·临床研究·

悬吊运动疗法对颈椎病患者颈部肌肉功能的影响

卢惠苹　王乃针　宋林　陈昕　陈述荣
厦门大学附属福州第二医院康复科,福州　350007
通信作者:王乃针,Email:13860684402@qq.com

【摘要】 **目的**　观察悬吊运动疗法(SET)对颈椎病治疗前、后的表面肌电活动的影响,并与常规推拿治疗效果相比较,探讨 SET 治疗颈椎病的疗效。**方法**　将颈椎病患者 40 例按随机数字表法将 40 例患者分成 SET 组和对照组,每组 20 例。对照组采用常规的推拿治疗训练,SET 组根据表面肌电图的结果实施特异性的 SET 治疗。2 组患者均连续治疗 6 周。2 组患者分别于治疗前和治疗 6 周后(治疗后)进行颈伸肌的 sEMG 测试[包括平均肌电值(AEMG)和中位频率斜率值(MF slope)]和视觉模拟评分(VAS)。**结果**　治疗后,SET 组颈部竖脊肌和斜方肌的 AEMG 较组内治疗前均显著改善,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后,2 组患者颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 较组内治疗前均显著降低,差异均有统计学意义($P<0.05$),且 SET 组治疗后颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 与对照组治疗后比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后,SET 组和对照组的 VAS 评分分别为(2.1±1.3)分和(3.0±1.1)分,均较组内治疗前显著改善($P<0.05$),且 SET 组治疗后的 VAS 评分与对照组治疗后比较,差异亦有统计学意义($P<0.05$)。对 2 组患者治疗前、后颈部竖脊肌和斜方肌 MF slope 降低值与 VAS 的变化值进行 Pearson 相关分析,SET 组分别为($r=0.463$,$P<0.05$;$r=0.678$,$P<0.05$),对照组为($r=0.550$,$P<0.05$;$r=0.486$,$P<0.05$),即颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 的下降率与 VAS 变化值呈显著正相关。**结论**　SET 可显著改善颈椎病患者的颈部肌肉功能,且疗效优于推拿治疗。

【关键词】 悬吊运动治疗;　平均肌电值;　中位频率斜率值;　视觉模拟评分
基金项目:福州市科技计划项目(2012-S-155-6)
Funding:Fuzhou Science and Techno Plan Project (2012-S-155-6)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.02.019

颈椎病是骨科和康复医学科常见病之一。当今社会,受工作环境和生活方式的影响(主要是工作、生活姿势的改变),颈部骨骼肌肉疾病随之越来越多,也趋向年轻化[1-2]。颈椎病、颈肩痛主要是由于颈部的外层肌肉过度参与运动,而深层稳定肌失用、失衡而引起,可至使颈部外层肌肉劳损,降低稳定肌肌力或失去活力而不能发挥其应有的作用,使力的传导受到干扰[3-4]。

颈部的稳定肌一般位于颈椎关节附近,并由大量的张力性肌纤维保持关节的稳定性,对执行正确的功能动作具有非常重要的意义[5]。悬吊运动疗法(sling exercise therapy,SET)是目前国际上广泛认同的先进的物理治疗技术和康复理念。该技术是以持久改善颈部肌肉骨骼疾病为目的,以主动运动和肌肉训练为主要手段,包括诊断及治疗两大系统[6]。SET 技术改变了以往对于颈部骨骼肌肉系统等疾病治疗的观念,创新运用主动运动治疗的方法,旨在有针对性地锻炼起稳定性作用的颈部肌肉群,以达到治疗颈椎疾病的目的。

本研究拟应用 SET 治疗颈椎病,并与常规推拿的疗效进行比较,通过观察 2 种干预方法治疗前、后表面肌电信号和视觉模拟评分(visual analogue scale,VAS)的变化,评价 SET 治疗颈椎病的效果。

资料与方法

一、一般资料

入选标准:均符合中华医学会第 1 版《临床诊疗指南-骨科分册》中颈椎病的诊断标准,包括临床表现及 X 线、MRI 的影像学检查[1]。

排除标准:①有颈部外伤史、骨折史或手术史者;②先天性脊椎异常、系统性骨关节疾病者;③脊髓型颈椎病患者;④合并严重心脑血管、肝、肾、造血系统疾病者;⑤孕妇、发热、凝血功能障碍者;⑥恶性肿瘤患者;⑦依从性差者。

