

# 基于文献数据分析针刺治疗颈肩综合征用穴规律

甘浚鸿<sup>1△</sup> 张玉珊<sup>1</sup> 陈俊昌<sup>1△</sup> 韦英才<sup>2▲</sup> 吕计宝<sup>1</sup> 梁树勇<sup>1</sup>

1. 广西中医药大学附属国际壮医医院,广西南宁 530001; 2. 广西中医药大学壮医药学院,广西南宁 530001

[摘要] 目的 运用数据挖掘技术分析颈肩综合征针灸的取穴规律。方法 对 CNKI、万方、维普中文期刊服务平台(VIP)2000年1月至2023年5月针灸治疗颈肩综合征的临床研究文献进行检索,建立颈肩综合征处方用穴数据库。依托数据挖掘技术,计算腧穴、经络和特定穴的使用频数以及频率,对其进行关联规则分析。结果 共纳入72篇文献,涉及穴位108个,总频次938次。其中使用频数和频率最高的为颈夹脊、肩井、阿是穴、风池、天宗等,常用经脉为手太阳小肠经和手阳明大肠经穴位,以交会穴为主,其次是五腧穴。核心穴组为“阿是穴-颈夹脊-风池-肩井-天宗”,并得到3个有效聚类群。结论 通过该研究,可以得出针灸治疗颈肩综合征的取穴规律,为临床实践提供了参考依据。

[关键词] 针刺;颈肩综合征;选穴规律;数据挖掘

[中图分类号] R246.9

[文献标识码] A

[文章编号] 2095-0616(2024)07-0109-05

DOI:10.20116/j.issn2095-0616.2024.07.25

## Analysis of acupoint selection rules on acupuncture treatment of neck-shoulder syndrome based on literature data

GAN Junhong<sup>1</sup> ZHANG Yushan<sup>1</sup> CHEN Junchang<sup>1</sup> WEI Yingcai<sup>2</sup> LV Jibao<sup>1</sup>  
LIANG Shuyong<sup>1</sup>

1. Guangxi International Zhuang Medicine Hospital Affiliated to Guangxi University of Chinese Medicine, Guangxi, Nanning 530001, China; 2. Zhuang Medical College, Guangxi University of Chinese Medicine, Guangxi, Nanning 530001, China

[Abstract] **Objective** To use data mining techniques to analyze the acupoint selection rule of acupuncture and moxibustion for neck-shoulder syndrome. **Methods** The clinical research literature on acupuncture and moxibustion treatment of neck-shoulder syndrome on CNKI, Wanfang, and VIP from January 2000 to May 2023 was searched, and the database of acupoint selection for neck-shoulder syndrome was established. Based on data mining techniques, the frequency and usage of acupoints, meridians, and specific acupoints were calculated, and the association rule analysis was conducted. **Results** A total of 72 articles were used, involving 108 acupoints and a total frequency of 938 times. The most frequently used acupoints were the Cervical Jiaji point, Jianjing point, Ashi point, Fengchi point, Tianzong point, etc. The commonly used meridians were the Taiyang Small Intestine Meridian of Hand and the Yangming Large Intestine Meridian of Hand, with the crossing point being the main one, followed by the Five-Shu point. The core acupoint group was "Ashi point - Cervical Jiaji point - Fengchi point - Jianjing point - Tianzong point", and 3 effective clustering groups were obtained. **Conclusion** Through this study, the acupoint selection pattern for acupuncture treatment of cervical spondylosis has been identified, providing a reference basis for clinical practice.

[Key words] Acupuncture; Neck-shoulder syndrome; Acupoint selection rules; Data mining

[基金项目] 广西科技计划项目(桂科 AB21196035); 广西壮族自治区中医药管理局桂派中医大师培养项目(桂中医药科教发〔2022〕6号); 广西壮族自治区中医药管理局广西中医药重点学科建设项目(GZXK-Z-20-61); 韦英才广西名中医工作室项目(GZY2024025); 广西国际壮医医院“青苗工程”人才培育项目(2022001)。

△广西中医药大学附属国际壮医医院 2023 级民族医学专业在读硕士研究生

▲通讯作者

颈肩综合征作为临床常见疾病,病因是颈椎骨关节紊乱,引起颈脊神经受到卡压或刺激,进而引发其所支配的肩胛部肌肉疼痛、麻木、乏力等不适症状,或出现颈肩部与臂肘的肌膜产生酸软、疼痛等症状,严重者会出现肩关节活动障碍<sup>[1]</sup>。目前临床上利用针刺治疗颈肩综合征取得了良好效果<sup>[2]</sup>,但缺乏对颈肩综合征取穴的归纳,故本研究运用数据挖掘技术<sup>[3]</sup>对 CNKI、万方、VIP 中收录的颈肩综合征相关文献进行数据挖掘,分析颈肩综合征针刺的取穴规律。

