DOI:10.12174/j.issn.2096-9600.2026.03.21

基于网络药理学与分子对接探讨苓桂术甘汤治疗良性阵发性位置性眩晕的机制*

黄小芮,刘建华,闫占峰△,王 鑫,刘思溟,张琳婧,朱雅静,孙 红,丁 倩
北京中医药大学东直门医院,北京 100007

[摘 要]目的:运用网络药理学和分子对接技术,探讨苓桂术甘汤治疗良性阵发性位置性眩晕(benign paroxysmal positional vertigo,BPPV)的作用机制。方法:分别在中药系统药理学数据库与分析平台(traditional Chinese medicine systems pharmacology database and analysis platform,TCMSP)、BATMAN-TCM数据库及TCMID数据库中检索,筛选苓桂术甘汤的活性成分及作用靶点;以“benign paroxysmal positional vertigo”为关键词,在人类基因数据库(the Human gene database,GeneCards)与在线人类孟德尔遗传数据库(online Mendelian inheritance in man,OMIM)中筛选BPPV疾病潜在靶点。运用Cytoscape 3.7.1软件构建药物-活性成分-作用靶点网络图,基于度值(degree)、中介中心性(betweenness centrality,BC)、接近中心性(closeness centrality,CC)筛选关键成分和核心靶点。利用Venny 2.1.0平台获取药物与疾病的交集靶点后,将其导入STRING在线数据库构建蛋白-蛋白互作(protein-protein interactions,PPI)网络;在Metascape数据库中进行基因本体论(gene ontology,GO)和京都基因与基因组百科全书(Kyoto encyclopedia of genes and genomes,KEGG)富集分析。采用GraphPad Prism 8软件作图,并运用Cytoscape软件对前20条KEGG通路进行网络可视化分析;对关键活性成分和核心靶点进行分子对接验证。结果:共筛选出苓桂术甘汤活性成分114个,药物与疾病交集靶点128个。关键活性成分包括槲皮素、山柰酚、左旋延胡索乙素等,核心靶点包括PTGS2、AR等。涉及的通路包括癌症通路、神经活性配体-受体相互作用通路、环磷酸腺苷信号通路等。分子对接结果显示,各复合物结合能均为负数,表明关键活性成分与核心靶点具有较强的结合活性。结论:苓桂术甘汤可能通过多靶点、多通路协同发挥治疗BPPV的作用,为苓桂术甘汤的临床应用及后期深入研究提供方向。

[关键词]良性阵发性位置性眩晕;苓桂术甘汤;网络药理学;分子对接
[中图分类号]R285 [文献标识码]A [文章编号]2096-9600(2026)03-0108-07

Network Pharmacology and Molecular Docking Based Exploration into the Mechanism of *Lingguizhugan* Decoction in the Treatment of Benign Paroxysmal Positional Vertigo

HUANG Xiaorui, LIU Jianhua, YAN Zhanfeng△, WANG Xin, LIU Siming, ZHANG Linjing, ZHU Yajing, SUN Hong, DING Qian
Dongzhimen Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100007, China

Abstract Objective: To investigate the mechanism of action of *Lingguizhugan* decoction in the treatment of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) using network pharmacology and molecular docking technology. Methods: The active components and corresponding targets of *Lingguizhugan* decoction were retrieved and screened from TCMSP, BATMAN-TCM database, and the TCMID database respectively. Using "benign paroxysmal positional vertigo" as a keyword, potential targets for BPPV were screened in GeneCards and OMIM database. The drug-active component-target network was constructed using Cytoscape 3.7.1 software. Key components and core targets were screened based on degree, BC, and CC. After obtaining the intersecting targets between the drug and the disease using the Venny 2.1.0 platform, these targets were imported into the STRING online database to construct a PPI network. GO and KEGG enrichment analyses were performed using the Metascape database. Graphical representations were generated using GraphPad Prism 8 software, and network visualization analysis of the top 20 KEGG pathways was conducted using Cytoscape software. Molecular docking validation was performed between the key active components and core targets. Results: A total of 114 active components of *Lingguizhugan* decoction and 128 intersecting targets between the drug and the disease were identified. Key active components included quercetin, kaempferol, and levo-tetrahydropalmatine, while core targets included PTGS2 and AR. The involved pathways included the cancer pathway, the neuroactive ligand-receptor interaction pathway, and the cyclic adenosine monophosphate (cAMP) signaling pathway. Molecular

docking results showed that the binding energies of all complexes were negative, indicating strong binding activity between the key active components and the core targets. Conclusion: *Lingguizhugan* decoction may exert a synergistic therapeutic effect on BPPV through multiple targets and pathways, which could provide the direction for its clinical application and future in-depth research of the decoction.

