

补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折的临床疗效与潜在作用机制：基于 Meta 分析与网络药理学的联合分析

马常荣^{1,2}, 张子珺^{3#}, 刘畅^{1,2}, 许祎莹^{1,2}, 李远栋^{1,2*}

1. 天津中医药大学第一附属医院, 天津 300381

2. 中医国家临床医学研究中心, 天津 300381

3. 天津中医药大学, 天津 301617

摘要：目的 采用 Meta 分析系统评价补肾与活血类中药辅助治疗桡骨远端骨折的临床疗效，并通过网络药理学初步揭示其作用机制。方法 计算机检索 PubMed、Web of Science、Cochrane Library、Embase、中国生物医学文献数据库（CBM）、中国知网（CNKI）、万方、维普（VIP）数据库，检索时限为建库至 2026 年 6 月，纳入补肾或活血类中药联合西医常规治疗对比单纯西医常规治疗桡骨远端骨折的临床对照研究。采用 RevMan 5.4 软件进行 Meta 分析，同时运用网络药理学筛选核心活性成分、预测靶点并进行通路富集分析。结果 共纳入 23 项研究，合计 3 377 例患者。Meta 分析结果显示，补肾类与活血类中药均可显著提高临床有效率、缩短骨折愈合时间、降低视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、升高骨钙素水平并改善腕关节功能，两类药物总体疗效无统计学差异（ $P>0.05$ ）；活血类中药在腕关节背伸活动度改善方面更优，补肾类中药疗效更稳定、异质性更低。网络药理学筛选出肿瘤蛋白 p53（tumor protein p53, TP53）、Src 酪氨酸激酶（proto-oncogene tyrosine-protein kinase Src, SRC）、信号转导和转录激活因子 3（signal transducer and activator of transcription 3, STAT3）等核心靶点，主要调控磷脂酰肌醇-3-羟激酶（phosphatidylinositol-3-hydroxykinase, PI3K）-蛋白激酶 B（protein kinase B, Akt）、丝裂原活化蛋白激酶（mitogen-activated protein kinase, MAPK）、核因子- κ B（nuclear factor- κ B, NF- κ B）等通路；活血类中药主要通过血管内皮生长因子（vascular endothelial growth factor, VEGF）、肿瘤坏死因子（tumor necrosis factor, TNF）、Janus 激酶（Janus kinase, JAK）-STAT 通路发挥抗炎、改善微循环作用，补肾类中药则通过 Wnt/ β -连环蛋白（ β -catenin）及细胞周期通路促进成骨分化与骨代谢。结论 补肾类与活血类中药辅助治疗桡骨远端骨折，疗效确切、安全性良好，均通过多成分、多靶点、多通路促进骨折愈合；早期宜选用活血类中药消肿止痛，中后期选用补肾类中药强骨促愈。

关键词：桡骨远端骨折；活血中药；补肾中药；Meta 分析；网络药理学；骨代谢

中图分类号：R285

文献标志码：A

文章编号：0253-2670(2026)18-7359-17

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.18.023

Clinical efficacy and potential mechanisms of kidney-tonifying versus blood-activating traditional Chinese medicines in treatment of distal radius fractures: An integrated study based on Meta-analysis and network pharmacology

MA Changrong^{1,2}, ZHANG Zijun³, LIU Chang^{1,2}, XU Yixuan^{1,2}, LI Yuandong^{1,2}

1. The First Affiliated Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300381, China

2. National Clinical Research Center for Chinese Medicine, Tianjin 300381, China

3. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

Abstract: Objective To systematically evaluate the clinical efficacy of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines as adjunctive therapies for distal radius fractures using a Meta-analysis, and to preliminarily explore their mechanisms of

收稿日期：2026-03-24

基金项目：天津市卫生健康委员会天津市中医药重点领域科研项目（2026005）；河北省中医药管理局科研计划项目（T2025087）；天津中医药大学教师队伍建设项目（Y-202608）；天津中医药大学教师教学发展研究项目（A26JF12）；天津市高等学校研究生教育改革研究计划项目（TJYG25101）

作者简介：马常荣（2001—），男，甘肃人，硕士研究生，研究方向为中医药防治脊柱关节疾病的基础与临床研究。E-mail: 1311821329@qq.com

#共同第一作者：张子珺（2006—），男，吉林人，本科生。E-mail: 3093774180@qq.com

***通信作者：**李远栋（1980—），男，吉林人，副主任医师，硕士生导师，研究方向为中医药防治脊柱关节疾病的基础与临床。

E-mail: 33724755@qq.com

action through network pharmacology. **Methods** PubMed, Web of Science, Cochrane Library, Embase, CBM, CNKI, Wanfang, and VIP databases were searched from inception to June 2026 to identify clinical controlled studies comparing traditional Chinese medicine decoctions combined with conventional Western medicine versus conventional Western medicine alone for distal radius fractures. RevMan 5.4 software was used for Meta-analysis, and network pharmacology was employed to screen core active components, predict targets, and conduct pathway enrichment analysis. **Results** A total of 23 studies involving 3 377 patients were included. The Meta-analysis results showed that both kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines significantly improved the clinical effective rate, shortened fracture healing time, reduced visual analog scale (VAS) pain scores, increased osteocalcin levels, and improved wrist joint function, with no statistically significant difference in overall efficacy between the two categories (all $P > 0.05$). Blood-activating traditional Chinese medicines showed superior improvements in wrist dorsiflexion range of motion, while kidney-tonifying traditional Chinese medicines exhibited more stable efficacy with lower heterogeneity. Network pharmacology identified core targets such as tumor protein p53 (TP53), proto-oncogene tyrosine-protein kinase Src (SRC), signal transducer and activator of transcription 3 (STAT3), primarily regulating pathways including phosphatidylinositol-3-hydroxykinase (PI3K)-protein kinase B (Akt), mitogen-activated protein kinase (MAPK), nuclear factor- κ B (NF- κ B). Blood-activating traditional Chinese medicines exerted anti-inflammatory and microcirculation-improving effects mainly through vascular endothelial growth factor (VEGF), tumor necrosis factor (TNF), and Janus kinase (JAK)-STAT pathways, whereas kidney-tonifying traditional Chinese medicines promoted osteogenic differentiation and bone metabolism via the Wnt/ β -catenin pathway and cell cycle pathways. **Conclusion** Kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines are effective and safe as adjunctive therapies for distal radius fractures, both promoting fracture healing through multi-component, multi-target, and multi-pathway mechanisms. Blood-activating traditional Chinese medicines are more suitable for relieving swelling and pain in the early stage, while kidney-tonifying traditional Chinese medicines are better for strengthening bone and promoting healing in the middle and late stages.

Key words: distal radius fracture; blood-activating traditional Chinese medicine; kidney-tonifying traditional Chinese medicine; Meta-analysis; network pharmacology; bone metabolism

桡骨远端骨折是临床最常见的骨折类型之一，发病率始终处于较高水平^[1-2]。尽管手术与手法复位技术日益精进，但骨折愈合过程中的肿胀、疼痛、延迟愈合以及远期腕关节功能障碍等问题仍是影响康复效果的主要难点^[3-4]。中医药因其活血化瘀、消肿止痛、补肾壮骨的独特优势，在促进骨折愈合、改善腕关节功能、缓解疼痛肿胀等方面发挥重要作用，已成为临床常规辅助治疗手段。中医理论体系中，骨折愈合是一个连续分期、循序渐进的修复过程，“瘀血阻滞”是骨折早期核心病机，“肝肾不足”则是中后期主要病机^[5]。因此，临床治疗主要分为两大类：一类以活血化瘀、消肿止痛为主，代表方剂如桃红四物汤、复元活血汤等；另一类以补肾填精、强筋壮骨为主，代表方剂如补肾活血汤、壮筋续骨汤等。2 类治法均为临床常用方案，但二者在改善疼痛、缩短愈合时间、提高骨代谢水平、恢复腕关节功能等关键结局上的优劣对比，目前仍缺乏高质量循证证据。尽管已有多项临床试验分别证实了单类方剂的疗效，但这些研究结论分散，且直接比较 2 类治法的研究匮乏，难以给临床医生提供明确、可靠的用药选择。同时，传统 Meta 分析仅能明确“哪种方法有效”，难以进一步阐释其“为何有效”

的潜在分子机制。网络药理学可通过构建“药物-成分-靶点-通路-疾病”多维调控网络，系统解析中药复方多成分、多靶点、多通路的协同作用机制，从而将临床疗效与分子机制有机结合。因此，本研究采用 Meta 分析联合网络药理学的整合研究模式，首先通过严格系统评价与 Meta 分析，直接比较活血类与补肾类中药辅助治疗桡骨远端骨折的临床疗效与安全性，明确 2 类治法的优劣异同；在此基础上，运用网络药理学筛选核心成分、关键靶点及主要信号通路，初步揭示其作用机制。本研究期望为临床分期、分型选择用药提供高质量循证依据，并为中药治疗骨折“临床验证-机制预测”的现代化、标准化研究提供新的思路与方法。

1 资料与方法

本研究方案已在国际系统评价前瞻性注册数据库（PROSPERO）前瞻性注册（注册号：CRD420261411375）。

1.1 Meta 分析

1.1.1 文献选择 （1）纳入标准：研究对象为行桡骨远端骨折手法整复或切开复位的患者；不分年龄、性别、种族。干预措施为试验组在常规西医治疗的基础上接受补肾或活血类中药辅助治疗，对照

组接受常规西医治疗。研究类型为国内外公开发表的、对比补肾或活血类中药辅助治疗与常规西医治疗疗效的临床对照研究。结局指标为研究结果中至少包括以下 1 项指标：有效率、骨钙素、腕关节活动度、Gartland-Werley 量表评价、骨折愈合时间、视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）评分、不良反应。（2）排除标准：①重复发表文献。②无法获得原始数据的文献。③非临床结果、术前术后测量结果不完整及动物实验文献、尸体力学试验。④个案报道、会议论文、综述研究。

1.1.2 文献检索 计算机检索 PubMed、Web of Science、Cochrane Library、Embase、中国生物医学文献数据库（CBM）、中国知网（CNKI）、万方、维普（VIP）数据库，检索时间为建库至 2026 年 6 月。英文检索关键词包括：“distal radius fracture OR Colles fracture”“traditional Chinese medicine OR Chinese herb”“randomized controlled trial”；中文检索关键词包括：桡骨远端骨折、中药、补肾活血、随机对照试验。同时通过检索纳入文献的参考文献及综述论文来获取相关研究文章。

1.1.3 文献筛选 文献检索工作经由 2 位研究者按照纳入和排除标准独立进行，通过阅读文题和摘要，排除明显不符合纳入标准的文献，再进一步阅读全文，分别对所获文献进行筛选，确定最终纳入的研究并交叉核对。如遇分歧则讨论解决，如果意见不统一，则交由第 3 位研究者裁定是否纳入。

