果采用不用药或更长时间干预的附加标准，差异则不明显[52]。需要再次强调的是，减肥方法的效果取决于减肥者个人的接受程度。考虑到相关问题“什么是最适合当事人的减肥方法？”，“什么是最适合一般减肥的方法？”这样的科学问题很难说得通。从特定食物类别对所有心血管风险参数的整体代谢情况的影响来看，在66种食物类别中，坚果、豆类和全谷物（均为碳水化合物载体）的表现最佳[49]。不同可消化碳水化合物之间的等热量置换只对空腹血糖和低密度脂蛋白胆固醇（糖与淀粉的置换），以及体内平衡模型评估（HOMA-IR）和尿酸（果糖与葡萄糖的置换）产生相对较小的影响。不过，这些结果的证据不足[53]。未观察到对炎症参数的影响[54]。

总之，传统的地中海饮食应被视为“低碳水化合物”作为最佳饮食形式的具体代表。更普遍地说，“低碳水化合物”和“低脂肪”最迟在几个月的干预后，在新陈代谢方面是相等的[54]。根据目前的知识，碳水化合物的能量含量并没有明确的长期最佳值。如果患者的个人偏好强烈倾向于这些饮食变体中的一种，就可以使用它。然而，根据不同的强度和动态，建议采取额外的中间代谢控制措施，以便在早期阶段发现个别不可预测的糖血症和胰岛素抵抗、脂代谢或尿酸水平的脱轨[49]。

减少脂肪（低脂）

建议

- 一般来说，不能建议终末期糖尿病患者采用低脂饮食。

评论

如减少碳水化合物部分所述，在减轻体重、降低血压、优化甘油三酯和血糖参数方面，与所有低碳水化合物饮食相比，仅减少膳食脂肪的效果较差[47, 50, 51, 55]。与通过复杂的生活方式干预和低脂方法持续预防糖尿病相比，仅通过改变低脂饮食作为一项干预措施缓解糖尿病的几率相对较小[26, 56][24]。对长期宏观和微血管结果的影响也是如此。

有争议。对糖尿病前期的疗效有描述（大庆，糖尿病预防计划（DPP）），对健康人和糖尿病患者的疗效有怀疑（WHI），甚至由于风险增加而不值得推荐（LookAHEAD，明尼苏达冠心病实验）。

反式脂肪

建议

- 工业生产的反式脂肪应继续受到天然反式脂肪可能没有问题。

评论

脂肪的质量也会对糖代谢状态产生相关影响。观察性研究表明，工业生产的反式脂肪会增加死亡率，特别是增加患冠心病的风险。糖尿病风险增加的情况未见描述[57]。

在流行病学研究中，天然反式脂肪（如牛肉和奶制品中的反式脂肪）与糖尿病风险降低有关，但不会影响心血管死亡或发病风险[57]。

饱和脂肪

建议

- 含有天然饱和脂肪的食物如果适量食用是安全的。应避免食用添加饱和脂肪的高度加工产品。

评论

即使在 2021 年，关于饱和脂肪的讨论也没有得出明确的结论。七国研究》和许多流行病学跟踪调查对饱和脂肪（有时甚至错误地认为是所有脂肪）的批评，在最近的队列研究荟萃分析中已不再合理[57]。有关饱和脂肪潜在危害的证据不足[58]。即使是黄油这种饱和脂肪和总脂肪含量都很高的典型食物，从流行病学角度来看，也只是略微增加了死亡率，但并不影响心血管风险，反而与降低糖尿病风险更有关联[59]。其他高脂或低脂乳制品对代谢结果的不利影响也很小[60]。

有关低脂饮食的研究表明，体重、体重指数、体脂百分比和腰围平均略有下降[61]，但对冠心病、心血管死亡率或全因死亡率没有影响[62]。减少饱和脂肪一直对炎症表型有益[63, 64]。研究还表明，饱和脂肪可降低低密度脂蛋白胆固醇水平，但会恶化高密度脂蛋白胆固醇和甘油三酯水平[65]。

不饱和脂肪

建议

- 无论脂肪总量多少，T2Dm 患者都应通过摄入天然食物而非补充剂来获得高水平的饱和脂肪酸。

评论

观察性研究表明，单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸，尤其是亚油酸和 α -亚麻酸，与糖尿病和心血管疾病有明显的相关性[66-68]。

在干预研究中，缺乏多不饱和脂肪酸（PUFAs） ω -6 脂肪酸和非长链植物 ω -3 PUFAs 保护心脏和降低死亡率的证据[69, 70]。此外，在随机对照三项研究的荟萃分析中，与饱和脂肪酸相比，不饱和脂肪酸对血糖没有益处[71]。与碳水化合物相比，单不饱和脂肪酸（MUFAs）对除血压以外的所有代谢轴都有益[72, 73]。与饱和脂肪或安慰剂相比，对腰围、炎症、甘油三酯水平、血小板聚集以及脂肪肝（欧米伽 3 脂肪酸）都有益处 [74-78]。高欧米加 3/ 欧米加 6 脂肪酸比率可能对糖尿病患者和长期干预期间有益，特别是在降低胰岛素而非葡萄糖水平方面[79, 80]。女性似乎比男性受益更明显[81]。在糖尿病代谢状况方面， α -亚麻酸没有明显的干预益处[82]。

间歇性禁食/间隔性禁食

建议

- 间歇性禁食可作为减轻体重的一种手段在医生的指导下减量。
- 对于任何形式的间歇性禁食，都不能提出一般性建议。

评论

除了通过改变营养成分或有针对性地重新分配食物种类来调整饮食质量外，进餐频率也被视为减轻体重和改善新陈代谢的起点。

关于每日进餐频率的随机试验显示，在体重、脂肪量和腰围方面，进餐频率较低的人获益较小（1-2 次与 6-8 次）。不过，这些影响的总体证据不足[82]。

在一些动物模型中，较少的食物摄入可延长寿命。对人类的观察研究（如拉姆-阿丹）发现，健康人的新陈代谢变化相对较小，而且这些变化是短暂的[83-85]。在糖尿病患者中，也有代谢恶化的描述。更多队列

研究表明，冠心病和 T2Dm 的发病率较低 [86, 87]。

根据固定的时间模式有针对性地长期定期不进餐（间歇性禁食）包括不同的变体：隔日禁食（ADF）、5:2 禁食和限时进食（如 16:8 禁食）。文献中有时会将这些方法与持续热量限制或甚至未改变的对照饮食进行比较。

在所有关于间歇性禁食的荟萃分析中（34 项荟萃分析涉及 90 多项研究性试验；其中只有 10 项研究性试验针对 T2Dm 患者），没有发现间歇性禁食优于持续性卡路里限制。与不改变饮食的对照组相比，体重、腰围、血压和甘油三酯的降低幅度明显更大，但低密度脂蛋白胆固醇、快速血糖或 HbA_{1c} 的降低幅度则不大 [88-92]。以 T2Dm 患者为研究对象的临床试验显示了与上述荟萃分析相同的理想结果模式，但低血糖风险增加 [93-97]。多项研究表明，即使是健康的试验对象，16:8 禁食或 ADF 也会导致肌肉质量的过度损失 [398]。

代餐/配方饮食（有/无多模式计划）

建议

- 低热量配方膳食可使 T2Dm 患者在临床上减轻体重，同时显著改善葡萄糖和脂质代谢，降低其他心血管风险因素。

评论

与传统的热量限制饮食相比，用低热量配方饮食代替正餐对患者有 T2Dm 的超重和肥胖患者来说是一种安全有效的减肥干预措施。除了对人体测量参数（如腰围和体脂肪量）产生有利影响外，配方饮食还能改善其他心脏代谢风险参数，如血压、空腹血糖、HbA_{1c} 水平和脂质代谢 [98-102]。在减肥计划中，使用配方饮食可使体重明显减轻，与减肥手术后的效果相似，同时糖尿病也得到持续缓解。然而，只有 25% 的患者体重减轻大于 15%，而在这一水平上，糖尿病很有可能得到缓解 [13, 103]。

科学背景

即使是没有糖尿病的人，减肥也是一项挑战。对于 T2Dm 患者来说，由于基因和新陈代谢的差异、对低血糖的恐惧、促进体重增加的降糖疗法、体力活动的减少以及饮食疲劳，减肥往往变得更加困难。低热量饮食有可能使 T2Dm 患者的体重减轻，效果与减肥手术相似。一项对 9 项研究进行的荟萃分析对 192 名患有 T2Dm 的肥胖患者进行了极低能量饮食（VLED）效果的研究发现，参与者在 6 周后体重下降了基线体重的 9.6

仅两周后，体重和空腹血糖就降低了 50% [104]。然而，许多 T2Dm 患者发现很难长期改变生活方式以达到减肥的目的，而且在短期干预未取得成功的情况下，他们的积极性可能会迅速丧失。许多研究表明，低热量配方饮食是一种安全有效的治疗方法，可改善 T2Dm 肥胖患者的心血管代谢终点，如腰围、体脂量、血压和 HbA_{1c} 水平 [98-101]。一项包括 4 项研究、共 500 多名研究参与者的荟萃分析发现，每天提供 300 至 1000 千卡能量的低热量配方饮食对 T2Dm 患者和非糖尿病患者的减肥效果相似，治疗 4-52 周后，平均体重减轻了基线体重的 8% 至 21%。此外，T2Dm 患者（每周-0.6 千克）和非 T2Dm 患者（每周-0.5 千克）的体重减轻率也没有差异 [105]。在另一项研究中，开始低热量配方饮食后，糖尿病患者和非糖尿病患者的体重减轻率也没有差异。五分之一的参与者在 12 个月体重减轻了 15 公斤以上。在继续实施体重管理计划一年以上的参与者中，近 40% 的人在 24 个月体重至少减轻了 15 公斤 [106]。临时使用低热量配方饮食导致的体重减轻与血糖、血脂和血压的长期改善有关 [107]。此外，对于代谢控制不佳的患者，用配方饮食替代膳食可导致 HbA_{1c} 的临床相关性下降，并大幅减少接受常规胰岛素治疗患者的胰岛素剂量 [108, 109]。糖尿病缓解临床试验（DiRECT）[110] 的结果表明，严格限制热量似乎也能使糖尿病缓解。最初只接受每天 825 至 853 千卡配方饮食 3-5 个月的 T2Dm 超重和肥胖患者中，近一半实现了糖尿病缓解，而只接受主治医师标准疗法的患者中，只有 4% 实现了糖尿病缓解 [13]。12 个月后，干预组中有四分之一的人实现了减重 15 公斤或更多的既定目标，而对照组中没有人实现这一目标。糖尿病缓解与体重减轻密切相关。虽然体重增加的受试者中没有出现病情缓解的情况，但体重至少减轻 15 公斤的受试者的病情缓解率达到了 86%。干预两年后，超过三分之一的 T2Dm 患者病情仍在缓解。在体重下降超过 10% 的参与者中，缓解率高达 64% [103]。即使是因体重过重或肥胖而导致糖尿病风险增加，并至少患有其他一种代谢综合征合并症的人，在研究期间使用频率不断增加的配方饮食进行额外的代餐，在减轻体重和改善心血管代谢风险因素方面也优于单纯的生活方式干预 [111]。此外，半数同时接受配方饮食的参与者实现了从糖尿病前期到正常血糖的转化，而在仅接受生活方式干预的参与者中，这种情况不到三分之一 [112]。由于这些原因，专业协会甚至认为缓解是治疗的首要目标 [113]。

胰岛素治疗的糖尿病患者减轻体重的其他方面

建议

- 由于荷尔蒙的合成代谢作用，胰岛素治疗应限制在必要的范围内。在胰岛素治疗下减肥比较困难。

评论

此外，胰岛素治疗往往会导致糖尿病患者体重增加，而这些患者中的大多数已经超重：英国前瞻性糖尿病研究（UKPDS）对接受胰岛素治疗的 T2Dm 患者进行了随机抽样调查，结果显示他们的体重平均增加了 6.5 千克[114]。尽管使用胰岛素治疗，但生活方式干预仍是非常重要的治疗组成部分[115]。

然而，另一项研究表明，患者的基线体重指数越高，体重增加的幅度越小。当 HbA_{1c} 值下降一个百分点时，体重正常者（体重指数小于 25 kg/m²）的体重平均增加 1.24 kg，但重度肥胖者（体重指数大于 40 kg/m²）的体重下降多达 0.32 kg [116]。

简要评估和展望

有许多减轻或稳定体重的方法可供选择。每种方法都有或多或少的充分证据。我们认为，重点必须放在患者的个人偏好上，无论结果如何，都要加强对相应治疗方法的坚持。

饮食模式

一般条件

建议

- 为了控制糖尿病和降低 T2Dm 患者的心血管并发症风险，可以接受多种饮食模式，如地中海饮食、素食或纯素饮食。
- 目前还没有足够的证据推荐 DASH 饮食、北欧饮食模式和 Paleo 饮食专门用于治疗 T2Dm。
- 在获得与糖尿病治疗目标参数相关的特定膳食模式优越性的更多证据之前，T2Dm 患者应遵循上述膳食模式的共同点：选择非淀粉类蔬菜和水果。
少吃加工食品，避免摄入精制糖和甜食。
高度加工的谷物。

评论

根据目前的证据，没有一种饮食模式可以普遍推荐给所有受影响的 T2Dm 患者。相反，根据专业协会的建议，不同的饮食模式，如地中海饮食、素食或纯素饮食，都适合达到糖尿病治疗的目标参数[2, 117-119]。有关地中海饮食对 T2Dm 患者影响的证据主要基于 RCT（包括几项较大的试验和纵向研究）及其系统回顾和荟萃分析[120]，而有关素食和纯素饮食的 RCT 大多病例数较少，研究持续时间较短[120-123]。目前，有关膳食疗法（DASH）、北欧膳食模式[124-126]、Paleo 膳食[2]和大生物膳食[121, 125]在 T2Dm 患者中的应用的证据较少，且部分证据相互矛盾，因此需要进一步的研究来支持这些膳食模式对 T2Dm 患者糖尿病管理的有益效果。

在新诊断的 T2Dm 患者中，地中海饮食可使体重减轻≥ 5%，这被认为与临床相关[127]。同样，对 T2Dm 患者的 RCT 进行的进一步荟萃分析发现，与相应的对照饮食相比，地中海饮食的减重效果明显更佳[128-130]。坚持素食或纯素饮食，或一般以植物为基础的饮食，也可使 T2Dm 患者和非 T2Dm 患者的体重减轻[48, 131-133]。

根据对 56 项 RCT 和 9 种膳食模式的网络荟萃分析[134]以及几项 RCT 的荟萃分析证据[129、130、135]，地中海膳食在降低 HbA_{1c} 方面优于相应的对照膳食，在降低 HbA_{1c} 和空腹血糖方面仅次于低碳水化合物膳食，最为有效，其次是 Paleo 膳食和素食膳食[48、129、130、135]。其他系统综述和荟萃分析证实，素食和纯素饮食对患有或不患有 T2Dm 的人的血糖控制有积极作用[122]。然而，与对照饮食相比，网络荟萃分析中研究的所有其他饮食也能显著降低 T2Dm 患者的 HbA_{1c} 和空腹血糖，由于存在明显的不一致性，总体结果的可信度和证据强度被评为极低至中等[48]。因此，在降低血糖参数方面，目前还不能断言某种饮食方案优于其他饮食方案[136]。此外，还需要进一步的研究来证实膳食模式对 T2Dm 患者血糖控制的影响与体重减轻无关[119, 121, 136, 137]，并研究素食和纯素膳食模式之间的差异[121, 122]。

除了对减轻体重和控制血糖有积极作用外，饮食模式还可降低各种心血管疾病的发病率和死亡率，并改善患有或未患有 T2Dm 的个体的心血管代谢风险因素，如血脂异常和动脉高血压[121、122、129、130、138]。在这方面，地中海膳食的现有证据为中低水平，素食/纯素膳食和 DASH 膳食的现有证据分别为中低水平（发病率和死亡率）和中低水平（风险因素）。至于北欧饮食模式，迄今只有初步研究评估，表明降低冠心病发病率和死亡率的证据非常少[122, 138]。

一项基于 52 项 RCT 和 9 种膳食模式的荟萃分析得出结论，与对照膳食相比，地中海膳食在增加高密度脂蛋白胆固醇和降低甘油三酯方面最为有效，而与对照膳食相比，素食在降低低密度脂蛋白胆固醇方面最为有效，证据等级为中低[50]。至于地中海饮食、素食和素食 etarian 饮食对与 T2Dm 相关的微血管并发症的影响，证据仅限于几项研究，且研究对象人数较少。根据替代参数，坚持上述饮食模式可改善肾病和视网膜病变，但微血管并发症风险的证据不足，神经病变的结果也不一致[121]。总之，根据现有证据，很难就膳食模式对 T2Dm 患者微血管和大血管并发症的影响得出可靠结论[121]。

根据现有证据，由于没有哪种膳食模式优于其他膳食模式，因此建议制定个性化的膳食计划，重点关注膳食模式，而不是个别营养素或个别食物（或膳食模式的共同因素）[2, 3, 117]。

个别营养素的独特作用

蛋白质

对血糖的影响

建议

- 我们建议 60 岁以下的 T2Dm 患者蛋白质摄入量占膳食能量 (%E) 的 10%-25%，60 岁以上肾功能完好（肾小球滤过率 (GFR) > 60 毫升/分钟）且体重恒定者蛋白质摄入量占膳食能量 (%E) 的 15%-25%。
- 在肾功能受损的任何阶段，将蛋白质减至低于 0.8 克/千克体重 (BW) 都不可能带来益处，而且由于存在营养不良的风险，尤其是在肾功能不全较为严重的情况下，应避免将蛋白质减至低于 0.8 克/千克体重 (BW)。

评论

关于 T2Dm 蛋白质摄入量的科学医学协会 (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) AWMF S3 指南的详细内容，可在以下互联网网址上查阅 [139]: [139]。荟萃分析已经发表，可免费获取[140]。

为避免营养不良和肌肉疏松症，蛋白质作为氨基酸的供应者，其最低摄入量约为每公斤体重 0.8 克或 10 E %。由于蛋白质合成效率下降，老年人每天每公斤体重 0.8 克的蛋白质摄入量可能不足 [141]，因此建议每天每公斤体重至少摄入 1 克蛋白质 [142]。

对于摄入更多蛋白质的重要性存在争议。摄入更多蛋白质的论据包括更好的饱腹感和高蛋白。

通过餐后产热减少能量消耗，这可能会抵消体重增加。与碳水化合物相比，蛋白质代谢所需的胰岛素要少得多，这有利于控制血糖，并可简化胰岛素剂量。不过，由于蛋白质会诱发胰高血糖素的再租借，因此需要一定量的胰岛素[143]。由于疾病、糖皮质激素治疗、行动不便或食欲不振等原因，老年人通常会出现明显的肌肉流失，因此老年病学家也建议摄入高蛋白[144]。

反对摄入更多蛋白质的论据来自流行病学观察研究，这些研究表明，蛋白质摄入量越高，死亡率[141, 145]和糖尿病发病率[146]也越高。由于没有充分考虑生活方式和其他变量，这些观察性研究的结论在 Cochrane meta 分析中受到质疑[146, 147]。干预研究一致表明，对体重超标但未患糖尿病的人来说，摄入更多蛋白质具有积极作用 [148, 149]。例如，蛋白质摄入量超过 20 E % 与低于 20 E % 相比，约有 1.2-在一项为期 3 年的大型欧洲-澳大利亚前瞻性随机干预试验中，1.6 克/千克体重不会增加糖尿病前期患者罹患糖尿病或其他疾病的风险[148]。

针对慢性肾功能不全的建议 从历史上看，低蛋白饮食计划一直被推荐用于减少白蛋白尿和预防（糖尿病）肾病的恶化。

最近对蛋白质含量问题进行了荟萃分析。研究表明，将蛋白质限制在每公斤体重 0.6-0.8 克并不能明显改善肾功能 [150]。目前，肾脏病学会仍建议限制蛋白质摄入量[151]，但美国糖尿病协会营养工作小组的共识文件[2]中并未推荐限制蛋白质摄入量。

在 Cochrane 分析中，将蛋白质大量限制在 0.3-0.4 克/千克体重可显著减少终末期肾病 (ESRD) 的发生，但对死亡率没有影响 [152, 153]。执行这样的饮食方案异常困难，会导致生活质量显著下降，并极有可能导致营养不良和肌肉疏松症，而这与终末期肾损害阶段的死亡率增加有关 [154]。此外，在德国不能开具用于补充这种极端营养不良的氨基酸制剂（酮类似物）的处方。

美国糖尿病协会营养工作组的共识文件也不建议限制肾功能不全患者的蛋白质摄入量[2]。

减轻体重的建议

建议

- 在长达 12 个月的减重饮食中，蛋白质含量可增加到总能量摄入量的 23-32%。

评论

低热量减重饮食通常含有相对较高的蛋白质含量。由于热量总体减少，蛋白质含量通常在 0.9-1.2 克/千克体重的正常范围内，即在正常或稍高范围内。这些饮食中蛋白质含量较高和较低的对比研究不胜枚举。总体而言，以往的荟萃分析表明，高蛋白含量与低蛋白含量在心脏代谢风险因素方面存在适度差异[128, 140, 155]。虽然高蛋白饮食只能适度提高减肥效果，但却能适度改善空腹血糖水平和收缩压。总体而言，高蛋白膳食的效果略好，并无劣势[140]。

