

从“气为血帅”角度分析黄芪对心肌缺血再灌注保护作用的中医理论基础与现代药理学机制

袁梦^{1,2} 陈聪²

1 广州市中西医结合医院，广州，510800；

2 湖南中医药大学，湖南长沙，410208；

摘要：心肌缺血再灌注损伤（Myocardial ischemia reperfusion injury, MIRI）的防治一直为近年来研究的热点话题。中医药在治疗 MIRI 和保护心肌细胞方面具有独特的优势。气虚血瘀是 MIRI 的主要病机，益气活血法是主要治疗 MIRI 方法，“气者，血之帅也”，防治 MIRI 可从调气为主，辅以活血之药，往往能取得不错疗效。黄芪为补气之圣药，对 MIRI 防治作用早已证实，从“气为血帅”角度，论述黄芪治疗 MIRI 的中医基础以及现代药理学机制的现实意义，为中医药研究 MIRI 提供新的思路。

关键词：气为血帅；黄芪；益气活血法；心肌缺血再灌注损伤

DOI:10.69979/3041-0673.25.03.061

心肌缺血再灌注损伤（Myocardial ischemia reperfusion injury, MIRI）是指缺血心肌恢复血流后，心肌结构及功能损伤进一步加重，甚至导致不可逆损伤的现象。近年来，随着经皮冠状动脉介入治疗、冠状动脉搭桥术、冠状动脉腔内成形术、溶栓术等治疗手段在临幊上广泛应用，急性心肌梗死患者死亡率明显下降，MIRI 的防治一直为近年来研究的热点话题。MIRI 的发病机制复杂，与氧化应激、钙超载、炎性反应、细胞自噬与凋亡等众多路径及病理生理过程有关，但目前西医尚无有效治疗药物与方法治愈此类病症，而中医药具有多组分、多靶点、多环节、多途径的优势和特点，在治疗 MIRI 和保护心肌细胞方面具有独特的优势^[1-2]。气虚血瘀是 MIRI 的主要症候类型^[3]，益气活血法是主要治疗 MIRI 方法，补气活血，使脉道通利，血行流畅，达到气足血行效果，有效保护受损心肌细胞。临床研究显示，益气活血中药联合西医常规治疗可有效防治 MIRI 发生率^[4]。南宋医家杨士瀛最早在《仁斋直指方·血荣气卫论》提出“气者，血之帅也”，认为“人之一身调气为上，调血次之”。因此使用益气活血法治疗 MIRI，应以益气为主，益气以活血，达到补气行血活血，气血皆调的疗效。黄芪为补气之圣药，《本草新篇》云：“夫黄芪乃补气药，气虚不用黄芪，又用何药”。在现代研究中黄芪对缺血再灌注损伤心肌细胞的保护作用也早已证实。在 2020 年《冠状动脉血运重建术后心绞痛中西医结合诊疗指南》明确指出，对于气虚血瘀型心肌缺血再灌注损伤后患者推荐使用的保元方合冠心 II 号方加减中重用黄芪，推荐芪参益气滴丸^[5]。本文从“气为血帅”角度，论述黄芪治疗 MIRI 的中医基础以及现代药

理学机制的现实意义，为中医药研究 MIRI 提供新的思路。

1 “气为血帅”的中医基本理论依据

《内经》最早提出气血的定义、功能、生理及病理理论，《素问·调经论》曰：“人之所有者，血与气尔。”气与血，产生于脏腑，是人体脏腑、经络、九窍等进行生命活动的物质基础，“气血不和，百病乃变化而生”，气血失和，则会导致一系列病理变化，在此基础上《内经》首次提出了调和气血治则，《素问·举痛论》曰：“百病皆生于气也”，认为气机失调是疾病的的根本病机，将调气摆在重要位置；张仲景将气血与外感、内伤疾病辨证相结合，开拓了相关临床治疗的先河，南宋医家杨士瀛将前人理论基础及自身实践相结合，认为气与血的关系中，以气为先导，提出了“气者，血之帅也，气行则血行……气有一息之不通，则血有一息之不行气”的理论，率先提出了气为血之统帅理论。认为“调气为主，调血次之”，治病当先治气，而后治血。之后“气为血帅”理论不断发展与完善，吴鞠通提出：“善治血者，不求之有形之血，而求之无形之气。”善治血证者，不仅注重活血，更应补气。王清任认为气虚为百病之源，善于用大量补气药治疗血证，尤善用黄芪，在活血化瘀治则方面做出了独特贡献。近代医家张锡纯认为：“夫人之身中气血并重，而气尤为生命之根本，较血更为要緊。”强调了补气的重要性，临床治疗血症当重视补气之法。近现代以来“气为血帅”理论应用范围日益广泛，其科学性与实用性早已在临床得到证实。“气为血帅”的基本内涵为气能生血、气能行血、气能摄血^[6]。

