

基于数据挖掘的中医药治疗2型糖尿病 用药规律研究

阮氏海燕*, 王 飞#

成都中医药大学临床医学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年8月31日; 录用日期: 2026年10月8日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

目的: 总结并分析中医药治疗2型糖尿病的用药规律, 为临床治疗提供理论依据及配伍规律参考。方法: 检索CNKI和万方数据库中2016年1月至2025年12月有关中医药治疗2型糖尿病的相关文献, 同时结合临床实习期间在导师指导下收集的方剂。筛选符合纳入标准的方剂, 并采用Excel对20首方剂建立二元数据库。采用SPSS 20.0进行KMO检验和Bartlett球形度检验, 以评价数据进行因子分析的适用性, 并进行系统聚类分析和Pearson相关分析; 采用IBM SPSS Modeler进行关联规则挖掘, 并利用Cytoscape对药物间关联网络进行可视化展示。结果: 本研究共纳入20首治疗2型糖尿病的方剂, 涉及16味中药, 药物使用总频次为74次。黄芪使用频次最高, 为8次(40.0%); 其次为生地7次(35.0%), 山药和茯苓均为6次(30.0%)。按功效分类, 补气药使用频次最高, 为22次; 其次为活血化瘀药12次和利水渗湿药10次。药性方面, 温性药出现30次, 寒性药26次; 平性药单独统计为18次, 未见热性药和凉性药。五味方面, 以甘味(59次)和苦味(21次)出现频次最高。归经主要集中于肺经(37次)、肾经(36次)、心经(31次)、肝经(29次)和脾经(28次)。关联规则分析共筛选出25条符合设定阈值的关联规则, 其中支持度较高的规则包括麦冬→生地、山药→黄芪和茯苓→黄芪。KMO检验结果为0.430 (<0.5), 表明该数据集尚不适宜进行因子分析; 因此, 采用系统聚类分析进一步考察药物配伍结构特征。结论: 结果表明, 中医药治疗T2DM的用药规律主要集中于益气健脾、养阴生津、利水渗湿和活血化瘀, 体现了补虚与祛邪相结合的配伍特点。上述初步结果可为配伍规律研究及临床应用提供参考依据。

关键词

2型糖尿病, 消渴, 中医药, 数据挖掘, 用药规律, 四气五味, 归经, 关联规则, 聚类分析

Study on the Medication Patterns of Traditional Chinese Medicine for Type 2 Diabetes Mellitus Based on Data Mining

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 阮氏海燕, 王飞. 基于数据挖掘的中医药治疗 2 型糖尿病用药规律研究[J]. 中医学, 2026, 15(10): 455-468.
DOI: 10.12677/tcm.2026.1510579

Nguyen Thi Hai Yen*, Fei Wang#

Clinical Medical College, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: August 31, 2026; accepted: October 8, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

Objective: To summarize and analyze the medication-use patterns of traditional Chinese medicine (TCM) in the treatment of type 2 diabetes mellitus (T2DM), thereby providing a theoretical basis and reference for prescription compatibility in clinical practice. **Methods:** The China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Wanfang Data databases were searched for relevant literature on the treatment of T2DM with TCM published between January 2016 and December 2025. Prescriptions collected under the supervisor's guidance during clinical training were also included. Prescriptions meeting the inclusion criteria were screened, and a binary database of 20 prescriptions was established using Microsoft Excel. SPSS 20.0 was used to perform the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test and Bartlett's test of sphericity to evaluate the suitability of the data for factor analysis, as well as hierarchical cluster analysis and Pearson correlation analysis. IBM SPSS Modeler was used for association rule mining, and Cytoscape was employed to visualize the inter-herb association network. **Results:** A total of 20 prescriptions for the treatment of T2DM were included, involving 16 Chinese medicinal herbs, with a total usage frequency of 74. Astragali Radix (Huangqi) had the highest frequency of use, occurring 8 times (40.0%), followed by Rehmanniae Radix (Shengdi), which occurred 7 times (35.0%); Dioscoreae Rhizoma (Shanyao) and Poria (Fuling) each occurred 6 times (30.0%). In terms of functional classification, qi-tonifying medicinals were used most frequently, with 22 occurrences, followed by blood-activating and stasis-resolving medicinals with 12 occurrences and water-draining and dampness-percolating medicinals with 10 occurrences. Regarding medicinal nature, warm-natured medicinals occurred 30 times and cold-natured medicinals 26 times; neutral-natured medicinals were counted separately and occurred 18 times, whereas no hot- or cool-natured medicinals were identified. With respect to the five flavors, sweet-flavored medicinals (59 occurrences) and bitter-flavored medicinals (21 occurrences) were the most frequent. Meridian tropism was primarily concentrated in the Lung (37 occurrences), Kidney (36 occurrences), Heart (31 occurrences), Liver (29 occurrences), and Spleen (28 occurrences) meridians. Association rule analysis identified 25 rules that met the predefined thresholds. Rules with relatively high support included Ophiopogonis Radix (Maidong) → Rehmanniae Radix (Shengdi), Dioscoreae Rhizoma (Shanyao) → Astragali Radix (Huangqi), and Poria (Fuling) → Astragali Radix (Huangqi). The KMO test value was 0.430 (<0.5), indicating that the dataset was not suitable for factor analysis. Therefore, hierarchical cluster analysis was employed to further investigate the structural characteristics of herbal compatibility. **Conclusion:** The medication-use patterns of TCM in the treatment of T2DM were primarily characterized by tonifying qi and strengthening the Spleen, nourishing yin and promoting fluid production, promoting urination and draining dampness, and activating blood and resolving stasis. These patterns reflect a prescription compatibility approach that combines tonifying deficiency with eliminating pathogenic factors. These preliminary findings may provide a reference for research on herbal compatibility patterns and clinical applications.

