

硕士学位论文

论 文 题 目 基于五行理论的糖尿病饮食管理平台设计与实现

作 者 姓 名 田家珍 类 别 台港澳生

指导教师姓名 沈红艺 研究员

专 业 名 称
及授予学位类型 中医基础理论 医学科学学位

论文答辩日期 2019 年 5 月 16 日

学位授予单位 上海中医药大学

2019 年 5 月 8 日

独创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是我个人在导师及指导小组成员指导下进行的研究工作，整个研究工作本着实事求是的科学态度，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。本人同时遵守上海中医药大学有关知识产权保护的相关规定，并承担相应法律责任。

本研究的经费来源于 校级课题（A1-U16302020104）。

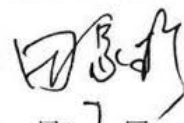
学位论文作者签名： 签字日期：2019 年 6 月 17 日


学位论文版权使用授权书

本人完全了解上海中医药大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。本学位论文作者授权上海中医药大学可将本学位论文的全部或部分内容编入中国知网相关数据库（《中国博士学位论文全文数据库》、《中国硕士学位论文全文数据库》）进行检索。

本学位论文：☒ 公开 / ☐ 保密（___年），解密后适用本授权书

（请在以上方框内打“√”）

学位论文作者签名：
签字日期：2019 年 6 月 17 日

研究生导师签名：
签字日期：2019 年 6 月 17 日

学位论文答辩委员会成员名单

姓 名	职 称	工作单位	备注
李西林	教授	上海中医药大学	主任
倪红梅	教授	上海中医药大学	委员
马赞颂	副主任医师	复旦大学附属第五人民医院	委员

*备注栏内请注明答辩委员会主任或委员。

目 录

中文摘要、关键词	I
英文摘要、关键词	II
引 言	IV
英文缩略词	VI
第一部分 文献研究部分	1
1 五行学说与食疗	1
1.1 五行学说是中医食疗的理论基础	1
1.2 食疗理论的发展概况	1
2 中医对糖尿病的认识和食疗实践	3
2.1 中医对糖尿病的认识	3
2.1.1 病名	3
2.1.2 病因病机	4
2.1.3 中医对糖尿病发展规律的认识	4
2.2 历代医家对糖尿病食疗的实践举隅	6
3 糖尿病饮食管理的现代营养学研究及应用	7
4 中西医结合糖尿病饮食管理的优势	8
4.1 疾病未生阶段	8
4.2 既病未盛阶段	9
4.3 既病防变阶段	9
5 移动医疗背景下糖尿病的饮食管理	9
第二部分 基于五行理论的糖尿病饮食管理平台的设计 ...	11
1 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的设计	11
1.1 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的设计原则	11
1.2 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的平台构成	11
1.3 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的 Logo	11
1.3.1 图示	12

1.3.2 含义	12
1.4 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的版块功能	12
1.4.1 入库食物的筛选	13
1.4.2 个性化的推荐	13
1.4.3 数据的记录与回顾	13
1.4.4 线上互动	13
1.4.5 线下定量餐具的配合度	13
2 糖友五色定量餐盒的设计	14
2.1 定量餐盒结构设计的依据	14
2.2 定量餐盒的容量设计	15
3 食材生熟前后的重量与体积变化的实验	16
3.1 实验材料和仪器	16
3.2 样品处理及过程	17
3.3 实验结果与分析	17
3.4 结论	179
第三部分 基于五行理论的糖尿病饮食管理平台的实现 ...	21
1 糖尿病中医五色饮食管理 APP 用户端各模块功能实现 ...	21
1.1 用户信息模块	21
1.1.1 注册与登陆界面	21
1.1.2 个人信息录入	21
1.2 首页模块	22
1.2.1 低 GI 食物搜索区	22
1.2.2 推送区	22
1.2.3 用户信息区	23
1.2.4 食谱推荐区	24
1.3 其它功能栏目区	27
1.3.1 个人中心-我的	27

1.3.2 记录回顾区	28
1.3.3 门诊预约区	29
1.3.4 食谱记录添加区	29
1.3.5 商城区	30
2 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的操作流程	31
3 糖尿病中医五色饮食管理 APP 管理端的管理功能实现 ...	31
3.1 首页	31
3.2 用户的总数	32
3.3 食物数量	32
3.4 轮播推送区管理	33
3.4.1 轮播图数量	33
3.4.2 会员短消息推送	34
3.5 门诊数量	34
3.5.1 医师信息管理	34
3.5.2 用户门诊预约管理	35
3.6 意见反馈	36
3.7 食谱库数量	37
3.7.1 录入	37
3.7.2 更新	38
3.7.3 搜寻	38
4 定量餐盒的成品图与功能实现	39
4.1 800ml 食谱组成与装盒呈现	39
4.2 600ml 食谱组成与装盒呈现	40
4.3 取得成果	40
结 论	41
致 谢	42
参考文献	43

附录	46
附录 1 文献综述	40
附录 2 参加学术会议情况	51
附录 3 《中国 2 型糖尿病膳食指南》	51

中文摘要

目的：

饮食治疗是糖尿病综合治疗中最基础的治疗手段。我国目前普遍使用以食物交换份法为主的饮食治疗方法，专业性较强，多数患者离开医务人员的面对面指导后，难于长期坚持。为了帮助糖尿病患者更好地执行饮食治疗，我们在中医五行理论指导下，结合现代营养管理，运用成熟的手机应用程序技术，设计开发了中医五色饮食管理 APP 平台。该平台包括糖友五色饮食管理 APP 和一种符合中国人饮食习惯的定量餐盒。该平台的功能实现，旨在让我国糖尿病患者可以更便捷地获得中医特色的个性化营养指导，更有助于糖尿病患者实现和维持健康的饮食行为，有效控制糖尿病病程的发展。

方法：

采用文献研究方法，分析现有糖尿病饮食教育方法的差异与医患双方需求，开展糖尿病饮食治疗的中医文献搜集和整理。以“五行学说”为指导，以“五谷为养”的传统膳食结构和“天人相应”的四时节气特点，设计糖尿病饮食的食物构成。以“四时节气”为特色板块，按照《中国居民膳食指南（2016 版）》和《中国 2 型糖尿病指南（2017）》的要求，运用食物分类法、热量控制法、GI 值和 GL 值等，设计糖尿病中西医结合的营养治疗食谱和相关流程，使用 Version 1.3.0 作为后台管理系统，完成了一个界面操作简单、医患互动的糖尿病中医五色饮食管理 APP。

采用实验研究方法，选取糖尿病患者常用蔬菜类食物 30 种，进行生熟前后重量和体积变化范围的实验研究，以确定不同的蔬菜的生重熟体积比值，并据此规定了餐盒五个分格的容量，设计并生产了将烹饪好的熟食定量分装、快速判断膳食平衡的一种健康餐盒，在线下搭配 APP 使用。

结果：

基于中医、西医对糖尿病饮食治疗的理论和实践，设计并完成了操作简单、医患互动的糖尿病中医五色饮食管理 APP，设计并生产了一种将熟食定量、并快速判断膳食平衡定量餐盒。

结论：

糖尿病中医五色饮食管理 APP 平台的设计和实现，将有助于提高糖尿病患者饮食治疗的依从性，实现和维持健康的饮食行为。为我国糖尿病饮食治疗提供可行的便捷方式。

关键词：

糖尿病；中西医结合；五行学说；营养学；饮食管理 APP

Abstract

OBJECTIVE :

Diet therapy is the most basic treatment for Diabetes Mellitus (DM). Diet therapy is the diabetes mellitus. Currently the most adapted clinical method for treating Diabetes Mellitus diet therapy in China is, “The Diabetic Food Exchange” method, in which a patient’s diet is managed by calculating one’s Body Mass Index (BMI) to determine a patient’s basic food groups and daily portion allowances. Due to the complicated and intricate nature of these calculations, usually guided by the health professionals, it is uneasy for the patient to follow through his or her own health management even after being discharged by the hospital or health institutions. In order to achieve better management results among Diabetes Mellitus diet therapy patients, we propose an innovative combination of mobile applications technology (APP) with Traditional Chinese Medicine’s (TCM) Five-Elemental theory and current understandings in nutritional therapy. Furthermore, while the mobile application is specifically designed to personalize Diabetes Mellitus diet therapy patient’s diet therapy and enhanced by recipe recommendations based on Traditional Chinese Medicine fundamental theory, another supplemental project in which we developed, the “Food Exchange Lunch Box” is specifically adapted to the modern Chinese lifestyle. We hope by implementing our research projects, a Diabetes Mellitus patient can take action into his own health; adhering to his diet therapy by using the mobile application along with the lunchbox, thus successfully controlling the development of the disease.

METHODS:

This research begins from a systematic approach with literature review. We focus on the educational methods of Diabetes Mellitus dietary management; critical evaluation of these methods, results, and doctor-patient feedbacks. Then, through further literature reviews in current Traditional Chinese Medicine studies of Diabetes Mellitus. We develop the mobile application research project in accordance to the following: Traditional Chinese Medicine’s “Five-Elemental theory”, “Grains as Nourishment” based traditional dietary structure, “Tien-Ren” seasonal correspondence, “Chinese Dietary Guidelines (2016)”, “Chinese Type 2 Diabetes Guide (2017)”, “Food Exchange Method”, “Caloric intake control”, “Glycemic Indices”, “Glycemic Load”, and recipe development with application management tools to achieve results in Traditional Chinese Medicine integrated Diabetes Mellitus

diet therapy. The mobile application uses Version 1.3.0 as the background management system, to create an interactive, simple operation, TCM-DM diet management tool.

In accordance to experimental research, the “Food Exchange Lunchbox” and its guided recipes are conducted through 30 different common foods for diabetics. The raw and cooked states of various food items are measured by its volume and weight to determine the exact ratio and measurement of the “Food Exchange Lunchbox” thus quickly help users to determine the correct portion sizes of cooked food as guided by the mobile application.

RESULT:

The TCM-DM diet management mobile application project is completed and implemented through the integration of practical theory in Traditional Chinese Medicine and western diet therapy, to create an interactive, simple operation, TCM-DM diet management tool, which can ration cooked food and judge the diet balance quickly. The projects work together hand-in-hand easily to implement Diabetes Mellitus diet therapy diet management with simple recipes that are quantified by the product and the interactive mobile application platform.

CONCLUSION:

The design and function realization of the TCM-DM diet management mobile application project will improve the compliance of diabetes patients with diet treatment and achieve and maintain healthy diet behavior. To provide a feasible and convenient way for dietary treatment of diabetes mellitus in China.

KEY WORDS:

Diabetes; Integrative Chinese and Western Medicine; Five Elements Theory; Nutrition; Diet Management APP

引言

众所周知，糖尿病是并发症最多的一种慢性疾病，其危害涉及全身各器官，如微血管阻塞的糖尿病肾病、糖尿病性视网膜病变，因周围神经病变导致的糖尿病足等。其中，大血管病变导致的糖尿病性心脏病和糖尿病性脑血管病致死率颇高。

根据国际糖尿病联盟（IDF）公布的数据^[1]：截至 2015 年，全球总人口中有 4.15 亿成年糖尿病患者，预计 2040 年再增长到 2.27 亿。也就是 20 年后，成年人中健人与糖尿病患者比例将高达 10:1。除了自身基因及环境因素外，肥胖已成为现代人罹患 2 型糖尿病（type 2 diabetes mellitus, T2DM）的重要危险因素。据报道^[2]，我国糖尿病患者中超重和肥胖的比例分别为 41% 和 24.3%，将近 2/3 的糖尿病患者处于超重和肥胖状态，表明肥胖和 T2DM 关系密切。

我国糖尿病专家向红丁教授早在 1995 年就提出的糖尿病的科学综合治疗五项原则，即饮食疗法、药物治疗、血糖监测、运动疗法及糖尿病教育五个方面，又称“五架马车”^[3]。其中，饮食疗法是其中最为关键根本的，无论处于病程哪个阶段，所有的糖尿病患者都应长期坚持、严格执行饮食疗法。可见，糖尿病的膳食干预显得尤为重要。

三十年来，随着社会经济的快速发展，我国居民的饮食结构已经发生了根本性的变化，日常摄入大量动物性脂肪和蛋白质，而膳食纤维和维生素作为机体正常运作必要的营养成分，摄入量却极为缺乏。饮食结构上放弃了最符合中国人的“五谷为养、五菜为充、五畜为益、五果为助”（《素问·藏气法时论》）传统膳食结构。有研究总结喜好油荤、少食蔬菜、嗜食甜食、食量过多等是导致糖尿病和肥胖的重要饮食因素^[4]。加上平日静坐少动、以车代步的不良的生活方式，进而发生糖耐量低减，最终发展为 T2DM 患者。同时，中医观点也认为“因纵口味，五味之过，疾病蜂起”（《格致余论·饮食箴》）饮食结构的偏嗜，造成了疾病的发生。另外，中国人饮食结构中碳水化合物比率偏高，所以糖尿病前期人群中糖耐量减低者比率偏高，糖耐量减低者在不干预治疗的情况下平均每年有 10%~15% 的自然转归发展成为 T2DM。因此，及早进行有效的饮食干预，可减低糖耐量减低向糖尿病转归机率，从而达到降低糖尿病发病率^[5]。可见，开展对超重和肥胖人群的膳食干预，是预防及控制 T2DM 的重要措施之一。

以往的糖尿病膳食管理是专业人员在一对一或群体情况下，指导患者进行每日膳食摄入总热量的控制。糖尿病膳食热量的计算方式多以食物称重法和食物交换份法进行计算，对于患者而言难以记忆且操作不便，依从性差。研究发现^[6]，传统的糖尿病干预措施是以患者为中心的方法，需要长期使用、短期随访和定期强化才能有效。但因此所产生的费用高昂，难以在初级医疗机构中长期维持。而

移动医疗由于价格低廉且实用，可弥补其不足。国内外研究发现使用移动医疗干预可以显著改善慢性疾病的预后^[7,8]。许多国外研究结果证实，APP 程序在糖尿病管理中的使用已显示可以适度改善血糖控制^[9-13]。

目前我国糖尿病膳食管理一直沿用的是基于现代营养学的热量计算法、食物交换份法和一对一的健康饮食教育。在离开医院或机构后，绝大多数患者的饮食需要自我管理，以上两种方法专业性较强，操作较为复杂，患者在日常生活中难于长期坚持。

随着智能手机的普及，手机 App 作为糖尿病管理工具可以提高糖尿病患者在饮食、运动、血糖监测、用药方面的自我管理行为水平^[14]。膳食干预 APP 尽管廉价新颖，据调查，糖尿病患者对 APP 的满意度最低仅为 13%、最好可达 92%，优劣差异极其显著^[15,16]。说明仅仅依靠 APP 线上管理，不足长期让患者提高使用意愿。务必以 APP 作为平台互动，利于患者线下价值共创活动的实现（即线下体验），才能促进患者对长期 APP 使用的意愿^[17]。因此，线下提供简便操作的膳食定量工具，结合线上定量化食谱干预，将极大利于提高患者的使用意愿及有效性。

中医“五行学说”理论和“五谷为养”的平衡膳食原则，尤其适合指导糖尿病患者及糖耐量减低的超重肥胖者的营养管理。《中国 2 型糖尿病指南（2017）》也特别增加了“糖尿病与中医药”章节，认为“中医药在 DM 的三级预防中发挥着重要的作用，为 T2DM 防治提供了更多的选择”^[18]。

因此，在移动医疗背景下如何将中医传统食疗理论和实践方法与现代营养学有机整合，提出符合中国人饮食文化习惯的糖尿病膳食管理新模式，有助于优化我国糖尿病的饮食治疗。本课题研究设计的糖尿病中医五色饮食养管理平台，希望能为糖尿病饮食管理 APP 的开发和功能实现拓展新思路^[19]。

