抗阻运动对神经根型颈椎病患者疼痛和功能影响的荟萃分析

李涵玥[1]，李旖旎[2]，向林妹[3]，李 森[4]

https://doi.org/10.12307/2026.529
投稿日期：2024-12-11
采用日期：2025-01-21
修回日期：2025-03-12
在线日期：2025-04-03
中图分类号：
R459.9；R318；R681.55
文章编号：
2095-4344(2026)04-00987-10
文献标识码：A

文章快速阅读： 抗阻运动疗法对神经根型颈椎病患者疼痛和功能影响的荟萃分析

研究起点：
- 神经根型颈椎病
- 保守治疗
- 抗阻运动疗法
- 运动干预
- 疼痛和功能
- 疗效分析
- 复发率分析

干预措施：①抗阻运动或以抗阻运动为主要干预方式（试验组）；②除抗阻运动疗法的其他保守治疗（对照组）。

检索文献、筛选 → 最终纳入9篇文献 → Meta分析并得出结论

结局指标：①总有效率；②目测类比评分、颈椎功能障碍指数、田中靖久颈椎病症状量表评分、颈椎关节活动度以及复发率。

抗阻运动可以有效改善神经根型颈椎病患者的疼痛症状，促进颈椎功能恢复，降低复发率。

文题释义：
抗阻运动：指对抗阻力的运动，即肌肉在克服外部阻力时所进行的主动活动，主要目的是训练人体肌肉并增强肌肉力量。
神经根型颈椎病：是由于颈椎间盘的退行性变化、骨赘形成等病理因素导致神经根受到压迫，进而引起受压迫神经所支配区域出现感觉异常，表现为疼痛和麻木。

摘要
目的：近年来，抗阻运动作为一种康复治疗手段备受关注，但它对神经根型颈椎病的治疗效果仍存在一定的争议，因此有必要通过Meta分析方法评价抗阻运动治疗神经根型颈椎病的临床疗效。
方法：全面检索中国知网、维普、万方、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Cochrane Library以及Embase文献数据库中有关抗阻运动治疗神经根型颈椎病的随机对照试验，检索时限从各数据库建库至2024−11−30，抗阻运动组(试验组)使用抗阻运动或以抗阻运动为主要干预方式；对照组为除抗阻运动的其他康复治疗。结局指标包括总有效率、目测类比评分、颈椎功能障碍指数、田中靖久颈椎病症状量表评分、颈椎关节活动度以及复发率。采用Cochrane偏倚风险评估工具和物理治疗证据数据库量表确定纳入文献质量，使用Review Manager 5.4.0软件和Stata 17.0进行Meta分析。
结果：① 最终纳入9篇随机对照试验，纳入样本量673例，GRADE证据质量评价显示，总有效率为中等证据等级，目测类比评分、颈椎功能障碍指数、田中靖久颈椎病症状量表评分、关节活动度以及复发率为低证据等级；②Meta分析结果显示：试验组总有效率高于对照组(*RR*=1.22，95%*CI*=1.06−1.41，*P*=0.005)；③试验组目测类比评分优于对照组(*MD*=−0.72，95%*CI*=−0.98至−0.46，*P* < 0.000 01)；试验组颈椎功能残障指数优于对照组(*MD*=−2.57，95%*CI*=−4.13至−1.02，*P*=0.001)；试验组田中靖久颈椎病症状量表评分优于对照组(*MD*=3.83，95%*CI*=3.55−4.10，*P* < 0.000 01)；试验组颈椎前屈关节活动度优于对照组(*MD*=2.86，95%*CI*=2.30−3.43，*P* < 0.000 01)；试验组颈椎后伸关节活动度优于对照组(*MD*=5.23，95%*CI*=3.81−6.64，*P* < 0.000 01)；试验组颈椎左旋转关节活动度优于对照组(*MD*=7.15，95%*CI*=5.43−8.87，*P* < 0.000 01)；试验组颈椎右旋转关节活动度优于对照组(*MD*=5.45，95%*CI*=3.59−7.31，*P* < 0.000 01)；试验组颈椎左侧屈关节活动度优于对照组(*MD*=3.35，95%*CI*=1.98−4.72，*P* < 0.000 01)；试验组颈椎右侧屈关节活动度优于对照组(*MD*=3.91，95%*CI*=2.65−5.17，*P* < 0.000 01)；试验组复发率低于对照组(*RR*=0.22，95%*CI*=0.06−0.80，*P*=0.02)。
结论：抗阻运动可以有效改善神经根型颈椎病患者的疼痛症状，促进颈椎功能恢复，降低复发率。但是纳入研究的方法学质量和结局指标证据等级偏低，未来还需要更多高质量大样本的随机对照试验进一步研究证实。
关键词：抗阻运动；神经根型颈椎病；荟萃分析；运动疗法；疼痛；颈椎功能；肌肉力量；随机对照试验

Effects of resistance exercise therapy on pain and function in patients with cervical spondylotic radiculopathy: a meta-analysis

Li Hanyue[1], Li Yini[2], Xiang Linmei[3], Li Sen[4]
[1]College of Physical Education, Southwest Medical University, Luzhou 646000, Sichuan Province, China; [2]Department of Ultrasound, [3]Department of Dermatology, Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646000, Sichuan Province, China; [4]Nanjing Drum Tower Hospital, Nanjing University Medical School, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China
Li Hanyue, Master candidate, College of Physical Education, Southwest Medical University, Luzhou 646000, Sichuan Province, China

[1]西南医科大学体育学院，四川省泸州市 646000；西南医科大学附属医院，[2]超声科，[3]皮肤科，四川省泸州市 646000；[4]南京大学医学院附属鼓楼医院，江苏省南京市 210000
第一作者：李涵玥，女，2000年生，四川省成都市人，汉族，西南医科大学在读硕士，主要从事肌骨相关研究。
通讯作者：李森，博士，主任医师，硕士生导师，南京大学医学院附属鼓楼医院，江苏省南京市 210000
https://orcid.org/0009-0001-7281-0120(李涵玥)；https://orcid.org/0000-0002-4819-097X(李森)
基金资助：四川省科技计划项目(2022NSFSC0688)，项目负责人：李森；西南医科大学应用基础研究项目(2021ZKMS050)，项目负责人：李森
引用本文：李涵玥，李旖旎，向林妹，李森. 抗阻运动对神经根型颈椎病患者疼痛和功能影响的荟萃分析[J]. 中国组织工程研究，2026，30(4):987-996.

Corresponding author: Li Sen, MD, Chief physician, Master's supervisor, Nanjing Drum Tower Hospital, Nanjing University Medical School, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China

Abstract

OBJECTIVE: In recent years, resistance exercise therapy as a means of rehabilitation has attracted much attention, but its therapeutic effect on cervical radiculopathy is still controversial. This study evaluated the clinical efficacy of resistance exercise in the treatment of cervical radiculopathy through a systematic meta-analysis.

METHODS: A comprehensive search was conducted in CNKI, VIP, WanFang, Chinese Biomedical Literature Database, PubMed, Web of Science, Cochrane Library and Embase for clinical randomized controlled trials related to resistance exercise in the treatment of cervical radiculopathy. The search time was from the establishment of each database to November 30, 2024. The resistance training group (experimental group) used resistance exercise or resistance exercise as the main intervention method. The control group received other rehabilitation therapy except resistance exercise. Outcome measures included total effective rate, visual analog scale score, Neck Disability Index, Tanaka Symptom Scale for Cervical Spondylosis, cervical joint motion, and recurrence rate. Cochrane bias risk assessment tool and physical therapy evidence database scale were used to determine the quality of the included references. Meta-analysis was performed using RevMan 5.4 software and Stata 17.0.

RESULTS: (1) Finally, 9 RCTs were included, including a sample size of 673 cases. GRADE evidence quality evaluation showed that the total effective rate was medium level of evidence, while visual analog scale score, Neck Disability Index, Tanaka Symptom Scale for Cervical Spondylosis score, joint motion, and recurrence rate were low level of evidence. (2) The results of meta-analysis showed that the total effective rate in the experimental group was higher than that in the control group (*RR*=1.22, 95% confidence interval [*CI*]=1.06−1.41, *P*=0.005). (3) The visual analog scale score in the experimental group was better than that in the control group (mean difference [*MD*]=−0.72, 95% *CI*=−0.98 to −0.46, *P* < 0.000 01). The Neck Disability Index in the experimental group was better than that in the control group (*MD*=−2.57, 95% *CI*=−4.13 to −1.02, *P*=0.001). The Tanaka Symptom Scale for Cervical Spondylosis score in the experimental group was better than that in the control group (*MD*=3.83, 95% *CI*=3.55−4.10, *P* < 0.000 01). Cervical joint motion: the anterior flexion joint motion of the experimental group was better than that of the control group (*MD*=2.86, 95% *CI*=2.30−3.43, *P* < 0.000 01); the posterior extension joint motion of the experimental group was better than that of the control group (*MD*=5.23, 95% *CI*=3.81−6.64, *P* < 0.000 01). The range of motion of the left rotator joint in the experimental group was better than that in the control group (*MD*=7.15, 95% *CI*=5.43−8.87, *P* < 0.000 01); the range of motion of the right rotator joint in the experimental group was better than that in the control group (*MD*=5.45, 95% *CI*=3.59−7.31, *P* < 0.000 01). The range of motion of the left flexion joint in the experimental group was better than that in the control group (*MD*=3.35, 95% *CI*=1.98−4.72, *P* < 0.000 01); the range of motion of the right flexion joint in the experimental group was better than that in the control group (*MD*=3.91, 95% *CI*=2.65−5.17, *P* < 0.000 01). The recurrence rate in the experimental group was lower than that in the control group (*RR*=0.22, 95% *CI*=0.06−0.80, *P*=0.02).