碳水化合物质量、血糖指数、高度加工食品中的糖分

建议

- 选择低血糖指数（GI）的碳水化合物有助于改善 T2Dm 患者的健康风险。
- 在这种情况下，血糖生成指数或血糖生成负荷（GL）的影响与血糖调节不成比例，而且还能改善血浆脂质，增加纤维、微量营养素和次生植物化学物质等健康成分的摄入量，同时减少高血糖生成指数/血糖生成负荷的高加工食品中有害成分的摄入量。

评论

GI 和 GL 描述了富含碳水化合物的食物对血糖的影响。GI 表示食物中的碳水化合物被消化、吸收并转化为血糖的速度，而 GL 则根据碳水化合物的摄入量来调整 GI。因此，食物的血糖反应主要取决于食物本身的特点（如加工程度和脂肪含量）[156]。虽然也观察到了个体影响因素，但认为患者的表型特征（如肠道微生物组的组成）只起次要作用[157, 158][159]。膳食 GI ≤ 40 或 ≤ 55 被认为是低，而 GI ≥ 70 则被认为是高[158]。前瞻性观察研究发现，低 GI/GL 饮食对预防 T2Dm 有积极影响[160, 161]。在 T2Dm 患者中，大量食用豆类和燕麦等低 GI 食物可改善血糖控制，提高胰岛素敏感性，从而减少对胰岛素的需求[162]。目前，这些效果的部分原因是不易消化的碳水化合物对微生物组产生了积极影响[163]。迄今为止，低 GI 饮食的益处多大程度上是由其较高的纤维含量引起的仍存在争议。与富含谷物纤维的饮食相比，为期 6 个月的低 GI 饮食干预在降低 HbA_{1c} 方面略胜一筹（0.5% 对 0.18%）[164]。不过，这项研究也有明显的不足之处，因为高纤维组被要求避免食用高 GI 食物，而低 GI 组最终摄入了更多的纤维。

比高纤维组更低。事实上，用异麦芽糖（低 GI）替代高血糖碳水化合物 12 周后，T2Dm 患者的 HbA_{1c} 和 HOMA 指数均有所下降[165]，这表明 GI 的影响与膳食纤维含量无关。

尽管肥胖研究提供了令人信服的糖尿病预防证据，并给出了似是而非的机理解释，但基于随机对照试验的系统综述对 T2Dm 患者饮食中 GI/GL 的影响却自相矛盾。它们对相关结果参数（如 HbA_{1c} 水平和空腹血糖水平）的影响有积极的[166, 167]也有消极的[168, 169]。

反过来，调查 GI/GL 对糖尿病并发症影响的前瞻性队列研究结果也更加明确。冠心病风险与膳食 GL 或 GI 呈明显的剂量依赖关系[161]。在超重人群中，高 GI 导致的心血管事件或死亡风险尤其高[170]。这些发现与之前的研究结果相吻合，后者表明随着餐后血糖值的升高，发生致命性和非致命性心血管事件的风险更高[171, 172]。与 T2Dm 相关的血脂异常的特征是高甘油三酯水平、低高密度脂蛋白胆固醇水平和高比例的小致密低密度脂蛋白颗粒。这种血脂模式不仅可以通过减少碳水化合物摄入量，还可以通过降低 GI/GL 来产生积极影响[173]。

观察性研究和干预性研究结果之间存在差异的原因是，根据 GI 对食物进行的健康评估不够充分。以 GI 为基础的碳水化合物质量不仅与纤维含量相关，还与微量营养素含量和植物化学物质含量相关。同时，碳水化合物质量高与高加工食品的摄入量较低有关，因此糖和饱和脂肪的摄入量也较低。因此，高碳水化合物质量对预防糖尿病及其并发症具有长期影响，而与调节血糖无关。

膳食纤维

一般膳食纤维

建议

- 天然来源的各种膳食纤维应该每天食用。
- 虽然目前支持每天摄入 30 克膳食纤维（15 克/1000 千卡）这一建议的证据很少，但这是营养咨询的一个有效目标。

评论

在队列研究中，不溶性膳食纤维（尤其是谷物）的高摄入量与 T2Dm、冠心病、癌症和其他疾病风险的降低有关[50, 174-176]。T2Dm 患者的死亡风险也呈剂量依赖性降低[177]。因此，全谷物产品（面包、大米、面食）尤其是对 T2Dm 患者具有保护作用的一类食物。元分析显示

即使在等热量条件下，高纤维饮食或纤维补充剂对体重、糖血症和胰岛素抵抗、血脂状况和炎症状态也有益处[178]，有时对血压也有益处[179]。尽管膳食纤维可降低血糖指数，但它似乎不是推荐食物的精确指标[178]。强调“全谷物”，甚至更好的实际纤维摄入量，才是最有效和最有意义的。根据平均 20 克纤维的膳食模式，目标是每天增加 15 克至 35 克纤维 [178]。

然而，由于膳食纤维、含纤维食物、队列和干预措施（全谷物、非谷物产品、强化食品、补充剂等）的多样性等原因造成了研究的异质性，因此有必要对这些结果进行进一步区分[50, 178]。

不溶性膳食纤维

建议

- 碳水化合物最好来自高纤维食品，尤其是全谷物产品。补充剂的益处尚未得到证实。

评论

对全谷物产品的干预研究显示，大米至少对糖代谢有好处，但小麦和黑麦产品则没有[180]。除了对体重有微小影响外，荟萃分析中没有发现全谷物产品对心血管代谢有明显益处[181]。在干预环境中专门研究不溶性膳食纤维的研究为数不多 [182-184]，但迄今为止还没有针对 T2Dm 患者的研究。前期数据表明，代谢限制越严格，膳食纤维的功效就越明显[184, 185]。

可溶性膳食纤维

建议

- 建议 T2Dm 摄入高纤维食物，尤其是全谷物，也包括蔬菜、豆类和低糖水果，这些食物可能对新陈代谢有益。尽管补充剂对血糖、血脂和血压的短期效果一致，但其长期益处尚未确定。

评论

至于可溶性纤维，目前还没有足够的流行病学证据表明它对发病率和死亡率都有长期益处。

不过，与不溶性纤维相比，有关可溶性纤维的研究要先进得多，特别是以补充剂研究的形式。就β-葡聚糖和车前子而言，已证实它们对血糖和胰岛素抵抗至少有短期至中期（数周至数月）的益处；然而，长期数据显示

[186]。菊粉（特定果聚糖）对血糖和胰岛素的有益影响也得到了系统的描述，尤其是对患有 T2Dm 的女性和肥胖者[187, 188]。不过，此类干预时间超过 3 个月的研究很少。

菊粉和车前子的降糖作用可能是由于发酵成短链脂肪酸，而不是减轻体重[189]。β-葡聚糖可能存在混合效应 [190]。

车前子、魔芋葡甘聚糖和β-葡聚糖也能适度降低低密度脂蛋白胆固醇和甘油三酯水平，因此可能对 T2Dm 有辅助益处[191-194]。其他可溶性纤维（瓜尔豆、果胶）没有明显的代谢益处 [195]。

平均而言，所有粘性纤维都有降压作用，但车前子的降压作用最为明显。收缩压降低 2 毫米汞柱，舒张压降低 0.5 毫米汞柱的效果几乎与临床无关 [196]。

特殊人群的营养问题

老年病人

建议

- 老年病人的营养治疗目标应侧重于保持独立性，避免营养不良和低血糖。
- 肥胖与死亡率降低有关。因此不应减少。

评论

原则上，针对患有 T2Dm 的老年人的营养建议与针对代谢健康的老年人或患有 T2Dm 的年轻人的营养建议并无不同。同时，针对这一患者群体的一般营养建议也适用于患有 T2Dm 的老年患者。老年营养不良的后果很严重，尤其是对功能依赖型患者而言，因此也应关注 T2Dm 患者。例如，与体重减轻相关的肌肉量减少会加剧与年龄相关的肌肉疏松症和虚弱，从而导致残疾和丧失独立性。

S2k 指导方针“老年人糖尿病的诊断、治疗和随访”（Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes im Alter）也对老年人糖尿病患者的营养治疗提出了非常详细的建议。该书明确指出，老年患者，尤其是老年患者的治疗目标（包括营养方面的目标）经常会发生变化，但并非必须如此。功能和保持独立是并行的。

虽然通过有意减轻体重也能改善老年人的胰岛素敏感性 [197]，但由于存在营养不良的风险，应避免对体重超标或肥胖的老年人实施严格的饮食规定。限制食物摄入量的膳食限制可能有害

因此应避免摄入蛋白质。如果考虑减肥，饮食措施应尽可能与体育锻炼相结合，并应侧重于满足蛋白质摄入要求。研究发现，只有体重指数超过 30 kg/m² 的 65 岁以上人群，死亡率才会显著增加[197]。限制食用熟悉和喜爱的食物会降低主观感受到的生活质量。这一点具有决定性意义，尤其是对高龄老人而言。

当食物摄入量持续减少（约为需求量的 50%，持续 3 天以上）或同时存在多个风险因素，导致进食量减少或能量和营养素需求量显著增加时，就存在潜在的营养不良风险。例如，可使用迷你营养评估（MNA）或相应的简表（SF-MNA）来评估营养不良的风险；这两种筛查方法都得到了很好的评价[198, 199]。对于体重不足的患者，应查明原因并尽可能予以纠正。

营养疗法还应注重预防高血糖。必要时，作为治疗降级，在饮食发生变化时必须在规定时间内调整药物。

有关进一步的讨论，特别是针对疗养院中的糖尿病患者以及需要人工营养的情况，可参考 S2k 指导原则“老年人糖尿病的诊断、治疗和随访”和 S3 指导原则“老年病学中的临床营养”[200-202]。

由于老年病患者病情复杂，往往患有多种疾病，因此，必要时，应由包括营养专家在内的多专业团队来规划和实施针对特定疾病的饮食。

移民

建议

- 医务人员应确保患者理解饮食指导，并确保其核心家庭参与治疗。
- 医务人员应确定并考虑患者的个人营养观念及其所处的环境（例如宗教因素、文化信仰、斋月、怀孕）。

评论

请参阅《糖尿病与移民临床实践指南》[203]中有关移民的具体治疗和营养方面的内容。不同文化和地区有一些非常个性化的饮食习惯。饮食文化是由社会的地理、历史、社会学、经济和心理特征形成的，并为特定社区的成员所共享。文化是“我们吃什么”的基本决定因素 [204]。移民的饮食行为往往与当地人不同。他们有时偏爱不同的食物，经常吃更多的碳水化合物，有不同的膳食概念，有不同的饮食习惯。

他们的饮食观念通常以自己的传统菜肴和个人习惯为基础，同时也采用当地人的饮食习惯，这往往会产生新的“混合菜肴”[205]。他们的饮食观念通常以自己的传统菜肴和个人习惯为基础，同时也采用当地人的饮食习惯，这往往会形成一种新的“混合菜肴”[205]。他们保留本国特色食物的情况并不少见。来自某些文化的移民在烹饪时可能很少使用当地食谱中的重量规格。人们对相同食物的餐后血糖反应差异很大。针对不同文化背景的个性化咨询可提高依从性[206]。

在这方面，斋月期间的斋戒（受宗教影响的食物选择和斋戒规则）、怀孕和轮班工作起着特殊作用。在日常实践中，了解碳水化合物的主要来源、食用形式和时间至关重要。由 DDG 糖尿病与移民工作组制定的移民营养实践工具[203, 207]旨在提供初步信息和帮助。它包括一个实用的区域细分，并提供了关于常见膳食的信息。除了膳食类型（热/冷）和数量外，还介绍了碳水化合物的主要来源和其他地区特点。世界各地的菜肴种类繁多，地区差异更大。值得注意的是，许多饮料也同时进入了世界各地的饮食文化，例如软饮料、能量饮料、各种富含甜味剂的饮料和多种啤酒。

在提供营养咨询时，应考虑可能存在的语言障碍和文化敏感性沟通问题[201]。因此，个性化、对文化敏感的咨询可提高依从性和治疗成功率。

特殊食品和食品补充剂的营养问题

饮料

建议

- 糖尿病患者应尽量减少含糖饮料的摄入量。
- 应将含糖饮料换成水。
- 其他选择包括不加糖的茶、咖啡或不含卡路里的甜饮料。

评论

美国和英国糖尿病学会的现行循证指南普遍建议糖尿病患者减少饮用含糖饮料，以控制血糖水平和体重，降低心血管疾病和脂肪肝的风险（证据等级 B 和 2）[2, 117, 118]。在 2023 年指南更新版与营养相关的章节中[208]，美国反兴奋剂机构（ADA）继续建议对宏观--微观--微粒进行细分。

根据个人的治疗目标和膳食模式补充营养素。为此，建议尽量少吃腌制食品，并用水代替甜饮料（指南证据等级 B）[209]。

用无营养甜味的替代品取代含糖饮料也显示出体重、体脂百分比和其他心血管风险因素略有改善，尽管水通常仍是主要的推荐饮料[210]。

减少含糖饮料的消费通常也是可取的，因为这有助于提高微量营养素密度，减少添加糖的摄入量，从而使整体饮食更加均衡[211]。然而，根据队列研究和研究性临床试验，成人（无论是否患有糖尿病）饮用含糖饮料、血糖控制和胰岛素敏感性/抵抗之间的关联证据不足，因此无法得出可靠的结论[212]。一项对 11 项队列研究进行的荟萃分析表明，在对无糖尿病个体的潜在混杂因素进行调整后，含糖饮料摄入量增加与空腹血糖和胰岛素浓度升高之间存在关联[213]。在前瞻性队列研究的荟萃分析中，每天饮用一份含糖饮料会使罹患 T2Dm 的风险分别增加 18%[396] 和 26%。过去五年中，墨西哥教师队列研究、北曼哈顿研究和妇女健康倡议等几项最新研究证实，饮用含糖饮料与 T2DM 风险之间存在剂量反应关系[214, 397]。针对含果糖的含糖饮料对血糖控制和血清脂质浓度的影响，有两项系统综述和荟萃分析研究了饮料和固体食物中果糖等热量替代葡萄糖或蔗糖的效果。短期和长期（研究期限为 2-10 周）替代研究表明，果糖对正常血糖、糖尿病前期和 T2Dm 受试者餐后血糖、胰岛素或甘油三酯的最大浓度，或空腹血糖、胰岛素或甘油三酯的浓度均无不良影响 [215, 216]。不过，在解释这些结果时应注意，仅对血糖正常者短期替代含糖饮料与含糖食品的效果进行了亚组分析[216]，而这两项研究中对 T2Dm 患者的亚组分析仅基于极少数试验。[215, 216]。

现在，一项从 2023 年开始对 15,000 多名患有 T2Dm 的参与者进行的前瞻性队列研究发现，用水、茶、咖啡或不含甜味的替代品代替含糖饮料与降低全因死亡率和增加心血管事件发生率之间存在相关性。基于 4-11 项前瞻性队列研究的系统综述（和荟萃分析）表明，饮用含糖饮料与血管风险因素（高血压、高脂血症）、冠心病、中风和二尖瓣反流之间存在关联 [218-220]。不过，需要注意的是，这些结果并不只针对终末期糖尿病患者[218-220]。关于含糖饮料与冠心病的关系，在两项研究中均未观察到显著影响。

219]，而将糖尿病作为含糖饮料与血管风险因素之间关系的中介因素的分析结果并不一致[218]。

关于糖尿病相关的微血管疾病，另一项基于 5 个研究人群（也不排除 T2Dm 患者）的荟萃分析发现，长期饮用含糖饮料与慢性肾病之间存在显著关联。然而，纳入的研究非常不一致，而且存在发表偏倚的证据[221]。

基于 4 项和 12 项队列研究（包括一些患有 T2Dm 的个体）的两项系统综述和荟萃分析显示，含糖饮料摄入量最高与最低的非酒精性脂肪肝（NAFLD）风险明显更高[222, 223]。即使是最低摄入量小于 1 杯/周，非酒精性脂肪肝的相对风险也会增加 14%，而且饮用含糖饮料对非酒精性脂肪肝的风险具有剂量依赖性 [222]。

总之，与针对普通人群的建议一致，应减少含糖饮料的摄入量，作为 T2Dm 患者平衡膳食的一部分，以降低心脏代谢合并症的风险[2, 117, 118, 211, 212, 217]。

科学背景

在解释有关含糖饮料对糖尿病相关目标参数影响的数据时，应考虑以下几点：1）大多数研究并不完全针对T2Dm患者，因此需要对这一患者群体进行进一步研究，以确认研究结果的可转移性；2）大多数含糖饮料的相关性仅在极端摄入量类别的比较中具有显著性，而在中等摄入量水平的比较中不具有显著性，但中等摄入量水平大致相当于全球含糖饮料的平均估计摄入量[224]。一方面，额外摄入糖对目标参数的影响似乎取决于能量平衡，另一方面也取决于糖的来源，因为提供过量能量的含糖饮料似乎对空腹血糖和胰岛素浓度等有特别不利的影响[225]。此外，饮用含果糖的饮料和含糖饮料与代谢综合征及其他心脏代谢风险因素和事件的发病率等风险增加之间的直接联系似乎仅限于含糖饮料，而不能转移到饮用其他来源的糖（如水果、酸奶、果汁）[224, 226]。对这一观察结果的可能解释是：1）含糖饮料的影响似乎受到额外能量摄入和由此导致的体重增加的强烈影响；2）含糖饮料的摄入量可能会导致体重增加；3）含糖饮料的摄入量可能会导致体重增加；4）含糖饮料的摄入量可能会导致体重增加。2）其他来源的果糖或糖含有更多可能促进健康的成分（含糖饮料则不然）；3）含糖饮料是整体不健康生活方式的标志[224]。

全谷物

建议

- 对于超重的 T2Dm 患者，富含全谷物的饮食有助于减少总能量摄入，从而支持有针对性的减肥。
- 食用全谷物比例较高的低加工全谷物产品会导致较不明显的餐后血糖反应，这可能是一种非药物治疗选择，特别是对于没有胰岛素抵抗的 T2Dm 患者。
- 使用胰岛素的 T2Dm 患者应主要根据碳水化合物单位（CU）含量和血糖指数来考虑全谷物产品的食用量，并根据胰岛素治疗进行调整。
- 高度加工的全谷物产品对餐后血糖反应没有额外的有益影响。

评论

建议一般人群选择全谷物产品 [227]。这是因为全谷物产品含有较高的维生素、矿物质和次生植物化学物质，而且由于纤维摄入量较高，对消化和肠道健康有益。此外，长期队列研究[228, 229]和许多队列研究的荟萃分析/综述显示，全谷物摄入量显著增加与心血管疾病和死亡风险降低高达 20% 之间存在关联[230-236]。因此，作者建议，即使“适度增加全谷物的摄入量也能降低过早死亡的风险”[234]。然而，因果关系尚未确立。在研究中，基本的膳食数据往往只基于一项调查（3 天方案或队列研究开始时的食物频率问卷），而且对“全谷物食品”的分类也不一致。就糖尿病管理而言，全谷物食品的加工程度非常重要。早在 1988 年，Jen-kins 等人就公布了食用不同全谷物面粉和全谷物含量的全谷物面包后的餐后血糖反应结果。血糖反应与其说是由碾磨谷物产品（全粉）的整体全谷物特性决定的，不如说是由其所含的全谷物比例（全谷物）决定的[237]。全谷物比例越高，血糖反应越低，因为果壳和种子壳对血糖形成了物理屏障[238]。淀粉酶对胚乳的作用。

三十年后的今天，这些关于加工程度影响的结果最近在实验[238]和日常条件[239]下得到了证实。为了增加膳食纤维含量而在日常膳食中添加麦麸的做法并未对糖尿病治疗产生积极影响[240]。

对于 T2Dm 患者，建议根据不同的治疗情况和形式加以区分：

对于患有 T2Dm 的超重患者：一项关于纤维和全谷物消费在糖尿病管理中的应用的荟萃分析包括 42 项干预研究。与对照组相比，纤维/全谷物摄入量的增加可使体重降低 ½ kg，从而使 HbA_{1c} 降低 0.2 % (2 mmol/mol) [175]。这项分析的不足之处在于所纳入研究的设计不尽相同，包括糖尿病药物、研究对象、糖尿病诊断和全谷物消费类型。对于未经胰岛素治疗、体重正常的 T2Dm 患者（无胰岛素抵抗），食用全谷物比例较高的微加工全谷物产品可能会导致餐后血糖反应不明显。这种饮食措施对实现治疗目标的积极作用主要取决于患者对这种饮食方式的接受程度，从中期来看，还取决于患者对胰岛素的耐受性。继续存在残余的β细胞功能。

接受胰岛素治疗的 T2Dm 患者应评估饮食对血糖升高的影响，以调整胰岛素剂量。因此，他们应主要根据碳水化合物含量和消化指数来考虑全谷物食品的摄入量，并根据胰岛素治疗进行调整。全谷物食品可根据个人喜好食用。高度加工的全谷物产品不会对胰岛素治疗产生额外的益处。对餐后血糖反应的影响。

水果和蔬菜

建议

- 在为 T2Dm 超重患者制定饮食计划时，增加蔬菜摄入量尤其有助于有针对性地减轻体重。
- 在为体重正常的 T2Dm 患者制定饮食计划时，应避免食用大量水果（制品）和淀粉类蔬菜（土豆、玉米、大米、谷物等）。
- 使用胰岛素的 T2Dm 患者应根据碳水化合物的单位含量考虑水果的食用量，并根据其胰岛素治疗进行调整。
- 将水果分为推荐水果和非推荐水果被认为是没有用的。

评论

在“每天 5 餐”的口号下，建议普通人群每天至少摄入 3 份蔬菜（400 克）和 2 份水果（250 克）[227]。PURE 研究[241]和队列研究的荟萃分析/综述[235, 242-244]的最新结果表明，增加水果和蔬菜的摄入量可将心血管疾病和全因死亡率的风险降低 5%-20%。然而，因果关系尚未确定，关于有效的水果和蔬菜品种、最低日摄入量以及临床相关性的数据也不一致。