英文缩略词

英文缩写	英文全称	中文词义
DM	Diabetes Mellitus	糖尿病
T2DM	Type 2 Diabetes Mellitus	2 型糖尿病
TCM	Traditional Chinese Medicine	中国传统医疗
BMI	Body Mass Index	身体质量指数
APP	Applications Technology	手机应用程序
GL	Glycemic Load,	血糖负荷
GI	Glycaemic Index	血糖生成指数

第一部分 文献研究部分

1 五行学说与食疗

1.1 五行学说是中医食疗的理论基础

五行，最早源自商朝“五方”的概念和春秋时期的“五材”概念。五行学说是中医学重要的基础理论，其借由木、火、土、金、水之象，演绎中医五脏、六腑、五体、五味等藏象的属性及其生克承制关系，形成了中医独特的五行思维模式。

《素问·六节藏象论》曰：“天食人以五气，地食人以五味”，《素问·六节藏象论》曰：“五味入口，藏入肠胃，味有所藏，以养五气……”，《黄帝内经》早已认识到食物的五味与五脏关系的正常是人类生存和维持健康的根本。

《黄帝内经》还详细论述了“五味所入”、“五味所伤”等食物五味与五脏生理、病理之间的对应关系。如《素问·宣明五气篇》云：“酸入肝，辛入肺，苦入心，咸入肾，甘入脾”、《素问·五藏生成篇》曰：“心欲苦，肺欲辛，肝欲酸，脾欲甘，肾欲咸”、《灵枢·九针》云：“酸走筋，辛走气，苦走血，咸走骨，甘走肉”等，是“五味所入”的生理对应；《素问·生气通天论》云：“味过于酸，肝气以津，脾气乃绝……味过于辛，筋脉沮弛，精神乃央”，以及《素问·五藏生成篇》谓：“多食咸，则脉凝泣而色变……多食甘，则骨痛而发落”等则是“五味之所伤”的病理对应。

此外，在世界营养科学史上，最早提出平衡饮食观点的是《黄帝内经》的“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充，气味和而服之，以补精益气”（《素问·藏气法时论》）的五行结构模式。《素问·金匱真言论》云：“东方青色，入通于肝……其味酸，其类草木，其畜鸡，其谷麦……北方黑色，入通于肾……其味咸，其类水，其畜彘，其谷豆”，其论述依据食物种类和特性的不同，将五谷、五果、五菜、五畜、五脏一一对应，构成了五行食疗的基本构架。

可见，《黄帝内经》中有关饮食五味与五脏生理病理的论述，为后世医家在医疗实践中重视食疗养生奠定了理论基础。

1.2 食疗理论的发展概况

远古时期，人们通过火来煮熟食物来降低患病风险、增强体质，并逐渐发现部分食物通过长期食用，也可以治疗或辅助治疗许多疾病，中医食疗由此萌芽。

《汉书·食货志》曰：“酒为百药之长”，酒不但可作为饮品，更可以此为溶剂制作药酒，其发明和利用对于中医食疗的发展起到了正面而积极的作用。

周代《周礼·天官冢宰》记载，医分“食医、病医、疾医、兽医”四种，充分体现了古人对“食为医用”的重视。食医主要负责以“五味、五谷、五药养其

病”，可见当时医者善于通过食物五味的调和来调摄人体。

《山海经》反映了西周至春秋战国时代的食疗养生情况。其中记载了多种既是食物又是药物的食材，说明当时人们已掌握这些食物的食疗作用。

《神农本草经·上经》除了百余种药品上品外，还记录了果菜、米食上品 22 种，其谓之：“为君，主养命以应天……欲益气轻身不老延年者，本上经”，证明饮食既可为食养之饮食，亦可为治疗之药食。

春秋战国时期的《黄帝内经》全面总结了春秋战国及以往的食疗成就，奠定了食疗的理论基础。《素问·平人氣象论》云：“人以水谷为本”，即水谷经脾胃运化，将水谷精微物质化生气血转输至全身，维持生理机能的正常。与现代营养学的观点是高度一致的：人的生存依赖饮食为根本，水和碳水化合物是一切生物体维持生命活动所需能量的主要来源。对于营养不良者，《灵枢·邪气藏府病形篇》道：“诸小者，阴阳形气俱不足，勿取以针，而调以甘药也”。这里的“甘药”等同于《神农本草经·上经》里的“上品药”，是性味甘美、作用平和、补益为主、对人体没有毒副作用的药物，也即现代意义上的药食同源性食物，充分体现了寓治于食。

东汉张仲景在《金匱要略》中提及的补品有粳米、赤小豆、薏仁、小麦、葱、薤等 18 种，有米药合用的经典方，如竹叶石膏汤、白虎汤；也有用大剂量的食物与药物组方，如赤小豆当归汤排脓血除湿热、当归生姜羊肉汤治疗寒疝腹痛，《伤寒论》的黄连阿胶汤等。在饮食宜忌方面，有“猪肉落水浮者，不可食”等观点，强调饮食宜忌对健康和防病的重要性。

至唐代，食疗已成为各大医家在医疗实践中不可或缺的组成部分，“食当入药”获得临床医家的广泛认可，中医食疗进入成熟阶段，成为独立的学科。孙思邈在其著作中多次提及“以食入药”或“以药为食”的主张，强调“安生之本，必资于食”，《千金要方·食治》云：“为医者当须洞晓病源，知其所犯，以食治之，食疗不愈，然后命药”，《千金翼方·养性·养老大例》曰：“君父有疾，期先命食以疗之，食疗不愈，然后用药”，对老年患者极力推崇食物与药物两者并举互补。张鼎在孟诜《补养方》的基础上增补改编的《食疗本草》是我国第一部食疗专著，所录食疗经验具实操性，药物来源遍及各地，食物宜忌、毒性及地区性也详加考虑，不失为唐代食疗专著相当系统全面的著作。此外，昝殷的《食医心鉴》共收录药粥五十余方，其中“酿猪肚方”，用猪肚、猪脾以脏补脏，人参健脾，粥米养胃，佐以陈皮行气消滞，其配伍原则至今仍有参考价值，为后世药粥疗法奠定了基础。

宋代对医学重视及活字印刷术的发展，用饮食治病防病已相当普遍。当时的

两大医学巨著《太平圣惠方》特别专卷记载神仙（养生）方及补益方；《圣济总录》特别增加“食治门”篇章，收录了许多养生和杂治的食疗名方。此外还有以茶点饮料、糕饼果品为烹饪形式的食疗著作《山家青洪》，和适于老年人补养粥的《养老奉亲书》等，宋代的食疗以其内容丰富、形式多样，达到了完善发展期。

金元四大家也极为重视食疗可以补虚扶正，李东垣提倡“补脾胃以养元气”，张从正认为“精血不足当补之以食”。邹铉的《寿亲养老新书·序》曰：“人若能知其食性，调而用之则倍其胜药也”，足见当时人们对于食疗的效果评价颇高。元代宫廷饮膳医忽思慧等“重食轻药”，其撰写的《饮膳正要》不仅附图记载了食物养生与医疗作用，还详细记载了“养生避忌”、“妊娠食忌”、“四时所宜”、“乳母食忌”等论述，将饮食调养作为养生的首要任务，将我国的食疗从“食治”发展到“食补”，中医食疗的内涵从治疗扩展到“食养”。

明代李时珍药学巨作《本草纲目》对明代及前人的食疗验方做了大量收集，其中谷部、菜部、果部的食物种类就达 300 余种，书中列有食疗相关内容，如“服药食忌”、“饮食禁忌”等，更专部介绍药粥，在中医学历史上对食疗的做出极大贡献。朱橚《普济方·食治门》：“治粥为身命之源，饮膳可代药之半”，着重介绍了药粥治病的确切功效，并收录了药粥 180 方，契合了《黄帝内经》食疗理论“五谷为养”的中医食疗理论基础。卢和《食物本草》主张多食素菜，少食肉类，益于身体，十分贴近现代营养学理论，极具参考价值。

清代至近代，食疗开始注重美味可口与营养价值的并重，此时大量有关食疗养生的著作面世。章杏云《调疾饮食辨·发凡》云：“患者饮食，借以滋养胃气，宣行药力，故饮食得宜足为药饵之助，失宜则反与药饵为仇”，将 600 余种食物分为六大类，详述性味、食疗作用及禁忌。叶天士所创的“五汁饮”以其“胃以喜为补”论点来养胃生津，沿用至今。沈李龙《食物本草会纂》、张锡纯《医学衷中参西录》、许克昌《外科证治全书》、赵学敏《本草纲目拾遗》等均记载了相当丰富的食疗方。

直至当代，国力强盛、物质丰足，国家大力推广中医药文化，中医食疗也随之得到了快速的发展。各大高校纷纷设置中医营养专业，开展中医食疗的专业化教学和人才培养，充分发挥中医食疗在治未病中的重要作用，食疗的临床应用及现代化研究也进入了兴盛阶段。

2 中医对糖尿病的认识和食疗实践

2.1 中医对糖尿病的认识

2.1.1 病名

糖尿病，中医称之为消渴，首见于《素问·奇病论》曰：“此人必数食甘美

而多肥也，肥者令人内热，甘者令人中满，故其气上溢，转为消渴”。《临床中医内科学》对消渴的解释是由于多种原因导致阴精亏损，燥热偏盛，临床以多饮、多尿、多食、形体消瘦，或尿有甜味为特征的一种疾病^[20]。“消瘴”、“肺消”、“膈消”、“消中”等，均为本病的别名。

2.1.2 病因病机

消渴病的形成因素不外乎外感六淫、内伤七情、饮食不节、劳逸失度、禀赋不足，以下将着重论述饮食不节造成消渴的病因病机。

2.1.2.1 过食肥甘滋腻

先秦时期，《素问·经脉别论》曰：“凡治消瘴……甘肥贵人，则高粱之疾也”长期过食肥甘会导致胃纳失常、脾失健运、升降失常，体内精微无法运化输布，久而导致机体失养，形成消渴。《素问·奇病论》云：“……此肥美之所发也，此人必数食甘美而多肥也，肥者令人内热，甘者令人中满，故其气上溢，转为消渴”。脾主运化，长期过食肥甘会导致脾气受损，运化不及，陈气结于中焦，则人体湿热内盛，内热灼津，阴伤津亏，形成消渴。

宋代医家赵信在其著作《圣济总录》曰：“肥美之过，积为脾瘴，瘴病既成，乃为消中，皆单阳无阴，邪热偏盛故也”，同样认为多食厚腻肥美之物，导致脾失运化，痰湿郁积生热，内热炽灼中焦，形成消中。

2.1.2.2 饮酒无度

《丹溪心法·消渴》云：“酒面无节，嗜食炙博……于是炎火上熏，脏腑生热，燥热炽盛，津液干焦，渴饮水浆而不能自禁”酒精等辛燥之品多食易助火生痰，耗伤脾肺之气，导致肾中真水不足、津液亏耗，无法上调水液至肺脏而至口渴欲饮。孙思邈在《备急千金要方·卷第二十一》云：“凡积久饮酒，未有不成消渴”，其认为“积久饮酒”酒性酷热，热积于内，灼熏脏腑，而成消渴；酒客“脯炙盐咸无度”，此物燥热，久食使三焦聚热，五脏干燥，此二者乃饮食不节造成消渴病形成及发展的罪魁祸首。

综上所述，古人认为过食肥甘、过食辛香燥烈、饮酒无度等饮食不节行为是消渴病的主要发病因素，而现代研究也印证了这一观点^[4]。

2.1.2.3 七情所伤

《灵枢·五变》云：“其心刚，刚则多怒，怒则气上逆，胸中蓄积，血气逆留，腠皮充肌，血脉不行，转而为热，热则消肌肤，故为消瘴”。长期易怒的情志刺激，会引起消渴病的产生。国外研究^[21]，也印证了心理因素会导致饮食行为的改变，从而导致糖尿病的发生。

2.1.3 中医对糖尿病发展规律的认识

现代中医认为糖尿病可以分为早期、发生期、发展期和后期四阶段，各阶段表现分别为郁、热、虚、损。早在《素问·奇病论》中就已指出消渴的病因是“有病口甘者……名曰脾瘅。……此人必数食甘美而多肥也，……，转为消渴”。此时期的中医已认识到嗜食肥甘是糖尿病的重要致病因素。

糖尿病前期，属于“脾瘅”范畴^[22]。其病因以因久食肥甘，脾虚生湿所导致的食郁是最为常见。范梦男^[23]发现糖尿病前期患者胰岛素抵抗患者，多为痰湿体质，而胰岛素抵抗的情况与胃动力障碍有明显关联^[24]。饮食积滞于脾胃，久之生热，阴津耗伤则亏，阴亏则热又生，形成恶性循环，进入消渴病的发生期。此时胃热则消谷善饥，肺热则口渴引饮，热及肾和膀胱则溲多频下，日渐形成“三多一少”的临床症状。当上述燥热与阴虚互为因果不断循环，五脏六腑皆受影响，此时糖尿病进入发展期。火盛则气衰，津亏则气耗，演变为气阴两虚。而阴可及阳，气亦可及阳，最终导致阴阳两虚。而以虚为本，又可致使湿热痰瘀等病理物的产生，标本相互作用，本虚至极，日久则伤络，导致各个脏腑的损害，此时则为糖尿病后期。

隋代巢元方在《诸病源候论》云：“其病变多发痈疽，此热气留于经络不引，血气壅涩，故成痈脓”，提出了在消渴病后期经络被热气壅滞未得宣发，导致气血不和而成痈疽的并发症，即现代医学的糖尿病足。

金代刘完素则明确提出消渴病分为上消、中消、肾消，其病位在三焦，认为三消皆因体内热气郁结引发的燥热亢盛所致。提出了“上消，治宜流气润燥；中消，法云宜下之；肾消，治法宜养血以肃清”的治则。同时在其《三消论》中论述了消渴燥热怫郁耗伤真阴引发的变证，如“夫消渴者，多变聋盲、疮癣、痼痒之类，皆肠胃燥热怫郁，水液不能浸润于周身故也”，刘氏对于消渴病变证的论述，让后世医家在治疗消渴病的过程中养护阴津与防止变证发生起到了提示作用。同一时期，张从正在《儒门事亲》总结了消渴病的演变进程“上甚不已，则消及于肺；中甚不已，则消及于脾；下甚不已，则消及于肝肾；外甚不已，消及于筋骨。四脏皆消尽，则心始自焚而死矣”。消渴病的病情进程按由上及下，由表及里，由脏及腑的顺序，最终伤及心脏而亡。

明代李梴认为消渴病“本在肾，标在肺”，在其著作《医学入门·消渴论》提出分阶段治疗的理论，其谓：“初以养肺降心，久则滋肾养脾”，认为消渴病的口渴是由于肺失濡养而导致，其为标，而肾中虚冷无力升化水气达肺才是此症根本。

清代医家对消渴病病因病机的认识聚焦于肾阴虚与脾胃湿热两个观点。怀远与陈士铎皆认为消渴因肾水不足所致，陈氏提出“治法必须补肾中之水，水足而

火自消”的理论，以滋补肾阴达到去除体内燥热的目的。

及至现代，随着科学研究的不断深入，在降低糖尿病发病率、控制糖尿病并发症、控制医疗成本、提高患者生活质量等方面，西医和中医优势互补，达成许多共识，早在1998年出版了《中西医结合糖尿病治疗学》。《中国2型糖尿病指南（2017）》也特别增加了“糖尿病与中医药”章节，认为“中医药在DM的三级预防中发挥着重要的作用为T2DM防治提供了更多的选择”^[18]。

