

不同运动干预对肌少症及衰弱老年人主要结局的影响:网状 Meta 分析

何君豪¹, 姚佳壹², 王浩喆², 朱永亮³, 龙君成², 毕学翠¹

1. 首都体育学院体育教育训练学院, 北京 100191; 2. 中国矿业大学体育学院; 3. 山东体育学院研究生教育学院

摘要:目的 系统比较不同运动干预对肌少症及衰弱老年人握力、起立行走计时测试(TUGT)、平衡功能及骨骼肌质量的相对效果。方法 检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、CINAHL、中国知网、万方和维普数据库, 纳入建库至 2026 年 1 月 17 日发表的随机对照试验, 采用随机效应网状 Meta 分析计算标准化均数差(SMD)及 95% 置信区间(95% CI)。结果 共纳入 19 项随机对照试验(18 项进入网状 Meta 分析), 涉及 1 838 例受试者。握力结局中, 主动抗阻/力量耐力训练效果最佳[SMD = 1.18, 95% CI(0.75 ~ 1.61)], 混合强化训练次之; 易筋经和八段锦优于教育/注意力对照。TUGT 拆分后, 部分单一或混合干预差异有统计学意义, 但估计区间较宽。平衡功能和骨骼肌质量均未见稳定优效证据。结论 不同运动干预的作用具有结局特异性。现有证据支持主动抗阻/力量耐力训练改善握力; TUGT 方面, 部分单一或混合干预可能具有改善优势, 但该结果仅限各自子网络内部解释; 平衡功能和骨骼肌质量尚缺乏稳定优效证据。

关键词:肌少症; 衰弱; 老年人; 运动干预; 网状 Meta 分析

中图分类号: G804.2; R685 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2026)16-3056-08

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202603326

Effects of different exercise interventions on major outcomes in older adults with sarcopenia and frailty: A network meta-analysis

HE Jun-hao*, YAO Jia-yi, WANG Hao-zhe, ZHU Yong-liang, LONG Jun-cheng, BI Xue-cui

* School of Physical Education and Training, Capital University of Physical Education and Sports, Beijing 100191, China

Abstract: Objective To systematically compare the relative effects of different exercise interventions on grip strength, timed up and go test (TUGT), balance function, and skeletal muscle mass in older adults with sarcopenia and frailty. **Methods** PubMed, Embase, Cochrane Library, Web of Science, CINAHL, CNKI, Wanfang Data, and VIP Database were searched from inception to January 17, 2026 for randomized controlled trials. A random-effects network meta-analysis was conducted to estimate standardized mean differences (SMDs) and 95% confidence intervals (95% CIs). **Results** Nineteen randomized controlled trials were included (18 entered the network meta-analysis), involving 1 838 participants. For grip strength, active resistance/strength-endurance training showed the greatest benefit [SMD = 1.18, 95% CI (0.75 to 1.61)], followed by mixed intensive training; Yijinjing and Baduanjin were superior to education/attention control. After TUGT stratification, some single and mixed interventions showed statistically significant effects, but the confidence intervals were wide. No stable evidence of superiority was observed for balance function or skeletal muscle mass. **Conclusion** The effects of different exercise interventions were outcome-specific. Current evidence supports active resistance/strength-endurance training for improving grip strength. For TUGT, some single or mixed interventions may confer benefit, but these findings should be interpreted only within their respective subnetworks. Stable evidence is still lacking for balance function and skeletal muscle mass.

Keywords: Sarcopenia; Frailty; Aged; Exercise Therapy; Network Meta-analysis

肌少症与衰弱是老年人群中常见且相互交叠的重要老年综合征, 主要表现为肌力下降、身体功能减

退及跌倒、失能等不良结局风险增加^[1-3]。随着人口老龄化加剧, 如何通过有效干预延缓功能衰退, 已成为老年健康管理的重要问题^[4]。现有指南普遍建议将运动干预作为核心措施, 其中抗阻训练在改善肌力和身体功能方面证据较充分^[4-6], 但对高龄、体能储备不足或依从性较差者, 其实施和坚持仍可能受

作者简介: 何君豪(1997—), 男, 硕士在读, 研究方向: 运动训练理论与实践

通信作者: 毕学翠, E-mail: bixuecui@cupes.edu.cn

限^[4]。太极拳、八段锦、易筋经等传统功法动作相对柔和,强调姿势控制、重心转移和身心协同,具有安全性较高、可接受性较好和便于推广等特点,可能成为替代或补充方案^[7-9]。然而,传统功法与抗阻训练等现代运动方式之间尚缺乏直接头对头比较,且不同传统功法各自的优势结局尚不明确。既往系统评价多基于成对比较,且常将不同传统功法或训练方式合并分析,难以识别不同结局下的相对优势干预^[7-9]。网状 Meta 分析可同时整合直接比较和间接比较的证据,对多种干预进行综合排序,为缺乏头对头试验的领域提供重要补充信息。鉴于此,本研究采用频率学随机效应网状 Meta 分析,系统比较不同运动干预对老年肌少症及衰弱患者握力、起立行走计时测试(Timed Up and Go Test, TUGT)、平衡功能及骨骼肌质量的相对效果,为运动处方选择提供循证依据。

