

水中运动训练对脑卒中患者下肢肢体功能和日常生活能力影响的meta分析

李永杰¹ 扈盛^{1,2}

摘要

目的:系统评价水中运动训练对脑卒中患者下肢肢体功能和日常生活能力的影响。

方法:计算机全面检索Pubmed、Embase、The Cochrane Library、Web of science、Science direct、Ovid、CNKI、万方数据库、维普数据库,搜索关于水中运动训练治疗脑卒中的随机对照试验(RCT),检索时间控制为1995年1月1日—2018年12月1日。由两位评审员独立的筛选文献、提取资料并评估纳入文献的质量后,采用Revman5.3软件进行meta分析。

结果:①最终纳入12个RCT,总计477例患者;②meta分析结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练显著改善脑卒中患者腓肠肌改良Ashworth分级[WMD=-0.61,95%CI(-0.96,-0.25), $P=0.0008$]、功能性步行分级(FAC)[WMD=0.72,95%CI(0.20,1.24), $P=0.007$]、2min步行测试(2MWT)时间[WMD=18.15,95%CI(1.18,35.11), $P=0.04$]、起立一步行试验(TUGT)时间[WMD=-2.19,95%CI(-4.17,-0.2), $P=0.03$]、伸膝力矩值[WMD=11.57,95%CI(6.70,16.43), $P<0.00001$]、功能前伸试验(FRT)前伸距离[WMD=2.38,95%CI(0.65,4.12), $P=0.007$],还可提高日常生活独立能力FIM评分[WMD=6.12,95%CI(3.98,8.27), $P<0.00001$];③水中运动训练也可提升脑卒中患者Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)得分[WMD=3.81,95%CI(3.03,4.58), $P<0.00001$]。同时通过亚组分析发现,水中运动训练对不同病程阶段患者的平衡功能均有显著的改善效果。

结论:水中运动训练在改善患者下肢肌肉痉挛程度、下肢运动功能、平衡功能以及日常生活能力方面有积极意义。受纳入文献数量和质量的限制,上述结论仍需更多高质量研究论证。

关键词 水中运动训练;脑卒中;下肢运动功能;meta分析;随机对照试验;系统评价

中图分类号:R743.3, R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2019)-10-1209-07

脑卒中是一种突然起病的脑血液循环障碍性疾病。临床常表现为肢体功能障碍、姿势控制异常、肌张力增高、平衡功能下降^[1-2],这严重影响了患者下肢运动功能、步行和日常生活能力,使其生存质量降低,并加重家庭和社会的经济负担。水中运动训练是一种利用水本身的温度、浮力及静压等特性^[3],使患者在水中进行运动训练,以达到恢复或重建运动功能的康复方法。它可以减轻患者对摔倒的恐惧心理^[4],同时增加训练过程的趣味性,进而提高患者的依从性,充分发挥康复训练的作用。国内外有研究指出水中运动训练可以有效改善脑卒中患者下肢肌张力、运动功能和平衡功能、姿势控制以及自理能力^[5-7],但也有研究表示水中运动训练相比于陆地训练在改善动态平衡和步态方面的疗效并不显著^[8]。现有的大多研究样本量小、方法学质量低,且研究结果不完全一致,故水中运动训练对脑卒中患者的影响尚存争议。此次研究采用meta分析的方法系统评价水中运动训练

对脑卒中患者下肢运动功能和日常生活能力的影响,为临床实践提供可靠的循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准

研究设计:探讨水中运动训练对脑卒中患者下肢功能和日常生活活动能力影响的随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)。

研究对象:所选脑卒中患者应符合文献发表国或者国际上统一认可的脑卒中诊断标准,同时要经过CT和MRI进一步确诊;患者生命体征平稳,意识清晰,无认知功能障碍,积极配合治疗,年龄、病程不限。

干预措施:①水中运动训练VS其他治疗;②水中运动训练+其他治疗VS其他治疗。其他治疗定义为除水中运动疗法外的任何其他物理治疗方法。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.10.014

1 武汉体育学院,湖北省武汉市,430079; 2 通讯作者

作者简介:李永杰,男,硕士研究生; 收稿日期:2019-01-30

结局指标:①下肢腓肠肌痉挛程度:改良 Ashworth 量表(modified Ashworth scale, MAS);②下肢运动功能:功能性步行分级(functional ambulation category scale, FAC)、起立—行走测试(timed up and go test, TUGT)、2分钟步行测试(2 minute walking test, 2MWT)、下肢伸膝力矩值;③平衡功能:Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)、功能性前伸试验(functional reach test, FRT);④日常生活活动能力:功能独立性评定量表(functional independence measure, FIM)。