在特定疾病和死亡率方面的影响。除个人健康外，欧洲饮食-长矛委员会还出于环境和社会原因，提出了每天摄入蔬菜和水果并补充约 100 克豆类/大豆制品的类似建议，作为 "行星健康饮食 "的一部分 [245]。

对于 T2Dm 患者，建议根据不同的治疗情况和形式加以区分：

对于患有 T2Dm 的超重患者来说，水果和蔬菜的摄入量应被视为减轻体重的辅助因素。如果通过合理摄入水果和增加食用蔬菜来替代高能量食物，就能持续减轻体重。由于影响因素较多，关于单种（组）食物对身体或血液指标的单一影响的干预研究并不存在或无法做出因果关系的说明。不过，对 T2Dm 患者进行的关于富含植物的总体饮食（富含水果，尤其是蔬菜）效果的干预研究表明，体重明显减轻，对血糖也有相应的积极影响 [121、246、247]。

对于未接受胰岛素治疗的正常体重 T2Dm 患者，应避免在每餐中摄入大量碳水化合物，以防止出现强烈的餐后血糖反应。因此，不建议食用大量水果、果汁和淀粉类蔬菜（临床经验）。至于非淀粉类蔬菜，则没有限制食用量的建议。

接受胰岛素治疗的 T2Dm 患者应评估其饮食对血糖升高的影响，以便调整胰岛素剂量，使其与能量需求相匹配。因此，应根据碳水化合物单位评估水果和淀粉类蔬菜（土豆、红薯）的碳水化合物含量，并调整胰岛素治疗的个体形式。水果和蔬菜可根据个人喜好食用。

一般来说，应该注意的是，与未经加工的新鲜水果相比，通过果汁、冰沙和果脯可以在短时间内吸收大量的碳水化合物。根据现有数据，没有证据表明可以一概而论地将水果分为推荐和非推荐类型，而这种做法在非专业出版物中一再流行，因为不同的碳水化合物含量。

鱼类

建议

- 油鱼可能有助于降低血脂和炎症表型，从而降低心血管风险。
- 建议 T2Dm 补充鱼油的证据不足。
- 选择鱼粉时应考虑可持续捕鱼/养鱼 [248]。

评论

在观察性研究中，包含鱼类的膳食模式与较低的糖尿病风险有关 [249]。然而，鱼类本身以及鱼油（长链欧米伽-3 脂肪酸，如二十二碳六烯酸 [DHA] 和二十碳五烯酸 [EPA]）的摄入量与糖尿病风险的流行病学相关性并不一致。在西方地区（北美、欧洲），糖尿病风险呈上升趋势，而在太平洋地区，糖尿病风险呈下降趋势 [250-253]。这些关联与队列研究的结果不一致，队列研究显示，以剂量相关的方式食用鱼类可显著降低内脏肥胖的风险 [250-253]。[254]，并表明心血管风险以及心血管和全因死亡率较低 [243, 255, 256]。与高血压没有明显关系 [49]。

对心血管风险的益处也存在争议。对研究性临床试验进行的荟萃分析显示，效果轻微或不显著 [257, 258]。专门针对 T2Dm 患者的荟萃分析尚未发表。

在干预研究中，对食用鱼类的具体效果研究较少。鱼油似乎能改善代谢综合征患者的胰岛素敏感性，但对健康人没有作用 [259]。这种效果在女性中具有性别特异性，但缺乏男性的数据 [81]。目前还没有糖尿病发病率的数据。血糖参数不会随着补充剂的添加而改善 [260]。

补充鱼油对代谢的益处主要体现在甘油三酯和 C 反应蛋白 (CRP) 方面 [75, 260]。就非炎症性益处而言，高 EPA/DHA 比值具有优势 [260]。

肉类

建议

- 在某种程度上，高蛋白膳食被证明对降低血糖可能有好处（见上文）。这些膳食中用蛋白质替代碳水化合物的部分蛋白质也可以来自动物，包括各种肉类。
- 从环境角度（如减少对土地的需求或温室气体排放）来看，肉类消费也应减少到德国营养学会（DGE）建议的水平。 [248, 261]

评论

在观察性研究中，肉类含量高、碳水化合物含量低的饮食与（心血管）死亡率增加有关 [262]。从流行病学角度看，与癌症、冠心病和 T2Dm 也有中度关联。这些关系与红肉，尤其是加工红肉的关系尤为密切 [147]。干预研究显示，许多新陈代谢指标都有所改善。在减少每日肉类摄入量时，膳食参数也会发生变化。在研究性试验中，低肉饮食的益处的因果关系也不明确，因为在这些研究中，减少肉类摄入量要么是等焦的，要么是等焦的。

与其他可能有益的食物（如全谷物、蔬菜、豆类、坚果）搭配，或在低热量环境下避免食用肉类。

关于肉类交换（红肉与白肉）的 RCT 大多采用相同的混杂变量（例如，红肉 = 标准饮食与白肉 = 地中海饮食）。对死亡率和发病率（包括 T2Dm 发病率）的相关干预效果尚存疑问 [262]。只有 6 项研究对红肉和白肉进行了明确比较，结果显示非糖尿病亚受试者在代谢方面没有差异 [263-268]。

基于这些数据，2019 年，NutriRECS 联合会得出结论，由于缺乏证据，不建议减少肉类摄入[269]。然而，NutriRECS 联合会对现有营养证据的评估表明，医学研究和营养研究应按照相同的标准进行评估，这种假设虽然有缺陷，但却很普遍。例如，系统性地降低了观察研究的价值，而对随机对照试验（RCT）的评价则非常高。然而，在营养学领域很难进行长期的食物随机对照试验，尤其是盲法和安慰剂对照试验。总之，从生态逻辑和动物伦理的角度来看，避免食用（红）肉类的建议目前仍比新陈代谢研究更为合理。

肉桂

建议

- 不能建议 T2Dm 患者把食用肉桂作为成功治疗糖尿病的一个组成部分。

评论

在过去的 15 年中，发表了大量关于食用肉桂对 T2Dm 患者快速降低血糖和 HbA_{1c} 水平的影响的干预研究。尽管研究结果并不一致，但肉桂对 T2Dm 治疗效果的有益影响一直被广泛传播。2011 年和 2012 年的两项荟萃分析在其摘要中推测肉桂对空腹血糖[270, 271]和 HbA_{1c} [271]有积极影响，但同时得出结论，大多数受检研究显示肉桂对 T2Dm 患者的血糖没有相关的治疗效果。随后几年的两篇荟萃分析论文将截至 2012 年初的现有研究纳入了调查范围，其中 Cochrane 论文[272]将质量有问题的研究排除在分析之外。两项研究均发现食用肉桂对 HbA_{1c} 水平无明显影响。Allen 等人的研究[273]显示，肉桂对空腹血糖有积极的治疗效果，但由于所研究的方法存在明显缺陷，因此对这一效果不予考虑。最近的另外两篇综述[274, 275]认为，鉴于目前的研究情况，不能推荐使用肉桂（作为辅助剂）治疗 T2Dm。研究方法上的问题限制了研究的有效性和可比性：例如，虽然研究中干预组使用的肉桂日剂量总是给出的（0.1 至 6.0 克/日），但有的研究中使用的肉桂日剂量是 0.1 克/日，有的研究中使用的肉桂日剂量是 6.0 克/日。

关于所研究的肉桂品种（*C. cassia*、*C. aromaticum*、*C. zeylanium*）、应用形式（肉桂粉、肉桂提取物、胶囊、片剂）、测试的肉桂活性成分含量、受试者集体退出率或意向治疗分析，以及在研究期间（4-18 周）可能影响研究目标血糖参数（尤其是空腹血糖和 HbA_{1c} 水平）的其他影响因素（体重、糖尿病药物）。

人造甜味剂

建议

- 如果遵守各自的最大用量，T2Dm 患者食用人工甜味剂对健康无害，如果偶尔作为糖尿病治疗的一部分使用，可能会有帮助。
- 对于患有 T2Dm 的儿童和青少年，由于体重较轻，必须考虑较低的每日允许摄入量 (ADI) 值。

评论

人工甜味剂一直是文献中备受争议的话题。有一种假设认为，甜味剂因其强烈的甜味而具有增加食欲的作用（如 [276]）。然而，与水相比，当摄入甜味剂（以饮料形式）时，无论是在健康、体重正常的受试者身上[277-279]，还是在代谢健康、超重的受试者身上，都没有发现增加食欲的效果。据说甜味剂的促食欲效果与水相当[277]。

几项临床试验评估了甜味剂的摄入在多大程度上影响了被诊断为 T2Dm mellitus 患者的葡萄糖代谢。没有发现食用甜味剂对葡萄糖、胰岛素或 C 肽、胰高血糖素样肽-1 (GLP1)、葡萄糖依赖性促胰高血糖素肽 (GIP)、肽 YY (PYY)、胰高血糖素以及 HbA_{1c} 等参数的浓度有任何影响 [280-285]。因此，食用甜味剂似乎不会对 T2Dm 患者的血糖和胰岛素调节产生负面影响。

与普通糖相比，甜味剂的低致癌作用是毋庸置疑的。糖精、三氯蔗糖、阿斯巴甜和甜菊糖对口腔菌群还有额外的抑菌作用 [286, 287]。甜味剂对肠道微生物群的影响程度尚未得到充分阐明。在一项干预研究中，约有一半的受试者（4/7）因服用糖精而观察到肠道微生物群发生了变化 [288]。不过，这些结果尚未得到证实。

早先关于甜味剂致癌的保留意见现已被驳斥。根据目前的知识，如果不超过每日允许摄入量，则没有证据表明甜味剂有致癌作用 [289]。

科学背景

甜味剂是人工合成或天然存在的高甜度化合物，其代谢不受胰岛素的影响，不会致癌。与糖（蔗糖）相比，甜味剂的甜度要高出许多倍（30 至 20 000 倍），因此只需使用极少量（毫克范围），就卡路里摄入量而言，可以忽略不计。作为添加剂，甜味剂在获得批准之前必须接受欧洲食品安全局（EFSA）的健康评估，以确定每日允许摄入量（ADI）值。每日允许摄入量值表示一生中每天每公斤体重可摄入而不会对健康造成危害的添加剂量。批准后，必要时会对甜味剂进行重新评估，并定期重新评价[290]。

益生菌

建议

- 食用益生菌或合成益生菌可能会对糖尿病患者的血糖调节和血脂状况产生有益影响。
- 多菌株制剂通常能获得更强的比单一菌株制剂的效果更好。
- 目前尚无充分证据推荐使用益生菌或补充益生菌。

评论

益生菌补充剂对 T2Dm 患者的影响已得到广泛研究。多项荟萃分析表明，与服用安慰剂相比，补充益生菌可显著降低 T2Dm 患者的空腹血糖 [291-296]。在几项荟萃分析中还观察到，与对照组相比，服用益生菌后 T2Dm 患者的胰岛素抵抗（稳态模型评估 [HOMA] 指数）明显降低 [293, 297]。然而，益生菌或合成益生菌疗法（最少 12 周）并未发现 HbA_{1c} 值的长期变化[291, 292]。

有关补充益生菌对 T2Dm 患者血脂状况影响的荟萃分析结果各不相同。最近的两项荟萃分析表明，与服用安慰剂相比，补充 1 到 6 个月的益生菌或合成益生菌可显著降低 T2Dm 患者的总胆固醇和甘油三酯（TG）浓度[291, 298]。Mah- boobi 等人（2018）[295]报告称，服用益生菌可显著改善三甘油酯、低密度脂蛋白和高密度脂蛋白胆固醇的浓度，但服用益生菌无效。另一项荟萃分析未发现这方面的任何关联[299]。

Palacios 等人（2020 年）[300] 最近发表了一项采用交叉设计的随机对照干预试验，研究了服用益生菌作为二甲双胍疗法辅助疗法的效果。在服用多菌株益生菌 12 周后，血糖调节（通过空腹血糖浓度、HbA_{1c} 水平和 HOMA 指数测量）和肠道屏障功能（通过 zonulin 测量）均有所改善，而且血糖水平也有所提高。

与服用苯乙双胍相比，观察到血浆中丁酸盐浓度升高。

补充益生菌需要考虑以下几点：益生菌的移动基因可能具有抗生素耐药性，可通过细菌间的交换转移到其他可能致病的细菌中 [301]。对各种市售益生菌的研究表明，所测试的益生菌对几种广谱抗生素具有抗药性[302]。

科学背景

在德国，益生菌被定义为 "以活性形式进入肠道的足量活微生物，从而达到积极的健康效果"[303]。益生菌的配方主要使用 *乳酸杆菌* 和 *双歧杆菌* 属。此外，还使用了其他菌属的特定乳酸生产物种，如 *粪肠球菌*、*嗜热链球菌* 或亲生物酵母（*布拉氏酵母*）。使用上述菌属或菌种被认为是安全的 [304]。

肠道微生物群主要通过调节胰岛素敏感性[305]和胰岛素合成 [306]，对葡萄糖代谢有很大影响。根据基于小鼠模型的推测机制，微生物合成的短链脂肪酸（醋酸酯、丙酸酯和丁酸酯）与 G 蛋白受体（GRP43）结合，诱导多肽激素 GLP1 的分泌 [307]。GLP1 可刺激耐糖个体和 T2Dm 患者的胰岛素合成 [308]。

大规模研究表明，T2Dm 患者的肠道微生物群发生了改变（也称为菌群失调）[309-311]。然而，由于 T2Dm 药物（如二甲双胍）已被证明可以调节肠道微生物群 [312-314]，因此，这种变化是由疾病还是由治疗引起的往往并不清楚。因此，目前还无法确定特征性的 T2Dm 微生物群。不过，一些研究表明，T2Dm 患者微生物群的特点是产生丁酸的细菌比例较低 [309、310、314]。丁酸盐生成菌的减少被认为是糖尿病前期向 T2Dm 过渡的一个预测因素[315]，这就是为什么补充益生菌或合成生物菌可能是一个相关方面。

发酵食品

建议

- 使用某些发酵食品可以帮助血液循环。血糖控制。

评论

几个世纪以来，世界上许多地方都在使用发酵食品来保存食物和改善口感等。其作用是利用不同的微生物作为肠道健康的益生菌有效因子及其发酵产品。除乳制品外，各种

谷物、水果、蔬菜、肉类和豆类（如大豆）也是用作原材料。

关于 T2Dm 的支持疗法，有大量研究似乎证明对糖尿病有积极影响。例如，酸乳酒是用乳酸菌和酵母从牛奶中发酵而成的。较小规模的研究表明，它对空腹血糖（-10.3 毫克/分升）有明显的影

蔗糖/果糖

建议

- 果糖可以从天然食品（如水果）中摄取，作为均衡饮食的一部分。
- 应避免饮用含果糖的甜饮料，尤其是在超过每日推荐能量摄入量的情况下。

评论

根据美国和加拿大糖尿病协会的建议，单糖和双糖的摄入量分别不应超过每日能量摄入量的 10% 和 12% [317, 318]。用果糖等热量替代淀粉和蔗糖等碳水化合物对体重[319]、血压[320]、空腹甘油三酯[321]、餐后甘油三酯[322]、脂肪肝指标[323]或尿酸[324]没有不良影响。在糖尿病患者中，用果糖替代等热量可降低空腹血糖和 HbA_{1c} 水平[325]，特别是以水果形式少量摄入时[326]。相比之下，果糖，尤其是每天摄入超过 60 克或占每日能量需求 10 E % 的果糖，可能会导致 T2Dm 患者的甘油三酯轻度升高 [321, 327]。果糖的高热量摄入会进一步导致体重增加 [319]、尿酸增加[324]、肝脏胰岛素抵抗、肝脏脂肪酸变性和转氨酶升高[323, 328]，而过多的热量摄入是推测的原因。因此，糖尿病患者应尽量少喝含糖饮料，以防止体重增加，改善心脏代谢风险状况[2]。

科学背景

自 20 世纪 70 年代起，美国就开始使用高果糖玉米糖浆（HFCS）作为饮料的甜味剂，其他国家也越来越多地使用这种甜味剂。与 HFCS 消费量较低的国家相比，HFCS 消费量较高的国家的糖尿病发病率要高出 20%，这与总糖消费量和肥胖症发病率无关 [329]。

与这种流行病学关联相反，有关果糖对新陈代谢影响的前瞻性队列研究得出了不一致的结果。例如，一项对 15 项前瞻性队列研究进行的荟萃分析表明，果糖摄入量与 T2Dm 风险增加之间的关系与食物类型无关[330]。

在对 51 项等热量研究和 8 项高热量研究进行的一项荟萃分析中，果糖作为现有膳食的额外热量提供时，仅在脂蛋白 B 和甘油三酯增加方面对脂质代谢产生不利影响，而用果糖替代等热量不会对脂质代谢产生负面影响[321]。与这一发现一致的是，在对 14 项等热量研究和 2 项高热量研究进行的荟萃分析中，与增加能量摄入相关的果糖会增加餐后甘油三酯，但等热量果糖替代物不会增加餐后甘油三酯[331]。同样，在一项对 24 项对照干预研究的荟萃分析中，每天摄入 100 克以上的果糖会增加低密度脂蛋白胆固醇和甘油三酯，而每天摄入果糖少于 100 克时对血清脂质没有影响[332]。一项对 16 项研究进行的荟萃分析发现，用果糖替代等热量碳水化合物对 T2Dm 患者的脂质代谢有不同的影响，甘油三酯增加，总胆固醇降低，但不影响低密度脂蛋白胆固醇 [327]。

此外，21 项研究的荟萃分析表明，只有代谢健康的参与者摄入过多果糖会导致尿酸增加，而糖尿病患者和非糖尿病患者摄入等量果糖后尿酸水平保持不变[324]。

最近的一项网络荟萃分析表明，用淀粉替代果糖可降低低密度脂蛋白胆固醇，而用葡萄糖替代果糖则会对血糖敏感性和尿酸水平产生有利影响[333]。与此相反，在一项针对 T1Dm 和 T2Dm 患者的 18 项研究的荟萃分析中，用果糖替代等热量会导致 HbA_{1c} 降低 0.53% [325]。在一项对 6 项对照饮食干预试验的荟萃分析中，在每天摄入多达 36 克水果形式的果糖后，HbA_{1c} 值也出现了类似的下降，但体重或甘油三酯、胰岛素和尿酸水平未受影响[326]。与这一发现相一致的是，在最近确诊的 T2Dm 患者中，摄入含糖饮料中的果糖，而不是水果中的果糖，会对周围和肝脏的胰岛素敏感性产生不利影响 [334]。

在一项包含 29 篇论文的荟萃分析中，短期摄入果糖，无论是作为其他碳水化合物的等热量交换还是作为高热量补充，都会导致正常体重、超重和肥胖人群的肝脏胰岛素抵抗，而不会影响外周或肌肉的胰岛素敏感性[335]。在对 13 项研究进行的荟萃分析中，用果糖替代等热量并不有利于非酒精性脂肪肝的发生。相反，果糖摄入量增加会导致肝细胞内脂质和谷氨酸丙酮酸转氨酶升高 [323]。与这一发现一致的是，对 6 项观察性研究和 21 项干预性研究进行的另一项荟萃分析也发现，摄入高热量果糖会导致肝脏脂肪和谷氨酸草酰乙酸转氨酶升高 [328]。

在一项对 31 项等热量和 10 项高热量前瞻性队列研究进行的荟萃分析中，在等热量研究中，摄入果糖对体重没有影响，相反，摄入大量果糖会导致体重增加 [319]。

总之，在评估有关果糖对新陈代谢影响的研究时，重要的是要区分果糖是以等热量方式与其他碳水化合物交换摄入，还是以高热量方式作为额外能量摄入。高热量研究表明

果糖对新陈代谢的不利影响可能是由于摄入了额外的能量。现有研究无法证实摄入等热量果糖的不利影响。少量摄入水果中的果糖有可能对葡萄糖代谢产生有益影响。

酒精

建议

- T2Dm患者的饮酒量应限制在普通人群建议的范围内。适量、低风险的酒精摄入量可保持良好的代谢控制和糖尿病预后。
- 需要对高危饮酒或酒精依赖的糖尿病患者进行酒精危害的教育，特别是包括代谢控制恶化和继发疾病的风险。
- 必须指出的是，一般来说，如果饮酒量较大，在胰岛素治疗下发生严重低血糖，尤其是夜间低血糖的风险会增加，而在饮酒期间进食并在夜间提高目标血糖，则可降低这种风险。

评论

关于糖尿病患者饮酒管理的不同内容，可参见《心理社会因素与糖尿病》S2k 指南[336]。

应向 T2Dm 患者提供有关饮酒对血糖水平影响的咨询，如果饮酒，应鼓励他们在低风险水平下饮酒。Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen (DHS) e. V.（德国成瘾问题中心）将女性每天摄入 12 克酒精和男性每天摄入 24 克酒精定义为低风险饮酒阈值。世界卫生组织（WHO）将女性每天摄入 10 克酒精和男性每天摄入 20 克酒精定义为低风险。这些量也适用于 T2D 患者m。

酒精和葡萄糖代谢

在糖尿病患者中，经常饮酒与 HbA_{1c} 水平呈线性反比关系。[337]（IIb 级）。与每天饮用一杯无酒精啤酒的对照组相比，在 3 个月内每天饮用一杯葡萄酒（150 毫升或 13 克酒精）可显著降低空腹血糖，但不会增加餐后血糖水平。对 HbA_{1c} 的积极影响在基线 HbA_{1c} 较高的组别中最大。在另一项对照研究中，在 4 周内每天饮用 1-2 杯葡萄酒（120-240 毫升或 18 克酒精）对代谢参数（空腹血糖、血脂）没有负面影响，但对空腹血清胰岛素水平有显著的正面影响 [338]。