## 1 资料与方法

### 1.1 文献来源及检索策略

检索2000年1月至2023年5月CNKI、万方、VIP中收集的颈肩综合征文献。以“颈肩综合征”“颈肩综合症”为主题词,以“针灸”“针刺”“温针”“火针”“电针”等为关键词作为搜索策略,进行高级搜索,以获取更多有价值的文献数据。以CNKI为例,检索式为(“颈肩综合征”OR“颈肩综合症”)AND (“针灸”OR“针”OR“刺”OR“灸”OR“针刺”OR“温针”OR“火针”OR“电针”)。

### 1.2 纳入标准

①针灸治疗颈肩综合征所有临床试验文献。不分类型,可包括观察性研究或试验性临床有效研究,文献类型不限于会议、期刊或论文,且必须以针灸为主要治疗手段。②研究对象明确诊断为颈肩综合征,且无并发症;主要参照《中国整脊学》<sup>[4]</sup>作为诊断标准和疗效评价,针灸疗法结果显著。③对穴位有明确的名称和定位说明。

### 1.3 排除标准

①鼠、兔等动物实验、单个病例报告、文献回顾分析、系统评价、会议论文或数据缺失的文献;②干预措施为小针刀、皮内针、皮肤针、刃针、铍针等的文献;③文献中处方未明确指出腧穴的名称和体表定位、表述不全或表述模糊。

### 1.4 数据库创建及数据规范化

使用EndNote 20软件进行文献筛选,经过多次交叉筛选和再筛选,由1位研究人员进行多次审查以确保准确性。3位研究人员提取文献中的处方腧穴,录入Excel 2019电子表格中并进行多次审核。最终确定针灸治疗颈肩综合征的穴位处方数据。此外,在创建针灸处方数据库时,参照《针灸学》<sup>[5]</sup>规范穴位名称并对腧穴进行归经、定位和分类。

### 1.5 数据分析

使用Spyder 4.14软件编写Python代码,导入在Excel 2019电子表格制作的针灸治疗颈肩综合征处方数据库,并对腧穴进行频次、频率、归经和特定穴进行统计分析,绘制可视化图表。使用Apriori算法对频次 $\geq 5$ 的穴位进行相关规则研究,并绘制网络复杂图来分析腧穴之间的相关性。使用Cytoscape 3.9.1升级网络复杂图以提升可视感。另外,使用SPSS 26.0统计学软件进行有效的聚类分析,聚类分析使用频次较高的腧穴,并绘制聚类分析图。

## 2 结果

### 2.1 文献筛选结果

初步检索386篇文献,CNKI 192篇文献,万方数据165篇,VIP 29篇,除重90篇,阅读全文后排除224篇,最后纳入72篇。

### 2.2 腧穴使用频次

从72篇文献中提取腧穴处方146条,其中包括108个腧穴,使用总频次为938次。使用频次和频率位于前5位的腧穴分别为颈夹脊(76次,8.10%)、肩井(46次,4.90%)、阿是穴(45次,4.80%)、风池(44次,4.69%)、天宗(39次,4.16%)。频次 $\geq 9$ 的腧穴共26个,为高频腧穴。见表1。

表1 高频腧穴

腧穴	频次 (次)	频率 (%)	腧穴	频次 (次)	频率 (%)	腧穴	频次 (次)	频率 (%)
颈夹脊	76	8.10	肩外俞	22	2.35	关元	13	1.39
肩井	46	4.90	肩贞	22	2.35	养老	12	1.28
阿是穴	45	4.80	肩中俞	21	2.24	中渚	12	1.28
风池	44	4.69	肩髃	20	2.13	足三里	12	1.28
天宗	39	4.16	中腕	19	2.03	颈百劳	11	1.17
肩髃	34	3.62	外关	17	1.81	太冲	11	1.17
曲池	29	3.09	后溪	16	1.71	曲垣	9	0.96
大椎	27	2.88	天柱	16	1.71	手三里	9	0.96
合谷	24	2.56	大杼	14	1.49			