CONCLUSION: Resistance exercise can effectively improve the pain of patients with cervical radiculopathy, promote the recovery of cervical vertebra function and reduce the recurrence rate. However, the evidence level of the methodological quality and outcome indicators of the included studies is low, and more high-quality and large-sample randomized controlled trials are needed for further research and confirmation in the future.

Key words: resistance exercise; cervical radiculopathy; meta-analysis; exercise therapy; pain; cervical spine function; muscle strength; randomized controlled trial

Funding: *Sichuan Provincial Science and Technology Program, No. 2022NSFSC0688 (to LS); Southwest Medical University Applied Basic Research Program, No. 2021ZKMS050 (to LS)*

How to cite this article: *LI HY, LI YN, XIANG LM, LI S. Effects of resistance exercise therapy on pain and function in patients with cervical spondylotic radiculopathy: a meta-analysis. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2026;30(4):987-996.*

0 引言 Introduction

神经根型颈椎病是由颈椎间盘退行性变、骨赘形成等病理因素所引发的疾病，可导致颈神经根受到刺激或压迫，进而产生一系列临床症状[1]，主要包括颈肩部的疼痛、手指麻木，以及可能伴随的感觉异常、肌力减弱，甚至出现肌萎缩等，严重影响人们的生活状况[2]。

在临床实践中，神经根型颈椎病的治疗策略主要分为手术治疗和非手术治疗两大类[3]。鉴于手术治疗存在较高的风险、较大的损伤以及较多的并发症，目前更倾向于采用非手术治疗[4]。《神经根型颈椎病临床实践指南》明确指出，运动锻炼作为主要的非手术治疗方式之一，能够有效地缓解疼痛并改善患者的身体功能[5]。因此，近年来针对神经根型颈椎病的运动疗法干预逐渐受到重视。研究表明，运动疗法在神经根型颈椎病的治疗中，不仅能够缓解患者的疼痛症状，还能有效改善颈椎的活动范围和功能[6]。通过针对性的运动训练，可以增强颈部肌肉的力量和耐力，减少颈椎的负担，从而减轻神经根的压迫[7-8]。此外，运动疗法还能促进局部血运，加快炎症物质的代谢，有助于受损神经的修复[9]。

抗阻运动是指通过机体肌肉对抗外部阻力来实现肌肉增长和力量提升的锻炼方式。这种训练方法在西方的物理治疗领域中被广泛采用[10]，能够在较短的时间内提升颈部肌肉的力量并扩大颈椎的关节活动度。通过增强肌肉的体积与力量，抗阻运动疗法能够矫正因不良姿势引起的生物力学偏差，有效解决了常规保守治疗神经根型颈椎病时所面临的疗效不持久和易复发的问题[11]。研究表明，常规保守治疗方法，例如超声治疗、冷热疗法以及按摩等单独应用而不与抗阻运动相结合时，对缓解神经根型颈椎病患者的疼痛效果并不显著且患者复发率较高[12]。BUKHARI 等[13] 和 DAI 等[14] 已经证实，抗阻运动在缓解神经根型颈椎病患者的疼痛方面具有显著效果，并且患者的复发率较低。然而，大多数研究在样本量和方法学质量上存在局限性，研究结果亦呈现出不一致性。例如，KUIJPER 等[15] 研究指出，抗阻运动在改善颈椎功能方面与未进行干预的对照组相比，并未显示出显著差异。此外，有研究指出相较于健康受试者，颈痛患者在完成抗阻运动后，表现出更明显的疼痛感和感知疲劳的增加[16]。鉴于此，基于循证医学的原则，运用 Meta 分析方法对现有文献进行了系统性回顾，以探究抗阻运动对神经根型颈椎病患者的干预效果，为抗阻运动在临床实践中的应用提供循证依据。

1 资料和方法 Data and methods

该研究严格依照《系统综述和元分析首选报告项目》(PRISMA) 指南进行[17]，并依据 AMSTAR2 量表对方法学质量进行评估[18]，已在 PROSPERO 平台完成方案注册 (注册号：CRD42024619605)。

1.1 资料来源

1.1.1 检索者 由第一、第二作者独

立进行检索工作。

1.1.2 检索数据库 在 8 个数据库中检索了关于抗阻运动与神经根型颈椎病相关的所有随机对照试验。检索数据库包括 Web of Science、PubMed、The Cochrane Library、Embase、中国知网、中国生物医学文献数据库 (CBM)、中文科技期刊数据库 (VIP)、万方数据库。同时对 PROSPERO 和 Cochrane 综述数据库进行了检索，以确认是否存在相关的综述文献。

1.1.3 检索词 使用医学主题词 (MeSH) 和自由词进行检索，中文检索词包括“抗阻运动，抗阻训练，神经根型颈椎病，随机对照试验”，英文检索词包括：cervical radiculopathy，neck disorder with radiculopathy，neck pain with radiculopathy，cervical spondylotic radiculopathy，neck and arm pain，nerve-root type cervical spondylosis，resistance training，anti-resistance training，resistance exercise，work against resistance，active-resistive exercises，randomized controlled trial，randomized controlled trial，controlled clinical trial，randomly，randomized，trial。

1.1.4 检索时限 从各数据库建立到 2024−11−30。

1.1.5 检索策略 此研究的检索式遵循了 PICOS 原则，采用主题词与自由词联合方式检索，同时针对不同数据库的特点进行了相应的调整。在检索过程中，采用了布尔逻辑运算符“AND”与“OR”进行关键词的组合。英文数据库以 PubMed 为例，中文数据库以中国知网为例，检索策略见**图 1**。

PubMed	#1 ("Cervical radiculopathy"[Mesh]) OR (Cervical spondylotic radiculopathy [Title/Abstract])) OR (Nerve-root type cervical spondylosis[Title/Abstract])) OR (Neck and arm pain [Title/Abstract])) OR (Neck pain with radiculopathy [Title/Abstract])) OR (Neck disorder with radiculopathy [Title/Abstract])) #2 ("Resistance training"[Mesh]) OR ((Anti-resistance training [Title/Abstract])) OR (Resistance exercise[Title/Abstract])) OR (Work against resistance [Title/Abstract])) OR (Active-resistive exercises [Title/Abstract])) #3 (((((((("Randomized Controlled Trial" [Publication Type]) OR (Randomized Controlled Trial[Title/Abstract])) OR (controlled clinical trial[Publication Type])) OR (randomly [Title/Abstract])) OR (randomized[Title/Abstract])) OR (trial[Title/Abstract])) #4 #1 AND #2 AND #3
中国知网	(主题：抗阻运动 (精确)) OR (主题：抗阻训练 (精确))) AND ((主题：神经根型颈椎病 (精确)) AND ((摘要：随机对照试验 (精确))

图 1 | PubMed 数据库和中国知网文献检索策略图

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 依据临床试验的 PICOS 原则筛选文献。① P(研究对象)：神经根型颈椎病患者；② I(干预措施)：抗阻运动，可以是综合措施中包括抗阻运动；③ C(对照措施)：不包括抗阻运动的其他措施；④ O(结局指标)：主要结局指标为总有效率、目测类比评分、颈椎功能障碍指数；次要结局指标为田中靖久颈椎病症状量表评分、关节活动度、复发率；⑤ S(研究类型)：纳入文献必须是随机对照试验。

1.2.2 排除标准 ①重复出现的文献；②非随机对照试验；③文献结果无法提取，联系原作者后仍然无法得到数据；④研究对象为动物；⑤没有明确报道患者是否进行抗阻运动；⑥患者接受了手术治疗。

1.3 文献筛选和资料提取 由 2 名研究者进行文献检索。将搜索结果导入 Endnote 20。在消除重复条目后，研究者通过评估标题和摘要排除不相关的研究。随后，2 名研究者根据纳入和排除标准，检查其余研究的全文，提取相关信息，包括作者、发表年份、诊断标准、样本量、人群特征、干预措施和结局。如果 2 名研究者对同一文献持有不同见解及争议，应与第 3 名研究者或通讯作者进行讨论，以解决分歧。