选择 2014 年 5 月至 2016 年 5 月厦门大学附属福州第二医院康复科收治且符合上述标准的颈椎病患者 40 例,按随机数字表法将 40 例患者分成 SET 组和对照组,每组 20 例。2 组患者性别、年龄、病程、颈椎病分型等一般资料组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。所有研究对象均被告知治疗内容并签署知情同意书,且本研究经厦门大学附属福州第二医院医学伦理学会批准(编号——厦大福州二院医学伦理 20140007),同意实施。

表 1　2 组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄(岁,$\bar{x}\pm s$)	病程(月,$\bar{x}\pm s$)
		男	女		
对照组	20	11	9	40.1±12.9	10.3±7.6
SET 组	20	10	10	42.7±14.2	9.5±6.8

组别	例数	颈椎病分型(例)		
		颈型	神经根型	椎动脉型
对照组	20	10	7	3
SET 组	20	9	8	3

二、治疗方法

对照组采用常规颈椎病推拿治疗,患者取坐位,治疗师点按风池、风府、肩井、大枢、后溪、曲池、外关及其项背部夹脊穴,其次按揉或拿揉颈项部两侧及肩背部肌肉,继而治疗师一只手托住患者下颌,另一只手托住其枕部,逐渐用力,拔伸颈部,并维持牵引 1 min,然后治疗师托下颌之手向患侧旋转颈部,至最大角度后,治疗师另一只手拨揉颈部压痛点和夹脊穴,最后再次按揉或拿揉颈项部两侧肌肉,适量拔伸牵引颈部。常规颈椎病推拿治疗每日 1 次,每次 30 min,每周训练 5 d,3 周为 1 个疗程,连续治疗 2 个疗程[7]。

治疗组根据 sEMG 的检测结果,采用挪威 Redcord 悬吊训练系统对患者实施特异性颈部核心稳定性肌群 SET 训练。每次训练前先进行"弱链接"测试,包括颈部开链运动和颈部闭链运动(颈部开链运动——采用可移动和伸缩的泰玛滑轮装置,在悬吊系统上使用外来的重量和滑轮系统进行肌力训练,并对肌肉做牵引放松运动;颈部闭链运动——在悬吊系统上用弹性绳索把人体远端肢体固定在不断晃动的吊带上,通过延长维持某种姿势的时间,调整吊带相对于身体或长度引起关节力矩大小改变的方式来逐级增加运动负荷)。"弱链接"测试完成后即开始正式的悬吊放松训练,患者取仰卧位,膝关节下放一滚筒,使用弹性绳固定宽带于胸椎和骨盆处,头部用中分带固定悬吊,然后开始颈部开链运动和颈部闭链运动,颈部开链运动嘱患者保持放松的状态,做颈部的前屈、后伸、双侧侧屈、双侧旋转,每个动作维持 2 s,5 次为 1 组,共 3 组,组间间隔 30 s;颈部闭链运动,嘱患者髋关节伸直整个身体伸直,头部向后下压让上半身离开床面,缓慢进行屈伸、侧屈和旋转,每个动作持续 3 s,5 次为 1 组,共 3 组,组间间隔 30 s。SET 训练的整个过程中均要求患者控制身体稳定,每日训练 1 次,每次训练30 min,每周训练 5 d,连续治疗 3 周后改为每周训练 3 d,连续训练 3 周[8-9]。

三、评定方法

2 组患者均于治疗前和治疗 6 周后(治疗后)进行颈伸肌的 sEMG 测试和 VAS 评分。

1.肌电测评方法:采用芬兰产 Mega-ME6000 型表面肌电图仪记录 sEMG 信号,要求患者行枕部最大抗阻等长颈伸,同时采集颈部竖脊肌和斜方肌表面肌电的平均肌电值(averaged electromyogram,AEMG)和中位频率斜率值(median frequency slope, MF slope)[10],颈竖脊肌表面电极置于 C_4 棘突旁开 1 cm 处[11],斜方肌表面电极置于 C_7 棘突与肩峰的中点[12],记录电极与参考电极的中心距离为 20 mm(图 1),肌电图采样频率为 1000 Hz,共模抑制比(common mode rejection ratio, CMRR)>100 DB,总增益为 1000,噪声<1 μV。每个动作进行 2 次,取平均值,2 次采集间休息 2 min。