排除标准:①多次发表或被重复检索出的文献;②研究设计方案不严谨;③非随机对照试验;④相应的结局指标缺乏;⑤文献无法全文获取。

1.2 文献检索

计算机在线检索中英文数据库: Pubmed、Embase、The Cochrane Library、Web of science、Science direct、Ovid、CNKI、万方数据库、维普数据库。控制检索时间从1995年1月1日至2018年12月1日。检索实验物种为人类。

中文检索词包含水中运动训练、水中运动疗法、脑卒中、偏瘫、脑血管意外等;英文检索词包含 aquatic exercise、underwater exercise、stroke等。以 Pubmed 为例,具体的检索式为(aquatic OR aquatic exercise OR aquatic therapy OR underwater OR water OR underwater exercise OR hydrotherapy OR water therapy OR bath OR hydrotherapeutics OR Water treatment) AND ("Stroke"[Mesh] OR hemiplegia OR hemiparesis OR apoplexy OR cerebrovascular accident OR cerebral hemorrhage)。

1.3 文献筛选、资料提取和纳入研究的质量评价

由两位评审员根据设定好的纳入和排除标准分别阅读文献的标题和摘要,去除不相关的文献,如遇分歧进行讨论或参考第三者意见决定。提取的指标包括:纳入研究(第一作者、发表年份)、发表国、样本量、病程、年龄、干预措施(试验组、对照组)、治疗时长、结局指标。

由两位评审员按照 Cochrane 系统评价手册设立的评估标准对纳入文献独立的进行方法学质量评价。评价内容包括7个条目:①选择偏倚:是否生成了随机数列;②隐藏方案是否分配;③实施偏倚:是否对研究者和受试者采用盲法;④测量偏倚:结局指标的评估是否采用盲法;⑤随访偏倚:结果数据是否完整;⑥报告偏倚:是否有选择性报告结果;⑦是否有其他偏倚来源。评价结束后,双方交换并对比评价结果,如果遇到分歧,由研究小组集体讨论解决。

1.4 统计学分析

采用 Revman5.3 进行统计分析,连续性变量采用加权均数差(weighted mean difference, WMD)为效应指标,二分类变量采用相对危险度(relative risk, RR)为效应指标,各效应

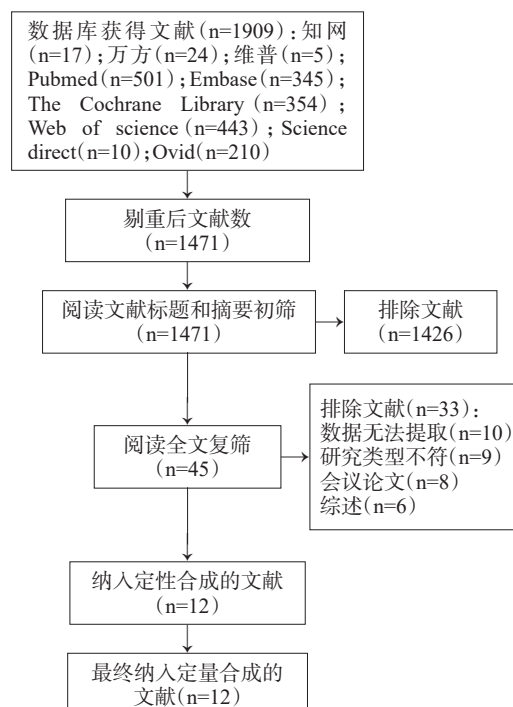
量均以95%CI表达,检验水准为0.05。通过 χ^2 检验确定研究之间是否存在异质性,当 $P>0.1$, $I^2<50\%$,表示各研究之间具有同质性,采用固定效应模型进行 meta 分析;反之,则表明各研究之间存在异质性,采用随机效应模型进行 meta 分析,并通过亚组分析或者敏感性分析寻找异质性来源。

2 结果

2.1 文献检索结果

初次检索相关文献1909篇,经过多次筛选后,最终纳入12个RCT^[9-20],总计477例患者。文献筛选流程及结果见图1。

图1 文献筛选流程图



2.2 纳入研究的基本特征

纳入研究的基本特征见表1。

2.3 纳入文献的方法学质量评估

共纳入12篇文献^[9-20]。7篇文献^[9-10,12-14,19-20]指出使用了具体的随机方法,1篇文献^[16]指出使用非随机方法;5篇文献^[10,12-14,19]均指出使用具体的分配隐藏方案,1篇文献^[16]指出使用“交替入组”的非分配隐藏;5篇文献^[9,12-14,16]对研究者或者患者设单盲,1篇文献^[10]对研究者和患者设双盲;6篇文献^[9-10,12-14,16]指出对结局指标评价者设盲;4篇文献^[9,12-14]报道了样本脱落及其原因;所有纳入文献均无选择性报告结果及其他偏倚。具体文献方法学质量评价见表2。