1.1.4 数据提取 提取文献基本资料并汇总于 Excel 表，包括第一作者、发表日期、研究对象的基本信息（病例数、年龄和性别）、干预措施、随访时间、结局指标等。其中结局指标包括：有效率、骨钙素、腕关节活动度、Gartland-Werley 量表评价、骨折愈合时间、VAS 评分、不良反应。

1.1.5 文献质量评价 由 2 位研究者独立评估每项研究的偏倚风险。对随机对照试验采用 Cochrane 偏倚风险工具进行偏倚评估。在纳入的 19 项随机对照试验中，13 项^[6-18]采用随机数字表法，1 项采用抽签法^[19]，偏倚风险评为低风险；其余 5 项^[20-24]仅提及随机但未具体描述随机方式的研究，风险未知。所有文献均未提及双盲、分配隐藏、对结局评估者实施盲法，风险未知。1 项研究提及存在患者病史及随访数据缺失^[23]，风险未知。对非随机对照试验研究^[25-28]使用纽卡斯尔-渥太华量表进行方法学质量评价^[29-30]。满分为 10 分， ≥ 8 分为高质量文献，

7 分为较高质量文献，6 分为中等质量文献， ≤ 5 分为低质量文献。

1.1.6 统计学处理 使用 Cochrane 协作网提供的 Review manager 5.4 软件对提取的数据进行 Meta 分析。二分类变量采用相对危险度（relative risk, RR）及 95% 可信区间（confidence interval, CI）表示，连续性变量采用均数差（mean difference, MD）或标准化均数差（standard mean difference, SMD）及 95% CI 表示，计算 I^2 值来检验不同研究之间的异质性，当 $I^2 < 50\%$ 时，提示研究间的异质性较小，则采用固定效应模型；若 $I^2 \geq 50\%$ 时，提示研究间的异质性较大，并采用随机效应模型。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

1.2 网络药理学

1.2.1 补肾与活血类中药有效成分筛选及对应靶点预测 通过 TCMSP 和 HERB 数据库，收集补肾与活血类中药的化学成分，构建数据库，利用生物利用度（OB $\geq 30\%$ ）和类药性指数（DL ≥ 0.18 ）筛选，选择相应药物的主要活性成分及潜在靶点，通过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）和 SwissTargetPrediction 数据库对所筛选的活性成分进行靶点预测，将所得靶点整合去重，利用 Uniprot 数据库进行标准化处理，即获得活性成分靶点。

1.2.2 桡骨远端骨折相关靶点预测 以“distal radius fracture”作为关键词，检索 GeneCards、DrugBank、DisGeNET、Therapeutic Target Database、PharmGKB 疾病基因数据库，将结果合并后删除重复项，最后获得疾病相关靶点。

1.2.3 共同靶点 将药物的潜在靶点与疾病靶点导入 Venny 2.1.0 在线绘制工具生成 Venn 图，得到共同作用靶点。

1.2.4 “药物-成分-靶点”网络图 将收集到的药物有效成分、靶点及疾病相关靶点信息导入 Cytoscape 3.10，构建“药物-成分-靶点”网络。通过 Cytoscape 3.10 软件中的相关插件进行网络分析，分析补肾与活血类中药干预桡骨远端骨折的作用机制。

1.2.5 补肾与活血类中药干预桡骨远端骨折关键靶点 PPI 网络构建及拓扑分析 通过 String 数据库，导入交集基因，设置对象 *Homo sapiens*，取最高置信度 0.900，隐藏游离基因节点，得到蛋白互作关系，结果导入 Cytoscape 3.10 软件中，选择

“Network Analyzer”，得到网络拓扑学参数。将下载好的 TSV 文件导入 Cytoscape 软件做 PPI 图，根据 Degree 值筛选核心靶点。

1.2.6 基因本体 (gene ontology, GO) 功能和京都基因与基因组百科全书 (Kyoto encyclopedia of genes and genomes, KEGG) 通路富集分析 将潜在交集作用靶点导入 DAVID 数据库中，设置物种为 “human”，对其进行生物学过程的 GO、KEGG 功能富集分析，并通过微生信平台进行可视化显示。GO 分析分为 3 部分，分别从生物过程 (biological process, BP)、细胞成分 (cellular component, CC)、分子功能 (molecular function,

MF) 3 方面注释药物治疗疾病的作用靶蛋白在基因功能中的作用；KEGG 分析主要为通路分析，目的为阐明补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折的主要信号通路。

2 结果

2.1 文献检索结果及纳入研究临床特征

按照上述检索方案，共检索到 804 篇文献，排除重复文献 633 篇，通过阅读标题和摘要初筛得到 57 篇，最后阅读全文剔除不符合标准的文献，最终纳入 23 篇文献，其中试验组 970 例，对照组 965 例。具体流程见图 1。纳入研究的基本特征如表 1 所示。

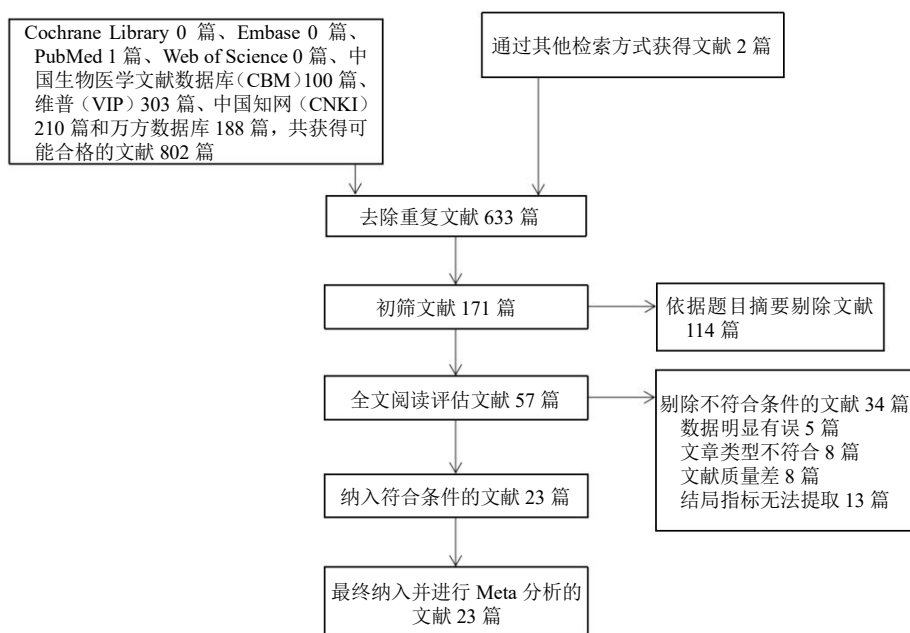


图 1 文献检索流程

Fig. 1 Literature search process

2.2 干预措施

纳入研究中，试验组干预措施为手法整复或切开复位联合中药汤剂，并可进一步分为活血中药组和补肾中药组，对照组为手法整复或切开复位后进行西医常规护理，中药汤剂主要组成见表 2。

2.3 文献质量评价结果

共纳入 19 篇随机对照试验^[6-24]，根据 Cochrane “偏倚风险评估工具”，评估结果见图 2。对 4 篇非随机对照研究根据纽卡斯尔-渥太华量表 (Newcastle-Ottawa scale, NOS) 进行文献质量评价^[25-28]，其中 2 篇 8 分，2 篇 7 分，纽卡斯尔-渥太华量表评分结果见表 3。

2.4 Meta 分析结果

根据试验组所使用中药汤剂的类别，将纳入研究划分为亚组 1 (活血类中药组) 与亚组 2 (补肾类中药组)。

2.4.1 有效率 12 项研究^[6,12,15,18,20-26,28]报道了有效率比较结果，共纳入 1041 例患者，其中试验组 (中药汤剂) 521 例，对照组 (西医常规治疗) 520 例。合并结果显示，试验组有效率高高于对照组 [RR = 1.16, 95%CI(1.11, 1.21), $P < 0.000\ 01$]，组内异质性较小 ($I^2 = 30\%$, $P = 0.15$)。在亚组 1 中，活血类中药组的有效率高高于对照组 [RR = 1.17, 95%CI(1.11, 1.23), $P < 0.000\ 01$]，组内异质性较小 ($I^2 = 45\%$,

表 1 纳入研究基本特征
Table 1 Basic characteristics of included studies

纳入研究(第一作者 及年份)	年龄/岁		n/例 (男/女)		干预措施		治疗时间	结局指标
	T	C	T	C	T	C		
唐庆妮 ^[6] 2025	43.17±10.54	41.83±11.76	27/24	30/22	芪参活血汤+A	A	8 周	①③⑤⑦
徐胜 ^[7] 2025	58.72±11.21	56.28±8.73	9/23	12/20	活血止痛汤+B	B	3 月	④⑥
杨和淦 ^[8] 2024	58.72±11.21	56.78±8.73	9/23	12/20	加减和营止痛汤+B	B	2 周	⑥
杨承建 ^[9] 2020	59.1±4.2	59.7±3.6	15/20	14/21	自拟活血止痛续骨汤+B	B	8 周	④⑤
黄敬强 ^[10] 2020	51.27±10.44	51.89±9.17	27/18	28/17	骨伤复原汤+B	B	2 周	③
李欣 ^[11] 2021	58.49±3.25	58.57±3.29	15/40	17/38	红桃消肿汤+B	B	1 月	⑤⑥
谭河鹏 ^[12] 2021	52.42±8.43	53.17±8.26	25/16	24/17	骨伤复原汤+B	B	2 周	①⑤
张植雄 ^[13] 2025	54.26±7.83	53.61±7.75	19/11	18/12	自拟行气利水祛瘀方+B	B	4 周	④⑤
陈锦棠 ^[14] 2022	66.0	66.0	未报道	未报道	补肾活血汤+B	B	2 周	④⑥
颜灵松 ^[15] 2022	67.88±3.78	67.29±3.93	16/22	14/24	逐瘀益肾壮骨汤+B	B	3 月	①⑤
高贵飞 ^[16] 2022	68.77±2.14	68.75±2.16	14/18	15/17	补肾活血汤+B	B	8 周	④⑤
熊侃 ^[17] 2023	53.70±5.64	53.62±5.59	31/17	29/19	补肾活血接骨汤+B	B	2 月	②⑤⑦
计忠宇 ^[18] 2026	8.96±2.59	9.35±2.32	33/21	37/17	续骨伸筋汤+A	A	6 月	①②⑦
吴刚 ^[19] 2022	46.9±2.6	46.8±2.3	16/14	15/15	壮筋续骨汤+B	B	4 周	③⑥
陈开劲 ^[20] 2025	66.80±6.47	69.58±6.55	19/33	17/33	复原活血汤+B	B	1 周	①④⑤⑥
熊仕群 ^[21] 2024	62.73±6.53	62.35±5.15	28/34	29/31	桃红四物汤+B	B	8 周	①②⑥
沈奇 ^[22] 2024	42.16±10.37	41.05±10.29	21/24	23/22	活血利水方+B	B	2 周	①
余首创 ^[23] 2019	49.3	47.7	8/12	11/9	壮筋续骨汤+B	B	4 周	①③⑥
陈志远 ^[24] 2023	73.05±2.83	72.37±2.56	13/17	11/19	活血补肾汤+B	B	8 周	①④⑤
赵昱东 ^[25] 2022	59.63±6.27	63.10±10.52	11/29	12/41	复元活血汤+B	B	1 周	①④⑥
周宏亮 ^[26] 2020	62.47±6.23	62.91±6.45	20/23	22/21	桃红四物汤+A	A	6 周	①
赵东航 ^[27] 2025	65.21±2.15	65.43±2.20	29/24	28/25	活血通络方+B	B	1 月	⑥
张志承 ^[28] 2025	59.87±3.05	61.08±3.14	29/27	33/23	益肾活血接骨汤+A	A	2 月	①②⑤⑥

T-试验组; C-对照组; A-手法整复; B-切开复位; ①有效率; ②骨钙素; ③腕关节活动度; ④Gartland-Werley 量表评价; ⑤愈合时间; ⑥视觉模拟评分法 (VAS); ⑦不良反应。

T-experimental group; C-control group; A-manual reduction; B-open reduction; ①efficiency; ②osteocalcin; ③wrist range of motion; ④Gartland-Werley scale score; ⑤healing time; ⑥visual analog scale (VAS); ⑦adverse reactions.

