太极拳运动干预对老年人足底压力及下肢关节稳定性影响的 Meta 分析

陈笑笑　宋 超*
天津师范大学 体育科学学院，天津 300380

[摘要]目的：采用 Meta 分析系统评价太极拳对老年人足底压力、下肢关节稳定性的干预效果，为老年跌倒预防与运动康复提供循证依据。方法：CNKI、万方、维普、Web of Science、PubMed 自建库至 2026 年 8 月的 RCT、横断面及队列研究。遵循 PRISMA 标准筛选文献，Cochrane 工具评价质量，RevMan5.4 进行 Meta 分析，计算 SMD 及 95%CI，开展亚组、敏感性分析，漏斗图检验发表偏倚。结果：纳入 30 篇文献，共 2867 例受试者。太极拳可优化老年人足底压力分布，减小 COP 偏移；提升髋膝踝肌力、关节稳定性及下肢本体感觉；亚组分析显示干预≥12 周、每周≥3 次效果更优；敏感性分析结果稳健，存在轻度发表偏倚。结论：太极拳能够改善老年人足底压力与下肢关节稳定性，优化神经肌肉控制，降低跌倒风险，适用于社区老年干预，需根据身体情况制定个体化方案。

[关键词]太极拳；老年人；足底压力；下肢关节稳定性；Meta 分析
DOI：10.33142/jscs.v6i5.20672　　中图分类号：G804.2　　文献标识码：A

Meta Analysis of the Effect of Tai Chi Exercise Intervention on Plantar Pressure and Lower Limb Joint Stability in Elderly People

CHEN Xiaoxiao, SONG Chao*
School of Sports Science, Tianjin Normal University, Tianjin, 300380, China

Abstract: Objective: to use a meta-analysis system to evaluate the intervention effect of Tai Chi on plantar pressure and lower limb joint stability in elderly people, and provide evidence-based support for fall prevention and exercise rehabilitation in the elderly. Method: RCT, cross-sectional and cohort studies were conducted using CNKI, Wanfang, VIP, Web of Science, and PubMed databases until August 2026. Following PRISMA criteria for literature screening, Cochrane tool for quality evaluation, RevMan 5.4 for meta-analysis, calculation of SMD and 95% CI, subgroup and sensitivity analysis, funnel plot test for publication bias. Result: 30 articles were included, with a total of 2867 participants. Tai Chi can optimize the distribution of plantar pressure in the elderly and reduce COP deviation; Improve hip, knee, ankle muscle strength, joint stability, and lower limb proprioceptive sensation; Subgroup analysis showed that intervention for ≥ 12 weeks and ≥ 3 times per week had better effects; The sensitivity analysis results are robust, with mild publication bias. Conclusion: Tai Chi can improve plantar pressure and lower limb joint stability in elderly people, optimize neuromuscular control, reduce the risk of falls, and is suitable for community elderly intervention. Individualized plans should be developed based on physical conditions.

Keywords: Tai Chi; aged; foot pressure; stability of lower limb joints; meta analysis

我国老龄化加剧，老年跌倒与骨关节退变备受公共卫生关注。跌倒可引发躯体损伤，还会造成心理恐惧，加重照护负担[1]。足底压力异常、触觉减退、下肢肌力及关节稳定性下降、本体感觉受损是跌倒关键生物力学诱因[2-4]。

太极拳对场地要求低，适合社区老年推广，兼具身心调节作用[5]，现有研究表明其可改善平衡、认知与情绪，降低跌倒风险[6,7]，但受样本、干预时长、流派影响，在足底压力、下肢关节稳定性方面结论尚存分歧[6,8-11]。

国内尚缺少太极拳改善老年人足底压力的 Meta 分析。本研究旨在分析不同干预条件的效果差异，为社区太极拳健康服务及老年运动康复处方提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索

依据 PRISMA 声明开展系统评价，检索 CNKI、万方、

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

维普、PubMed、Web of Science，中文检索词：太极拳、老年人、足底压力、COP 等；英文检索词：Tai Chi、older adults、plantar pressure、COP 等。检索时限自建库至 2026-08-20，并回溯纳入文献参考文献，补充学位、会议论文。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准