1.4 纳入文献的质量评估 由 2 名研究者独立采用 Cochrane 系统评价干预措施手册 (5.0.2 版) 的偏倚风险评估工具和物理治疗证据数据库量表进行纳入研究的质量评价。Cochrane 偏倚风险评估工具评估了 7 个关键领域：随机序列生成、分配隐藏、参与者的盲化、结局评估的盲化、结局数据的不完整、选择性报告和其他偏倚。物理治疗证据数据库量表总分为 10 分，评分标准如下：低于 4 分者视为文献质量低，4−5 分者为文献质量一般，6−8 分者为文献质量较高，而 9−10 分者则表明文献质量高。在评估过程中，若出现意见分歧，则通过与第 3 名研究者讨论或向通讯作者咨询。

1.5 数据提取与转换方法 提取研究中的目测类比评分、颈椎功能障碍指数、田中靖久颈椎病症状量表评分、前屈、后伸、左右旋转、左右侧屈的关节活动度为治疗结束后与治疗前的差值，并通过以下公式确认前后变化差值的均值 ($M_{change}=M_{final}-M_{baseline}$)，差值标准差 ($SD_{change}$) 计算公式为：$SD_{change}=SD^2_{baseline}+SD^2_{final}-2\times R\times SD_{baseline}\times SD_{final}$ (公式中 R 为相关系数，$M_{baseline}$ 为前测平均数，M_{final} 为后测平均数，SD 为标准差)。

1.6 结局指标 主要结局指标为总有效率、目测类比评分、颈椎功能障碍指数，次要结局指标为田中靖久颈椎病症状量表评分、颈椎关节活动度以及复发率。疗效评估依据权威标准分为 4 个等级：治愈、显效、有效及无效 [19]。总有效率的计算方式为 (治愈人数 + 显效人数 + 有效人数)/ 总治疗人数 ×100%。

1.7 统计学分析 利用 Review Manager 5.4.0 软件及 Stata 17.0 软件对搜集的数据进行 Meta 分析。在分析中，二分类变量的效应量以风险比 (risk ratio，*RR*) 表示，而连续性变量的效应量则以均数差 (mean difference，*MD*) 表示。所有效应量的统计学描述均采用了 95% 置信区间 (confidence interval，*CI*)，并且所有统计学分析的显著性水平设定为 $P < 0.05$。异质性检验通过 I^2 统计量和 P 值进行评估：若 $P > 0.1$ 且 $I^2 < 50\%$，则表明研究间存在低异质性；若 $P \leqslant 0.1$ 且 $I^2 \geqslant 50\%$，则表明研究间存在高异质性。敏感性分析检验单篇文献是否对总效应量存在显著性影响，并找出可能的异质性来源。亚组分析进一步揭示主要结局指标的稳健性以及可能的异质性来源。考虑到纳入的文献都是独立的研究，研究方法、研究对象、干预措施等都会存在差异，均等对总效应量产生影响，此研究的森林图均采用随机效应模型。文章统计学方法已经通过西南医科大学公共卫生学专家审核。

1.8 证据等级评估 采用 GRADE 方法评价证据等级，分为“高、中、低”或“非常低”。等级评估标准主要参考：偏倚风险、不一致性、间接性、不精确性、发表偏倚风险。GRADE 分级由 2 名研究者独立完成。

2 结果 Results

2.1 检索结果和文献筛选 经过对数据库的检索，初步筛选出文献共计 306 篇。在去除重复文献 63 篇后，通过阅读剩余文献的标题和摘要，进一步剔除了 200 篇文献，最终得到 43 篇文献。对这些文献进行全文阅读，并依据纳入及排除标准进行评估后，剔除了 34 篇文献，最终确定纳入 9 篇文献 [20-28]，见**图 2**。

2.2 纳入研究的基本特征 经过筛选，共有 9 篇文献符合纳入及排除标准，涉及患者总数为 672 例，其中试验组主要采取抗阻运动作为干预手段，而对照组则接受除抗阻运动之外的其他保守治疗，具体信息见**表 1**。6 项研究报告了总有效率 [20-21，23-24，27-28]，8 项研究报告了目测类比评分 [20-26，28]，4 项研究报告了颈部功能障碍指数 [20，22，24-25]，2 项研究报告了田中靖久颈椎病症状量表评分 [24-25]，2 项研究报告了颈椎前屈后伸关节活动度 [22，25]，2 项研究报告了颈椎左右旋转、左右侧屈关节活动度 [23，25]，2 项研究报告了复发率 [25，28]。

2.3 纳入文献方法学质量评价结果 依据 Cochrane 偏倚风险评估工具，纳入的 9 篇文献全部采用了随机方法，所有文献均未提到是否进行分配隐藏措施；其中 1 篇文献采用盲法 [26]，1 篇文献报道了盲法的高风险 [21]，1 篇文献结局指标评估者进行盲法评估 [21]；所有文献均无选择性报告或数据不完整且均未提到其他偏倚来源，结果见**图 3**。依据物理治疗证据数据库量表评分标准，8 篇纳入文献整体质量较高，集中在 6–7 分 [20-25，27-28]，1 篇文献为高质量文献 [26]，物理治疗证据数据库量表评分结果见**表 2**。

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 总有效率 纳入的 6 项研究报道了总有效率，共 412 名受试者 [20-21，23-24，27-28]。如**图 4** 显示，异质性检验为 P=0.01，I^2=66%，Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动可显著提高神经根型颈椎病患者的总有效率 (RR=1.22，95%CI=1.06–1.41，P=0.005)。

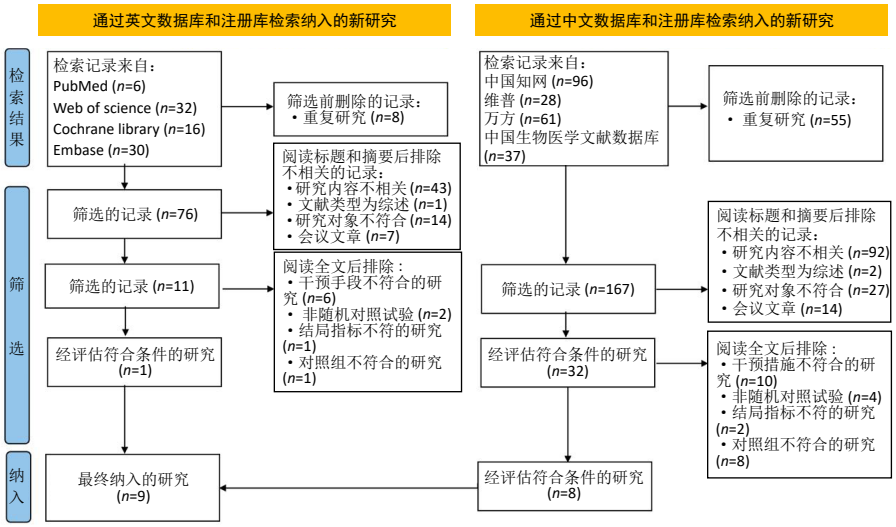
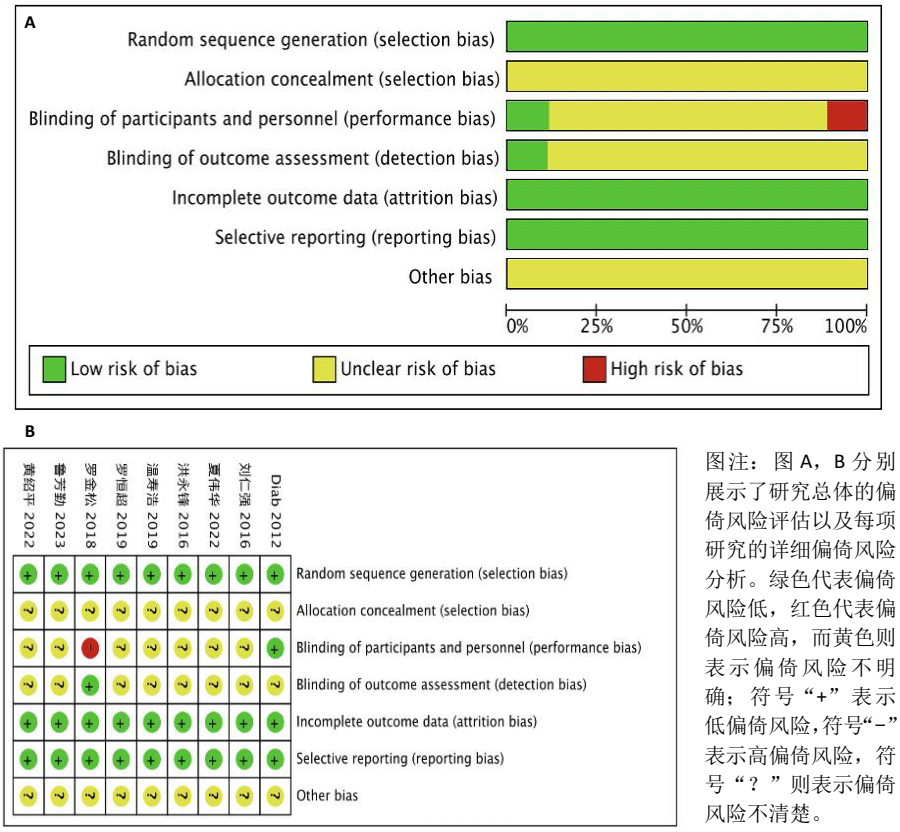