2.4 meta分析结果

2.4.1 MAS: 共纳入3篇文献^[11,16,20],总计200例患者。纳入

表1 纳入研究的基本特征

纳入研究	国家	样本量(例) T/C	病程(月) T/C	年龄(岁) T/C	干预措施 T/C	干预时长	结局指标
Chan 2016 ^[9]	加拿大	13/12	3.2/3.2	66±10/ 64±12	水中运动训练/常规陆地运动训练	60min/次,2次/周,持续6周	BBS、TUGT、2MWT
Chu 2004 ^[10]	英国	7/5	36/42	61.±9.4/ 63.4±8.4	水中运动训练/常规陆地运动训练	60min/次,3次/周,持续8周	BBS
王铁钊 2013 ^[11]	中国	10/10	8.2/7.6	41.5±17.6/ 41.4±15.3	水中运动训练/常规康复训练	45min/次,3—4次/周,持续4周	MAS、FAC
Zhu 2015 ^[12]	中国	14/14	8.2/8.7	56.6±6.9/ 57.1±8.9	水中运动训练/常规陆地运动训练	45min/次,5次/周,持续4周	BBS、TUGT、2MWT、FRT
Tripp 2013 ^[13]	德国	14/16	1.7/1.3	64.8±15/ 65±15.1	水中运动训练+常规物理治疗/常规物理治疗	45min/次,5次/周,持续两周	BBS、FAC
Noh 2008 ^[14]	韩国	10/10	33.6/19.2	61.9±10.1/ 66±11.4	水中运动训练/常规物理治疗	60min/次,3次/周,持续8周	BBS、伸膝力矩值
Kim 2015 ^[15]	韩国	10/10	11.3±1.1/ 11.8±1.3	65.9±6.2/ 64.1±3.6	水中PNF运动训练+常规神经疗法/常规神经疗法	30min/次,5次/周,持续6周	BBS、TUGT、FRT
Matsumoto 2016 ^[16]	日本	60/60	5.7/6.2	62.4±10.7/ 63.2±11.5	水中运动训练+传统康复治疗/传统康复治疗	30min/次,2次/周,持续12周	MAS
Kim 2015 ^[17]	韩国	10/10	9.8±1.3/ 10.3±1.4	69.1±3.2/ 68±3.1	水中PNF运动训练/陆地PNF运动训练	30min/次,5次/周,持续6周	BBS、TUGT、FIM、FRT
Han 2013 ^[18]	韩国	31/31	3.8/4	56.1±7.3/ 56.6±10.0	水中运动训练/常规陆地运动训练	40min/次,3次/周,持续6周	BBS
Eyvaz 2018 ^[19]	土耳其	30/30	23.4±15.1/ 24.2±15.1	58.5±6.27/ 58.3±5.43	水中运动训练+陆地运动训练/陆地运动训练	60min/次,5次/周,持续6周	BBS、TUGT、FIM、伸膝力矩值
王俊 2015 ^[20]	中国	30/30	7.8/8.2	45.6±13.3/ 45.9±13.7	水中平板步行训练+基础康复治疗/基础康复治疗	20min/次,5次/周,持续4周	MAS、FAC

注:T:试验组,C:对照组;MAS:改良Ashworth量表;BBS:Berg平衡量表;TUGT:起立-行走测试;2MWT:2分钟步行测试;FAC:功能性步行量表;FRT:功能性前伸试验;FIM:功能独立性评定量表

表2 纳入文献的方法学质量评估

纳入研究	随机方法	分配隐藏	盲法		结果数据的完整性	选择性报告结果	其他偏倚
			实施偏倚	测量偏倚			
Chan 2016 ^[9]	掷硬币	不清楚	单盲	盲法	数据完整,有样本脱落说明	无	无
Chu 2004 ^[10]	电脑随机数字	中央随机	双盲	盲法	数据完整,无样本脱落	无	无
王铁钊 2013 ^[11]	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	数据完整,无样本脱落	无	无
Zhu 2015 ^[12]	随机数字表法	密封信件	单盲	盲法	数据完整,有样本脱落说明	无	无
Tripp 2013 ^[13]	密封信件	密封信封	单盲	盲法	数据完整,有样本脱落说明	无	无
Noh 2008 ^[14]	电脑随机数字	中央随机	单盲	盲法	数据完整,有样本脱落说明	无	无
Kim 2015 ^[15]	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	数据完整,无样本脱落	无	无
Matsumoto 2016 ^[16]	非随机住院顺序分配	交替入组	单盲	盲法	数据完整,无样本脱落	无	无
Kim 2015 ^[17]	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	数据完整,无样本脱落	无	无
Han 2013 ^[18]	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	数据完整,无样本脱落	无	无
Eyvaz 2018 ^[19]	密封信件	密封信封	不清楚	不清楚	数据完整,无样本脱落	无	无
王俊 2015 ^[20]	随机数字表法	不清楚	不清楚	不清楚	数据完整,无样本脱落	无	无