饮酒可能会损害血糖反调节功能，从而增加使用胰岛素治疗或促胰岛素口服抗糖尿病药物时发生低血糖的风险 [339、340、341]。

大约每 5 个导致住院治疗的严重低血糖患者中就有 1 个是因饮酒引起的 [342]。然而，酒精的主要影响可能是损害意识，导致对低血糖的感知能力受损，使受影响者无法做出适当反应 [343]。

过度饮酒会干扰糖尿病的治疗。饮酒过量或有饮酒风险的患者不太可能执行有关运动、饮食、药物、血糖自我监测或定期 HbA_{1c} 监测的治疗建议。两者之间存在线性关系：饮酒量越高，治疗建议的执行频率越低[344]。

根据《社会心理因素与糖尿病》（S2k）指南，应定期评估糖尿病患者的饮酒情况，至少每年一次，并在出现危险饮酒问题时提供帮助。

营养补充剂

建议

- T2Dm患者应通过均衡饮食来满足其营养需求。不建议常规补充微量营养素。
- 对于已确诊缺乏维生素 D 的 T2Dm 患者，补充维生素 D 可改善胰岛素抵抗。

评论

美国、加拿大和英国糖尿病学会对糖尿病患者一般补充剂的证据总结如下：没有明确证据表明，补充维生素、矿物质（如铬或维生素 D）、草药或香料（如肉桂或芦荟）可改善无潜在营养缺乏者的代谢控制，因此一般不建议补充这些物质来改善血糖控制[2, 117-119]。由于缺乏疗效证据以及对长期安全性的担忧，不建议补充抗氧化剂（如维生素 E、C 或胡萝卜素）。然而，对于特殊人群，如孕妇或哺乳期妇女、老年人、素食者或低热量或低碳水化合物饮食者，可能需要补充多种维生素[2, 117]。服用二甲双胍可能会导致维生素 B12 缺乏，因此应考虑定期检测服用二甲双胍的 T2Dm 患者的维生素 B12 含量，特别是在出现贫血或周围神经病变时，可通过补充维生素 B12 来弥补可能的维生素 B12 缺乏 [2, 117]。在使用补充剂的情况下，必须考虑可能出现的不良副作用和药物相互作用 [2, 117, 345]。与其普遍建议糖尿病患者进行常规营养补充，不如鼓励他们通过均衡饮食来满足营养需求 [119]。需要注意的是，糖尿病患者如果不

因此，坚持均衡饮食，提供每日推荐的最低营养素摄入量，尤其是微量元素，是至关重要的[2]。

由于现有的营养补充剂种类繁多，以下科学背景将重点介绍其中的一些子项--即 n-3 PUFAs、维生素 D、镁、铬、锌、抗氧化剂（维生素 C、E）和多酚--对 T2Dm 患者的潜在疗效。选择这些补充剂的标准是补充剂对糖尿病治疗的潜在效果的相关性，以及数据情况相对“良好”，主要基于系统综述和荟萃分析。

科学背景

在讨论 n-3 PUFAs 对 T2Dm 患者控制血糖和预防心血管疾病的积极作用时[117]。Cochrane 图书馆的一项系统综述（23 项 RCT，n = 1075 名 T2Dm）显示，与植物油或安慰剂相比，补充 n-3 PUFA 后，甘油三酯（中度影响）和极低密度脂蛋白 VLDL 胆固醇浓度显著降低（仅对高甘油三酯血症患者的亚组分析有显著影响），低密度脂蛋白胆固醇浓度显著增加。与对照组相比，补充剂对总胆固醇或高密度脂蛋白胆固醇浓度、HbA_{1c} 水平、空腹血糖或空腹胰岛素浓度或体重没有影响[346]。Hartweg 等人[347]的另一项系统回顾和荟萃分析（24 项 RCTs，n = 1533 T2Dm）也证实，补充 n-3 PUFAs 后，低密度脂蛋白胆固醇浓度与对照组相比有所增加。然而，补充剂并没有显示出低密度脂蛋白颗粒大小的任何变化，而低密度脂蛋白颗粒大小与甘油三酯和高密度脂蛋白胆固醇浓度的变化一样，是糖尿病性血脂异常的特征[347]。此外，在高甘油三酯血症患者亚组中，补充 n-3 PUFA 对低密度脂蛋白胆固醇浓度的增加并不显著[346, 347]。最近的一项荟萃分析系统综述（45 项 RCT，n = 2674 例 T2Dm）证实，补充 n-3 PUFA 与安慰剂相比，对脂质代谢具有保护作用，并报告补充 n-3 PUFA 与安慰剂相比，可显著降低 LDL 胆固醇、VLDL 胆固醇和甘油三酯的浓度[348]。此外，O'Mahoney 等人的研究表明，与安慰剂相比，补充 n-3 PUFAs 可降低 HbA_{1c}，但对空腹血糖、空腹胰岛素浓度和 HOMA-IR 没有影响[348]。Brown 等人（83 项 RCTs，n = 121 070 例 T2Dm 患者和非 T2Dm 患者）研究了较高与较低 n-3、n-6 和总 PUFA 摄入量对糖尿病风险的影响，他们还研究了其对血糖控制和胰岛素抵抗的影响，发现较高与较低 n-3 PUFA 摄入量对 HbA_{1c}、空腹血糖、空腹胰岛素浓度和 HOMA-IR 均无影响[71]。此外，有证据表明，高剂量补充长链 n-3 PUFA (> 4.4 克/天) 可能会恶化葡萄糖代谢[71]。总之，美国糖尿病协会总结了针对 T2Dm 患者的 n-3 PUFAs 证据，建议食用鱼类、坚果和种子等富含长链 n-3 脂肪酸的食物来预防和治疗心血管疾病（证据等级 B）[117]。然而，常规 n-3 PUFA 补充剂的益处并不明显。

根据目前的证据（证据等级 A），补充剂对血糖控制和心血管疾病一级和二级预防的有益作用似乎不如相应的全食物[115]。此外，还缺乏以 T2Dm 患者的血管事件、心血管疾病或死亡率为终点的 n-3 PUFA 补充剂研究[346, 347]。

维生素 D 缺乏与葡萄糖代谢和胰岛素分泌的改变有关[349]。然而，根据 Li 等人（20 项 RCTs，n = 2703 名 T2Dm）和 Mirhosseini 等人（24 项 RCTs，n = 1528 名 T2Dm）的系统回顾和荟萃分析，维生素 D 补充剂对血糖控制效果的证据并不一致[349, 350]。虽然两篇综述均证实，与安慰剂相比，补充维生素 D 后血清 25-OH 维生素 D 水平显著增加，HO- MAIR 降低[349, 350]，但与安慰剂相比，补充维生素 D 后空腹血糖浓度和 HbA_{1c} 值的降低仅在 Mirhosseini 等人的研究中具有显著意义[349, 350]。这些对血糖控制参数和胰岛素抵抗的积极影响，在每日维生素 D 剂量高（≥ 4000 IU/天）和干预时间长（平均 7 个月）的情况下尤其明显[349]。根据 Li 等人的研究，与安慰剂相比，维生素 D 补充剂仅能降低非肥胖 T2Dm 患者的空腹胰岛素浓度，而空腹血糖浓度仅在短期补充、剂量大于 2000 IU/天，以及维生素 D 缺乏和基线 HbA_{1c} 控制良好的受试者中降低[350]。其他系统综述和荟萃分析研究了维生素 D 补充剂与普通安慰剂相比对血压、血清脂质浓度和慢性亚临床炎症的影响[351-354]。在血压方面（15 项 RCT，n = 1134 名 T2Dm），补充维生素 D 与安慰剂相比，舒张压显著降低，但降幅较小，收缩压则无变化[353]。同样，在血清脂质浓度方面（17 个 RCTs，n = 1365 个 T2Dm），补充维生素 D 与服用安慰剂相比，血清总胆固醇、低密度脂蛋白和高密度脂蛋白胆固醇浓度均有显著降低，但影响较小[351]。此外，补充维生素 D 与服用安慰剂相比，可降低 CRP 等慢性亚临床炎症的个别生物标志物（20 项 RCT，n = 1270 名 T2Dm 和 13 项 RCT，n = 875 名 T2Dm）[352, 354]。虽然针对 T2Dm 患者预防骨折的建议与针对普通人群的建议相同，并包括补充维生素 D[117]，但作者们发现，针对其他结果的证据质量以及针对这些结果的综述中包含的研究质量非常参差不齐。因此，除了预防骨折之外，还需要进一步开展高质量的长期 RCT 研究，才能就 T2Dm 患者补充维生素 D 提出建议[349-354]。

镁是一种人体必需的矿物质，参与细胞内碳水化合物的代谢。镁还能促进新陈代谢、胰岛素分泌和信号级联、脂质代谢和血压调节等[355]。关于补充镁对 T2Dm 患者血糖控制和血压影响的证据存在冲突[355-357]。补充镁与安慰剂（28 项 RCT，n = 1694 名 T2Dm 患者）后，空腹血糖浓度和收缩压均有显著改善，对低镁血症患者的影响更为明显。

但空腹胰岛素浓度、HbA_{1c} 值和舒张压没有变化[355]。在另一项系统性再观察和荟萃分析（18 项 RCT，n = 1079 名 T2Dm 患者）中，镁补充显示 HbA_{1c} 有适度改善，空腹血糖浓度有小幅至适度改善，但对胰岛素浓度和 HO-MA-IR 没有影响。只有在补镁≥4 个月，空腹血糖浓度才会明显降低。在按糖尿病状态进行的分层分析中，与对照组相比，补镁对糖尿病患者的空腹血糖、胰岛素浓度或 HbA_{1c} 水平没有明显影响[356]。Asbaghi 等人研究了补镁（11 项 RCT，n = 673 名 T2Dm）对血压和人体测量指标的影响[357]。与普通安慰剂相比，镁补充剂可显著降低收缩压和舒张压，尤其是在补充≥ 300 mg/d 无机镁超过 12 周的情况下。然而，与安慰剂相比，镁补充剂对人体测量参数没有影响[357]。除了补充镁对血糖控制和血压的影响外，Verma 和 Garg 还研究了镁对血清脂质的影响，结果表明与对照组相比，高密度脂蛋白胆固醇浓度显著增加，低密度脂蛋白胆固醇和甘油三酯浓度降低[355]。需要进一步对 T2Dm 患者进行长期的、研究质量良好的 RCT 研究，以便就镁的补充提出循证建议。

人体必需的微量元素**铬**发挥着重要作用碳水化合物和脂质代谢[358]。与安慰剂相比，补充铬（23 项 RCT，n = 1350 名 T2Dm 和 T1Dm [T1Dm 除 T2Dm 外，还包括 1 项 RCT]）可显著降低空腹血糖和胰岛素浓度、HbA_{1c} 水平和 HOMA-IR 值。根据亚组分析，这些效果在长期补充至少 12 周后更为明显，但与所使用的络氨剂量无关。所有纳入的研究都被评为质量良好，但荟萃分析并未根据所用铬的配方（吡啶甲酸铬、氯化铬、啤酒酵母中的铬）对结果进行分层[359]。根据之前的两项系统综述和荟萃分析（22 项 RCT，n = 1332 名 T2Dm 和 14 项 RCT，n = 875 名 T2Dm），与安慰剂相比，使用吡啶甲酸铬时，补充铬对空腹血糖浓度的影响最为明显，而使用酿酒酵母铬时，补充铬对空腹血糖浓度的影响才显著[360, 361]。与安慰剂相比，补充吡啶甲酸铬或酿酒酵母铬可增加高密度脂蛋白胆固醇，降低甘油三酯水平[362]。

人体必需的微量元素**锌**在胰岛素的合成、储存和分泌过程中发挥着重要作用 [362]。在 T2Dm 患者身上观察到的锌缺乏和高血糖可能是相互关联的 [363]。根据 11 项观察性研究，与代谢健康的对照组相比，T2Dm 患者的全血锌浓度随着患病时间每增加一年而降低。只有 T2Dm 患者和依赖营养治疗的并发症患者（如肾衰竭）才会出现这种反向关系。

thy）的锌摄入量明显较低[364]。一项荟萃分析系统综述的亚组分析（32 项 RCT，n = 1700，其中 19 项 RCT 含有 T2Dm 患者）显示，与对照组相比，T2Dm 患者补锌后空腹血糖浓度明显降低。在整个研究人群中（也包括 T2Dm 风险增加的人群），与对照组相比，补锌还能显著降低餐后 2 小时血糖浓度、空腹血糖浓度、HOMA-IR、HbA_{1c} 水平和高敏（hs）CRP [365]。此外，与安慰剂相比，补锌（9 项研究，n = 424 名 T2Dm）可降低血清中甘油三酯和总胆固醇的浓度。在低密度脂蛋白胆固醇浓度方面，按低密度脂蛋白胆固醇浓度和基线 HbA_{1c} 水平进行分层分析，以及干预持续时间小于 12 周且剂量小于 100 毫克/天时，补锌与安慰剂相比仅有积极效果。只有高密度脂蛋白胆固醇浓度在正常范围内、基线时 HbA_{1c} 升高以及按干预持续时间和锌剂量分层的个体，其高密度脂蛋白胆固醇浓度才有所增加[366]。由于纳入的研究之间存在明显的异质性，且研究质量参差不齐，因此在建议将补锌作为 T2Dm 的辅助疗法之前，有必要进行进一步的调查[365, 366]。

氧化应激在以下疾病的发病机制中起着重要作用因此，补充**抗氧化剂**可望对糖尿病治疗产生有益影响 [367]。关于维生素 C 补充剂与对照组的比较一项带荟萃分析的系统综述（n = 1574 名 T2Dm，主要基于研究时间较短（< 6 个月）、受试者人数较少（n < 100）的干预研究）显示，HbA_{1c} 有统计学意义且与临床相关的改善（证据级别：极低），空腹血糖浓度、甘油三酯和总胆固醇浓度有统计学意义但与临床无关的降低（证据级别：极低），没有统计学意义上的影响（证据级别：极低）：对高密度脂蛋白或低密度脂蛋白胆固醇浓度无统计学意义的影响（证据等级：极低），对收缩压和舒张压有统计学意义且与临床相关的降低（证据等级：分别为中等和极低）[368]。一项基于 14 项针对 T2Dm 患者（n = 714）的 RCT 进行的元分析系统综述的亚组分析显示，与对照组相比，维生素 E 补充剂可显著降低 HbA_{1c} 和空腹血糖浓度，适用于基线维生素 E 状态较低、血糖控制不佳的人群 [369]。无论是单独补充维生素 C 或维生素 E，还是两种抗氧化剂联合使用，均未显示出对 HOMA-IR 的显著影响（14 项 RCT，n = 735 T2Dm）[370]。在另一项研究中，与安慰剂相比，补充抗氧化剂维生素 C 和维生素 E 对内皮功能没有总体影响（10 项 RCT 研究，n = 296 名 T2Dm 患者），但在一项亚组分析中，非肥胖 T2Dm 患者（BMI ≤ 29.45 kg/m²）的内皮功能在干预后有明显改善[371]。根据 14 项观察性研究和 7 项研究性试验（n = 256 259），患有 T2Dm 和糖尿病视网膜膜病变的患者与无视网膜膜病变的 T2Dm 患者相比，血清中抗氧化剂的浓度较低，氧化应激生物标志物的浓度较高。由于研究方法存在很大的异质性，因此只对所纳入的研究性试验进行了定性综合，结果表明，抗氧化剂和氧化应激生物标志物对糖尿病视网膜膜病变具有有益的影响。

在糖尿病视网膜病变中补充抗氧化剂[372]。总体而言，所报道的补充抗氧化剂对 T2Dm 患者的影响主要是基于中低质量的研究，因此补充抗氧化剂以改善代谢控制和内皮功能的证据目前尚不充分 [368-371]。

白藜芦醇或多酚通常也是抗氧化剂，因此可能对糖尿病控制有积极作用 [373]。与对照组相比，补充多酚（36 项 RCT，n = 1954，n = 1426 T2Dm）可显著降低 HbA_{1c}（基线时的平均 HbA_{1c}：7.03%）。亚组分析表明，T2Dm 患者的 HbA_{1c} 下降明显（基线时的平均 HbA_{1c} 值：7.44%），而与对照组相比，无糖尿病和糖尿病前期患者的补充剂效果不明显 [374]。相反，*Cochrane 图书馆*的一项系统综述（3 项 RCT，n = 50 名 T2Dm）显示，补充白藜芦醇对 HbA_{1c} 水平、空腹血糖浓度或胰岛素抵抗没有影响。总体而言，纳入的 RCT 中的可用证据被评为非常低，因此补充白藜芦醇的安全性和有效性方面的现有证据也被评为非常不充分，不足以推荐用于治疗 T2Dm [373]。在收缩压和舒张压以及平均动脉压或脉搏压方面，与对照组相比，补充白藜芦醇对总体研究人群（17 项研究，n = 681 人，n = 262 名 T2Dm）没有影响。在分组分析中，与对照组相比，补充白藜芦醇可显著降低 T2Dm 受试者的收缩压、平均动脉压和脉压 [375]。

总体而言，由于所纳入研究的质量较差、研究方法和结果的异质性、所开展研究的数量不足或所选终点、长期效应和长期安全性方面的数据缺失等原因，仍需对所有考虑的膳食补充剂进行进一步研究，然后才能建议将其作为治疗 T2Dm 的辅助手段。虽然对于 T2Dm 患者中的个别病例或特定群体，可以根据个体情况，考虑到潜在的不良反应和药物相互作用，通过服用营养补充剂来弥补营养素的缺乏，但一般来说，T2Dm 患者应通过均衡饮食来满足其营养需求，不建议常规补充微量营养素。

住院治疗或特殊饮食的特殊性，以减少对胰岛素的需求

建议

- 在住院环境中，强烈建议使用为期两天的燕麦或纤维日来打破严重的胰岛素抵抗。这些食物必须是低热量的，并含有大量纤维。燕麦日在这方面非常有效。此外，还可以选择其他纤维饮食。
- 与其他碳水化合物含量相当的膳食相比，食用高纤维燕麦产品后血糖水平不会升高，胰岛素分泌也会减少。

评论

多项研究表明，通过连续七天的特定饮食，可以显著降低 T2Dm 患者的胰岛素抵抗。这些饮食总是低热量和高纤维的。就 HOMA 指数而言，燕麦日的表现最好。燕麦中的可溶性纤维含量特别高 [376]。燕麦的特殊功效被认为在于其成分。燕麦中含有 β-葡聚糖，含量特别高，约为 7.8 % [377]。此外，体外实验表明，燕麦 β-葡聚糖对肠道细胞中钠/葡萄糖共转运体 1（SGLT1）受体和葡萄糖转运体 2（GLUT-2）的排出有抑制作用 [378]。此外，某些燕麦蛋白在体外对二肽基肽酶 4（DDP4）有抑制作用。这种抑制作用比荞麦和谷物的作用要强一些 [379]。研究还表明，燕麦 β-葡聚糖可抑制 α1-pha-葡萄糖苷酶 [380]。

在住院条件下，共有 14 名患者连续 2 天食用燕麦片，每人每天约 1100 卡路里。分别在观察前、观察后 2 天和观察后 4 周记录了平均血糖、脂肪连蛋白和平均胰岛素剂量。平均胰岛素剂量减少了 47%，而且在干预 4 周后仍能看到这种效果。作者推测，燕麦日对微生物组产生了影响 [381]。

在对胰岛素抵抗未得到充分控制的 T2Dm 患者进行的交叉研究“燕麦餐与胰岛素抵抗（OMAIR）”中，与仅采用适应糖尿病的饮食相比，采用 2 天燕麦饮食后，第 3 天和第 4 天的胰岛素需求量显著下降。同时，在燕麦日后的 4 周内，HbA_{1c} 水平也有所下降 [382]。该研究表明，燕麦 β-葡聚糖能够结合胆汁酸，降低血液中的胆固醇水平。此外，还观察到燕麦日后总胆汁酸的减少与原胰岛素水平的降低之间存在密切联系 [383-389]。

欧洲食品安全局（EFSA）膳食产品、营养和过敏症专家小组（NDA）认为，根据研究证明：“食用燕麦中的 β-葡聚糖[.....]可降低餐后血糖升高”[390]：“食用燕麦中的 β-葡聚糖[.....]可降低餐后血糖升高”[390]。随后，欧盟的欧洲委员会发布了健康声明：“食用燕麦中的 β-葡聚糖[.....]作为一餐的一部分，有助于降低餐后血糖水平”[391]。

一项对 103 项比较研究和 538 名参与者进行的荟萃分析表明，在含有碳水化合物的膳食中添加燕麦 β-葡聚糖可降低葡萄糖和胰岛素反应 [392]。

β-葡聚糖能增加小肠粘度，延缓气体排空和食物成分（尤其是碳水化合物）的释放和吸收，从而使血糖上升更慢，降低胰岛素反应 [393，394]。

利益冲突

托马斯-斯库克：演讲费：诺和诺德

戴安娜-鲁宾讲课费：DGVS 和 Kaiserin-Friedrich-Stiftung Anja

Bosy-Westphal：无

亚瑟-格吕纳贝尔拜仁KV的酬金、BMG的研究经费、酬金

来自莉莉
斯特凡-卡比施Sanofi, Berlin Chemie, Boehringer Ingelheim and Lilly的
酬金和差旅费; J. Rettenmaier & Söhne, Holzmühle的差旅费和研究经
费; Beneo Südzucker和加州核桃委员会的 进一步研究经费。
Peter Kronsbein: 无 Karsten
Müssig: 无
Marie-Christine Simon: 无
Astrid Tombek: 无 Helmut
Nussbaumer: 无