Keywords

Type 2 Diabetes Mellitus, Xiaoke (Wasting-Thirst), Traditional Chinese Medicine, Data Mining, Medication-Use Patterns, Four Natures and Five Flavors, Meridian Tropism, Association Rules, Cluster Analysis

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是一种常见的慢性代谢性疾病,其主要特征为胰岛素抵抗和/或胰岛 β 细胞功能减退所致的持续性高血糖。近年来,随着人口老龄化进程加快、生活方式改变以及超重和肥胖人群增加, T2DM 所造成的疾病负担日益加重。该病不仅影响患者的生活质量,还可导致心血管、肾脏、神经、视网膜及外周血管等多种慢性并发症。因此,我国 T2DM 防治指南强调实施全面、长期和个体化管理,以控制疾病进展、减少并发症并改善患者预后[1]。

在中医学中, T2DM 主要属于“消渴”范畴,其发生发展与肺、脾、肾等脏腑功能失调密切相关,病机常涉及阴虚、燥热及气阴两虚,病程迁延者还可兼见痰湿、血瘀等病理因素。由于其病机较为复杂,并可随疾病不同阶段而发生变化,中医治疗强调辨证论治,并根据病情灵活配伍用药,以整体调节患者的病理状态。现行中西医结合相关诊疗指南亦肯定了中医辨证论治在 T2DM 管理中的作用[2]。然而,临床用于治疗 T2DM 的方剂较为丰富,各方剂的药物组成及配伍方式存在一定差异,因此,系统梳理其用药规律对于相关研究及临床实践具有一定意义。

随着信息技术的发展,数据挖掘方法在中医药研究中的应用日益广泛。通过对方剂进行收集、规范化和分析,该方法可对药物使用频次、功效特征、四气、五味、归经以及药物间的配伍关联进行量化分析,从而发现常用药对及具有规律性的配伍结构。一项基于 792 首 T2DM 治疗方剂的数据挖掘研究显示,黄芪是使用频次较为突出的药物之一,同时补益类、清热类及活血化瘀类药物在 T2DM 治疗方剂体系中占有重要地位[3]。

近年来,多项研究已应用数据挖掘方法,基于不同来源的数据考察中医药治疗 T2DM 的用药规律,包括文献方剂、中成药、病案数据以及名医临床经验等[4]-[12]。后续研究进一步将分析范围拓展至中成药、临床数据及古代医籍资料,并结合聚类分析、关联规则、网络分析及网络药理学等方法,以识别用药特征及配伍结构[13]-[17]。上述研究结果为本研究提供了方法学依据和数据参考。

在此基础上,本研究对中医药治疗 T2DM 的方剂进行收集、筛选和规范化处理,建立方剂数据库,并采用统计学方法结合数据挖掘技术,对药物使用频次、功效特征、四气五味、归经、配伍规律及药物组群结构进行分析。通过上述分析,初步阐明中医药治疗 T2DM 的用药特点及规律,并为相关研究和临床应用提供参考依据。

2. 资料与方法

2.1. 数据来源

本研究于 2016 年 1 月至 2025 年 12 月期间,从 CNKI 和万方数据库中收集与中医药治疗 2 型糖尿病相关的文献资料,同时结合临床实习期间在导师指导下收集的方剂。按照纳入标准和排除标准进行筛选,并经规范化处理及去除重复数据后,最终共纳入 20 首方剂进行分析。

2.2. 纳入标准

明确诊断为 2 型糖尿病;
临床研究、病例报告或治疗经验中采用中医药治疗 2 型糖尿病;
文献对方剂组成记载完整、明确。

2.3. 排除标准

综述类文献、实验研究及动物研究;
方剂组成记录不完整的研究;

采用非口服药物治疗方法的研究，如针灸、推拿等；
存在重复数据的文献。

2.4. 数据规范化与处理

药物名称按照中药学中常用名称进行规范化；每首方剂设置为一行，每味药物作为一个二元变量，出现记为 1，未出现记为 0。药物的四气、五味、归经及功效属性按照中药学分类体系进行规范化。进行药性统计时，将微寒归入寒，微温归入温，平性单独统计；微苦归入苦。对于同时具有多种药味或归属多个经脉的药物，各项属性分别独立计入相应类别。

2.5. 统计分析与数据挖掘

采用 Excel 建立数据库，并统计纳入研究的 20 首方剂中各味药物的出现频次。采用 SPSS 20.0 进行统计分析；通过 KMO 检验和 Bartlett 球形度检验评价数据进行因子分析的适用性。KMO ≥ 0.5 且 Bartlett 球形度检验 $P < 0.05$ 视为满足进一步进行因子分析的基本条件；若数据不满足上述条件，则不进行因子提取。同时，采用基于 Jaccard 距离和平均联接法的系统聚类分析，以考察药物之间的配伍结构。

采用 IBM SPSS Modeler 对药物之间进行关联规则分析，设定支持度(support) $\geq 10\%$ 、置信度(confidence) $\geq 60\%$ 、提升度(lift) ≥ 1 ，以考察药物之间常见的配伍关联。采用 Pearson 相关系数考察药物变量之间的相关程度； $P \leq 0.05$ 视为相关性具有统计学意义，其中选择 $P \leq 0.01$ 的药对构建相关网络。采用 Cytoscape 对上述关联进行可视化，以展示研究数据集中药物之间的关联结构及相关性较为突出的药对。

3. 结果

3.1. 药物使用频次及功效分类分析

对纳入研究的 20 首 2 型糖尿病治疗方剂进行统计分析，共涉及 16 味中药。使用频次 ≥ 5 次的药物包括黄芪、生地、山药、茯苓、丹参、麦冬、天花粉、山茱萸和熟地，详见表 1。

其中，黄芪使用频次最高，为 8 次(40.0%)；其次为生地 7 次(35.0%)，山药和茯苓均为 6 次(30.0%)；丹参、麦冬、天花粉、山茱萸和熟地均出现 5 次(25.0%)。其余药物出现 2~4 次，对应频率为 10.0%~20.0%。具体结果见表 1。

Table 1. Frequency of use of individual Chinese medicinals in 20 T2DM prescriptions
表 1. 20 首 T2DM 方剂中各味药物的使用频次

药物	频次(次)	频率(%)
黄芪	8	40.0
生地	7	35.0
山药	6	30.0
茯苓	6	30.0
丹参	5	25.0
麦冬	5	25.0
天花粉	5	25.0
山茱萸	5	25.0

续表

熟地	5	25.0
党参	4	20.0
白术	4	20.0
泽泻	4	20.0
五味子	3	15.0
红花	3	15.0
川芎	2	10.0
桃仁	2	10.0

按功效分类，补气药使用频次最高，为 22 次(29.73%)；其次为活血化瘀药 12 次(16.22%)、利水渗湿药 10 次(13.51%)和收涩药 8 次(10.81%)。清热凉血药、补阴药、清热泻火药及补血药的使用频次相对较低。具体结果见表 2。