### 2.3 特定穴

在146条处方中,腧穴总数为108个,63个腧穴隶属特定穴,总频次为556次。交会穴(162次,29.14%)运用频次最高,五腧穴(123次,22.12%)、合穴(69次,12.41%)及八脉交会穴(50次,8.99%)次之,其他特定穴使用较少。见表2。

### 2.4 腧穴归经

108个腧穴的归经以手太阳小肠经(165次,17.59%)居多,其次为手阳明大肠经(118次,12.58%)和经外奇穴(113次,12.05%)。腧穴数量以足太阳膀胱经最多(16个,14.81%),其次为非经穴(13个,12.04%)和手太阳小肠经(11个,10.19%)。见表3。

### 2.5 关联规则分析

进行关联性分析并绘制复杂网络关系图显示核心穴组为“颈夹脊-阿是穴-风池-肩井-天宗”,上述腧穴组合提示,在治疗颈肩综合征取穴时,可遵循着“经络所过,主治所及”这一规律进行取穴(图1)。线条的粗细以及颜色深浅,代表核心腧穴处方中的腧穴之间的关联性的强弱,腧穴之间的链接性越强,线条越粗,颜色越深。

表2 特定穴

特定穴	频次(次)	频率(%)	腧穴数	腧穴(频次)
交会穴	162	29.14	14	肩髃(34)、中府(5)、巨骨(1)、风池(44)、大椎(27)、大杼(14)、风门(7)、头维(2)、人迎(2)、完骨(1)、商曲(8)、石关(8)、阴都(4)、内关(5)
合穴	69	12.41	8	天井(1)、小海(4)、尺泽(8)、曲池(29)、阴陵泉(4)、足三里(12)、少海(7)、阳陵泉(4)
八脉交会穴	50	8.99	6	内关(5)、外关(17)、后溪(16)、列缺(8)、申脉(1)、足临泣(3)
腧穴	47	8.45	6	中渚(12)、后溪(16)、三间(3)、太冲(11)、太溪(1)、足临泣(3)
八会穴	47	8.45	4	中脘(19)、大杼(14)、膈俞(5)、阳陵泉(4)、悬钟(5)
络穴	39	7.01	5	内关(5)、外关(17)、支正(6)、列缺(8)、丰隆(3)
募穴	38	6.83	4	中脘(19)、关元(13)、中府(5)、期门(1)
原穴	36	6.47	3	合谷(24)、太冲(11)、太溪(1)
背俞穴	29	5.22	6	心俞(6)、肺俞(8)、肾俞(6)、厥阴俞(5)、膈俞(5)、督俞(1)
下合穴	16	2.88	2	足三里(12)、阳陵泉(4)
郄穴	16	2.88	2	养老(12)、温溜(4)
荣穴	4	0.72	2	少府(1)、液门(3)
经穴	3	0.54	1	昆仑(3)

表3 常用腧穴归经

经络	频次(次)	频率(%)	腧穴(频次)
手太阳小肠经	166	17.70	天宗(39)、肩中俞(21)、后溪(16)、肩外俞(22)、肩贞(22)、曲垣(9)、养老(12)、秉风(7)、臑俞(7)、支正(6)、小海(5)
手阳明大肠经	118	12.58	肩髃(34)、曲池(29)、合谷(24)、手三里(9)、天鼎(6)、臂臑(4)、三间(4)、温溜(4)、附突(3)、巨骨(1)
经外奇穴	113	12.05	颈夹脊(76)、颈百劳(11)、肩前(3)、新设(4)、八邪(4)、太阳(2)、安眠(2)、八风(1)、肩内陵(1)、外劳宫(1)、胸夹脊(8)
足少阳胆经	103	10.98	肩井(46)、风池(44)、阳陵泉(4)、悬钟(5)、完骨(1)、足临泣(3)
非经穴	100	10.66	颈臂(3)、阿是穴(45)、肩胛骨内侧缘(7)、调脾气(8)、风湿点(8)、上风上点(8)、上风外点(8)、臂中(6)、椎间(3)、臂俞(1)、肩俞(1)、颈灵(1)、中平穴(1)
足太阳膀胱经	84	8.96	大杼(14)、天柱(16)、风门(7)、膈俞(5)、昆仑(3)、承山(3)、肺俞(8)、肾俞(6)、膏肓(5)、厥阴俞(5)、督俞(1)、附分(1)、膈关(1)、申脉(1)、心俞(4)、謄謄(4)
手少阳三焦经	61	6.50	肩髃(20)、外关(17)、中渚(12)、天髎(4)、臑会(2)、会宗(1)、天井(1)、翳风(1)、液门(3)
督脉	37	3.94	大椎(27)、百会(5)、风府(2)、上星(2)、印堂(1)
任脉	37	3.94	中脘(19)、关元(13)、气海(5)
足阳明胃经	30	3.20	足三里(12)、丰隆(3)、滑肉门(8)、条口(3)、头维(2)、人迎(2)
手太阴肺经	30	3.20	列缺(8)、尺泽(8)、侠白(5)、云门(4)、中府(5)
足少阴肾经	21	2.24	商曲(8)、石关(8)、太溪(1)、阴都(4)
手少阴心经	15	1.60	少海(7)、极泉(6)、青灵(1)、少府(1)
足厥阴肝经	12	1.28	太冲(11)、期门(1)
足太阴脾经	7	0.75	阴陵泉(4)、血海(3)
手厥阴心包经	5	0.53	内关(5)