Keywords benign paroxysmal positional vertigo; *Lingguizhugan* decoction; network pharmacology; molecular docking

眩晕是一种涉及多学科的疾病，在外周前庭系统疾病中，良性阵发性位置性眩晕（benign paroxysmal positional vertigo，BPPV）在眩晕门诊中的占比可达20%～30%。该病女性患者多于男性，平均发病年龄为49.4岁，具有一定的复发率，并且会对患者的生活质量产生显著的负面影响，患者有并发焦虑、抑郁情绪的可能[1]。BPPV主要症状为眩晕、视物旋转。在前庭功能检查中，变位试验呈阳性。临床上通常采用手法复位进行治疗，但部分患者在手法复位后，仍会伴有头晕、头昏沉不适等症状。手法复位对残余症状的治疗效果有限，在此基础上配合中药复方或针灸，对促进残余症状的消除具有重要意义[2]。

苓桂术甘汤出自《伤寒杂病论》，其中载："心下有痰饮，胸胁支满，目眩，苓桂术甘汤主之。"在临床中，苓桂术甘汤广泛应用于治疗多种疾病，如心力衰竭、心律失常、高血压、支气管炎、梅尼埃病、盆腔炎等[3]。本研究运用网络药理学和分子对接的方法探讨苓桂术甘汤治疗BPPV的作用机制，以期为BPPV的防治提供一定参考。

1 研究方法

1.1 苓桂术甘汤活性成分及作用靶点筛选 本研究主要在中药系统药理学数据库与分析平台（traditional Chinese medicine systems pharmacology database and analysis platform，TCMSP）（http://lsp.nwu.edu.cn/tcmsp.php）和BATMAN-TCM（http://bionet.ncpsb.org.cn/batman-tcm）数据库中进行检索，并与TCMID数据库中的活性成分取交集，将所有数据库获得的活性成分在TCMSP数据库以口服生物利用度（oral bioavailability，OB）≥30%和药物相似性（drug likeness，DL）≥0.18为条件筛选，得到苓桂术甘汤有效活性成分及其作用靶点，并在UniProt数据库（https://www.uniprot.org）对靶点进行注释。

1.2 BPPV疾病靶点及"药物-疾病"交集靶点筛选 在人类基因数据库（the human gene database，GeneCards）（https://www.genecards.org）与在线人类孟德尔遗传数据库（online mendelian inheritance in man，OMIM）（https://omim.org）中以"benign paroxysmal positional vertigo"为关键词进行检索，将检索结果去重后作为BPPV疾病的潜在靶点。在Venny 2.1.0中分别输入苓桂术甘汤和BPPV的作用靶点，得到"药物-疾病"交集靶点。

1.3 "药物-活性成分-疾病"靶点网络 利用Cytoscape 3.7.1软件进行可视化处理，构建药物-活性成分-作用靶点网络关系图。在生成的网络图中，节点代表药物、活性成分、靶点，边代表活性成分-靶点之间的关系。对活性成分和靶点依据Degree、中介中心性（betweenness centrality，BC）、接近中心性（closeness centrality，CC）值进行综合排序，选出关键活性成分和核心靶点。

1.4 蛋白-蛋白互作（protein-protein interactions，PPI）网络构建 用"药物-疾病"交集靶点在STRING（https://string-db.org）中获取蛋白相互作用关系，将蛋白关系评分定为＞0.9，并隐藏游离蛋白，得到PPI网络图。

1.5 基因本体论（gene ontology，GO）和京都基因与基因组百科全书（Kyoto encyclopedia of genes and genomes，KEGG）富集分析 在Metascape平台对交集靶点进行GO功能和KEGG通路富集分析，筛选后用GraphPad Prism 8对数据进行可视化处理。并运用Cytoscape软件对前20条KEGG通路进行网络可视化分析。

1.6 分子对接验证 从PubChem数据库（https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/）中下载SDF格式的关键活性成分结构，并利用Chem3D软件将SDF格式转化为mol2格式文件。从RCSB PDB数据库（https://www.rcsb.org/）下载靶点蛋白的PDB格式结构，使用PyMOL软件去除溶剂分子与配体，使用AutoDock Tools 1.5.6软件加氢、计算电荷、分配原子类型等，保存为pdbqt格式。最后运行AutoDock Vina 1.1.2进行分子对接验证。

2 结果

2.1 苓桂术甘汤的有效成分和靶点 在TCMSP数据库中，剔除不符合标准及缺少相应作用靶点的活性成分后，共得到114个有效活性成分，其中茯苓11个，桂枝6个，白术4个，甘草93个，并获得

440个作用靶点。

2.2 BPPV疾病靶点及“药物-疾病”交集靶点 从GeneCards和OMIM数据库获得BPPV疾病潜在靶点，GeneCards数据库以Score≥45为标准，将两个数据库靶点合并后去重，得到696个BPPV的疾病潜在靶点。利用Venny 2.1.0制作Venn图，见图1。得到128个交集靶点，见图2。