2.2 历代医家对糖尿病食疗的实践举隅

《素问·腹中论》曰：“夫子数言热中消中，不可服高粱、芳草、石药。……岐伯曰：夫芳草之气美，石药之气悍，二者其气急疾坚劲，故非缓心和人，不可服此二者。”指出丹药（泛指矿石类药物）、芳香类药物是消渴病人的药物禁忌，同时主张了饮食禁忌，也就是避免膏粱肥甘之品和辛香燥烈之物。

隋代巢元方在《诸病源候论·养生方·导引法》提出了具体的消渴病饮食建议：“法不使大冷大热，五味调和；除秽宿食，虫蝎余残，不得食；少眇著口中，数嚼少湍咽；食已，亦勿眠”。消渴病的饮食宜忌上，不能食用寒凉或燥热的食物，要注意五味调和，一切陈腐秽臭的隔夜食物、被虫蝇接触的食物，都不能吃。进食方式上，要少少入口，多嚼少咽，特别不能急咽，就餐后亦不能随即眠卧，以免饮食过量不消化，形成食积。

唐代孙思邈提出消渴病需三慎，“慎饮酒”、“慎咸食和面”及“慎房室”（《备急千金要方》），强调“此病皆由虚热之所致，治法可服栝蒌汁以除热，牛奶杏酪善于补，此法最有益”。首次采用新鲜栝蒌汁和牛乳补虚除热，有别于以往使用栝蒌干品。对消渴之痼疽，孙思邈继承了巢元方的观点，认为此乃热气壅滞所致，创“猪肾荠苎汤”药膳方，以白虎人参汤为基础方，加大豆、猪肾，以引药入肾，增清虚热之功。

唐代的王焘针对于肾中真火衰微症候的消渴病人，提出忌冷物冷水的饮食禁忌，他在《外台秘要》中论述：“每间五六日空腹一食饼，以精羊肉及黄雌鸡为臠，此可温也。若取下气不食肉、菜，食者宜煮牛膝、韭、蔓菁，又宜食鸡子、马肉，此物为微拥。亦可疗宣疾也……此病特忌热面并干脯，一切热肉、粳米、饭、李子等”。

宋代赵信在《圣济总录·卷第五十八·消渴门》云：“慎此者，服药之外，当以绝嗜欲薄滋味为本”。消渴病人除了服药治疗外，饮食上的节制必不可少。列举了如羊骨汤、绿豆汁、粟米炊饭等可以缓解或治疗消渴的食疗方。针对不同的次要症候提出不同食疗药膳方，如葛根饭方治疗“治消渴口干，胸中伏热，心烦躁闷”，以藕蜜浆方“治消渴口干，心中烦热”，以菇蔣根羹方“治消渴口干”。

并详细载明材料、烹饪方法以及食用方法，如菇蔣根羹方“菇蔣根（生嫩者洗细切）冬瓜（去瓢细切各半斤）上二味。以水六升，入盐豉半升，煎至五升，去豉下前二味，入醋作羹，分三度食之”。赵信在该著作中归纳的许多便捷且行之有效的消渴病食疗方，后世传播颇多。

宋代窦材认为脾肾二脏的津液亏耗为消渴病产生的根源，故在消渴病食治方面着重于脾肾二脏先后天之本的养护，强调“此证大忌酒色，生冷硬物”（《扁鹊心书·卷中·消渴》）。杨士瀛在消渴病的养护上强调以养护脾肾二脏为主，采用药食并用的方法，以参苓白术散与粳米共煮成粥以达养脾生津之作用，再加入剁碎的膂肉（里脊肉）、油、醋、酒、葱、椒、茴香起到调味与养肾，最后加入黄连粉清心泻火。

金代刘完素首创的“三消”，皆因体内热气郁结引发的燥热亢盛所致。故治疗上重视以辛味药食如生姜汁等开腠理通津液，提出了“宜淡”（《三消论》）的饮食观。

元代滋阴派大家朱丹溪在饮食养护观念上，则告诫人们少食炙烤肥甘腥膻之物，以防止阴津耗伤。提倡“养肺、降火、生血”（《脉因证治》）的食疗建议，如多食牛乳补气养阴润肺，用藕汁饮养阴生津，治疗消渴。

明清医家继承了前代医家对消渴病的认识，强调固护脾胃为消渴病食疗的原则。清代喻嘉言在《医门法律·卷六·消渴门》中指出：“肥而且贵，醇酒厚味，孰为限量哉”，程国彭《医学心悟·三消》曰：“治上消者，宜润其肺，兼清其胃”。这一时期的食疗理论愈加完善，官修方书及民间方集如《太平圣惠方》、《本草纲目》、《食疗本草》等，均详细记载了食疗理论和实践方法。

综上，祖国医学对饮食干预糖尿病早有实践，并且在两千多年的发展中不断丰富。有学者^[25]对近年糖尿病及糖尿病前期的相关食疗研究进行了系统回顾，总结出中医食疗原则为比例平衡、食量有度、性味平衡，诸多具备药食同源特性的食物有明确的辅助调节血糖作用。

3 糖尿病饮食管理的现代营养学研究及应用

糖尿病的科学综合治疗又称为“五架马车”^[3]，由饮食疗法、药物治疗、血糖监测、运动疗法及糖尿病教育五个方面组成。其中，饮食疗法是糖尿病综合疗法中的根本，在糖尿病的自然病程中无论处于那个阶段、无论病情轻重、是否使用降糖药物，都必须长期坚持、严格执行饮食疗法。医学界普遍认为饮食习惯的改善是 2 型糖尿病患者的一线治疗方法^[26]。前瞻性观察研究和临床试验也表明^[27]，良好而规范的饮食模式在防治 2 型糖尿病中具有重要性。饮食控制可以控制血糖的波动^[28]、纠正代谢的紊乱，防止或延缓并发症的发生。可见，糖尿病的饮食管

理对于糖尿病的防治显得尤为重要。

临床上常用 GI 与 GL 值在糖尿病饮食管理时进行食物的选择。“血糖生成指数 (GI)”，是反映食物引起人体血糖升高程度的指标，是人体进食后机体血糖生成的应答状况。食物的 GI 值越低则消化时间越长，血液吸收碳水化合物也越慢，则升血糖能力低。“食物血糖负荷 (GL)”，将摄入碳水化合物的质量和数量结合起来以评价膳食总的血糖效应的指标，对于指导饮食更有实际意义。

随着对糖尿病饮食治疗的高度重视及有效性的科学证实，临床上用于糖尿病饮食管理的方法日渐丰富，如：热量计算法、食物交换份法、餐盘法、手掌法等，在离开医院或机构后，绝大多数患者的饮食需要患者本人来管理，上述方法或操作较为复杂，或因个人认知不同而导致误差较大，让患者实际在日常生活中长期坚持操作，实属不易。

上世纪 70 年代，美国糖尿病协会率先颁布了《糖尿病患者营养与饮食推荐原则》，并于 1994 年又推行了医学营养治疗的概念。目前我国的糖尿病饮食管理主要根据《中国糖尿病膳食指南（2017）》的要求开展饮食指导，相比以往的管理办法更有利于血糖的控制^[29]。指南中提出的“主食定量、全谷物、杂豆类占主食摄入量的 1/3；不推荐患者饮酒；减少肥肉摄入”等原则与中医消渴食疗“五谷为养”、“忌膏粱肥甘之品和辛香燥烈”的原则高度一致。有学者研究^[30]，中医食疗药膳可明显降低Ⅱ型糖尿病患者的临床症状，改善机体的不良代谢状态。

4 中西医融合糖尿病饮食管理的优势

根据 2007 年《糖尿病中医防治指南》有关分类原则，在中医“治未病”思想指导下，本研究将糖尿病食疗细分为食养、食疗和食忌。分别对应糖尿病疾病未生、疾病未盛、既病防变三个阶段。食养即饮食养生，即健康人群、糖尿病高危人群，通过食物的平衡、定量摄入达到控制体重、延年益寿的养生目的；食疗则是针对糖尿病早期患者，在平衡饮食的基础上，通过食物搭配和热量控制来达到辅助稳定血糖目的；食忌即饮食禁忌，在搭配药物治疗的同时，通过提示糖尿病患者相关的饮食禁忌，一方面强调了饮食控制对糖尿病的重要性，另一方面可帮助降低并发症的发生率。

4.1 疾病未生阶段

根据《素问·上古天真论》：“……法于阴阳，和于术数，饮食有节……故能形与神俱”，遵循天地自然法则，顺应四时阴阳消长，做到不时不食、饮食规律有节才能达到阴阳调和的健康状态，进行食养管理。《素问·藏气法时论》所提出的“合人形以法四时五行而治……五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充，气味合而服之，以补精益气”。《内经》的“五谷为养”膳食理念虽基于五

行学说，但古而不老，与《中国居民膳食指南（2016 版）》倡导的“食物多样、谷类为主；多吃蔬果、奶类、大豆；适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉”平衡膳食相符合。此阶段的目标人群是健康人群、糖尿病高危人群。

4.2 既病未盛阶段

《灵枢·营卫生会》云：“人受气于谷，谷入于胃……五脏六腑皆以受气”。《黄帝内经》中“五谷为养”的膳食模式，是以养护脾胃后天之本为中心，通过中医对糖尿病病因病机的认识，从治病的根源入手，避免肥美厚腻之品，以谷类调养脾胃之气，使五脏得其充养。王英等通过对 T2DM 患者血糖的谷物保护曲线的临床试验证实古代中医以谷物“止消渴”的正确性^[31]。糖类物质，即碳水化合物，在谷类中占 75%~80%，摄取过多糖类物质会导致肥胖，而糖耐量减低的人群则应当适量控制糖类的摄取。《灵枢·五味论》云：“五味入于口，各有所走，各有所病”，五味过纵与偏嗜会对五脏成危害。因此基于上述理论，在此阶段的饮食管理除了平衡膳食外，还需增加食物筛选和热量控制，选取适合的食物来调节五脏的平衡，达到食疗的此阶段的目标人群是糖尿病高危人群、糖耐量减低的超重肥胖者。饮食管理可改善其糖脂代谢，能有效阻止或缓解向糖尿病发展^[32]。

4.3 既病防变阶段

《诸病源候论·消渴候》云：“其病变多发痈疽，此热气留于经络不引，血气壅涩，故成痈脓”。孙思邈在《备急千金要方》提出了“三慎”，且云：“能慎此者，虽不服药自可无他也；不知此者，纵有金丹亦不可救”，强调了糖尿病防重于治的饮食原则。现代医学非常重视糖尿病微血管病变的防治。可见“既病防变”的“治未病”理论作为糖尿病及其并发症饮食防治的指导原则有着重大的现实意义。在严格进行血糖、血压、血脂的治疗同时，加强饮食禁忌的提示，有利于糖尿病的血糖控制、延缓病程发展及降低并发症的产生机率。

5 移动医疗背景下糖尿病的饮食管理

随着移动医疗的普及，国内外研究发现使用移动医疗干预可以显著改善慢性疾病的预后^[7,8]。研究结果证实 APP 程序在糖尿病管理中的使用已显示可以适度改善血糖控制^[9-13]。手机 APP 作为糖尿病管理工具可以提高糖尿病患者在饮食、运动、血糖监测、用药方面的自我管理行为水平^[14]。

因此，糖尿病移动医疗 APP 应用作为一项新技术是可行的，特别是针对我国糖尿病患病率急剧增加、医疗卫生资源相对不足的现况，作为一项适宜技术，糖尿病移动医疗应用既可以帮助患者自我管理疾病，减轻患者疾病负担，又可以帮助医生提高管理病人能力和效率^[10]。

不同于西医营养学以食物为研究单位，单一从食物营养成分和患者生化检测数值考虑饮食管理计划的制定，中医饮食管理更加“以人为本”，考虑人与自然界四时五气的相互融合，讲究辨体施膳。因此，将中医传统食疗理论和方法与现代营养学有机整合，提出符合中国人饮食文化习惯的膳食管理模式，并实施有效的推广，结合移动医疗技术与中医饮食理论开发糖尿病管理的新模式，希望能为糖尿病饮食管理 APP 开发拓展新思路。

第二部分 基于五行理论的糖尿病饮食管理平台的设计

为了适应当前医疗机构、医务人员、糖尿病患者三方对于膳食管理可持续性和便捷的需求,进行基于五行理论中五谷、五果、五畜、五菜与五色、五脏的对应关系为理论依据的糖尿病中医五色饮食管理平台的开发。随着智能手机的普及,平台以中医食疗理论与现代营养学相结合的糖尿病中医五色饮食管理 APP 作为呈现方式,同时配合线下定量餐盒,该平台的实现能提高医疗机构和医务人员对于患者健康教育的效率和饮食治疗的成功率,让患者获得便捷、高效、个体化的膳食管理体验。

1 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的设计

1.1 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的设计原则

唐代孙思邈在《千金要方·食治》提出的“凡欲治病,先以食疗,食疗不愈,后乃药尔”的观点,开食疗优先于药物治疗之先河。以饮食管理为糖尿病治疗的根本,是古今中外医学专家的共识。本设计以五行学说为指导,以“五谷为养,五果为助,五畜为益,五菜为充”为糖尿病膳食的食物构成,以“天人相应”的四时节气食谱板块为特色,指导使用者“因时食宜”。另外,目前的带量食谱主要参考了江浙沪一带使用者的饮食习惯与区域地食物条件而设计。

依据《中国居民膳食指南(2016 版)》进行食物大类的归纳,结合《中国 2 型糖尿病指南(2017)》“主食定量、全谷物、杂豆类占主食摄入量的 1/3;减少肥肉摄入”的膳食结构原则,APP 食物库以“低 GI 食物库”、“药食同源食物”为优先推荐食物。主要食材按每人每日所需的食物种类,进行热量换算后明确食材定量,弥补传统中医食疗、药膳带量的缺乏^[33]。

1.2 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的平台构成

糖尿病是终身性疾病,糖尿病的饮食管理也是一项长期的治疗措施。因此有效性和操作便捷性,在一定程度上决定着用户的依从性。本 APP 在线上推荐可自行烹饪的带量食谱,同时在线下配套提供定量餐盒,实现更简便的热量控制。使用者可通过 APP 了解到自身每餐所需的热量,选择自己喜欢的食谱,烹饪加工后通过将菜肴按序装入定量餐盒的相应格子,对本餐次是否符合平衡饮食及食物总量,一目了然,方便使用者达到热量控制的效果。

1.3 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的 Logo

1.3.1 图示



图1 糖尿病中医五色饮食管理APP的Logo

1.3.2 含义

采用“糖”的象形意义来表达。整体图形呈圆角方形，意喻天圆地方的融合，而整个“糖”字中用 5 种颜色构成，代表五行学说中五色、五味与五脏的关系，其中底色调用绿色，代表生命、食物和健康。并用阿拉伯数字 5 再强调。

中医太极、西医营养工具三者以活泼的笔触构成字体的主要部件。“糖”左右结构中“米”字为太极阴阳图的变形与“+”（加号）的结合，寓意中西结合；右面“唐”的下方是个秤，上方是“5”即中医五色，“秤”寓意中医膳食结构的平衡和现代营养学的定量化概念，

糖尿病的食养，首先在食物种类上，要做到种类的筛选与种类的多样化；在进食量上做到总热量的控制。本设计充分体现了中医“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充，气味合而服之，以补精益气”的传统膳食结构，与现代营养学平衡膳食在糖尿病饮食管理中的高度融合。