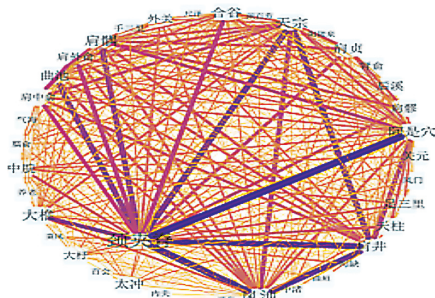


图1 针灸颈肩综合征核心腧穴网络复杂图

2.6 聚类分析

通过 SPSS 26.0 统计学软件对 26 个腧穴进行聚

类分析(图 2)。当标度为 5 时,可将 26 个腧穴分为 3 个有效聚类群:第一类为肩外俞、肩贞、肩中俞、肩髃、天柱、曲垣、手三里、中渚、颈百劳、大椎、合谷、肩髃、曲池、关元、足三里、中脘、外关、后溪、大杼、养老、太冲共计 21 个腧穴;第二类为肩井、风池、天宗、阿是穴共计 4 个腧穴;第三类为颈夹脊共计 1 个腧穴。

3 讨论

3.1 中医对颈肩综合征的认识

颈肩综合征属于中医“痹证”<sup>[2]</sup>范畴,《素问·痹论》认为风寒湿三邪是“痹症”的主要病因,“痹证”是由于风寒湿邪留注筋肉骨节,致使经脉不通,气血

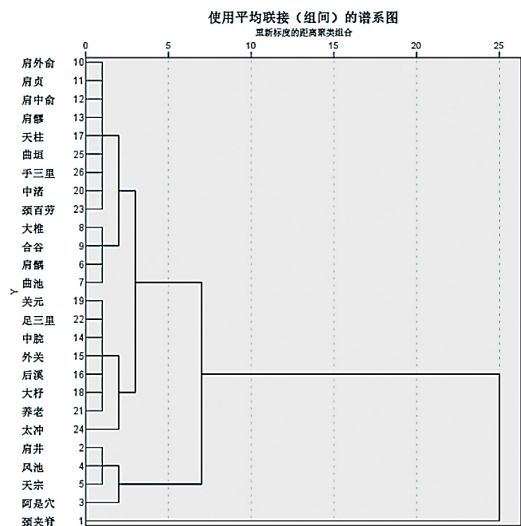


图2 聚类分析谱系图

不畅,不通则生痛,继而为“痹”<sup>[6]</sup>。正气不存,邪必干之,颈肩综合征既有外邪袭扰,也有病家体虚(因于脏腑气血虚损、因于经络不通、因于肌肉劳损等),病家素来体虚,营卫不固,腠理不坚,外邪趁虚而入为病。可见,颈肩综合征病因是以颈肩部范围的肌筋劳损,正气受损与复感风寒湿邪为主,其病机为腠理不坚、邪结经络,肌筋受损。治疗法当以疏通经络、斡运气血、祛邪辅正。