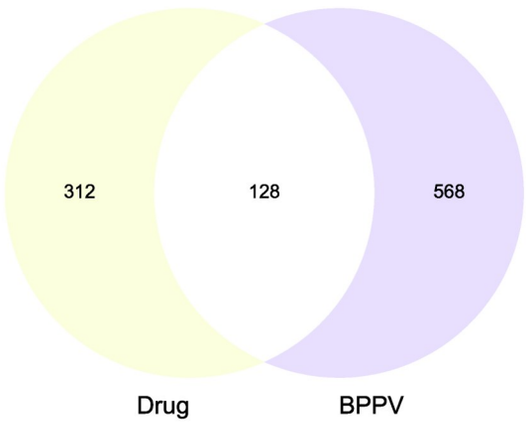


图1 “药物-疾病”共同靶点Venn图

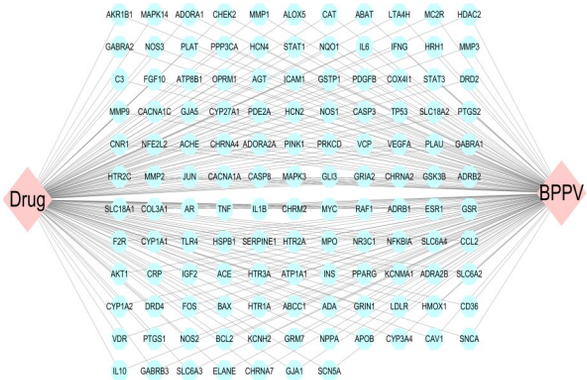


图2 “药物-疾病”交集靶点

2.3 “药物-活性成分-疾病”靶点网络 运用Cytoscape 3.7.1软件对药物-活性成分-靶点进行可视化网络图的构建，共有556个节点、1829条边，见图3。根据Degree、BC、CC值综合排序，最终得到关键活性成分为左旋延胡索乙素、槲皮素、山柰酚，核心靶点为PTGS2、AR。