参考资料

- [1] Beck J, Greenwood DA, Blanton L 等. 2017 年糖尿病自我管理教育和
支持国家标准. 糖尿病护理 2017; 40: 1409-1419
- [2] Evert AB, Dennison M, Gardner CD 等: 《成人糖尿病或糖尿病前期
患 者 的 营 养 治 疗 》: 共 识 报 告 》。 糖 尿 病 护 理 2019; 42: 731-754
- [3] Ausschuss Ernährung der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG).
Stellungnahme zu Evert AB et al. 共识报告: 成人糖尿病或糖尿病前
期患者的营养治疗. Diabetes Care 2019; 42: 731-754. Online
(Retrieved from 21.01.2021): [https://www.deutsche-diabetes-
gesellschaft.de/politik/stellungnahmen/
stellungnahmedes-ausschuss-
ernaehrung-derddg-zum-
consensusreport-nutrition-the-
rapy-for-adults-with-diabetesor-
prediabetes](https://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/politik/stellungnahmen/stellungnahmedes-ausschusses-ernaehrung-derddg-zum-consensusreport-nutrition-the-rapy-for-adults-with-diabetesor-prediabetes)
- [4] DeFronzo RA, Bonadonna RC, Ferrannini E. NIDDM 的发病机制。A
平衡概述。糖尿病护理 1992; 15: 318-368
- [5] DeFronzo RA, Eldor R, Abdul-Ghani M. 新诊断 2 型糖尿病患者的
病理生理学治疗方法。糖尿病护理 2013; 36: S127-S138
- [6] Lencioni C, Lupi R, Del Prato S. 2 型糖尿病的β细胞衰竭
糖尿病。Curr Diab Rep 2008; 8: 179-184
- [7] [佚名]英国前瞻性糖尿病研究 16. II 型糖尿病 6 年治疗概况: 一种
进展性疾病。英国
前瞻性糖尿病研究小组。糖尿病 1995; 44: 1249-1258
- [8] Zaharia OP, Strassburger K, Strom A et al.
新近发病的糖尿病患者亚群中的疾病: 一个
5 年随访研究。Lancet Diabetes Endocrinol 2019; 7: 684-694
- [9] Kodama S, Horikawa C, Fujiyama K et al. 成年期体重增加与 2 型糖
尿病发病之间的定量关系: 一项荟萃分析。Obes Rev 2014; 15:
202-214
- [10] Wing RR, Lang W, Wadden TA 等: 适度减肥对改善超重和肥胖 2 型
糖尿病患者心血管风险因素的益处。糖尿病护理, 2011 年; 34:
1481-1486
- [11] Steven S, Hollingsworth KG, Al-Mrabeh A 等人. 极低热量饮食与 2 型
糖尿病患者 6 个月的体重稳定: 应答者和非应答者的病理生理学变
化》。糖尿病护理 2016; 39: 808-815
- [12] Jazet IM, Pijl H, Frölich M 等人. 肥胖 2 型糖尿病患者 30 天超低卡
路里饮食降低血糖效果的预测因素. 糖尿病医学 2005; 22: 52-55
- [13] Lean MEJ, Leslie WS, Barnes AC et al. Primary Care-led weight
management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an
open-label, clusterrandomised trial. 柳叶刀 2018; 391: 541-551
- [14] Bangalore S, Fayyad R, DeMicco DA 等人. 2 型糖尿病患者的体重变异
性与心血管结局. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2018; 11: e004724
- [15] Yeboah P, Hsu FC, Bertoni AG et al. 2 型糖尿病患者的体重指数、体
重变化、体重变异性和预后 (来自 ACCORD 试验)。Am J Cardiol
2019; 123: 576-581
- [16] Pagidipati NJ, Zheng Y, Green JB 等人. 肥胖与 2 型糖尿病和心血
管疾病患者心血管预后的关系: 来自 TECOS 的启示。Am Heart J
2020; 219: 47-57
- [17] Bodegard J, Sundström J, Svennblad B 等人. 新诊断 2 型糖尿病后
体重指数的变化与心血管死亡风险: 一项针对 8486 名初级保健患者
的队列研究。糖尿病代谢研究 2013; 39: 306-313
- [18] Weinheimer EM, Sands LP, Campbell WW. 能量限制和运动对中老年
人无脂质量的单独和联合影响的系统性综述: 对肌松性肥胖的影响。
Nutr Rev 2010; 68: 375-388
- [19] Zaccardi F, Dhalwani NN, Papamargaritis D et al. BMI 与 2 型糖尿病全
因和心血管死亡率的非线性关系: 对前瞻性研究中 414587 名参与者的
系统回顾和荟萃分析。Diabetologia 2017; 60: 240-248
- [20] Salehidoost R, Mansouri A, Amini M et al. 2 型糖尿病患者的体重指数
与全因死亡率。Acta Diabetol 2018; 55: 569-577
- [21] 肥胖悖论确实存在。糖尿病
Care 2013; 36: S276-S281
- [22] Murphy RA, Reinders I, Garcia ME et al. 脂肪组织、肌肉和功能: 2
型糖尿病老年人体重与死亡率之间关系的潜在中介因素。糖尿病护
理, 2014 年; 37: 3213-3219
- [23] Bales CW, Porter Starr KN. 老年人肥胖症干预: 饮食是身体功能的
决定因素。Adv Nutr 2018; 9: 151-159
- [24] Uusitupa M, Khan TA, Vigiliouk E et al.
通过改变生活方式治疗糖尿病: 系统回顾和元分析
分析。营养素 2019; 11: 2611
- [25] Raben A, Vestentoft PS, Brand-Miller J 等人. PREVIEW 干预研究:
为期 3 年的 2 × 2 多国随机试验结果, 研究蛋白质、血糖指数和体育锻
炼对预防 2 型糖尿病的作用。糖尿病、肥胖和代谢 2021; 23: 324-337
- [26] Gregg EW, Chen H, Wagenknecht LE 等: 强化生活方式干预与 2 型
糖尿病缓解的关系。美国医学杂志 2012; 308: 2489-2496
- [27] Anderson JW, Konz EC, Frederich RC et al. 长期减肥维持: 美国研究
的荟萃分析。Am J Clin Nutr 2001; 74: 579-584
- [28] 联邦卫生部 2015 年. Telemedizin. 在线
from: 09.04.2021): [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/
service/begriffe-von-a-z/t/telemedizin.html](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/t/telemedizin.html)
- [29] Su D, McBride C, Zhou J 等人. 远程医疗中的营养咨询能改善糖
尿病的治疗效果吗? 对 92 项研究结果的系统回顾和荟萃分析。
J Telemed Telecare 2016; 22: 333-347
- [30] Kempf K, Altpeter B, Berger J 等人. 远程医疗生活方式干预计划
TeLiPro 对 2 型糖尿病晚期患者的疗效: 随机对照试验。糖尿病护
理 2017; 40: 863-871
- [31] Colquitt JL, Pickett K, Loveman E et al. 成人减肥手术。
Cochrane Database Syst Rev 2014; 8: CD003641
- [32] Patel KV, Bahnson JL, Gaussoin SA 等人. 身体成分测量的基线和纵
向变化与 2 型糖尿病患者心力衰竭和心肌梗死风险的关系: Look
AHEAD 试验的发现。循环 2020; 142: 2420-2430

- [33] Franz MJ, Boucher JL, Rutten-Ramos S et al. 2型糖尿病超重和肥胖成人的生活方式减肥干预结果：随机临床试验的系统回顾和荟萃分析。J Acad Nutr Diet 2015; 115: 1447-1463
- [34] Murgatroyd PR, Goldberg GR, Leahy FE et al. 不运动和饮食结构对人体能量平衡的影响。Int J Obes Relat Metab Disord 1999; 23: 1269-1275
- [35] Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA 等人. 分级运动对自由生活女性能量摄入和平衡的影响。国际 J Obes Relat Metab Disord 2002; 26: 866-869
- [36] Granados K, Stephens BR, Malin SK et al. 对坐姿和能量失衡的食欲调节。Appl Physiol Nutr Metab 2012; 37: 323-333
- [37] Hägele FA, Büsing F, Nas A 等人. 在不同能量平衡水平下，急性增加能量周转可改善食欲控制。J Clin Endocrinol Metab 2019; 104: 4481-4491
- [38] Douglas JA, King JA, Clayton DJ et al. 运动对瘦身和超重/肥胖男女食欲、随餐能量摄入和食欲调节激素的急性影响。Int J Obes (Lond) 2017; 41: 1737-1744
- [39] Savikj M, Zierath JR. 像运动员一样训练：应用运动干预来控制 2 型糖尿病。Diabetologia 2020; 63: 1491-1499
- [40] Büsing F, Hägele FA, Nas A et al. 能量周转对健康人葡萄糖稳态调节的影响。Nutr Diabetes 2019; 9: 22
- [41] Larsen JJ, Dela F, Kjaer M 等人. 适度运动对 NIDDM 患者餐后葡萄糖稳态的影响。糖尿病学，1997 年；40: 447-453
- [42] Heden TD, Winn NC, Mari A 等人. 餐后阻力运动比餐前阻力运动更有效地改善 2 型糖尿病患者餐后的风险因素。J Appl Physiol (1985) 2015; 118: 624-634
- [43] Reynolds AN, Mann JI, Williams S 等：一项随机交叉研究：建议 2 型糖尿病患者饭后散步比不指定时间的建议更能有效降低餐后血糖。Diabetologia 2016; 59: 2572-2578
- [44] Gaudet-Savard T, Ferland A, Broderick TL 等：2 型糖尿病男性患者在空腹和餐后状态下运动后血糖水平变化的安全性和幅度。Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 2007; 14: 831-836
- [45] DiPietro L, Gribok A, Stevens MS 等人. 三次 15 分钟的餐后适度步行能显著改善有糖耐量受损风险的老年人的 24 小时血糖控制。糖尿病护理 2013; 36: 3262-3268
- [46] Seidelmann SB, Claggett B, Cheng S 等人. 摄入量与死亡率：一项前瞻性队列研究和荟萃分析。柳叶刀公共卫生 2018; 3: e419-e428
- [47] Davies MJ, D'Alessio DA, Fradkin J 等人. 《2018 年 2 型糖尿病患者高血糖管理》。美国糖尿病协会（ADA）和欧洲糖尿病研究协会（EASD）共识报告。糖尿病护理 2018; 41: 2669-2701
- [48] Schwingshackl L, Chaimani A, Hoffmann G et al. 2 型糖尿病患者血糖控制的方法。Eur J Epidemiol 2018; 33: 157-170
- [49] Schwingshackl L, Hoffmann G, Iqbal K et al. 食物组和中间疾病标志物：随机试验的系统回顾和网络荟萃分析。Am J Clin Nutr 2018; 108: 576-586
- [50] Neuenschwander M, Ballon A, Weber KS et al. 饮食在 2 型糖尿病发病率中的作用：前瞻性观察研究荟萃分析的伞状回顾。BMJ 2019; 366: l2368
- [51] Ge L, Sadeghirad B, Ball GDC 等人. 比较 14 种流行膳食方案的膳食宏量营养素模式，以降低成人体重和心血管风险因素：随机试验的系统回顾和网络荟萃分析。BMJ 2020; 369: m696
- [52] Goldenberg JZ, Day A, Brinkworth GD 等：低碳水化合物和极低碳水化合物饮食对 2 型糖尿病缓解的有效性和安全性：已发表和未发表随机试验数据的系统回顾和荟萃分析。BMJ 2021; 372: m4743
- [53] Schwingshackl L, Nitschke K, Zähringer J 等人. 《进餐频率对人体测量结果的影响》：随机对照试验的系统回顾和网络元分析。Adv Nutr 2020; 11: 1108-1122
- [54] Della Corte KW, Perrar I, Penczynski KJ 等人. 《膳食糖摄入对亚临床炎症生物标志物的影响》：干预研究的系统回顾和荟萃分析。营养素 2018; 10: 606
- [55] Schwingshackl L, Chaimani A, Schwedhelm C 等人. 不同饮食方法对高血压和高血压前期患者血压影响的比较：系统综述和网络荟萃分析。Crit Rev Food Sci Nutr 2019; 59: 2674-2687
- [56] Thom G, Messow CM, Leslie WS 等：糖尿病缓解临床试验 (DIRECT) 中 2 型糖尿病缓解的预测因素。糖尿病医学 2020; 38: e14395
- [57] de Souza RJ, Mente A, Maroleanu A 等人. 饱和及反式不饱和脂肪酸摄入量与全因死亡率、心血管疾病和 2 型糖尿病风险：观察性研究的系统回顾和荟萃分析。BMJ 2015; 351: h3978
- [58] Astrup A, Magkos F, Bier DM et al. 饱和脂肪与健康：重新评估和基于食品的建议：JACC 最新研究综述。J Am Coll Cardiol 2020; 76: 844-857
- [59] Pimpin L, Wu JHY, Haskelberg H 等人. 黄油回来了吗？黄油消费与心血管疾病、糖尿病和总死亡率风险的系统回顾和荟萃分析。PLoS One 2016; 11: e0158118
- [60] Benatar JR, Sidhu K, Stewart RAH. 高脂和低脂乳制品对心血管代谢风险因素的影响：随机研究的荟萃分析。PLoS One 2013; 8: e76480
- [61] Hooper L, Abdelhamid AS, Jimoh OF 等人. 总脂肪摄入量对成年人体脂率的影响。Cochrane Database Syst Rev 2020; 6: CD013636
- [62] Hooper L, Martin N, Jimoh OF 等：《减少饱和脂肪摄入治疗心血管疾病》。Cochrane Database Syst Rev 2020; 8: CD011737
- [63] Belcalzar LM, Haffner SM, Lang W 等：生活方式干预和/或他汀类药物降低 2 型糖尿病患者的 C 反应蛋白：look AHEAD 研究。肥胖症（银泉）2013; 21: 944-950
- [64] Belcalzar LM, Reboussin DM, Haffner SM 等：对 2 型糖尿病患者进行为期 1 年的减肥生活方式干预可降低高 C 反应蛋白水平并确定代谢变化的预测因素：来自 Look AHEAD（糖尿病健康行动）研究。糖尿病护理 2010; 33: 2297-2303
- [65] Lu M, Wan Y, Yang B et al. 低脂饮食与高脂饮食对无明显代谢紊乱的超重和肥胖人群心脏代谢指标的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Br J Nutr 2018; 119: 96-108
- [66] Wu JHY, Marklund M, Imamura F et al.

- 来自 20 个前瞻性队列的 39 740 名成人的个人层面数据研究。Lancet Diabetes Endocrinol 2017; 5: 965-974
- [67] Li J, Guasch-Ferré M, Li Y et al. 《亚油酸的膳食摄入量和生物标志物与死亡率：前瞻性队列研究的系统回顾和荟萃分析》。Am J Clin Nutr 2020; 112: 150-167
- [68] Pan A, Chen M, Chowdhury R et al. α -亚麻酸与心血管疾病风险：系统回顾与荟萃分析。Am J Clin Nutr 2012; 96: 1262-1273
- [69] Abdelhamid AS, Martin N, Bridges C 等人.用于心血管疾病一级和二级预防的多不饱和脂肪酸。Cochrane Database Syst Rev 2018; 11: CD012345
- [70] Abdelhamid AS, Brown TJ, Brainard JS et al. 心血管疾病的一级和二级预防。Cochrane Database Syst Rev 2020; 3: CD003177
- [71] Brown TJ, Brainard J, Song F 等: ω -3、 ω -6 和总膳食多不饱和脂肪用于预防和治疗 2 型糖尿病：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。BMJ 2019; 366: 14697
- [72] Qian F, Korat AA, Malik V 等人.与碳水化合物或多不饱和脂肪酸丰富膳食相比，单一不饱和脂肪酸丰富膳食对 2 型糖尿病患者的代谢影响：随机对照试验的系统回顾和元分析》。糖尿病护理 2016; 39: 1448-1457
- [73] Jovanovski E, de Castro Ruiz Marques A, Li D et al. 高碳水化合物或高单不饱和脂肪酸饮食对血压的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Nutr Rev 2019; 77: 19-31
- [74] Zhang YY, Liu W, Zhao TY 等. 补充 Omega-3 多不饱和脂肪酸对控制超重和肥胖的功效：随机临床试验的Meta分析。J Nutr Health Aging 2017; 21: 187-192
- [75] Lin N, Shi JJ, Li YM et al n-3 PUFAs 对 2 型糖尿病人群炎症指标的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。血脂健康疾病 2016; 15: 133
- [76] Reis CEG, Landim KC, Nunes ACS 等：用 N-3 多不饱和脂肪酸治疗高甘油三酯血症对 2 型糖尿病患者糖代谢的安全性。Nutr Hosp 2014; 31: 570-576
- [77] Gao L, Cao J, Mao Q et al. 随机对照试验的荟萃分析。动脉粥样硬化 2013; 226: 328-334
- [78] He XX, Wu XL, Chen RP et al.欧米伽-3 多不饱和脂肪酸对非酒精性脂肪肝的疗效：随机对照试验的元分析》。PLoS One 2016; 11: e0162368
- [79] Li N, Yue H, Jia M et al. 低比例n-6/n-3 PUFA对血糖的影响：一项荟萃分析。Food Funct 2019; 10: 4557-4565
- [80] Wanders AJ, Blom WAM, Zock PL et al. 植物源性多不饱和脂肪酸与葡萄糖代谢和胰岛素抵抗的标志物：随机对照喂养试验的荟萃分析。BMJ Open Diabetes Res Care 2019; 7: e000585
- [81] Abbott KA, Burrows TL, Thota RN 等人: ω -3 PUFAs 会以性别特异性的方式影响胰岛素抵抗吗？系统回顾和随机对照试验的荟萃分析。Am J Clin Nutr 2016; 104: 1470-1484
- [82] Jovanovski E, Li D, Thanh Ho HV 等人. α -亚麻酸对 2 型糖尿病患者血糖控制的影响：随机对照临床试验的系统回顾和荟萃分析》。Medicine (Baltimore) 2017; 96: e6531
- [83] Faris MAI, Jahrami H, BaHammam A et al, 对昼夜节律的影响进行元分析和元回归分析。斋月期间的间歇性禁食对斋戒者血糖代谢指标的影响健康受试者。Diabetes Res Clin Pract 2020; 165: 108226
- [84] Mirmiran P, Bahadoran Z, Gaeini Z 等人. 斋月间歇性禁食对血脂和脂蛋白参数的影响：最新荟萃分析。Nutr Metab Cardiovasc Dis 2019; 29: 906-915
- [85] Fernando HA, Zibellini J, Harris RA 等人.斋月禁食对健康非运动员成年人体重和身体成分的影响：系统回顾与元分析》。营养素 2019; 11: 478
- [86] Horne BD, May HT, Anderson JL 等人. 例行定期禁食对降低冠状动脉造影术患者冠状动脉疾病风险的作用。Am J Cardiol 2008; 102: 814-819
- [87] Horne BD, Muhlestein JB, May HT 等人. 例行定期禁食与接受冠状动脉造影术患者的糖尿病和冠状动脉疾病风险的关系。Am J Cardiol 2012; 109: 1558-1562
- [88] Schwingshackl L, Zähringer J, Nitschke K 等人. 间歇性能量限制对超重和肥胖患者人体测量结果和中间疾病指标的影响：系统综述和荟萃分析。Crit Rev Food Sci Nutr 2021; 61: 1293-1304
- [89] Park J, Seo YG, Paek YJ 等: 《隔日禁食对肥胖和心脏代谢风险的影响》：系统回顾和荟萃分析。代谢 2020; 111: 154336
- [90] Harris L, Hamilton S, Azevedo LB et al. 间歇性禁食干预治疗成人超重和肥胖：系统综述和荟萃分析。JBI Database System Rev Implement Rep 2018; 16: 507-547
- [91] Seimon RV, Roekenes JA, Zibellini J 等人.间歇性饮食比持续性饮食对减肥有生理益处吗？临床试验的系统回顾。Mol Cell Endocrinol 2015; 418: 153-172
- [92] Horne BD, Muhlestein JB, Anderson JL.间歇性禁食对健康的影响：激素作用还是危害？系统综述。Am J Clin Nutr 2015; 102: 464-470
- [93] Borgundvaag E, Mak J, Kramer CK.间歇性禁食对 2 型糖尿病患者代谢的影响：介入性研究的系统回顾和元分析》。J Clin Endocrinol Metab 2021; 106: 902-911
- [94] Parr EB, Devlin BL, Lim KHC 等：将限时进食作为 2 型糖尿病患者的营养策略：可行性研究》。营养素 2020; 12: 3228
- [95] 卡特-S、克里夫顿-PM、基奥-JB.间歇性与持续性能量限制对2型糖尿病患者血糖控制的影响：一项实用性试点试验。糖尿病研究临床实践》, 2016 年; 122: 106-112
- [96] 卡特-S、克里夫顿-PM、基奥-JB.间歇性与持续性能量限制对2型糖尿病患者血糖控制的影响：随机非劣效性试验24个月随访。Diabetes Res Clin Pract 2019; 151: 11-19
- [97] Corley BT, Carroll RW, Hall RM et al. 2型糖尿病患者间歇性禁食与低血糖风险：随机对照试验。Diabet Med 2018; 35: 588-594
- [98] Henry RR, Wiest-Kent TA, Scheaffer L 等：超低卡路里饮食疗法对肥胖的非胰岛素依赖型糖尿病患者和非糖尿病患者的代谢影响。糖尿病 1986; 35: 155-164
- [99] Amatruda JM, Richeson JF, Welle SL 等人.控制低能量（“极低热量”）饮食治疗非胰岛素依赖型糖尿病和肥胖症的安全性和有效性.内科医学杂志》1988 年; 148: 873-877