1.4 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的版块功能

糖尿病中医五色饮食管理 APP 的功能板块（图 2）将以用户、食物库、营养门诊、食谱库、商城等几大板块进行设计开发。

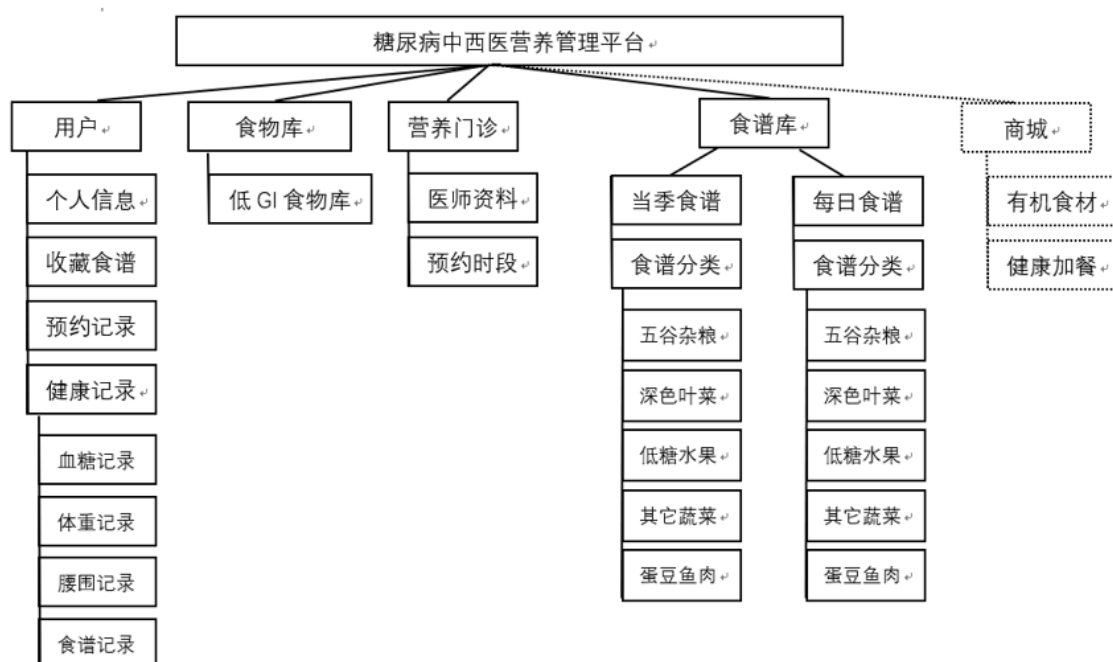


图2 糖尿病中医五色饮食管理APP板块功能

1.4.1 入库食物的筛选

录入 APP 食物库的食材必须是适合糖尿病患者的食材，其中包括现代营养学认可的低 GI 食材和对糖尿病确有疗效的传统药食同源食材，体现中医食疗“辨体施膳”的特点。食物来源可参考《中国 2 型糖尿病指南（2017）》、中医食疗学、中医药膳学等。

1.4.2 个性化的推荐

该区域是APP的核心模块，APP程序依据当天患者所录入的个人生理数据情况，通过后台算法计算，可推荐患者当天的建议食谱。其中，食谱包含了常态食谱和季节推送食谱，体现了中医“因人而异”与“应季而食”的特点。

1.4.3 数据的记录与回顾

糖尿病饮食管理需要一定周期，回顾功能能够帮助患者了解和掌握个人的饮食管理情况，并在需要时及时做出相应调整。

1.4.4 线上互动

开设意见反馈专区，供患者及时对 APP 的操作、使用感受进行互动，为患者架起医师、营养师、患者三方沟通的桥梁。

1.4.5 线下定量餐具的配合度

设计能与 APP 匹配的定量餐盒，方便糖尿病患者进行热量控制，免去称量与计算的不便。

2 糖友五色定量餐盒的设计

2.1 定量餐盒结构设计的依据

中医学认为医食同源、药食同源。《黄帝内经》中不仅对五脏功能与食物性味的关系进行了论述，更是对食物结构和饮食方式对机体的影响进行了多维度阐述，其中的“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充，气味合而服之，以补益精气”是公认的世界上最早的平衡膳食结构模式。五色餐盒的设计理念源于此。

根据五行分类，五谷、五果、五畜、五菜与五色、五脏的对应关系，见表1。

表 1 五谷、五果、五畜、五菜与五色、五脏的对应关系

五行	五谷	五果	五畜	五菜	五色	对应五脏
木	稻（粳米）	李	犬	韭	青	肝
火	麦（小麦）	杏	羊	薤	红	心
土	稷（小米）	枣	牛	葵	黄	脾
金	黍（黄米）	桃	鸡	葱	白	肺
水	菽（大豆）	栗	猪	藿	黑	肾

五谷，原指“稻、麦、稷、黍、菽”五谷作为养育人体的主食，现在泛指所有谷物和豆薯类，其富含的碳水化合物提供人体主要的热量来源，蛋白质协助人体细胞和器官的修复。

五果，原指“枣、李、杏、栗、桃”五果，现在泛指水果、坚果，其富含维生素、膳食纤维等物质，能帮助营养人体。水果多为生食，可避免食物因加热而导致的营养流失，能完整保留其中的维生素，是平衡膳食的完美辅助品。

五畜，原指“牛、犬、羊、猪、鸡”五畜，现在泛指所有的禽畜鱼虾类，其富含蛋白质、脂肪，可弥补五谷营养的不足，作为补益人体的重要物质。

五菜，原指“韭、薤、葵、葱、藿”五菜，现在可泛指富含维生素、膳食纤维、微量元素等营养物质的各种蔬菜，用蔬菜来充养脏腑，达到平衡膳食的目的。

结合《中国2型糖尿病膳食指南（2017版）》、《中国居民平衡膳食宝塔》中建议的每餐必需食物种类（表2），将糖尿病患者每餐的膳食结构按“血糖应答水平”进行重新调整后，归纳为以下五类：五谷杂粮、深色叶菜、其它蔬菜、蛋豆鱼肉、低糖水果。

表 2 中国居民平衡膳食宝塔食材份量（日）

食物类别	重量（g）
谷薯类	250~400
全谷物和杂豆	50~150
薯类	50~100
蔬菜类	300~500
深色蔬菜	150~250
水果类	200~350
畜禽肉类	40~75
水产品类	40~75
蛋类	40~50
大豆类及坚果类	25~35
奶及奶制品	300
水	1500~1700
盐	<6
油	25~30

2.2 定量餐盒的容量设计

糖尿病膳食干预以控制总热量摄入为关键，临床上多以称量法进行干预：首先计算患者每天所需热量，称量食材生重，结合《中国食物成分表》计算相应热量，用“食物交换份法”或“常见食物标准份量”（表 3）进行同类食物之间的互换。因过程较为繁杂，不利于患者记忆和长期操作。本研究利用蔬菜生重体积大、烹饪后熟体积小的事实，通过实验确定部分蔬菜生重量与熟体积的比例范围，换算成体积范围，从而分格出适合的容量工具。

参考按照《中国居民膳食指南（2016 版）》中对成年男女性的一日膳食供能的要求根据其活动水平是 1600Kcal~2400Kcal 范围，故按照三餐的比例划分，每餐热量需求在 533Kcal~800Kcal，考虑到餐盒要符合糖尿病患者不同活动水平的适应性，最终将总容量定在 800ml，并根据使用者所需的摄入热量不同，盒子内加上刻度线分为 600、800ml 两种容量，以满足不同性别、不同活动水平的患者所使用。

表 3 常见食物的标准份量

食物类别		g/份	备注
谷类		50~60	面粉 50g=70~80g 馒头
			大米 50g=100~120g 米饭
薯类		85~100	红薯 85g=马铃薯 100g
			(能量相当于 0.5 份谷类)
蔬菜类		100	高淀粉类蔬菜, 如甜菜、鲜豆类, 应注意能量的不同, 每份的用量相应减少
水果类		100	100g 梨和苹果, 相当于高糖水果如枣 25g, 柿子 65g
畜禽肉类	瘦肉 (脂肪含量<10%)	40~50	肥肉、五花肉脂肪含量一般超过 50%, 应减少食用
	肥瘦肉 (脂肪含量 10%~35%)	20~25	
水产品类	鱼类	40~50	三文鱼 50g=草鱼 90g=带鱼 65g =草虾 85g =小银鱼 50g
	虾贝类		
蛋类 (含蛋白质 7g)		40~50	鸡蛋 50g
大豆类 (含蛋白质 7g)		20~25	黄豆 20g=北豆腐 60g=南豆腐 110g=内酯豆腐 150g=豆干 45g=豆浆 360~380ml
坚果类 (含油脂 5g)		10	淀粉类坚果相对能量低, 如葵瓜子仁 10g=板栗 25g=莲子 20g (能量相当于 0.5 份油脂)
乳制品	全脂 (含蛋白质 2.5%~3.0%)	200~250ml	110 200ml 液态奶=20~25g 奶酪 =20~30g 奶粉
	脱脂 (含蛋白质 2.5%~3.0%)	200~250ml	55 全脂液态奶 脂肪含量约 3% 脱脂液态奶 脂肪含量<0.5%
水		200~250ml	0

3 食材生熟前后的重量与体积变化的实验

根据食物的 GI 值, 筛选出适合糖尿病患者适合的低 GI 食物, 进行食材生熟重量与体积变化的实验。

3.1 实验材料和仪器

材料为市售蔬菜、蒸馏水。仪器分别为: 厨房秤 (GASON,3KG/0.1g)、500ml 玻璃量杯、2000ml 塑料刻度碗、2000ml 塑料沥水盆、不锈钢锅、不锈钢滤勺、医

用纱布、电磁炉（尚朋堂 YS-IC2368TE）。

3.2 样品处理及过程

将市售蔬菜切成均匀大小，用清水洗净，装入沥水盆控干水分（可用医用纱布吸除表面水分）后，倒入塑料刻度碗测量体积（误差小于 50ml），用厨房秤准确称量（去皮，减去刻度碗重量）市售蔬菜，待用（误差小于 0.1g）并做好记录。

参考相关文献^[34,35]，向不锈钢锅加入 2000ml 蒸馏水，加热到 100℃ 后，将实验样品倒入锅中煮开沸腾 10min。通过滤勺滤去水分控干，装入玻璃量杯中记录体积（误差小于 50ml），厨房秤称量重量（去皮，减去量杯重量，误差小于 0.1g）记录。

3.3 实验结果与分析

收集不同食材生重、生体积、熟重、热量和熟体积的数据资料，应用 SPSS21 软件进行 Pearson 相关性分析，探讨不同食材的生重与生体积、熟重、热量、熟体积之间的相关关系。由相关性比较结果（表 4）可得知：食材的生重与生体积、熟重、熟体积之间均存在显著的相关性，具有统计学差异（ $P<0.01$ ），其相关性系数在 0.600~1.000 之间，说明食材的生重与生体积、熟重、熟体积之间存在正向的强相关关系。考虑到该实验的目的为确定蔬菜生重量与熟体积的比例范围，故考虑以计算出生重与熟体积之间比值的“每克生重的熟体积值”（表 5、表 6）作为设计定量餐盒的体积计算依据。

表4 食材生熟重、生熟体积、热量之间的相关性比较

		生重	生体积	熟重	熟体积	热量
生重	Pearson Correlation	1	.600**	.942**	.793**	-.097
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.609
	N	30	30	30	30	30
生体积	Pearson Correlation	.600**	1	.482**	.487**	-.244
	Sig. (2-tailed)	.000		.007	.006	.194
	N	30	30	30	30	30
熟重	Pearson Correlation	.942**	.482**	1	.864**	.008
	Sig. (2-tailed)	.000	.007		.000	.965
	N	30	30	30	30	30
熟体积	Pearson Correlation	.793**	.487**	.864**	1	.088
	Sig. (2-tailed)	.000	.006	.000		.644
	N	30	30	30	30	30
热量	Pearson Correlation	-.097	-.244	.008	.088	1
	Sig. (2-tailed)	.609	.194	.965	.644	
	N	30	30	30	30	30

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

表 5 蔬菜生重量、熟体积关系表

大类	名称	类别	生重(g)	熟体积 (ml)	每克生重的熟体积 (ml)
深色 蔬菜	菠菜	叶菜	273.3	305	1.12
	鸡毛菜	叶菜	296.9	370	1.25
	青菜	叶菜	205.3	240	1.17
	空心菜	叶菜	383.6	490	1.28
	苋菜(红)	叶菜	312.8	350	1.12
	苋菜(绿)	叶菜	513.0	500	0.97
	油麦菜	叶菜	237.2	267	1.12
	韭菜	叶菜	173.7	300	1.73
	生菜	叶菜	484.9	550	1.13
	芥蓝	根茎	257.6	450	1.75
	花椰菜(西兰花)	根茎	380.0	667	1.75
	芹菜	叶菜	313.3	459	1.46
	白菜	叶菜	555.3	600	1.08
	雪菜	叶菜	257.8	400	1.55
	蒜苔	根茎	226.8	400	1.76
	茭白	根茎	229.2	420	1.83
	地蒲(夜开花)	瓜果	216.0	175	0.81
	冬瓜	瓜果	246.0	250	1.02
	番茄	瓜果	64.8	50	0.77
	苦瓜	瓜果	254.5	360	1.41
其它 蔬菜	茄子	瓜果	379.0	475	1.25
	丝瓜	瓜果	341.5	315	0.92
	小番茄	瓜果	321.6	300	0.93
	秋葵	瓜果	156.7	350	2.23
	蟹味菇	菌类	106.1	150	1.41
	金针菇	菌类	176.3	200	1.13
	刀豆	鲜豆	243.0	340	1.40
	豇豆	鲜豆	375.9	600	1.60
	毛豆	鲜豆	285.2	400	1.40
	四季豆	鲜豆	331.6	600	1.81

表 6 其它食材生重量、熟体积关系表

大类	名称	类别	生重 (g)	熟体积 (ml)	每克生重的熟体积 (ml)
	肋排	畜肉	339.1	425	1.26
	猪肉	畜肉	102.3	127.5	1.25
	牛肉	畜肉	743.1	725	0.98
蛋	鸡蛋 (炒)	乳蛋	248.3	300	1.21
豆	鸡翅	禽肉	180.6	200	1.11
鱼	鸡胗	禽肉	221.5	350	1.58
肉	鳕鱼	水产品	114.5	90	0.70
类	三文鱼	水产品	218.0	192	0.88
	虾仁	水产品	254.4	300	1.18
	基围虾	水产品	352.2	500	1.42
	大头虾	水产品	159.3	280	1.76
五谷	粳米	谷类	471.6	1650	3.49

3.4 结论

本次实验主要探究不同蔬菜在同样的烹饪方式下，生熟前后体积和重量的变化，用来推论糖尿病患者适合食用的食材在一般烹饪后重量和体积的变化范围，通过倒推的方式换算出在《中国糖尿病膳食指南（2017）》的要求下，每餐所需食材烹饪后的体积范围，为定量餐盒的分格设计提供依据。

深色叶菜类的每 1 克生重的熟体积均值为 1.35，依照《中国 2 型糖尿病膳食指南（2017）》、《中国居民膳食指南（2016 版）》的要求（表 2），每人每天需摄入 250 克以上深色叶菜，每日摄入的叶菜体积为 $250 \times 1.35 = 337.5$ (ml)，三餐各按 1/5、2/5、2/5 比例分配，则每餐深色叶菜的摄入体积约 135ml。

其它蔬菜类的每 1 克生重的熟体积均值为 1.33，每人每天需摄入 250 克左右其它叶菜，每日摄入的其它叶菜体积为 $250 \times 1.33 = 332.5$ (ml)，三餐各按 1/5、2/5、2/5 比例分配，则每餐约 133ml 体积的其它蔬菜摄入。