1 对象与方法

1.1 文献检索 系统检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、CINAHL、中国知网、万方和维普数据库,检索时限为建库至 2026 年 1 月 17 日。采用主题词与自由词相结合的方式,中文检索词包括肌少症、衰弱、老年、太极拳、八段锦、易筋经、五禽戏、气功、抗阻训练、随机对照试验等;英文检索词包括 Sarcopenia、Frailty、Aged、Tai Ji、Baduanjin、Yijinjing、Qigong、Resistance training、Randomized controlled trial 等。同时追溯纳入文献及相关综述参考文献;完整检索式可向通讯作者索取。

1.2 纳入与排除标准 按 PICOS (Participants, Interventions, Comparators, Outcomes, Study design,即研究对象、干预措施、比较措施、结局指标和研究设计)原则纳入:①年龄 ≥ 60 岁、明确诊断为肌少症或衰弱的老年人^[1-3];②干预为传统健身功法、现代运动训练或联合/混合运动干预^[4-5];③比较措施(Comparators)为教育/注意力对照、被动/最小干预对照,或其他能够与网络中既有节点形成可连接比较关系的运动干预(活性比较);④至少报告握力(Grip Strength, GS)、TUGT、平衡功能[Berg 平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)或功能性前伸测试(functional reach test, FRT)]、骨骼肌质量(Muscle Mass, MM)中的 1 项^[1,2,4,5];⑤研究类型为随机对照试验。排除重复发表、全文或数据无法获得、非随机对照试验及研究对象或干预不符合预设范围的文献。

1.3 文献筛选、资料提取与质量评价 由 2 名研究者独立完成文献筛选、资料提取和质量评价,分歧经讨论或由第 3 名研究者裁决。提取内容包括研究基本信息、样本量、干预与对照措施、频率、时长、周期及

结局数据。采用偏倚风险评估工具 2 (Risk of Bias 2, RoB 2) 评价偏倚风险,偏倚风险总体结果及各研究分领域判定见图 2。

1.4 统计学方法 网状 Meta 分析是在传统成对 Meta 分析基础上的扩展方法,可通过共同对照将多个干预连接为证据网络,同时整合直接比较和间接比较证据,以估计任意两种干预之间的相对效应并进行排序。

采用 R 软件 netmeta 包进行频率学随机效应网状 Meta 分析。连续性结局以标准化均数差(standardized mean difference, SMD)及 95% 置信区间(95% confidence interval, 95% CI)表示。采用 Cochran Q 检验和 I^2 评价异质性,采用设计-治疗交互作用模型和节点分裂法分别检验全局与局部不一致性。考虑 TUGT 总网络异质性较高且实施模式存在差异,按实施模式拆分为单一干预子网络和混合干预子网络,结果仅在各自子网络内解释。采用 P-score^[10]进行排序,采用比较校正漏斗图结合 Egger 检验^[11]评估发表偏倚。证据确定性采用 CINeMA 框架^[12],从研究内偏倚、报告偏倚、间接性、不精确性、异质性和不一致性 6 个域进行评价,并形成高、中等、低和极低 4 级证据确定性。另进行逐一排除敏感性分析,并基于可获得数据开展探索性剂量-反应 Meta 回归,剂量变量定义为“单次训练时长 $\times$ 干预周数”和“单次训练时长 $\times$ 频次/周 $\times$ 干预周数”。平衡功能网络中彭天忠 2022 的两个干预节点(YJJ vs AEX)均未与现有节点直接连通,故不纳入最终平衡功能网络分析。

1.5 注册 本研究已在 PROSPERO 平台完成前瞻性注册(CRD420261303492)。与预注册方案相比,本研究依据 CINeMA 官方框架补充纳入报告偏倚和间接性两个评价域,并据此更新总体证据确定性分级;该修订不影响网络效应量估计,但影响部分比较的证据确定性判定。

2 结果

2.1 文献筛选结果 共检索获得文献 703 篇,去重后 305 篇进入题目和摘要筛选,71 篇进入全文评估,最终纳入 19 项随机对照试验^[13-31],其中 18 项^[13-21,23-31]进入网状 Meta 分析。筛选流程见图 1。

2.2 纳入研究基本特征与质量评价 19 项研究共涉及 45 个研究臂、1 838 例受试者,样本量 33^[21]~311^[25]例;干预周期多为 12~24 周,基本特征见表 1。RoB 2 评价显示,6 项研究为低风险,13 项为“一定关注”,未见总体高偏倚风险研究;主要问题集中于偏离预期干预和结局测量领域(图 2, A 为总体偏倚风险条形图, B 为各研究分领域偏倚风险交通灯图)。

表 1 纳入研究基本特征

Table 1 Basic characteristics of included studies

作者与年份	样本量 (总计/干预组/对照组)	干预措施	周期	结局指标
Wu 2025 ^[13]	90/45/45	BDJ	24 周	GS; MM
张涛 2025 ^[14]	120/60/60	YJJ	12 周	GS; MM
戈玉杰 2020 ^[31]	65/32/33	TC	8 周	FRT
Morawin 2021 ^[23]	80/40/40	TC	40 周	GS; MM
Tou 2024 ^[15]	56/29/27	BDJ	16 周	GS; TUGT
Wolf 2006 ^[25]	311/158/153	TC	48 周	FRT
黄墩兵 2023 ^[17]	51/18/17/16	BDJ;CWBV	12 周	TUGT
Wei 2023 ^[16]	163/52/54/57	WQX;MIX - I	24 周	GS; TUGT
Wang 2022 ^[18]	171/57/57/57	BDJ;MIX - I	24 周	GS; TUGT
Meng 2022 ^[20]	150/50/50/50	TC;MIX - I	24 周	GS; TUGT
Li 2022 ^[19]	70/35/35	DTQ	24 周	TUGT
Jiayuan 2022 ^[21]	91/30/31/30	MI;TC;MIX - M	24 周	GS; TUGT
彭天忠 2022 ^[22]	77/39/38	YJJ	8 周	BBS
周苏坡 2020 ^[24]	40/20/20	BDJ	8 周	GS; TUGT; BBS
方磊 2020 ^[30]	36/18/18	YJJ	24 周	TUGT
Saravanakumar 2014 ^[27]	33/11/11/11	TC - A;YG - A	14 周	BBS
Tsang 2013 ^[26]	116/61/55	QG	12 周	GS; TUGT
Zhu 2019 ^[29]	55/28/27	TC;WBV	8 周	GS; MM
朱高峰 2019 ^[28]	63/32/31	YJJ	12 周	GS