$P=0.08$)。在亚组 2 中, 补肾类中药组的有效率高于对照组 [RR=1.13, 95%CI(1.04, 1.24), $P=0.004$], 组内异质性较小 ($I^2=0$, $P=0.4$)。亚组间差异检验显示, 活血类中药组与补肾类中药组之间的合并均数差异无统计学意义 ($I^2=0$, $P=0.57$)。见图 3。

2.4.2 骨钙素 4 项研究^[17-18,21,28]报道了骨钙素比较结果, 共纳入 436 例患者, 其中试验组 218 例, 对照组 218 例。合并结果显示, 试验组的骨钙素高于对照组 [MD=0.90, 95%CI(0.41, 1.39), $P=0.0003$], 组内异质性较大 ($I^2=95\%$, $P<0.00001$)。在亚组 1 中, 活血类中药组的骨钙素高于对照组 [MD=1.09, 95%CI(0, 2.18), $P<0.00001$], 组内异质性大 ($I^2=96\%$, $P<0.00001$)。在亚组 2 中, 补肾类中药组的骨钙素高于对照组 [MD=0.72, 95%CI(0.18, 1.26), $P=0.009$], 组内异质性大, $I^2=95\%$, $P<0.00001$ 。

亚组间差异检验显示, 活血类中药组的骨钙素与补肾类中药组无显著差异 ($I^2=0$, $P=0.55$)。见图 4。

2.4.3 腕关节活动度——背伸 3 项研究^[10,19,23]报道了腕关节背伸活动度比较结果, 共纳入 190 例患者, 其中试验组 95 例, 对照组 95 例。合并结果显示, 试验组的腕关节背伸活动度高于对照组 [MD=4.37, 95%CI(2.08, 6.65), $P=0.0002$], 组内异质性较小 ($I^2=40\%$, $P=0.19$)。在亚组 1 中, 活血类中药组的腕关节背伸活动度优于对照组 [MD=14.53, 95%CI(3.4, 25.66), $P=0.01$]。在亚组 2 中, 补肾类中药组的腕关节背伸活动度优于对照组 [MD=3.92, 95%CI(1.58, 6.26), $P=0.001$], 组内异质性较小 ($I^2=0$, $P=1.00$)。亚组间差异检验显示, 活血类中药组的腕关节背伸活动度优于补肾类中药组 ($I^2=70.1\%$, $P=0.07$)。见图 5。

表2 纳入研究的中药汤剂主要药物组成

Table 2 Main components of traditional Chinese medicine decoction included in studies

纳入研究 (第一作者及年份)	中药组成
唐庆妮 ^[6] 2025	黄芪 30 g, 丹参 20 g, 红花 9 g, 蟾虫 10 g, 赤芍、骨碎补各 15 g, 桃仁、川芎、当归各 12 g, 生地黄 18 g, 甘草 6 g
徐胜 ^[7] 2025	炒桃仁 15 g、红花 12 g、土鳖虫 9 g、麸炒枳壳 12 g、牛膝 12 g、乳香 6 g、赤芍 12 g、没药 6 g、当归 12 g、川芎 12 g、醋没药 9 g、炙甘草 6 g
杨和淦 ^[8] 2024	当归 15 g、川芎 15 g、苏木 9 g、乳香 (制) 9 g、没药 (制) 9 g、桃仁 9 g、乌药 9 g、赤芍 9 g、丹皮 9 g、自然铜 15 g (先煎)、陈皮 9 g、泽泻 15 g、薏苡仁 15 g、续断 15 g、甘草 6 g
杨承建 ^[9] 2020	桃仁、红花、川芎、益母草各 15 g, 延胡索、乳香、没药各 20 g, 瞿麦、泽兰各 12 g, 虎杖、姜黄、苏木、土鳖虫各 10 g; 中晚期去益母草、乳香、没药、瞿麦、泽兰, 加当归 15 g、淫羊藿 15 g、骨碎补 20 g、续断 20 g、杜仲 15 g、牛膝 10 g、肉苁蓉 20 g
黄敬强 ^[10] 2020	毛姜 30 g、川续断 30 g、红花 20 g、当归 20 g、赤芍 20 g、炒杜仲 20 g、川芎 14 g、桂枝 12 g、三七 12 g、土鳖虫 10 g、制龟板 10 g
李欣 ^[11] 2021	红花 20 g、桃仁 20 g、川芎 12 g、赤芍 12 g、川牛膝 10 g、桂枝 10 g、熟地黄 9 g、郁金 8 g、甘草 6 g
谭河鹏 ^[12] 2021	毛姜、川续断各 30 g, 当归、红花、赤芍、炒杜仲各 20 g, 黄芪 15 g, 川芎 14 g, 桂枝、三七各 12 g, 桃仁、土元、制龟板各 10 g, 甘草 5 g
张植雄 ^[13] 2025	骨碎补、当归各 15 g, 土鳖虫、赤芍、没药、乳香各 12 g, 泽兰、益母草、车前子各 10 g, 三七粉 5 g (冲服), 茯苓、桔梗、枳壳各 6 g, 甘草 5 g
陈锦棠 ^[14] 2022	熟地 18 g、杜仲 6 g、枸杞子 6 g、补骨脂 18 g、菟丝子 18 g、当归尾 6 g、没药 6 g、山黄肉 6 g、红花 3 g、独活 6 g、肉苁蓉 6 g
颜灵松 ^[15] 2022	乳香 15 g、没药 15 g、红花 15 g、桃仁 15 g、丹参 12 g、怀牛膝 15 g、杜仲 15 g、骨碎补 20 g、续断 15 g、当归 15 g、补骨脂 15 g、五加皮 10 g、桑寄生 10 g、络石藤 10 g、桑枝 10 g
高贵飞 ^[16] 2022	熟地黄、菟丝子、补骨脂各 18 g, 杜仲、当归尾、没药、肉苁蓉、独活、枸杞子、山萸肉各 6 g, 红花 3 g
熊侃 ^[17] 2023	淫羊藿 30 g, 菟丝子、补骨脂、熟地黄各 20 g, 杜仲、肉苁蓉各 15 g, 土元 10 g, 山茱萸、没药、独活、当归各 8 g, 甘草 6 g, 红花 3 g
计忠宇 ^[18] 2026	骨碎补 10 g, 桑枝 7 g, 香附、续断、丹参、桃仁、牛膝、鸡血藤各 6 g, 木瓜、川芎、当归各 5 g, 伸筋草、桂枝、海桐皮、红花各 4 g
吴刚 ^[19] 2022	骨碎补 15 g、补骨脂 15 g、当归 9 g、川芎 6 g、白芍 9 g、熟地黄 9 g、杜仲 9 g、续断 9 g、黄芪 12 g、党参 12 g、桂枝 9 g、木瓜 9 g、炙甘草 6 g
陈开劲 ^[20] 2025	大黄 (酒) 18 g、桃仁 15 g、柴胡 15 g、当归 9 g、瓜蒌根 9 g、红花 6 g、没药 2 g、乳香 2 g、地龙 2 g、甘草 6 g
熊仕群 ^[21] 2024	熟地黄 12 g、当归 15 g、白芍 18 g、川芎 15 g, 桃仁 12 g、红花 12 g、鸡血藤 30 g、全蝎 6 g、陈皮 10 g
沈奇 ^[22] 2024	赤芍、猪苓各 15 g, 泽泻、泽兰各 12 g, 当归、桃仁、乳香、没药、牛膝、生地各 10 g, 红花 6 g, 甘草 5 g
余首创 ^[23] 2019	骨碎补 15 g、当归 9 g、黄芪 12 g、炙甘草 6 g、补骨脂 15 g、川芎 6 g、党参 12 g、白芍 9 g、桂枝 9 g、熟地黄 9 g、木瓜 9 g、杜仲 9 g、续断 9 g
陈志远 ^[24] 2023	赤芍、菟丝子、泽兰、丹参、桑寄生、补骨脂各 15 g, 女贞子、当归、桂枝各 10 g, 红花 6 g
赵昱东 ^[25] 2022	酒大黄 18 g、柴胡 15 g、桃仁 15 g、当归 9 g、红花 6 g、乳香 2 g、没药 2 g、地龙 2 g、瓜蒌根 9 g、甘草 6 g
周宏亮 ^[26] 2020	红花、当归、桃仁、熟地黄、白芍、川芎各 15 g
赵东航 ^[27] 2025	血竭 18 g、续断 18 g、泽兰 15 g、茯苓 15 g、当归 15 g、熟地黄 10 g、甘草 10 g、厚朴 10 g、地龙 10 g、川芎 10 g、乳香 10 g、没药 10 g、三七 10 g
张志承 ^[28] 2025	山药、补骨脂、王不留行、续断、黄芪、淫羊藿各 30 g、茯苓、鹿角霜各 20 g、当归、熟地黄各 15 g、红花 10 g、葛根 60 g

2.4.4 腕关节活动度——掌屈 4 项研究^[6,10,19,23]报道了腕关节掌屈活动度比较结果, 共纳入 293 例患者, 其中试验组 146 例, 对照组 147 例。合并结果

显示, 试验组的腕关节掌屈活动度与对照组比较无显著差异 [MD=7.19, 95%CI (-2.14, 16.78), $P=0.14$], 组内异质性较大 ($I^2=99\%$, $P<0.000\ 01$)。