### 3.2 高频穴位、特定穴、穴位归经分析

本研究对纳入的72篇文献进行数据挖掘,发现针灸治疗颈肩综合征最常使用的腧穴为颈夹脊、肩井、阿是穴、风池、天宗。颈夹脊是经外奇穴之一<sup>[7]</sup>,林伟弟等<sup>[8]</sup>通过大鼠实验,发现针刺颈夹脊能够改善热痛觉过敏,减轻神经炎性反应,抑制神经中枢的敏化,从而减轻局部的疼痛。肩井位于斜方肌、肩胛提肌、冈上肌等肌肉的运动受力点和张力点,通过针灸刺激可改善局部肌肉痉挛和疼痛<sup>[9]</sup>。针刺阿是穴可以有效地防止收缩蛋白的降解,促进其合成,而这又有利于修复骨骼肌的损伤<sup>[10]</sup>。研究表明<sup>[11]</sup>,风池穴能够对三叉神经系统起到调节作用,减少神经因子的表达,抑制痛觉传入。在治疗颈肩相关疾病时,对位于天宗穴及其冈下肌区域进行触诊,常可触摸到“按之有形”的筋结点<sup>[12-13]</sup>,针刺天宗可减轻肌肉局部张力,进而改善神经卡压症状。

特定穴中使用频次以交会穴居多,其次合穴。两经或多经相交的经穴,即交会穴;现代神经化学研究表明<sup>[14]</sup>,针刺交会穴可减轻神经源性炎症,从而降低疼痛的敏感性。本研究发现,针灸治疗颈肩综合征所用高频交会穴为风池和肩髃;肩髃是手阳明

大肠经的经穴,也是与阳跷脉相交会的腧穴<sup>[15]</sup>。结合手阳明大肠经多气多血以及阳跷脉调节经络气血之特性,故针刺肩髃穴能振奋阳气,流转气血,达到调阴阳的效果<sup>[16]</sup>。本研究中高频合穴为曲池,曲池可治疗瘫痪不遂、上肢疼痛等症<sup>[17-18]</sup>。颈肩综合征病程较长的患者,因惧怕疼痛,患肩长期活动受限,肩部肌肉常出现失用性萎缩,针刺曲池对此类患者有较好的效果。

从腧穴归经来看,手太阳小肠经和手阳明大肠经的穴位使用最多。从经脉行走路线来看,手太阳小肠和阳明大肠都经行于肩胛部,经脉之所行,即主治之所及,故常取此两经所属穴位治疗颈肩综合征<sup>[19-20]</sup>。从经筋的角度来看,肩胛部和颈部的疼痛是与手太阳经筋有关,肩部和颈部的活动障碍则与手阳明经筋相关<sup>[21-22]</sup>。经筋学者认为经筋痛在太阳,冷软无力在阳明,颈肩综合征既有局部疼痛感,也有局部肌肉不同程度的失用性萎缩,故刺手太阳和手阳明经筋既能减轻局部的疼痛,又能改善颈肩部酸冷无力症状<sup>[21]</sup>。

综上所述,本研究通过数据挖掘分析针灸治疗颈肩综合征的取穴规律。整理出常用腧穴、经络、定位及腧穴配伍等规律。针灸治疗颈肩综合征选穴遵循疏通经络、活血化瘀、扶正祛邪的治疗原则,选穴可酌情采用颈夹脊+风池+阿是穴+天宗+肩井的组合,亦可依据病情选用手太阳小肠经和手阳明经所属腧穴,也可针对病因病机选取合适的特定穴。核心腧穴为“阿是穴-颈夹脊-风池-肩井-天宗”,临床可在选取核心腧穴的基础上,根据临床实际情况随证加减高频腧穴。

### 【参考文献】

- [1] 赵洪升, 邵长丽. 针灸推拿对颈肩肌筋膜疼痛综合征患者疼痛缓解及颈椎功能的影响[J]. 世界中西医结合杂志, 2022, 17(8): 1601-1604.
- [2] 符芳玲, 张婉娟, 冯祥, 等. 中医外治法治疗颈肩综合征的研究进展[J]. 湖南中医杂志, 2019, 35(9): 171-173.
- [3] 李洪峰, 姜文睿, 赵鑫. 数据挖掘技术在中医名家学术经验传承中的应用[J]. 北京中医药, 2023, 42(2): 228-231.
- [4] 韦以宗. 中国整脊学[M]. 北京: 人民卫生出版社出版, 2012: 777.
- [5] 梁繁荣, 王华. 针灸学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 329.
- [6] 陈传榜, 李满意, 王淑静, 等. 肩痹的源流及相关历史文献复习[J]. 风湿病与关节炎, 2015, 4(12): 49-56.