Table 2. Functional classification of Chinese medicinals
表 2. 药物功效分类

功效分类	频次(次)	频率(%)
补气药	22	29.73
活血化瘀药	12	16.22
利水渗湿药	10	13.51
收涩药	8	10.81
清热凉血药	7	9.46
补阴药	5	6.76
清热泻火药	5	6.76
补血药	5	6.76

3.2. 四气与五味分析

四气统计结果显示，纳入研究的 2 型糖尿病治疗方剂所使用的药物主要集中于温性和寒性。在 74 次药物使用频次中，温性药出现 30 次，占 40.54%，为各类药性中使用频次最高者；其次为寒性药，共 26 次，占 35.14%。在纳入分析的 16 味中药中，未见热性药和凉性药。除寒、热、温、凉四气外，平性药另行统计，共出现 18 次，占 24.32%。总体而言，药性分布显示温性药和寒性药的使用比例均相对较高，平性药亦占有一定比例。

五味分析结果显示，甘味占明显优势，共出现 59 次，占 79.73%；其次为苦味 21 次，占 28.38%，酸味 8 次，占 10.81%，辛味 5 次，占 6.76%。本研究数据集中未见咸味药。对五味属性进行规范化处理时，按甘、苦、酸、辛、咸五味体系进行归类；对于同时兼具多种药味的药物，各项味属性分别予以统计，因此五味各组的总频率可大于 100%。

由上述分布特征可见，纳入研究的方剂中以甘味药最为突出，同时配伍苦味、酸味及辛味药。药性方面，温性、寒性及平性药并见，提示该组方用药具有一定的多样性，并未完全偏于单一药性。上述特

征为后续进一步分析药物配伍规律及用药特点提供了数据基础。具体统计结果见表 3。四气、平性及五味的分布情况见图 1、图 2。

Table 3. Distribution of the four natures, neutral nature, and five flavors of Chinese medicinals used in the treatment of type 2 diabetes mellitus

表 3.2 型糖尿病中药四气、平性及五味分布统计

四气	频次(次)	频率(%)	五味	频次(次)	频率(%)
温	30	40.54	甘	59	79.73
寒	26	35.14	苦	21	28.38
热	0	0.00	酸	8	10.81
凉	0	0.00	辛	5	6.76
平性(另列)	18	24.32	咸	0	0.00

注：四气包括寒、热、温、凉，平性另列统计；五味按甘、苦、酸、辛、咸归类。

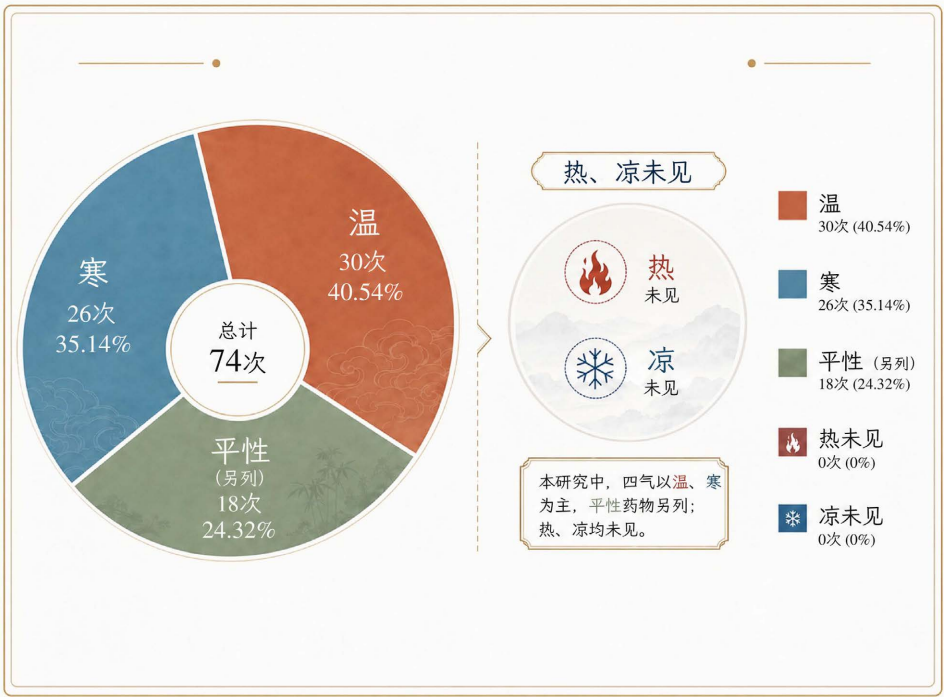


Figure 1. Distribution of the four natures and neutral nature of Chinese medicinals used in the treatment of type 2 diabetes mellitus

图 1. 治疗 2 型糖尿病中药四气及平性分布情况

3.3. 归经分析

归经特征分析结果显示，治疗 2 型糖尿病所使用的药物主要归于肺经、肾经、心经、肝经和脾经。其中，肺经频次最高，为 37 次(50.00%)；其次为肾经 36 次(48.65%)、心经 31 次(41.89%)、肝经 29 次(39.19%)和脾经 28 次(37.84%)。除上述经脉外，部分药物还归入其他经脉，但其频次相对较低。具体而言，归胃经 14 次、膀胱经 4 次、胆经 2 次、心包经 2 次、大肠经 2 次，提示本研究中药物归经范围相对较广，但与主要归经相比，其分布集中程度明显较低。