研究之间有较大异质性($I^2=72, P=0.03$),采用随机效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练可以有效缓解脑卒中患者下肢腓肠肌痉挛,差异具有显著性意义[WMD=-0.61, 95%CI(-0.96, -0.25), $P=0.0008$]。见图2。

2.4.2 FAC:共纳入3篇文献^[11,13,20],总计110例患者。纳入研究之间具有同质性($I^2=48\%, P=0.14$),采用固定效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练

可以更有有效的提高脑卒中患者的步行功能FAC分级,差异具有显著性意义[WMD=0.72, 95%CI(0.20, 1.24), $P=0.007$]。见图3。

2.4.3 TUGT:共纳入5篇文献^[9,12,15,17,19],总计153例患者。各研究之间具有较大异质性($I^2=77\%, P=0.002$),采用随机效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练可以有效缩短脑卒中患者的起立步行试验时间,差异具有显著性意义[WMD=-2.19, 95%CI(-4.17, -0.2), $P=$

0.03]。见图4。

2.4.4 2MWT:共纳入2篇文献^[9,12],总计53例患者。各研究之间无异质性($I^2=0\%$, $P=0.59$),采用固定效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练可以有效增加脑卒中患者步行距离,差异具有显著性意义[WMD=18.15,95%CI(1.18,35.11), $P=0.04$]。见图5。

2.4.5 下肢伸膝力矩值:共纳入2篇文献^[14,19],总计80例患者。各研究之间无异质性($I^2=0\%$, $P=0.69$),采用固定效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练可以有效激活脑卒中患者下肢肌肉力量,提高下肢伸膝力矩值,差异具有显著性意义[WMD=11.57,95%CI(6.70,16.43), $P<0.00001$]。见图6。

2.4.6 BBS:共纳入9篇文献^[9-10,12,13-15,17-19],总计277例患者。各研究之间具有同质性($I^2=25\%$, $P=0.22$),采用固定效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练可以有效改善脑卒中患者的平衡功能BBS得分,差异具有显著性意义[WMD=3.81,95%CI(3.03,4.58), $P<0.00001$]。见图7。

由于纳入研究的病程时长差别较大,因此根据病程时长分为3个亚组。结果显示,不论病程长短,水中运动训练均可加速患者平衡功能的恢复。大于12个月这个亚组各研究之间存在较大异质性($I^2=78\%$, $P=0.01$)。通过敏感性分析发现,当剔除Chu^[10]的研究后,该亚组异质性降至($I^2=0\%$, $P=0.53$),见图8。

2.4.7 FRT:共纳入3篇文献^[12,15,17],总计68例患者。各研究之间具有较大异质性($I^2=84\%$, $P=0.002$),采用随机效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练可以有效增强脑卒中患者的FRT前伸距离,差异具有显著性意义[WMD=2.38,95%CI(0.65,4.12), $P=0.007$]。见图9。

2.4.8 FIM:共纳入2篇文献,总计80例患者。各研究之间无异质性($I^2=0\%$, $P=0.97$),采用固定效应模型进行合并分析。结果显示,与常规物理治疗相比,水中运动训练可以有效提高脑卒中患者的日常生活独立能力FIM得分,提高生活质量,差异具有显著性意义[WMD=6.12,

95%CI(3.98,8.27), $P<0.00001$]。见图10。

3 讨论

脑卒中是当今最常见的导致残疾和死亡的慢性疾病之一^[21]。据Lancet的2013全球疾病负担报告^[22],脑卒中在2010年已经成为中国人群第一死亡原因。国内也有报告指出,我国每年新发脑卒中患者大约200万人^[23],其中接近4/5的患者都遗留有不同程度的肢体残疾^[24]。因此,有效的改善脑卒中患者的运动功能、提高其生活质量是康复治疗的目标。有研究指出^[25],运动训练可以有效促进神经系统的再学习,推动患者功能重建。水中运动训练作为一种基于水环境进行运动训练的康复方法,它注重多种感觉刺激与运动训练有机结