2.VAS 评分:采用中华医学会监制的 VAS 卡,卡上印有 10 cm长线段,线段上有可移动游标,线段两边分别表示无痛(0 分)和最剧烈疼痛(10 分),嘱患者根据自身疼痛情况移动游标至相应位置并计分。VAS 评分<3 分为轻度疼痛;3~7 分为中度疼痛;>7 分为重度疼痛。

图 1　颈部竖脊肌和斜方肌的表面肌电采集方法

四、统计学分析

采用 SPSS 19.0 版软件学进行数据分析,治疗前、后 2 组患者患侧的颈部竖脊肌、斜方肌的 AEMG、MF slope 和 VAS 评分以($\bar{x}\pm s$)表示,2 组治疗前、后组内计量资料比较采用配对 t 检验,组间计量资料比较采用独立样本双侧 t 检验,以$P<0.05$为差异有统计学意义;sEMG 与 VAS 的相关性采用 Pearson 相关性分析,以$P<0.05$为 2 者呈相关性。

结　　果

一、2 组患者治疗前、后颈部竖脊肌和斜方肌的 AEMG 和 MF slope 比较

表 2 数据表明,治疗前,2 组患者颈部竖脊肌和斜方肌的 AEMG 和 MF slope 组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,对照组颈部竖脊肌和斜方肌的 AEMG 较组内治疗前无明显改变,差异均无统计学意义($P>0.05$),而 SET 组治疗后,颈部竖脊肌和斜方肌的 AEMG 较组内治疗前均显著改善,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后,2 组患者颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 较组内治疗前均显著降低,差异均有统计学意义($P<0.05$),且 SET 组治疗后颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 与对照组治疗后比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。

二、2 组患者治疗前、后 VAS 评分比较

表 2 数据表明,治疗前,2 组患者 VAS 评分组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),治疗后 2 组患者 VAS 评分均较组内治

表 2　2 组患者治疗前后颈竖脊肌、斜方肌的 AEMG、MF slope 及 VAS 评分比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	AEMG(μV)		MF slope(Hz/s)		VAS(分)
		颈竖脊肌	斜方肌	颈竖脊肌	斜方肌	
SET 组						
治疗前	20	18.4±8.7	42.3±20.2	54.6±19.0	53.8±26.6	5.9±1.7
治疗后	20	50.8±25.9[a]	78.0±35.6[a]	30.9±12.7[ab]	29.1±16.1[ab]	2.1±1.3[ab]
对照组						
治疗前	20	18.9±9.3	41.1±19.0	54.7±19.8	51.4±23.7	5.9±1.9
治疗后	20	19.4±8.8	44.8±22.4	38.3±15.0[a]	33.8±19.7[a]	3.0±1.1[a]

注:与组内治疗前比较,[a]$P<0.05$;与对照组治疗后比较,[b]$P<0.05$

疗前显著改善($P<0.05$),且 SET 组治疗后的 VAS 评分与对照组治疗后比较,差异亦有统计学意义($P<0.05$)。

三、颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 与 VAS 评分的相关性分析

对 2 组患者治疗前、后颈部竖脊肌和斜方肌 MF slope 降低值与 VAS 的变化值进行 Pearson 相关分析,SET 组分别为($r=0.463$,$P<0.05$;$r=0.678$,$P<0.05$),对照组为($r=0.550$,$P<0.05$;$r=0.486$,$P<0.05$),即颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 的下降率与 VAS 变化值呈显著正相关。

讨　论

本研究结果显示,对照组经推拿治疗后,颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 和 VAS 评分较组内治疗前均明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$),该结果提示,经推拿治疗后,颈椎病患者的颈肩部疼痛缓解,肌肉功能改善,耐力提高,抗疲劳能力增强。该结果与以往的相关研究结果[13-14]相近。

推拿疗法具有活血化瘀、疏通经络、解痉止痛、滑利关节等作用。用现代医学的观点来解释,推拿疗法可以改善血液循环,松解痉挛的肌肉,解除脊柱的异常应力点,重建软组织的力学平衡[15]。姜淑云等[14]的研究发现,推拿可以提高颈椎的稳定性,其机制主要为解除颈肩肌肉的紧张和痉挛,恢复局部血液循环,提高痛阈,改善颈椎病患者颈椎节段的异常活动,减少不稳,提高刚度,恢复主动肌与拮抗肌的正常比值。本课题组认为,推拿是一种被动的手法治疗,对于肌肉功能失常引起的肌肉力量和神经肌肉效率的下降改善效果欠佳,长期使用容易会使人产生依赖,也不能通过恢复脊柱内在稳定性改善颈椎病的病理过程。因此,本研究中,对照组患者的 AEMG 在推拿治疗前、后 AEMG 无明显改变。