注:GS:握力;TUGT:起立行走计时测试;BBS:Berg 平衡量表;FRT:功能性前伸测试;MM:骨骼肌质量。BDJ:八段锦 (Baduanjin);TC:太极拳 (Tai Chi);YJJ:易筋经 (Yijinjing);WQX:五禽戏 (Wuqinxi);QG:气功 (Qigong);WBV:全身振动训练 (Whole - Body Vibration);CWBV:联合全身振动训练 (Combination Whole - Body Vibration Training);MIX - I:混合强化训练 (Mixed Intensive Training);MIX - M:混合正念运动 (Mixed Mindfulness Training);DTQ:地躺拳 (Ditangquan);TC - A:辅助性太极拳 (Tai Chi Assisted);YG - A:辅助性瑜伽 (Yoga Assisted);MI:正念干预 (Mindfulness Intervention)。

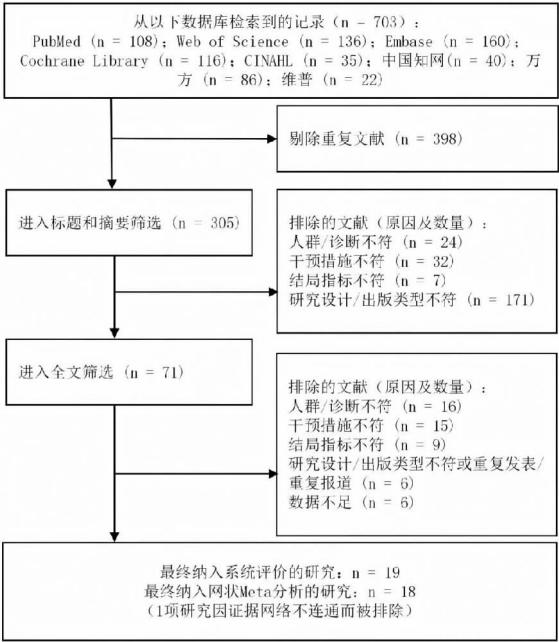
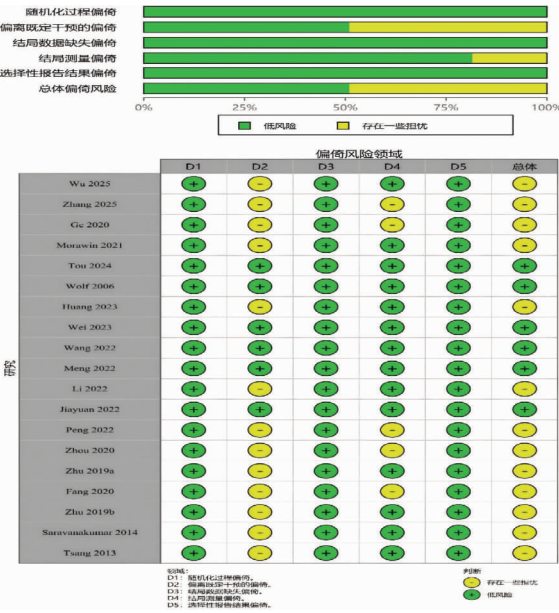


图 1 PRISMA 2020 文献筛选流程

Fig. 1 PRISMA 2020 flow diagram of study selection

2.3 网络结构、异质性与一致性 围绕 4 个结局共形成 5 个最终分析网络:握力、TUGT 单一干预子网络、TUGT 混合干预子网络、平衡功能和骨骼肌质量。各网络均以对照组为主要连接节点,活性干预之间直



注:D1,随机化过程;D2,偏离预期干预;D3,结局数据缺失;D4,结局测量;D5,选择性报告;Overall,总体偏倚风险。绿色“+”表示低风险,黄色“-”表示一定关注。采用 RoB 2 工具评价。