谷类以粳米为例，其计算按照糖尿病食物交换份原则，按每份 90Kcal 热量 25g 粳米计算，根据《中国 2 型糖尿病膳食指南（2017）》要求：“碳水化合物的摄取占全日热量的 50%，其中杂豆类需占其中的 1/3”，本餐盒适应对象的全日总摄取热量为 1600Kcal~2400Kcal 范围，则需要摄取的粳米为 800Kcal~1200Kcal，换

算成主食份数为 8.9 份~13.3 份，扣除杂豆类的 1/3，按三餐各 1/5、2/5、2/5 比例分配，则每餐主食 2.37 份~3.55 份，即 59.25g~88.75g，而粳米的生重熟体积比为 3.49，则每餐粳米煮熟后体积为 206.8~309.7ml。

蛋豆鱼肉类生重熟体积比的均值为 1.14，依照《中国 2 型糖尿病膳食指南（2017）》、《中国居民膳食指南（2016 版）》的要求（表 2），每人每天需摄入 125 克左右的蛋豆鱼肉类，因此得出该类食物煮熟后体积为 $125 \times 1.14 = 142.5$ （ml），三餐各按 1/5、2/5、2/5 比例分配，则每餐蛋豆鱼肉摄入的体积约 57ml。

低糖水果类则按《中国糖尿病膳食指南（2017）》中符合要求（表 2）的水果进行去皮去核切片，一般重量为 100g 为上限。

考虑到定量餐盒的总容量为 800ml，除了主食必须定量、保证深色叶菜摄入量外，禽肉鱼类亦须剔除非可食部分，故在此基础上，将餐盒的其余各大类容量比例稍作调整。蛋豆鱼肉类和其它蔬菜由于种类繁多且体积不统一，故容量上做适量放大，最后得出每格容量分别如下：

五谷杂粮 200ml、深色叶菜 120ml、低糖水果 80ml、其它蔬菜 280ml、蛋豆鱼肉 120ml。餐盒雏形如图 3。

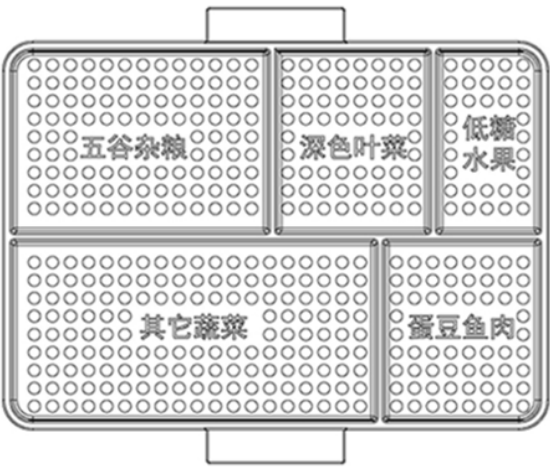


图3 五色定量餐盒设计图

第三部分 基于五行理论的糖尿病饮食管理平台的实现

1 糖尿病中医五色饮食管理 APP 用户端各模块功能实现

1.1 用户信息模块

1.1.1 注册与登陆界面

点击手机中“糖尿病中医五色饮食管理 APP”（以下简称“糖友五色 APP”）（图 4）进入程序（图 5）。首次使用者的用户需进行注册（图 6），先输入手机号码，获取验证码后进行验证，输入验证码及点击“确认”，即可成为糖友五色 APP 用户，并进入登陆页面。



图4 糖友五色APP



图5 登入



图6 注册

1.1.2 个人信息录入

进入登陆界面后，点选页面下方“我的”模块，可看到糖友五色 APP 中需要用户录入的相关栏目，如健康记录、个人信息；信息反馈，如食谱收藏、门诊预约结果等。

点选该界面中“个人信息”（图 7），依次录入个人性别、身高、体重、出生年月、活动强度。APP 后台会依据上述个人信息根据后台算法，在“首页”（图 8）得出该用户相应的 BMI 值、每日热量需求和配套的糖友五色定量餐盒的建议使用容量。

例如，身高 1.66 米、体重 61 公斤 37 岁中等活动强度的女性，其每日热量需求为 1830Kcal，BMI 值为 22.14，BMI 评级显示为“正常”，糖友五色定量餐盒的建议使用容量为“<600ml”。

其中，体重、BMI 值、每日热量需求会体现在首页模块的用户信息区橘色、黄色和绿色方块中，方便用户随时查看与记录。



图7 个人信息



图8 首页

1.2 首页模块

首页界面按功能分为四大功能区域，页面由上到下，依次是低 GI 食物搜索库、推送区、用户信息区、食谱推荐区。

1.2.1 低 GI 食物搜索区

该平台提供以“低 GI 食物”为食材的食谱搜索功能（图 9），方便用户快捷寻找适合的食谱。如输入“豆腐”，即可显示食谱库中所有以豆腐为食材的食谱（图 10）。



图9 搜索区



图10 搜索结果

1.2.2 推送区

留有图片推送区（图 11），方便日后由操作员在后台发布即时通知与科普信息。

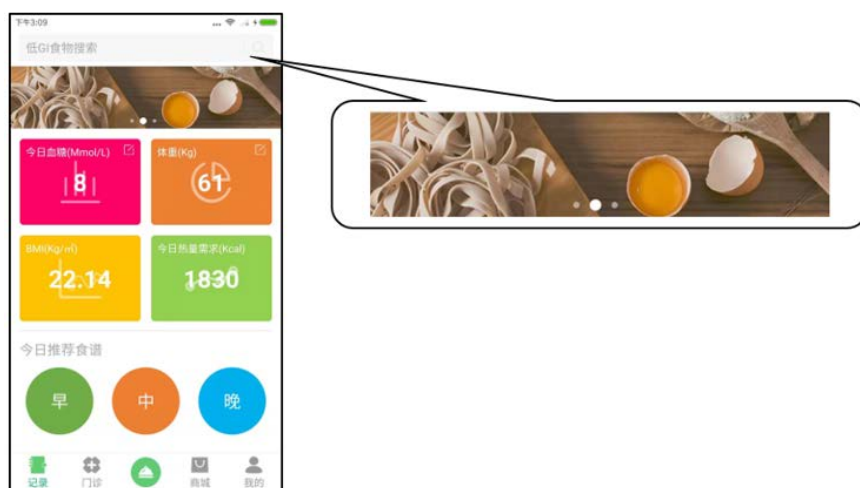


图11 推送区

1.2.3 用户信息区


红色方块和橘色方块区域（图 12）是糖友五色 APP 主要功能的体现，用户可以每日多次录入血糖、体重数据，APP 会依录入时间进行血糖、体重数据的保存及回顾，并且自动得出当时的 BMI 值与热量需求，可帮助用户迅速得知血糖及 BMI 值情况，及时调整膳食计划，帮助控制血糖的平稳。其中“今日血糖”、“体重”都可以点击该色彩框右上角的  符号进入“血糖记录”（图 13）和“体重记录”（图 14）多次录入。



图12 用户信息区

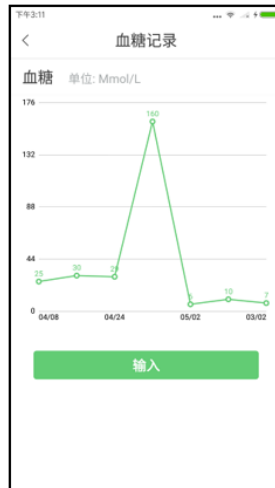


图13 血糖记录

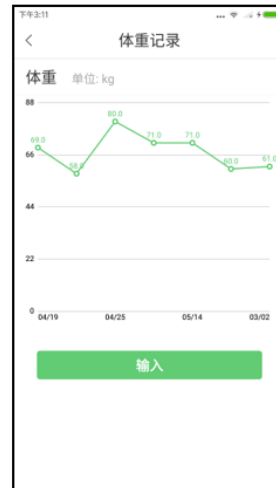


图14 体重记录

1.2.4 食谱推荐区

该区域（图 15）是糖友五色 APP 的核心模块。食谱（图 16）包含了常态食谱（即食谱库中“全部食谱”、“每日食谱”）和当季食谱，体现了中医养生理论中“因人而异”与“应季而食”的特点。APP 程序依据当天用户所录入的个人生理数据情况，通过后台算法计算，可推荐用户当天的建议食谱。



图15 食谱推荐



图16 食谱列表

此外，今日食谱推荐有以下特点：

1.2.4.1 基于糖尿病膳食管理的推荐

食谱库中的食材多为低 GI 食材，利于糖尿病患者食用。并且后台算法按照“每餐份数 - 五谷杂粮每餐份数 - 蛋豆鱼肉每餐份数 - 低糖水果每餐份数 - 其他蔬菜每餐份数 = 深色叶菜份数”的规则进行编写，并加上推荐时对主食类类和荤菜类进行主动限制，其限制的由先到后次序为：五谷杂粮、蛋豆鱼肉、低糖水果、其

他蔬菜、深色叶菜。此举不但可以控制用户每日的荤菜用量，并可保证用户的最低主食用量，避免产生因缺少碳水化合物而导致的血糖波动，同时鼓励用户多进食深色叶菜。

用户可在“首页-今日推荐食谱-早、中、晚”点选相应餐别进入食谱推荐区，再根据五大类分别点选喜爱的食谱（图 17），进入食谱后，即可看到详细的食材组成与重量（图 18）。

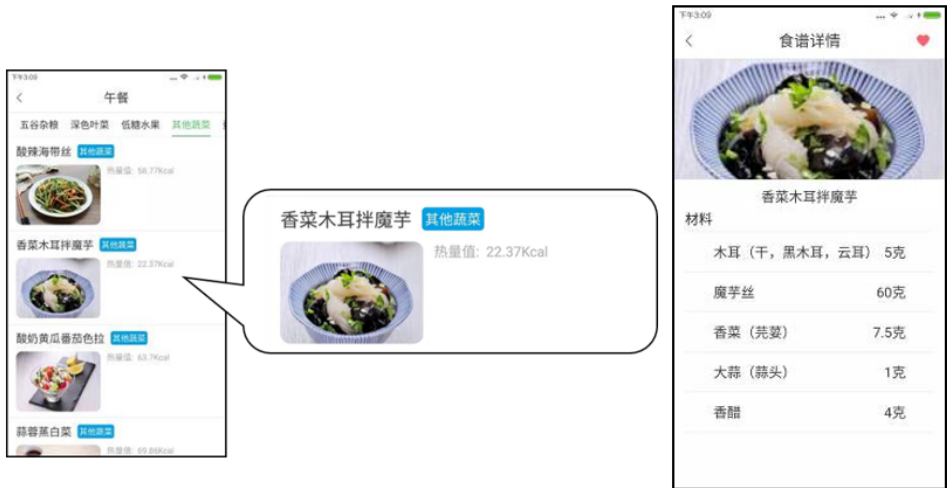


图17 午餐食谱-其他蔬菜

图18 食谱详情

例如，身高 1.66 米、体重 61 公斤 37 岁中等活动强度的女性，其每日热量需求为 1830Kcal，按照糖友五色定量餐盒的建议使用容量为“<600ml”。当其点选“午餐-其他蔬菜”时，APP 可导出“酸辣海带丝、香菜木耳拌魔芋等”食谱，点选“香菜木耳拌魔芋”，则进入食谱详情，将该食谱所需食材配料与重量详细说明，供用户烹饪所用。

1.2.4.2 推荐食谱的类型、容量与糖友五色饭盒相匹配

库中所有食谱均为一人份，按照“五谷杂粮、深色叶菜、低糖水果、其他蔬菜和蛋豆鱼肉”五大类进行分类推荐，并带有明显的色块标记，方便用户与所持有五色定量饭盒相匹配。依据食谱中的烹煮好菜肴后，按照糖友五色 APP “我的-个人信息”中提供的“建议使用容量”（图 19），将菜肴按类别放入餐盒相应容量刻度线，方便用户对食物定量和热量控制。



图19 建议使用容量

1. 2. 4. 3 食谱收藏功能

用户对于喜爱的每日食谱或当季食谱，可在进入该食谱后，点击右上方爱心即可随时保存，并在“我的收藏（食谱）”（图 20）中可进行查询与浏览，食谱同样会按照五大类进行颜色标注，方便用户在线下与糖友五色定量餐盒匹配。



图20 收藏的食谱

1.3 其它功能栏目区

该功能区位于 APP 页面底端（图 21），由左至右分别为“记录（首页）”、“门诊”、“添加”、“商城”、“我的”五大栏目。

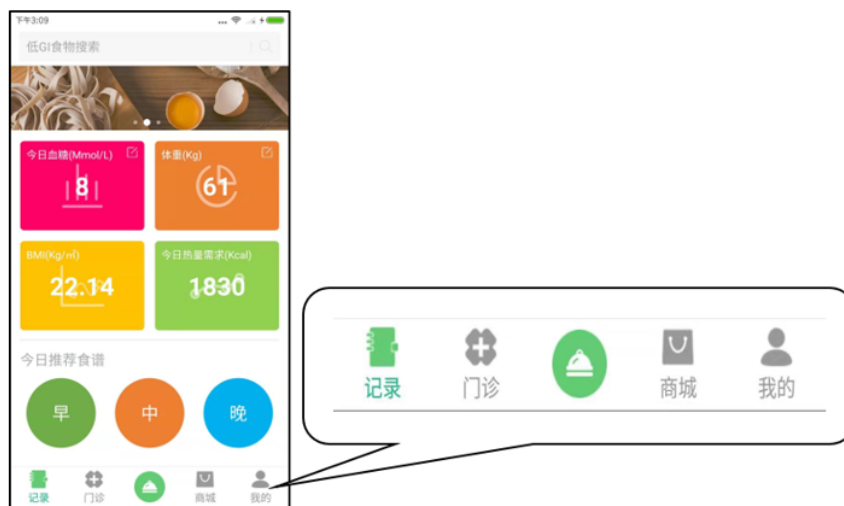


图21 其他功能栏目

1.3.1 个人中心-我的

个人中心-我的（图 22），是汇集记录、食谱收藏、个人信息、预约、设置的处理中心。APP 中所有涉及记录、修改的功能，都可在此进行操作。



图22 个人中心-我的

1.3.2 记录回顾区

点选“我的-糖友健康纪录”（图 23），供用户查询及回顾“血糖记录”（图 24）、“体重记录”（图 25）、“腰围记录”（图 26）及“食谱记录”（图 27）。



图23 糖友健康记录

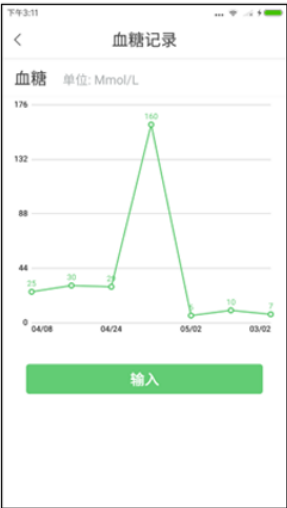


图24 血糖记录

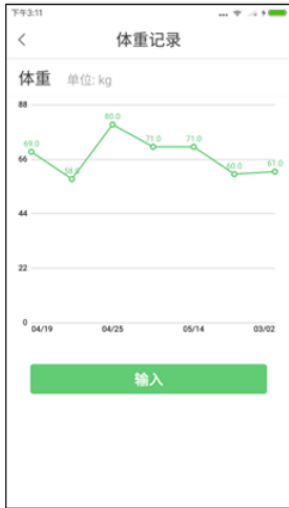


图25 体重记录

其中，血糖、体重及腰围记录是以回顾周期范围内波动状况为主；而食谱记录则可选择“历史记录”，详细回顾过往饮食史，了解当时的食物摄入种类及具体重量，结合周期内血糖及体重记录，方便用户做膳食管理计划的调整。