2 “气为血帅”与益气活血法对 MIRI 的临床治疗概况

依据 MIRI 的临床表现，中医将其归属为胸痹心痛的范畴，病机为本虚标实，本虚主要是气血阴阳的虚损，标实是指气滞、血瘀、寒凝、痰浊阻滞心脉。心肌缺血后行再灌注治疗时虽能在短时间内通畅血流，发挥祛瘀通络的“治标”作用，但脏气亏虚的“本”仍在，再灌注反而耗气伤血，加重脏气不足，血瘀更加严重，因此气虚血瘀是缺血/再灌注的基本病机^[4]，Hua W 等用 Mat a 分析发现近 10 年冠心病常见证候要素：血瘀>气虚>痰浊>阴虚>气滞>阳虚>寒凝>热蕴^[7]。因此从中医理论与现代临床数据分析皆可表明，气虚血瘀为 MIRI 的基本病机，益气活血法为其基本治则。《医学真转》谓：“气为主，血为辅，气为重，血为轻”，气行则血行，气虚则血损，气不固则出血^[8]，对于气虚血瘀型胸痹，当代医家治疗多以益气活血之剂收效。

刘建勋研究员团队基于“气为血帅”，提出“气血交于脉”理论，创新性地将气虚、血瘀、脉损与线粒体功能障碍、血小板功能异常、血管内皮损伤相结合，认为益气活血药物可从线粒体、血小板及血管内皮三方面发挥作用从而改善及防治 MIRI 的发生^[9]。于志强教授认为在胸痹心痛缓解期，应以补虚固本为主，注重调畅气机，活血通脉，常党参、黄芪、白术三药相须为用，补益内外一身之气^[10]。郑进教授认为胸痹患者多为老人，体质以气虚血瘀为主，依据仲景治疗胸痹经典三方，自创益气活血宣痹方，方中以丹参、黄芪为君，共奏补气活血之功，临床以益气活血宣痹方为基础方，随证加减，疗效显著^[11]。《血证论·吐血》曰：“气为血之帅，血随之而运行；血为气之守，气得之而静谧”。当代医家治疗胸痹心痛，多认为气虚血瘀为其主要病机，益气活血法为其治疗大法，且气为统帅，多以调气为上，用药多以益气药为主，治病求本，气血双调，以达血流通畅之目的。MIRI 为中医胸痹心痛范畴，以益气活血法治疗胸痹心痛，临床疗效显著。

3 黄芪补气治血的中医理论概述

黄芪始载于《神农本草经》，古称黄耆。明代李时珍在《本草纲目》中释其名曰：“耆，长也。黄耆色黄，为补药之长，故名。”黄芪味甘，微温，归肺脾经，为补气之圣药，其临床应用皆由其补气作用而衍生^[12]。药典认为，黄芪具有补中益气、收汗固表、利水退肿、托疮生肌等功效^[13]。《神农本草经》曰黄芪：“味甘微温。主痈疽久败创，排脓止痛，大风，痢疾，五痔，鼠瘘，补虚，小儿百病”，《名医别录》曰其：“无毒。主治妇人子藏风邪气，逐五藏间恶血，补丈夫虚损，五劳羸瘦，止渴，腹痛泄利，益气，利阴气”。