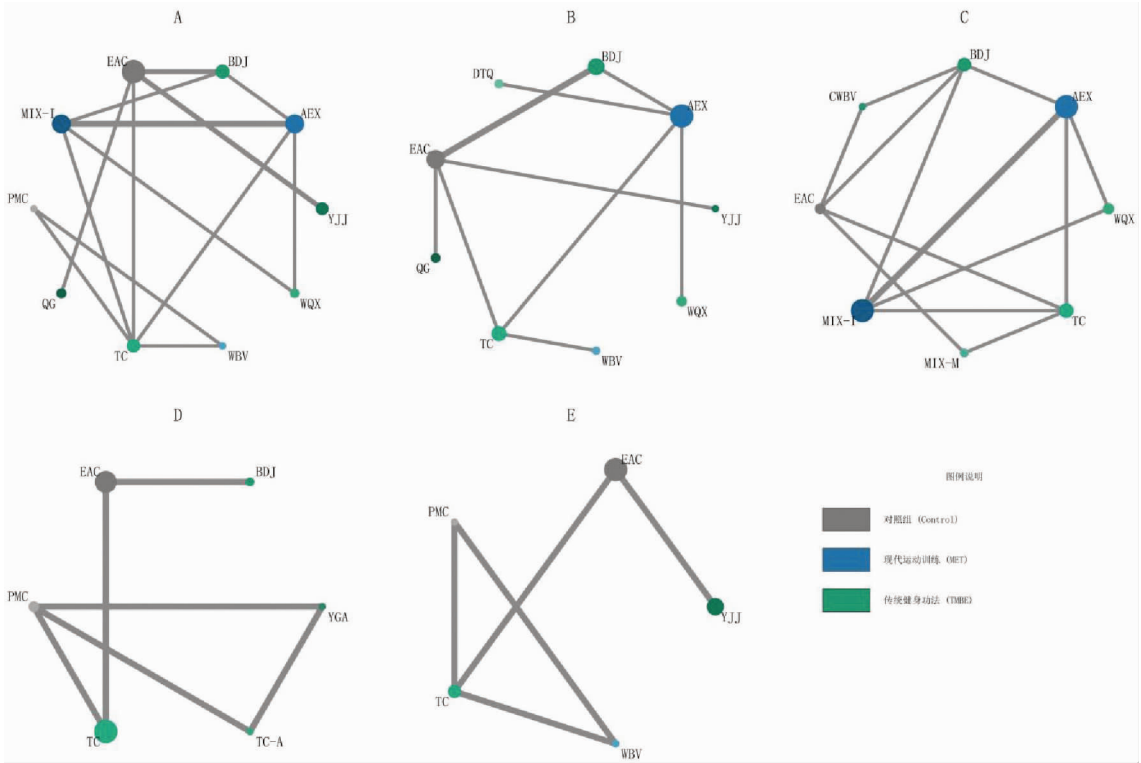
图 2 纳入研究偏倚风险评价结果 (A: 总体偏倚风险条形图; B: 各研究分领域偏倚风险交通灯图)

Fig. 2 Risk - of - bias assessment results of included studies (A: overall risk - of - bias bar plot; B: domain - specific risk - of - bias traffic - light plot)

接比较相对有限;握力网络连接相对充分,平衡功能和骨骼肌质量网络较稀疏(图 3)。逐一排除敏感性分析提示 Wu 2025^[13]为主要异质性来源;排除后异质性降至 $\tau^2=0$ 、 $I^2=0\%$,未提示明显全局或局部不一致性。故握力结果均基于该最终敏感性模型。TUGT

按实施模式拆分后仍存在一定异质性;平衡功能和骨骼肌质量网络较稀疏,相关估计需谨慎解释。

2.4 网状 Meta 分析结果 各结局主要比较的效应量及 P -score 排序见表 2;主要比较的 CINeMA 评估及各评价域判断见表 3。



注:A:握力(GS);B:TUGT—单一干预子网络;C:TUGT—混合干预子网络;D:平衡功能(BBS/FRT);E:骨骼肌质量(MM)。节点表示干预或对照,大小与累计样本量成正比;连线表示直接比较,粗细与研究数量成正比。AEX:主动抗阻/力量耐力训练(Active Exercise Strength/Endurance Training);EAC:教育/注意力对照(Education/Attention Control);PMC:被动/最小干预对照(Passive/Minimal Control),其余干预缩写同表 1。

图 3 不同运动干预对老年肌少症及衰弱患者主要结局的治疗网状图

Fig. 3 Network plots of different exercise interventions for major outcomes in older adults with sarcopenia and frailty

2.4.1 握力 以教育/注意力对照为参考,主动抗阻/力量耐力训练改善握力的效果最明显,混合强化训练次之。在传统功法中,易筋经和八段锦优于教育/注意力对照;五禽戏、气功及太极拳差异均无统计学意义。探索性剂量-反应 Meta 回归未见训练剂量与握力效应量之间显著线性关联。主要比较的效应量及排序见表 2,证据确定性见表 3。

2.4.2 起立行走计时测试(TUGT) 在混合干预子网络中,以主动抗阻/力量耐力训练为参考,混合正念运动和联合全身振动训练差异有统计学意义,但

95% CI 较宽;其余比较差异无统计学意义。在单一干预子网络中,以教育/注意力对照为参考,易筋经和八段锦差异有统计学意义,但估计区间较宽;其余比较均未见显著差异。两个子网络主要比较见表 2,证据确定性见表 3。

2.4.3 平衡功能与骨骼肌质量 平衡功能网络中,八段锦和太极拳排序相对靠前,但差异均无统计学意义。骨骼肌质量网络中,易筋经、太极拳和全身振动训练与被动/最小干预对照比较均无统计学意义。主结果汇总见表 2,主要比较的证据确定性见表 3。

表 2 不同运动干预对老年肌少症及衰弱患者主要结局的主结果汇总

干预	参考干预	[SMD (95% CI)]	P - score	排序 ^a
握力(GS)				
AEX	EAC	1.18(0.75, 1.61)	1.00	1

(续表)

