

评估膳食纤维、全谷物和健康关系证据图

Nicola M. McKeown¹, Kara A. Livingston¹, Caleigh M. Sawicki¹, and Kevin B. Miller²

证据图是一种非常实用的证据总结方法，通过证据图可以全面检索所关注问题的相关研究，准确展示该领域科学文章存在的问题。利用证据图，可实现文献的系统检索，提取研究关键信息，形成信息数据库。塔夫茨大学和国际生命科学学会（ILSI）北美分会创建了膳食纤维和人类健康证据数据库，并公开，每年都会定期更新。该数据库汇编了膳食纤维干预研究，包括 10 种预先设定的生理健康结局指标，包括体重/肥胖、血压、肠道微生物群和骨骼健康。根据美国食品和药品监督管理局（FDA）颁布的新版食品标签要求，只有在有足够证据支持膳食纤维与某种生理健康益处相关时，才能在标签上标识“膳食纤维”。因此，该数据库和证据图的应用潜力就显得特别重要。基于膳食纤维数据库的成功案例，塔夫茨大学和通用磨坊贝尔健康与营养研究所又合作开发了一个全谷物数据库和证据图。该项工作强调了所报告的全谷物数据一致性的重要性，包括全谷物的消费量和类型以及干预的依从性。

前言

膳食纤维数据库

美国食品和药品监督管理局（FDA）对食品标签上列出“膳食纤维”采用了一种新的定义。美国营养成分标签法规指出，膳食纤维是“非消化的可溶性和不可溶性碳水化合物（≥3 个单体单元）、植物中固有且完整的不可消化的可溶性和不溶性碳水化合物（≥3 个单体单元）和木质素，且具有经 FDA 认可的生理健康益处的分离或合成的不可消化碳水化合物（≥3 个单体单元）¹。只有满足与某项生理健康益处有关联时，这些纤维才可以称为“膳食纤维”。因此，美国 FDA 就启动了关于分离或合成纤维与生理健康益处临床证据关联性的评估工作。

国际生命科学学会北美分会（简称 ILSI NA）食品碳水化合物技术委员会联合塔夫茨大学梅耶老年营养研究中心，由 Nicola McKeown 博士牵头，建立了“膳食纤维与人类健康证据数据库”。该数据库收集了众多公开发表的人群干预研究数据，并总结了各类膳食纤维对特定健康终

物（≥3 个单体单元）¹。只有满足与某项生理健康益处有关联时，这些纤维才可以称为“膳食纤维”。因此，美国 FDA 就启动了关于分离或合成纤维与生理健康益处临床证据关联性的评估工作。

（¹ 美国马萨诸塞州波士顿塔夫茨大学梅耶老年营养研究中心营养流行病学项目组；² 美国明尼苏达州明尼阿波利斯通用磨坊公司全球科学与法规事务部）

通讯作者：N.M. McKeown，美国波士顿华盛顿街 711 号，MA 02111，塔夫茨大学梅耶老年营养研究中心营养流行病室。
Email: nicola.mckeown@tufts.edu。

关键词：膳食纤维，证据图，全谷物。

版权声明（2019）：由牛津大学出版社代表国际生命科学学会出版。根据知识共享署名-非商业性-无衍生性条款（<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>），这是一篇开放获取的文章，允许在任何媒介中以非商业方式复制和传播，但前提是原始作品未作任何更改或变换，并且该作品被正确引用。商业用途，请联系 journals.permissions@oup.com。

doi: 10.1093/nutrit/nuaa053

点的影响，旨在简化膳食纤维相关研究检索程序，有助于 FDA 和其他科学家缩短文献查阅时间。目前数据库已完成并对外开放，在 ILSI 官方网站 (<http://ilsina.org/our-work/research-tools-open-data/dietary-fiber-database/>) 和美国保健研究和质量机构系统综述数据库 (Agency for Healthcare Research and Quality's SRDR (Systematic Review Data Repository) 网站 (<https://srdr.ahrq.gov/projects/1464>)) 均可检索。在网站上可以下载用户数据操作手册。近日，网站更新的出版物中，还公开了数据库创建的背景资料和方法²。