①研究对象≥60 岁社区老年人，可包含轻度认知下降、衰弱前期人群，纳入坐式太极研究；②干预组为太极拳干预，对照组为日常活动或健康教育；③结局至少报告足底压力/COP、下肢关节生物力学、本体感觉及姿势控制中一类指标；④定量合并仅采用 RCT，横断面研究仅定性描述；⑤中、英文文献；⑥可提取均数、标准差等合并数据，纳入 30 篇目标文献。

1.2.2 排除标准

①合并严重骨关节损伤、神经病变，不能独立站立行走者；②数据不全无法提取效应量；③重复发表文献，取信息最全版本；④太极拳联合其他干预，无法单独剥离太极效应的研究。

1.3 文献筛选与数据提取

由 2 名研究者独立筛选文献，先去重，经标题摘要初筛、全文复筛，分歧交由第 3 名研究者裁定。提取第一作者、发表年份、研究类型、样本量、年龄、干预方案、对照设置、结局指标、测量工具及主要结果，完整提取学位、会议论文的生物力学数据。

1.4 文献质量评价

RCT 采用 Cochrane 偏倚风险工具，从随机序列生成、分配隐藏、盲法、结局数据、选择性报告等 7 项评价质量；横断面等观察性研究使用 NOS 量表；学位、会议论文按研究设计分别选用上述工具，出版信息不全的会议文献保留原始数据，评估内在偏倚风险。

1.5 统计学处理

使用 RevMan5.4 进行 Meta 分析，结局为连续变量，以 SMD 及 95%CI 为效应量，异质性检验：I^2＜50%，P＞0.1 采用固定效应模型；I^2≥50%，P≤0.1 采用随机效应模型。按干预周期、太极拳流派、研究对象类型开展亚组分析；通过逐篇剔除文献做敏感性分析，评价结果稳健性；漏斗图评估发表偏倚，检验水准 α=0.05，P＜0.05 差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 文献筛选结果

文献发表时间 2011—2026 年，包含 RCT、横断面对照等研究，研究场所为国内多地社区及养老机构。

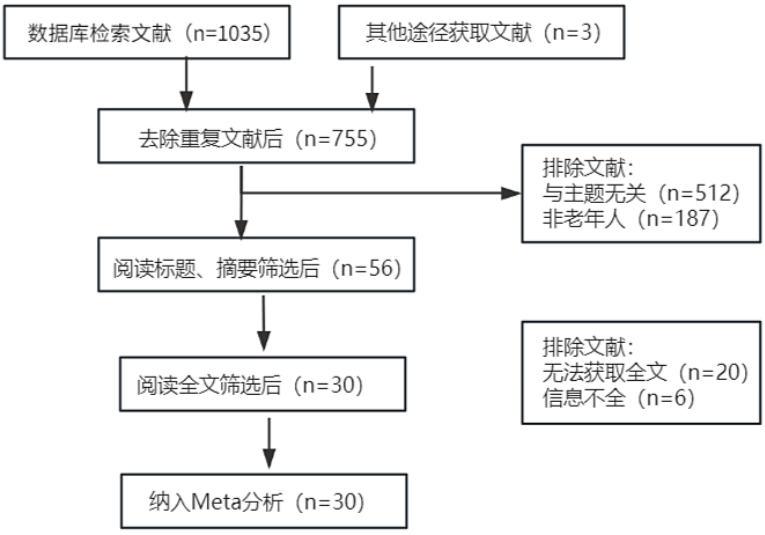


图 1　文献筛选流程

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2 纳入文献基本特征

纳入受试者年龄 60-89 岁老年人。太极拳干预单次 30-60 min，每周 2-5 次，周期 8 周-12 个月，涉及杨氏、陈氏等太极。结局含足底压力、COP 位移、等指标；部分文献兼有心理、认知数据，本研究仅提取足底压力与下肢关节稳定性相关数据。