图2 两组治疗后腓肠肌MAS比较的meta分析

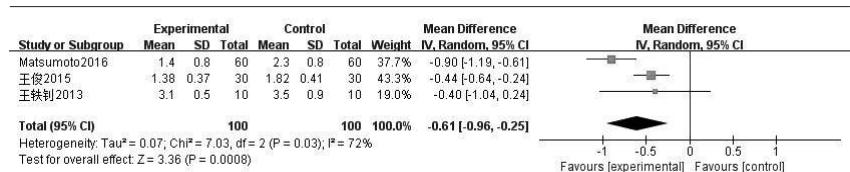


图3 两组治疗后FAC比较的meta分析

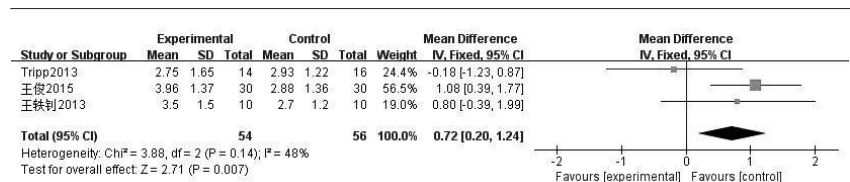


图4 两组治疗后TUGT比较的meta分析

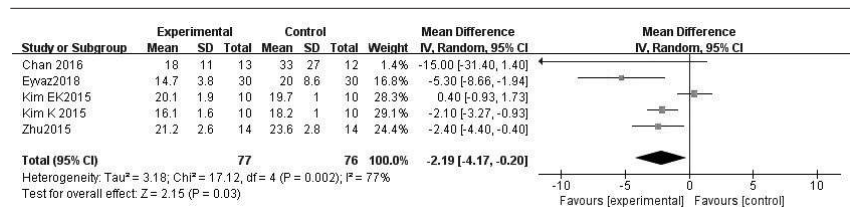


图5 两组治疗后2MWT比较的meta分析

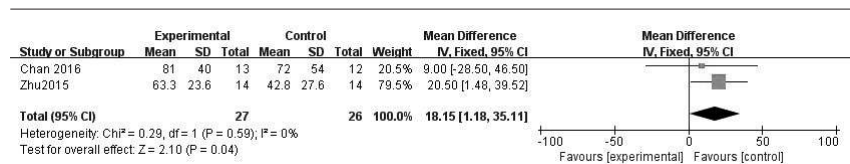


图6 两组治疗后下肢伸膝力矩值比较的meta分析

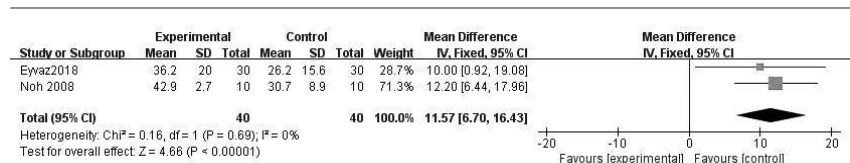


图7 两组治疗后BBS比较的meta分析

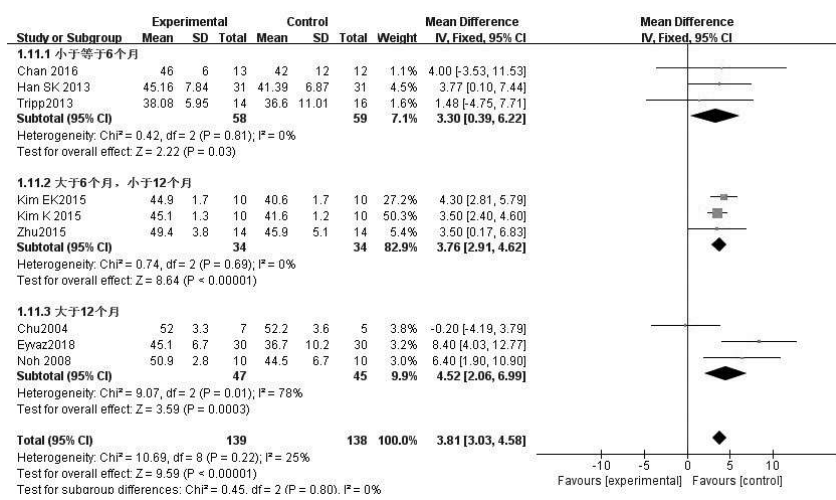


图8 敏感性分析后BBS比较的meta分析

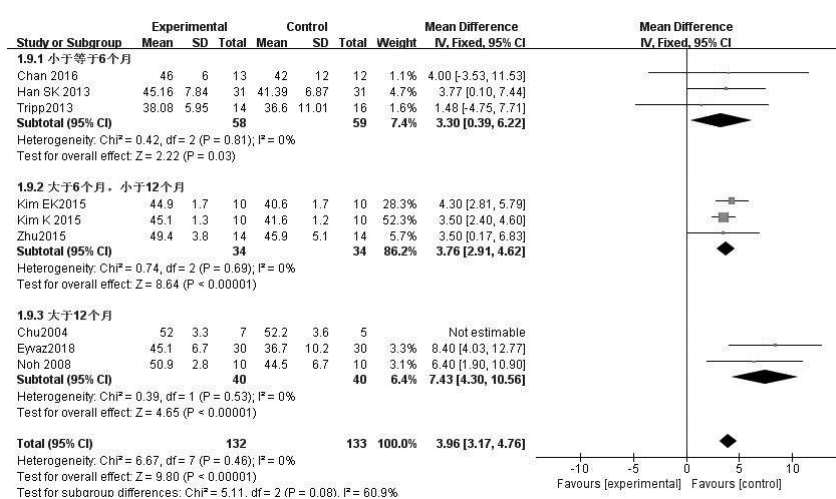


图9 两组治疗后FRT比较的meta分析

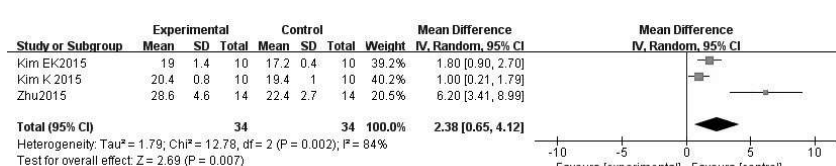
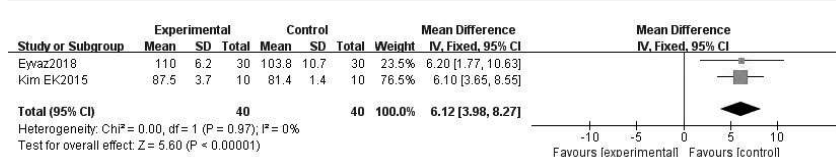


图10 两组治疗后FIM比较的meta分析



合,被多数学者视为传统陆基训练的替代疗法^[6,26]。训练过程中注重循序渐进,使患者可以更安全、灵活的进行练习,效果优于传统的康复方法^[9]。水中运动训练在脑卒中患者中的研究不断深入,但相关研究结论仍存在争议,因此本meta分析做出进一步的论证。

3.1 水中运动训练对脑卒中患者下肢腓肠肌痉挛的影响

脑卒中患者通常会出现不同程度的痉挛。痉挛是上运动神经元损伤的表现之一,也是影响步行的重要因素。有研究认为^[27],水中运动训练可以降低肌梭和皮肤的敏感性,促使γ纤维活性的减弱,从而缓解肌肉痉挛和疼痛性挛缩,使肌肉松弛。Zamparo等^[28]研究表明适量的水中运动疗法可以改善偏瘫后下肢肌肉痉挛,改善步态特征。本研究结果显示,3个研究^[11,16,20]通过水中运动训练与其他常规康复方法进行对比提示,水中运动训练可以更有效的降低腓肠肌MAS评分,改善痉挛,这与之前的研究结果一致^[27-28]。MAS量表各研究之间存在异质性($I^2=72\%$)。当剔除 Matsu-moto^[16]该项研究时, I^2 值降至0%,可能与干预时长和强度不完全相同有关。