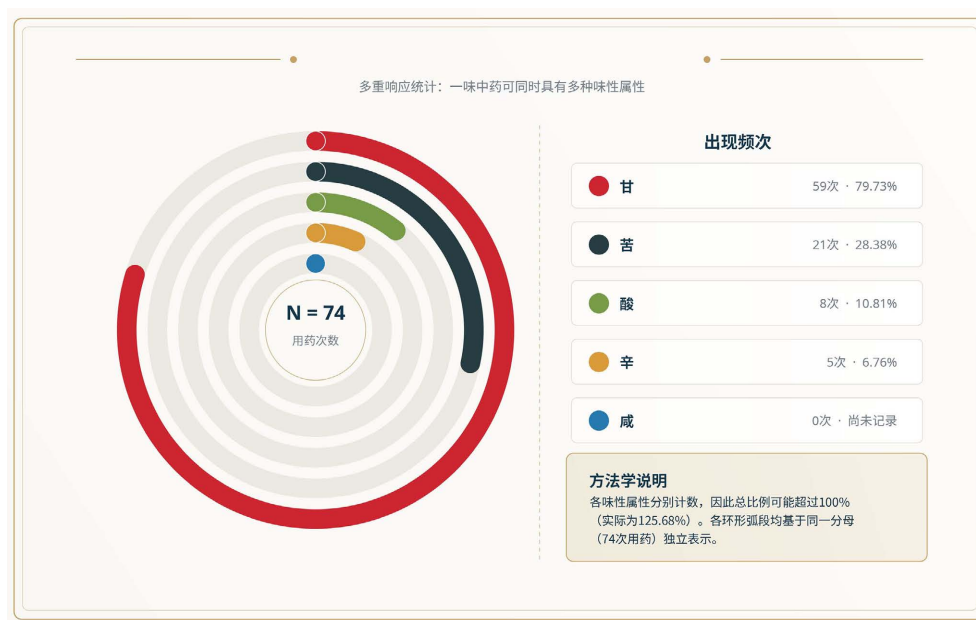


Figure 2. Distribution of the five flavors among Chinese medicinals in the included prescriptions
图 2. 研究方组中各味中药的五味分布

结果显示，药物归经分布相对集中，其中以肺经和肾经最为突出，同时心经、肝经和脾经亦占有较为显著的比例。该分布特征表明，纳入研究方剂的用药结构并非集中作用于单一脏腑，而是呈现多脏腑协同调节的倾向，与中医药治疗 T2DM 时多靶点配伍的特点相一致。

由于一味药物可同时归入多个经脉，各归经类别的频次均以 74 次药物使用总频次为基础分别独立统计，因此各归经类别的总百分比可超过 100%。归经分布结果见图 3。

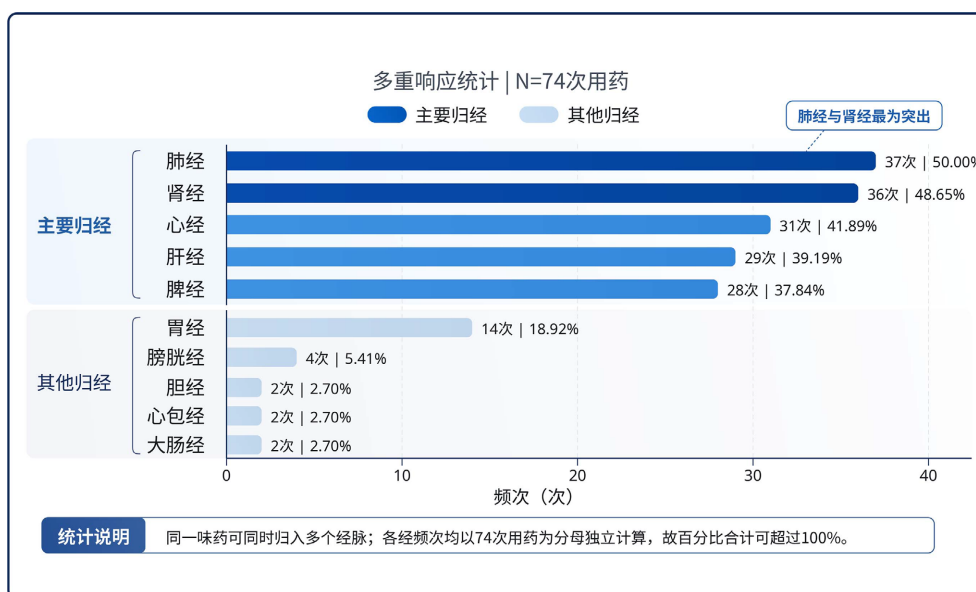


Figure 3. Distribution of meridian tropism among Chinese medicinals used in the treatment of type 2 diabetes mellitus
图 3. 治疗 2 型糖尿病中药归经分布情况

3.4. 因子分析适用性检验及药物聚类分析

数据对因子分析的适用性检验结果显示, KMO = 0.430, 低于 0.5 的判断标准; Bartlett 球形度检验结果为 $\chi^2 = 133.933$, $df = 120$, $P = 0.182$ 。由此可见, KMO 值未达到要求, 且 Bartlett 球形度检验差异无统计学意义($P > 0.05$), 表明该数据集尚不具备进行因子分析的适用条件。因此, 本研究不再进行因子提取, 以避免对结果进行过度解读。在此基础上, 采用基于 Jaccard 距离和平均联接法的系统聚类分析, 作为探索性分析方法进一步考察药物之间的配伍结构。

对 16 味中药进行系统聚类分析后形成 4 个相对清晰的类别: C1 包括丹参、川芎、红花、桃仁; C2 包括山茱萸、熟地; C3 包括生地、麦冬、天花粉; C4 包括黄芪、山药、茯苓、党参、白术、五味子、泽泻。

从功效特点看, C1 主要由活血化瘀药组成; C2 以补益肝肾类药物为主; C3 主要由养阴、清热、生津类药物组成; C4 所含药物数量最多, 主要涉及补气健脾、收涩和利水渗湿类药物。聚类结果表明, 本研究数据集中的药物有依据功效特点形成相对集中的配伍群组的趋势。

总体而言, 聚类结构反映出多种用药方向的协同组合, 其中以补益、养阴生津、活血化瘀和调理水湿较为突出。该结果与前述功效分类及药物使用频次特征基本一致, 同时为进一步采用关联规则分析药物配伍关系提供了依据。数据对因子分析的适用性检验及药物系统聚类结果见图 4。