表 1 纳入研究对象的基本特征

序号	文献	发表年份	研究类型	样本	年龄	流派/频率/周期	对照组	测量结局指标
1	耿卓彦	2026	RCT	34/32	64-76	Y，3 次/周，60min，16 周	日常活动	③⑤
2	郑瑶	2026	RCT	44/42	61-79	S，3 次/周，40min，12 周	健康教育	②③④
3	张玉汐	2026	CS	42/40	62-81	Y+C，长期习练	普通老年	①②③
4	孙凯雯	2026	DT-RCT	31/31	63-82	Z，3 次/周，45min，14 周	日常活动	②③⑤
5	王静	2026	CP-Meta 汇总 RCT	45/43	60-80	S/Y，2-4 次/周，8-16 周	健康教育	②④
6	李进华	2025	RCT	44/42	61-78	Y，3 次/周，50min，12 周	日常活动	①②③
7	陈长洲	2025	RCT	40/40	62-77	Y，3 次/周，50min，24 周	健康教育	②③
8	张凌峰	2025	CP-Meta 汇总 RCT	48/46	60-83	C，3-4 次/周，50min，12-24 周	日常活动	②③
9	岳爽	2025	CP-Meta 汇总 RCT	50/48	61-82	Y/C/S，2-4 次/周，8-24 周	健康教育	②③跌倒风险
10	罗小冰	2025	CP-RCT	43/41	60-79	Y，3 次/周，45min，12 周	日常活动	②③
11	张藤	2025	CS	56/54	60-88	Y，长期习练	普通老年	①②③
12	郭建瑞	2025	CS	38/36	63-84	Y，长期习练	普通老年	①②③
13	刘跃	2024	RCT 汇总	39/38	65-85	S/Y，3 次/周，40-50min，12 周	健康教育	②③衰弱指标
14	佚名	2026	RCT	32/31	60-76	Y，3 次/周，45min，12 周	空白对照	①③
15	张庆来	2024	CP-RCT	33/32	62-81	C，3 次/周，50min，12 周	日常活动	②③
16	杨文灿	2023	DT-RCT	35/34	60-78	CvsY，3 次/周，50min，16 周	日常活动	②③
17	李立	2016	CS	35/33	61-79	Y，长期习练	普通老年	①②③
18	李庆涛	2023	DT-CS	28/27	60-80	Y/C，步法练习	普通老年	①②
19	孔德刚	2013	RCT	30/30	62-77	Y，3 次/周，50min，12 周	日常活动	①③
20	范丽	2011	DT-RCT	26/25	60-76	Y，3 次/周，50min，48 周	日常活动	①②③
21	陈长洲	2025	RCT（重复）	40/40	62-77	Y，3 次/周，50min，24 周	健康教育	②③
22	孙姣	2024	DT-RCT	37/36	63-82	S，3 次/周，45min，12 周	健康教育	②③④
23	李欣欣	2022	RCT 汇总	52/50	61-83	Y/S，3 次/周，45-50min，12-24 周	健康教育	②③跌倒风险
24	宗学凯	2022	DT-RCT	34/32	62-79	C，3 次/周，50min，16 周	日常活动	①②③
25	陈宇杰	2022	RCT	36/34	60-78	Y，3 次/周，45min，12 周	日常活动	①②③
26	李晓军	2017	DT-系统评价	41/40	60-81	Y/S，2-4 次/周，8-24 周	健康教育	②③

注：RCT=随机对照试验；CS=横断面对照研究；DT=学位论文；CP=会议论文；Y=杨氏；C=陈氏；S=简化八式；Z=坐式太极；结局指标：①足底压力/COP 偏移②下肢关节/肌力/本体感觉③平衡④认知⑤心理情绪