膳食纤维与人类健康证据数据库每年定期更新，纳入最新的文献资料。目前，该数据库拥有 1000 余篇人群干预研究数据 (剔除了观察性研究数据)。该数据库着重于收集第九届 Vahouny 膳食纤维论坛³ 提出的膳食纤维摄入量与 9 种相关生理健康作用中的一种或多种的相关研究。近日又增加了骨健康相关健康结局。为了快速检索作者及相关出版信息，数据库按照 PICO 模式进行了信息整理，即 Population—人群 (年龄、性别)、Intervention—干预方式 (膳食纤维类型、摄入量)、Comparator—参照物 (对照食物) 和 Outcomes—结果 (研究终点和健康标志物)。所有变量信息清单也是数据库的重要组成部分，详见编码册【可在 ILSI 网站直接下载 (<http://ilsina.org/wp-content/uploads/sites/6/2019/04/Fiber-Database-user-manual-04012019.pdf>)】。该数据库具有检索功能，用户可自行设定限定条件，检索感兴趣的膳食纤维和/或健康结局信息。

证据图是一种可应用于多领域证据总结方法，包括营养流行病学，有效促进循证证据政策制定，例证数据库的实效性。证据图可提供一种快速、有效、系统总结多领域各类研究公开发表研究的方法，尤其寻找重要的研究空白⁴。证据图主要作用是为研究人员提供一个特定主题领域研究的全景，而非解决某个问题。证据图制作方法详见后文，与系统综述的起始步骤相似。然而，证据图是一种定性研究方法，并不对具体结局功效作用方向及作用大小进行统计分析。

证据图包括对数据的描述和图表化呈现，如加权散点图。运用 Microsoft Excel 软件制作加权散点图，主要由三部分信息组成 (X-轴、Y 轴和不同尺寸的气泡)。例如，图 1a 中，X-轴表示健康结局、Y-轴表示膳食纤维类型，气泡的尺寸代表研究的样本量。图 1a 展示了微生物菌群与胃肠道健康相关干预研究

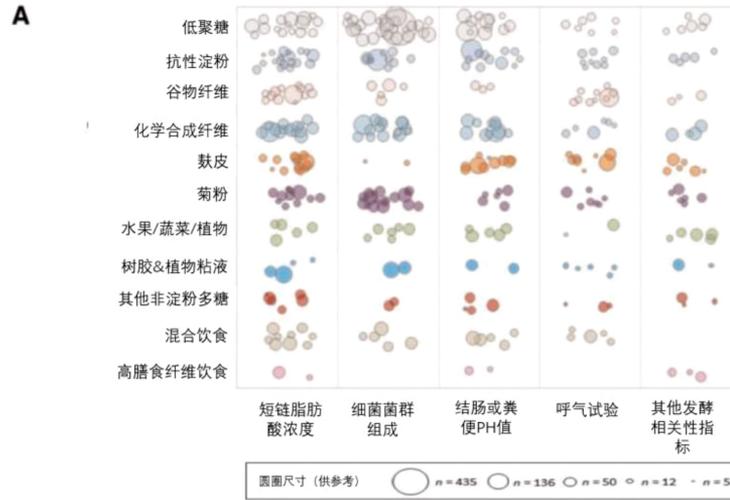
数据，结果显示研究样本量最大的膳食纤维类型主要是：低聚糖、化学合成纤维素和菊粉。然而，通过该证据图，并不能显示低聚糖对胃肠道健康作用是正向的、负向的，还是无效的。未来工作重点应该是通过采用 meta 分析来研究低聚糖对多种健康功效的作用。或者，将未来的工作重点集中在研究相对缺乏的领域，如膳食纤维和微生物菌群对骨健康的作用。系统综述中 meta 分析的科学研究证据级别可能是最高的，但是在可视化图表形式展示某快速发展研究领域全景方面，证据图无疑是一种实用性更高的证据总结方法。

证据图的制作主要分为 3 个步骤：(1) 确定研究主题，制定纳入标准；(2) 系统检索和筛选相关研究文献；(3) 特征信息数据提取和报告撰写，如研究设计、感兴趣的研究结局，同时绘制现有研究范围概况图。在下文中，将通过利用膳食纤维与人类健康证据数据库和通用磨坊贝尔健康与营养研究所 (简称 BIHN) 创建的全谷物数据库进行展示和说明。