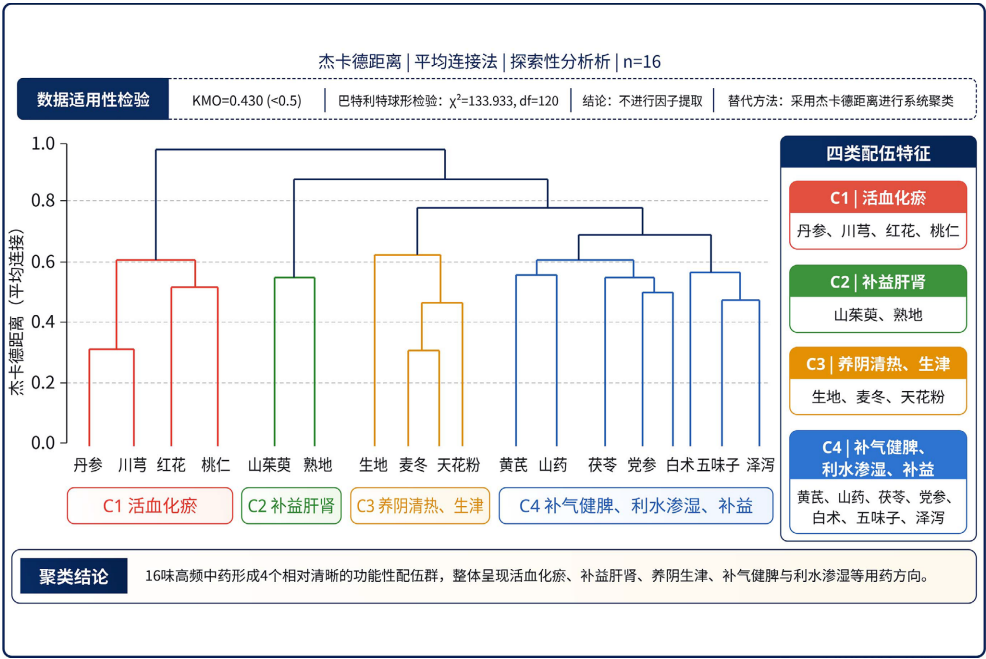


Figure 4. Hierarchical clustering dendrogram of 16 Chinese medicinals
图 4. 16 味中药系统聚类树状图

3.5. 关联规则分析

设定支持度(support) $\geq 10\%$ 、置信度(confidence) $\geq 60\%$ 、提升度(lift) ≥ 1 , 关联规则分析共筛选出 25 条符合设定条件的关联规则。其中, 支持度 $\geq 15.0\%$ 的 14 条关联规则列于表 4。支持度最高的 3 条关联规则均为 20.0%, 分别为麦冬 $\rightarrow$ 生地, 置信度为 80.0%, 提升度为 2.286; 山药 $\rightarrow$ 黄芪, 置信度为 66.7%, 提升度为 1.667; 茯苓 $\rightarrow$ 黄芪, 置信度为 66.7%, 提升度为 1.667。支持度较高的关联规则详见表 4, 相关可视化结果见图 5、图 6。

结果显示，生地、黄芪在药物配伍关联中处于相对突出的位置。其中，麦冬 - 生地的关联体现了养阴、生津类药物之间的配伍特点；山药 - 黄芪和茯苓 - 黄芪则反映了补气、健脾、利湿类药物的配伍倾向。上述关联与前述药物使用频次、功效分类及聚类分析结果较为一致。

值得注意的是，上述 3 条关联规则的提升度(lift)均>1，表明各药对中两味药物的共同出现水平高于其独立出现时的期望水平。关联规则分析结果初步表明，本研究方剂的配伍规律主要集中于补气健脾、养阴生津和调理水湿等方向，同时为进一步构建和分析药物间关联网络提供了基础。

Table 4. Association rules for Chinese medicinals with support $\geq 15\%$

表 4. 支持度 $\geq 15\%$ 的中药关联规则

前项	后项	共同出现	支持度(%)	置信度(%)	提升度
麦冬	生地	4	20.0	80.0	2.286
山药	黄芪	4	20.0	66.7	1.667
茯苓	黄芪	4	20.0	66.7	1.667
党参	茯苓	3	15.0	75.0	2.500
白术	茯苓	3	15.0	75.0	2.500
泽泻	茯苓	3	15.0	75.0	2.500
党参	黄芪	3	15.0	75.0	1.875
白术	黄芪	3	15.0	75.0	1.875
麦冬	天花粉	3	15.0	60.0	2.400
山茱萸	熟地	3	15.0	60.0	2.400
山茱萸	山药	3	15.0	60.0	2.000
天花粉	生地	3	15.0	60.0	1.714
麦冬	黄芪	3	15.0	60.0	1.500
天花粉	黄芪	3	15.0	60.0	1.500