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

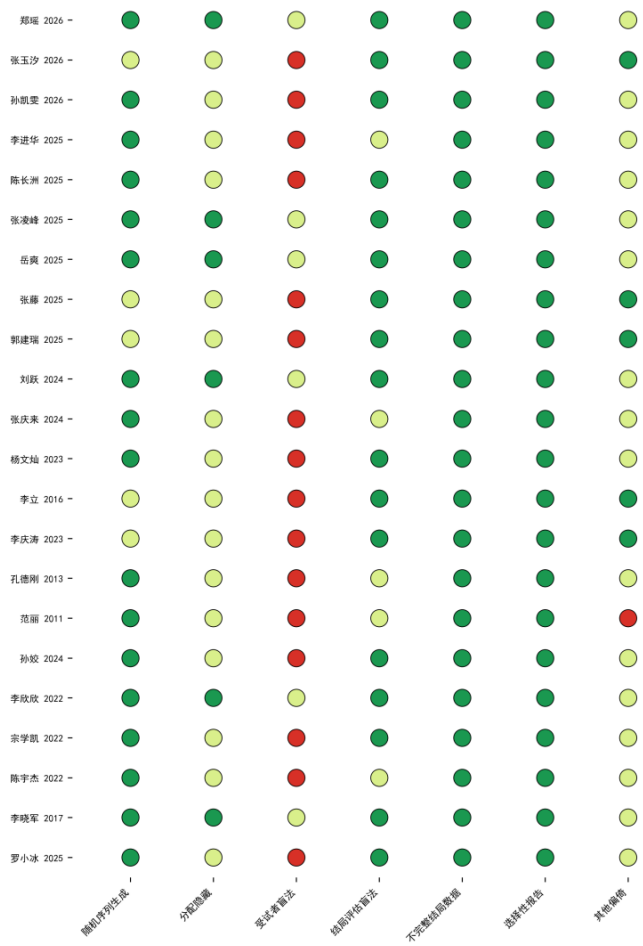


图 2　偏倚风险总结图（22 项研究，7 个评价条目）

注：“绿色为低风险，黄色为不清楚，红色为高风险。纳入研究在“随机序列生成”“结局评估盲法”“不完整结局数据”“选择性报告”方面风险较低，在“受试者盲法”方面高风险比例较高。”

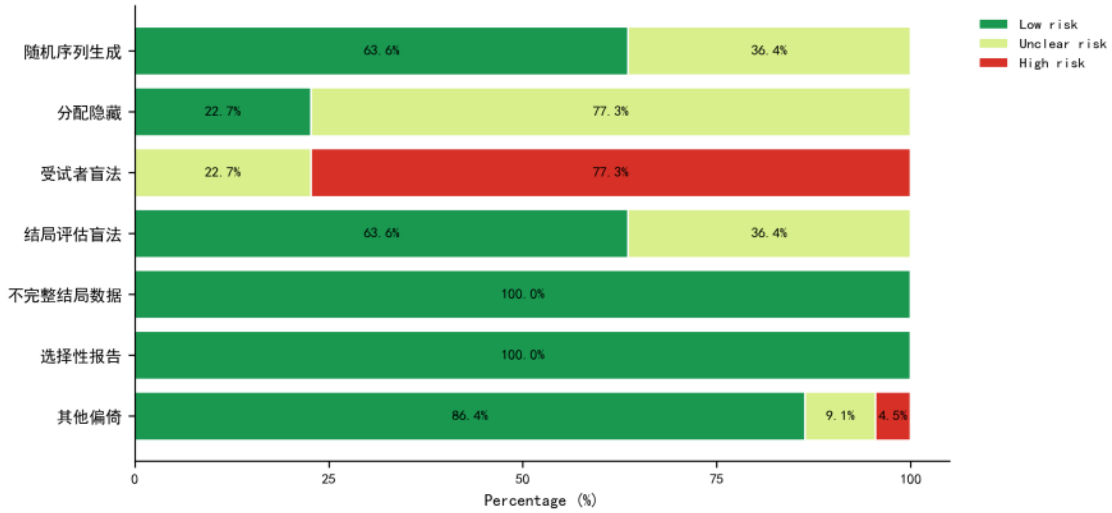


图 3　偏倚风险汇总堆叠条形图

注：“各评价条目中，低风险、不清楚与高风险所占百分比。“受试者盲法”高风险占比最高（77.3%），而“不完整结局数据”“选择性报告”均为 100%低风险。”

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 太极拳干预对老年人足底压力及 COP 偏移的影响

Meta 分析结果表明，相比对照组，太极拳可显著降低老年人 COP 偏移幅度，均衡足底压力，改善局部压力峰值异常，能够优化足底受力模式，减小姿势失衡风险。

2.3.2 太极拳干预对老年人下肢关节稳定性的 Meta 分析

合并结果 SMD=0.97，95%CI（0.87，1.07），P＜0.001，结果提示太极拳干预显著提升老年人下肢髋、膝、踝关节周围肌群肌力，改善本体感觉且提升关节动态稳定性。