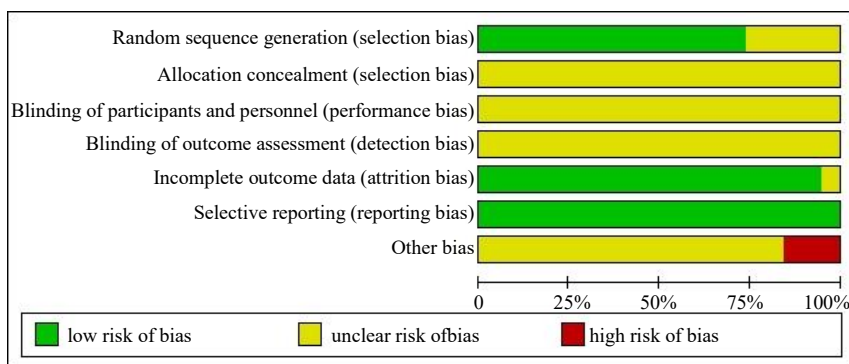


图 2 纳入研究质量评估各项占比

Fig. 2 Proportion of each item in quality assessment of included studies

表 3 纽卡斯尔-渥太华量表评分结果

Table 3 Newcastle-Ottawa Scale (NOS) scores

纳入研究 (第一作者及年份)	病例选择				组间可比性	结局事件评估	随访完整性	随访是否充分	总分
	1	2	3	4					
赵昱东 ^[25] 2022	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	8
周宏亮 ^[26] 2020	☆	☆	☆	☆		☆	☆	☆	7
赵东航 ^[27] 2025	☆	☆	☆	☆	☆	☆		☆	7
张志承 ^[28] 2025	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	8

1 为暴露组的代表性, 2 为非暴露组选择, 3 为暴露因素的确定, 4 为确定研究起始时尚无要观察的结局指标; 病例选择最多 4 颗星, 组间可比性最多 2 颗星, 结局事件评估、随访完整性、随访是否充分最多 1 颗星; “☆”表示高质量。

1 represents the representativeness of the exposed group, 2 represents the selection of the non-exposed group, 3 represents the determination of exposure factors, and 4 represents that no outcome indicators to be observed were present at the start of the study; Case selection can receive a maximum of four stars, comparability between groups a maximum of two stars, and outcome assessment, completeness of follow-up, and adequacy of follow-up a maximum of 1 star each; “☆” indicates high quality.

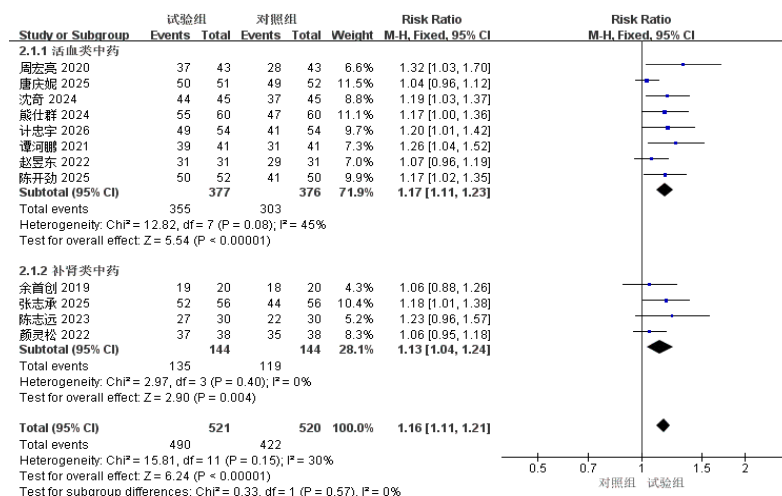


图 3 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折有效率的森林图

Fig. 3 Forest plot for effective rates of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines in treatment of distal radius fractures

在亚组 1 中, 活血类中药组的腕关节掌屈活动度优于对照组 [MD=12.16, 95%CI (0.36, 23.96), $P=0.04$], 组内异质性较大 ($I^2=96\%$, $P<0.00001$)。在亚组 2 中, 补肾类中药组的腕关节掌屈活动度优于对

照组 [MD=2.36, 95%CI (0.98, 3.74), $P=0.0008$], 组内异质性较小 ($I^2=0$, $P=1.00$)。亚组间差异检验显示, 活血类中药组的腕关节掌屈活动度与补肾类中药组无显著差异 ($P=61.8\%$, $P=0.11$)。见图 6。

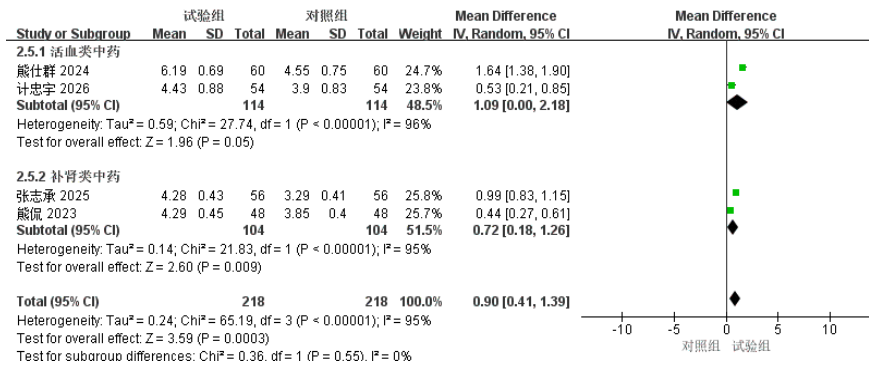


图4 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折对骨钙素影响的森林图

Fig. 4 Forest plot for effect of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines on osteocalcin levels in distal radius fractures treatment

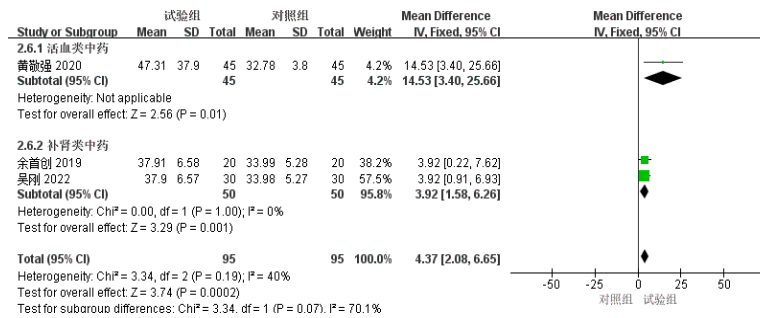


图5 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折对腕关节背伸活动度影响的森林图

Fig. 5 Forest plot for effect of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines on wrist extension range of motion in distal radius fractures treatment

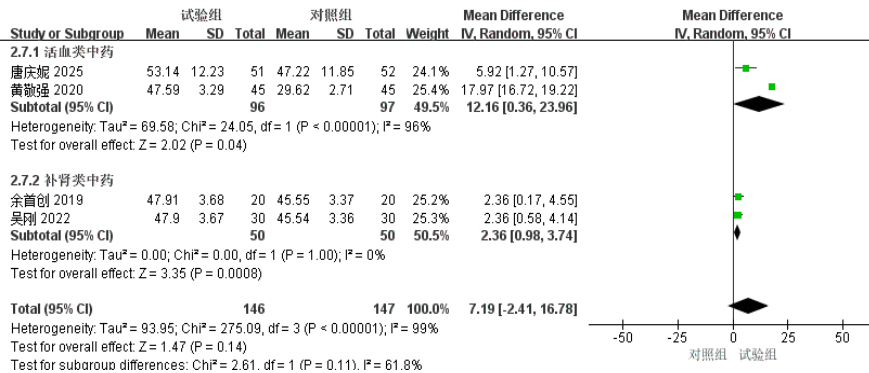


图6 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折对腕关节掌屈活动度影响的森林图

Fig. 6 Forest plot for effect of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines on wrist palmar flexion range of motion in distal radius fractures treatment

2.4.5 Gartland-Werley 量表 8 项研究^[7,9,13-14,16,20,24-25]报道了 Gartland-Werley 量表比较结果, 共纳入 580 例患者, 其中试验组 292 例, 对照组 288 例。合并结果显示, 试验组的量表评分与对照组之间无显著差异 [$MD = -0.78$, $95\%CI (-1.68, 0.13)$, $P = 0.09$], 组内异质性较大 ($I^2 = 98\%$, $P < 0.00001$)。在亚组 1 中, 活血类中药组的量表评分与对照组比较无显著

差异 [$MD = -0.74$, $95\%CI (-1.85, 0.37)$, $P = 0.19$], 组内异质性较大 ($I^2 = 99\%$, $P < 0.00001$)。在亚组 2 中, 补肾类中药组的量表评分与对照组比较无显著差异 [$MD = -0.83$, $95\%CI (-3.18, 1.52)$, $P = 0.49$], 组内异质性较大 ($I^2 = 91\%$, $P < 0.00001$)。亚组间差异检验显示, 活血类中药组与补肾类中药组比较差异无统计学意义 ($P = 0$, $P = 0.95$)。见图 7。

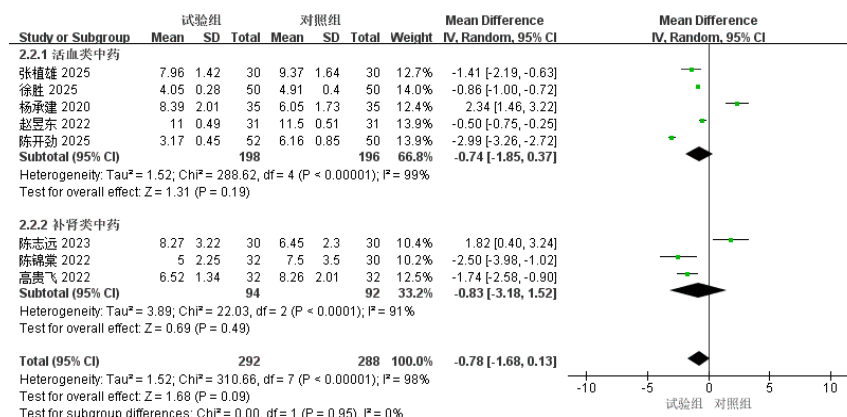


图 7 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折 Gartland-Werley 量表比较的森林图

Fig. 7 Forest plot for comparison on Gartland-Werley scale of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines in treatment of distal radius fractures

2.4.6 愈合时间 11 项研究[6,9,11-13,15-17,20,24,28]报道了愈合时间比较结果,共纳入 935 例患者,其中试验组 468 例,对照组 467 例。合并结果显示,试验组的愈合时间短于对照组 [MD=-18.81, 95%CI (-28.71, -8.90), $P=0.0002$], 组内异质性较大 ($I^2=99%$, $P<0.00001$)。在亚组 1 中,活血类中药组的愈合时间短于对照组 [MD=-25.94, 95%CI (-47.00,