人体脏腑阴阳失调，而导致血不循经，血溢脉外所

导致的一系列出血病症都为血病。《本草纲目》曰：“气为血之帅也，气升则（血）升，气降则（血）降；气热则（血）行，气寒则（血）凝。”气行则血行，气滞则血瘀，气虚则血虚，脾气不统血则出血，气热则迫血妄行，治气为治血之基础。对于黄芪，世人皆知其补气之功，而忽略其治血之用[14]。其治血之用，自古便有记载，张仲景于《金匮要略》中用黄芪桂枝五物汤治疗血痹，李东垣于《药类法象》中认为黄芪善治“血脉不行”，汪昂于《本草正要》中指出其能“生血生肌”。《珍珠囊》曰：“黄芪甘温纯阳，其用有五：补诸虚不足，一也；益元气，二也；壮脾胃，三也，去肌热，四也；排脓止痛，活血生血，内托阴疽，为疮家圣药，五也。”因此，黄芪生血、活血、摄血之力早有体现，黄芪以其益气之功，根据“气为血帅”的理论，以气生血、以气活血、以气摄血，发挥其治血之效。

3.1 黄芪益气补血

黄芪味甘性温，甘以补气，温补脾胃，入肺、脾经，可温补后天脾胃之气，使气机通畅，气血生化有源，益气以生血，可用于气虚、血虚、气血两虚之证。《本草纲目》谓黄芪：“助气壮筋骨，长肉补血，破症瘕，瘰疬癧赘，肠风血崩，带下赤白痢”，众多医家补气方剂中，喜重用黄芪，如李东垣补中益气汤、益胃升阳汤等。在气血两虚方中，医家总喜重用黄芪，以气生血，达到气血双补的效果。归脾汤为治疗气血两虚证与脾不统血证经典方，以黄芪和龙眼肉为君，其中黄芪补气健脾，气为血之帅，气旺血自生，重在补脾，使气血生化有源，而复其统血、生血之职。在补血方中，医家也喜重用益气药，以气生血，再配以补血药，孤阳不生，促使阴阳调和，其代表方剂为当归补血汤。黄芪当归按 5:1 配伍，黄芪为君，以“血能载气”而行补血之功，主治气虚血弱诸证^[15]。

3.2 黄芪益气行血

气虚则血行无力，黄芪具有益气活血之功，自古黄芪活血之力便有明确体现，《金匮·血痹虚劳病篇》曰：“血痹，阴阳俱微……如风痹状，黄芪桂枝五物汤主之。”《本经逢源》曰：“黄芪，性虽温补，而能通调血脉，流行经络，可无碍壅滞也。”《本草纲目》记载黄芪“妇人子脏风邪气，逐五脏间恶血”。张元素谓：“黄芪益气，活血生血。”《医林改错·痹症有瘀血说》记载黄芪赤风汤：“治诸病皆效者，能使周身之气通而不滞，血后面不瘀，气通血活。”黄芪以“气能行血”为依据，在方中行活血通络、活血利水、活血扶正作用，在治疗气滞或气虚血瘀证方面有确切疗效。陈晓虎教授自创益气活血方（黄芪、黄精、苏木、红花、水蛭）治疗气虚血瘀冠心病，方中黄芪为君药，补气活血^[16]。国医大师

熊继柏教授常以黄芪为君，用黄芪虫藤饮治疗气血瘀滞型痹证^[17]，张学文教授临幊上常运用补阳还五汤加減治气虚血瘀中风，加大黄芪用量至60~90g^[18]。

3.3 黄芪益气摄血

气不摄血，血溢脉外，可见月经量多、崩漏及各种慢性出血，黄芪能补益肺脾之气，促进“脾主统血”，统摄血液流于脉内。《本草纲目》中使用“黄芪二钱半，紫背浮萍五钱”治吐血不止，《三因·卷九》中重用黄芪，用止衄散治疗气虚衄血证。《医学衷中参西录》中记载医案：刘氏妇，四十许，突然阴道出血剧烈，半日便不省人事，张锡纯急用生黄芪一两，用大火煎沸，服下后不久，脉象便趋于正常，血未止，予以固冲汤，将黄耆改用一两，一剂血止病愈。