膳食纤维证据图

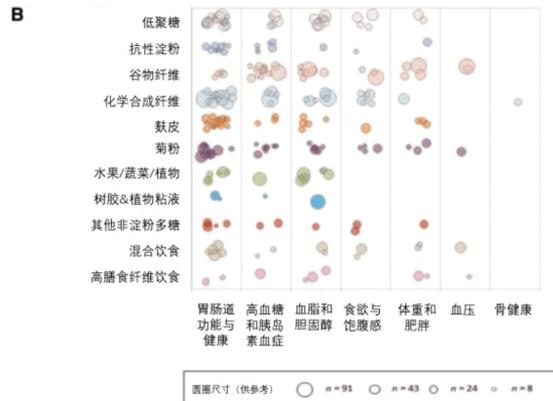
最新推出了 5.0 版本的膳食纤维与人类健康证据数据库。然而，本文中展示的膳食纤维证据图是在 3.0 版本数据库基础上，对研究设计 (如，随机交叉试验、随机平行试验)、膳食纤维干预方式和健康结局进行描述性分析的。由于本证据图主要是用于展示研究的全景，比 meta 分析兼容性和多样性更高，因此并不会得到量化结果。由于检索到的膳食纤维干预种类较多，因此数据库按照原始发表文献中膳食纤维类型进行了分类汇总。例如，尽管 psyllium 和 ispaghula 是同一种纤维 (车前子) 的 2 个不同名称，在数据库中可以任意一个名称进行相关特征描述。

加权散点图以一种可视化方式，呈现不同膳食纤维类型、研究结局类型和样本量大小相关证据。图 1b 加权散点图突出了膳食纤维和微生物菌群相关结局的研究证据图 (引自 Sawicki 等人⁴ 的研究结果)。通过该散点图，可以明显发现，与其他膳食纤维相比，低聚糖与短链脂肪酸产生和肠道微生物种类关系的研究较多。Sawicki 等人文章指出，研究者对某个特定话题的兴趣，有助于研究者将研究重点聚焦到某种特定的膳食纤维和/或终点结局，如，低聚糖和菌群种类，在此基础上深入检索相关文献资料，从而得出相关效果趋势结论。图 1a 加权散点图则可以



图中每一个气泡均表示一篇文献研究，气泡的大小与研究样本量有关。如果某些研究中涉及多种膳食纤维干预或健康终点，所以相关文献在散点图中可能出现多次引用。但是在单独的横截面中，并不会重复出现。本图并未展示出健康结局效应，如本图并未反应出膳食纤维与健康终点有影响。

NSP=非淀粉多糖



图中每一个气泡均表示一篇文献研究，气泡的大小与研究样本量有关。如果某些研究中涉及多种膳食纤维干预或健康终点，所以相关文献在散点图中可能出现多次引用。但是在单独的横截面中，并不会重复出现。本图并未展示出健康结局效应，如本图并未反应出膳食纤维与健康终点有影响。

NSP=非淀粉多糖

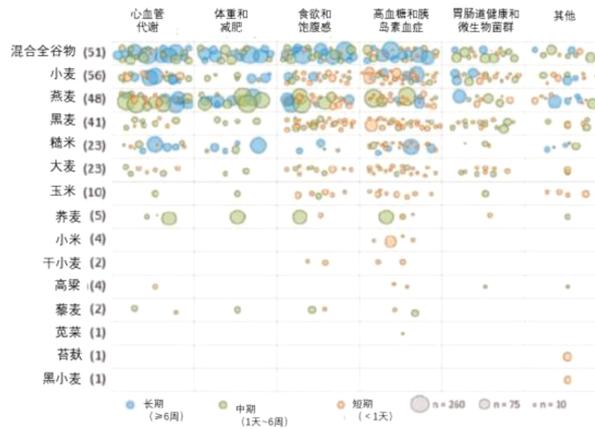
图 1 (a) 膳食纤维类型或来源和微生物菌群相关其他健康结局干预试验加权散点图. (b) 膳食纤维类型或来源和微生物菌群相关健康结局加权散点图. 简写: GI, 胃肠道; SCFA, 短链脂肪酸; NSP, 非淀粉多糖.