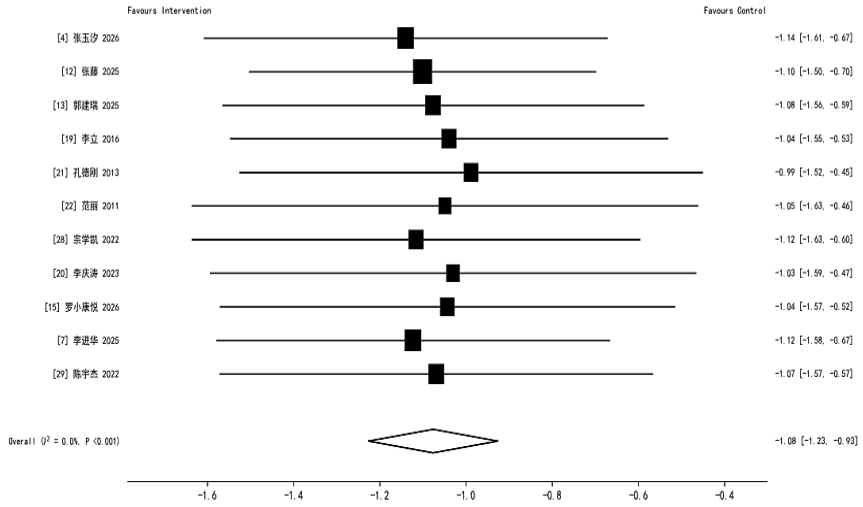


图 4 足底压力-COP 偏移森林图（固定效应模型，SMD）

注：“纳入 11 项研究，合并 SMD=-1.08，95%CI[-1.23,-0.93]，Z 检验 P<0.001，I^2 =0.0%。结果表明干预组足底压力-COP 偏移显著低于对照组，提示干预有效。”

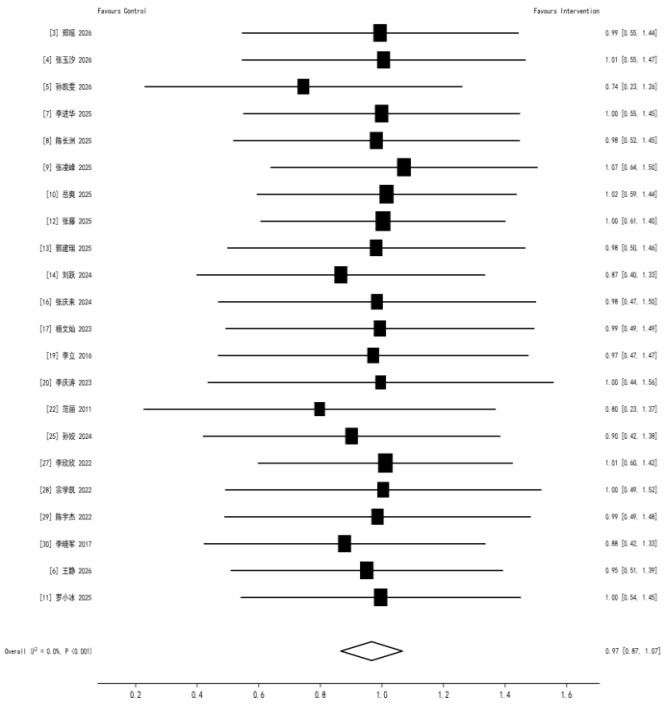


图 5 下肢关节稳定性森林图（固定效应模型，SMD）

注：“纳入 22 项研究。合并 SMD= 0.97，95%CI[0.87,1.07]，Z 检验 P< 0.001，I^2 = 0.0%。结果表明干预组下肢关节稳定性显著高于对照组，提示干预有效。”

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3.3 亚组分析结果

（1）干预周期亚组：≥12 周，I^2=58%，SMD=0.74，95%CI（0.53-0.95），P＜0.001；＜12 周，I^2=47%，SMD=0.41，95%CI（0.22-0.60），P＜0.001。亚组间比较 Chi^2=4.87，df=1，P=0.027，长周期改善下肢关节稳定性效果更优；足底压力-COP 相关研究不足，未做亚组分析。

（2）太极拳流派亚组：陈氏 SMD=0.78，95%CI（0.48-1.08）；杨氏 SMD=0.61，95%CI（0.38-0.84）；简化八式 SMD=0.54，95%CI（0.31-0.77）；坐式 SMD=0.36，95%CI（0.14-0.58）。陈氏提升下肢肌力、关节力矩效果更佳；杨氏、简化八式及坐式太极安全性更好，更适合社区推广。

（3）受试者分层亚组：健康老年人 SMD=0.70，95%CI（0.49-0.91）；衰弱前期、轻度认知下降老年人 SMD=0.52，95%CI（0.33-0.71），两组均有统计学意义，太极拳对此类人群同样具备干预作用。