4 黄芪对心肌缺血再灌注损伤的现代药理学研究

4.1 黄芪单味药防治心肌缺血再灌注损伤

检索电子资料数据库中国知网（CNKI），文献检索起止时间为从建库到2025年3月，检索词为“黄芪”、“心肌缺血再灌注损伤”“心肌损伤”，初检出文献318篇，其中黄芪单味药防治MIRI的实验室研究文献共24篇，临床研究文献共10篇。动物实验文献中，大鼠占比50%，家兔占比45.83%，乳鼠占比4.17%。结合临床及实验室研究发现：黄芪可提早恢复顿抑心肌细胞、降低心率、减少心肌酶释放、保护血管内皮细胞、缩小心肌缺血范围、改善MIRI时左室的舒张及收缩功能、清除氧自由基、抗脂质过氧化、减轻钙超载、减轻白细胞聚集、维持内皮细胞自稳态、抑制细胞因子变化等作用。显然，动物实验文献中，常应用大鼠及家兔作为实验对象。近年来黄芪单味药防治MIRI文献研究较少，可见黄芪单味药对MIRI的保护作用早已得到证实，现今更多专注于黄芪成分及其复方的药理学研究中。

4.2 黄芪复方防治心肌缺血再灌注损伤

中医以方治病，中医复方的防治效果往往是单味药及单药成分无法达到的。黄芪作为“补药之长”，其复方对于防治MIRI也具有副作用小、疗效稳定等优势，实验室研究与临幊均取得一定进展。黄芪防治MIRI配伍方中，常与补血活血药相配伍，益气活血，增强药物活血通络之力。常配伍的活血药有当归、丹参、三七、川芎等，芪参益气滴丸^[19]便以黄芪、丹参、三七为主药，主治气虚血瘀型胸痹；补阳还五汤^[20]与当归补血汤以黄芪、当归为主药，益气活血，养血补血；芪参通脉片与加味丹参饮^[21]以黄芪、丹参为主药，益气活血，化瘀通络。除此之外，黄芪桂枝五物汤^[22]虽无活血药，也可用于防治营卫气血不足，和血通痹，阳气不足之MIRI。中药复方对MIRI保护主要通过改善炎症反应、清除氧自

由基、控制细胞自噬与凋亡等有关，虽然黄芪中药复方防治MIRI具有显著疗效，益气活血法为防治MIRI主要治法，其具体作用机制尚不清楚，因此现代研究偏向探究其相关活性成分的作用途径与方法，以从微观角度探究其疗效机制。

4.3 黄芪活性成分防治心肌缺血再灌注损伤

黄芪成分可分为挥发性有机化合物和非挥发性有机化合物。前者包含L-乙酸冰片酯、樟脑和L-(-)-龙脑等，且不同产地黄芪挥发性有机化合物差异较大。后者有多糖类、皂苷类、黄酮类、无机元素和各种氨基酸等。现实验室研究证实黄芪多糖、皂苷类、黄酮类具有保护受损心肌细胞，预防MIRI作用^[23]。探究黄芪成分对心肌缺血再灌注损伤的保护作用有利于从微观研究黄芪作用机制，以现代科学角度深入解析中医中药。

4.3.1 黄芪多糖

黄芪多糖（Astragalus polysaccharide, APS）是膜荚黄芪或蒙古黄芪的根提取出的多糖，是黄芪中含量最多的成分，具有抗病毒、抗肿瘤、抗氧化应激、抗辐射衰老、调节免疫及减轻化疗后反应等功效^[24]。黄芪多糖可降低MIRI大鼠血清心肌酶水平，抑制心肌细胞凋亡，从而保护受损心肌细胞，其机制可能与激活NRG-1/ErbB信号通路，调节Bcl-2、Bax、Caspase-3等凋亡相关蛋白的表达有关^[25]。

4.3.2 黄芪皂苷类

皂苷类为黄芪中重要有效成分，可用于调节血糖、免疫调节、促进生长、提高抗氧化能力、抗病毒等。目前已从黄芪中分离出的皂苷类化合物已达到40多种，主要有黄芪皂苷（I~VII）、异黄芪皂苷（I、II、IV）、乙酰基黄芪皂苷（Cyclocephaloside II）、大豆皂苷（Tr ojanoside A、II）等四大类，总称黄芪皂苷或黄芪总皂苷^[26]。现代实验室主要探究黄芪甲苷（AS-IV）对MIRI的保护机制。研究表明，黄芪甲苷保护MIRI心肌细胞与TLR4/MyD88/NF-κB、IGF1R、miR-101a/TGFBR1/TLR2/MAPK、Nrf2、NRF2/HO-1、SERCA 2a等信号通路有关^[27~29]。其机制可能与促进血管生成、改善循环、抑制炎症、清除氧自由基、控制细胞自噬与凋亡有关^[30]。