图26 腰围记录



图27 血糖记录

历史记录

1.3.3 门诊预约区

可与医疗机构、医师配合，刊载相关科系医师门诊信息（图 28），并开放用户预约就诊日期及时间段（图 29）。



图28 医师门诊信息

图29 预约开放时段

预约过程由糖友五色 APP 后台操作员负责，与医疗机构进行确认，并由 APP 反馈给用户预约是否成功。用户可从“我的-我的预约”（图 30）中查询预约情况，或进行取消预约（图 31）。



图30 我的-我的预约

图31 详情预约

1.3.4 食谱记录添加区

可详细按照餐别（早餐、午餐、中餐或加餐）记录每日的食物种类与摄入量（图 32），通过后台计算可及时了解已摄入的热量与尚可摄入的剩余热量，方便用户进行膳食管理与热量分配（图 33）。让用户不用拘泥于糖友五色 APP 的食谱范围，为用户提供的更宽泛的膳食选择。

例如，身高 1.66 米、体重 61 公斤 37 岁中等活动强度的女性，其每日热量需求为 1830Kcal。其早餐选择了挂面 100 克，摄取热量 348Kcal；午餐选择粉丝 30 克、枸杞菜 150 克，摄取热量 171.9Kcal；晚餐选择山药 120 克、乌塔菜 200 克，罗非鱼 100 克，摄取热量 222.4Kcal；全天共摄取热量 742.3Kcal，距离建议的每日热量需求 1830Kcal，还差了 1087.7Kcal。为保证营养均衡及避免血糖波动，用户应该对膳食计划进行调整，或酌情加餐。



图32 食谱记录



图33 食物添加库

1. 3. 5 商城区

商城区（图 34）是为串联线下有机、健康的低 GI 食材供应渠道，从源头上进行筛选与管理，不仅方便用户采购适合的食材，也可作为线下科普-互动的实践场所，提高用户的参与度与黏着度。商城端口目前建设中。



图34 商城

2 糖尿病中医五色饮食管理 APP 的操作流程

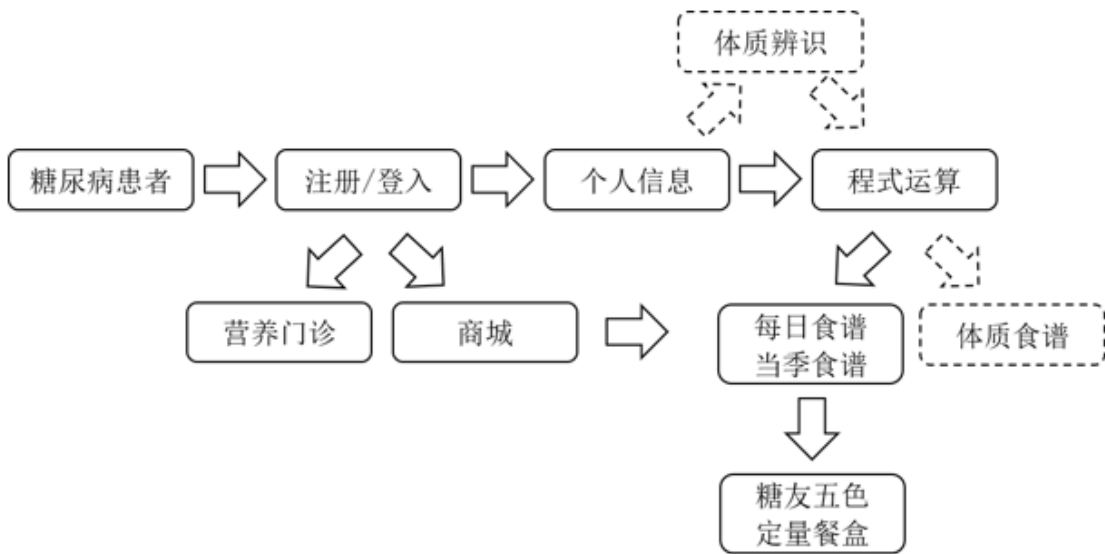


图35糖尿病中医五色饮食管理APP的操作流程

3 糖尿病中医五色饮食管理 APP 管理端的管理功能实现

3.1 首页

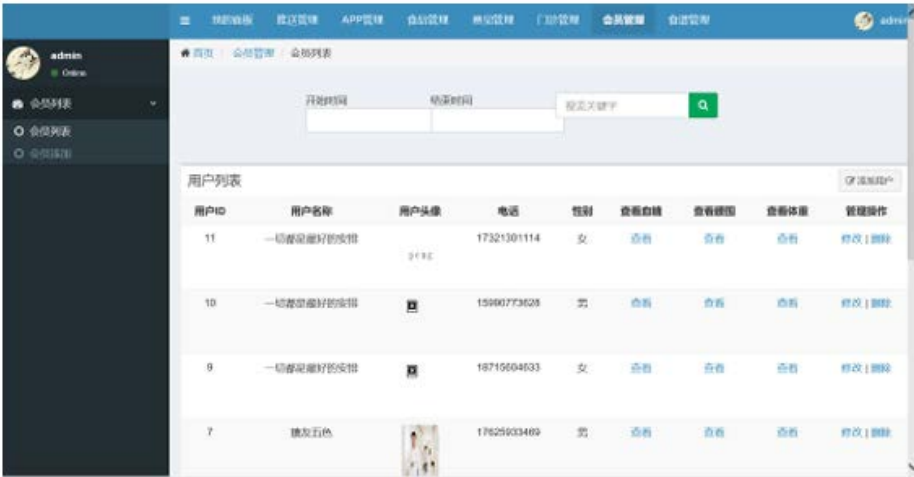
糖友五色 APP 管理端首页（图 36）按照功能的不同，用“色块+名称+包含数量”表示，从上到下、从左至右依次为用户的总数、食物数量、推送数量、门诊数量、意见反馈、食谱数量、轮播图数量。例如，目前食物数量为靛蓝色模块，内含 458 个适合糖尿病患者食用的食材。



图36 首页

3.2 用户的总数

该模块（图 37）主要负责糖友五色 APP 用户的管理。列表中包含用户 ID、用户名称、用户头像、电话、性别、血糖回顾、腰围回顾、体重回顾。并可依据操作员的权限，协助用户进行个人资料的寻回及修改。



用户ID	用户名称	用户头像	电话	性别	查看血糖	查看腰围	查看体重	管理操作
11	一切都爱最好的安排	头像	17321301114	女	查看	查看	查看	修改 删除
10	一切都爱最好的安排	头像	15990773628	男	查看	查看	查看	修改 删除
9	一切都爱最好的安排	头像	18715504533	女	查看	查看	查看	修改 删除
7	糖友五色	头像	17625933469	男	查看	查看	查看	修改 删除

图37 用户列表

3.3 食物数量

该模块（图 38）主要负责 GI 食物库的录入及管理。通过操作员筛选出低 GI 食物或者其它有利于糖尿病患者的食物，将食物名称、每百克热量、所属类型进行录入。其中食物单位可应计算要求，改为克、千克、毫升、升、份。



食品名称: 杏仁

热量: 578 千卡

单位: 100 克

所属类型: 五谷杂粮

修改

图38 录入食物

录入后的食物，将按 ID、食物名称、所属类型、每百克热量呈现，如 ID459，食物名称为银鳕鱼，属于蛋豆鱼肉类，每百克热量 170Kcal。需要查找或更新某种食物资料时，可直接在页面上方进行搜寻（图 39）。



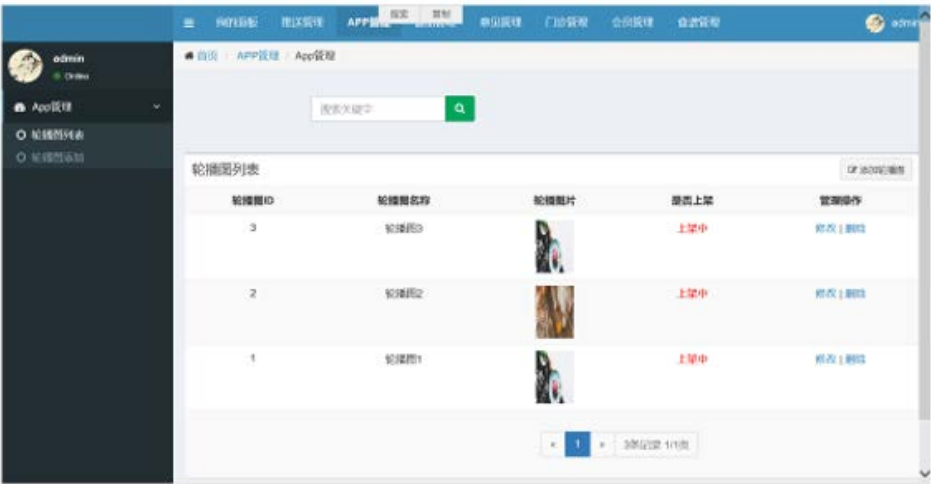
食品ID	食品名称	所属类型	热量	管理操作
462	杏仁	五谷杂粮	578千卡	修改 删除
461	香菇干	其他蔬菜	344千卡	修改 删除
460	干金沙拉酱、沙律酱、美乃滋	调味料	475千卡	修改 删除
459	银鳕鱼	蛋豆鱼肉	170千卡	修改 删除
458	牛奶	饮料	54千卡	修改 删除
457	紫甘蓝 (结球甘蓝(紫))	其他蔬菜	25千卡	修改 删除
456	绿豆	五谷杂粮	329千卡	修改 删除
455	芝士粉	调味料	492千卡	修改 删除
454	妃糖 (果糖、芝士、起司)	调味料	328千卡	修改 删除
453	黄韭 (无盐)	调味料	740千卡	修改 删除

图39 食物库列表

3. 4 轮播推送区管理

3. 4. 1 轮播图数量

主要是对呈现在 APP 首页推送区的轮播图进行管理（图 40），方便日在后台以图片形式发布即时通知与科普信息。






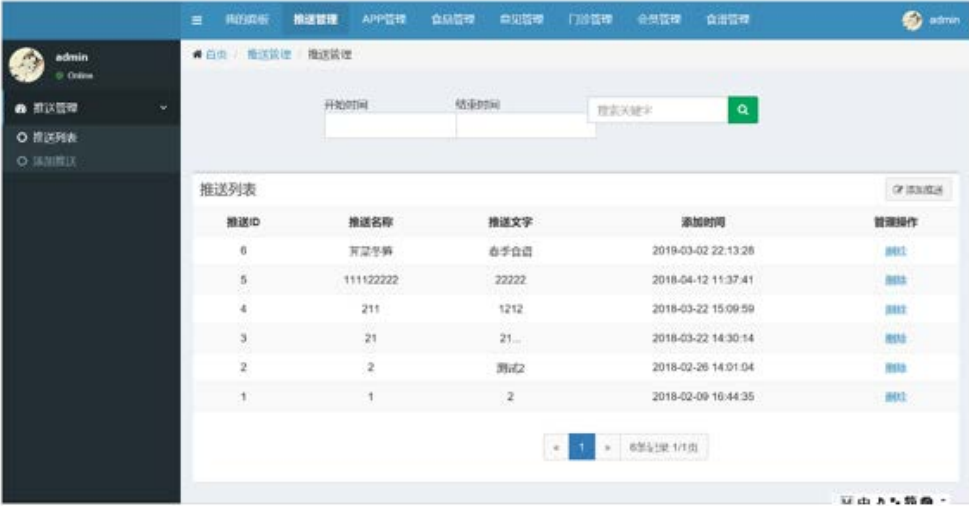
轮播图ID	轮播图名称	轮播图片	是否上架	管理操作
3	轮播图3		上架中	修改 删除
2	轮播图2		上架中	修改 删除
1	轮播图1		上架中	修改 删除

图40 轮播图列表

3.4.2 会员短消息推送

主要是对会员进行短消息发送的管理（图 41），包括推送 ID、推送标题名称、文字内容及推送时间，方便日在后台以短消息形式集中发布即时通知与科普信息。目前尚未开通。



推送ID	推送名称	推送文字	添加时间	管理操作
6	耳聪目明	春季食谱	2019-03-02 22:13:28	删除
5	111122222	22222	2018-04-12 11:37:41	删除
4	211	1212	2018-03-22 15:09:59	删除
3	21	21...	2018-03-22 14:30:14	删除
2	2	测试2	2018-02-26 14:01:04	删除
1	1	2	2018-02-09 16:44:35	删除

图41 消息推送列表

3.5 门诊数量

该模块包括医师信息和用户预约的管理。如，在首页上可立即所见尚未确认处理的预约数量为 4 例，方便操作者及时安排门诊预约进度。

3.5.1 医师信息管理

将已和糖尿病中西医营养管理平台合作机构或医生以医生列表（图 42）呈现，包含医生 ID、医生名称、医生头像、简介、性别、工作时间等信息。点击右方“修改”可进入医生详细资料页面（图 43），可根据医生工作安排进行预约的开放与关闭。



医生ID	医生名称	医生头像	简介	电话	性别	工作时间	查看预约(通过预约全部预约)	管理操作
4	陈少明		主任医师, 教授, 博士生导师, 国家临床重点专科专家, 全国优秀中医师, 糖尿病专家	13222222222	女	08:00-18:00	查看(0)	修改 删除
3	陈学		副主任医师, 副教授, 擅长老年综合内科, 老年代谢性疾病的内科治疗和临床决策。	18715604863	男	08:30-08:50	查看(0)	修改 删除
2	张强		副主任医师, 副教授, 擅长老年综合内科, 老年代谢性疾病的内科治疗。	18715604862	男	08:00-21:00	查看(0)	修改 删除
1	陈学东		副主任医师, 副教授, 擅长老年综合内科, 老年代谢性疾病的内科治疗和临床决策。	18715604861	男	11:00-17:00	查看(0)	修改 删除

图42 门诊医师列表

医生名称: 陈小明

医生简介: 主任医师, 教授, 博士生导师, 国家临床中药专家, 全国优秀中医临床科研名师

性别: 女

手机号码: 13222222222

门诊时间: 08:00 - 18:00

本周时间安排	时间	周一	周二	周三	周四	周五	周六	周日
上午		<input checked="" type="checkbox"/> 工作	<input checked="" type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作	<input checked="" type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作
下午		<input type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作	<input checked="" type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作	<input checked="" type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作	<input type="checkbox"/> 工作

保存

图43 医师详细资料

3.5.2 用户门诊预约管理

操作者可通过“查看预约”（图 44），来看已通过的预约和全部预约。若预约未通过，操作者可点击医生列表“查看”进入预约门诊的用户列表，包含了用户姓名、用户头像、预约时间、预约时段，并电话通知用户预约失败，需更换就诊时间。如陈浮医生有 1 个预约，0 个通过，则点击“查看”进入预约列表（图 45），发现用户大鹏 123 预约未通过，则可通知用户大鹏 123 修改预约时间。

医生名称	医生头像	简介	电话	性别	工作时间	查看预约(通过预约/全部预约)	管理操作
陈小明		主任医师, 教授, 博士生导师, 国家临床中药专家, 全国优秀中医临床科研名师	13222222222	女	08:00-18:00	查看(0/0)	修改 删除
陈浮		副主任医师, 副教授, 擅长老年综合内科、老年实体肿瘤的内科治疗和临床决策。	18715604663	男	08:30-08:50	查看(0/1)	修改 删除
张磊		副主任医师, 副教授, 擅长老年综合内科、老年实体肿瘤的内科治疗。	18715604662	男	08:00-21:00	查看(0/0)	修改 删除
陈浮生		副主任医师, 副教授, 擅长老年综合内科、老年实体肿瘤的内科治疗和临床决策。	18715604661	男	11:00-17:00	查看(0/0)	修改 删除