干预	参考干预	[SMD (95% CI)]	P – score	排序 ^a
MIX – I		0.98(0.55, 1.41)	0.89	2
YJJ		0.43(0.14, 0.73)	0.66	3
BDJ		0.37(0.01, 0.72)	0.61	4
WQX		0.35(–0.18, 0.89)	0.58	5
WBV		0.10(–0.59, 0.80)	0.40	6
QG		0.10(–0.27, 0.47)	0.37	7
TC		–0.16(–0.59, 0.27)	0.15	9
PMC		–0.32(–1.02, 0.38)	0.09	10
起立行走计时测试(TUGT) – 单一干预子网络				
YJJ	EAC	1.26(0.00, 2.52)	0.86	1
TC		0.73(–0.18, 1.64)	0.70	2
BDJ		0.72(0.09, 1.36)	0.70	3
AEX		0.64(–0.32, 1.60)	0.65	4
WQX		0.39(–1.02, 1.81)	0.50	5
QG		0.11(–0.96, 1.18)	0.37	6
WBV		0.06(–1.39, 1.50)	0.35	7
DTQ		–0.66(–2.12, 0.80)	0.10	9
起立行走计时测试(TUGT) – 混合干预子网络				
MIX – M	AEX	1.21(0.36, 2.06)	0.94	1
CWBV		1.01(0.07, 1.95)	0.89	2
MIX – I		0.30(–0.07, 0.67)	0.65	3
TC		0.16(–0.38, 0.70)	0.51	4
BDJ		–0.04(–0.57, 0.49)	0.35	6
WQX		–0.19(–0.77, 0.39)	0.25	7
EAC		–0.69(–1.40, 0.01)	0.03	8
平衡功能(BBS/ FRT)				
BDJ	EAC	0.53(–0.11, 1.16)	0.96	1
TC		0.03(–0.20, 0.25)	0.69	2
YG – A		–0.43(–1.66, 0.80)	0.47	4
PMC		–1.09(–1.66, –0.52)	0.15	5
TC – A		–1.26(–2.35, –0.17)	0.09	6
骨骼肌质量(MM)				
YJJ	PMC	0.40(–0.48, 1.29)	0.74	1
TC		0.32(–0.23, 0.87)	0.65	2
WBV		0.25(–0.28, 0.78)	0.55	3
EAC		0.14(–0.67, 0.95)	0.34	4

注: SMD, 标准化均数差; CI, 置信区间。缩写同表 1 和图 3。P – score 越大表示排序越靠前。a: 排序基于相应网络或子络中的全部干预节点, 参考干预参与排序但未在表中重复列示, 因此部分排序序号不连续。TUGT 已统一效应方向, SMD > 0 表示干预效果更优; 其结果及排序仅限相应子网络内部解释。95% CI 不包含 0 为差异有统计学意义。

表 3 各结局主要比较的 CINeMA 证据确定性评估										
Table 3 CINeMA assessment of confidence in the evidence for major comparisons across outcomes										
结局/网络	干预	参考干预	研究内偏倚	报告偏倚	间接性	不精确性	异质性	不一致性	降级分值	证据确定性
握力(GS)	AEX	EAC	0	0	0	0	0	0	0	高
	MIX – I		0	0	0	0	0	0	0	高
	YJJ		1	0	0	1	0	0	2	低
	BDJ		0	0	1	1	0	0	2	低
	WQX		0	0	0	2	0	0	2	低
	WBV		1	0	0	2	0	0	3	极低
	QG		1	0	0	2	0	0	3	极低
	TC		1	0	1	2	0	0	4	极低
	PMC		1	0	0	2	0	0	3	极低
TUGT – 单一干预子网络	YJJ	EAC	1	0	0	0	1	0	2	低
	TC		0	0	1	1	1	0	3	极低
	BDJ		1	0	0	1	1	0	3	极低
	AEX		0	0	0	2	1	0	3	极低

(续表)

结局/网络	干预	参考干预	研究内偏倚	报告偏倚	间接性	不精确性	异质性	不一致性	降级分值	证据确定性
TUGT – 混合干预子网络	WQX	AEX	0	0	0	2	1	0	3	极低
	QG		1	0	0	2	1	0	4	极低
	WBV		0	0	0	2	1	0	3	极低
	DTQ		0	0	0	2	1	0	3	极低
	MIX – M		0	0	0	0	1	0	1	中等
	CWBV		0	0	0	2	1	0	3	极低
	MIX – I		0	0	0	2	1	0	3	极低
	TC		0	0	0	2	0	0	2	低
	BDJ		0	0	0	2	0	0	2	低
	WQX		0	0	0	2	0	0	2	低
平衡功能 (BBS/FRT)	EAC	EAC	0	0	0	1	1	1	3	极低
	BDJ		1	0	0	2	0	0	3	极低
	TC		0	0	1	2	0	0	3	极低
	YG – A		1	0	1	2	0	0	4	极低
	PMC		1	0	1	0	0	0	2	低
	TC – A		1	0	1	1	0	0	3	极低
	YJJ		1	0	0	2	0	0	3	极低
骨骼肌质量 (MM)	TC	PMC	1	0	0	2	0	0	3	极低
	WBV		1	0	0	2	0	0	3	极低
	EAC		1	0	0	2	0	0	3	极低

注:缩写同表 1 和图 3。本表基于 CINeMA 框架,从研究内偏倚、报告偏倚、间接性、不精确性、异质性和不一致性 6 域评价证据确定性。0 = 低风险/未检出,1 = 一定担忧,2 = 严重担忧。降级分值为 6 域编码之和;0、1、2、≥3 分别对应高、中等、低和极低证据确定性。