3.2 水中运动训练对脑卒中患者下肢运动功能的影响

脑卒中患者早期会出现行动困难、肌力减退、步态异常等下肢运动功能障碍。上述功能障碍的出现是因为:上运动神经元损伤导致高位中枢对低位中枢的抑制调节作用减弱,进而导致正常姿势反射模式的紊乱,异常运动模式的出现。有研究指出^[4],在水中运动能够有效减轻自身下肢重力,缓解肌肉骨骼收到的冲击力,有助于神经系统疾病患者进行正确的行走,促进运动功能重建。Barcla^[25]研究认为人在齐胸骨剑突的水中训练可以减轻正常3/5的重力,高效促进患者的运动再学习。Han 和 Matsu-moto等^[29-30]研究表明,脑卒中患者经过水中运动训练后,6min步行测试和10m步行速度均有显著性改变。在本meta

分析所纳入的文献中,有3个研究^[11,13,20]通过FAC评分评估脑卒中患者下肢步行功能,2个研究^[14,19]通过伸膝力矩值评估患者下肢股四头肌肌肉运动活性,2个研究^[9,12]通过2MWT评估患者的步行距离,5个研究^[9,12,15,17,19]通过TUGT评估患者步行功能,这4个指标均是对脑卒中患者下肢功能恢复情况的综合评估方法。通过meta分析结果表明,水中运动训练在改善脑卒中下肢运动功能和步行功能方面疗效明显优于对照组,与之前的研究结果^[4,25,29-30]相互印证。FAC评分、伸膝力矩值、2MWT研究之间均显示无明显异质性,但纳入研究数量较少,且各研究的病程时长不一,这可能给研究结果带来一定的临床异质性,影响结果论证信度。TUGT研究之间具有较大异质性($I^2=77\%$),当剔除Kim EK^[17]这项结果为阴性的研究时,异质性降低至 $I^2=44\%$,差异依旧有显著性意义。通过对Kim EK的原文分析发现,对照组的TUGT基线水平明显高于试验组,效果改善不明显,最终数值体现呈阴性结果;再者,两组试验设计差异性较小,可能导致干预结果相似。这提示仍需要更多设计合理、严谨的研究来论证水中运动训练对下肢运动功能的影响。