2.4 PPI网络 将交集靶点导入STRING数据库，获得蛋白质相互作用关系和网络图，见图4。

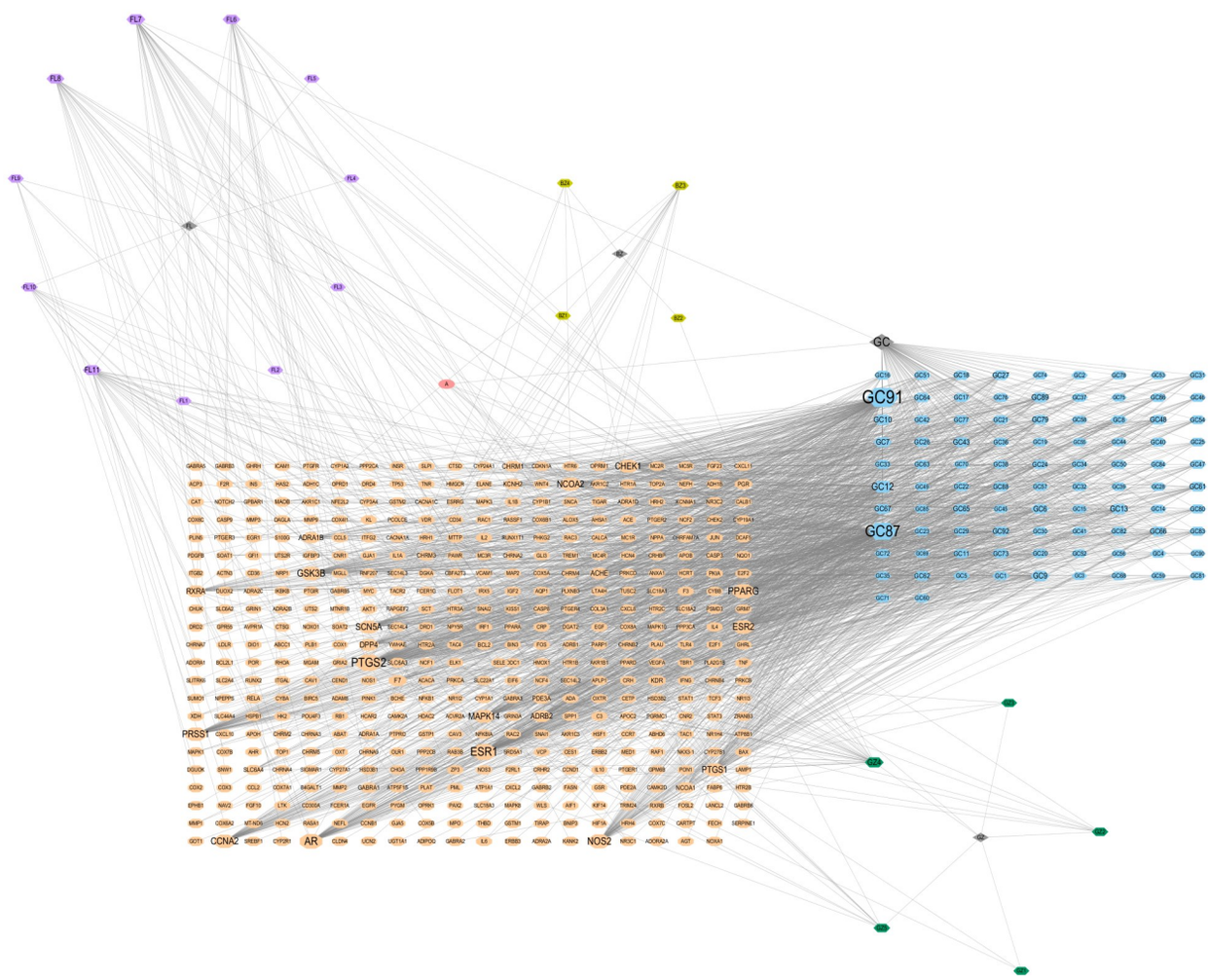


图3 “药物-活性成分-疾病”靶点网络

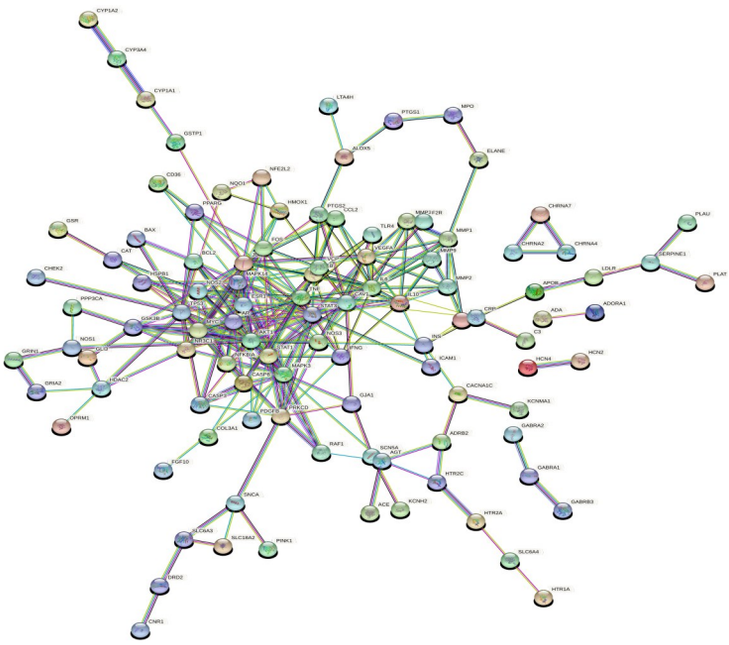


图4　交集靶点PPI网络

2.5　GO和KEGG富集分析　对交集靶点分别进行GO和KEGG富集分析，并用GraphPad Prism 8进行结果可视化分析。根据靶点数值排序，选取前20条。结果显示，苓桂术甘汤治疗BPPV的关键靶点、主要参与的生物过程（biological process，BP）包括细胞对氮化合物的反应、循环系统过程、细胞对有机氮的反应、跨突触信号、突触信号；分子功能（molecular function，MF）主要富集于无机分子实体跨膜转运蛋白活性、通道活性、被动跨膜转运蛋白活性、无机阳离子跨膜转运蛋白活性、阳离子跨膜转运蛋白活性；细胞组成（cellular component，CC）主要为突触后、突触膜、树突、树突树、膜筏。见图5。

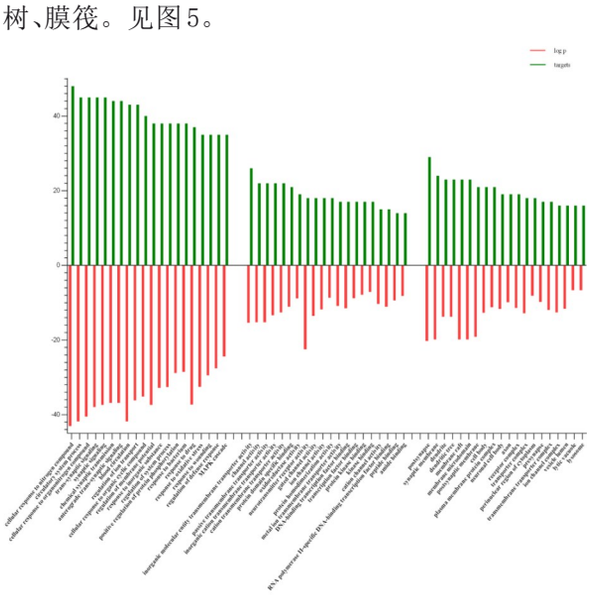


图5　GO富集分析柱状图

参与的KEGG信号通路主要包括：癌症信号通路、神经活性配体-受体相互作用、cAMP（环磷酸腺苷）信号通路、流体剪切应力与动脉粥样硬化通路、糖尿病并发症中的AGE-RAGE信号通路等。见图6。