-4.88), $P=0.02$], 组内异质性较大 ($I^2=99%$, $P<0.00001$)。在亚组 2 中,补肾类中药组的愈合时间短于对照组 [MD=-9.88, 95%CI (-14.09, -5.68), $P<0.00001$], 组内异质性较大 ($I^2=78%$, $P=0.001$)。亚组间差异检验显示,活血类中药组与补肾类中药组之间的合并均数差异无统计学意义 ($I^2=53.5%$, $P=0.14$)。见图 8。

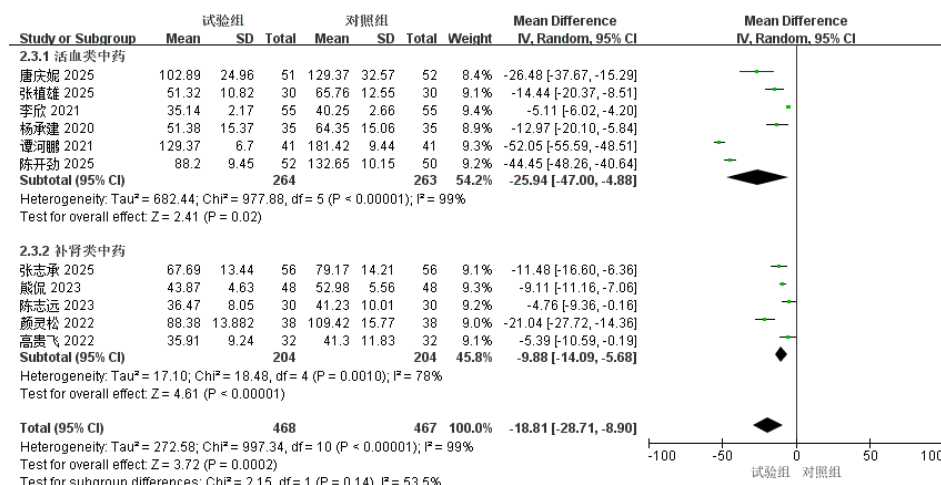


图 8 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折对愈合时间影响的森林图

Fig. 8 Forest plot for effect of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines on healing time in distal radius fractures treatment

2.4.7 VAS 11 项研究[7-8,11,14,19-21,23,25,27-28]报道了 VAS 评分比较结果,共纳入 938 例患者,其中试验组 471 例,对照组 467 例。合并结果显示,试验组的 VAS 评分低于对照组 [MD=-0.98, 95%CI (-1.24, -0.72), $P<0.00001$], 组内异质性较大 ($I^2=96%$, $P<0.00001$)。在亚组 1 中,活血类中药组的 VAS 评分低于对照组 [MD=-1.07, 95%CI

(-1.40, -0.75), $P<0.00001$], 组内异质性较大 ($I^2=97%$, $P<0.00001$)。在亚组 2 中,补肾类中药组的 VAS 评分低于对照组 [MD=-0.81, 95%CI (-1.03, -0.59), $P<0.00001$], 组内异质性较大 ($I^2=78%$, $P<0.00001$)。亚组间差异检验显示,活血类中药组与补肾类中药组之间的合并均数差异无统计学意义 ($I^2=40.0%$, $P=0.20$)。见图 9。

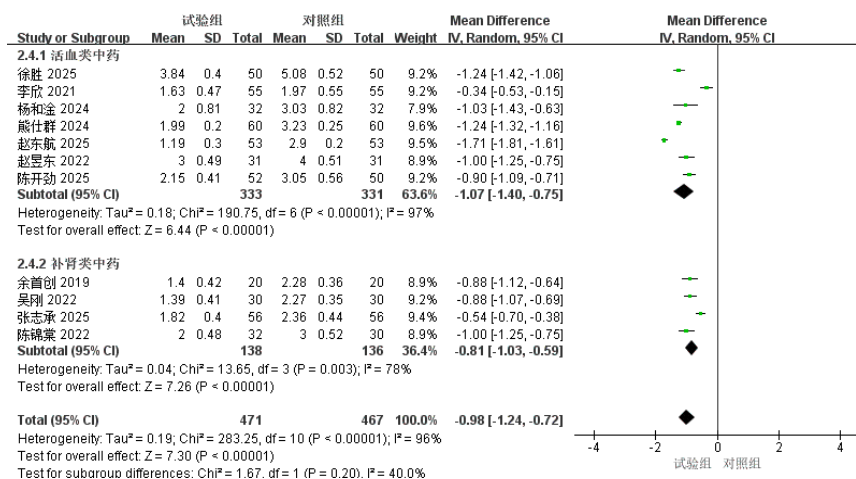


图9 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折对VAS评分影响的森林图

Fig. 9 Forest plot for effect of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines on VAS score in distal radius fractures treatment

2.4.8 不良反应 3项研究^[6,17-18]报道了不良反应比较结果,其中唐庆妮等^[6]报道了试验组出现胃肠道反应2例,对照组3例;熊侃等^[17]报道了试验组发生恶心呕吐、腹泻各1例,对照组未见不良反应;计忠宇等^[18]报道了试验组恶心呕吐2例,肿胀1例,腕关节不稳2例,对照组恶心呕吐0例,肿胀3例,腕关节不稳4例,其余研究均未报道不良反应,由于仅少数研究报告了不良反应,且总体样本量较少,目前尚无法对2类中药的安全性做出确定性结论。

2.4.9 发表偏倚分析 发表偏倚结果显示,有效率、Gartland-Werley量表、VAS、愈合时间4个结局指标对应的漏斗图图形对称、各研究点基本上对称分布于轴线2侧,大部分点落在漏斗内侧,仅有小部分落在漏斗外侧,总体而言,本研究有一定的发表偏倚风险(图10)。

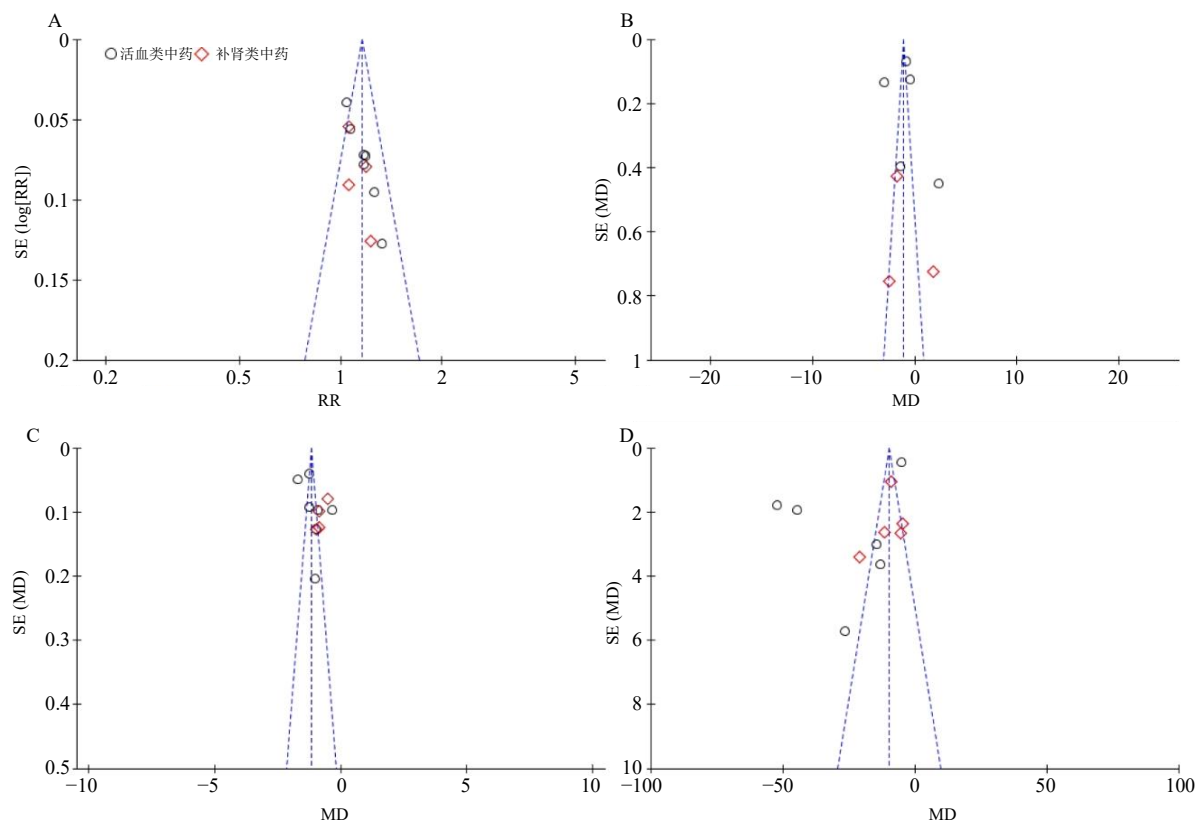
2.4.10 敏感性分析 进行敏感性分析时,本研究只保留了随机对照试验和切开复位的研究^[7-24],去除所有非随机对照试验和手法复位的研究^[6,18,25-28]。毕竟手法复位与术者经验和患者依从性相关,存在一定偏倚风险。以Gartland-Werley量表、愈合时间、VAS3个异质性较高、报道较多的指标进行敏感性分析,排除非随机对照试验和手法复位的研究后,异质性仍然较高,合并效应量(MD)的估计值未发生显著变化,证明结果相对稳定(图11~13)。

2.4.11 小结 Meta分析结果证实,活血类与补肾类中药辅助治疗桡骨远端骨折均能显著提升临床有效率、缩短骨折愈合时间、缓解疼痛及改善腕关

节功能,且2类中药的整体疗效无显著统计学差异,但在腕关节背伸活动度等指标上存在潜在异质性,提示其可能通过不同生物学机制发挥作用。为进一步揭示2类中药“活血化瘀”与“补肾壮骨”的现代分子生物学本质,明确其核心作用靶点与通路,本研究从活血类中药中筛选出当归-桃仁-红花这一经典活血通络药物组合,从补肾类中药中选取骨碎补-续断-杜仲这一核心补肾壮骨药物组合。后续本研究采用网络药理学方法构建“药物-活性成分-疾病靶点-信号通路”的多维调控网络,结合功能和通路富集分析,系统解析2类药物组合治疗桡骨远端骨折的共性与特异性作用机制,为临床精准应用及中药现代化研究提供科学依据。

2.5 网络药理学结果

2.5.1 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折的潜在作用靶点 检索 GeneCards、DrugBank、DisGeNET、Therapeutic Target Database、PharmGKB数据库,通过合并和去除重复项,共获取桡骨远端骨折相关疾病靶点共计2309个,从TCMSP、HERB等数据库筛选得到补肾类与活血类药物组合活性成分对应靶点1084个;将2组靶点导入Venny 2.1.0工具绘制韦恩图,取交集后得到补肾类与活血类中药治疗桡骨远端骨折的潜在共同作用靶点分别为393、325个(图14)。将筛选得到的补肾、活血类药物组合、核心活性成分、潜在作用靶点及桡骨远端骨折疾病信息导入Cytoscape 3.10软件,构建中药成分-靶点-桡骨远端骨折之间关系的多维调控网络(图15)。



A-有效率; B-Gartland-Werley 量表; C-VAS; D-愈合时间; 由于存在高异质性, 主要分析采用随机效应模型; 漏斗图基于固定效应模型绘制, 仅供辅助观察对称性。

A-efficient; B-Gartland-Werley scale; C-VAS; D-healing time; Due to high heterogeneity, the primary analysis was performed using a random-effects model; funnel plots were generated based on a fixed-effects model and are intended solely for auxiliary assessment of symmetry.