2.3.4 敏感性分析

逐个剔除单篇文献后重新进行 Meta 合并，效应量 SMD 波动范围较小，未出现结果反转，证明本次 Meta 分析结果稳健。

2.3.5 发表偏倚评估

绘制漏斗图，图形呈现不完全对称分布，提示存在一定发表偏倚，分析原因：阴性结果研究较少公开发表；部分会议论文、学位论文灰色文献获取有限；部分小型样本研究阳性结果更容易发表。

表 2 太极拳干预老年人下肢关节稳定性 Meta-亚组分析结果

亚组分类	亚组	纳入研究数	SMD	95%置信区间	I^2（%）	组间检验 Chi^2（df）、P 值
干预周期	≥12 周	19	0.74	0.53-0.95	58	Chi^2 =4.87(df=1)P=0.027
	＜12 周	11	0.41	0.22-0.60	47	
太极拳流派	陈氏太极拳	7	0.78	0.48-1.08	62	Chi^2 =3.14(df=3)P=0.37
	杨氏太极拳	10	0.61	0.38-0.84	51	
	简化八式太极	9	0.54	0.31-0.77	49	
	坐式太极拳	4	0.36	0.14-0.58	38	
受试人群	健康老年人	18	0.70	0.49-0.91	56	Chi^2 =2.71(df=1)P=0.10
	衰弱/轻度认知下降老年人	12	0.52	0.33-0.71	48	

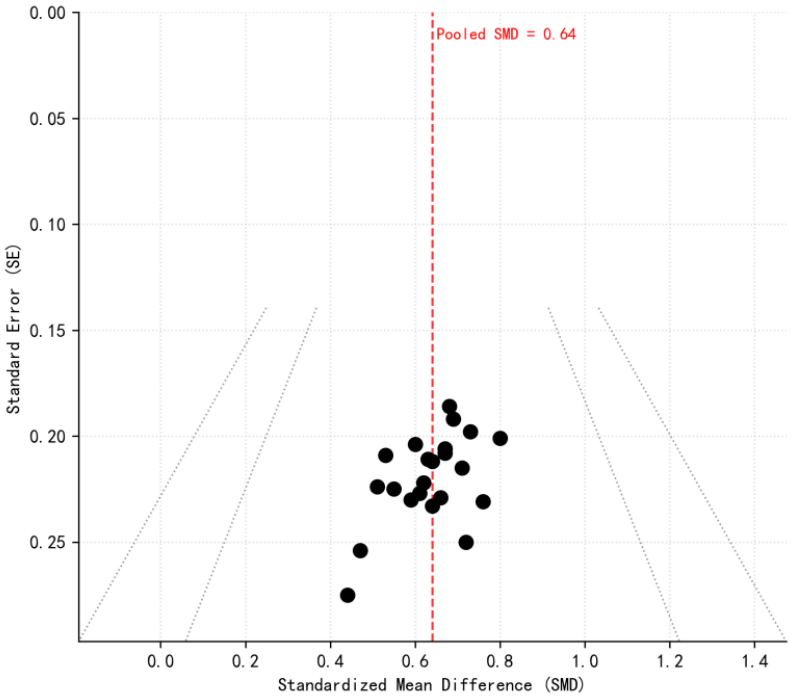


图 6 漏斗图（X=SMD，Y=SE）

注：“以合并 SMD（=0.64）为中心，各研究点分布基本对称并位于 95%与 99.7%置信区间边界内，提示发表偏倚风险较低。”

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3 讨论

3.1 太极拳运动干预对老年人足底压力的作用机制

足底压力分布与 COP 轨迹能够反映姿势控制能力。老年人足底触觉感受器衰退、足踝肌群萎缩，常出现足跟或跖骨区压力集中、COP 摆动增大，易发生失衡[12]。本 Meta 分析显示，太极拳干预可减小 COP 偏移，改善足底受力[13]。已有研究证实，长期练习太极拳的老年人足底压力分布更合理，可优化足部本体感觉，降低高龄老人足底触觉阈值，提升压力调控能力[14-16]。

太极拳讲究松沉，松胯屈膝、全脚掌着地的动作模式，可纠正老年人站立行走的足部代偿习惯[17]。亚组分析表明，短期干预改善效果有限，干预≥12 周效果更显著，足底受力模式重塑需要长期适应，难以短期见效。