可视化形式展示了微生物菌群相关的研究证据。从图中可以明显发现此类研究通常会纳入胃肠道功能与健康、高血糖和胰岛素血症、血脂和胆固醇等健康结局数据。

全谷物数据库和证据图

鉴于膳食纤维数据库的成功及利用价值，塔夫茨大学联合通用磨坊 BIHN 创建了一个全谷物数据

库。与膳食纤维相似，全谷物种类繁多，包括燕麦、小麦、大米和玉米。关于全谷物与健康指标的科学评估具有极大挑战性，因为针对“全谷物”的研究，通常是包含多种全谷物混合的膳食，很难区分是某一种全谷物（如，燕麦）的健康作用。同时，每种全谷物籽粒都由胚乳、胚芽和麸皮组成，不同种属的全谷物其碳水化合物、蛋白质、脂肪、微量营养素和其他植物化学物质含量也不同。因此，一种全谷物的健康



- 1.混合全谷物组包含两种或多种全谷物、全谷物膳食和未明确指出成分的全谷物食物（如全谷物面包）
- 2.其他健康结局包括：运动能力、微量元素状况、临床血液及尿液检测和其他代谢产物。

图中每一个气泡均表示一篇文献研究，气泡的大小与研究样本量有关。如果某些研究中涉及多种膳食纤维干预或健康终点，所以相关文献在散点图中可能出现多次引用。但是在单独的横截面中，并不会重复出现。本图并未展示出健康结局效应，如本图并未反应出全谷物与健康终点有影响。

图 2 全谷物干预与不同健康结局文献数据加权散点图

简写: GI, 胃肠道; WG, 全谷物。

益处 (例如，燕麦具有降血胆固醇作用)，可能与其他谷物 (例如，糙米) 没有明显相关性。

全谷物数据库和证据图也突出强调了，目前还缺少关于全谷物数量和类型以及研究合规性等相关标准化报道流程。目前各组织机构对全谷物的定义不同，没有达成普遍共识⁵⁻⁸。统一“全谷物”和“全谷物食品”的定义，将会极大促进营养学研究的一致性。实验研究方案及报道格式的标准化，有助于系统综述各项研究结果，为营养科学研究和公共卫生政策制定提供坚实基础。

以全谷物与健康为关键词进行检索，可得 1700 篇干预实验文献。但是，通过阅读摘要和全文筛选，可排除近 1500 篇无关文献，最终只有 200 多篇文献纳入数据库。纳入标准和排除标准详见 2018 年 Sawicki 等人⁸发表的文献。

图 2 是全谷物和健康结局的加权散点图。与图 1 不同，本图中增设了试验持续时长变量。每个圆圈代表一项临床试验。圆圈的颜色代表了试验持续时长，短期 (≤ 1 天)、中期 (1 天~6 周) 或长期 (≥ 6 周)。图 2 结果显示，关于燕麦对心血管代谢终点的研究多为中长期。完整证据图及加权散点图，详见 Sawicki 等人⁸发表的文献。

与膳食纤维数据库不同，全谷物数据库是由国际生命科学学会 (ILSI) 北美分会技术委员会和通用磨坊 BIHN 联合创建的，其数据暂时还未对外公开。但是，通用磨坊 BIHN 已经意识到全谷物数据库和证据图对致力于全谷物对健康作用效应研究群体的重要价值。作为全谷物干预试验的重要来源，该数据库将有助于开展最新的干预研究，有利于试验研究的系统综述。因此，通用磨坊 BIHN 鼓励政府监管部门和卫生监管部门，通过线上申请来获得数据库的访问权限。更多信息，请联系本文通讯作者。

结论

随着营养研究方法不断发展，总结有关膳食纤维和全谷物研究也愈发复杂。证据图应运而生。它是一种有效证据总结方法，有助于发现文献研究的空白或差距，汇总关键试验设计因素，促进未来研究工作的开展。例如，图 1a 通过可视化加权散点图清楚的显示出，具有肠道微生物菌群调控性膳食纤维与骨健康指标变化相关的研究相对缺乏⁹。关于全谷物的 meta 综述很多，但大多数都是基于观察性研究数据。全谷物数据库和证据图有助于发现干预试验的信息，