- [100] Rotella CM、Cresci B、Mannucci E 等人.超低卡路里饮食治疗肥胖型 II 型糖尿病的短周期。J Endocrinol Invest 1994; 17: 171-179
- [101] Dhindsa P、Scott AR、Donnelly R.极低热量饮食疗法对肥胖 2 型糖尿病患者的代谢和心血管影响：1 年后的结果。Diabet Med 2003; 20: 319-324
- [102] 美国糖尿病协会。糖尿病医疗标准 2022.Clin Diabetes 2022; 40: 10-38
- [103] Lean MEJ、Leslie WS、Barnes AC 等：以初级保健为主导的体重管理干预对缓解 2 型糖尿病的持久性：DiRECT 开放标签分组随机试验的 2 年结果。Lancet Diabetes Endocrinol 2019; 7: 344-355
- [104] Colditz GA、Willett WC、Rothnitzky A 等人.体重增加是女性患临床糖尿病的危险因素。Ann Intern Med 1995; 122: 481-486
- [105] Leslie WS、Taylor R、Harris L et al. 患有或未患 2 型糖尿病的肥胖患者通过低能量配方饮食减轻体重：系统综述和荟萃分析。Int J Obes (Lond) 2017; 41: 96-101
- [106] McCombie L、Brosnahan N、Ross H 等人.填补干预空白：针对严重和复杂肥胖症的强化非手术体重管理计划的服务评估。J Hum Nutr Diet 2019; 32: 329-337
- [107] Jazet IM、de Craen AJ、van Schie EM 等：对严重肥胖、接受胰岛素治疗的 2 型糖尿病患者实施 30 天超低卡路里饮食 18 个月，新陈代谢持续产生有益影响。Diabetes Res Clin Pract 2007; 77: 70-76
- [108] Kempf K、Schloot NC、Gärtner B 等人.每天使用 100 U 胰岛素可减少 2 型糖尿病患者的胰岛素需求量、HbA1c 和长期体重。J Hum Nutr Diet 2014; 27: 21-27
- [109] Kempf K、Röhling M、Niedermeier K 等人.个性化代餐疗法改善了控制不佳的 2 型糖尿病患者临床相关的长期血糖控制。营养素 2018; 10: 1022
- [110] Taylor R、Leslie WS、Barnes AC et al. 随机对照糖尿病缓解临床试验（DiRECT）队列的临床和代谢特征。Diabetologia 2018; 61: 589-598
- [111] Halle M、Röhling M、Banzer W 等：在超重或肥胖并伴有心血管风险因素的 患者中，配方饮食代餐比单纯的生活方式干预更能减轻体重--ACORH 试验。Eur J Clin Nutr 2021; 75: 661-669
- [112] Röhling M、Kempf K、Banzer W 等人.糖尿病前期转为血糖正常在生活方式干预的基础上添加低碳水化合物和能量不足配方饮食效果更佳--ACORH 试验的 12 个月子分析.营养素 2020; 12: 2022
- [113] Rosenfeld RM、Kelly JH、Agarwal M 等人.以缓解为目标治疗成人 T2DM 的饮食干预：美国生活方式医学学院专家共识声明》。美国 J Lifestyle Med 2022; 16: 342-362
- [114] Holman RR、Paul SK、Bethel MA et al.N Engl J Med 2008; 359: 1577-1589
- [115] Haslacher H、Fallmann H、Waldhäusl C 等人. 2 型糖尿病护理：通过标准化改善糖尿病康复诊所。观察报告PLoS One 2019; 14: e0226132
- [116] Paul SK、Shaw JE、Montvida O 等人.按开始治疗时的体重指数类别划分的胰岛素治疗患者体重增加情况：来自 2 型糖尿病患者真实世界数据的新证据。糖尿病 Obes Metab 2016; 18: 1244-1252
- [117] 美国糖尿病协会。5.促进行为改变和福祉，改善健康结果：糖尿病医疗标准-2020》。糖尿病护理 2020; 43: S48-S65
- [118] Dyson PA、Twenefour D、Breen C et al. 预防和管理糖尿病的营养指南。糖尿病医学 2018; 35: 541-547
- [119] Dworatzek PD、Arcudi K、Gougeon R et al. 营养疗法。加拿大糖尿病杂志 2013; 37: S45-S55
- [120] Hallberg SJ、Dockter NE、Kushner JA 等人.提高成人 2 型糖尿病患者营养建议的科学严谨性：美国糖尿病协会指南推荐饮食模式的全面回顾。糖尿病肥胖代谢》, 2019 年; 21: 1769-1779
- [121] Salas-Salvadó J、Becerra-Tomás N、Papandreou C 等人.在 2 型糖尿病管理中强调食用植物食品的膳食模式：叙述性综述。Adv Nutr 2019; 10: S320-S331
- [122] Vigiliouk E、Kendall CW、Kahleová H 等人.素食饮食模式对糖尿病患者心脏代谢风险因素的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Clin Nutr 2019; 38: 1133-1145
- [123] Papamichou D、Panagiotakos DB、Itsiopoulos C. 饮食模式与 2 型糖尿病管理：随机临床试验的系统回顾。Nutr Metab Cardiovasc Dis 2019; 29: 531-543
- [124] Ohlsson B. 以冲绳为基础的北欧饮食改善了健康人和 2 型糖尿病患者的葡萄糖和脂质代谢，与内分泌特征的变化相一致，而 zonulin 水平则升高。Exp Ther Med 2019; 17: 2883-2893
- [125] Daneshzad E、Emami S、Darooghegi Mofrad M et al. 改良北欧饮食与 2 型糖尿病患者心血管风险因素的关联：一项横断面研究。J Cardiovasc Thorac Res 2018; 10: 153-161
- [126] Via MA、Mechanick JL.2 型糖尿病和代谢综合征中的营养问题》。北美洲医学临床 2016; 100: 1285-1302
- [127] Garvey WT、Mechanick JI、Brett EM 等：《美国临床内分泌医师协会和美国内分泌学院肥胖症患者医疗护理综合临床实践指南》。内分泌实践 2016; 22: 1-203
- [128] Ajala O、English P、Pinkney J.《2 型糖尿病不同饮食管理方法的系统回顾和荟萃分析》。Am J Clin Nutr 2013; 97: 505-516
- [129] Huo R、Du T、Xu Y et al. 地中海式饮食对 2 型糖尿病患者血糖控制、体重减轻和心血管风险因素的影响：一项荟萃分析。Eur J Clin Nutr 2015; 69: 1200-1208
- [130] Pan B、Wu Y、Yang Q 等.主要饮食模式对 2 型糖尿病患者血糖控制、心血管风险因素和体重减轻的影响：网络荟萃分析。J Evid Based Med 2019; 12: 29-39
- [131] Johannesen CO、Dale HF、Jensen C 等：《植物性膳食对葡萄糖代谢相关结果的影响》：系统综述》。糖尿病代谢综合征肥胖 2020; 13: 2811-2822
- [132] Toumpanakis A、Turnbull T、Alba-Barba I.植物性膳食在 2 型糖尿病管理中促进健康的有效性：系统性综述。BMJ Open Diabetes Res Care 2018; 6: e000534
- [133] Tran E、Dale HF、Jensen C 等人.植物性膳食对体重状况的影响：系统综述》。糖尿病代谢综合征肥胖 2020; 13: 3433-3448
- [134] Austin G、Ferguson J、Garg M 等人.植物性饮食对 2 型糖尿病患者体重状况的影响：系统回顾和随机对照试验的元分析。营养素 2021; 13: 4099
- [135] Esposito K、Maiorino MI、Bellastella G 等人.地中海饮食与 2 型糖尿病之旅：荟萃分析系统综述。BMJ Open 2015; 5: e008222

- [136] Carter P, Achana F, Troughton J 等人. 与其他饮食策略相比, 地中海饮食能改善 HbA1c, 但不能改善空腹血糖: 一项网络荟萃分析。J Hum Nutr Diet 2014; 27: 280-297
- [137] Emadian A, Andrews RC, England CY et al. 宏量营养素对血糖控制的影响: 对超重和肥胖的2型糖尿病患者进行的饮食随机对照试验的系统回顾, 在这些试验中, 治疗组之间的体重减轻没有差异。Br J Nutr 2015; 114: 1656-1666
- [138] Kahleova H, Salas-Salvadó J, Rahelić D 等人. 糖尿病患者的饮食模式和心脏代谢结果: 系统综述与元分析综述》。营养素 2019; 11: 2209
- [139] 德国糖尿病协会 (DDG)。在线 (检索日期: 2021 年 7 月 6 日): https://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/fileadmin/user_upload/01_Die_DDg/03_Ausschuesse/02_Ernaehrung/2015-057-025L_S3_Diabetes_mellitus_Empfehlungen_Proteinzufuhr_2015-10.pdf
- [140] Pfeiffer AFH, Pedersen E, Schwab U 等人. 不同数量和质量的蛋白质摄入对糖尿病患者的影响. 营养素 2020; 12: 365
- [141] Mittendorfer B, Klein S, Fontana L. 警惕蛋白质摄入过量。Nat Rev Endocrinol 2020; 16: 59-66
- [142] Labonte CC, Chevalier S, Marliss EB et al. 10%膳食蛋白质摄入对2型糖尿病成人全身蛋白质动力学的影响。Clin Nutr 2015; 34: 1115-1121
- [143] Markova M, Hornemann S, Sucher S et al. 餐后氨基酸的出现速度调节2型糖尿病患者的胰岛素和胰高血糖素分泌: 一项随机临床试验。Am J Clin Nutr 2018; 108: 279-291
- [144] Volkert D. Aktuelle ESPEN-Leitlinie Klinische Ernährung und Hydratation in der Geriatrie. Dtsch Med Wochenschr 2020; 145: 1306-1314
- [145] Song M, Fung TT, Hu FB et al. 动植物蛋白质摄入量与全因和特定原因死亡率的关系。JAMA Intern Med 2016; 176: 1453-1463
- [146] Ye J, Yu Q, Mai W et al. 膳食蛋白质摄入量与2型糖尿病后续风险: 前瞻性队列研究的剂量反应荟萃分析。Acta Diabetol 2019; 56: 851-870
- [147] Vernooij RWM, Zeraatkar D, Han MA 等人. 红肉和加工肉类消费模式与心血管代谢和癌症结果风险: 队列研究的系统回顾和元分析》。Ann Intern Med 2019; 171: 732-741
- [148] Vogtschmidt YD, Raben A, Faber I 等人. 蛋白质是被遗忘的成分吗? 高蛋白饮食与低蛋白饮食对心脏代谢风险因素的影响。随机对照试验的系统回顾和荟萃分析》。动脉粥样硬化 2021; 328: 124-135
- [149] Clifton PM, Condo D, Keogh JB. 建议摄入低碳水化合物、高蛋白饮食后体重的长期维持--系统回顾和荟萃分析。Nutr Metab Cardiovasc Dis 2014; 24: 224-235
- [150] Hahn D, Hodson EM, Fouque D. 非糖尿病成人慢性肾病患者的低蛋白饮食。Cochrane Database Syst Rev 2020; 10: CD001892
- [151] Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD 等: 《KDOQI 肾病营养临床实践指南: 2020 年更新》。Am J Kidney Dis 2020; 76: S1-S107
- [152] Menon V, Kopple JD, Wang X 等. 极低蛋白饮食对疗效的影响: 肾病饮食调整 (MDRD) 研究的长期随访. Am J Kidney Dis 2009; 53: 208-217. Am J Kidney Dis 2009; 53: 208-217
- [153] Jiang Z, Tang Y, Yang L et al. 补充酮类似物的限制蛋白饮食对终末期肾病的影响: 系统综述和荟萃分析。Int Urol Nephrol 2018; 50: 687-694
- [154] Fiaccadori E, Sabatino A, Barazzoni R et al. ESPEN 急性或慢性肾病住院患者临床营养指南。Clin Nutr 2021; 40: 1644-1668
- [155] Dong JY, Zhang ZL, Wang PY 等: 高蛋白饮食对 2 型糖尿病患者体重、血糖控制、血脂和血压的影响: 随机对照试验的荟萃分析。裴 J Nutr 2013; 110: 781-789
- [156] [人类营养中的碳水化合物。粮农组织/世卫组织联合专家磋商报告。FAO Food Nutr Pap 1998; 66: 1-140
- [157] Wolever TMS. 通过预测血糖值实现个性化营养反应: 事实还是幻想? Eur J Clin Nutr 2016; 70: 411-413
- [158] Berry SE, Valdes AM, Drew DA et al. 人类对食物的餐后反应及精准营养的潜力。Nat Med 2020; 26: 964-973
- [159] Zeevi D, Korem T, Zmora N et al. 的血糖反应 Cell 2015; 163: 1079-1094
- [160] Livesey G, Taylor R, Livesey H 等人. 膳食血糖负荷与 2 型糖尿病风险存在剂量反应关系吗? 前瞻性队列研究的元分析。Am J Clin Nutr 2013; 97: 584-596
- [161] Livesey G, Livesey H. 《冠心病与膳食碳水化合物、血糖生成指数和血糖生成负荷》: 前瞻性队列研究的剂量-反应元分析。Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes 2019; 3: 52-69
- [162] Thomas DE, Elliott EJ. 低血糖指数饮食在糖尿病控制中的应用。Br J Nutr 2010; 104: 797-802
- [163] Xu B, Fu J, Qiao Y 等人. 摄入更多微生物可利用碳水化合物与改善心血管代谢风险因素: 对膳食管理的荟萃分析和综述..... 2型糖尿病患者。Am J Clin Nutr 2021; 113: 1515-1530
- [164] Jenkins DJA, Kendall CWC, McKeown-Eyssen G 等人. 低血糖生成指数或高谷物纤维饮食对 2 型糖尿病的影响: 随机试验。JAMA 2008; 300: 2742-2753
- [165] Holub I, Gostner A, Hessdörfer S et al. 2 型糖尿病患者使用低血糖异麦芽酮进行为期 12 周的饮食干预后, 代谢控制得到改善。激素代谢研究》, 2009 年; 41: 886-892
- [166] Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P 等人. 低血糖生成指数饮食在糖尿病治疗中的应用: 随机对照试验的荟萃分析。糖尿病护理 2003; 26: 2261-2267
- [167] Ojo O, Ojo OO, Adebowale F 等人. 膳食血糖指数对 2 型糖尿病患者血糖的影响: 随机对照试验的系统回顾与元分析》。营养素 2018; 10: 373
- [168] Franz MJ, MacLeod J, Evert A 等人, 《营养与饮食学院成人 1 型和 2 型糖尿病营养实践指南》: 医学营养治疗有效性证据的系统性回顾及纳入营养护理流程的建议。J Acad Nutr Diet 2017; 117: 1659-1679
- [169] Vega-López S, Venn BJ, Slavin JL. 血糖生成指数和血糖生成负荷与体重、糖尿病和心血管疾病的相关性。营养素 2018; 10: 1361
- [170] Jenkins DJA, Dehghan M, Mente A et al. 血糖生成指数、血糖生成负荷与心血管疾病和死亡率。N Engl J Med 2021; 384: 1312-1322
- [171] Coutinho M, Gerstein HC, Wang Y 等人. 葡萄糖与心血管事件之间的关系。对随访 12.4 年的 95783 人的 20 项研究的已发表数据进行元回归分析。糖尿病护理 1999; 22: 233-240
- [172] Levitan EB, Song Y, Ford ES 等人. 非糖尿病性高血糖是心血管疾病的危险因素吗? 前瞻性研究的荟萃分析。内科医学杂志 2004; 164: 2147-2155

- [173] Siri PW, Krauss RM. 膳食碳水化合物和脂肪对低密度脂蛋白和高密度脂蛋白颗粒分布的影响。Curr Atheroscler Rep 2005; 7: 455-459
- [174] Aune D, Norat T, Romundstad P 等人. 全谷物和精制谷物消费与 2 型糖尿病风险：队列研究的系统回顾和剂量反应荟萃分析。欧洲流行病学杂志, 2013 年; 28: 845-858. Eur J Epidemiol 2013; 28: 845-858
- [175] InterAct 联合会. 八个欧洲国家的膳食纤维与 2 型糖尿病发病率：EPIC-InterAct 研究和一项关于膳食纤维的研究。前瞻性研究的荟萃分析。Diabetologia 2015; 58: 1394-1408
- [176] Kim Y, Je Y. 膳食纤维摄入量与心血管疾病和所有癌症的死亡率：前瞻性队列研究的荟萃分析。Arch Cardiovasc Dis 2016; 109: 39-54
- [177] Reynolds AN, Akerman AP, Mann J. 《糖尿病管理中的膳食纤维和全谷物》：系统综述和荟萃分析。PLoS Med 2020; 17: e1003053
- [178] Da Silva Borges D, Fernandes R, Thives Mello A 等人. 《益生元可降低超重和肥胖成年人血清中 C 反应蛋白和胃泌素的浓度：系统综述和荟萃分析》[Prebiotics may reduce serum concentrations of C-reactive protein and ghrelin in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. Nutr Rev 2020; 78: 235-248
- [179] Reynolds A, Mann J, Cummings J et al. 碳水化合物质量与人类健康：一系列系统回顾和荟萃分析。柳叶刀 2019; 393: 434-445
- [180] Musa-Veloso K, Poon T, Harkness LS et al. 全谷物与精制小麦、大米和黑麦相比对餐后血糖反应的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Am J Clin Nutr 2018; 108: 759-774
- [181] Wang W, Li J, Chen X 等. 《全谷物饮食略微降低肥胖/超重成年人的心血管风险：系统综述与荟萃分析》。BMC Cardiovasc Disord 2020; 20: 82
- [182] Weickert MO, Roden M, Isken F 等人. 谷物纤维和蛋白质含量不同的补充等能量膳食对超重人群胰岛素敏感性的影响。Am J Clin Nutr 2011; 94: 459-471
- [183] Honsek C, Kabisch S, Kemper M 等人. 预防 2 型糖尿病和改善葡萄糖代谢的纤维补充剂：随机对照最佳纤维试验 (OptiFIT)。Diabetologia 2018; 61: 1295-1305
- [184] Kabisch S, Meyer NMT, Honsek C et al. 空腹血糖状态决定补充不溶性谷物纤维的代谢反应：最佳纤维试验 (OptiFIT) 的二次分析。营养素 2019; 11: 2385
- [185] Hjorth MF, Ritz C, Blaak EE et al. 预处理空腹血浆葡萄糖和胰岛素会改变饮食减肥的成功率：3 项随机临床试验的结果。Am J Clin Nutr 2017; 106: 499-505
- [186] Xiao Z, Chen H, Zhang Y 等. 食用洋车前子对糖尿病患者体重、体重指数、血脂和糖代谢的影响：随机对照试验的系统综述和剂量反应荟萃分析。Phytother Res 2020; 34: 1237-1247
- [187] Wang L, Yang H, Huang H 等人. 补充菊粉型果聚糖可改善糖尿病前期和 2 型糖尿病人群的血糖控制：对 33 项随机对照试验进行 GRADE 评估的系统综述和剂量反应荟萃分析的结果。J Transl Med 2019; 17: 410
- [188] Rao M, Gao C, Xu L 等. 《胰岛素型碳水化合物对 2 型糖尿病和肥胖症患者胰岛素抵抗的影响》：系统综述与荟萃分析》。J Diabetes Res 2019; 2019: 5101423
- [189] Darooghegi Mofrad M, Mozaffari H, Mousavi SM 等人. 补充洋车前子对成年人体重、体重指数和腰围的影响：系统综述和剂量随机对照试验的响应荟萃分析。Crit Rev Food 科学营养 2020; 60: 859-872
- [190] Rahmani J, Miri A, Černevičiūtė R 等人. 《食用谷物β-葡聚糖对体重、体重指数、腰围和总能量摄入的影响》：随机对照试验荟萃分析》。Complement Ther Med 2019; 43: 131-139
- [191] Ho HVT, Sievenpiper JL, Zurbau A et al. 燕麦β-葡聚糖对降低心血管疾病风险的低密度脂蛋白胆固醇、非高密度脂蛋白胆固醇和载脂蛋白B的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Br J Nutr 2016; 116: 1369-1382
- [192] Jovanovski E, Yashpal S, Komishon A et al. 车前子（车前草）纤维对低密度脂蛋白胆固醇和替代血脂目标、非高密度脂蛋白胆固醇和载脂蛋白B的影响：随机对照试验的系统综述和荟萃分析。Am J Clin Nutr 2018; 108: 922-932
- [193] Brum J, Ramsey D, McRorie J 等人. 洋车前子纤维作为辅助抗脂疗法增强他汀类药物降胆固醇疗效的实用性Meta分析。Am J Cardiol 2018; 122: 1169-1174
- [194] Ho HVT, Jovanovski E, Zurbau A et al. 魔芋葡甘聚糖（一种粘性可溶性纤维）对低密度脂蛋白胆固醇以及新血脂目标非高密度脂蛋白胆固醇和载脂蛋白B影响的随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Am J Clin Nutr 2017; 105: 1239-1247
- [195] Pittler MH, Ernst E. 瓜尔豆胶用于减轻体重：随机试验的元分析。美国医学杂志 2001; 110: 724-730
- [196] Khan K, Jovanovski E, Ho HVT 等人. 粘性可溶性纤维对血压的影响：随机对照试验的系统综述和荟萃分析。Nutr Metab Cardiovasc Dis 2018; 28: 3-13
- [197] Thinggaard M, Jacobsen R, Jeune B 等人. 随着年龄的增长，体重指数与死亡率之间的关系是否越来越呈 U 型？A 对 70-95 岁人群的 10 年随访。J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2010; 65: 526-531
- [198] Guigoz Y, Vellas B. 老年人营养不良：迷你营养评估 (MNA)。Ther Umsch 1997; 54: 345-350
- [199] Rubenstein LZ, Harker JO, Salvà A 等人. 老年医学实践中的营养不良筛查：开发短式迷你营养评估 (MNA-SF)。J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2001; 56: M366-M372
- [200] Bahrmann A, Bahrmann P, Baumann J et al. S2k-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Alter. 2. Auflage 2018 - AWMF-Register-Nr. Diabetol Stoffwechs 2018; 13: 423-489
- [201] Volkert D, Bauer J, Frühwald T et al. S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE und der DGG Klinische Ernährung in der Geriatrie. Aktuelle Ernährungsmedizin 2013; 38: e1-e48
- [202] Zeyfang A, Wernecke J, Bahrmann A. Diabetes mellitus im Alter. Diabetol Stoffwechs 2020; 15: S112-S119
- [203] Şat S, Aydınoç-Tuzcu K, Berger F et al. Diabetes und Migration. Diabetol Stoffwechs 2019; 14: S306-S317
- [204] Diker O, Deniz T, Çetinkaya A. 《土耳其美食文化史与巴尔干半岛的影响》。IOSR 人文与社会科学期刊 2016; 10: 1-6
- [205] Schmid B. Ernährung und Migration [Zugl.: München, Techn. Univ. Diss., 2003]. 慕尼黑：Utz, Wiss; c; 2003
- [206] Magni P, Bier DM, Pecorelli S et al. Perspective：为可持续健康政策改进营养指南：现状与展望》。Adv Nutr 2017; 8: 532-545
- [207] Ernährung 的实践工具。根据地理区域为糖尿病患者定向。Online (Retrieved from: 15.07.2021): https://migration.deutsche-gesellschaft.de/fileadmin/user_upload/01_Die_DDG/05_Arbeitsgemeinschaften/AG_