- [7] 上海中医学院编. 针灸学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1974: 566.
- [8] 林伟弟, 杨松, 王瑞安, 等. 电针颈夹脊穴对神经根型颈椎病神经病理性疼痛模型大鼠脊髓背角CX3CL1、AC3、CGRP和SP物质表达的影响 [J]. 湖南中医药大学学报, 2023, 43(4): 705-711.
- [9] 李凤辉, 马祖彬, 苑卉. 论肩井穴功效及临床应用 [J]. 山东中医药大学学报, 2016, 40(1): 21-23.
- [10] 陈仁年, 陈永斌. 抑制法针刺阿是穴为主治疗梨状肌综合征即时止痛及疗效观察 [J]. 中国针灸, 2009, 29(7): 550-552.
- [11] 刘振, 卢岩. 偏头痛作用机制与风池穴的相关性研究 [J]. 中医药学报, 2023, 51(3): 51-55.
- [12] 韦英才. 壮医经筋手法理论探讨及临床应用 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2012, 14(6): 16-17.
- [13] 韦英才. 实用壮医筋病学 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2016: 312.
- [14] 李涛, 李彦双, 柳桐, 等. “龙虎交战”针法针刺八脉交会穴对偏头痛患者头痛天数及血清CGRP表达的影响 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(8): 2934-2941.
- [15] 叶斌, 白玉龙, 汪箐峰, 等. 点按肩髃穴对中风后肩关节半脱位患者的镇痛作用分析 [J]. 中医药导报, 2014, 20(3): 22-24.
- [16] 潘睿睿, 孙善斌. 孙善斌运用阳明经选穴针刺结合龙虎交战法治疗肩痹经验 [J]. 中国民间疗法, 2022, 30(21): 35-37.
- [17] 秦黎虹. 手三阳输穴为主治疗颈肩综合症 86 例 [J]. 安徽中医学院学报, 1993(S1): 82.
- [18] 陈岚榕, 王林林, 陈松, 等. 艾灸曲池、合谷穴结合康复训练对脑梗死恢复期患者上肢功能障碍恢复疗效的回顾性分析 [J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(12): 5652-5655.
- [19] 张迪, 周兴兰, 曾芳, 等. 成都老官山汉墓出土髹漆经穴人像手太阳小肠经循行研究 [J]. 中医杂志, 2019, 60(8): 636-639.
- [20] 张乙小, 周兴兰, 曾芳, 等. 老官山汉墓出土经穴髹漆人像手阳明经脉循行演变研究 [J]. 中医杂志, 2019, 60(23): 1985-1987, 1992.
- [21] 庞小林, 蓝毓营, 张云, 等. 韦英才教授以壮医火针治疗腰椎间盘突出症经验总结 [J]. 广西中医药大学学报, 2023, 26(1): 26-28.
- [22] 陈敏, 胡丙成, 张雪卓, 等. 连动激发经气手法治疗手阳明经型肩周炎的临床观察 [J]. 中国中医药科技, 2023, 30(2): 308-310.

(收稿日期: 2023-08-28)

(上接第 76 页)

- [17] YANG L, TAO Y, LUO L, et al. Dengzhan Xixin injection derived from a traditional Chinese herb *Erigeron breviscapus* ameliorates cerebral ischemia/reperfusion injury in rats via modulation of mitophagy and mitochondrial apoptosis [J]. *J Ethnopharmacol*, 2022, 288: 114988.
- [18] MA J, BAO L, XIA X, et al. miR-128b Promotes Cerebral Infarction by Regulating the Expressions of BCL-2 and CAPASE3 [J]. *World Neurosurg*, 2019, 123: e245-e251.
- [19] DONGLIANG Y, YANG R, PENG S, et al. Guanxin Xiaoban capsules could treat atherosclerosis by affecting the gut microbiome and inhibiting the AGE-RAGE signalling pathway [J]. *J Med Microbiol*, 2022, 71(5): 3.
- [20] FU C, WU Y, LIU S, et al. Rehmannioside A improves cognitive impairment and alleviates ferroptosis via activating PI3K/AKT/Nrf2 and SLC7A11/GPX4 signaling pathway after ischemia [J]. *J Ethnopharmacol*, 2022, 289: 115021.
- [21] LIU Q, JIN Z, XU Z, et al. Antioxidant effects of ginkgolides and bilobalide against cerebral ischemia injury by activating the Akt/Nrf2 pathway in vitro and in vivo [J]. *Cell Stress Chaperones*, 2019, 24(2): 441-452.
- [22] NALAMOLU K R, CHALLA S R, FORNAL C A, et al. Attenuation of the Induction of TLRs 2 and 4 Mitigates Inflammation and Promotes Neurological Recovery After Focal Cerebral Ischemia [J]. *Transl Stroke Res*, 2021, 12(5): 923-936.

(收稿日期: 2023-09-17)