

# 下肢动脉硬化闭塞症的中医外治方法研究

王琦妍<sup>1</sup>, 王景<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨

<sup>2</sup>黑龙江中医药大学附属第二医院周围血管病科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年8月25日; 录用日期: 2025年9月19日; 发布日期: 2025年9月28日

## 摘要

下肢动脉硬化闭塞症(Arteriosclerosis Obliterans, ASO)作为外周动脉代表性疾病, 是由于多种原因导致下肢动脉狭窄甚至闭塞而引起下肢慢性缺血性疾病。主要表现为患侧下肢的发凉、麻木、静息痛、间歇性跛行等症状, 严重时可导致患侧肢体的溃疡及组织坏死, 进而出现菌血症、败血症等危及生命的情况, 是我国造成截肢的重要因素之一。目前临床治疗主要包括一般治疗、药物治疗、介入治疗以及手术治疗, 但关于中医外治方面的治疗研究评述较少, 本文将从临床常用的关于ASO的中医外治方法, 包括针灸、中药熏蒸、穴位敷贴、清创等方法的原理、操作方法以及疗效进行评述。

## 关键词

动脉硬化闭塞症, 针灸, 中药熏蒸, 穴位敷贴, 清创

# Research on Traditional Chinese Medicine External Treatment Methods for Lower Limb Arteriosclerosis Obliterans

Qiyang Wang<sup>1</sup>, Jing Wang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

<sup>2</sup>Department of Peripheral Vascular Disease, The Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: August 25, 2025; accepted: September 19, 2025; published: September 28, 2025

## Abstract

Lower limb Arteriosclerosis Obliterans (ASO), as a representative disease of peripheral arteries, is

\*通讯作者。

文章引用: 王琦妍, 王景. 下肢动脉硬化闭塞症的中医外治方法研究[J]. 临床医学进展, 2025, 15(10): 156-162.

DOI: 10.12677/acm.2025.15102739

**a chronic ischemic disease of the lower limbs caused by various reasons leading to stenosis or even occlusion of the lower limb arteries. The main symptoms include coldness, numbness, resting pain, and intermittent claudication in the affected lower limb. In severe cases, it can lead to ulcers and tissue necrosis in the affected limb, resulting in life-threatening conditions such as bacteremia and sepsis. It is one of the important factors causing amputations in China. At present, clinical treatment mainly includes general treatment, drug treatment, interventional treatment and surgical treatment, but there is little comment on the treatment research on external treatment of traditional Chinese medicine. This article will review the principles, operation methods and efficacy of the commonly used external treatment methods of traditional Chinese medicine for ASO, including acupuncture and moxibustion, fumigation of traditional Chinese medicine, acupoint application, debridement and other methods.**

## Keywords

**Arteriosclerosis Obliterans, Acupuncture and Moxibustion, Chinese Herbal Fumigation, Acupoint Application, Debridement**

Copyright © 2025 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

下肢动脉硬化闭塞症(ASO)的患病率和发病率与年龄关系密切, 年龄超过 50 岁时患病率可增加近 30% [1], 同时合并糖尿病的人群可有较高的截肢率[2]。随着我国人口不断步入老龄化, 50 岁以上的人群逐渐增多, ASO 的患病率在我国越来越高。ASO 患者由于患侧肢体长时间的缺血可导致机体出现严重的功能障碍, 主要表现在皮肤发凉、苍白、伤口愈合缓慢、肌肉萎缩、间歇性跛行等, 严重时可出现足部溃疡、坏疽, 若不及时治疗可能会引发菌血症、败血症甚至危及生命。同时当肢体出现不可逆的组织坏死时, 为了避免感染扩散的风险, 可能需要对患侧肢体进行截肢手术, 严重影响患者的身心健康。本病同时可引起心肌梗死、脑梗死等严重心脑血管不良事件。此外, 长时间的疼痛、活动受限以及肢体外观改变可导致患者焦虑、抑郁等心理问题, 影响患者正常的社交和工作, 降低患者整体的生活质量。因此 ASO 患者早期采取积极治疗是极其重要的。