图 10 发表偏倚漏斗图

Fig. 10 Funnel plots for publication bias

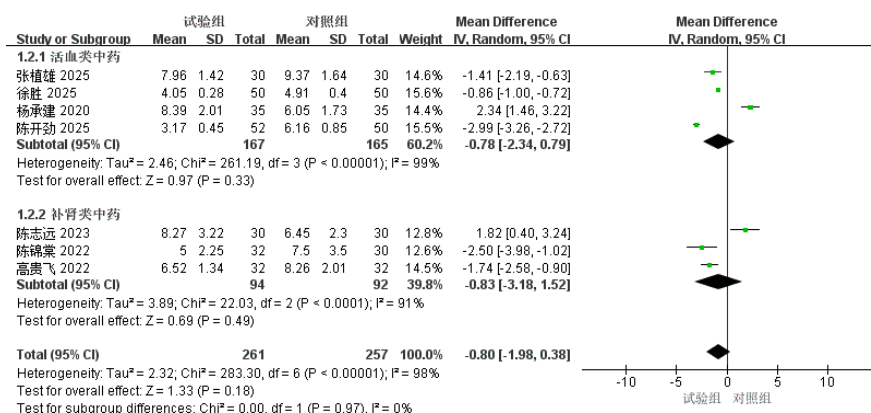


图 11 保留随机对照试验和切开复位的研究后两类中药 Gartland-Werley 量表评分森林图

Fig. 11 Forest plot of Gartland-Werley scale scores for two types of traditional Chinese medicine after retaining studies on randomized controlled trials and open reduction

2.5.2 补肾与活血类中药干预桡骨远端骨折的 PPI 网络 将补肾与活血类中药组合和桡骨远端骨折交集靶点上传至 String 数据库, 结果导入 Cytoscape

3.10 软件中, 得出补肾与活血类药物组合与桡骨远端骨折交集靶点的 PPI 网络(图 16、17), 根据 Degree 值筛选出排名靠前的核心靶点。分析得出处于该

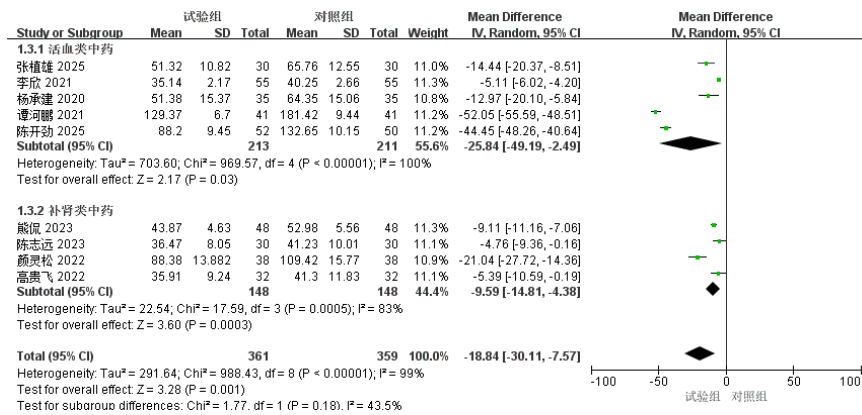


图 12 保留随机对照试验和切开复位的研究后 2 类中药愈合时间森林图

Fig. 12 Forest plot of healing time for two types of traditional Chinese medicine after retaining studies on randomized controlled trials and open reduction

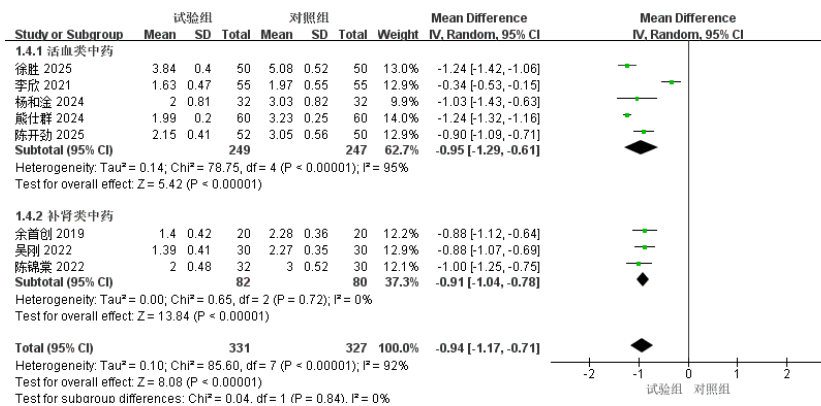


图 13 保留随机对照试验和切开复位的研究后 2 类中药 VAS 评分森林图

Fig. 13 Forest plot of VAS scores for two types of traditional Chinese medicine after retaining studies on randomized controlled trials and open reduction

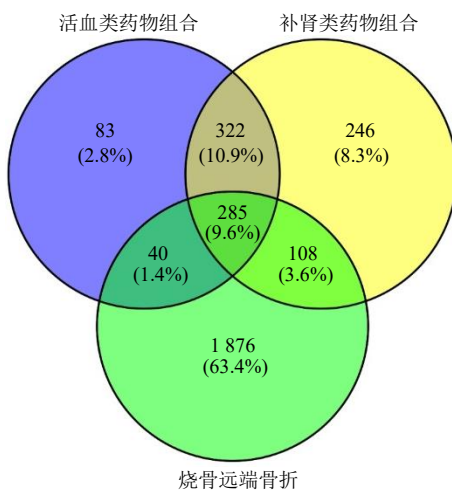


图 14 补肾与活血类中药与烧骨远端骨折交集靶点

Fig. 14 Intersection targets of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines and distal radius fracture

PPI 网络中心的蛋白质有肿瘤蛋白 p53 (tumor protein p53, TP53)、Src 酪氨酸激酶(proto-oncogene

tyrosine-protein kinase Src, SRC)、信号转导和转录激活因子 3 (signal transducer and activator of transcription 3, STAT3)、白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6)、白蛋白 (albumin, ALB)、蛋白激酶 B1 (protein kinase B1, AKT1)、IL1B、表皮生长因子受体 (epidermal growth factor receptor, EGFR)、肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor, TNF) 等。

2.5.3 补肾与活血类中药干预桡骨远端骨折靶点 GO 功能和 KEGG 信号通路富集分析 利用 DAVID 数据库对补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折的 433 个潜在作用靶点进行富集分析, 得出 GO 功能富集分析图 (图 18、19) 和 KEGG 信号通路富集分析图 (图 20、21), 以进一步解析补肾与活血类中药干预桡骨远端骨折的具体分子作用机制。

选择排名前 10 的生物学过程 (biological process, BP)、细胞组分 (cellular component, CC) 和分子功能 (molecular function, MF) 条目进行可

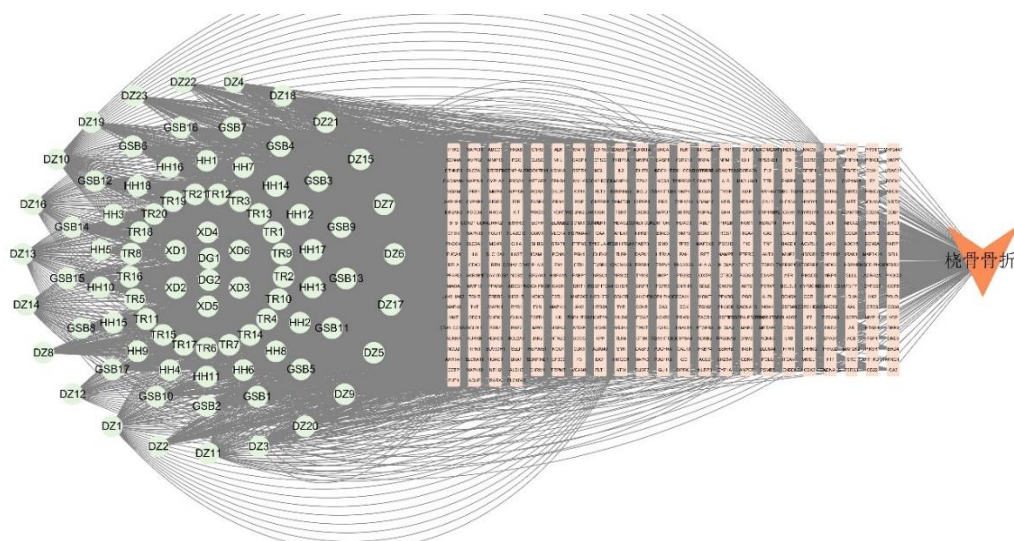


图 15 补肾与活血类中药治疗桡骨远端骨折“中药-成分-靶点”网络

Fig. 15 “Herb-component-target” network diagram of kidney-tonifying and blood-activating traditional Chinese medicines in treatment of distal radius fracture

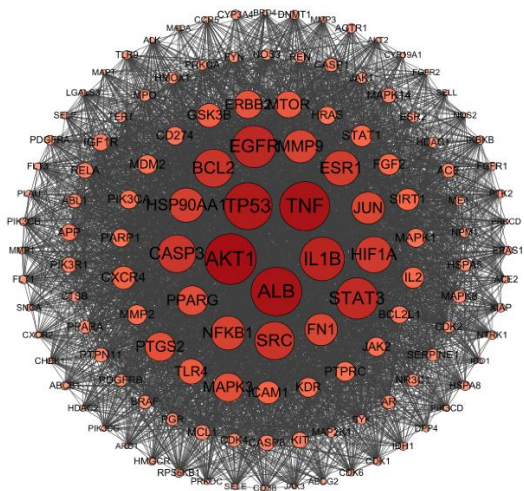


图 16 补肾类中药干预桡骨远端骨折的 PPI 网络

Fig. 16 PPI network of kidney-tonifying traditional Chinese medicines for intervening distal radius fracture