图 2 | 基于系统综述和荟萃分析优先报告条目 (PRISMA) 的文献检索流程图



图注：图 A，B 分别展示了研究总体的偏倚风险评估以及每项研究的详细偏倚风险分析。绿色代表偏倚风险低，红色代表偏倚风险高，而黄色则表示偏倚风险不明确；符号“+”表示低偏倚风险，符号“–”表示高偏倚风险，符号“？”则表示偏倚风险不清楚。

图 3 | 纳入研究的 Cochrane 偏倚风险评估结果

2.4.2 目测类比评分 纳入的 8 项研究报道了目测类比评分，共 550 例患者 [20-26，28]。如**图 5** 显示，异质性检验为 P < 0.000 01，I^2=84%，Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著降低神经根型颈椎病患者的目测类比评分 (MD=–0.72，95%CI=–0.98 至 –0.46，P < 0.000 01)。

2.4.3 颈椎功能障碍指数 纳入的 4 项研究报道了颈椎功能障碍指数，共 268 例患者 [20，22，24-25]。如**图 6** 显示，异质性检验为 P=0.000 4，I^2=83%，Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著降低神经根

表 1 | 纳入文献的基本特征

研究	样本量	年龄 (岁)	病程	干预措施	干预时间	结局指标	随访时间	国家
DIAB[26], 2012	T：48 C：48	T：46.3±2.05 C：45.9±2.11	T：(9.0±1.3) 个月 C：(7.0±2.6) 个月	T：抗阻训练 + 超声 + 红外线 C：超声 + 红外线	10 周，1 次 /d	B	6 个月	埃及
鲁芳勤 [22], 2023	T：48 C：48	T：50.58±7.39 C：50.34±7.13	T：(4.13±1.92) 个月 C：(4.08±1.85) 个月	T：体外冲击波 + 静力性抗阻训练 C：体外冲击波	每周 5 次，治疗周期为 20 d	B，C，E，F	未报告	中国
洪永锋 [28], 2016	T：22 C：19	T：48.40±6.69 C：50.21±6.89	T：17.50 d C：15.50 d	T：药物 + 健康教育 + 理疗 + 抗阻训练 C：药物 + 健康教育 + 理疗	治疗 10−15 d	A，B，K	未报告	中国
刘仁强 [25], 2016	T：21 C：21	T：23.05±2.92 C：23.33±1.71	T：(1.30±0.5) 年 C：(1.21±0.51) 年	T：手法 + 理疗 + 弹力带抗阻训练 C：手法 + 理疗	每周 4 次，治疗周期为 4 周	B，C，D，E，F，G，H，I，J，K	3 个月	中国
温寿浩 [27], 2019	T：48 C：48	T： 57.01±4.13 C： 56.34±3.86	T：(9.02±2.43) 年 C：(8.69±2.13) 年	T：电针 + 牵引 + 弹力带抗阻训练 C：电针 + 牵引	1 次 /d，治疗周期为 4 周	A	未报告	中国
罗恒超 [20], 2019	T：35 C：35	T：45.34±6.43 C：42.23±6.47	T：(2.32±0.32) 年 C：(2.31±0.35) 年	T：推拿 + 主动抗阻训练 C：推拿	1 次 /d，治疗周期为 2 周	A，B，C	未报告	中国
黄绍平 [23], 2022	T：40 C：40	T：46.27±5.11 C：46.13±5.08	T：(2.37±0.41) 年 C：(2.41±0.38) 年	T：针刺 + 主动抗阻训练 C：针刺	1 次 /d，治疗周期为 4 周	A，B，G，H，I，J	未报告	中国
罗金松 [21], 2018	T：33 C：32	T：43.55±10.92 C：46.31±10.55	T：(16.818±7.820) 个月 C：(16.437±8.918) 个月	T：推拿 + 弹力带抗阻训练 C：推拿 + 颈椎操	1 次 /d，治疗周期为 2 周	A，B	3 个月	中国
夏伟华 [24], 2022	T：30 C：30	T：46.60±10.16 C：41.40±10.21	T：(24.23±6.03) 个月 C：(23.10±5.76) 个月	T：整脊手法 + 静力性抗阻训练 C：整脊手法 + 颈椎操	1 次 /d，治疗周期为 4 周	A，B，C，D	3 个月	中国

表注：T 为试验组，C 为对照组。结局指标：A 为总有效率；B 为目测类比评分；C 为颈椎功能障碍指数；D 为田中靖久颈椎病症状量表；E 为前屈关节活动度；F 为后伸关节活动度；G 为右旋转关节活动度；H 为左旋转关节活动度；I 为右侧屈关节活动度；J 为左侧屈关节活动度；K 为复发率。

表 2 | 纳入研究的物理治疗证据数据库量表得分结果

研究	随机分配	分配隐藏	基线相似	研究对象施盲	治疗师施盲	结果评估施盲	参与率 > 85%	意向治疗分析	组间统计结果分析	点测量和差异测量	总分
DIAB[26]，2012	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
鲁芳勤 [22]，2023	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
洪永锋 [28]，2016	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
刘仁强 [25]，2016	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
温寿浩 [27]，2019	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
罗恒超 [20]，2019	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
黄绍平 [23]，2022	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
罗金松 [21]，2018	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	7
夏伟华 [24]，2022	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6

表注：1 代表满足相应指标；0 代表不满足相应指标。

型颈椎病患者的颈椎功能障碍指数 (*MD*=−2.57，95%*CI*=−4.13 至 −1.02，*P*=0.001)。

2.4.4 田中靖久颈椎病症状量表评分 纳入的 2 项研究报道了田中靖久颈椎病症状量表评分，共 102 例患者 [24-25]。如**图 7** 显示，异质性检验为 *P*=0.90，I^2=0%，Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著改善患者的田中靖久颈椎病症状量表评分 (*MD*=3.83，95%*CI*=3.55−4.10，*P* < 0.000 01)。

2.4.5 关节活动度

(1) 前屈关节活动度：纳入的 2 项研究报道了颈椎前屈关节活动度，共 138 例患者 [22，25]。如**图 8** 显示，异质性检验为 *P*=0.45，I^2=0%；Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著改善患者颈椎前屈关节活动度 (*MD*=2.86，95%*CI*=2.30−3.43，*P* < 0.000 01)。

(2) 后伸关节活动度：纳入的 2 项研究报道了颈椎后伸关节活动度，共 138 例患者 [22，25]。如**图 9** 显示，异质性检验为 *P*=0.13，I^2=56%；Meta 分析结果显示：抗阻运动能够显著改善患者颈椎后伸关节活动度 (*MD*=5.23，95%*CI*=3.81−6.64，*P* < 0.000 01)。

(3) 左旋转关节活动度：纳入的 2 项研究报道了颈椎左旋转关节活动度，共 122 例患者 [23，25]。如**图 10** 显示，异质性检验为 *P*=0.97，I^2=0%；Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著改善患者颈椎左旋转关节活动度 (*MD*=7.15，95%*CI*=5.43−8.87，*P* < 0.000 01)。

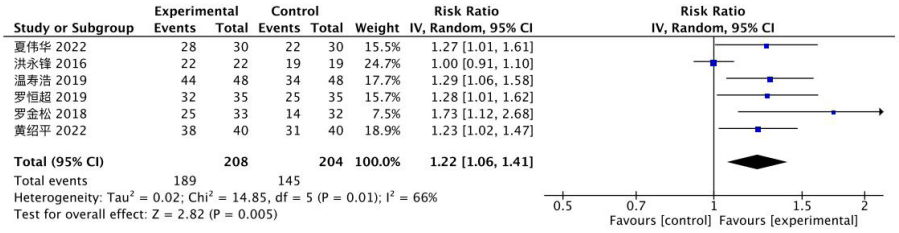
(4) 右旋转关节活动度：纳入的 2 项研究报道了颈椎右旋转关节活动度，共 122 例患者 [23，25]。如**图 11** 显示，异质性检验为 *P*=0.98，I^2=0%；Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著改善患者颈椎右旋转关节活动度 (*MD*=5.45，95%*CI*=3.59−7.31，*P* < 0.000 01)。

(5) 左侧屈关节活动度：纳入的 2 项研究报道了颈椎左侧屈关节活动度，共 122 例患者 [23，25]。如**图 12** 显示，异质性检验为 *P*=0.18，I^2=44%，Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著改善患者颈椎左侧屈关节活动度 (*MD*=3.35，95%*CI*=1.98−4.72，*P* < 0.000 01)。

(6) 右侧屈关节活动度：纳入的 2 项研究报道了颈椎右侧屈关节活动度，共 122 例患者 [23，25]。如**图 13** 显示，异质性检验为 *P*=0.19，I^2=41%， Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著改善患者颈椎右侧屈关节活动度 (*MD*=3.91，95%*CI*=2.65−5.17，*P* < 0.000 01)。