## 2. 中西医对 ASO 的认识

现代医学研究表明 ASO 的发病机制较为复杂, 涉及多种因素, 目前公认的发病机制主要包括内皮细胞损伤、脂质沉积与斑块形成、血流动力学改变、遗传因素、炎症与免疫反应这五大学说, 其中主要的危险因素包括吸烟、糖尿病、高血压、高脂血症[3]。现代医学针对 ASO 的治疗主要包括疾病早期的一般治疗及生活方式的改变; 常规的药物治, 包括抗血小板、降脂、降压等; 以及疾病中后期采取介入治疗和手术治疗[4]。

中医最早有关 ASO 的记载可追溯至《黄帝内经》, 书中将本病归属于“脱痲”的范畴。《灵枢·痲疽篇》中“发于足趾, 名脱痲, 其状赤黑, 死不治; 不赤黑, 不死。不衰, 急斩之, 不则死矣。”描述了类似下肢缺血导致的足部病变。张仲景在《金匱要略·血痲虚劳病脉证并治》中提出“血痲”以“肢体麻木、疼痛”为主症, 病因是“尊荣人骨弱肌肤盛, 重因疲劳汗出……加被微风”, 与 ASO 好发于肥胖、少动人群的特点吻合。隋代巢元方《诸病源候论·卷三十二》中记载“痲者, 五脏不调所生也……若喜怒

不测, 饮食不节, 阴阳不和, 则五脏不调, 营卫虚寒, 腠理则开, 寒客经络之间, 经络为寒所折, 则营卫稽留于脉……故积聚成疽”表明情志、饮食、寒邪等因素导致气滞血瘀, 与 ASO 的形成机制(高脂饮食、代谢紊乱)有相通之处。关于 ASO 治疗的古籍方剂在现代中医外科中有很多仍被广泛运用, 比如《外科全生集》中的阳和汤、《医宗金鉴》中的桃红四物汤、《验方新编》中的四妙勇安汤。除此之外, 中医外科治疗方法也在现代 ASO 治疗中起到积极作用, 在临床工作中起着举足轻重的作用。

### 3. 中医外治法在 ASO 中的临床运用

#### 3.1. 针灸治疗

针刺用于治疗疾病有数千年的历史, 关于 ASO 《灵枢·九针十二原》提出“通其经脉, 调其血气”的治疗总则, 强调瘀血阻滞当刺血以通络, 取穴时以足三阴经和足三阳经为主, 因“邪在经者, 取之络”。《灵枢·周痹》记载“痹在脉则血凝不流”, 建议针刺“痛处”(及阿是穴)结合远端取穴。针刺治疗本病方法灵活, 寒证用温针, 热证用刺络放血, 虚证用补法, 实证用泻法。当代中医针灸理论认为, ASO 的针刺治疗选穴仍以足三阳经为主, 因“阳明主润宗筋”, 结合局部取阿是穴远端取肘膝关节以上的穴位以调理全身血气。

徐颖[5]运用头针选取百会穴、双侧足运感区、双侧感觉区、情感区运用经颅重复刺激手法治疗 40 例血脉瘀阻型下肢动脉硬化闭塞症患者, 结果发现头针与使用非甾体抗炎药的对照组, 二者对患者疼痛的减轻程度和疼痛持续时间的缓解效果相当, 且头针可缓解患者的焦虑情绪和中医症候。陈晓朋等[6]运用温针灸治疗 ASO 患者 48 例结果发现, 使用温针灸治疗的总有效率远高于对照组(12.50%), 且治疗后试验组治疗后的血清一氧化氮水平低于对照组; 治疗后的血清内皮素-1 水平, 试验组高于对照组; 表明温针灸结合常规治疗方案的治疗效果远高于对照组。徐松虎等[7]运用温针灸联合黄芪桂枝五物汤加减治疗气虚血瘀型 ASO 患者 41 例, 结果发现观察组对踝肱指数的改善情况优于常规治疗组, 且观察组的总有效率高于对照组(21.6%); 结果表明观察组可显著提高疗效。吕长姿等[8]通过研究自建库以来知网、万方数据、维普数据库、Embase、PubMed、Cochrane Library、Web of Science 等数据库中有关针灸治疗 ASO 的随机对照试验结果发现针灸治疗 ASO 的临床疗效优于常规药物治疗, 可提高患者无痛跛行距离、改善足背动脉血管内径、提高踝肱指数。