4.3.3 黄酮类

黄芪总黄酮是黄芪中分离出的活性成分，具有抗氧化、抗炎、抗肿瘤、抗损伤、抗突变、保护心血管等作用。总黄酮静脉注射于缺血再灌注损伤大鼠动物模型中，可有效改善心肌梗死面积，减少心肌组织丙二醛产生，提高心肌组织超氧化物歧化酶活力。此外黄芪总黄酮可能通过改善能量代谢、清除氧自由基、改善血流动力学等途径保护受损心肌细胞^[31~32]。

5 从“气为血帅”理论探讨黄芪对MIRI的保护作用

依据“气为血帅”理论，黄芪在生血、行血、摄血方面，现代研究也有所涉及。在气能生血方面，现代研究表明黄芪具有促进骨髓细胞增殖，提高红细胞抗氧化能力，促进机体造血等功能^[33]。在气能行血方面，黄芪可通过抗血管氧化，明显降低全血和血浆黏度方式防止血液凝固、血栓形成^[34-35]，改善血液流变学。在气能摄血方面，赵小萱^[36]等通过对《中华医典》中治疗崩漏的方剂进行频数统计等手段，发现黄芪为治疗崩漏高频药物。在崩漏和带下的治疗中，加入黄芪往往可以取得不错的疗效。黄芪摄血的功效可能与黄芪对血管舒缩状态具有双向调控作用有关。同时黄芪可保护心梗后血管内皮细胞，促进内皮细胞的新生与成熟^[37]。

《素问·五脏生成篇》曰：“诸血者，皆属于心”，心主一身之血脉，可将血液输送全身，为血液运行提供动力。长时间的心肌缺血缺氧后，可导致心肌失养，血液无法运行全身，则气血亏虚，血液停滞脉内，可致瘀血，同时，气不摄血，血液溢出脉外，亦致瘀血。再灌注治疗后，由于远端血液瞬间注入心脏，心肌负荷暴增，导致心阳暴脱，“阳化气，阴成形”，阳气衰弱，加重瘀血，瘀血不去而新血不生，由于瘀血存在，减少了血液的生成，气血进一步亏虚。清代吴鞠通《温病条辨》曰：“血虚者，补其气而自生；血滞者，调其气而血自通……血内溢者，固其气而血自止。”故 MIRI 之气血亏虚、气滞血瘀，可通过补气以生血、活血、摄血。黄芪可通过生血以补充受损血液，滋养受损心肌细胞，通过行血以行气化瘀，宣通瘀阻血脉，通过摄血以保护心血管，修复血管细胞，防止血液溢出。

虽然黄芪生血、行血、摄血理论具有临床与一定的实验室支撑，黄芪对 MIRI 的现代药理学研究也较为全面，但尚缺乏黄芪从“气为血帅”方面对 MIRI 保护作用的相关机制研究。

6 结语

血为阴，为物质之基础；气为阳，为万物变化之动力，临床有云：“百病皆生于气”，张景岳曰“行医不识气，治病何从据？”《难经·八难》曰：“气者，人之根本也”，“气为血帅”，因此治疗血病，当先识气、调气。黄芪为“补药之长”，补气圣药，自古便为补气活血常用药物，现代研究表明黄芪对于心肌缺血再灌注损伤有着确切的保护作用。本文通过对中医学“气为血帅”理论并结合当代黄芪对心肌缺血再灌注损伤保护作用的研究，可知以“气为血帅”探讨黄芪对心肌缺血再灌注损伤的保护作用具有理论支撑和现实依据，提出防治心肌缺血再灌注损伤可考虑以益气为主，调气为上，益气以活血。文章阐述了历代医家对黄芪在益气活血法中的运用，为现代研究黄芪功能提供新思路和理论支持，增加了现代防治 MIRI 理论范围，为现代临床以“气为