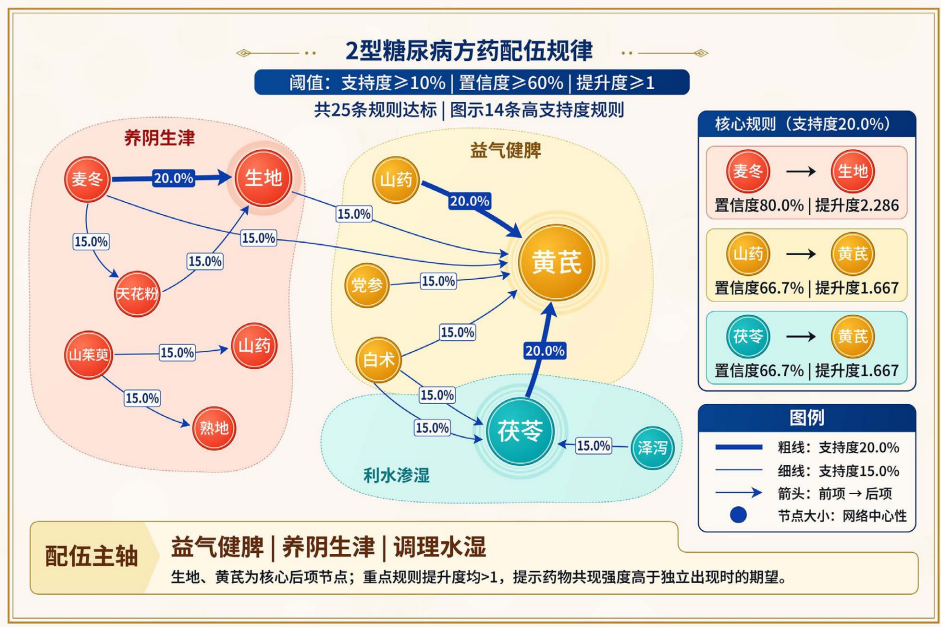


Figure 5. Association rule network of Chinese medicinals

图 5. 中药关联规则网络

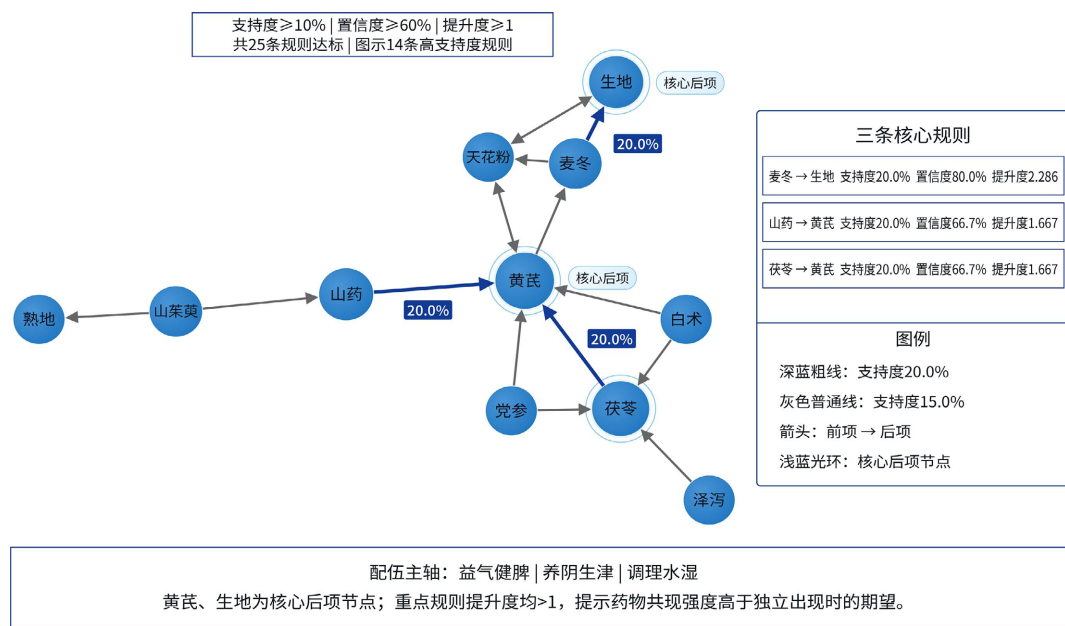


Figure 6. Network of high-support association rules among Chinese medicinals
图 6. 高支持度中药关联规则网络

3.6. 药物间相关网络分析

Pearson 相关分析结果显示，共有 12 对药物呈正相关，且 $P \leq 0.05$ 。当采用 $P \leq 0.01$ 作为筛选阈值时，共有 3 对药物的相关性具有统计学意义，分别为红花 - 桃仁($r = 0.793$)、丹参 - 川芎($r = 0.577$)和丹参 - 桃仁($r = 0.577$)。其中，红花 - 桃仁的相关系数最高。

网络结构分析结果显示，较为突出的相关关联主要集中于活血化瘀类药物。在该网络中，丹参、桃仁均参与不止 1 条关联，表明这两味药物在该组中的连接作用相对突出。同时，红花 - 桃仁和丹参 - 川芎之间的关联亦反映出活血化瘀类药物在本研究数据集所纳入的方剂中具有相互配伍的倾向。

相关网络分析结果与 2.4 节的聚类分析结果较为一致，其中丹参、川芎、红花、桃仁均被聚为 C1 类。两种分析方法所得结果的相似性表明，活血化瘀类药物在本研究数据集中形成了相对较为明确的配伍结构。

总体来看，药物使用频次、功效、四气五味、归经、聚类、关联规则及网络分析结果表明，本研究数据集中中医药治疗 T2DM 的用药呈现出较为多样的特征。相关网络分析显示，在 $P \leq 0.01$ 阈值下具有统计学意义的药物关联主要集中于活血化瘀类药物，与 2.4 节的聚类分析结果较为一致。然而，由于样本量相对有限，上述相关关系主要作为探索性结果，仅反映本研究数据集中的用药趋势，尚需在更大规模的数据集中进一步验证。 $P \leq 0.01$ 阈值下的 Pearson 相关网络可视化结果见图 7。

4. 讨论

4.1. 高频药物及功效特点

研究结果显示，黄芪的使用频次最高；与生地、山药、茯苓、丹参、麦冬、天花粉、山茱萸和熟地共同构成使用频次 ≥ 5 次的药物群。功效方面，以补气药为主，其次为活血化瘀药和利水渗湿药，表明所纳入方剂的用药主要集中于益气健脾、养阴生津、利水渗湿和活血化瘀等方面。上述特点与“消渴”的病机特征相符，其病机多以气阴耗伤为本，病程日久可兼见湿邪、血瘀。



Figure 7. Pearson correlation network of Chinese medicinals ($P \leq 0.01$)

图 7. Pearson 相关药物网络($P \leq 0.01$)

其中，黄芪、山药和茯苓主要体现益气健脾、利湿的用药方向；生地、麦冬和天花粉偏于养阴、清热生津；丹参则体现活血化瘀的作用。上述配伍表明，治疗过程中既注重补虚，又兼顾湿、瘀等伴随病理因素的调治。

值得注意的是，黄芪—山药是本研究结果中识别出的较具代表性的药物配伍之一，同时具有较为明确的中医理论依据。二药同见于张锡纯《医学衷中参西录》所载玉液汤，该方用于治疗消渴。方中以黄芪为主药，配伍山药，并与知母、天花粉、葛根、五味子、鸡内金等药同用，体现了益气养阴、生津止渴的治法；这一配伍特点与本研究所识别的益气健脾、养阴生津用药倾向相呼应[18]。现代研究方面，一项以 T2DM 大鼠模型为对象、采用代谢组学结合网络药理学方法直接研究黄芪—山药药对的研究显示，该配伍可能具有改善代谢紊乱的作用，并涉及多个相关靶点，包括 MAOB、ACACA、CA2 和 CAT 等[19]。此外，关于玉液汤的实验研究表明，该方可能改善胰岛功能障碍并减少胰岛 β 细胞凋亡，其潜在作用机制可能与 PI3K/AKT1 和 Sirt1/FoxO1 等信号通路有关[20]。2024 年一项关于玉液汤加减联合降糖治疗的临床研究亦显示，与对照组相比，治疗组 HOMA-IR 下降，胰岛素分泌功能指数升高，提示其可能具有改善胰岛素抵抗及胰岛功能的作用[21]。然而，现有证据主要来源于实验模型及特定治疗情境，因此其主要价值在于为本研究数据挖掘结果提供辅助性解释，尚不足以据此证实黄芪—山药药对在本研究数据集中的直接作用机制。