视化分析。根据 BP 富集结果，补肾类中药活性成分在桡骨远端骨折中的调控作用主要涉及细胞凋亡负向调控、丝裂原活化蛋白激酶（mitogen activated protein kinases, MAPK）/细胞外信号调节激酶（extracellular signal-regulated kinase, ERK）级联反应正向调控、细胞群体增殖正向调控、基因表达正向调控、蛋白质磷酸化等过程；活血类中药则更富集缺氧反应、外源性生物刺激应答、血管生成调控、细胞迁移正向调控等过程，上述生物学过程均为骨折愈合中炎症消退、骨痂形成、血管新生及骨重塑的核心环节^[31]。CC 结果表明，补肾类与活

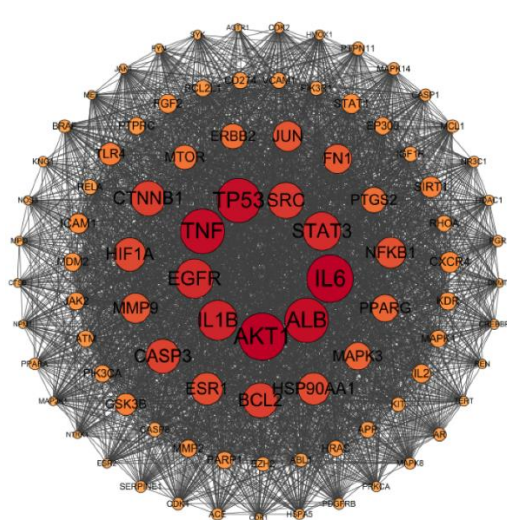


图 17 活血类中药干预桡骨远端骨折的 PPI 网络

Fig. 17 PPI network of blood-activating traditional Chinese medicines for intervening distal radius fracture

血类中药作用靶基因均主要富集于质膜、受体复合物、细胞表面、细胞外泌体、膜筏、细胞质溶胶等区域，提示其活性成分主要通过细胞膜表面及胞内信号区域发挥调控作用。MF 分析结果显示，2 类中药靶基因均富集于蛋白激酶活性、三磷酸腺苷（adenosine triphosphate, ATP）结合、蛋白酪氨酸激酶活性、激酶活性、核苷酸结合、转移酶活性等功能，为细胞内信号传导、基因表达调控及骨代谢蛋白合成提供重要基础，从分子与细胞层面阐释 2 类中药治疗桡骨远端骨折的作用基础^[32]。

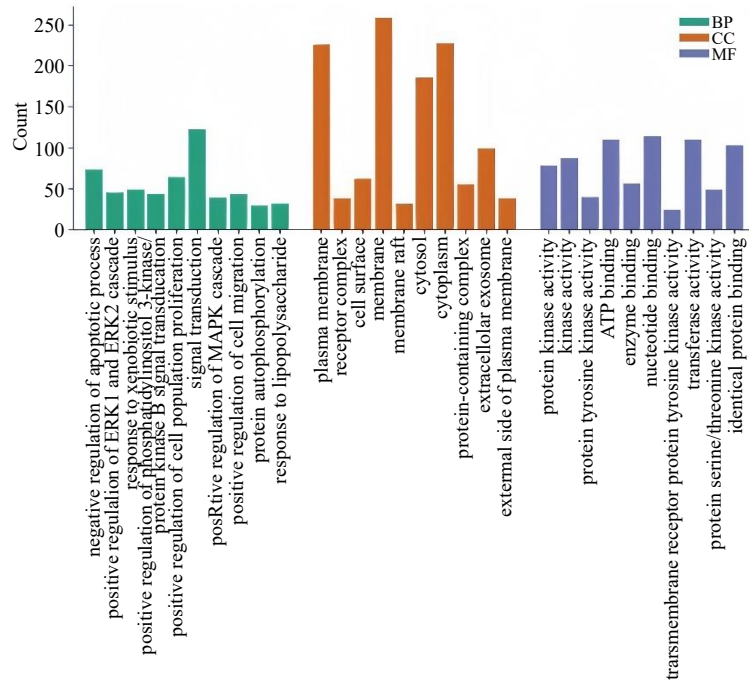


图 18 补肾类中药治疗桡骨远端骨折的 GO 功能富集分析

Fig. 18 GO functional enrichment analysis of kidney-tonifying traditional Chinese medicines in treatment of distal radius

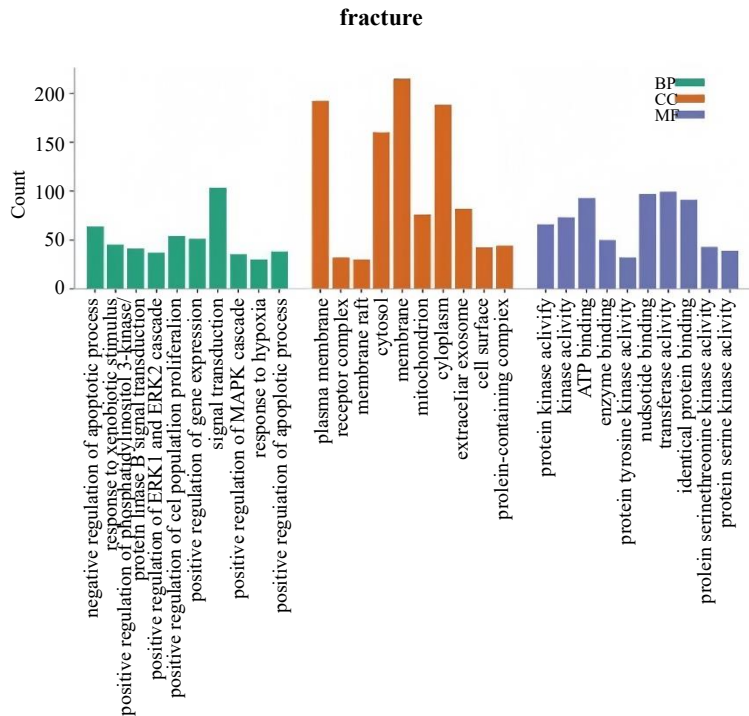


图 19 活血类中药治疗桡骨远端骨折的 GO 功能富集分析

Fig. 19 GO functional enrichment analysis of blood-activating traditional Chinese medicines in treatment of distal radius

KEGG 通路富集分析显示，补肾类与活血类中药活性成分靶点均参与多条信号通路调控 ($P < 0.01$)，选取富集程度前 10 条通路以气泡图展示。补肾类

中药核心富集通路包括 Wnt/ β -连环蛋白 (β -catenin) 信号通路、磷脂酰肌醇-3-羟激酶 (phosphatidylinositol-3-hydroxykinase, PI3K)-Akt 信

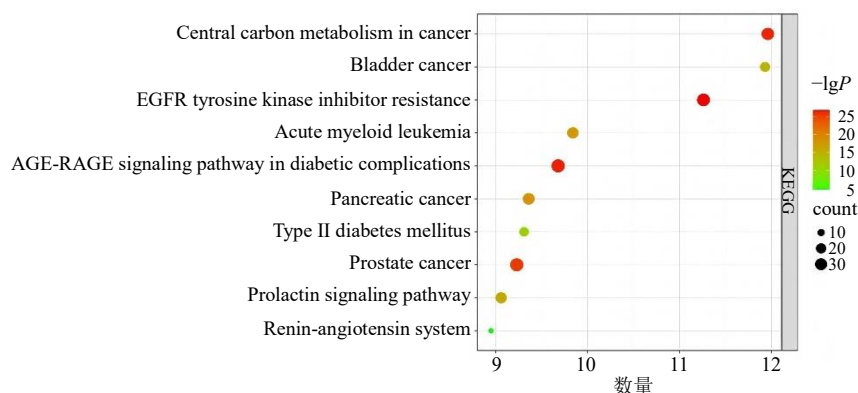


图 20 补肾类中药治疗桡骨远端骨折的 KEGG 信号通路

Fig. 20 KEGG signaling pathway of kidney-tonifying traditional Chinese medicines in treatment of distal radius fracture

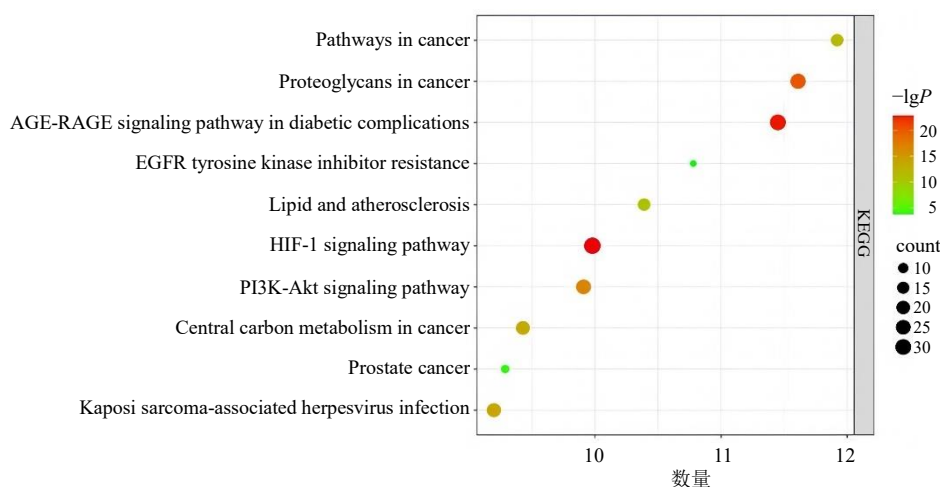


图 21 活血类中药治疗桡骨远端骨折的 KEGG 信号通路点

Fig. 21 KEGG signaling pathway of blood-activating traditional Chinese medicines in treatment of distal radius fracture

号通路、MAPK 信号通路、细胞周期通路、核因子- κ B (nuclear factor- κ B, NF- κ B) 信号通路等;活血类中药核心富集通路包括血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor, VEGF) 信号通路、TNF 信号通路、Janus 激酶 (Janus kinase, JAK)-STAT3 信号通路、PI3K-Akt 信号通路、缺氧反应因子-1 (hypoxia-inducible factor-1, HIF-1) 信号通路等。2 类中药共享 PI3K-Akt、MAPK、NF- κ B 等核心通路,共同参与骨代谢、炎症消退、成骨分化与血管新生;补肾类中药更侧重成骨分化与骨代谢稳定相关通路,活血类中药更侧重抗炎、镇痛与微循环改善相关通路,各通路相互关联协同,构成补肾、活血类中药干预骨折愈合的信号调控网络,为明确 2 类中药治疗桡骨远端骨折的关键靶点与核心通路提供方向。

3 讨论

桡骨远端骨折为临床最常见的骨折类型,骨折

后疼痛、肿胀、愈合延迟及腕关节功能障碍仍是临床治疗难点。本研究采用 Meta 分析联合网络药理学,系统评价补肾类与活血类中药辅助治疗桡骨远端骨折的临床疗效,并初步揭示其作用机制,为临床用药提供循证依据与分子生物学解释。