笔者通过查阅大量文献结果发现, 针灸治疗 ASO 的原理可能与以下因素有关: 针灸治疗可能通过神经反射或促进机体释放血管活性物质从而促进局部血管舒张, 增加缺血区域的血流量, 同时可调节交感神经活性, 减轻动脉痉挛, 缓解间歇性跛行症状。第二, 长期针灸治疗可能通过刺激缺血区域引起周围代偿性血管增生, 促进侧支循环形成从而改善组织供血, 缓解患者不适症状。此外现代研究已经表明针灸治疗可促进机体产生内啡肽、脑钠肽等镇痛物质的产生或释放从而减轻缺血性疼痛。针灸治疗 ASO 疗效显著, 作为中医外治法治疗本病的手段之一, 值得大力发展和推广。

#### 3.2. 中药熏蒸

中药熏蒸最早记载于《五十二病方》, 可追溯至先秦时期, 最早用于治疗痔疮和皮肤病等。中药熏蒸通加热活血化瘀通络药物熬制的药汤产生蒸汽, 运用药物蒸汽的热力作用和药效成分吸收从而起到温经通络、活血化瘀、行气止痛等治疗作用。刘长青等[9]运用中药熏蒸联合四妙勇安汤治疗 2 型糖尿病合并下肢动脉硬化闭塞症患者 30 例, 对照组仅运用四妙勇安汤, 结果发现: 治疗组的总有效率远高于对照组(23.34%), 治疗组可明显改善患者的踝肱指数、峰值血流速度、足背动脉血流量; 表明治疗组可明显改善下肢动脉硬化闭塞症患者的临床症状, 促进血液循环。杜立茵等[10]运用中药熏蒸配合治疗下肢动脉硬化闭塞症介入术后的患者 30 例, 结果发现中药熏蒸介入后可有效提高患者的踝肱指数、生活质量量表评

分、护理满意度,同时促进患者下肢康复,改善患者生活质量。

中药熏蒸的联合治疗可提高 ASO 患者的临床疗效但有一定的局限性,及皮肤溃烂、感染、或严重缺血者禁用。

### 3.3. 穴位敷贴

中药敷贴作为穴位敷贴的前身又称为“贴敷”“外敷”是中医外治法的重要分支,历史可追溯至原始社会。我国古代先民早期运用植物、泥土、动物脂肪敷贴伤口,以止血止痛。《刘涓子鬼遗方》作为最早的外科学专著,详述了痈疽疮疡的外敷疗法。到了晋代《肘后备急方》首次提到“蒜泥贴足心”治疗衄血,可认作最早的穴位敷贴实践。到了唐代《千金要方》明确将药物敷贴与穴位结合,标志穴位敷贴初步形成。到了元代齐德之所著《外科精义》提出“贴熨法”治疗“阴疽”,强调将活血药(如乳香、没药)贴敷于患处或关元、足三里等穴位。到了清代,《理渝骈文》系统提出“穴位-药物-经络”三位一体理论。冯涛等[11]运用穴位敷贴联合前列地尔治疗下肢动脉硬化闭塞症患者 40 例,运用红花、水蛭、乳香等活血通络的中药制作成敷贴,作用在患者双侧足三里、上巨虚、委中、三阴交等穴连续治疗 8 周,结果发现试验组能有效降低患者的症状积分,并提高患者的踝肱指数。表明中药敷贴能有效提高 ASO 患者的临床疗效。