本研究结果与 2023 年一项基于 792 首 T2DM 治疗方剂的数据挖掘研究结果较为一致。该研究中，黄芪同样属于使用频次较为突出的药物，丹参、茯苓、生地、山药、白术和麦冬均属于常用药物[3]。2024 年一项针对 68 种糖尿病治疗中成药的研究亦显示，黄芪、天花粉、生地、五味子、麦冬、山药和茯苓均属于使用频次较高的药物[4]。上述相似性在一定程度上表明，本研究结果与既往研究所报道的用药趋势相一致。

4.2. 四气、五味及归经特点

药性方面，结果显示温性药和寒性药的使用频次均相对较高，平性药亦占有一定比例，表明本研究

数据集所纳入方剂在用药时兼用多种药性, 未明显偏于某一类药性。五味方面, 甘味占明显优势, 其次为苦味, 酸味和辛味的使用频次相对较低。该结果与前述功效分类特点较为一致, 其中补益类药物占有重要地位, 同时配伍其他不同功效类别的药物。

归经方面, 药物主要归于肺经、肾经、心经、肝经和脾经, 其中肺经和肾经的频次更为突出; 此外, 还涉及胃经、膀胱经、胆经、心包经和大肠经。上述特点表明, 药物归经范围相对较广, 涉及多个脏腑。结合中医学对“消渴”的认识, 结果初步表明, 本研究的用药结构呈现注重多脏腑调节, 而非集中于单一脏腑的倾向[2]。

4.3. 配伍规律及药物组群特征

聚类分析和关联规则分析结果显示, 药物配伍规律主要集中于益气健脾、养阴生津、利水渗湿和活血化瘀等方面。其中, 麦冬-生地、山药-黄芪和茯苓-黄芪的配伍分别反映了与养阴生津及益气健脾相关的配伍结构。同时, 丹参、川芎、红花和桃仁均被聚为 C1 类, 表明活血化瘀类药物在本研究数据集中形成了相对较为明确的配伍结构。

从方剂学理论角度看, C2 类包括山茱萸和熟地, 同时 C4 类中的山药、茯苓和泽泻亦均为六味地黄丸的组成药物。六味地黄丸为《小儿药证直诀》所载经典方剂, 其立法以滋阴补肾为主[22]。这一特点提示, 本研究所识别出的部分药物组群结构与经典名方中补益肝肾的配伍思想具有一定相似性。现代研究方面, 一项基于伴有胰岛素抵抗的 T2DM 大鼠模型的实验研究显示, 六味地黄汤可能具有改善胰岛素抵抗的作用, 其机制可能部分与 PI3K/Akt 信号通路的调控有关[23]。这一结果为解释本研究所识别出的补益肝肾类药物组群结构与 T2DM 代谢病理特征之间的联系提供了一定的现代药理学依据。然而, 上述相似性主要具有辅助解释意义, 并不意味着本研究聚类所得的药物组群与某经典方剂完全对应。

上述特点总体上与既往数据挖掘研究结果相似, 其中, 与黄芪-山药和黄芪-丹参相关的配伍亦见于既往研究所报道的常见配伍结构中[3] [11]。总体而言, 结果表明, 中医药治疗 T2DM 的用药以补气、养阴为基础, 同时根据病机特点配合利湿和活血化瘀。

4.4. 局限性

本研究仅纳入 20 首方剂, 数据规模相对有限; 同时, 方剂来源既包括已发表文献, 也包括临床实习期间收集的方剂, 因此在数据来源、使用背景及方剂特点等方面可能存在一定差异。采用有/无形式对数进行编码有利于开展数据挖掘, 但尚不能反映各味药物剂量对分析结果的影响。

此外, $KMO = 0.430$, 未达到进行因子分析的适用条件, 因此聚类分析结果仅具有探索性意义。在较小样本量下对多个药对进行相关分析, 也可能增加结果的不稳定性。因此, 本研所得关联规则、聚类结构及相关网络主要反映所考察数据集范围内的用药趋势。后续研究需进一步扩大方剂数量, 规范数据来源, 并结合临床数据, 对研究结果的稳定性及可推广性进行验证。

5. 结论

基于纳入的 20 首 2 型糖尿病治疗方剂, 共涉及 16 味中药, 总用药频次为 74 次, 本研究运用统计学与数据挖掘方法, 对中医药治疗 2 型糖尿病的用药特点及规律进行了探讨。初步结果显示, 黄芪、生地、山药和茯苓为使用频次较为突出的药物。总体而言, 在本研究数据集范围内, 用药结构主要集中于益气健脾、养阴生津、利水渗湿和活血化瘀等方面, 反映了中医药治疗 T2DM 过程中扶正与祛邪相结合的特点。

在药性方面, 温性药和寒性药的使用比例相对较高, 平性药另行统计, 亦占一定比例; 五味方面, 以甘味为主, 其次为苦味。药物归经主要集中于肺、肾、心、肝、脾经, 其中以肺经和肾经更为突出, 提

示用药具有协同调节多个脏腑的倾向,而非集中于单一脏腑。由于数据未满足因子分析的适用条件($KMO = 0.430$, Bartlett 球形度检验 $P = 0.182$),本研究未进一步进行因子提取。系统聚类分析作为探索性分析,提示可能形成 4 个相对集中的药物组群,分别体现活血化瘀、补益肝肾、养阴清热生津以及补气健脾兼收涩、利水渗湿等用药方向。