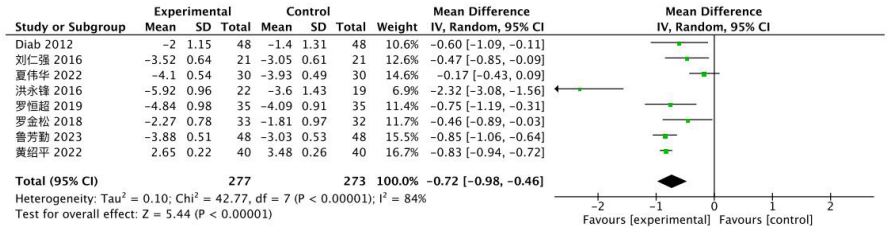
2.4.6 复发率 纳入的 2 项研究报道了复发率，共 83 例患者 [25，28]。如**图 14** 显示，异质性检验为 *P*=0.43，I^2=0%，Meta 分析结果显示：与对照组相比，抗阻运动能够显著降低神经根型颈椎病患者的复发率 (*RR*=0.22，95%*CI*=0.06−0.80，*P*=0.02)。

2.5 亚组分析 为进一步揭示主要结局指标的稳健性以及可能的异质性来源，根据以下方面进行亚组分析：①对照组的干预措施；②试验组的抗阻运动干预时间。见**表 3**。



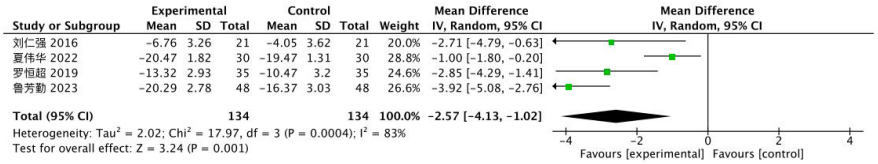
图注：抗阻运动在提高总有效率方面优于对照组。

图 4 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者总有效率影响的 Meta 分析森林图



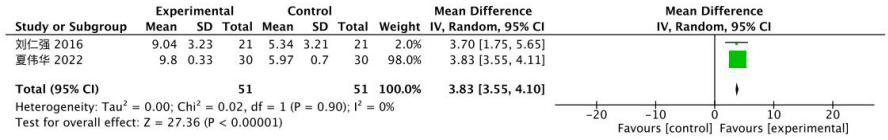
图注：抗阻运动在改善患者目测类比评分方面明显优于对照组。

图 5 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者目测类比评分影响的 Meta 分析森林图



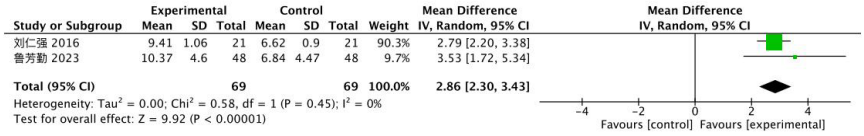
图注：抗阻运动在改善患者颈椎功能障碍指数方面明显优于对照组。

图 6 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎功能障碍指数影响的 Meta 分析森林图



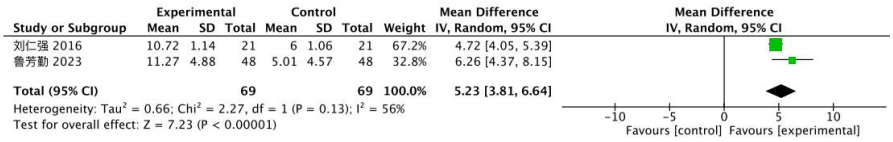
图注：抗阻运动在改善患者田中靖久颈椎病症状量表评分方面明显优于对照组。

图 7 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者田中靖久颈椎病症状量表影响的 Meta 分析森林图



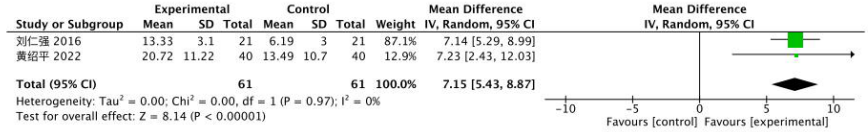
图注：抗阻运动在改善患者颈椎前屈关节活动度方面明显优于对照组。

图 8 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎前屈关节活动度影响的 Meta 分析森林图



图注：抗阻运动在改善患者颈椎后伸关节活动度方面明显优于对照组。

图 9 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎后伸关节活动度影响的 Meta 分析森林图



图注：抗阻运动在改善患者颈椎左旋转关节活动度方面明显优于对照组。

图 10 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎左旋转关节活动度影响的 Meta 分析森林图

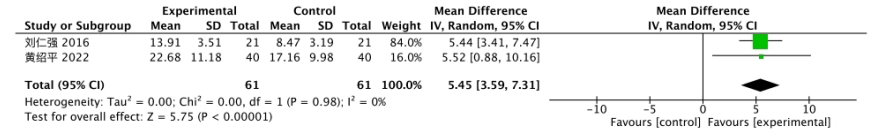
2.6 发表偏倚评价 根据《Cochrane 干预措施系统评价手册》的规定，只有当纳入的文献数量超过 10 篇时，方可采用漏斗图对研究进行发表偏倚的评估。若纳入文献数量不足，可能会因文献数量过少而无法准确判断漏斗图检验的有效性及对称性的真实性。鉴于此研究纳入的随机对照试验中，所有结局指标的分析文献均未达到 10 篇，因此未进行发表偏倚的漏斗图分析。

2.7 敏感性分析 为检验单篇文献对主要结局指标总体效应量的影响，并探究主要结局指标异质性的可能来源，该研究进行了敏感性分析。分析结果表明：在总有效率、目测类比评分、颈椎功能障碍指数方面，所有纳入文献均未对总体效应量产生显著影响，总体效应量结果较稳健。然而，洪永锋等[28]的研究可能构成总有效率异质性的来源；对于颈椎功能障碍指数，夏伟华[24]的研究可能是异质性来源。在目测类比评分方面，敏感性分析后研究间的高异质性未见明显变化，这提示导致目测类比评分高异质性的因素可能是多方面且复杂的，见**图 15**，**表 4**。

2.8 证据等级 相关结果的等级证据见**表 5**。中等证据支持抗阻运动相较于对照组可显著提高总有效率。低等证据支持抗阻运动相较于对照组可显著降低目测类比评分、颈椎功能障碍指数，提高田中靖久颈椎病症状量表评分，增加关节活动度，降低复发率。

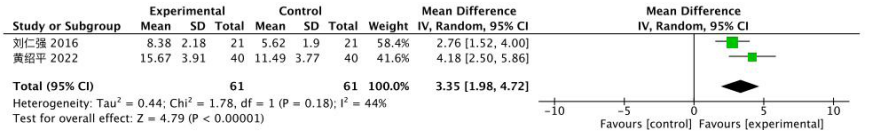
3 讨论 Discussion

3.1 证据总结 此研究共纳入了 9 篇随机对照试验，运用 Meta 分析方法探究了抗阻运动对神经根型颈椎病患者疼痛、功能的影响，结果显示：抗阻运动在提高神经根型颈椎病患者总有效率（中等证据等级）、降低目测类比评分（低证据等级）、降低颈椎功能障碍指数（低证据等级）、增加田中靖久颈椎病症状量表评分（低证据等级）、增加颈椎关节活动度（低证据等级）、降低复发率（低证据等级）方面优于对照组。敏感性分析证实了主要结局指标的稳健性，并揭示了主要结局指标高异质性的可能来源。尽管亚组分析表明部分结果的异质性



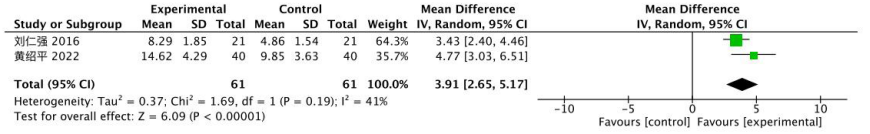
图注：抗阻运动在改善患者颈椎右旋转关节活动度方面明显优于对照组。

图 11 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎右旋转关节活动度影响的 Meta 分析森林图



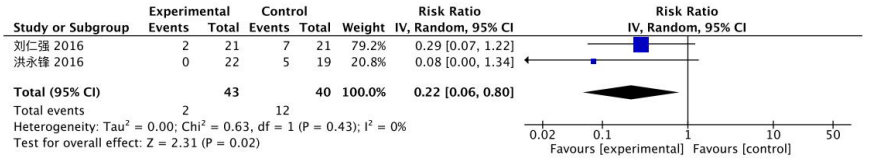
图注：抗阻运动在改善患者颈椎左侧屈关节活动度方面明显优于对照组。

图 12 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎左侧屈关节活动度影响的 Meta 分析森林图



图注：抗阻运动在改善患者颈椎右侧屈关节活动度方面明显优于对照组。

图 13 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎右侧屈关节活动度影响的 Meta 分析森林图