笔者通过查阅相关资料结果发现,穴位敷贴的作用机制可能是机体通过皮肤吸收其中的中药成分而发挥相应的治疗作用[12]。同时穴位贴敷的作用效果以及对机体的不良刺激作用与其贴敷在皮肤上的时长有一定的关系,有研究表明穴位贴敷针对气虚血瘀型糖尿病周围神经病变的最佳留置时间在 4 小时作用,过长的时间反而会会引起机体产生不良反应[13]。此外现代医学研究表明,穴位敷贴的作用可能是穴位的局部刺激激活的穴区的感觉神经末梢,使得机体释放一系列内源活性物质如 5-羟色胺、脑啡肽、前列腺素等起到镇痛效果和调节血管收缩,或通过调节体内 IL、TNF 水平进而影响免疫功能[14]-[16]。即穴位敷贴通过神经-内分泌-免疫网络整体调节而起到治疗疾病的作用。

### 3.4. 清创

清创技术是目前中医外科治疗后期肢体组织坏死的常用方法,包括鲸吞清创法与蚕食清创法。此种操作技术在临床上有着严格的要求:在施行清创前必须结合彩色多普勒、血管造影以及 ABI 及血凝检查等客观指标,准确评估局部血运状况,其中缺血程度是决定能否进行清创的重要依据[17]。ASO 发展到后期,由于动脉堵塞导致下肢持续、严重的缺血缺氧致使组织坏死形成难愈性创面,最终可发展为“坏疽”。坏疽组织无法逆转且易发感染,致使大量毒素和细菌入血形成败血症、菌血症,严重时可导致感染性休克甚至危及生命,此时截肢往往成为最后的选择。此时针对 ASO 后期形成的难愈性创面,运用中医清创技术可早期清除坏死组织,防止细菌等致病微生物入血。中医清创技术在临床运用广泛,但笔者查阅大量资料发现关于中医清创治疗 ASO 的研究较少。但是已有研究提出运用中医清创技术将周围血管疾病引起的慢性难愈性创面分期论治,提出创面早期应用祛腐、提脓的中药与坏死组织充分结合,尽早启动溶痂、脱痂过程,促进腐败坏死组织的液化、引流、排出,逐渐清除创面的坏死、受损或感染的组织,脓腐尽后,采用生肌长皮之品促进肉芽组织的生长,达到腐肉脱落、新肉生成的效果[18]。

### 3.5. 其他中医外科治疗方法

除了上述治疗方式外,还有穴位注射、艾灸、耳穴压豆等中医外科治疗方法对 ASO 都有不错的治疗效果。梅景晨[19]运用穴位注射盐酸罂粟碱治疗下肢动脉硬化闭塞症(血脉瘀阻证) 26 例,经过 3 周的完整治疗后,结果发现穴位注射盐酸罂粟碱可以明显改善患者静息痛、睡眠质量、踝肱指数以及改善患肢

皮温及患者间歇性跛行距离,其总有效率超过对照组近 20%。陈妙[20]运用丹参注射液穴位注射辅助治疗 ASO 寒凝血瘀型患者 30 例,结果发现其可以明显改善患者的临床症状,以及下肢的微循环状态,同时治疗期间患者均未出现明显的不良反应,其安全性较高。在改善 ASO 患者疼痛症状方面,有研究已经表明耳穴压豆不仅可以明显减轻患者的疼痛程度,还可以改善患者的血管功能[21]。

#### 4. 作用机制

刘磊等设置对照组用常规抗血小板药物治疗,观察组在对照组的基础上联合中药熏洗辅助治疗。中药熏洗能够通过热力和药力有效借助,更好地发挥活血止痛、温经散寒的功效,观察组治疗总有效率为 95.0%,明显高于对照组。