3.3 水中运动训练对脑卒中患者平衡功能的影响

脑卒中患者易跌倒的最主要原因是平衡功能的丧失,一般常发生在体位转移时。合理的评估平衡功能,一方面可以预测和判断患者功能改善和预后的状况^[31],另一方面可以为制定康复治疗计划提供依据。本研究通过BBS量表^[9-10,12-15,17-19]和FRT试验^[12,15,17]对脑卒中患者平衡功能进行综合评估。meta分析结果显示,水中运动训练在改善平衡功能方面优于对照组。原因可能是水本身具有粘滞的特性,因此人在水中训练时,人体会受到来自各个方向的阻力,动作变慢,患者的姿势控制能力得以训练,进而提高平衡功能^[32]。Rozzi^[33]研究也表明在水中进行训练,可以增强本体感觉,促进平衡功能的增强,这与本研究结果一致。此次研究根据病程长短对BBS进行亚组分析,结果显示水中运动训练对不同病程患者的平衡功能均有显著的改善效果。但是在大于12个月的亚组中,各研究之间存在较大的异质性($I^2=78\%$, $P=0.01$),当剔除Chu^[10]为阴性的研究,异质性降低($I^2=0\%$, $P=0.53$)。这可能与Chu的研究样本量小(12人)和试验组的基线水平高于对照组而导致治疗效果不明显有关。FRT研究之间也具有较大异质性($I^2=84\%$),当剔除Zhu^[12]的研究时, I^2 降为41%,差异具有显著性意义。导致异质性的原因可能与干预时长与干预措施的差异有关,故结果分析需谨慎解释。

3.4 水中运动训练对脑卒中患者日常生活活动能力的影响

日常生活活动能力是反映患者健康状况的一个重要因素^[34],FIM量表是国际上运用较广、信度较高的个人生活能力评价量表^[35],故本研究采用它作为评估患者生存质量和生

活能力的指标。共纳入2项研究^[17,19],这两项研究采取的技术有所不同,Nuran^[19]采取常规的牵伸、平衡等运动训练,Kim^[17]采取PNF技术。meta分析结果显示,水中运动训练可以显著改善脑卒中患者的日常生活能力,提高生活质量。FIM量表各研究之间无异质性($I^2=0\%$),但需要扩大纳入研究的数量。

3.5 局限性

①部分纳入研究出现阴性结果,主要原因可能与样本量较小、患者基线水平不一有关;②除BBS外的结局指标纳入研究数量均较少,因此未根据病程时长等条件做亚组分析,这从一定程度上削弱了论证的强度;③部分纳入研究的方法学质量较低,未明确指出分配隐藏、盲法的实施情况,不可避免的降低了最终研究结果的可靠性;④未检索灰色数据库。

综上所述,与常规康复治疗手段相比,水中运动训练可以有效缓解脑卒中患者腓肠肌的痉挛程度,增强患者的下肢运动功能和步行功能,提高患者的日常生活活动能力,值得在临床中推广使用。在水中进行训练更安全、高效,对不同病程的脑卒中患者都具有适用性。但具体的训练处方(包括运动强度、时间等)至今未规范、统一,这在今后的研究中应加重视。由于此次meta分析存在纳入研究少、样本量小、方法学质量参差不齐等问题,因此本研究结论仍需要大样本、高质量的随机对照研究进一步探讨和验证。

参考文献

- [1] Camak DJ. Addressing the burden of stroke caregivers: a literature review[J]. J Clin Nurs, 2015, 24:2376—2382.
- [2] Morgan P, Embry A, Perry L, et al. Feasibility of lower-limb muscle power training to enhance locomotor function poststroke[J]. J Rehabil Res Dev, 2015, 52:77—84.
- [3] Zhang Y, Wang YZ, Huang LP, et al. Aquatic therapy improves outcomes for subacute stroke patients by enhancing muscular strength of paretic lower limbs without increasing spasticity: a randomized controlled trial[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2016, 95(11):840.
- [4] Lee YK, Kim BR, Han EY. Peak cardiorespiratory responses of patients with subacute stroke during land and aquatic treadmill exercise[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2017, 96(5): 289—293.
- [5] Lee D, Ko T, Cho Y. Effects on static and dynamic balance of task-oriented training for patients in water or on land[J]. J Phys Ther Sci, 2010, 22(3):331—336.
- [6] Furnari A, Calabrò RS, Gervasi G, et al. Is hydrokinesitherapy effective on gait and balance in patients with stroke? A clinical and baropodometric investigation[J]. Brain Inj, 2014, 28(8):1109—1114.
- [7] Park J, Lee D, Lee S, et al. Comparison of the effects of exercise by chronic stroke patients in aquatic and land envi-