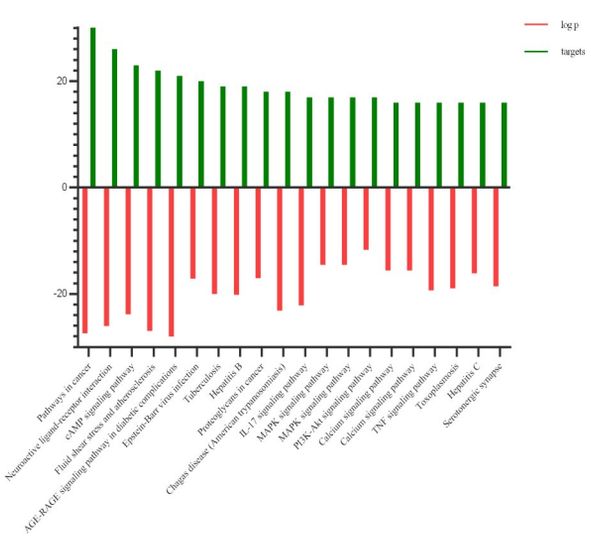


图6　KEGG通路分析柱状图

对前20条KEGG通路用Cytoscape 3.7.1软件进行“通路-靶点”网络构建，共有117个节点、404条边，用Degree值对靶点和通路的节点进行分析。见图7。

2.6　分子对接结果　取关键活性成分和核心靶点进行分子对接验证，即左旋延胡索乙素、槲皮素、山柰酚和PTGS2、AR，其中结合能均＜0，表示关键活性成分和核心靶点之间有较强的结合活性。对结果进行可视化分析，见图8、表1。

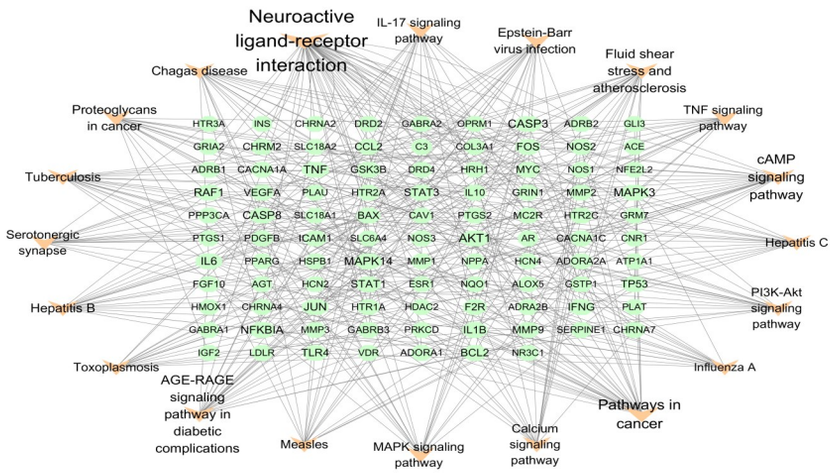
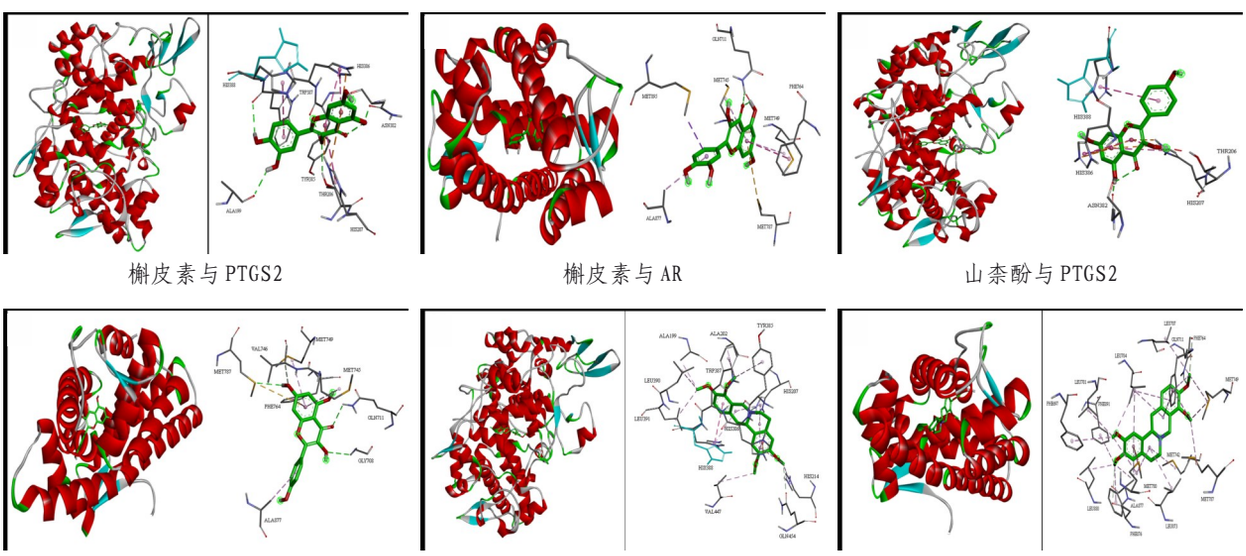