针刺治疗前后股动脉、腘动脉、足背动脉的血管内径、血流速度峰值,均有显著变化,且临床症状也有较大改善。刘静稳研究发现捻转补法针刺急脉穴,具有温通下肢部经脉气血的功效,对于改善股动脉血液循环,缓解下肢动脉硬化闭塞症早期引起的下肢发凉症状有着良好疗效。温针灸是一种集针刺、艾灸及特定腧穴刺激为一体的综合治疗方法,将针刺沟通阴阳、活血止痛的作用与艾灸祛瘀活血、温阳散寒的功效结合。艾灸疗效的发挥是由艾灸的药物成分,燃烧过程中产生的温热刺激和红外辐射共同作用的结果。通过启动血管的自律运动,改善局部微循环,这也是艾灸活血化瘀作用的途径之一。研究表明,艾燃烧时产生峰谱在  $1.5\mu$  附近的近红外辐射,此类红外线辐射可为细胞代谢、免疫功能提供能量;同时艾叶燃烧时产生的物理、化学因子作用于腧穴感受装置与外周神经,将刺激信号传入中枢,经过整合作用再传出信号,调控机体神经-内分泌-免疫网络系统、循环系统等。通过反馈调节机制,调整机体内环境,达到防治疾病的目的。目前研究证实艾灸改善微循环疗效确切,另外,艾灸可以改善患者甲皱微循环的血液动力学、凝血功能,调节血管活性因子释放,扩张血管,改善血液循环。动物实验也表明艾灸能降低血瘀证大鼠血浆和全血黏度。与针刺相结合后,可以使热效应的传导更为深入且精准,直达穴位深处,发挥更好的治疗效果。针灸刺激机体可以从途径、层次、环节、靶点等方面进行多角度的整体调节,针灸可以通过调节 TXA2 和 PGL2、TNF- $\alpha$  和 IL-6 等心血管疾病相关代谢组成分来治疗疾病。研究证实,针刺可能通过调节 15-HETE,降低 15-HETE 对 eNOS 活性的抑制作用,增加 NO 生成,扩张血管;针灸可以通过抑制 NF- $\kappa$ B 而减少黏附因子、MMP-9 的表达而减轻内皮细胞损伤,对防治血管动脉硬化具有一定意义。祁燕等通过 HE 染色观察动脉硬化大鼠动脉壁结构,发现针刺组大鼠血清中的肿瘤坏死因子  $\alpha$ 、白细胞介素 6、CRP 和 PAI-1 水平明显低于模型组,从而达到改善动脉粥样硬化的目的。侯俊杰等的一项研究表明温针灸能够提升股动脉、腘动脉内径和血流参数,提高血管舒血管因子 NO 水平,降低缩血管因子 ET-1 水平,促进血管内皮细胞增生,改善下肢动脉血液供应。《灵枢·刺节真邪》云:“火气已通,血脉乃行”。表明艾灸的温热刺激作用于人体特定部位,可产生促进人体气血运行畅通的作用。通过经络的传导作用将艾灸的温热作用通过经络传导入肢体,起到温阳活血、疏通脉络的功效,有助于改善患肢血液循环[22]。

#### 5. 总结

针对 ASO 患者的临床治疗,中医外科治疗并非要替代现代医学,而是以其独特的理论体系和外治技术在现代诊疗框架中扮演重要的辅助角色,尤其是在改善患者不适症状、促进创面愈合和降低截肢风险方面具有独特的优势,对适合进行血运重建的患者仍然优先考虑现代医学进行搭桥或支架等手术治疗。笔者查阅治疗发现中医外科的相关技术在治疗和改善 ASO 患者症状方面有着积极效果,比如中医清创技术、缠缚疗法、针刀、传统结扎疗法。希望后续有相关研究条件的个人或机构可进行临床疗效试验,以期寻找到针对 ASO 患者更优疗效的中医外治方法。

## 6. 不足与展望

当前中医外治法研究领域存在普遍问题, 如样本量小、研究设计质量不高、研究疗程相对较短等, 难以估测方案长期疗效变化。下肢动脉硬化闭塞症病因复杂, 难以治愈, 长期困扰着患者。因此我们应该做好本病的宣传科普工作, 重视疾病预防, 体现中医“未病先防”思想。同时, 应该从更多角度探讨疾病治疗理论, 为本病的临床治疗拓宽思路。