图44 预约查看

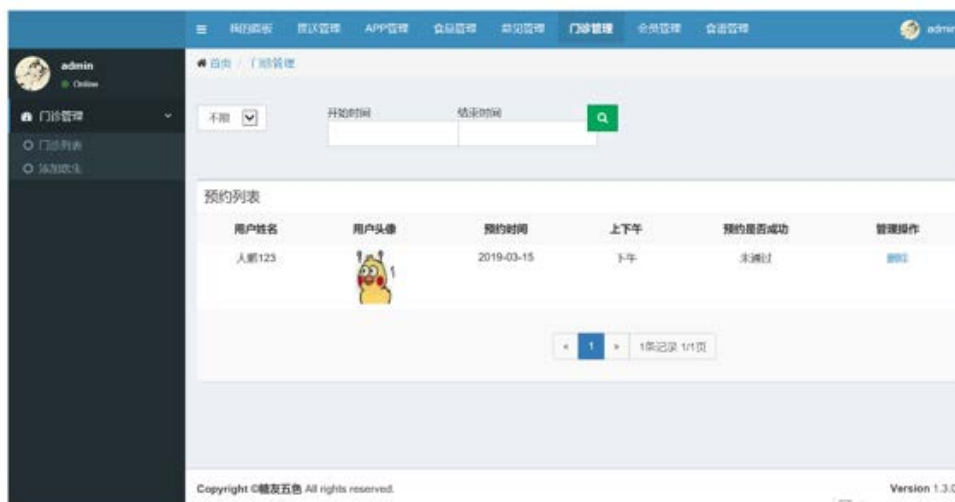


图45 查看列表

3.6 意见反馈

该模块（图 46）主要负责用户反馈意见的管理。如，在首页上可立即所见有 5 则用户信息，方便操作者及时了解用户的使用状况及反馈意见，利于平台服务的升级与更新。

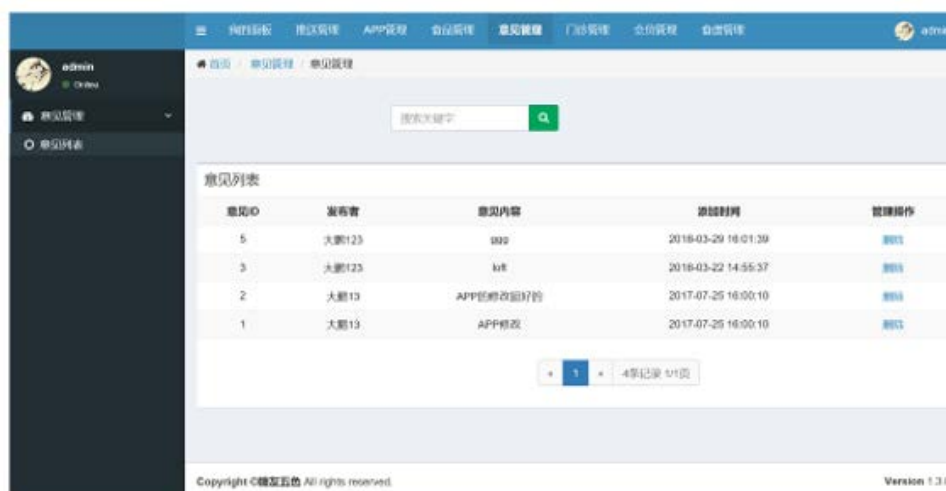


图46 意见反馈

3.7 食谱库数量

该模块主要负责食谱库的录入与更新管理，如，在首页上可立即所见有 143 则食谱，食谱库包含了食谱 ID、食谱图片、食谱详情、总热量、季节推送设定。

3.7.1 录入

通过点击页面右上角“添加食谱”进入食谱录入页面（图 47），依次录入食谱名称、图片、简介、所属类型、所属星期（即推荐日），最后根据食谱组成录入食材和重量，系统会自行计算出总热量（图 48）。如，鸡蛋蒸豆腐，属于蛋豆鱼肉类，周一至周三推荐，材料分别为豆腐 100 克、鸡蛋 55 克、金针菇 50 克、薄盐生抽 4 克、麻油 2.5 克，系统自动计算出总热量为 221.02Kcal。



图47 食谱列表



图48 食谱录入页面

3.7.2 更新

通过点击列表右侧“修改/删除”进入食谱修改页面（图 49），按照需求修改食谱相关信息即可。



图49 食谱列表

3.7.3 搜寻

所需食谱可通过食物所属类别（五大类食谱，图 50）或食谱类型（每日食谱、季节食谱，图 51）在下拉菜单中点选进行搜索。



图50 按五大类搜寻



图51 按类型搜寻

4 定量餐盒的成品图与功能实现

当定量餐盒的每个格子都装进对应类别食物时，表示该餐达到膳食平衡要求；通过每个格子体积的固定来锁定对应类别食物的摄入量。患者们可以通过装填熟食的方式，匹配糖尿病中医五色饮食管理 APP 的指导，且达到一目了然达到控制热量、膳食平衡的糖尿病饮食管理要求。具体呈现可参照图 52、图 53。

4.1 800ml 食谱组成与装盒呈现



图52 800ml 食谱装盒展示图

表 7 建议容量 800ml 的食谱

食物大类	食谱名称	食 材	热量（Kcal）
五谷杂粮	红薯米饭	粳米 40g、红薯 90g、黑芝麻 1g	243
深色叶菜	凉拌菠菜	菠菜 150g、香油 3g、白芝麻 2g、盐 1g	63
低糖水果	草莓	草莓 60g（中等大小，约 4 个）	18
其他蔬菜	黑木耳	水发黑木耳 50g、芹菜 100g、茭白 150g、	133
	炒三丝	胡萝卜 50g、花生油 5g、盐 1g	
蛋豆鱼肉	百叶结	猪瘦肉 80g、百叶结 30g、老抽 10ml、冰糖	286
	红烧肉	5g、花生油 5g	
一餐用盐：2g		一餐用油：13g	
总热量		约 743Kcal	

容量：800ml/一人份

4.2 600ml 食谱组成与装盒呈现



图53 600ml 食谱装盒展示图

表 8 建议容量 600ml 的食谱

食物大类	食谱名称	食 材	热量（Kcal）
五谷杂粮	麦仁米饭	粳米 55g、燕麦仁 25g	288
深色叶菜	凉拌 花椰菜	花椰菜 150g、胡萝卜 20g、香油 3g、盐 1g	63
低糖水果	圣女果	圣女果 100g（中等大小，约 6 个）	18
其他蔬菜	田园时蔬	新鲜香菇 100g、玉米 100g、豌豆 50g、红 椒 20g、花生油 5g、盐 1g	131
蛋豆鱼肉	白灼 基围虾	基围虾 100g、姜 2g、盐 1g	99
		一餐用盐：3g	一餐用油：13g
		总热量	约 599Kcal

容量：600ml/一人份

4.3 取得成果

定量餐盒取得专利 2 项：新型实用申请号为 201721751119.8

外观保护申请号为 201730640586.2

糖尿病中医五色管理平台 Logo 取得美术作品著作权保护。

平台商标申请中。

结 论

糖尿病是与生活方式有着密切关系的慢性病。国内外研究证实，掌握正确的饮食管理方法，养成良好的饮食习惯，能够控制血糖、稳定病情、延缓病程的进展。随着移动医疗技术的发展，现有的糖尿病管理类 APP 凭借其便利性和经济性，在血糖监测、药物治疗、运动管理等方面发挥了独特的优势。但针对糖尿病饮食管理，尚缺乏符合中国人饮食习惯的个性化膳食管理的 APP 功能。

本研究的结论：1、将中医五色食疗理论和方法与现代营养学有机整合，提出了符合中国人饮食文化习惯的“五谷为养”糖尿病平衡膳食模式，并实现了手机 APP 功能化；2、按中医四季养生理论，设计了适合糖尿病患者的节气食谱，丰富了糖尿病饮食管理的内容；3、对国内现有糖尿病饮食教育模式的补充和丰富。本研究提出的“线上 APP 互动，线下餐盒定量”的糖尿病饮食教育方法，可提高糖尿病患者的粘着性和可持续性。

致 谢

犹记最近一次满怀谢意敲打着键盘，写下诚挚的感谢还是在三年前的4月份。彼时做了重返校园念书的决定，贸然向沈红艺老师提出面谈的请求，老师欣然地同意约见我这位大龄新生。这份包容与善良，让我在准备履历的同时，写了极长一篇的自我介绍，感谢老师给我这份得之不易的机会。三载光阴弹指而过，再一次我又满怀感激，感谢在这段时光中出现的每个人。

首先，衷心感谢我的导师沈红艺老师，本课题从选题、设计、试做到落下论文最后一个句号都离不开沈老师的悉心指导。三年来，老师不仅为我授业解惑，还处处关怀我的学习和生活，她严谨求实的治学风气，精益求精的工作态度，孜孜不倦科研精神，还有恬淡优雅的气质，将为我一身所受用！

感谢参与我课题指导的李中平老师，每次的组会上的指导与生活上关心，都让我受益良多。

感谢学院和教研室的各位老师在学习、生活中给予的帮助。

感谢曾为我授课的每一位老师，感谢他们对我的教育培养与指导。

感谢曾经参与指导这个课题的阮洁老师、蔡燕老师、邱勤老师、王建英老师，以及他们的工作团队成员们对这个课题所做出的奉献。

感谢我的同门刘梦玲，三年来每当我穿梭于家庭和学校间疲惫不堪时，她总是默默地为我分担力所能及的事情，为我争取更多学习的时间。

感谢我可爱的师妹张中乐、李娟、张尹甄，有你们的伴随，使我在校园生涯中获得了很多的帮助，并且让枯燥的学习生涯变得热闹而精彩。

我要郑重感谢我的家人们，正因有他们的陪伴、支持与付出，给了我莫大勇气与动力，坚定地完成学业。

最后，感谢各位参与对本文进行审阅、评议的老师，也再次感谢参加本人论文答辩的各位老师。

参考文献

- [1] Marathe P H, Gao H X, Close K L. American Diabetes Association Standards of Medical Care in Diabetes 2017[J]. Journal of Diabetes, 2017, 9(4):320.
- [2] Hou X, Lu J, Weng J, et al. Impact of waist circumference and body mass index on risk of cardiometabolic disorder and cardiovascular disease in Chinese adults: a national diabetes and metabolic disorders survey[J]. PLoS One, 2013, 8:e57319.
- [3] 向红丁.糖尿病的三个阶段四个要点五项原则[J].白云医药, 2001(4):33-33.
- [4] 中华中医药学会.中医内科常见病诊疗指南•西医疾病部分[M].北京:中国中医药出版社,2008:176-178.
- [5] 陈文实.系统健康教育对糖耐量减低者转归影响的研究[D].山东大学,2015
- [6] Greaves CJ, Sheppard KE, Abraham C, et al. Systematic review of reviews of intervention components associated with increased effectiveness in dietary and physical activity interventions[J]. BMC Public Health. 2011,11(119):119.
- [7] Liang X, Wang Q, Yang X, et al. Effect of mobile phone intervention for diabetes on glycaemic control: a metaanalysis[J]. Diabet Med. 2015,28(4):455–463.
- [8] Riley WT, Rivera DE, Atienza AA, et al. Health behavior models in the age of mobile interventions: are our theories up to the task? [J]. Translational Behavioral Medicine, 2011,1(1):53-71.
- [9] El-Gayar O, Timsina P, Nawar N, et al. Mobile APP lications for diabetes self-management: status and potential.[J]. Diabetes Sci Technol. 2013,7(1):247–62.
- [10] Quinn CC, Clough SS, Minor JM, et al. WellDoc mobile diabetes management randomized controlled trial: change in clinical and behavioral outcomes and patient and physician satisfaction[J]. Diabetes Technol Ther. 2008,10(3):160–8.
- [11] Quinn CC, Shardell MD, Terrin ML, et al. Cluster-randomized trial of a mobile phone personalized behavioral intervention for blood glucose control[J]. Diabetes Care. 2011,34(9):1934–42.
- [12] Wayne N, Ritvo P. Smartphone-enabled health coach intervention for people with diabetes from a modest socioeconomic strata community: single-arm longitudinal feasibility study[J]. J Med Internet Res. 2014,16(6):149.
- [13] Kirwan M, Vandelanotte C, Fenning A, et al. Diabetes self-management smartphone APP lication for adults with type 1 diabetes: randomized controlled trial[J].J Med Internet Res. 2013,15(11):235.
- [14] 石文惠, 张红艳, 谭枫. 糖尿病移动医疗 App 有效性评估研究[J].中国数字医学,

2016, 11(4):29-31.

[15] Arsand E, Tatara N, et al. Mobile Phone-based Self-Management Tools for Type 2 Diabetes: The Few Touch APP lication[J]. J Diabetes Sci Technol, 2010,4(2):328-336.

[16] Nagin D S, Odgers C L. Group-based Trajectory Modeling in Clinical Research[J]. Annu Rev Clin Psychol, 2010, 6(4):109-138.

[17] Booth G, Cheng A Y. Canadian Diabetes Association 2013 clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada. Methods[J]. Canadian Journal of Diabetes, 2013, 37 Suppl 1:S4.

[18] 中华医学会糖尿病学分会.中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J].中华糖尿病杂志, 2018, 10(1): 4.

[19] 沈红艺,刘梦玲,田家珍.移动医疗时代糖尿病膳食管理模式的探索和实践[A].成都.中华中医药学会健康管理分会第三次年会论文集[C], 2018

[20] 王永炎.临床中医内科学[M]. 北京出版社, 1994.

[21] Parackal S. Dietary Transition in the South Asian diaspora: Implications for Diabetes Prevention Strategies[J]. Curr Diabetes Rev, 2017, 12(999).

[22] 中华中医药学会糖尿病分会. 糖尿病前期中医诊疗标准[J].世界中西医结合杂志,2011, 6(5): 446-449.

[23] 范梦男.痰湿体质与 2 型糖尿病胰岛素抵抗的相关性[J].辽宁中医药大学学报,2008,10(5):69-70.

[24] 唐程.痰湿体质 2 型糖尿病胰岛素抵抗与胃动力的相关性研究[D].长春中医药大学学报, 2018.

[25] 刘蒙蒙,方朝晖.糖尿病及糖尿病前期患者的中医食疗指导[J].中医药临床杂志, 2018(12).

[26] Evert AB, Boucher JL, Cypress M, et al. Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes[J]. Diabetes Care,2014,37:120-143.

[27] Ley S H, Hamdy O, Mohan V, et al. Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies.[J]. Lancet, 2014, 383(9933):1999-2007.

[28] 王瑞萍.不同医学营养治疗对老年 2 型糖尿病患者血糖波动性及胰岛素抵抗的影响[D]. 2015.

[29] 陈凤娇.不同饮食方式对 2 型糖尿病患者的影响[J].糖尿病新世界,2018, 21(15):36-37.

[30] 杨喜忠,孙静,杨林,等.中医食疗药膳治疗II型糖尿病 38 例疗效观察[J].浙江中医

药大学学报,2007,31(5):596-597.

[31] 王英,聂文涛.预防 2 型糖尿病的高消耗应激[J].辽宁中医杂志, 2012, 39;426(11):2169-2170.

[32] 赵鹏.糖尿病前期人群的医学营养干预研究[J].世界最新医学信息文摘, 2017(17):3-4.

[33] 葛声, 张片红, 马爱勤,等.《中国 2 型糖尿病膳食指南》及解读[J]. 营养学报, 2017.

[34] 李亦深, 孙浩林. 焯水方式对西兰花维生素 C 含量影响的研究[J]. 实验教学与仪器, 2018, 35(9):71-73.