图7 KEGG“通路-靶点”网络图



槲皮素与PTGS2　槲皮素与AR　山柰酚与PTGS2

山柰酚与AR　左旋延胡索乙素与PTGS2　左旋延胡索乙素与AR

图8 分子对接模式图

表1 关键成分与核心靶点结合能　kcal·mol^{-1}

	PTGS2	AR
槲皮素(quercetin)	-9.2	-8.9
山柰酚(kaempferol)	-8.8	-8.9
左旋延胡索乙素(Hyndarin)	-9.2	-7.8

3 讨论

刘建华教授认为,水饮是BPPV的主要病因病机,苓桂术甘汤具有温阳化饮、利水化饮之功效,本研究结果显示,苓桂术甘汤加减治疗BPPV残余症状时,治疗组治疗后眩晕障碍量表(dizziness handicap inventory,DHI)总分降低,对照组治疗前后DHI总分未明显降低。目前,对于苓桂术甘汤的研究多集中在化合物或靶点的层面,本研究运用网络药理学和分子对接技术对苓桂术甘汤的活性成分-作用靶点-信号通路进行系统、完整的分析。

苓桂术甘汤由茯苓、桂枝、白术、甘草4味中药配伍组成。茯苓的主要活性成分为三萜类物质及多糖类物质,茯苓中的某些四环三萜类化合物能与大鼠肾细胞膜上的醛固酮受体竞争性结合,使尿液中的Na^+/K^+比值升高,发挥利尿作用。茯苓酸等三萜物质和茯苓多糖能发挥降血糖、降血脂的作用。茯苓多糖还可通过活化免疫细胞、促进免疫细胞增殖,影响肿瘤细胞信号转导,促使其在凋亡等方面发挥抗肿瘤作用。

桂枝的关键活性物质为其挥发油,桂皮醛便是其中一种重要成分。桂皮醛能够抑制金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、黄曲霉等多种细菌和真菌的生长,还能抑制流感病毒的增殖。桂皮醛能发挥抗炎作用,其机制可能与干预Toll样受体4表达及抑制核因子κB(nuclear factor kappa-B,NF-κB)信号通路有关;桂皮醛能抑制多种肿瘤细胞、白血病细胞的增殖。

白术半萜类化合物和多糖类化合物对多种肿瘤细胞具有抑制作用。白术内酯3可抑制血小板活化过程中关键细胞因子Erk1/2、Akt Ser473磷酸化位点分子的磷酸化。由此可知，白术内酯3可能通过抑制PI3K/AKT和MAPK信号通路，实现抑制血小板聚集的目的。白术多糖能够降低db/db小鼠的空腹及餐后血糖水平，改善糖耐量，并提高胰岛素敏感性指标。此外，白术提取物还可以降低胆固醇、甘油三酯等，对脂代谢起到调节作用。

甘草中的甘草总黄酮能够双向调节ERK/MAPK信号通路、上调PPAR-γ信号通路，抑制一氧化氮合酶、环氧化酶2表达及蛋白激酶的磷酸化水平，发挥抗炎作用。甘草中多种化合物可发挥抗癌作用，如甘草苷通过MAPK/Akt/NF-κB通路、甘草素通过MAPK/STAT3/NF-κB通路、光甘草定通过BRAF/MEK通路、甘草酸通过氨基末端激酶1发挥抗肝癌作用；异甘草素通过STAT3信号通路发挥抗肾癌作用；部分化合物通过阻滞细胞周期发挥抗前列腺癌作用；甘草多糖影响肠道菌群发挥抑制结肠癌作用。

上述4味中药均含有一种共同化合物——谷甾醇。β-谷甾醇可能参与氧化应激、炎症反应和凋亡途径抑制大鼠心肌缺血再灌注损伤，作用机制可能为：1）上调超氧化物歧化酶水平、下调活性氧和丙二醛水平，缓解氧化应激损伤；2）下调白细胞介素6、白细胞介素1β和肿瘤坏死因子α水平，改善炎症反应；3）下调ERK1/2，上调Bcl-2/Bax，抑制心肌细胞凋亡。β-谷甾醇还具有类似于氢化可的松的抗炎作用，此作用可能通过下丘脑-垂体-肾上腺素轴系统实现。

通过查阅文献可知，苓桂术甘汤复方成分虽与茯苓、桂枝、白术、甘草单味药成分有所区别，但其发挥主要作用的化合物相同，且相关文献对此亦有补充论述。苓桂术甘汤全方作为经典方剂，对脂质代谢、胰岛素抵抗、水液代谢具有重要调控作用，还可保护心肌细胞、抑制心室重塑。在临床应用和研究中，已从加减化裁、临床疗效、机制等方面论证了其对多系统病种的治疗作用[4-5]。