关联规则分析显示,支持度最高的 3 项药物配伍分别为麦冬→生地、山药→黄芪和茯苓→黄芪,反映出与养阴生津、益气健脾及利水渗湿相关的较为突出配伍倾向。在 $P \leq 0.01$ 阈值下, Pearson 相关网络分析显示 3 对药物关联,分别为红花-桃仁、丹参-川芎和丹参-桃仁;该结果与聚类分析中识别出的活血化瘀类药物组群较为一致。药物使用频次、功效、聚类、关联规则及网络分析结果之间所呈现的相似性,提示本研究数据集中存在若干相对集中的药物配伍倾向,但尚不足以据此确认这些规律在当前数据集范围之外仍具有稳定性。

总体而言,统计学与数据挖掘方法的应用有助于对中医药治疗 T2DM 的用药特点及药物间配伍关联进行量化、系统化分析与可视化呈现。然而,由于纳入方剂数量有限、数据来源尚未完全同质化,且有无二元编码方式尚不能反映各味药物剂量的影响;同时,本研究亦未直接评价所发现药物配伍的治疗效果。因此,当前研究结果主要具有探索性意义,不宜直接解读为临床用药推荐。后续研究需进一步扩大数据规模并规范数据来源,考察药物剂量因素,同时结合临床数据及临床结局,对所发现规律的稳定性、可推广性及应用价值进行进一步验证。

参考文献

- [1] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版) [J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.
- [2] 仝小林, 贾伟平, 王秀阁, 等. 2 型糖尿病中西医结合诊疗指南[J]. 吉林中医药, 2024, 44(10): 1117-1127.
- [3] 李雯, 朱坤, 刘美汐, 李清, 田雨婷, 陈秋. 基于文献分析中医药治疗 2 型糖尿病用药规律[J]. 中西医结合研究, 2023, 15(6): 404-409.
- [4] 王泽, 林兰. 治疗糖尿病中成药的用药规律研究[J]. 中国医药导报, 2024, 21(13): 93-97.
- [5] 王婷, 谢然佳. 基于数据挖掘探讨中药治疗糖尿病的组方规律[J]. 数理医药学杂志, 2024, 37(11): 815-822.
- [6] 吴挺超, 何茗苒, 冯皓月, 岳仁宋, 吴绍祺, 温川飙. 基于数据挖掘探讨中药复方治疗气阴两虚型 2 型糖尿病的用药规律[J]. 中草药, 2024, 55(14): 4811-4823.
- [7] 邢颖, 皮敏, 张润顺, 等. 对 2826 名 2 型糖尿病患者证候-治法-中药对应关系及时序演变规律的研究[J]. 北京中医药大学学报, 2021, 44(6): 527-537.
- [8] 倪琳琳, 徐云生, 周洪雷. 基于数据挖掘的冯建华名老中医治疗 2 型糖尿病用药规律分析[J]. 中国医药导报, 2022, 19(18): 102-105, 118.
- [9] 印家成, 富晓旭, 冷玉琳, 等. 基于数据挖掘探讨谢春光治疗 2 型糖尿病用药规律[J]. 中国中医药图书情报杂志, 2023, 47(6): 24-28.
- [10] 周婧雅, 吕仁和, 陶经纬, 等. 基于数据挖掘和网络药理分析吕仁和教授治疗 2 型糖尿病的用药规律与作用机制[J]. 现代中医临床, 2024, 31(2): 109-116.
- [11] 孟庆松, 姚鹏宇, 宋荣强. 基于数据挖掘研究中药治疗糖尿病及并发症的用药规律[J]. 中医临床研究, 2024, 16(18): 67-71.
- [12] 郭金莲, 雷泉, 张哲, 等. 基于数据挖掘的健脾化浊法治疗糖尿病的用药规律分析[J]. 湖北中医杂志, 2022, 44(4): 55-60.
- [13] 马明华, 戴媛媛, 汪晓河, 等. 2015 年版中国药典收载的治疗糖尿病的中成药组方药味特点研究[J]. 上海医药, 2020, 41(3): 31-34.
- [14] 杨亚男, 李艳杰, 陈玉鹏, 等. 已上市中成药治疗糖尿病的用药规律及核心处方挖掘[J]. 世界中医药, 2022, 17(3): 418-423.
- [15] 周小州, 李佩芳, 张岳, 赵心会, 李廷荃. 基于数据挖掘探析 2 型糖尿病用药规律[J]. 中国医药导报, 2025, 22(30): 13-19.

-
- [16] 杨曜铭, 陈冉, 吴柳青, 赵士华, 王心宝, 战思宇, 范菁芸, 于国泳. 基于数据挖掘和网络药理学分析于国泳教授治疗 2 型糖尿病的用药规律与作用机制[J]. 中国医药导报, 2025, 22(18): 168-176.
- [17] 田甜, 高思华, 张诗扬, 等. 基于数据挖掘的《中华医典》消渴病证治规律研究[J]. 世界中医药, 2023, 18(23): 3433-3443.
- [18] 张锡纯. 医学衷中参西录[M]. 于华芸, 赵艳, 季旭明, 等, 校注. 北京: 中国医药科技出版社, 2011.
- [19] Guo, Q., Niu, W., Li, X., Guo, H., Zhang, N., Wang, X., *et al.* (2019) Study on Hypoglycemic Effect of the Drug Pair of Astragalus Radix and Dioscoreae Rhizoma in T2DM Rats by Network Pharmacology and Metabonomics. *Molecules*, **24**, Article 4050. <https://doi.org/10.3390/molecules24224050>
- [20] Guo, F., Yao, L., Zhang, W., Chen, P., Hao, R., Huang, X., *et al.* (2023) The Therapeutic Mechanism of Yuye Decoction on Type 2 Diabetes Mellitus Based on Network Pharmacology and Experimental Verification. *Journal of Ethnopharmacology*, **308**, Article ID: 116222. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.116222>
- [21] 曹燕, 梁枫. 玉液汤加减联合二甲双胍和德谷门冬双胰岛素对 2 型糖尿病气阴两虚证患者临床疗效观察[J]. 上海医药, 2024, 45(9): 53-56, 97.
- [22] 钱乙. 小儿药证直诀[M]. 阎孝忠, 编集, 郭君双, 整理. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- [23] Dai, B., Wu, Q., Zeng, C., Zhang, J., Cao, L., Xiao, Z., *et al.* (2016) The Effect of Liuwei Dihuang Decoction on PI3K/Akt Signaling Pathway in Liver of Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) Rats with Insulin Resistance. *Journal of Ethnopharmacology*, **192**, 382-389. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.07.024>