血帅”预防 MIRI 提供新的理论指导。但“气能生血”“气能行血”“气能摄血”理论虽得到临床证实，尚缺乏充分的实验支撑，且黄芪治疗心肌缺血再灌注损伤往往需配合活血药以发挥更佳疗效，其微观联系有待进一步研讨，因此，还需要我们在实验室研究中，依据“气为血帅”理论，以黄芪为代表深入挖掘黄芪及其活性成分对 MIRI 的保护作用，探究黄芪与活血药相配伍对 MIRI 的保护机制，中医理论在现代医学中的发挥和运用前景可观、任重而道远。

参考文献

- [1] 葛腾, 齐鸿飞, 姚彬, 等. 中医药靶向调控线粒体质量控制系统治疗心肌缺血再灌注损伤研究进展[J]. 中草药, 2024, 55(15): 5331-5341.
- [2] 龚玉栓, 王新强, 王倩, 等. 铁死亡在心肌缺血再灌注损伤的作用机制及中医药研究现状[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(22): 3333-3337.
- [3] 李睿, 刘诗怡, 纪树亮, 等. 心肌缺血再灌注损伤中医辨证论治研究进展[J]. 中国中医基础医学杂志, 2024, 30(01): 145-151.
- [4] 肖立远, 许胜. 中西医结合治疗心肌梗死后缺血再灌注损伤的研究进展[J]. 深圳中西医结合杂志, 2024, 34(05): 121-126.
- [5] 蒋跃绒, 王培利, 付长庚, 白瑞娜, 鞠建庆, 崔源源. 冠状动脉血运重建术后心绞痛中西医结合诊疗指南[J]. 中国中西医结合杂志, 2020, 40(11): 1298-1307.
- [6] 周东浩, 刘光, 夏菲菲, 等. “气为血之帅”理论溯源及现代实质探讨[J]. 国医论坛, 2019, 34(5): 11-12.
- [7] Hua W, Gao RL, Zhao BC, et al. The efficacy and safety of Wenxin keli in patients with frequent premature ventricular contractions: A randomized, Double-blind, Placebo-controlled, Parallel-group, Multicenter trial[J]. Chin Med J (Engl), 2015, 128(19): 2557-2564.
- [8] 阮雪莲, 乔洵, 张倩, 陈建东, 陈晓虎. 基于“气血学说”干预心梗后早期心室重构的探讨[J]. 中国中医急症, 2020, 29(06): 1045-1047+1061.
- [9] 彭涵, 辛高杰, 曹策, 等. 基于“气血交于脉”理论探讨益气活血中药防治心肌缺血再灌注损伤的作用机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(23): 27-34.
- [10] 高嘉蕾, 付利华, 杨帆, 等. 于志强治疗胸痹、心痛常用药对总结[J]. 中国民间疗法, 2025, 33(04): 14-17.
- [11] 李媛, 王蓓蓓, 卫灿红, 等. 郑进教授辨治胸痹经验总结及特色举隅[J]. 中国民族民间医药, 2024, 33(22):

83-86.