王文静等[6]研究发现，苓桂术甘汤治疗BPPV的临床有效率达93.94%，治疗组复发率仅为3.03%。治疗后，患者的纤维蛋白原水平、血浆黏度等血液指标显著下降。此外，多项研究[7-10]表明，苓桂术甘汤能够明显降低DHI总分及纤维蛋白原水平、血浆黏度等指标。其还能减轻高脂血症模型鼠的氧化应激，调控脂质代谢，优化血脂水平；调节抗炎、抗氧化作用，降低心率和冠脉阻力，增加心肌供氧量，改善心功能，同时降低全血黏度，对抗心律失常。在手法复位的基础上，联合中药复方或其他中医治疗方法，对BPPV的临床表现、残余症状及复发均有积极的治疗作用[11-12]。

BPPV具有自限性，复发率达50%。BPPV的危险因素及复发因素推测与炎症、膜迷路积水、病毒感染、心血管疾病、焦虑抑郁状态相关。患有血脂、血压、血糖等基础疾病的患者，其复发几率高于普通人群[13-14]。抑郁症患者存在过度的氧化应激及炎症反应增强的情况，氧化应激会增加耳石症管状结石的风险，进而引发BPPV[15]。且有研究报道，继发性BPPV与全身基础性疾病密切相关[16]。72.6%复发的患者伴有血管疾病、神经疾病、精神疾病，多种协同疾病会提高复发率，而年龄≥65岁的患者复发率更高，主要原因是他们常伴有高血压、糖尿病、血管疾病等[17]。血压、血脂、血糖等指标异常会导致血管损伤、动脉硬化，从而影响内耳的血液供应，累及前庭和半规管。

KEGG通路富集结果显示，苓桂术甘汤治疗BPPV主要涉及癌症通路、神经活性配体-受体相互作用、cAMP信号通路、流体剪切应力与动脉粥样硬化通路、糖尿病并发症中的AGE-RAGE信号通路等。运用Cytoscape软件筛选综合排序靠前的靶点有PTGS2、AR、ESR1、PRSS1、NCOA2。在相关网络药理学研究结果中，PTGS2、AKT1、JUN、TNF、IL6、MMP1、MAPK14、MMP9、NOS2等靶点与高血压、高脂血症、2型糖尿病密切相关[18-21]。这些靶点在本研究中都有体现。其中，蛋白激酶B能够调控细胞多种生物学过程，是炎症反应、动脉粥样硬化、糖尿病或肿瘤等疾病的关键环节。有研究证实，蛋白激酶B家族中的AKT1在胰岛素抵抗方面发挥重要作用，在胰岛素的刺激下，蛋白激酶B活性增加，通过调控蛋白激酶B或NF-κB等靶点和信号通路，对2型糖尿病的防治具有积极作用[22-26]。PTGS2作为关键靶点，与缺血性脑疾病、动脉粥样硬化性心脏病、高脂血症与肝损伤、精神分裂和抑郁症等疾病的发生、发展及治疗密切相关。NF-κB作为炎症过程中关键的转录激活因子，可激活黏附分子、细胞因子受体和多种细胞因子的表达，并调控细胞凋亡过程，PTGS2和NF-κB互相作用，对于缺血后炎症和血管/神经的恢复具有重要作用[27-31]。

综上所述，本研究采用网络药理学和分子对接的方法，从有效活性成分、作用靶点、通路等方面，对苓桂术甘汤治疗BPPV的作用机制进行了详细阐释。结合现有的研究成果，推测苓桂术甘汤能够对BPPV相关危险因素的靶点和通路进行调

控,从而减少BPPV的残余症状并降低其复发率。

参考文献

[1] VON BREVERN M,RADTKE A,LEZIUS F,et al.Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo:a population based study[J].J Neurol Neurosurg Psychiatry,2007,78(7):710-715.

[2] 赵竞一,戴伟利,韩金帅,等,良性阵发性位置性眩晕中医诊疗思路和经验[J].中国中西医结合耳鼻咽喉科杂志,2017,25(5):380-381.

[3] 刘艳飞,刘玥,姚贺之,等.传统中医方剂苓桂术甘汤全背景研究的文献计量学分析[J].世界中医药,2017,12(6):1466-1469.

[4] 陈君媚,周春祥.苓桂术甘汤药理作用及其机制研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2019,25(14):222-227.

[5] 王翔,施慧和,黄金玲.近10年苓桂术甘汤研究热点、研究趋势的知识图谱分析[J].时珍国医国药,2019,30(8):2008-2010.

[6] 王文静,叶伟海,黄婉嫦.苓桂术甘汤辅助治疗良性阵发性位置性眩晕(BPPV)的临床疗效[J].内蒙古中医药,2019,38(9):55-56.

[7] GUO Y,LI J X,WANG Y L,et al.*Yinchen Linggui Zhugan* Decoction ameliorates nonalcoholic fatty liver disease in rats by regulating the Nrf2/ARE signaling pathway[J].Evid Based Complement Alternat Med,2017,2017:6178358.

[8] 宋宗华.苓桂术甘汤药效物质基础研究[D].沈阳:沈阳药科大学,2002.

[9] 王旭.基于网络药理学和代谢组学的苓桂术甘汤治疗心力衰竭的作用机制研究[D].石家庄:河北医科大学,2020.