2.5 干预排序 *P* – score 排序见表 2。排序仅反映相对概率,不能替代效应量、95% *CI* 和证据确定性的综合判断。

2.6 发表偏倚 握力网络比较校正漏斗图总体对称,Egger 检验未提示小样本效应或发表偏倚 (*P* = 0.599)。

3 讨 论

本研究基于网状 Meta 分析比较不同运动干预对老年肌少症及衰弱患者多维结局的相对效果。结果表明,不同干预具有结局特异性,尚无一种干预可在全部结局中均表现最优。

握力结果提示,主动抗阻/力量耐力训练改善效果最明显,混合强化训练次之,且两者均为高确定性证据;这一结果与训练特异性原则一致^[5–6]。传统功法中,易筋经和八段锦也显示统计学优势,但证据确定性均为低,主要受不精确性以及部分比较的研究内偏倚或间接性影响,因此更宜解释为可能有效的补充方案。探索性剂量 – 反应 Meta 回归未见显著线性关联,提示现有证据下握力获益可能更多与干预类型和训练内容有关,而非单纯取决于训练剂量。

TUGT 属于复合性功能结局,涉及下肢力量、平衡、步行速度和协调性等多维能力。混合干预子网络中,混合正念运动差异有统计学意义且证据确定性为中等;联合全身振动训练虽差异有统计学意义,但证据确定性为极低。单一干预子网络中,易筋经和八段

锦差异有统计学意义,但分别为低和极低确定性证据,仅提示潜在改善趋势。TUGT 结果来自拆分后的独立子网络,不能跨子网络直接比较。

平衡功能和骨骼肌质量均未形成稳定优效证据。平衡功能网络中,八段锦和太极拳排序相对靠前,但未达到统计学显著且证据确定性均为极低;骨骼肌质量网络中,易筋经、太极拳和全身振动训练等比较亦未达到统计学显著,证据确定性均为极低。上述结果可能与纳入研究数量少、网络较稀疏、测量工具不一致,以及骨骼肌质量变化受训练强度、营养摄入和干预周期共同影响有关。

本研究存在以下局限性:第一,握力网络中 Wu 2025^[13]因敏感性分析被识别为异质性主要来源而被排除,可能影响结论的外推性;第二,纳入研究主要来自中国,地域代表性有限;第三,部分比较主要依赖间接证据,且 TUGT、平衡功能和骨骼肌质量多项比较的证据确定性为低或极低,排序结果不能替代效应量、95% *CI* 和证据确定性的综合判断;第四,各传统功法的具体动作编排、教学方式和标准化程度存在差异,且研究未系统评价安全性、依从性和成本等临床决策相关指标。后续需开展更大样本、结局更完整且包含直接比较的随机对照试验。