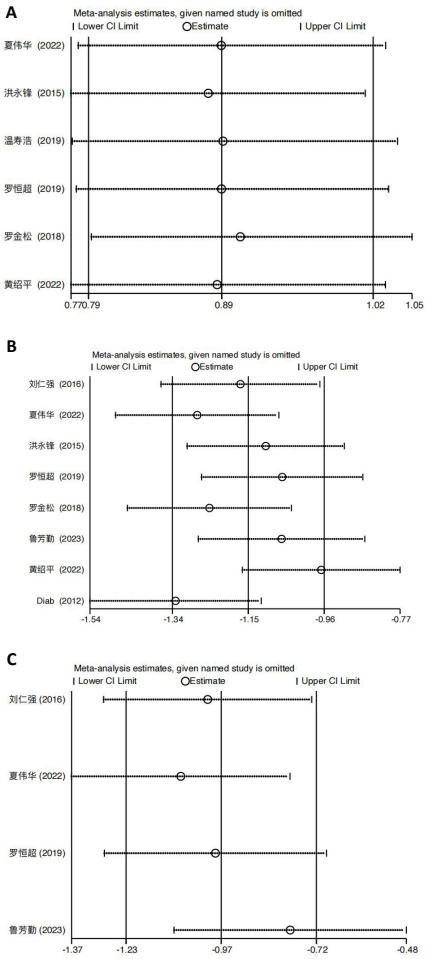
图注：抗阻运动在改善复发方面明显优于对照组。

图 14 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病复发率影响的 Meta 分析森林图

表 3 ｜抗阻运动治疗神经根型颈椎病主要结局指标的亚组分析

亚组		总研究	对照组有无运动疗法		干预时间	
			对照组有运动疗法	对照组无运动疗法	≥ 4 周	< 4 周
总有效率	研究	6	2	4	3	3
	RR [95%*CI*]		1.40 [1.06，1.85]	1.17 [1.01，1.36]	1.26 [1.12，1.42]	1.23 [0.93，1.62]
	P 值		0.02	0.04	< 0.01	0.15
	I^2 值		32%	69%	0%	77%
目测类比评分	研究	8	2	6	4	4
	MD [95%*CI*]		−0.26 [−0.53，0.00]	−0.85 [−1.09，−0.60]	−0.52 [−0.90，−0.15]	−1.00 [−1.50，−0.49]
	P 值		0.03	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	I^2 值		22%	74%	87%	83%
颈椎功能障碍指数	研究	4	1	3	2	2
	MD [95%*CI*]		−1.00 [−1.80，−0.20]	−3.37 [−4.20，−2.54]	−1.22 [−1.97，−0.47]	−3.50 [−4.40，−2.59]
	P 值		0.01	< 0.01	< 0.01	0.26
	I^2 值		不适合	0%	56%	22%

表注：当干预时间 < 4 周时，抗阻运动对于改善神经根型颈椎病患者的总有效率、颈椎功能障碍指数与对照组无显著性差异。



图注：图 A–C 分别为总有效率、目测类比评分以及颈椎功能障碍指数的敏感性分析图，结果显示各结局指标的各个研究均在可信区间范围内，表明各结局指标的研究结果较为稳健。

图 15 ｜抗阻运动对神经根型颈椎病患者主要结局指标的敏感性分析结果

和总效应量有所变化，但是主要结局指标的总效应量依然显示出稳健性。尽管初步证据显示抗阻运动对于治疗神经根型颈椎病患者具有一定的有效性，但仍存在一些问题需要关注，以便谨慎地解读这些结果。

3.1.1　证据等级评价　证据质量存在一定的缺陷，1 个结局指标证据质量为中等 (总有效率)，10 个为低等 (目测类比评分、颈椎功能障碍指数、田中靖久颈椎病症状量表评分、6 个关节活动度、复发率)。首先，考虑到抗阻运动在形式上与其他康复治疗的区别较大，多数研究未能对参与者及干预者实施盲法，且未详细说明随机分配的隐藏方法，因此在分配隐藏和盲法实施方面存在局限性，导致证据等级降低；其次，研究的异质性较大、纳入的研究数量及样本量较少，这些因素也是影响证据等级的关键。未来仍需要开展高质量、大样本、多中心的随机对照试验以进一步验证抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎疼痛与功能的影响，从而为神经根型颈椎病患者提供更可靠的抗阻运动的临床实践指导。

3.1.2　抗阻运动对神经根型颈椎病患者疼痛的影响　神经根型颈椎病患者普遍存在不同程度的疼痛问题。众多研究已经证实，抗阻训练对于缓解多种慢性肌肉骨骼疾病 (包括腰痛、肌筋膜炎、颈痛等) 具有显著的镇痛作用 [29-32]。LIMA 等 [33] 的研究发现，抗阻运动能够降低 N− 甲基 −D− 天冬氨酸受体的磷酸化水平，进而减少中枢神经系统对疼痛的放大作用；此外，抗阻运动还能从神经和肌肉两个

表 4 | 抗阻运动治疗神经根型颈椎病患者主要结局指标的敏感性分析

剔除研究 A	异质性检验		效应量		
	I^2 值	*P* 值	*MD* 值	95%*CI*	*P* 值
夏伟华 [24]，2022	71%	0.009	1.22	1.04−1.43	0.02
洪永锋 [28]，2016	0%	0.73	1.29	1.16−1.42	< 0.000 01
温寿浩 [27]，2019	68%	0.01	1.21	1.03−1.42	0.02
罗恒超 [20]，2019	70%	0.009	1.22	1.04−1.43	0.02
罗金松 [21]，2018	64%	0.03	1.18	1.04−1.35	0.01
黄绍平 [23]，2022	71%	0.008	1.23	1.04−1.47	0.02
剔除研究 B	异质性检验		效应量		
	I^2 值	*P* 值	*MD* 值	95%*CI*	*P* 值
DIAB[26]，2012	86%	< 0.000 01	−0.74	−1.02 至 −0.45	< 0.000 01
刘仁强 [25]，2016	85%	< 0.000 01	−0.76	−1.04 至 −0.47	< 0.000 01
夏伟华 [24]，2022	73%	0.001	−0.80	−1.03 至 −0.57	< 0.000 01
洪永锋 [28]，2016	77%	0.000 2	−0.60	−0.82 至 −0.39	< 0.000 01
罗恒超 [20]，2019	86%	< 0.000 01	−0.72	−1.01 至 −0.43	< 0.000 01
罗金松 [21]，2018	85%	< 0.000 01	−0.75	−1.04 至 −0.47	< 0.000 01
鲁芳勤 [22]，2023	86%	< 0.000 01	−0.71	−1.04 至 −0.39	< 0.000 1
黄绍平 [23]，2022	84%	< 0.000 01	−0.72	−1.07 至 −0.37	< 0.000 1
剔除研究 C	异质性检验		效应量		
	I^2 值	*P* 值	*MD* 值	95%*CI*	*P* 值
刘仁强 [25]，2016	89%	0.000 1	−2.55	−4.46 至 −0.64	0.000 1
夏伟华 [24]，2022	0%	0.42	−3.37	−4.20 至 −2.54	< 0.000 01
罗恒超 [20]，2019	88%	0.000 2	−2.50	−4.59 至 −0.41	0.02
鲁芳勤 [22]，2023	67%	0.05	−2.01	−3.41 至 −0.62	0.005

表注：A−C 分别为总有效率、目测类比评分以及颈椎功能障碍指数结局指标的敏感性分析；异质性检验结果表明，对于总有效率，洪永锋等的研究可能是该结局指标的异质性来源；对于颈椎功能障碍指数，夏伟华的研究可能是该结局指标的异质性来源；对于目测类比评分，在逐一剔除每项研究后，异质性仍然较大，可能是由于每项研究抗阻运动的强度、持续时间不同而导致的；各结局指标的研究结果较为稳健。

表 5 | 纳入研究证据等级的确定性评估结果

结局指标	质量评估					样本量		证据等级
	偏倚风险	不一致性	间接性	不精确性	发表偏倚	试验组	对照组	
总有效率 (6RCTs)	严重	严重	不严重	不严重	不适用	208	204	中等
目测类比评分 (8RCTs)	严重	非常严重	不严重	不严重	不适用	277	273	低
颈椎功能障碍指数 (4RCTs)	严重	非常严重	不严重	不严重	不适用	134	134	低
田中靖久颈椎病症状量表评分 (2RCTs)	严重	不严重	不严重	不严重	不适用	51	51	低
前屈关节活动度 (2RCTs)	严重	不严重	不严重	不严重	不适用	69	69	低
后伸关节活动度 (2RCTs)	严重	严重	不严重	不严重	不适用	69	69	低
左旋转关节活动度 (2RCTs)	严重	不严重	不严重	不严重	不适用	61	61	低
右旋转关节活动度 (2RCTs)	严重	不严重	不严重	不严重	不适用	61	61	低
左侧屈关节活动度 (2RCTs)	严重	不严重	不严重	不严重	不适用	61	61	低
右侧屈关节活动度 (2RCTs)	严重	不严重	不严重	不严重	不适用	61	61	低
复发率 (2RCTs)	严重	不严重	不严重	不严重	不适用	43	40	低