[10] ZHANG J J,HUANG Y J,KE B,et al.Effect of alternate-day fasting therapy combined with *Linggui Zhugan* Decoction(苓桂术甘汤)on hepatic oxidative stress in hyperlipidemic rat[J].Chin J Integr Med,2015,2015:1035-1040.

[11] 孔繁鑫,虢周科.中药辨证论治联合手法复位治疗良性阵发性位置性眩晕疗效观察[J].世界中西医结合杂志,2017,12(5):710-712.

[12] 李玉娟,谢道俊,王谢,等.良性阵发性位置性眩晕的中医药治疗研究进展[J].中医药学报,2019,47(5):35-38.

[13] VON BREVERN M,BERTHOLON P,BRANDT T,et al.Benign paroxysmal positional vertigo:diagnostic criteria[J].J Vestib Res,2015,25(3-4):105-117.

[14] NEUHAUSER H K.Epidemiology of vertigo[J].Curr Opin Neurol,2007,20(1):40-46.

[15] HSU C L,TSAI S J,SHEN C C,et al.Risk of benign paroxysmal positional vertigo in patients with depressive disorders:a nationwide population-based cohort study[J].BMJ Open,2019,9(3):26936.

[16] 时晨,于亚峰,张云美.中青年女性BPPV发病危险因素分析[J].听力学及言语疾病杂志,2022,30(1):27-30.

[17] PICCIOTTI P M,DI CESARE T,TRICARICO L,et al.Is drug consumption correlated with benign paroxysmal positional vertigo(BPPV)recurrence?[J].Eur Arch Oto Rhino Laryngol,2020,277(6):1609-1616.

[18] 张新雨,黄娜娜,孙凯滨,等.柴胡龙骨牡蛎汤治疗原发性高血压作用网络与机制预测[J].中草药,2019,50(21):5162-5169.

[19] 陈文娜,朱爱松,丛培玮,等.基于网络药理学的二陈汤治疗冠心病分子机制研究[J].中草药,2019,50(2):441-448.

[20] 张磊,朴胜华,郭姣.基于网络药理学的佛手干预2型糖尿病潜在靶点机制研究[J].世界科学技术-中医药现代化,2020,22(10):3594-3604.

[21] 但文超,何庆勇,曲艺,等.基于网络药理学的枳术丸调治血脂异常的分子机制研究[J].世界科学技术-中医药现代化,2019,21(11):2396-2405.

[22] 顾东彦,王子雯,许孟月,等.基于网络药理学及分子对接探讨参苓白术散治疗特应性皮炎的作用机制[J].西部中医药,2025,38(8):45-50.

[23] 刘彤彤.基于炎症途径利用组学技术研究黄芩黄连药对抗2型糖尿病的作用机制[D].南昌:江西中医药大学,2019.

[24] 许欢,陈竹,陈华,等.基于网络药理学及分子对接技术探讨运脾泻肺化痰汤治疗支气管哮喘的作用机制[J].西部中医药,2025,38(1):80-87.

[25] 肖丁,顾兆一,韩晓丹.苓桂术甘汤合泽泻汤治疗痰湿中阻型持续性姿势-感知性头晕临床观察[J].西部中医药,2025,38(1):136-139.

[26] BARTHEL A,NAKATANI K,DANDEKAR A A,et al.Protein kinase C modulates the insulin-stimulated increase in Akt1 and Akt3 activity in 3T3-L1 adipocytes[J].Biochem Biophys Res Commun,1998,243(2):509-513.

[27] 苗艳菊,杨敏,郑娇,等.Akt1在高血压心肌纤维化中的作用及其机制[J].中华高血压杂志,2013.21(3):265-271.

[28] ZHOU Z,LU C,MENG S,et al.Silencing of PTGS2 exerts promoting effects on angiogenesis endothelial progenitor cells in mice with ischemic stroke via repression of the NF-κB signaling pathway[J].J Cell Physiol,2019,234(12):23448-23460.

[29] BIALEK K,CZARNY P,WATALA C,et al.Novel association between TGFA,TGFB1,IRF1,PTGS2 and IKBKB single-nucleotide polymorphisms and occurrence,severity and treatment response of major depressive disorder[J].PeerJ,2020,8:8676.

[30] 陶然,郭英君,史杰萍,等.PTGS2/PLA2G4A基因多态性与精神分裂症的关系[J].吉林大学学报(医学版),2005,22(1):84-87.

[31] 李杨,周岚,汪典,等.不同剂量活血、破血中药对动脉粥样硬化小鼠主动脉PTGS2、PADI4、ITGAM基因表达的影响[J].疑难病杂志,2016,15(11):1182-1186.

收稿日期:2025-10-11

***基金项目**:国家自然科学基金(81904261)。

作者简介:黄小芮(1996—),女,硕士学位,医师。研究方向:中西医治疗耳鼻咽喉疾病。

△**通讯作者**:闫占峰(1984—),男,博士学位,硕士研究生导师,副主任医师。研究方向:变应性鼻炎的中西医结合基础与临床研究。Email:zhanfengy@sohu.com。