[35] 李波, 孙科祥, 刘锋. "菠菜豆腐"钙吸收率的体外模拟实验研究[J]. 中国食物与营养, 2006(11):56-58.

附录 1：文献综述

移动医疗应用程序协助下 2 型糖尿病饮食治疗研究的进展 Review on progress in dietary therapy for type 2 diabetes mellitus with mobile medical applications

田家珍¹ 张中乐¹ 沈红艺²

TIEN JZ, ZHANG ZL, SHEN HY

摘要:

概述了移动医疗应用程序近年来在糖尿病饮食治疗中的应用及效果评价。已有的干预研究结果表明，在饮食治疗过程中代谢指标、依从性和自我管理能力等均有所改善，但糖尿病患者对 APP 的满意度存在较大的差异性。糖尿病被认为是未来移动医疗 APP 研发的最主要目标用户群体，笔者认为未来糖尿病饮食治疗 APP 程序应加强自动化的数据采集服务、中医食疗特色、社会支持和符合中国人饮食习惯的带量食谱等功能设计，进一步提升糖尿病患者的依从性和满意度，以确保患者能够长期坚持良好的生活方式，有效控制糖尿病病情发展。

关键词:

糖尿病；饮食治疗；移动医疗应用程序

《中国 2 型糖尿病防治指南》指出 2013 年我国成人 2 型糖尿病患病率为 10.4%，肥胖和超重人群糖尿病患病率显著增加，肥胖人群糖尿病患病率升高 2 倍。糖尿病的控制不再是传统意义上的治疗而是系统的管理，患者的行为和自我管理能力是有效控制的关键。针对我国 2 型糖尿病患病率急剧增加、而医疗卫生资源相对不足的现况，以医疗 APP 作为糖尿病饮食治疗的平台工具，既可以帮助患者提高自我管理能力和改善血糖控制，又加强糖尿病管理中医患互动、建立良好的医患关系和信任机制，帮助医生提高诊疗和管理效率。

据调查^[1]，我国 2016 年第四季度手机网民接近 3.0 亿，在各类医疗 APP 中，对糖尿病 APP 的了解最多，居首位的春雨医生用户高达 20.9%。因此，糖尿病患者被认为是移动医疗 APP 今后五年研发的最主要使用群体，其次是肥胖、高血压等慢性病患者^[2]。来自前瞻性观察研究和临床试验表明^[3]，在过去的几十年中良好的饮食模式在预防和管理 2 型糖尿病中具有重要性。因此，饮食治疗被认为是糖尿病的管理“五驾马车”的基础，贯穿糖尿病治疗的整个过程；而糖尿病患者教育则是糖尿病“五驾马车”的重中之重，只有当患者更有健康意识、危机意识的

时候才能保持饮食管理的稳定性、依从性。

1 移动医疗应用程序的定义

移动医疗应用程序 (Mobile medical Applications)，简称“医疗 APP”，是借助手机作为载体而进行的公共医学服务，国外称为 mHealth (mobile health)。2010 年美国移动医疗峰会上对 mHealth 的定义是“通过移动设备提供的医疗服务”，即通过智能移动设备将医疗资源推广给受众，提供医疗服务。其主要功能可分为：特征性指标的监测和记录、用药提醒、医疗咨询、建立网络互助、生活方式干预、康复训指导练等。医疗 APP 因其广泛的功能、低廉的管理成本及不受地域条件限制等优点，如今已成为移动医疗市场的主要工具，50% 的医疗 APP 对患者的疾病管理和健康维护提供服务^[2]，医疗 APP 也被更多地投入慢性疾病的干预研究中。

2 国内外糖尿病 APP 在饮食治疗的应用现状

2.1 给予饮食处方，有效控制摄入热量

由戴霞^[4]等自主研发的“糖卫士”APP，其饮食计算器可以自动列出各种食物的热量并算出全天饮食总热量，在患者自行输入身高、体重后可以算出其全天需要的总热量和饮食份数，帮助患者有效控制摄入量。在运用“糖卫士”干预 3 个月及 6 个月后，实验组患者的血糖和血脂等代谢指标、监测依从性均优于对照组 ($P < 0.05$)，按时复诊率和满意度也好于对照组。同样地，另一项由^[5]在温州进行的糖尿病 APP 远程随访实验中，“杏树林”APP 实验组患者饮食控制高于对照组，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。赵振华等^[6]通过一日四次的饮食记录（早午晚餐及加餐）及根据使用者自我管理行为表现情况制定相应的饮食安排表，干预 3 个月后干预组糖尿病自我管理行为量表总分及各维度得分显著高于对照组 ($P < 0.05$, $P < 0.01$)。研究者认为是因为通过每日记录饮食，让患者客观了解不同食物及烹饪方式对血糖波动的影响，一定程度上起到监督患者遵从良好自我管理行为的作用。一款专为 1 型糖尿病儿童开发的“糖宝随访”APP^[7]，通过在患儿出院后 3 个月内持续发送饮食处方、糖尿病饮食知识等途径，使得 APP 组患者 3 个月后的空腹血糖值低于对照组 ($P < 0.01$) 说明 APP 可以更好地帮助患儿进行出院后的延续护理并控制血糖。高岩^[8]利用 APP 以五个阶段循序渐进对患者的饮食进行干预并给予饮食行为培养，结果显示，利用手机 APP 有助于糖尿病患者掌握饮食知识 ($P < 0.01$)，观察者组的饮食教育满意度高于对照组 ($P < 0.01$)，说明应用健康管理软件进行健康管理对提高患者满意度有积极影响。对糖尿病患者进行饮食干预能有效调动其积极性，提高患者的饮食管理依从性。

2.2 监测特征性指标，稳定病情状况

目前国内外糖尿病 APP 数量众多，其功能及框架各有不同，但大都都有监测

指标功能，主要为空腹血糖、糖化血红蛋白等代谢指标。关于糖尿病 APPd 的 Meta 分析^[9,10]得出通过糖尿病 APP 的干预可使患者的 HbA1c 降低 0.48%~0.5%，且 T2DM 患者的 HbA1c 降低幅度大于 T1DM 患者。“杏树林 APP”^[5]在随访 3 个月后实验组患者空腹血糖、餐后血糖、糖化血红蛋白等特征性观察指标均较对照组降低，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）同时，运动管理、遵医嘱服药和血糖监测等自我管理项目得分均高于对照组。

2.3 实现自我管理，提高生活质量

Hansel B 等^[11]在法国进行为期 1 年的 APP 膳食干预研究结果显示，干预组成员的饮食结构有所改善，饱和脂肪、钠和热量的摄入量朝着更健康的方向发展，干预组中 53.3% 的受试者体重减轻超过 3%。Ramadas A 等^[12]在马来西亚对 128 名 T2DM 患者进行了为期 6 个月的 APP 饮食干预。干预组的膳食知识、行为管理评分均比对照组有所改善（ 11.1 ± 0.9 对 6.5 ± 9.4 ， $P<0.001$ ），其中干预组前后自身对照其饮食变化有明显改善，空腹血糖和 HbA1c 均有明显下降，证明 APP 干预可以成为实施慢性病管理的可行方法。印度的 m Dia 手机程序^[13]通过饮食、运动的 APP 模块联合营养师每周 1 次电话指导成功让肥胖人群风险降低近 50%，每 7 例需要干预的“高危病例”中有 1 例可以成功避免发展为糖尿病。

此外，针对糖尿病妇女需面临孕产特殊时期，为了改善其孕前护理知识和态度，英国^[14]针对糖尿病妇女专用的 APP 做了相关研究，证明能使糖尿病妇女在叶酸摄入、改变生活方式和避孕措施等得到有效帮助。而对于已进入妊娠中期的糖尿病妇女（gestational diabetes mellitus，GDM）Garnweidnerholme L 等^[15]研究结果表明，mHealth 是一种有用的工具，可以增强医疗保健专业人员对患有 GDM 的女性的护理。

国内外 Meta 分析^[16,17]显示 APP 参与糖尿病管理可以提高糖尿病患者在饮食、运动、血糖监测、用药方面的自我管理行为。在控制糖尿病合并症中亦取得良好效果^[18]。其附加的各种功能还减轻了患者自我负担及负面情绪，提高生活质量^[19,20]。

3 糖尿病 APP 目前存在的问题

相比以往的常规教育，APP 更形象具体，便于患者记忆和操作，能调动患者积极性，有利于达到生活行为的改变。糖尿病 APP 虽然廉价新颖，但研究显示^[21,22]，糖尿病患者对 APP 的满意度为 13%~92%，差异巨大。目前市场上同质性的糖尿病 APP 较多，产品缺乏特色，无论这个 APP 最初可能根据某一种需求所设计，但到最后各个 APP 上所能提供的解决方案几近相同，都有血糖监测、医患问诊、患者社区、科普宣教等各个基本版块。所以如果从患者本身的需求而言，面对市场上林林总总各款 APP，其实选择哪一款区别都不大。说明糖尿病 APP 不能仅作为监测追

踪的工具，这将不足以长期让患者提高使用意愿。务必以 APP 作为平台互动，利于患者线下价值共创活动的实现（即线下体验），才能促进患者对长期 APP 使用的意愿^[23]。

此外，我国的医疗 APP 发展虽处于初期阶段，但发展势头迅猛，尚缺乏有效的监管机制，为保障患者的安全性与 APP 的有效性，建议相关管理部门可借鉴国外经验^[24]，制定质量评级工具，从功能、美学等质量指标进行多维度考核，出台相应的管理措施与技术服务标准。

4 前景与建议

4.1 自动化数据采集服务

糖尿病患病年龄层已不再局限为中老年，糖尿病 APP 除了考虑操作便捷性外，还应考虑监测数据的准确性、追踪性、可预测性和无创伤的数据采集方式。借由现今云端技术和可穿戴设备的发展，可大力推广糖尿病 APP 配套使用的穿戴式设备或传感器（如无创血糖采集手环、智能餐具、智能体重体脂计等）。据统计^[25]，美国有 10% 的健康追踪类 APP 能够与外接设备连接。2016 年 Washington post^[26] 曾报道，Medtronic 和 IBM 联合开发了一款能连接胰岛素泵和连续血糖监测设备的及时发送数据应用程序，不但能及时了解摄取不同食物后血糖的波动情况，更可在 3 小时前提早告知低血糖风险，避免严重并发症的产生。国内的糖尿病 APP 市场应对相关设备进行大力发展，实现对患者特征性监测指标的自动化数据采集服务，协助医务人员对患者进行全方位的病情监控。

4.2 以中医食疗理论丰富糖尿病的饮食治疗

中医的“治未病”理念和“五谷为养”的平衡膳食原则，特别适合指导糖尿病患者及糖耐量减低的超重肥胖者的营养管理。《中国 2 型糖尿病指南》（2017 年版）也特别增加了“糖尿病与中医药”章节，认为“中医药在糖尿病的三级预防中发挥着重要的作用，为 2 型糖尿病防治提供了更多的选择。利用中医“药食同源”理论，筛选出适合患者食用的食材，既考虑到食材血糖指数及血糖负荷对患者的影响；结合中医“应季而食”理论，鼓励患者多食用当季食材，既保证了食材新鲜与价廉，亦体现人体生长节律是与四季密切相联；以中医“治未病”原则，将干预前移至肥胖人群和糖耐量受损人群，改善糖尿病前期患者的糖脂代谢，有效阻止或缓解向糖尿病发展^[27]。中医特色的糖尿病食疗干预，更符合国人饮食习惯，在健康教育的基础上，开展以患者饮食行为的转变为导向目标的探索。使患者享受到优质便捷、实时精准的中医特色饮食健康服务，促使糖尿病患者的病情控制，以及减少人群的患病风险^[28]。

4.3 企业与社会的支持

移动医疗 APP 市场趋势与展望 2015 年的全球移动医疗健康 APP 开发商经济年会报告指出^[2]，智能手机将在未来五年成为首选的移动医疗设备，85%的移动医疗从业者会把智能手机作为主要工具。糖尿病患者终身需要进行饮食治疗，企业在设计开发糖尿病 APP 需突破同质化现象严重的瓶颈，充分考虑用户使用体验。如借鉴营养学膳食平衡、摄入定量的要求采用中西医融合营养管理新模式的设计，开发出便捷的线下定量餐具，帮助患者简单直观地掌握食物热量和膳食平衡原则，快速方便完成膳食定量过程。沈红艺等^[28]提出建议“线下定量餐盒+ 线上 App 饮食干预”的功能实现，能充分调动患者积极性、提高其依从性。

4.4 开发符合国人饮食习惯的干预食谱

我国饮食结构中碳水化合物比率普遍偏高，且随着经济的改善，动物性蛋白质与油脂的摄入也随之增高，而膳食纤维及维生素不足，这种高脂低纤维膳食导致肠道内有益菌群减少^[29]，导致慢性低度炎症、代谢紊乱等情况^[30]，对于糖尿病的控制尤为不利。一项来自居家膳食模式的研究^[31]表明选择以全谷物、水果、蔬菜及高质量蛋白质的饮食结构，能使空腹血糖明显降低，且适合中国 2 型糖尿病患者治疗。因此，转变我国 2 型糖尿病患者饮食结构势在必行。可根据《中国居民平衡膳食宝塔》的对平衡膳食搭配的要求，将中医“五谷为养、五果为助、五畜为益、五菜为充”理论与现代营养学有机整合，提出符合中国人饮食文化习惯的饮食治疗模式，借由 APP 实施有效的推广，有效而迅速地调整膳食结构，进而改变饮食习惯。

糖尿病饮食治疗的关键在于如何扭转患者长期单纯依赖药物控制的弊端，接受并执行饮食治疗、药物治疗及其它治疗并驾齐驱的自我护理模式，其转化过程需要医患双方乃至多产业合作，开展对糖尿病更加有利的控制流程及工具的设计与研发。

附录 2：参加学术会议情况

- 1、2017 年 10 月参加上海长三角营养论坛
- 2、2017 年 4 月参加成都内分泌论坛

附录 3：《中国 2 型糖尿病膳食指南》核心推荐

推 荐	关 键 推 荐
合理饮食，吃动平衡，控制血糖	科学饮食，规律运动，培养良好生活方式
	保持健康体重，预防肥胖和消瘦
	监测血糖，合理用药，预防低血糖发生
主食定量，粗细搭配，提倡低血糖指数主食	主食定量，按需摄入
	全谷物、杂豆类宜占主食摄入量的三分之一
	提倡选择低 GI 主食
多吃蔬菜，水果适量，种类、颜色要多样	餐餐有新鲜蔬菜，烹调方法要得当
	每日蔬菜摄入量 500g 左右，深色蔬菜占 1/2 以上
	两餐之间适量选择水果，以低 GI 水果为宜
常吃鱼、禽，蛋类和畜肉类适量，限制加工肉类摄入	常吃鱼、禽，适量吃畜肉，减少肥肉摄入
	少吃烟熏、烘烤、腌制等加工肉类制品
	每天不超过一只鸡蛋
奶类豆类天天有，零食加餐合理选择	每日 300 ml 液态奶或相当量奶制品
	重视大豆及其制品的摄入
	零食加餐可适量选择坚果
清淡饮食，足量饮水，限制饮酒	烹调注意少油少盐
	足量饮用白开水，也可适量饮用淡茶或咖啡
	不推荐糖尿病患者饮酒
定时定量，细嚼慢咽；注意进餐顺序	定时定量进餐，餐次安排视病情而定
	控制进餐速度，细嚼慢咽
	调整进餐顺序，养成先吃蔬菜、最后吃主食的习惯
注重自我管理，定期接受个体化营养指导	保持健康生活方式
	定期监测血糖，预防低血糖发生
	定期接受个体化营养指导