表注：RCTs 为随机对照试验。采用 GRADE 方法，根据研究局限性、一致性、间接性、精准度以及发表偏倚等 5 项核心评估因素，对证据质量进行分级。中等证据支持抗阻运动相较于对照组可显著提高总有效率。低等证据支持抗阻运动相较于对照组可显著降低目测类比评分，降低颈椎功能障碍指数，提高田中靖久颈椎病症状量表评分，增加关节活动度，降低复发率。

维度逆转动物的痛觉过敏现象 [33]。STOLZMAN 等 [34] 推测抗阻运动可能通过疼痛调节机制来缓解疼痛症状，他提出抗阻运动作为一种疲劳和不适的干预手段，其不适感的刺激有助于降低后续有害刺激引起的疼痛。该研究结果显示：与对照组相比，抗阻运动可以显著降低神经根型颈椎病患者的目测类比评分 (*MD*=−0.72, 95%*CI*=−0.98 至 −0.46, *P* < 0.000 01)；但 Meta 分析结果存在较大的异质性，敏感性分析表明逐一剔除每项研究后，异质性仍然较大 (可能是由于每项研究抗阻运动的强度、持续时间不同而导致的)，合并结果较稳定。尽管此研究纳入的随机对照试验中未有报告指出抗阻运动会增加患者的疼痛，但有研究显示，抗阻运动可能会引起肌纤维细微损伤、炎症因子增加以及延迟性肌肉酸痛，从而加剧患者的疼痛感 [35-36]，这可能归因于纳入的随机对照试验均是在患者接受常规康复治疗之后才进行的抗阻运动。常规康复治疗可能减轻了患者的症状，避免了直接进行运动可能会带给患者的不良影响。因此未来的研究应该进一步探讨单一的抗阻运动是否会对神经根型颈椎病患者产生负面作用。

3.1.3 抗阻运动对神经根型颈椎病患者颈椎功能的影响 神经根型颈椎病的主要症状不仅包括疼痛，还涉及到颈椎关节活动度受限、上肢放射性疼痛、麻木、乏力等多种不适 [37]。研究报告指出，抗阻运动能够有效缓解肌肉紧张、解除肌肉痉挛，并有助于恢复组织的正常长度。此外，它还能减轻对神经根及周围组织和血管的压迫，促进突出的髓核部分回纳或改变其与受压神经根的空间关系，从而改善颈椎的功能状态 [38]。此研究使用颈椎功能障碍指数、田中靖久颈椎病症状量表评分以及颈椎关节活动度来表示患者的颈椎功能状态，结果表明抗阻运动相较于对照组可以显著降低神经根型颈椎病患者的颈椎功能障碍指数 (*MD*=−2.57，95%*CI*=−4.13 至 −1.02，*P*=0.001)、提高田中靖久颈椎病症状量表评分 (*MD*=3.83，95%*CI*=3.55−4.10，*P* < 0.000 01)、改善颈椎关节活动度 (各个方向关节活动度 *P* 均 < 0.000 01)。由于颈椎功能障碍指数的 Meta 分析结果存在较大的异质性，敏感性分析表明剔除夏伟华 [24] 的研究后 (可能是因为该项研究对照组患者进行了颈椎操所导致的)，异质性明显减小 (I^2=0%，*P*=0.42)，合并结果较稳健 (*MD*=−3.37，95%*CI*=−4.20 至 −2.54，*P* < 0.000 01)。然而，仅有 2 项研究报道了田中靖久颈椎病症状量表评分和颈椎关节活动度，且由于样本量较少，可信度较低。未来还需要更多大样本高质量的研究来对这一方面进行探讨。

3.1.4 抗阻运动对神经根型颈椎病患总体疗效和复发率的影响 研究结果显示：抗阻运动相较于对照组可以显著提高神经根型颈椎病患者的总有效率 (*RR*=1.22，95%*CI*=1.06−1.41，*P*=0.005)，降低复发率 (*RR*=0.22，95%*CI*=0.06−0.80，*P*=0.02)，但总有效率的 Meta 分析结果存在较大的异质

性，剔除洪永锋等[28]的研究后，异质性明显降低 (I^2=0%，P=0.73)，合并结果较稳健 (MD=1.29，95%CI=1.16−1.42，P < 0.000 01)。这可能是因为，所有的研究均是在常规康复治疗的基础上再进行抗阻运动，两种治疗方式相结合可能会达到两种治疗方式的优势互补，先以常规康复治疗在短期内缓解症状，随后患者再进行抗阻运动，在增强常规康复疗效的同时，重塑颈椎的正确生物力学，恢复颈椎动静力平衡，进而提高患者总有效率、降低患者复发率。因此，考虑到常规康复治疗与抗阻运动联合治疗的潜力，未来研究应进一步探索常规康复治疗与抗阻运动联合干预对神经根型颈椎病患者的积极影响。

3.1.5 亚组分析 亚组分析进一步揭示主要结局指标的稳健性以及可能的异质性来源。在结局稳健性方面：首先，相较于未接受运动锻炼的对照组，抗阻运动显著提高了神经根型颈椎病患者总有效率 (RR=1.17，95%CI=1.01−1.36，P=0.04)、目测类比评分 (MD=−0.85，95%CI=−1.09 至 −0.60，P < 0.000 01)、颈椎功能障碍指数 (MD=−3.37，95%CI=−4.20 至 −2.54，P < 0.000 01)。进一步在对照组增加了颈椎操锻炼的情况下，试验组在总有效率 (RR=1.40，95%CI=1.06−1.85，P= 0.02)、目测类比评分 (MD=−0.26，95%CI=−0.53 至 −0.00，P=0.03) 及颈椎功能障碍指数方面 (MD=−1.00，95%CI=−1.80 至 −0.20，P=0.01) 仍优于对照组，这可能是因为某些颈椎操动作对患者来说并不适宜，例如“环转运动”可能会加剧患者的原有症状并使颈椎功能障碍恶化。此外，也有可能是因为颈椎操的强度较低，不足以改善患者颈椎疼痛和功能状况；其次，当治疗时长小于 4 周时，抗阻运动对提高神经根型颈椎病患者总有效率 (P=0.15) 和降低颈椎功能障碍指数方面 (P=0.26) 与对照组相比无显著性差异，这可能是因为干预时长相对较短，导致治疗效果尚未完全显现。但由于亚组分析研究较少，可信度较低，未来还需要更多的研究来进一步深入探讨并确定抗阻运动在治疗神经根型颈椎病患者时的最佳治疗时长。在异质性方面，各亚组对不同的结局指标的异质性均有不同程度降低，这可能与减少了不同的混杂因素有关。

3.2 此研究的局限性 ①由于常规康复治疗方式存在差异性，这可能在一定程度上影响了研究结果的可靠性；②大部分研究未详细阐述抗阻运动的具体设计策略，例如训练强度、间歇时间等，导致无法对各变量间的相互作用进行更细致的分析；③纳入的原始研究数量较少：鉴于纳入非随机对照试验可能会增加结果的异质性，降低可信度，因此仅纳入了随机对照试验；此外，排除质量低、数据有误的文献，最终仅纳入了 9 项研究；④部分结局指标涉及的样本量较少，可能会降低证据的可靠性；⑤由于目前缺乏仅使用单一抗阻运动进行干预的研究，此研究无法明确单一抗阻运动与联合干预在促进神经根型颈椎病患者症状改善方面的相对效果。

3.3 适用性和对未来研究的启示 神经根型颈椎病作为一种临床常见疾病，对患者的生活质量造成了显著影响，因此辅以科学的运动疗法对于该病的预防和治疗具有重要意义。该研究分析了抗阻运动对神经根型颈椎病患者的治疗效果，研究结果表明，抗阻运动能显著减轻神经根型颈椎病患者的疼痛，恢复颈椎功能，减少病情复发率，并提升了治疗的总有效率，具有一定的临床指导意义。但是将抗阻运动应用于临床中仍然面临着许多有待解决的问题。首先，目前对神经根型颈椎病患者进行抗阻运动尚缺乏规范化的标准，亚组分析结果显示当抗阻运动干预时间小于 4 周时，试验组总有效率和颈椎功能障碍指数与对照组相比无显著性差异，但是由于亚组分析研究较少，结果可信度不高。未来的研究应参考现有研究，进一步探讨神经根型颈椎病患者抗阻运动的具体方式、强度、频率及持续时间，以制定出标准化的抗阻运动方案。其次，考虑到抗阻运动与常规康复治疗联合干预的潜在价值，未来研究应深入探索协同效应对于神经根型颈椎病治疗的积极影响。最后，鉴于神经根型颈椎病具有较高的复发率，除了关注短期疗效之外，未来研究还应深入探讨抗阻运动的长期效益及持续性影响。

3.4 结论 综上，抗阻运动能显著减轻神经根型颈椎病患者的疼痛，恢复颈椎功能，减少病情复发率。但是目前，相关研究方法学质量欠佳、证据等级偏低，未来还需要更多高质量大样本的随机对照试验进一步研究证实。

致谢：感谢李森老师的指导。

作者贡献：李涵玥负责构思设计以及文章写作校对，李祷旎和向林妹参与文献收集、分析总结，李森负责项目指导。

利益冲突：文章的全部作者声明，在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明：这是一篇开放获取文章，根据《知识共享许可协议》“署名－非商业性使用－相同方式共享 4.0”条款，在合理引用的情况下，允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展，同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献，并为之建立索引，用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让：文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范：该文章撰写遵守国际医学期刊编辑委员会《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 指南)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次文字和图表查重。文章经小同行外审专家双盲外审，同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

[1] ENGEBRETSEN KB, TASO M, BJORLAND S, et al. A functional intervention within a cognitive approach to chronic cervical radiculopathy : Description of the non-surgical treatment arm in a randomised controlled trial evaluating the effectiveness of surgery. BMC Musculoskelet Disord. 2024;25(1):629.