- ronments[J]. *J Phys Ther Sci*, 2011, 23(5):821—824.
- [8] Park SW, Lee KJ, Shin DC, et al. The effect of underwater gait training on balance ability of stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(6):899—903.
- [9] Chan K, Phadke CP, Stremler D, et al. The effect of water-based exercises on balance in persons post-stroke: a randomized controlled trial[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2017, 24(4):228—235.
- [10] Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, et al. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85(6):870—874.
- [11] 王铁钊, 黄力平, 张琳瑛, 等. 水中运动训练对恢复期脑卒中患者下肢肌肉力量和步行能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(10):929—933.
- [12] Zhu Z, Cui L, Yin M, et al. Hydrotherapy vs. conventional land-based exercise for improving walking and balance after stroke: a randomized controlled trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2015, 30(6):587.
- [13] Tripp F, Krakow K. Effects of an aquatic therapy approach (Halliwick-Therapy) on functional mobility in subacute stroke patients: a randomized controlled trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2014, 28(5):432—439.
- [14] Noh DK, Lim JY, Shin HI, et al. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors—a randomized controlled pilot trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2008, 22(10—11):966—976.
- [15] Kim K, Lee DK, Jung SI. Effect of coordination movement using the PNF pattern underwater on the balance and gait of stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(12):3699—3701.
- [16] Matsumoto S, Uema T, Ikeda K, et al. Effect of underwater exercise on lower-extremity function and quality of life in post-stroke patients: a pilot controlled clinical trial[J]. *J Altern Complement Med*, 2016, 22(8):635—641.
- [17] Kim EK, Lee DK, Kim YM. Effects of aquatic PNF lower extremity patterns on balance and ADL of stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(1):213—215.
- [18] Han SK, Kim MC, An CS. Comparison of effects of a proprioceptive exercise program in water and on land the balance of chronic stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2013, 25(10):1219—1222.
- [19] Eyvaz N, Dundar U, Yesil H. Effects of water-based and land-based exercises on walking and balance functions of patients with hemiplegia[J]. *NeuroRehabilitation*, 2018, 43(2):237—246.
- [20] 王俊, 黄彝, 杨占宇, 等. 水中平板步行训练对脑卒中患者步行能力改善的研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(7):692—695.
- [21] Winstein CJ, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery[J]. *Stroke*, 2016, 47(6):e98.
- [22] GBD 2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. *Lancet*, 2015, 385(9963):117—171.
- [23] 中华医学会神经病学分会. 中国脑卒中早期康复治疗指南[J]. *中华神经科杂志*, 2017, 50(6):405—412.
- [24] 耿宗友, 李雪. 运动疗法在脑卒中偏瘫患者康复中的应用及疗效观察[J]. *山东体育学院学报*, 2010, 26(5):57—60.
- [25] Barela AMF, Duarte M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2008, 18(3):446—454.
- [26] Morer C, Boestad C, Zuluaga P, et al. Effects of an intensive thalassotherapy and aquatic therapy program in stroke patients. A pilot study[J]. *Rev Neurol*, 2017, 65(6):249—256.
- [27] Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, et al. Beneficial effects of footbaths in controlling spasticity after stroke[J]. *International Journal of Biometeorology*, 2010, 54(4):465—473.
- [28] Zamparo P, Pagliaro P. The energy cost of level walking before and after hydro-kinesi therapy in patients with spastic paresis[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 1998, 8(4):222—228.
- [29] Han EY, Im SH. Effects of a 6-week aquatic treadmill exercise program on cardiorespiratory fitness and walking endurance in subacute stroke patients[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2018, 38(5):314—319.
- [30] Matsumoto S, Uema T, Ikeda K, et al. Effect of underwater exercise on lower-extremity function and quality of life in post-stroke patients: a pilot controlled clinical trial[J]. *J Altern Complement Med*, 2016, 22(8):635—641.
- [31] Carod-Artal FJ, Medeiros MSM, Horan TA, et al. Predictive factors of functional gain in long-term stroke survivors admitted to a rehabilitation programme[J]. *Brain Injury*, 2005, 19(9):7.
- [32] Gayda M, Juneau M, Guiraud T, et al. Optimization and reliability of a deep water running test in healthy adults older than 45 Years[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2010, 89(9):722—730.
- [33] Rozzi SL, Lephart SM, Sterner R, et al. Balance training for persons with functionally unstable ankles[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1999, 29(8):478—486.
- [34] Bucks RS, Cruise KE, Skinner TC, et al. Coping processes and health-related quality of life in Parkinson's disease[J]. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 2011, 26(3):247—255.
- [35] 胡永善, 吴毅, 范文可, 等. FCA量表与FIM量表的比较研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2004, 19(3):68—69.