Meta 分析结果显示,补肾类与活血类中药辅助西医常规治疗,在提高临床有效率、缩短骨折愈合时间、降低 VAS 疼痛评分、提升骨钙素水平、改善腕关节活动度等方面均显著优于单纯西医治疗,且 2 类中药整体疗效无统计学差异,与中医“骨折分期论治”理论高度契合。骨折早期瘀血阻滞,治以活血化瘀、消肿止痛;中后期肝肾不足、筋骨失养,治以补肾壮骨、续筋接骨,二者治法不同但最终均能促进骨折愈合与功能恢复。亚组分析提示,活血类中药在改善腕关节背伸活动度方面数值更优,与其改善局部血运、快速激活骨代谢的作用特点一

致；补肾类中药在各指标中异质性更低、疗效更稳定，提示其作用靶点更集中，更适合骨折中后期长期干预。

网络药理学结果进一步阐明2类中药的共性与个性机制，GO功能与KEGG通路富集结果显示，补肾类与活血类中药治疗桡骨远端骨折具有调控骨代谢、抑制炎症、促进修复的共性机制，但在作用侧重、通路偏好上存在差异。

从GO功能富集来看，2类中药核心生物学过程均集中于细胞增殖正向调控、MAPK/ERK级联激活、蛋白质磷酸化、细胞凋亡负调控，细胞组分均富集于质膜、受体复合物、细胞外泌体，分子功能以蛋白激酶活性、ATP结合、激酶活性为主，提示二者均通过调控信号传导、成骨细胞增殖分化、炎症消退与血管新生参与骨折愈合^[33]，与Meta分析中两类中药均能提升临床有效率、缩短愈合时间、降低VAS疼痛评分的整体疗效一致结论相互印证。二者差异体现在作用偏好上，活血类中药在缺氧反应、外源性刺激应答、血管生成相关调控更突出，与其Meta分析中骨钙素提升更显著、腕关节背伸活动度改善更优的结果一致，印证其以改善局部血供、加速早期骨代谢激活为特点，补肾类中药则在基因表达稳定调控、细胞周期平稳推进方面更占优，对应其临床疗效异质性更低、稳定性更强的特征，体现“补肾壮骨”重在持续促进骨痂成熟与重塑^[34]。

KEGG通路富集显示，2类中药共同核心通路为PI3K-Akt、MAPK、TNF、NF- κ B、HIF-1，均参与成骨分化、炎症抑制、骨重塑与血管新生，为2类中药均能改善骨折愈合与关节功能提供分子依据。其中活血类中药更富集VEGF、TNF、JAK-STAT通路，侧重抗炎镇痛、改善微循环，匹配其早期消肿止痛优势^[35]；补肾类中药更富集Wnt/ β -catenin、AKT1、细胞周期通路，聚焦成骨分化、骨基质合成、骨代谢稳定，与其中后期促进骨愈合、提升疗效稳定性的作用一致。PPI网络提示，TP53、SRC、STAT3、IL-6、AKT1、TNF为核心靶点，是2类中药多成分、多靶点协同作用的关键节点^[36]。

本研究存在以下局限性：第一，纳入研究部分随机方法描述不清、盲法缺失，存在一定偏倚风险；第二，网络药理学仅为机制预测，未开展分子对接、细胞及动物实验进一步验证核心靶点的调控关系；第三，未按中药汤剂具体药物、剂量与疗程进行分

层分析。未来可开展多中心、大样本、双盲随机对照试验，明确2类中药的最佳适用人群与干预时机；通过细胞与动物实验验证核心靶点及通路的调控关系；同时开展成本-效果分析，为临床规范化应用提供更全面证据。

综上，补肾与活血类中药辅助治疗桡骨远端骨折具有相对确切的疗效，二者整体疗效相当但作用侧重不同。临床可遵循早期以活血类中药为主，中后期以补肾类中药为主的原则个体化用药，实现消肿止痛快、骨愈合快、功能恢复好、疗效更稳定的综合获益。本研究采用“临床Meta分析+网络药理学”的整合模式，为中医药治疗骨折的现代化研究提供了可借鉴的思路与方法。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组，中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组，国家骨科与运动康复临床医学研究中心，等. 中国脆性骨折术后规范化抗骨质疏松治疗指南（2021）[J]. 中华创伤骨科杂志，2021，23(2): 93-101.
- [2] 袁梅，孙悦，刘乔，等. 非手术与抗骨质疏松治疗老年桡骨远端骨折[J]. 中国矫形外科杂志，2021，29(7): 664-666.
- [3] 李静，徐一杰，江丽. 早期功能锻炼治疗桡骨远端骨折手法复位后动态小夹板固定患者的临床疗效[J]. 中国中西医结合外科杂志，2024，30(3): 338-342.
- [4] 梁伟，李青松，宋开芳，等. 保守治疗单纯稳定的桡骨头骨折[J]. 中国矫形外科杂志，2020，28(4): 369-371.
- [5] 王用玉，陈博，许坤，等. 口服补肾活血中药治疗老年桡骨远端骨折临床疗效的Meta分析[J]. 中医正骨，2021，33(9): 25-31.
- [6] 唐庆妮，余静，易晨，等. 芪参活血化瘀汤治疗桡骨远端骨折疗效研究[J]. 陕西中医，2025，46(11): 1509-1513.
- [7] 徐胜. 活血止痛汤治疗气滞血瘀型桡骨远端骨折术后患者临床观察[J]. 中国中医药现代远程教育，2025，23(7): 101-104.
- [8] 杨和淦. 加减和营止痛汤对于桡骨远端骨折切开复位内固定术后的临床疗效观察[D]. 南昌：江西中医药大学，2024.
- [9] 杨承建，林佩达，柳惠江. 活血止痛续骨汤在桡骨远端骨折切开复位内固定术后的应用[J]. 中国中医药科技，2020，27(2): 312-313.
- [10] 黄敬强. 骨伤复原汤对桡骨远端骨折术后骨折愈合及凝血功能影响[J]. 中医临床研究，2020，12(11): 94-96.
- [11] 李欣，李文辉，王旭东. 红桃消肿汤在桡骨远端骨折术

- 后患者治疗中的效果 [J]. 黑龙江中医药, 2021, 50(5): 123-124.
- [12] 谭河鹏, 邓顺, 董建东, 等. 骨伤复原汤对桡骨远端骨折患者锁定加压钢板内固定术后患者康复效果的影响 [J]. 沈阳药科大学学报, 2021, 38(S2): 69-69.
- [13] 张植雄. 行气利水祛瘀方对桡骨远端骨折复位内固定术后肿胀及关节功能的影响 [J]. 中国中医药科技, 2025, 32(2): 346-348.
- [14] 陈锦棠. 补肾活血汤促进肾虚血瘀型桡骨远端骨折术后愈合的临床研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2022.
- [15] 颜灵松. 逐瘀益肾壮骨方对老年桡骨远端骨折术后骨折愈合的影响 [J]. 中国中医药科技, 2022, 29(6): 1065-1067.
- [16] 高贵飞. 补肾活血汤治疗老年性桡骨远端骨折患者术后愈合及腕关节功能临床观察 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2022, 20(24): 105-107.
- [17] 熊侃, 易宏伟, 谢峰. 补肾活血接骨汤对桡骨远端骨折患者术后骨折愈合、骨密度及骨代谢指标的影响 [J]. 中国药业, 2023, 32(17): 108-111.
- [18] 计忠宇, 尹同珍, 白东梅, 等. 正骨手法联合续骨伸筋汤对桡骨远端骨折患儿疼痛肿胀及腕关节功能的影响 [J]. 中国中西医结合外科杂志, 2026, 32(2): 182-186.
- [19] 吴刚. 壮筋续骨汤用于伸直型桡骨远端 AO-C2 型骨折术后临床观察 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2022, 20(4): 112-114.
- [20] 陈开劲, 华振辉, 董启东. 复元活血汤治疗气滞血瘀型复杂桡骨远端骨折的预后效果观察 [J]. 黑龙江医药, 2025, 38(3): 614-616.
- [21] 熊仕群. 桃红四物汤治疗桡骨远端骨折术后腕关节肿痛临床观察 [J]. 光明中医, 2024, 39(11): 2203-2206.
- [22] 沈奇, 季如如, 成建翱, 等. 活血利水方对桡骨远端骨折患者术后康复治疗的临床效果观察 [J]. 四川中医, 2024, 42(10): 127-130.
- [23] 余首创. 壮筋续骨汤对伸直型桡骨远端 AO-C2 型骨折术后腕关节活动的影响 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2019.
- [24] 陈志远, 何祥. 活血补肾汤治疗骨质疏松性桡骨远端骨折术后肾虚血瘀证 30 例 [J]. 浙江中医杂志, 2023, 58(8): 598-599.
- [25] 赵昱东. 复元活血汤改善桡骨远端骨折术后肿胀的临床疗效观察 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2022.
- [26] 周宏亮. 桃红四物汤对不稳定型桡骨远端骨折患者术后恢复效果的影响 [J]. 河南医学研究, 2020, 29(12): 2245-2246.
- [27] 赵东航, 卢微波, 亢松涛, 等. 活血通络方应用于桡骨远端骨折术后对患者康复效果的影响 [J]. 实用中西医结合临床, 2025, 25(5): 26-28.
- [28] 张志承, 吴荣辉. 益肾活血接骨汤在桡骨远端骨折固定治疗患者中的应用效果 [J]. 医学理论与实践, 2025, 38(23): 4019-4022.
- [29] Higgins J P T, Altman D G, Gøtzsche P C, *et al.* The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials [J]. *BMJ*, 2011, 343: d5928.
- [30] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses [J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9): 603-605.
- [31] Wang G, Cheng L, Shao Z C, *et al.* Treatment of delayed fracture healing with Bushen Tiansui decoction: Analysis of active agents and targets using bioinformatics and network pharmacology analysis [J]. *Int J Clin Pharmacol Ther*, 2025, 63(3): 114-138.
- [32] Cheng L, Wang G, Lu H L, *et al.* Effect of Bushen Tiansui decoction on delayed fracture healing: A systematic review and Meta-analysis [J]. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2023, 23(4): 471-488.
- [33] Zhang Y, Wang J, Li X, *et al.* MAPK/ERK signaling pathway: A potential target for fracture healing [J]. *Front Pharmacol*, 2023, 14: 1185843.
- [34] Liu X, Chen H, Wang Y, *et al.* Herbal medicines for promoting angiogenesis in ischemic diseases: Mechanisms and clinical applications [J]. *Phytomedicine*, 2024, 128: 155487.
- [35] Chen L, Xu H, Zhao R, *et al.* JAK-STAT signaling pathway in inflammatory diseases: Therapeutic implications from traditional Chinese medicine [J]. *Chin J Nat Med*, 2024, 22(1): 12-24.
- [36] Li H, Sun Y, Zhou Q, *et al.* Network pharmacology-based dissection of multi-target mechanisms of traditional Chinese medicine in bone-related diseases [J]. *Drug Discov Today*, 2023, 28(6): 103579.

[责任编辑 潘明佳]