4 结 论

不同运动干预作用具有结局特异性。现有高确定性证据支持主动抗阻/力量耐力训练改善握力,混

合强化训练次之;传统功法中易筋经和八段锦也显示一定握力获益,但证据确定性较低。部分单一或混合干预可能有助于改善 TUGT,但相关结果仅限于网络内部解释;平衡功能和骨骼肌质量尚缺乏稳定优效证据。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis [J]. Age and Ageing, 2019, 48(1): 16-31.
- [2] Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment [J]. Journal of the American Medical Directors Association, 2020, 21(3): 300-307. e2.
- [3] Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype [J]. The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 2001, 56(3): M146-M156.
- [4] Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, et al. International exercise recommendations in older adults (ICFSR): expert consensus guidelines [J]. Journal of Nutrition Health & Aging, 2021, 25(7): 824-853.
- [5] Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, et al. International clinical practice guidelines for sarcopenia (ICFSR): screening, diagnosis and management [J]. Journal of Nutrition Health & Aging, 2018, 22(10): 1148-1161.
- [6] Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, et al. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association [J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2019, 33(8): 2019-2052.
- [7] Huang CY, Mayer PK, Wu MY, et al. The effect of Tai Chi in elderly individuals with sarcopenia and frailty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Ageing Research Reviews, 2022, 82(2): 101747.
- [8] Niu K, Liu YL, Yang F, et al. Efficacy of traditional Chinese exercise for sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Frontiers in Neuroscience, 2022, 16(2): 1094054.
- [9] Zhang XP, Jiang WD, Chen ZQ, et al. Effects of Yijinjing on enhancing muscle strength and physical performance in older individuals: a systematic review and meta-analysis [J]. Front Med (Lausanne), 2024, 11(1): 1441858.
- [10] Rücker G, Schwarzer G. Ranking treatments in frequentist network meta-analysis works without resampling methods [J]. BMC Medical Research Methodology, 2015, 15(1): 58.
- [11] Chaimani A, Salanti G. Using network meta-analysis to evaluate the existence of small-study effects in a network of interventions [J]. Research Synthesis Methods, 2012, 3(2): 161-176.
- [12] Nikolakopoulou A, Higgins J, Papakonstantinou T, et al. CINeMA: an approach for assessing confidence in the results of a network meta-analysis [J]. PLOS Medicine, 2020, 17(4): e1003082.
- [13] Wu K, Chen X, Long K, et al. Efficacy of Baduanjin exercise for sarcopenia in older adults: a 24-week randomized controlled trial [J]. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 2025, 16(6): e70163.
- [14] 张涛, 马天翼, 骆丽, 等. 易筋经对老年肌少症患者肌肉力量及慢性炎症的影响 [J]. 南京中医药大学学报, 2025, 41(3): 399-404.
Zhang T, Ma TY, Luo L, et al. Effect of Yijinjing on muscle strength and chronic inflammation in elderly patients with sarcopenia [J]. Journal of Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, 2025, 41(3): 399-404. (In Chinese)
- [15] Tou NX, Goh SF, Harding S, et al. Effectiveness of community-based Baduanjin exercise intervention for older adults with varying frailty status: a randomized controlled trial [J]. European Review of Aging and Physical Activity, 2024, 21(1): 28-39.
- [16] Wei M, He S, Meng D, et al. Hybrid exercise program enhances physical fitness and reverses frailty in older adults: insights and predictions from machine learning [J]. The Journal of Nutrition, Health & Aging, 2023, 27(10): 894-902.
- [17] 黄墩兵, 林忠华, 姜财, 等. 全身振动训练联合八段锦运动对老年肌少症患者姿势稳定性的影响 [J]. 中国康复, 2023, 38(7): 430-433.
Huang DB, Lin ZH, Jiang C, et al. Effects of whole-body vibration training combined with Baduanjin exercise on postural stability in elderly patients with sarcopenia [J]. Chinese Journal of Rehabilitation, 2023, 38(7): 430-433. (In Chinese)
- [18] Wang ZY, Meng DY, He SC, et al. The effectiveness of a hybrid exercise program on the physical fitness of frail elderly [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(17): 11063.
- [19] Li ZR, Ma YJ, Zhuang J, et al. Ditangquan exercises based on safe-landing strategies prevent falls and injury among older individuals with sarcopenia [J]. Front Med (Lausanne), 2022, 9(1): 936314.
- [20] Meng DY, Guo HZ, Liang SY, et al. Effectiveness of a hybrid exercise program on the physical abilities of frail elderly and explainable artificial-intelligence-based clinical assistance [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(12): 6988.
- [21] Jiayuan Z, Xiang-Zi J, Li-Na M, et al. Effects of mindfulness-based Tai Chi Chuan on physical performance and cognitive function among cognitive frailty older adults: a six-month follow-up of a randomized controlled trial [J]. The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease, 2022, 9(1): 104-112.
- [22] 彭天忠, 朱满华, 林星镇, 等. 新编易筋经锻炼对老年肌少症患者下肢运动功能和平衡功能的影响 [J]. 按摩与康复医学, 2022, 13(17): 21-26.
Peng TZ, Zhu MH, Lin XZ, et al. Effect of new Yijinjing exercise on lower limb motor function and balance function in senile patients with sarcopenia [J]. Chinese Manipulation & Rehabilitation Medicine, 2022, 13(17): 21-26. (In Chinese)
- [23] Morawin B, Tylutka A, Chmielowiec J, et al. Circulating mediators of apoptosis and inflammation in aging: physical exercise intervention [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(6): 3165.
- [24] 周苏坡, 邹颖, 孙小斐, 等. 八段锦预防老年肌少症人群跌倒的研究 [J]. 体育科技, 2020, 41(6): 27-28, 30.
Zhou SP, Zou Y, Sun XF, et al. Research on Baduanjin for preventing falls in elderly patients with sarcopenia [J]. Sport Science and Technology, 2020, 41(6): 27-28, 30. (In Chinese)
- [25] Wolf SL, O'Grady M, Easley KA, et al. The influence of intense Tai Chi training on physical performance and hemodynamic

outcomes in transitionally frail, older adults[J]. The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 2006, 61(2): 184-189.

[26] Tsang HWH, Lee JLC, Au DWH, et al. Developing and testing the effectiveness of a novel health qigong for frail elders in Hong Kong: a preliminary study[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2013, 2013(2): 827392.

[27] Saravanakumar P, Higgins IJ, Van DRJ, et al. The influence of Tai Chi and yoga on balance and falls in a residential care setting: a randomised controlled trial[J]. Contemporary Nurse, 2014, 48(1): 76-87.

[28] 朱高峰, 罗开涛, 沈志方, 等. 推拿功法易筋经对老年骨骼肌减少症者肌力的影响[J]. 中华全科医学, 2019, 17(8): 1388-1391.

Zhu GF, Luo KT, Shen ZF, et al. Effect of Yijinjing on muscle strength of senile patients with sarcopenia[J]. Chinese Journal of General Practice, 2019, 17(8): 1388-1391. (In Chinese)

[29] Zhu YQ, Peng N, Zhou M, et al. Tai Chi and whole-body vibrating therapy in sarcopenic men in advanced old age: a clinical randomized controlled trial[J]. European Journal of Ageing, 2019, 16(3): 273-282.

[30] 方磊, 李振瑞, 陶旭辰, 等. 易筋经对老年骨骼肌减少症平衡障碍患者跌倒风险影响的临床研究[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(3): 319-323.

Fang L, Li ZR, Tao XC, et al. Effects of Yijinjing on the risk of falling of sarcopenia and disequilibrium elderly [J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2020, 35(3): 319-323. (In Chinese)

[31] 戈玉杰, 吴庆文, 高志鹏, 等. 简式太极拳训练对老年衰弱前期衰弱水平和平衡能力的影响[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(3): 563-566.

Ge YJ, Wu QW, Gao ZP, et al. Effects of simplified Tai Chi training on frailty level and balance ability in prefrail older adults [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2020, 40(3): 563-566. (In Chinese)

收稿日期: 2026-03-20

(上接第 3033 页)

[10] 熊文婧, 徐杰茹, 张敏, 等. 2005—2019 年中国脑卒中发病与死亡趋势及未来十年预测[J]. 现代预防医学, 2024, 51(1): 15-20.