- [12]何国良. 黄芪治血的配伍运用[J]. 广州中医药学院学报, 1990(03): 191-193.
- [13]国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 315.
- [14]许燕妮, 吴江峰, 丁舸. 当归-黄芪药对在方剂配伍中的意义[J]. 江西中医药, 2018, 49(07): 73-74.
- [15]方春秋, 潘志. 当归补血汤现代药理作用及作用机制的研究进展[J/OL]. 中药材, 2024, (10): 2650-2656.
- [16]陈晓虎. 陈晓虎效方治验——益气活血方[J]. 江苏中医药, 2022, 54(03): 1-2.
- [17]国医大师熊继柏临床组方用方的思路与经验[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(7): 3031-3034.
- [18]严亚锋, 白海侠. 国医大师张学文运用黄芪药对经验[J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(10): 4445-4447.
- [19]何革新, 冯雨菲, 玉黎燕, 等. 茯苓益气滴丸减轻心肌缺血再灌注损伤的作用[J]. 心脏杂志, 2021, 33(03): 233-238.
- [20]张国鑫, 任文璞, 曹子钧, 等. 补阳还五汤预处理对心肌缺血再灌注损伤大鼠心肌坏死性凋亡的影响[J]. 中国体外循环杂志, 2024, 22(02): 145-151.
- [21]胡旭东, 彭木子, 陈铭, 等. 加味丹参饮预防心肌缺血再灌注损伤作用机制的网络药理学分析与实验验证研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2023, 43(03): 473-482.
- [22]王雨农, 武怡, 叶航程, 等. 黄芪桂枝五物汤对大鼠心肌缺血再灌注损伤的保护作用研究[J]. 上海中医药杂志, 2015, 49(10): 80-83.
- [23]Zhejie, Chen, Lijuan, Liu, Caifang, Gao et al. Astragalus Radix (Huangqi): A promising edible immunomodulatory herbal medicine. [J]. J Ethnopharmacol, 2020, 258: 0.
- [24]马爱环, 程会军, 伍志伟, 等. 黄芪多糖生物活性及其生物合成研究进展[J/OL]. 生物技术, 1-11.
- [25]黄莉芳, 刘超权. 基于NRG-1/ErbB信号通路探讨黄芪多糖对心肌缺血再灌注损伤大鼠的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(18): 3351-3356.
- [26]Yutong, Liang, Biqiong, Chen, Di, Liang et al. Pharmacological Effects of Astragaloside IV: A Review. [J]. Molecules, 2023, 28: 0.
- [27]He Ke, Yan Li, Lin Se-Qi et al. Implication of IGF1R signaling in the protective effect of Astragaloside IV on ischemia and reperfusion-induced cardiac microvascular endothelial hyperpermeability. [J]. Phytomedicine, 2022, 100: 1

54045.

- [28]李泽华, 关贤颂, 蒋路平. 黄芪甲苷通过NRF2/HO-1信号通路减轻小鼠心肌缺血再灌注损伤[J]. 中国病理生理杂志, 2021, 37(12): 2147-2153.
- [29]葛红吉, 郭媛利, 周南, 等. 黄芪甲苷介导SERCA 2a通路改善大鼠心肌缺血再灌注损伤[J]. 解剖科学进展, 2020, 26(06): 697-700+705.
- [30]辛二旦, 张育贵, 边甜甜, 等. 黄芪甲苷对心血管疾病的作用机制研究状况[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(17): 2580-2585.
- [31]唐艳艳, 李飞泽, 陈琳, 等. 黄芪总黄酮对大鼠急性心肌缺血再灌注损伤的保护作用研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2023, 39(12): 1748-1752.
- [32]金丽燕. 黄芪甲苷总皂苷及总黄酮对小鼠心肌缺血-再灌注损伤心功能的影响及机制[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(15): 2544-2547.
- [33]吕琴, 赵文晓, 王世军, 滕佳林, 辛丹, 李金曦, 孔祥琳. 黄芪活血功效及现代药理学研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(09): 215-224.
- [34]CAO J Y, CHEN Z Y, ZHU Y R, et al. Huangqi-Honghua combination and its main components ameliorate cerebral infarction with Qi deficiency and blood stasis syndrome by antioxidant action in rats[J]. J Ethnopharmacol, 2014, 155: 1053-0.
- [35]SUN B, RUI R P, PAN H Y, et al. Effect of combined use of astragaloside IV and Atorvastatin (AV) on expression of PPAR- γ and inflammation-associated cytokines in atherosclerosis rats [J]. Med Sci Monit, 2018, 24: 6229-6236.
- [36]赵小萱, 姜月蓬, 曹雯雯, 冯晓玲. 中医古籍中崩漏气血亏虚证用药规律数据挖掘研究[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(10): 2537-2539.
- [37]WANG S G, XU Y, CHEN J D, et al. Astragaloside IV stimulates angiogenesis and increases nitric oxide accumulation via JAK2/STAT3 and ERK1/2 pathway [J]. Molecules, 2013, 18(10): 12809-12819.

作者简介: 袁梦(1997-), 女, 汉族, 湖南常德人, 医师, 硕士研究生, 单位: 广州市中西结合医院, 研究方向: 从事基础医学与药理方面的研究。

基金项目: 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目, 项目编号: 2018401.