[2] RAFIQ S, ZAFAR H, GILLANI SA, et al. Comparison of neural mobilization and conservative treatment on pain, range of motion, and disability in cervical radiculopathy: A randomized controlled trial. PLoS One. 2022;17(12):e0278177.

[3] BORRELLA-ANDRÉS S, MARQUÉS-GARCÍA I, LUCHA-LÓPEZ MO, et al. Manual Therapy as a Management of Cervical Radiculopathy: A Systematic Review. Biomed Res Int. 2021; 2021:9936981.

[4] TASO M, SOMMERNES JH, KOLSTAD F, et al. A randomised controlled trial comparing the effectiveness of surgical and nonsurgical treatment for cervical radiculopathy. BMC Musculoskelet Disord. 2020;21(1):171.

[5] BONO CM, GHISELLI G, GILBERT TJ, et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of cervical radiculopathy from degenerative disorders. Spine J. 2011;11(1):64-72.
[6] KJAER P, KONGSTED A, HARTVIGSEN J, et al. National clinical guidelines for non-surgical treatment of patients with recent onset neck pain or cervical radiculopathy. Eur Spine J. 2017;26(9):2242-2257.
[7] GROSS AR, LEE H, EZZO J, et al. Massage for neck pain. Cochrane Database Syst Rev. 2024;2(2):CD004871.
[8] HASSAN F, OSAMA M, GHAFOOR A, et al. Effects of oscillatory mobilization as compared to sustained stretch mobilization in the management of cervical radiculopathy: A randomized controlled trial. J Back Musculoskelet Rehabil. 2020; 33(1):153-158.
[9] AKKAN H, GELECEK N. The effect of stabilization exercise training on pain and functional status in patients with cervical radiculopathy. J Back Musculoskelet Rehabil. 2018;31(2):247-252.
[10] CHAVES TS, SCARPELLI MC, BERGAMASCO JGA, et al. Effects of Resistance Training Overload Progression Protocols on Strength and Muscle Mass. Int J Sports Med. 2024; 45(7):504-510.
[11] CHENG CH, TSAI LC, CHUNG HC, et al. Exercise training for non-operative and post-operative patient with cervical radiculopathy: a literature review. J Phys Ther Sci. 2015;27(9):3011-3018.
[12] YOUNG IA, MICHENER LA, CLELAND JA, et al. Manual therapy, exercise, and traction for patients with cervical radiculopathy: a randomized clinical trial. Phys Ther. 2009; 89(7):632-642.
[13] BUKHARI SR, SHAKIL-UR-REHMAN S, AHMAD S, et al. Comparison between effectiveness of Mechanical and Manual Traction combined with mobilization and exercise therapy in Patients with Cervical Radiculopathy. Pak J Med Sci. 2016;32(1): 31-34.
[14] DAI W, WANG X, XIE R, et al. Baduanjin exercise for cervical spondylotic radiculopathy: A protocol for systematic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2020;99(18):e0037s.
[15] KUIJPER B, TANS JT, BEELEN A, et al. Cervical collar or physiotherapy versus wait and see policy for recent onset cervical radiculopathy: randomised trial. BMJ. 2009; 339:b3883.
[16] LIN LH, LIN TY, CHANG KV, et al. Pain neuroscience education for reducing pain and kinesiophobia in patients with chronic neck pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Eur J Pain. 2024;28(2):231-243.
[17] PAGE MJ, MCKENZIE JE, BOSSUYT PM, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. Int J Surg. 2021;88:105906.
[18] SHEA BJ, REEVES BC, WELLS G, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. BMJ. 2017;358:j4008.
[19] 《骨科疾病疗效评价标准》出版 [J]. 实用骨科杂志 ,2012,18(8):691.
[20] 罗恒超 . 主动抗阻运动疗法治疗神经根型颈椎病的临床应用 [J]. 颈腰痛杂志 , 2019,40(1):99-100.
[21] 罗金松 . 推拿结合抗阻力训练对神经根型颈椎病患者生活质量影响的临床观察 [D]. 昆明 : 云南中医学院 ,2018.
[22] 鲁芳勤 , 刘涛杰 , 刘懿欣 , 等 . 静力性抗阻训练联合体外冲击波治疗神经根型颈椎病的疗效观察 [J]. 颈腰痛杂志 ,2023, 44(5):811-813.
[23] 黄绍平 . 颈三针联合主动抗阻运动治疗神经根型颈椎病临床观察 [J]. 实用中医药杂志 ,2022,38(8):1421-1423.
[24] 夏伟华 . 整脊手法结合静力性抗阻训练对神经根型颈椎病康复作用分析 [D]. 南宁 : 广西中医药大学 ,2022.
[25] 刘仁强 . 按摩配合功能锻炼对神经根型颈椎病康复疗效的分析 [D]. 武汉 : 华中师范大学 ,2016.
[26] DIAB AA, MOUSTAFA IM. The efficacy of forward head correction on nerve root function and pain in cervical spondylotic radiculopathy: a randomized trial. Clin Rehabil. 2012;26(4):351-361.
[27] 温寿浩 . 针灸牵引结合颈椎运动疗法治疗神经根型颈椎病提高疗效及生活质量的运用 [J]. 中医临床研究 ,2019,11(5): 107-109.
[28] 洪永锋 , 吴建贤 , 刘奕 , 等 . 颈部及患侧上肢强化肌力训练对神经根型颈椎病疗效的影响 [J]. 中国实用神经疾病杂志 , 2016,19(21):27-30.
[29] OWEN PJ, MILLER CT, MUNDELL NL, et al. Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. Br J Sports Med. 2020;54(21):1279-1287.
[30] RASMUSSEN-BARR E, HALVORSEN M, BOHMAN T, et al. Summarizing the effects of different exercise types in chronic neck pain- a systematic review and meta-analysis of systematic reviews. BMC Musculoskelet Disord. 2023;24(1):806.
[31] RHIM HC, KIM SJ, PARK J, et al. Effect of citrulline on post-exercise rating of perceived exertion, muscle soreness, and blood lactate levels: A systematic review and meta-analysis. J Sport Health Sci. 2020; 9(6):553-561.
[32] TATARYN N, SIMAS V, CATTERALL T, et al. Posterior-Chain Resistance Training Compared to General Exercise and Walking Programmes for the Treatment of Chronic Low Back Pain in the General Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med Open. 2021;7(1):17.
[33] LIMA LV, ABNER TSS, SLUKA KA. Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. J Physiol. 2017;595(13): 4141-4150.
[34] STOLZMAN S, BEMENT MH. Does Exercise Decrease Pain via Conditioned Pain Modulation in Adolescents? Pediatr Phys Ther. 2016;28(4):470-473.
[35] DAILEY DL, KEFFALA VJ, SLUKA KA. Do cognitive and physical fatigue tasks enhance pain, cognitive fatigue, and physical fatigue in people with fibromyalgia? Arthritis Care Res (Hoboken). 2015;67(2):288-296.
[36] BUCKNER SL, DANKEL SJ, MATTOCKS KT, et al. Differentiating swelling and hypertrophy through indirect assessment of muscle damage in untrained men following repeated bouts of resistance exercise. Eur J Appl Physiol. 2017;117(1):213-224.
[37] SLEIJSER-KOEHORST MLS, COPPIETERS MW, EPPING R, et al. Diagnostic accuracy of patient interview items and clinical tests for cervical radiculopathy. Physiotherapy. 2021;111:74-82.
[38] MUELLER J, WEINIG J, NIEDERER D, et al. Resistance, Motor Control, and Mindfulness-Based Exercises Are Effective for Treating Chronic Nonspecific Neck Pain: A Systematic Review With Meta-Analysis and Dose-Response Meta-Regression. J Orthop Sports Phys Ther. 2023;53(8): 420-459.

(责任编辑：MZH，ZN，WL，LWJ)