尤其是关于研究较少的小米、高粱、藜麦、苋菜、苔麸和黑小麦等全谷物的研究。研究结果提示，全谷物与健康益处相关研究，除了全麦粉以外，还应该涵盖以上提到的各种全谷物类型。在此基础上，分析试验的干预时长与不同健康终点之间的关系，如对全谷物消费者心血管代谢风险、饱腹感和体重减轻作用可能更明显。

致谢：

本文源于2018年5月11日在中国北京召开的“全谷物、膳食纤维与健康”研讨会。该研讨会是由国际生命科学学会中国办事处、中国食品科学技术学会、中国疾病预防控制中心营养与健康所和科信食品与营养信息交流中心共同举办。

研讨会及出版物由百事、雀巢、益海嘉里、安利、麦当劳和星巴克支持，并向非企业的报告人提供差旅费，以便参加本研讨会。没有向报告人提供资金来编写本增刊中的文章。

本文仅对文献作者观点进行概述，不一定代表研讨会主办方或资助方任何观点、立场或政策。

作者的贡献：N.M.M. 和 K.B.M 起草该文章；K.A.L. 负责管理膳食纤维与营养健康证据数据库的开发。C.M.S. 负责管理全谷物数据库的开发。K.A.L. 和 C.M.S. 生成用于创建证据图和加权散点图的描述性统计。N.M.M. 全面审核了数据库的建立和证据图结果的解释。所有作者都对该文章进行了严格的审查、修改和审核。

资金资助：膳食纤维与营养健康证据数据库由国际生命科学学会北美分会（ILSI NA）膳食纤维技术委员会支持。ILSI NA 是一个公开的、非营利性组织，通过资助研究项目、举办学术交流研讨会和培训班、出版物，提供深入学习营养质量和食物供给安全

的机会。该组织本身是通过接受其会员企业的支持维持运营。全谷物数据由通用磨坊贝尔健康与营养研究所支持。ILSI NA 和通用磨坊 BIHN 的科学家们，在膳食纤维数据库和全谷物数据库创建过程中分别给出反馈建议，主要局限于潜在感兴趣的变量。研究负责人参与所有讨论过程，并处理相关反馈意见。

利益声明：作者 N.M.M.，由研究发起者通用磨坊 BIHN 赞助及 ILSI NA 膳食纤维与营养健康证据数据库维护经费资助。其余作者没有相关利益需要声明。

参考文献

1. United States Food & Drug Administration. Food labeling & nutrition: questions and answers on dietary fiber. 2019. Available at: https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/questions-and-answers-dietary-fiber#define_dietary_fiber. Accessed June 10, 2019.
2. Livingston KA, Chung M, Sawicki CM, et al. Development of a publicly available, comprehensive database of fiber and health outcomes: rationale and methods. *PLoS One*. 2016;11:e0156961.
3. Howlett JF, Betteridge VA, Champ M, et al. The definition of dietary fiber —discussions at the Ninth Vahouny Fiber Symposium: building scientific agreement. *Food Nutr Res*. 2010;54:10.3402/fnr.v54i0.5750. doi:10.3402/fnr.v54i0.5750.
4. Sawicki CM, Livingston KA, Obin M, et al. Dietary fiber and the human gut microbiota: application of evidence mapping methodology. *Nutrients*. 2017;9:125.
5. Ferruzzi MG, Jonnalagadda SS, Liu S, et al. Developing a standard definition of whole-grain foods for dietary recommendations: summary report of a multidisciplinary expert roundtable discussion. *Adv Nutr*. 2014;5:164–176.
6. Korczak R, Marquart L, Slavin JL, et al. Thinking critically about whole-grain definitions: summary report of an interdisciplinary roundtable discussion at the 2015 Whole Grains Summit. *Am J Clin Nutr*. 2016;104:1508–1514.
7. Ross AB, van der Kamp JW, King R, et al. Perspective: a definition for whole-grain food products – recommendations from the Healthgrain Forum. *Adv Nutr*. 2017;8:525–531.
8. Sawicki CM, Livingston KA, Ross AB, et al. Evaluating whole grain intervention study designs and reporting practices using evidence mapping methodology. *Nutrients*. 2018;10:1052.
9. Weaver CM. Diet, gut microbiome, and bone health. *Curr Osteoporos Rep*. 2015;13:125–130.