3.2 太极拳运动干预对老年人下肢髋- 膝- 踝关节稳定性的效应及机制

下肢关节稳定性受骨骼、肌力、本体感觉及中枢调控共同影响。老年人肌量丢失，髋膝踝肌力与本体感觉衰退，关节动态稳定性降低，易诱发跌倒[18]。本 Meta 分析证实太极拳可显著改善老年人下肢关节稳定性。

弓步、马步等太极动作对髋膝踝肌群形成中等抗阻负荷，延缓肌肉流失，强化关节周围肌力，发挥肌肉“动态稳定器”作用[19]。相关研究表明，太极步法可优化下肢肌群协同模式，既改善外周肌肉功能，也可通过调节大脑皮层活动，从中枢层面优化下肢运动控制，提升髋关节稳定性，降低跌倒损伤风险[20-22]

不同流派效果存在差异：陈氏太极下肢刺激强，但动作难度高，体弱老人练习易增加关节负担[23]；杨氏太极及简化、坐式太极动作柔和，适合体弱、下肢功能受损人群，坐式太极还可惠及下肢残疾老年人[24,25]，同时太极拳对衰弱前期、轻度认知障碍老人同样适用，可兼顾躯体与认知改善，减少跌倒[26,27]。

3.3 太极拳健康服务的社区推广现实启示

需把控运动干预剂量，想要改善老年人足底压力与下肢关节稳定性，干预周期建议≥12 周，每周练习不少于 3 次，短期练习难以取得显著生物力学改善[28]。

实施过程实行分层方案：身体状况较好、有运动基础者可选陈氏太极；普通社区老人推荐杨氏、简化八式太极；体弱、行动受限及下肢残疾老人采用坐式太极，避开高难度低架动作，保护膝关节。

太极拳干预不应只侧重身体锻炼，其“静”“和”理念还可缓解跌倒恐惧、改善心理状态，心理获益又能优化姿势控制，实现身心协同促进，具备躯体、心理、社会多元健康价值[29]。

3.4 本研究局限性

本研究存在若干局限性：纳入部分会议、学位论文，样本量偏小。各原始研究测试设备、观测指标不一致，造成异质性；部分灰色文献、未发表阴性结果难以获取，存在发表偏倚。且原始研究缺乏性别、衰老程度分层数据，无法开展对应亚组分析。建议后续研究加强不同性别、衰老分层老年人群太极拳干预的生物力学结局报道。

4 结论

本次 Meta 分析表明，太极拳可优化老年人足底压力，减小 COP 偏移，增强下肢肌力、本体感觉与关节动态稳定性，降低跌倒风险。干预效果受周期、流派及老人身体状况影响，≥12 周、每周 3 次以上干预效果更佳。太极拳可作为社区老年健康服务的干预手段，需依据个体情况选用适宜流派与难度。后续需开展高质量大样本 RCT，细化不同人群运动处方，探究太极拳干预的中枢外周完整作用通路。

基金项目：天津师范大学研究生科研创新项目资助：太极拳运动干预对老年人足底压力及下肢关节稳定性影响的 Meta 分析（项目编号：2026KYCX008F）。

[参考文献]

[1]岳爽,万茹,刘海涛.太极拳干预对老年人跌倒风险降低效果的 Meta 分析[C]//中国体育科学学会.第十四届全国体育科学大会学术成果汇编——墙报交流(武术与民族传统体育分会),2025:655-657.

[2]李进华,李进彬,苏裕盛.太极拳运动对老年人平衡能力影响的实证研究——基于老龄化背景下防跌倒的视角[J].体育风尚,2025(23):155-157.

[3]佚名.老人防跌倒,太极拳是最佳选择[J].家庭医药.快乐养生,2019(2):26-27.

[4]吴昊男.太极拳对老年人平衡能力影响的研究综述[J].当代体育科技,2018,8(29):25-26.

[5]罗小冰,张凌峰.太极拳对老年人静态平衡能力的 Mate 分析[C]//广州体育学院,中国体育科学学会运动生理与生物化学分会，中国体育科学学会运动医学分会.2025 年广州运动与健康国际学术研讨会暨新时代体育医院发展与改革论坛摘要集（墙报交流）,2025:55-56.

[6]陈长洲,王雪芹,于桉琪.太极拳对老年人运动系统影响的研究[J].武术研究,2025,10(11):69-72+130.