Xiong WJ, Xu JR, Zhang M, et al. Incidence and mortality trend of stroke in China from 2005 to 2019 and its forecast in the next decade[J]. Modern Preventive Medicine, 2024, 51(1): 15-20. (In Chinese)

[11] Zhang XZ, Xu CY, Zhang H, et al. Gallbladder cancer incidence and mortality rate trends in China: analysis of data from the population-based cancer registry[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 3122.

[12] 王瑾瑶, 张年萍, 白志强, 等. 1993—2017 年中国宫颈癌发病率和死亡率长期趋势的年龄-时期-队列模型分析[J]. 中国全科医学, 2022, 25(13): 1564-1568.

Wang JY, Zhang NP, Bai ZQ, et al. Age-period-cohort analysis of secular trends of cervical cancer incidence and mortality in China, 1993-2017 [J]. Chinese General Practice, 2022, 25(13): 1564-1568. (In Chinese)

[13] 陈悦, 徐杰茹, 杨钟泽, 等. 2005—2015 年全国肝癌发病趋势分析[J]. 实用预防医学, 2021, 28(10): 1180-1184.

Chen Y, Xu JR, Yang ZZ, et al. Incidence tendency of hepatocellular carcinoma in China, 2005-2015 [J]. Practical Preventive Medicine, 2021, 28(10): 1180-1184. (In Chinese)

[14] 陈慧, 杨森. 2004—2017 年中国淋病发病与死亡趋势分析[J]. 现代预防医学, 2022, 49(11): 1937-1944.

Chen H, Yang S. Incidence and mortality of gonorrhoea in China, 2004-2017 [J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(11): 1937-1944. (In Chinese)

[15] 卢文杰. 中国淋病时空分布特征及疾病负担估计的研究[D]. 南京: 南京医科大学, 2024.

LU WJ. Study on the spatial-temporal distribution characteristics and disease burden estimation of gonorrhea in China[D]. Nanjing: Nanjing Medical University, 2024. (In Chinese)

[16] 胡冠豪, 许凤妮, 王砚蕾, 等. 2010—2021 年广西淋病流行特征与趋势分析[J]. 中国艾滋病性病, 2023, 29(2): 214-217.

Hu GH, Xu FN, Wang YL, et al. The epidemiological characteristics and trend analysis of gonorrhea in Guangxi, 2010-2021 [J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2023, 29(2): 214-217. (In Chinese)

[17] 王洪琳, 蔡于茂, 蓝丽娜, 等. 深圳市 2016 年淋病疫情上升的影响因素[J]. 国际流行病学传染病学杂志, 2019, 46(4): 301-305.

Wang HL, Cai YM, Lan LN, et al. Factors associated with the raising prevalence of gonorrhea in Shenzhen in 2016 [J]. International Journal of Epidemiology and Infectious Disease, 2019, 46(4): 301-305. (In Chinese)

[18] 郭艳, 张秀劼, 张小斌, 等. 云南省性病疫情影响因素调查分析[J]. 皮肤病与性病, 2016, 38(6): 428-431.

Guo Y, Zhang XJ, Zhang XB, et al. Investigation and analysis on influencing factors of sexually transmitted diseases epidemic in Yunnan Province [J]. Dermatology and Venereology, 2016, 38(6): 428-431. (In Chinese)

[19] 买力曼·巴哈尼, 萨拉瓦提·哈日特别克, 聂艳武, 等. 基于年龄-时期-队列模型分析 2006—2020 年中国冠心病死亡趋势[J]. 现代预防医学, 2023, 50(2): 193-198.

Mailman·B, Salawati·H, NIE YW, et al. Analysis of coronary heart disease mortality trend in China from 2006 to 2020 based on age-period-cohort model [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(2): 193-198. (In Chinese)

[20] 余莉, 王一卉, 王鹏举, 等. 2014—2018 年中国大陆地区淋病流行趋势及空间分布特征[J]. 中华疾病控制杂志, 2021, 25(8): 885-890, 954.

Yu L, Wang YH, Wang PJ, et al. Epidemiological trend and spatial distribution characteristics of gonorrhea in mainland China, 2014—2018 [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2021, 25(8): 885-890, 954. (In Chinese)

[21] Lu ZZ, Ji WD, Yin Y, et al. Analysis on the trend of AIDS incidence in Zhejiang, China based on the age-period-cohort model (2004-2018) [J]. BMC Public Health, 2021, 21(1): 1077.

[22] 高雅, 陈璐, 高青, 等. 流动人口聚集地区重点性传播疾病发病预测与防控策略[J]. 医学与哲学(A), 2017, 38(4): 43-46.

Gao Y, Chen L, Gao Q, et al. Prediction of the incidence and prevention and control strategies of major sexually transmitted diseases in districts with high density of floating population [J]. Medicine & Philosophy, 2017, 38(4): 43-46. (In Chinese)

[23] 杨振, 王念, 王宇. 中国性病疫情的时空差异与经济驱动机制——以淋病、梅毒为例[J]. 热带地理, 2016, 36(5): 761-766.

Yang Z, Wang N, Wang Y. Spatial-temporal differences and economic driving mechanism of STD epidemic in China: a case study of gonorrhea and syphilis [J]. Tropical Geography, 2016, 36(5): 761-766. (In Chinese)

收稿日期: 2026-04-01