Migranten/Microsite/200417_Ernaehrungstoo_DDG-GB19-Einleger_04.pdf

- [208] ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR et al: 糖尿病护理标准-2023》。糖尿病护理 2023; 46: S5-S9
- [209] Evert AB, Dennison M, Gardner CD 等: 《成人糖尿病或糖尿病前期患者的营养治疗》: 共识报告》。糖尿病护理 2019; 42: 731-754
- [210] McGlynn ND, Khan TA, Wang L et al. 甜饮料与体重和心脏代谢风险的关系: 系统回顾和元分析 JAMA Netw Open 2022; 5: e222092
- [211] 欧盟委员会。健康促进与疾病预防知识网关: 糖和甜味剂。在线 (检索日期: 21.01.2021): <https://ec.europa.eu/jrc/en/health-knowledge-gateway/promotion-prevention/nutrition/sugars-sweeteners>
- [212] 科学营养咨询委员会。碳水化合物与健康报告, 2015 年。在线 (检索日期: 12.06.2023): <https://www.gov.uk/government/publications/>
- [213] McKeown NM, Dashti HS, Ma J et al. 含糖饮料摄入量与空腹血糖和胰岛素浓度的关系不会因 ChREBP-FGF21 通路中的特定遗传变异而改变: 一项荟萃分析。Diabetologia 2018; 61: 317-330
- [214] Malik VS, Hu FB. 果糖与心脏代谢健康: 来自含糖饮料的证据告诉我们什么? J Am Coll Cardiol 2015; 66: 1615-1624
- [215] Evans RA, Frese M, Romero J et al. 食物或饮料中果糖长期替代葡萄糖或蔗糖对空腹血糖、胰岛素或甘油三酯影响甚微: 一项系统综述和荟萃分析。Am J Clin Nutr 2017; 106: 519-529
- [216] Evans RA, Frese M, Romero J 等人. 果糖替代食品或饮料中的葡萄糖或蔗糖可降低餐后血糖和胰岛素, 但不会升高甘油三酯: 一项系统综述和研究。荟萃分析。Am J Clin Nutr 2017; 106: 506-518
- [217] Le Ma H, Yang A, Derrick J et al. 饮料消费与 2 型糖尿病成人患者的死亡率: 前瞻性队列研究。BMJ 2023; 381: e073406
- [218] Keller A, Heitmann BL, Olsen N. 《含糖饮料、血管风险因素和事件: 系统性文献综述》。公共卫生营养学》2015; 18: 1145-1154
- [219] Huang C, Huang J, Tian Y 等. 含糖饮料的消费与冠心病风险: 前瞻性研究的荟萃分析。动脉粥样硬化 2014; 234: 11-16
- [220] Narain A, Kwok CS, Mamas MA. 软饮料和甜饮料与心血管疾病和死亡风险: 系统综述和荟萃分析》。Int J Clin Pract 2016; 70: 791-805
- [221] Cheungpasitporn W, Thongprayoon C, O'Corragain OA 等: 《含糖苏打水和人工甜味苏打水与慢性肾病的关系: 系统回顾和荟萃分析》。肾脏病学 (卡尔顿) 2014; 19: 791-797
- [222] Chen H, Wang J, Li Z et al. 《饮用含糖饮料对非酒精性脂肪肝风险的剂量依赖性影响》: 最新系统综述与剂量反应荟萃分析》。Int J Environ Res Public Health 2019; 16: 2192
- [223] Asgari-Taee F, Zerafati-Shoae N, Dehghani M 等人. 甜味饮料消费与非酒精性脂肪肝的关系: 系统回顾和荟萃分析。Eur J Nutr 2019; 58: 1759-1769
- [224] Khan TA, Sievenpiper JL. 关于糖的争议: 关于肥胖、心脏代谢疾病和糖尿病的系统综述和荟萃分析结果。Eur J Nutr 2016; 55: 25-43
- [225] Choo VL, Vigiouliou E, Blanco Mejia S et al. 含果糖的食物来源与血糖控制: 对照干预研究的系统回顾和荟萃分析。BMJ 2018; 363: K4644
- [226] Semnani-Azad Z, Khan TA, Blanco Mejia S 等人: 《含果糖的主要食物来源与代谢综合征发病率的关系》: 系统回顾与元分析》。JAMA Netw Open 2020; 3: e209993
- [227] Bechthold A. Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE); 2018
- [228] Wu H, Flint AJ, Qi Q et al. 膳食全谷物摄入量与死亡风险之间的关系: 两项针对美国男性和女性的大型前瞻性研究。JAMA Intern Med 2015; 175: 373-384
- [229] Johnsen NF, Frederiksen K, Christensen J 等: 全谷物产品和全谷物类型与挪威的纳维亚 HELGA 队列中较低的全因死亡率和特定原因死亡率相关。Br J Nutr 2015; 114: 608-623
- [230] Wei H, Gao Z, Liang R 等. 全谷物消费与全因、心血管疾病和癌症死亡风险: 前瞻性队列研究荟萃分析 - CORRIGENDUM. Br J Nutr 2016; 116: 952
- [231] Chen GC, Tong X, Xu JY et al. 全谷物摄入与总死亡率、心血管死亡率和癌症死亡率: 前瞻性研究的系统回顾和荟萃分析。Am J Clin Nutr 2016; 104: 164-172
- [232] Benisi-Kohansal S, Saneei P, Salehi-Marzjarani M 等人: 《全谷物摄入与各种原因、心血管疾病和癌症导致的死亡率》: 前瞻性队列研究的系统回顾与剂量反应荟萃分析》。Adv Nutr 2016; 7: 1052-1065
- [233] Zong G, Gao A, Hu FB 等: 《全谷物摄入与各种原因、心血管疾病和癌症的死亡率》: 前瞻性队列研究的 Meta 分析。Circulation 2016; 133: 2370-2380
- [234] Aune D, Keum N, Giovannucci E 等人. 全谷物消费与心血管疾病、癌症以及各种原因和特定原因死亡的风险: 前瞻性研究的系统回顾和剂量反应荟萃分析。BMJ 2016; 353: i2716
- [235] Aune D. 《植物食品、抗氧化剂生物标志物与心血管疾病、癌症和死亡风险》: 证据综述》。Adv Nutr 2019; 10: S404-S421
- [236] Zhang B, Zhao Q, Guo W 等人. 全谷物摄入量与全因、心血管和癌症死亡率的关系: 前瞻性队列研究的系统回顾和剂量反应荟萃分析。Eur J Clin Nutr 2018; 72: 57-65
- [237] Jenkins DJ, Wesson V, Wolever TM 等人. 全麦面包与全谷物面包: 全谷物或裂纹谷物的比例与血糖反应. BMJ 1988; 297: 958-960
- [238] Reynolds AN, Mann J, Elbalsby M 等: 《全麦颗粒大小对 2 型糖尿病患者餐后血糖的影响》: 比较四种全麦面包的随机交叉研究。糖尿病护理 2020; 43: 476-479
- [239] Åberg S, Mann J, Neumann S 等人, 《全谷物加工与 2 型糖尿病患者的血糖控制》: 随机交叉试验。糖尿病护理 2020; 43: 1717-1723
- [240] Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA 等: 麦麸对 2 型糖尿病患者血糖控制和心血管疾病风险因素的影响。糖尿病护理 2002; 25: 1522-1528
- [241] Miller V, Mente A, Dehghan M et al. 18 个国家的水果、蔬菜和豆类摄入量与心血管疾病和死亡 (PURE): 前瞻性队列研究。柳叶刀 2017; 390: 2037-2049
- [242] Aune D, Giovannucci E, Boffetta P et al. 以及心血管疾病、癌症和全因癌症的风险。

- 死亡率--前瞻性研究的系统回顾和剂量反应荟萃分析。Int J Epidemiol 2017; 46: 1029-1056
- [243] Bechthold A, Boeing H, Schwedhelm C 等人: 食物种类与冠心病、中风和心力衰竭的风险: 前瞻性研究的系统回顾和剂量反应荟萃分析。Crit Rev Food Sci Nutr 2019; 59: 1071-1090
- [244] Zhan J, Liu YJ, Cai LB et al. 蔬菜水果摄入量与心血管疾病风险: 前瞻性队列研究的荟萃分析。Crit Rev Food Sci Nutr 2017; 57: 1650-1663
- [245] Willett W, Rockström J, Loken B 等人. 人类世的食物: EAT-柳叶刀委员会关于可持续食物系统健康饮食的研究。柳叶刀 2019; 393: 447-492
- [246] Barnard ND, Cohen J, Jenkins DJA 等: 在一项针对 2 型糖尿病患者的随机临床试验中, 低脂素食可改善血糖控制和心血管风险因素。糖尿病护理, 2006 年; 29: 1777-1783
- [247] Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA et al. 豆类作为低血糖指数饮食的一部分对 2 型糖尿病患者血糖控制和心血管风险因素的影响: 随机对照试验。Arch Intern Med 2012; 172: 1653-1660
- [248] Renner B, Arens-Azevêdo U, Watzl B et al. Ernährungsumschau 2021; 68: 144-154. Ernährungsumschau 2021; 68: 144-154
- [249] Jannasch F, Kröger J, Schulze MB. 饮食模式与 2 型糖尿病: 前瞻性研究的系统文献综述和荟萃分析。J Nutr 2017; 147: 1174-1182
- [250] Wallin A, Di Giuseppe D, Orsini N 等人. 鱼类消费、膳食长链 n-3 脂肪酸与 2 型糖尿病风险: 前瞻性研究的系统回顾和荟萃分析。糖尿病护理, 2012 年; 35: 918-929
- [251] Xun P, He K. 鱼类摄入量与糖尿病发病率: 对 12 个独立前瞻性队列中 43.8 万人平均 11 年随访数据的荟萃分析。糖尿病护理, 2012 年; 35: 930-938
- [252] Schwingshackl L, Hoffmann G, Lampousi AM et al. 食物种类与 2 型糖尿病风险: 前瞻性研究的系统回顾和荟萃分析。Eur J Epidemiol 2017; 32: 363-375
- [253] Muley A, Muley P, Shah MALA. 预防糖尿病的肥鱼或海洋 n-3 脂肪酸: 系统综述和荟萃分析。Curr Diabetes Rev 2014; 10: 158-165
- [254] Schlesinger S, Neuenschwander M, Schwedhelm C 等人: 《食物种类与超重、肥胖和体重增加的风险》: 前瞻性研究的系统回顾与剂量反应荟萃分析。Adv Nutr 2019; 10: 205-218
- [255] Micha R, Shulkin ML, Peñalvo JL 等人. 心血管疾病和糖尿病风险的病因学影响及食物和营养素的最佳摄入量: 营养与慢性疾病专家组 (NutriCoDE) 的系统综述和荟萃分析。PLoS One 2017; 12: e0175149
- [256] Jayedi A, Shab-Bidar S, Eimeri S et al. 鱼类消费与全因和心血管死亡风险: 前瞻性观察研究的剂量反应荟萃分析。Public Health Nutr 2018; 21: 1297-1306
- [257] Abdelhamid AS, Brown TJ, Brainard JS et al. 心血管疾病的一级和二级预防。Cochrane Database Syst Rev 2018; 11: CD003177
- [258] Hu Y, Hu FB, Manson JE. 海洋 Omega-3 补充剂与心血管疾病: 涉及 127 477 名参与者的 13 项随机对照试验的最新 Meta 分析。J Am Heart Assoc 2019; 8: e013543
- [259] Gao H, Geng T, Huang T et al. 补充鱼油与胰岛素敏感性: 系统综述与荟萃分析。Lipids Health Dis 2017; 16: 131
- [260] Chen C, Yu X, Shao S. 补充欧米伽-3 脂肪酸对 2 型糖尿病患者血糖控制和血脂水平的影响: 对 2 型糖尿病患者血糖控制和血脂水平的影响分析 PLoS One 2015; 10: e0139565
- [261] DGE - Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Online (Retrieved from: 13.07.2021): <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/vollwertige-ernaehrung/10-regelnder-dge/>
- [262] Zeraatkar D, Han MA, Guyatt GH 等人: 《红肉和加工肉类消费与全因死亡率和心脏代谢结果风险》: 队列研究的系统回顾和元分析。Ann Intern Med 2019; 171: 703-710
- [263] Davidson MH, Hunninghake D, Maki KC et al. 红瘦肉与白瘦肉对自由生活的高胆固醇血症患者血清脂质水平影响的比较: 一项长期随机临床试验。Arch Intern Med 1999; 159: 1331-1338
- [264] Hunninghake DB, Maki KC, Kwiterovich PO 等: 在国家胆固醇教育计划 I 级饮食中加入瘦红肉: 一项针对自由生活的高胆固醇血症患者的长期随机临床试验。J Am Coll Nutr 2000; 19: 351-360
- [265] Bergeron N, Chiu S, Williams PT et al. 低饱和脂肪摄入量与高饱和脂肪摄入量相比, 红肉、白肉和非肉类蛋白质来源对动脉粥样硬化脂蛋白指标的影响: 一项随机对照试验。Am J Clin Nutr 2019; 110: 24-33
- [266] Charlton K, Walton K, Batterham M 等: 《猪肉餐和鸡肉餐对社区生活老年人认知功能和体力的类似影响》: 一项试点研究。J Nutr Gerontol Geriatr 2016; 35: 124-145
- [267] Murphy KJ, Parker B, Dyer KA et al. 定期食用新鲜瘦猪肉、牛肉和鸡肉对身体成分的影响比较: 随机交叉试验。营养素 2014; 6: 682-696
- [268] Murphy KJ, Thomson RL, Coates AM 等: 《食用新鲜瘦猪肉对心脏代谢健康参数的影响》。营养素 2012; 4: 711-723
- [269] Johnston BC, Zeraatkar D, Han MA 等: 《未加工红肉和加工肉类消费》: 来自营养建议 (NutriRECS) 联盟的膳食指南建议 (Dietary Guideline Recommendations From the Nutritional Recommendations (NutriRECS) Consortium. Ann Intern Med 2019; 171: 756-764
- [270] Davis PA, Yokoyama W. 《肉桂摄入可降低空腹血糖: 荟萃分析》。J Med Food 2011; 14: 884-889
- [271] Akilen R, Tsiami A, Devendra D 等人. 肉桂在血糖控制中的作用: 系统回顾和元分析。临床营养学 2012; 31: 609-615
- [272] Leach MJ, Kumar S. 肉桂治疗糖尿病。Cochrane Database Syst Rev. 2012: CD007170
- [273] Allen RW, Schwartzman E, Baker WL 等: 肉桂在 2 型糖尿病中的应用: 最新系统综述和荟萃分析。Ann Fam Med 2013; 11: 452-459
- [274] Costello RB, Dwyer JT, Saldanha L 等人. 肉桂补充剂对 2 型糖尿病患者的血糖控制有作用吗? 叙述性综述。J Acad Nutr Diet 2016; 116: 1794-1802
- [275] Sierra-Puente D, AbadiAlfie S, ArakanchiAltaled K et al. 肉桂 (Cinnamomum Spp.) 与 2 型糖尿病。CTNR 2019; 18: 247-255
- [276] Chan CB, Hashemi Z, Subhan FB. 低热量和无热量甜味剂对葡萄糖吸收、增量分泌和葡萄糖耐量的影响。Appl Physiol Nutr Metab 2017; 42: 793-801
- [277] Brown AW, Bohan Brown MM, Onken KL et al. 短期饮用蔗糖素 (一种非营养性甜味剂) 与水在女性饥饿信号转导和短期葡萄糖稳态的选择标记方面相似。营养研究 2011 年; 31: 882-888

- [278] Ford HE, Peters V, Martin NM 等人. 口服蔗糖素(三氯蔗糖)对健康正常体重受试者肠道激素反应和食欲的影响. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65: 508-513
- [279] Steinert RE, Frey F, Töpfer A 等人. 碳水化合物和人造甜味剂对食欲和胃肠道饱腹感分泌的影响. *Br J Nutr* 2011; 105: 1320-1328
- [280] Barriocanal LA, Palacios M, Benitez G 等人. 用作甜味剂的甜菊醇苷对人体明显缺乏药理作用。对一些血压正常和血压偏低的人以及 1 型和 2 型糖尿病患者反复接触甜菊醇苷的试验性研究。 *Regul Toxicol Pharmacol* 2008; 51: 37-41
- [281] Brown RJ, Walter M, Rother KI. 饮食苏打水对青少年糖尿病患者肠道激素的影响。 *糖尿病护理* 2012; 35: 959-964
- [282] Grotz VL, Henry RR, McGill JB 等. 蔗糖素(三氯蔗糖)对 2 型糖尿病患者的葡萄糖稳态缺乏影响。 *J Am Diet Assoc* 2003; 103: 1607-1612
- [283] Maki KC, Curry LL, Reeves MS et al. 患有 2 型糖尿病的男性和女性长期食用甜菊糖甙 Rebaudioside A。 *Food Chem Toxicol* 2008; 46: S47-S53
- [284] Olalde-Mendoza L, Moreno-González YE. 克雷塔罗州 2 型糖尿病成人摄入可乐和饮食后血糖的变化。 *墨西哥. Arch Latinoam Nutr* 2013; 63: 142-147
- [285] Temizkan S, Deyneli O, Yasar M et al. 三氯蔗糖能在碳水化合物存在的情况下增强健康受试者的 GLP-1 释放并降低 2 型糖尿病患者的血糖。 *Eur J Clin Nutr* 2015; 69: 162-166
- [286] Ferrazzano GF, Cantile T, Alcidi B 等人. 非致癌甜味剂? 综述。 *分子* 2015; 21: E38
- [287] Prashant GM, Patil RB, Nagaraj T 等人. 三种市售强效甜味剂对常见牙周病原体的抗菌活性: 体外研究。 *J Contemp Dent Pract* 2012; 13: 749-752
- [288] Suez J, Korem T, Zeevi D 等人. 人工甜味剂通过改变肠道微生物群诱发葡萄糖不耐受症自然》2014; 514: 181-186
- [289] EFSA 2013. EFSA schließt vollständige Risikobewertung zu Aspartam ab und kommt zu dem Schluss, dass es in den derzeitigen Expositionsmengen sicher ist. 在线 (检索日期: 2020 年 9 月 1 日): <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/131210>
- [290] Bundesinstitut für Risikobewertung. Bewertung von Süßstoffen und Zuckeraustauschstoffen. Hintergrundinformation Nr. 在线 (检索日期: 2020 年 9 月 1 日): www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf
- [291] Bock PM, Telo GH, Ramalho R 等人. 益生菌、益生元或合成益生元对糖尿病患者代谢结果的影响: 系统综述和荟萃分析。 *Diabetologia* 2021; 64: 26-41
- [292] Rittiphairoj T, Pongpirul K, Janchot K 等. 《益生菌有助于控制 2 型糖尿病患者的血糖》: 系统回顾与元分析》。 *Adv Nutr* 2021; 12: 722-734
- [293] 益生菌对 1 型糖尿病的影响: 一项荟萃分析。 *J Transl Med* 2020; 18: 30
- [294] Ardeshtarijani E, Tabatabaei-Malazy O, Mohseni S et al. 补充益生菌对 2 型糖尿病患者血糖和氧化应激的影响: 随机试验荟萃分析。 *Daru* 2019; 27: 827-837
- [295] Mahboobi S, Rahimi F, Jafarnejad S. 《补充益生菌和复合益生菌对 2 型糖尿病患者血糖和血脂的影响》: 随机对照试验的元分析》。 *Adv Pharm Bull* 2018; 8: 565-574
- [296] Akbari V, Hendijani F. 2 型糖尿病患者补充益生菌的效果: 系统综述和荟萃分析。 *Nutr Rev* 2016; 74: 774-784
- [297] 益生菌对 2 型糖尿病患者血糖和血脂代谢的影响: 12 项随机对照试验的 Meta 分析。 *Med Sci Monit* 2017; 23: 3044-3053
- [298] Wang C, Zhang C, Li S 等. 补充益生菌对 2 型糖尿病患者血脂异常的影响: 随机对照试验的元分析》。 *食品* 2020; 9: 1540
- [299] Kasińska MA, Drzewoski J. 《益生菌对 2 型糖尿病的疗效: 一项荟萃分析》。 *Pol Arch Med Wewn* 2015; 125: 803-813
- [300] Palacios T, Vitetta L, Coulson S 等人. 以肠道微生物群为靶点预防 2 型糖尿病并增强二甲双胍对血糖的影响: 随机对照试验研究》。 *营养素* 2020; 12: 2041
- [301] Zheng M, Zhang R, Tian X 等. 评估抗生素耐药性背景下益生菌膳食补充剂的风险。 *前沿微生物* 2017; 8: 908
- [302] Wong A, Ngu DYS, Dan LA et al. 膳食补充剂中的益生菌。 *Nutr J* 2015; 14: 95
- [303] BgVV - ehemals: Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin. Abschlussbericht der Arbeitsgruppe "Probiotische Mikroorganismenkulturen in Lebensmitteln" am BgVV. Online (Retrieved from: 13.07.2021): <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/probiot.pdf>
- [304] Mikrobiologie deM. Wirkung und Sicherheit von Probiotika. *Monatsschr Kinderheilkd* 2008; 156: 1063-1069
- [305] Vrieze A, van Nood E, Holleman F 等: 从瘦供体转移肠道微生物群可提高代谢综合征患者的胰岛素敏感性。 *胃肠病学* 2012; 143: 913-916.e7
- [306] Simon MC, Strassburger K, Nowotny B 等人. 摄入重组人乳杆菌可改善葡萄糖耐受者的增量素和胰岛素分泌: 概念证明。 *糖尿病护理* 2015; 38: 1827-1834
- [307] Tilg H, Moschen AR. 微生物群与糖尿病: 不断发展的关系。 *肠道* 2014; 63: 1513-1521
- [308] Kjems LL, Holst JJ, Vølund A 等人. GLP-1 对葡萄糖刺激胰岛素分泌的影响: 对 2 型和非糖尿病受试者β细胞敏感性的影响。 *糖尿病* 2003; 52: 380-386
- [309] Karlsson FH, Tremaroli V, Nookaew I 等人. 血糖控制正常、受损和糖尿病欧洲女性的肠道元基因组。 *自然* 2013; 498: 99-103
- [310] Qin J, Li Y, Cai Z et al. 2 型糖尿病患者肠道微生物群的元基因组关联研究。 *自然* 2012; 490: 55-60
- [311] Larsen N, Vogensen FK, van den Berg FWJ 等: 2 型糖尿病成人患者的肠道微生物群与非糖尿病成人患者不同。 *PLoS One* 2010; 5: e9085
- [312] Wu H, Esteve E, Tremaroli V et al. 二甲双胍改变了未经治疗的 2 型糖尿病患者的肠道微生物组, 促进了药物的治疗效果。 *Nat Med* 2017; 23: 850-858
- [313] Forslund K, Hildebrand F, Nielsen T et al. Corrigendum: 厘清人类肠道微生物群中的 2 型糖尿病和二甲双胍治疗特征。 *自然* 2017; 545: 116
- [314] Forslund K, Hildebrand F, Nielsen T 等人. 分解人类肠道微生物群中的 2 型糖尿病和二甲双胍治疗特征。 *自然* 2015; 528: 262-266
- [315] 凯撒-R. 《治疗慢性阻塞性肺病的药物疗法和非药物疗法》。 2 型糖尿病中的肠道微生物群。 *Can J Diabetes* 2019; 43: 224-231
- [316] Salari A, Ghodrat S, Gheflati A 等人. 饮用开菲尔饮料对血糖控制的影响: 系统综述和