## 参考文献

- [1] Mandaglio-Collados, D., Marín, F. and Rivera-Caravaca, J.M. (2023) Peripheral Artery Disease: Update on Etiology, Pathophysiology, Diagnosis and Treatment. *Medicina Clínica*, **161**, 344-350. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2023.06.005>
- [2] Paulino Geisel, P., Pantuso Monteiro, D., de Oliveira Nascimento, I. and Gomes Pereira, D.A. (2022) Evaluation of Functional Capacity and Muscle Metabolism in Individuals with Peripheral Arterial Disease with and without Diabetes. *Journal of Vascular Surgery*, **75**, 671-679. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.08.082>
- [3] 祖力凯尔·艾尼瓦, 唐加热克, 管圣. 下肢动脉硬化闭塞症腔内治疗的进展[J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2023, 15(0): 186-192.
- [4] 下肢动脉硬化闭塞症诊治指南[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(24): 1883-1896.
- [5] 徐颖. 头针对下肢动脉硬化闭塞症(血脉瘀阻型)患者静息痛作用的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2020.
- [6] 陈晓朋. 温针灸治疗下肢动脉硬化闭塞症的效果观察[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2021, 5(13): 95-97.
- [7] 徐松虎, 谢喜学, 杨慧, 等. 温针灸联合黄芪桂枝五物汤加减对气虚血瘀型下肢动脉硬化闭塞症的治疗效果[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2024, 10(10): 1241-1244.
- [8] 吕长姿, 徐润蕾, 左泽慧, 等. 针灸治疗下肢动脉硬化闭塞症的 Meta 分析[J]. 湖南中医杂志, 2024, 40(3): 126-132.
- [9] 刘长青. 中药熏蒸联合四妙勇安汤治疗 2 型糖尿病下肢动脉硬化闭塞症临床观察[J]. 山西中医, 2024, 40(11): 41-42.
- [10] 杜立茵, 谌思颖, 段文秀, 等. 中药熏蒸疗法在下肢动脉硬化闭塞症介入术后的应用效果[J]. 中国当代医药, 2023, 30(14): 180-182.
- [11] 冯涛, 李晶, 郑殿宇, 等. 中药穴位敷贴联合前列地尔治疗下肢动脉硬化闭塞症的临床研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2018, 38(6): 683-686.
- [12] 周博识. 穴位敷贴联合中药汤剂对改善小儿急性慢性支气管炎的临床应用及作用机制研究[J]. 内蒙古中医药, 2024, 43(12): 86-88.
- [13] 危槩罡, 许碧香, 陈水凤, 等. 穴位敷贴持续时间不同对气虚血瘀型糖尿病周围神经病变患者临床疗效的影响[J]. 中国医药科学, 2022, 12(23): 14-18.
- [14] 陈凯. 基于 IL-6/miR-155 轴探讨溃结宁膏穴位敷贴对溃疡性结肠炎的作用机制研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 湖南中医药大学, 2023.
- [15] 华晓琼, 李彦杰, 秦合伟, 等. 祛痰治呛方穴位敷贴脑缺血再灌注损伤后吞咽障碍大鼠的作用机制[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(32): 5155-5161.
- [16] 方玉梅. 冬病夏治穴位敷贴治疗儿童哮喘非发作期肺脾气虚证的临床疗效及对肺功能、FeNO 及血清 IgE 的影响[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽中医药大学, 2016.
- [17] 贾喜花. 唐汉钧治疗脱疽的学术思想[J]. 北京中医, 2002(1): 18-19.
- [18] 程亚清, 张东萍, 牛少辉, 等. 中医化腐清创术在慢性难愈性创面治疗中的应用探究[J]. 北京中医药, 2023, 42(6): 657-659.
- [19] 梅景晨. 穴位注射盐酸罂粟碱治疗下肢动脉硬化闭塞症(血脉瘀阻证)疼痛的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 黑龙江中医药大学, 2024.
- [20] 陈妙. 丹参注射液穴位注射辅助治疗下肢动脉硬化闭塞症的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2022.
- [21] 张娜, 张佳, 严依萍, 等. 耳穴压豆疗法减轻下肢动脉硬化闭塞症患者疼痛的效果[J]. 吉林医学, 2022, 43(6):

1700-1703.

- [22] 尹训奥. 基于扶阳法温针灸辅助治疗下肢动脉硬化闭塞症(寒凝血瘀证)的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2024.