[7]孙姣.太极拳对老年人认知能力和跌倒风险的影响[D].南昌:江西师范大学,2024.

[8]张玉汐,李欣茹,毛敏.长期太极拳练习对老年人步行时

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

姿势控制与大脑皮层功能特征的影响[J/OL].医用生物力学,1-14[2026-08-20].
[9]范丽.一年太极拳的练习对老年人足底压力和平衡能力的影响[D].武汉:湖北大学,2011.
[10]耿卓彦,杨树叶.论太极拳“静”与“和”理念对心理健康的积极影响[J].武术研究,2026,11(6):34-37.
[11]郑瑶,仲祎璐,吴云燕,等.红景天穴位贴敷联合八式太极拳训练对气虚血瘀型主观认知下降老年人的干预效果观察[J].护理与康复,2026,25(6):22-27.
[12]陈宇杰,冷美玲.太极拳运动对老年人平衡能力的干预研究[J].武术研究,2022,7(1):64-67.
[13]宗学凯.太极拳干预对老年人下肢动力学与动态平衡能力影响的实验研究[D].秦皇岛:燕山大学,2022.
[14]李立,陈玉娟,翟凤鸣,等.长期从事太极拳运动老年人足底压力分布特征及平衡能力研究[J].中国康复医学杂志,2016,31(9):984-988.
[15]孔德刚,高虹,王璐.太极拳运动对老年人足底压力的影响[J].中国老年学杂志,2013,33(9):2029-2031.
[16]张藤,毛德伟,宋祺鹏.太极拳锻炼对不同年龄段老年人肌肉力量、皮肤触觉、本体感觉和姿势控制能力的影响[J].医用生物力学,2025,40(3):631-637.
[17]李欣欣,刘卉,马沐佳.太极拳与其他运动降低老年人跌倒风险的 Meta 分析[J].中国康复理论与实践,2022,28(10):1169-1177.
[18]李方卉,尹诗琴,李玲玉.太极拳对老年人身体素质影响的研究综述[C]//中国体育科学学会体能训练分会.2022 年首届“一带一路”国际体能高峰论坛交流大会论文摘要集,2022:126-127.
[19]李晓军.太极拳对老年人平衡功能影响的系统评价[D].福州:福建中医药大学,2017.
[20]李庆涛.中老年人太极拳步法下肢关节表面屈伸肌肉激活特征研究[D].福州:福建师范大学,2023.
[21]郭建瑞,郭峰,王凯齐,等.太极拳锻炼对老年人双足站立平衡控制及大脑皮层电活动的影响:一项横断交叉研究[J].医用生物力学,2025,40(3):623-630+691.
[22]张庆来,孟站领.太极拳对老年人髋关节肌力与平衡的影响研究[C]//中国解剖学会.中国解剖学会 2024 年年会论文文摘汇编,2024:49-50.
[23]张凌峰,魏全森,何贵龙.陈氏太极拳对老年人平衡能力的 meta 分析[C]//中国体育科学学会.第十四届全国体育科学大会学术成果汇编——书面交流(体质与健康分会),2025:31.
[24]杨文灿.陈氏和杨氏太极拳对女性老年人平衡能力影响的对比研究[D].西安:西安体育学院,2023.
[25]孙凯雯.坐式太极拳对下肢残疾老年人心肺、情绪及社会功能的影响研究[D].牡丹江:牡丹江师范学院,2026.
[26]刘跃,李丹.太极拳对衰弱或衰弱前期老年人干预效果的 Meta 分析[J].中国疗养医学,2024,33(4):40-44.
[27]王静.太极拳运动对轻度认知障碍老年人认知功能影响的 Meta 分析[C]//国际班迪联合会（FIB）,国际体能协会（ISCA）,中国班迪协会（CBF）,澳门体能协会（MSCA）.第八届国际体育科学大会论文集（中册）,2026:453-463.
[28]高亮,王岗,张道鑫.太极拳健康智慧论绎[J].上海体育学院学报,2020(7):77-84.
[29]苏上杰.太极拳对老年人健康促进的应用研究[J].武当,2026(1):61-63.

作者简介：陈笑笑（2002—），女，汉族，山东青岛人，硕士在读，天津师范大学，研究方向：体育与健康促进；
*通讯作者：宋超（1985—），女，汉族，山西临汾人，博士，副教授，天津师范大学，研究方向：运动健康与促进。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.