- 随机对照临床试验的荟萃分析。
临床实践中的辅助疗法 2021; 44: 101443
- [317] Evert AB, Boucher JL, Cypress M 等人.成人糖尿病患者的营养治疗建议。
糖尿病护理 2014; 37: S120-S143
- [318] Sievenpiper JL, Chan CB, Dworatzek PD 等人. 营养治疗.Can J Diabetes 2018; 42: S64-S79
- [319] Sievenpiper JL, de Souza RJ, Mirrahimi A 等人.对照喂养试验中果糖对体重的影响：系统综述和荟萃分析.北京：中国人民大学出版社，2012 年；156：291-304.Ann Intern Med 2012; 156: 291-304
- [320] Ha V, Sievenpiper JL, de Souza RJ 等. 果糖对血压的影响：对照喂养试验的系统回顾和荟萃分析。高血压 2012; 59: 787-795
- [321] Chiavaroli L, de Souza RJ, Ha V 等人.果糖对既定血脂目标的影响：对照喂养试验的系统回顾与元分析》。J Am Heart Assoc 2015; 4: e001700
- [322] Wang X, Ouyang Y, Liu J et al. 蔬菜水果摄入量与各种原因、心血管疾病和癌症死亡率：前瞻性队列研究的系统回顾和剂量反应荟萃分析。BMJ 2014; 349: g4490
- [323] Chiu S, Sievenpiper JL, de Souza RJ et al. 果糖对非酒精性脂肪肝（NAFLD）标志物的影响：对照喂养试验的系统回顾和荟萃分析。Eur J Clin Nutr 2014; 68: 416-423
- [324] Wang DD, Sievenpiper JL, de Souza RJ et al. 果糖摄入对血清尿酸的影响在不同的饮食对照试验中存在差异。营养学杂志 2012; 142: 916-923
- [325] Cozma AI, Sievenpiper JL, de Souza RJ 等. 果糖对糖尿病血糖控制的影响：对照喂养试验的系统回顾和荟萃分析。糖尿病护理 2012; 35: 1611-1620
- [326] Sievenpiper JL, Chiavaroli L, de Souza RJ 等人."催化"剂量的果糖可能有益于血糖控制，但不会损害心脏代谢风险因素：随机对照喂养试验的小型荟萃分析.Br J Nutr 2012; 108: 418-423.Br J Nutr 2012; 108: 418-423
- [327] Sievenpiper JL, Carleton AJ, Chatha S 等人. 果糖对 2 型糖尿病患者血脂的不同影响：人体实验的系统回顾和荟萃分析。糖尿病护理 2009; 32: 1930-1937
- [328] Chung M, Ma J, Patel K 等人. 果糖、高果糖玉米糖浆、蔗糖与非酒精性脂肪肝或肝脏健康指数：系统综述和荟萃分析。Am J Clin Nutr 2014; 100: 833-849
- [329] Goran MI, Uliaszek SJ, Ventura EE. 高果糖玉米糖浆与糖尿病发病率：全球视角。全球公共卫生 2013; 8: 55-64
- [330] Tsilas CS, de Souza RJ, Mejia SB et al. 总糖、果糖和蔗糖与 2 型糖尿病发病率的关系：前瞻性队列研究的系统回顾和荟萃分析。cmaj 2017; 189: E711-E720
- [331] David Wang D, Sievenpiper JL, de Souza RJ et al. 果糖对餐后甘油三酯的影响：对照喂养试验的系统回顾和荟萃分析。动脉粥样硬化 2014; 232: 125-133
- [332] Zhang YH, An T, Zhang RC et al. 高果糖摄入会增加血清低密度脂蛋白胆固醇和总胆固醇：对照喂养试验的荟萃分析。营养学杂志 2013; 143: 1391-1398
- [333] Schwingshackl L, Neuenschwander M, Hoffmann G et al. 膳食糖与心脏代谢风险因素：关于等热量替代干预的网络荟萃分析。Am J Clin Nutr 2020; 111: 187-196
- [334] Weber KS, Simon MC, Strassburger K 等人.习惯性果糖摄入与近发病的胰岛素敏感性和脂肪肝指数有关
- 2型糖尿病患者和非糖尿病患者.营养素 2018; 10: 774
- [335] ter Horst KW, Schene MR, Holman R et al. 食用果糖对非糖尿病受试者胰岛素敏感性的影响：饮食干预试验的系统回顾和荟萃分析。Am J Clin Nutr 2016; 104: 1562-1576
- [336] Kulzer B, Albus C, Herpertz S et al. Psychosoziales und Diabetes. Diabetologie 2019; 15: 452-469
- [337] Ahmed AT, Karter AJ, Warton EM 等：糖尿病患者饮酒与血糖控制之间的关系：Kaiser Permanente 北加州糖尿病登记。J Gen Intern Med 2008; 23: 275-282
- [338] Bantle AE, Thomas W, Bantle JP. 葡萄酒对 2 型糖尿病患者代谢的影响。代谢》，2008 年；57: 241-245
- [339] Avogaro A, Beltramo P, Gnudi L 等人：酒精摄入会损害 IDDM 患者在急性胰岛素诱发低血糖期间的葡萄糖反调节功能。游离脂肪酸发挥关键作用的证据。糖尿病 1993; 42: 1626-1634
- [340] Turner BC, Jenkins E, Kerr D et al. 对 1 型糖尿病患者次晨血糖控制的影响。糖尿病护理 2001; 24: 1888-1893
- [341] Richardson T, Weiss M, Thomas P 等人. 前夜之后的第二天：晚间饮酒对 1 型糖尿病患者低血糖风险的影响。糖尿病护理 2005; 28: 1801-1802
- [342] Pedersen-Bjergaard U, Reubsæet JLE, Nielsen SL et al. 胰岛素治疗糖尿病患者的精神药物、酒精和严重低血糖：141 例分析。Am J Med 2005; 118: 307-310
- [343] Frier B, Fisher M Hrsg.调节器、监测和管理低血糖[101-120]。奇切斯特：John Wiley & Sons; 2007.
- [344] Ahmed AT, Karter AJ, Liu J. 《饮酒与坚持糖尿病自我护理行为成反比》。Diabet Med 2006; 23: 795-802
- [345] Nahas R, Goguen J. 天然保健产品。Can J Diabetes 2013; 37: S97-S99
- [346] Hartweg J, Perera R, Montori V 等人.治疗 2 型糖尿病的 Omega-3 多不饱和脂肪酸 (PUFA)。Cochrane Database Syst Rev 2008; CD003205
- [347] Hartweg J, Farmer AJ, Holman RR 等：omega-3 治疗对 2 型糖尿病心血管疾病潜在影响。Curr Opin Lipidol 2009; 20: 30-38
- [348] O'Mahoney LL, Matu J, Price OJ 等：Omega-3 多不饱和脂肪酸可有效调节 2 型糖尿病患者的的心脏代谢生物标志物：随机对照试验的荟萃分析和荟萃回归。Cardiovasc Diabetol 2018; 17: 98
- [349] Mirhosseini N, Vatanparast H, Mazidi M 等人. 改善血清 25-羟维生素 D 状态对糖尿病患者血糖控制的影响：一项元分析。J Clin Endocrinol Metab 2017; 102: 3097-3110
- [350] Li X, Liu Y, Zheng Y 等. 补充维生素 D 对 2 型糖尿病患者血糖控制的影响：系统综述与荟萃分析.营养素 2018; 10: 375
- [351] Jafari T, Fallah AA, Barani A.维生素 D 对 2 型糖尿病患者血清脂质的影响：随机对照试验荟萃分析》。临床营养学 2016; 35: 1259-1268
- [352] Mousa A, Naderpoor N, Teede H et al. 补充维生素 D 改善 2 型糖尿病患者的慢性低度炎症：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Nutr Rev 2018; 76: 380-394
- [353] Lee KJ, Lee YJ.维生素D对2型糖尿病患者血压的影响。Int J Clin Pharmacol Ther 2016; 54: 233-242

- [354] Yu Y, Tian L, Xiao Y等. 补充维生素D对2型糖尿病患者某些炎症生物标志物的影响：随机对照试验的系统回顾与Meta分析》。Ann Nutr Metab 2018; 73: 62-73
- [355] Verma H, Garg R. 补充镁对2型糖尿病相关心血管风险因素的影响：系统综述和荟萃分析。J Hum Nutr Diet 2017; 30: 621-633
- [356] Asbaghi O, Moradi S, Kashkooli S et al. 口服镁补充剂对 2 型糖尿病患者血糖控制的影响：对照临床试验的系统回顾和剂量反应荟萃分析。Br J Nutr 2022; 128: 2363-2372
- [357] Asbaghi O, Hosseini R, Boozari B et al. 《补充镁对 2 型糖尿病患者血压和肥胖测量的影响：随机对照试验的系统回顾和元分析》。生物微量元素研究》2021 年; 199: 413-424
- [358] Vincent JB.从分子水平阐明镁的生物学作用。Acc Chem Res 2000; 33: 503-510
- [359] Asbaghi O, Fatemeh N, Mahnaz RK et al. 补充铬对 2 型糖尿病患者血糖控制的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Pharmacol Res 2020; 161: 105098
- [360] Yin RV, Phung OJ.补充铬对糖尿病患者糖化血红蛋白和空腹血浆葡萄糖的影响Nutr J 2015; 14: 14
- [361] Suksomboon N, Poolsup N, Yuwanakorn A. 补充铬对糖尿病疗效和安全性的系统回顾和荟萃分析。J Clin Pharm Ther 2014; 39: 292-306
- [362] Chimienti F.锌、胰岛细胞功能与糖尿病：老故事的新见解。Nutr Res Rev 2013; 26: 1-11
- [363] de Carvalho GB.锌在2型糖尿病患者血糖控制中的作用：系统综述。生物金属 2017; 30: 161-162
- [364] Fernández-Cao JC, Warthon-Medina M, Hall Moran V 等人.2 型糖尿病患者与健康人的膳食锌摄入量 and 全血锌浓度：系统综述、元分析和元回归。J Trace Elem Med Biol 2018; 49: 241-251
- [365] Wang X, Wu W, Zheng W 等人.补锌可改善糖尿病预防和管理中的血糖控制：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析.北京：中国人民大学出版社，2011。Am J Clin Nutr 2019; 110: 76-90
- [366] Asbaghi O, Sadeghian M, Fouladvand F 等人.补锌对 2 型糖尿病患者血脂状况的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Nutr Metab Cardiovasc Dis 2020; 30: 1260-1271
- [367] Rahimi R, Nikfar S, Larijani B et al. 抗氧化剂在糖尿病及其并发症治疗中的作用。Biomed Pharmacother 2005; 59: 365-373
- [368] Ashor AW, Werner AD, Lara J et al. 补充维生素C对血糖控制的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Eur J Clin Nutr 2017; 71: 1371-1380
- [369] Xu R, Zhang S, Tao A et al. 补充维生素 E 对血糖控制的影响：随机对照试验的荟萃分析。PLoS One 2014; 9: e95008
- [370] Khodaeian M, Tabatabaei-Malazy O, Qorbani M et al. 维生素C和E对糖尿病患者胰岛素抵抗的影响：一项荟萃分析研究。Eur J Clin Invest 2015; 45: 1161-1174
- [371] Montero D, Walther G, Stehouwer CDA et al. 补充抗氧化维生素对2型糖尿病患者内皮功能的影响：随机对照试验的系统回顾和荟萃分析。Obes Rev 2014; 15: 107-116
- [372] Tabatabaei-Malazy O, Ardeshtirlarijani E, Namazi N et al. 膳食抗氧化补充剂与糖尿病视网膜病变：系统综述。J Diabetes Metab Disord 2019; 18: 705-716
- [373] Jeyaraman MM, Al-Yousif NSH, Singh Mann A 等人. 白藜芦醇治疗成人 2 型糖尿病。Cochrane Database Syst Rev 2020; 1: CD011919
- [374] Palma-Duran SA, Vlassopoulos A, Lean M 等人.营养干预和多酚对非糖尿病和 2 型糖尿病受试者糖化血红蛋白 (HbA1c) 的影响：系统综述和荟萃分析。Crit Rev Food Sci Nutr 2017; 57: 975-986
- [375] 白藜芦醇对血压的影响：随机对照临床试验的系统回顾和荟萃分析。Crit Rev Food Sci Nutr 2019; 59: 1605-1618
- [376] Drzikova B. Haferprodukte mit modifiziertem Gehalt an β -Glucanen und resistenter Stärke und ihre Effekte auf den Gastrointestinaltrakt unter In-vitro- und In-vivo-Bedingungen (2005).在线（检索日期：12.06.2023）：<http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/205/592/>
- [377] He L, Zhao J, Huang Y et al. 燕麦和 β -葡聚糖提取物在控制HbA1c、空腹血糖和胰岛素敏感性方面的差异：随机对照试验荟萃分析。Food Funct 2016; 7: 1413-1428
- [378] Abbasi NN, Purslow PP, Tosh SM et al. 肠上皮细胞中 SGLT1 和 GLUT2 介导的葡萄糖转运细胞 (IEC-6)。营养研究 2016; 36: 541-552
- [379] Wang F, Yu G, Zhang Y 等人从燕麦 (Avena sativa L.)、荞麦 (Fagopyrum esculentum) 和高地大麦 (Hordeum vulgare trifurcatum (L.)) 中提取的二肽基肽酶 IV 抑制肽 (Trofin) 蛋白质。J Agric Food Chem 2015; 63: 9543-9549
- [380] Liu M, Zhang Y, Zhang H et al. 链脲佐菌素-烟酰胺诱导的糖尿病小鼠体内的 β -d-葡聚糖Int J Biol Macromol 2016; 91: 1170-1176
- [381] Lammert A, Kratzsch J, Selhorst J 等人. 2 型糖尿病和严重胰岛素抵抗患者短期燕麦片饮食干预的临床益处：一项试点研究。Exp Clin Endocrinol Diabetes 2008; 116: 132-134
- [382] Delgado G, Kleber ME, Krämer BK et al. 燕麦片对未控制的2型糖尿病患者的饮食干预——一项交叉研究。Exp Clin Endocrinol Diabetes 2019; 127: 623-629
- [383] Delgado GE, Krämer BK, Scharnagl H 等人.未受控制的 2 型糖尿病患者的胆汁酸——两天燕麦片治疗的效果.Exp Clin Endocrinol Diabetes 2020; 128: 624-630
- [384] Behall KM, Scholfield DJ, Hallfrisch J. 超重妇女对大麦和燕麦的激素和葡萄糖反应的比较。J Am Coll Nutr 2005; 24: 182-188
- [385] Braaten JT, Scott FW, Wood PJ 等：高 β -葡聚糖燕麦麸和燕麦胶能降低 2 型糖尿病患者和非 2 型糖尿病患者的餐后血糖和胰岛素。Diabet Med 1994; 11: 312-318
- [386] Pick ME, Hawrysh ZJ, Gee MI 等：燕麦麸浓缩面包产品改善糖尿病的长期控制：一项试验研究。J Am Diet Assoc 1996; 96: 1254-1261
- [387] Tapola N, Karvonen H, Niskanen L et al. 2型糖尿病患者对燕麦麸皮产品的血糖反应。Nutr Metab Cardiovasc Dis 2005; 15: 255-261
- [388] Tappy L, Gügölz E, Würsch P. 含有不同数量 β -葡聚糖纤维的谷物早餐对 NIDDM 受试者血浆葡萄糖和胰岛素反应的影响。糖尿病护理 1996; 19: 831-834
- [389] Wood PJ, Beer MU, Butler G. 评估燕麦 β -葡聚糖的浓度和分子量对口服葡萄糖负荷后血浆葡萄糖和胰岛素粘度影响的作用。Br J Nutr 2000; 84: 19-23

- [390] [匿名]。根据(EC) No 1924/2006法规第13(1)条，关于证实与β葡聚糖和维持或达到正常血糖浓度（ID 756, 802, 2935）有关的健康声明的科学意见。EFS2 2010; 8: 1482
- [391] Amtsblatt der Europäischen Union 2011 L 136/1 vom 25.5.2012. 在线（检索日期：2021年7月4日）：<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:136:0001:0040:DE:PDF>
- [392] Zurbau A, Noronha JC, Khan TA et al. 燕麦β-葡聚糖对餐后血糖和胰岛素反应的影响：系统综述和荟萃分析。Eur J Clin Nutr 2021; 75: 1540-1554
- [393] Battilana P, Ornstein K, Minehira K et al. 健康男性餐后葡萄糖代谢中的贝他葡聚糖作用机制。Eur J Clin Nutr 2001; 55: 327-333
- [394] Jenkins AL、Jenkins DJA、Zdravkovic U 等：在 2 型糖尿病患者中测试的两种功能性食品中，高水平的β-葡聚糖纤维抑制了血糖生成指数。Eur J Clin Nutr 2002; 56: 622-628
- [395] Kronsbein P, Schlemper N. Pilotstudie zu den Effekten eines individualisierten Gewichtsreduktionsprogramms mit mehreren strukturiert vermittelten Methoden zur Gewichtsabnahme (#44).Abstracts des Adipositas-Kongresses 2022 zur 38. Jahrestagung der Deutschen Adipositas Gesellschaft e.V. DAG.Adipositas - Ursachen, Folgeerkrankungen.Therapie 2022; 3: 183-184
- [396] Imamura F, O'Connor L, Ye Z et al. 含糖饮料、人工甜饮料和果汁的消费与2型糖尿病的发病率：系统综述、荟萃分析和人群可归因比例估算。BMJ 2015; 351: h3576
- [397] Malik VS, Hu FB.含糖饮料在全球肥胖和慢性病流行中的作用。Nat Rev Endocrinol 2022; 18: 205-218
- [398] Templeman I、Smith HA、Chowdhury E 等人。一项随机对照试验，旨在分离禁食和能量限制对瘦成年人体重减轻和代谢健康的影响。Sci Transl Med 2021; 13: eabd8034