本研究结果还显示,SET 组经 SET 治疗后,其较治疗前颈部竖脊肌和斜方肌的 AEMG、MF slope 以及 VAS 评分均显著优于组内治疗前和对照组治疗后,差异均有统计学意义($P<0.05$)。该结果提示,经 SET 治疗后,颈椎病患者的颈肩部疼痛明显缓解,肌肉功能改善,肌肉力量和耐力均有提高,抗疲劳能力大幅增强。既往的研究[16-17]虽有相同的地方,但对于 SET 治疗颈肩痛的疗效评价仅局限于一些疼痛量表、肌肉的伸缩性、弹性、硬度等,主观性强,参数标准粗糙,缺乏客观性、准确性、特异性;另一方面也进一步导致 SET 训练模式单一,主观盲目,疗效不一。而本研究将 sEMG 应用到颈椎病患者的颈部肌肉康复评定和治疗中,通过记录患者在颈伸肌最大等长收缩时颈肌的 sEMG 来评价颈椎病患者颈部肌肉的活动和功能状态;并根据评定结果,对相应的颈部肌肉设计个体化方案进行针对性的 SET,再评价 SET 的疗效。因此,本研究较以往研究更客观、准确、特异。本课题组认为,SET 治疗颈椎病的良好效果考虑与其治疗机制和作用有关:基于脊柱稳定性生理机制("三亚系模型"理论[18])理论基础的 SET 为非稳定状态下的力量训练法,通过在开链运动和闭链运动的模式下不断地增加负荷来训练人体机体的稳定肌系统,从而有效地刺激局部稳定肌机械感受器,促进局部核心稳定肌群及相关神经组织功能,激活脊柱深层稳定肌,重建正常肌肉运动控制模式,增强脊柱稳定性,促使躯干局部稳定肌以及肌肉感觉运动控制能力正常化[19]。郭险峰等[20]的临床研究表明,在不引发疼痛的前提下将患者置于最不稳定和其能够承受的最大负荷状态下进行闭链锻炼,表浅肌肉功能和深部稳定性肌肉的功能可以获得自发的改善。还有研究证实,在控制良好的条件下,表面肌电信号活动的变化在很大程度上可以定量反映肌肉活动的局部疲劳程度、肌力水平、肌肉激活模式、运动单位兴奋传导速度、多肌群协调性等肌肉活动和中枢控制特征的变化规律[21]。在康复医学领域,应用该技术对骨骼肌进行目的明确、针对性强的功能评价和治疗活动,已取得明显效果。本研究所采用的 AEMG 和 MF slope 是表面肌电图研究分析的两大指标,AEMG 是是 sEMG 信号振幅变化的特征性指标,可以反映运动单位募集和兴奋节律的同步化;而 MF 的变化可以确定肌肉疲劳和神经肌肉系统的异常,因此临床上常用 MF slope 来评价肌肉活动时的疲劳度[11]。

本研究相关性分析结果显示,颈部竖脊肌和斜方肌的 MF slope 下降率与 VAS 变化值呈明显的正相关,说明了颈肩痛与颈肩部肌肉功能紊乱、耐力下降、抗疲劳能力减弱密切相关,可能的机制有,①颈肩肌肉紧张、痉挛时间过长可引起粘连和纤维化,导致组织缺氧、代谢异常,引起无菌炎症,引起疼痛;②紧张痉挛的颈肩肌肉直接对颈部神经造成压迫,引起疼痛;③外层的运动肌和内层的稳定肌失衡会降低颈椎稳定性,而使关节突关节发生错位,形成炎症,诱发疼痛,这是颈椎病最主要的疼痛来源[17,22]。另一方面,疼痛会恶化颈肩部的肌肉功能,使得肌肉广泛萎缩,假性肥大,肌肉被脂肪组织所替代,Ⅱ型纤维比例增高等,这些病理改变在深层肌肉表现更为明显[23-24]。

颈椎病的康复是康复临床上的一大难题和热点。根据病因病理、临床表现及影像学等检查结果的不同,可以分为软组织型、神经根型、脊髓型、椎动脉型、交感型和混合型多种类型[2]。由于其复杂多样性,常规的治疗方案效果不一,且易复发,甚至影响患者生活质量和劳动能力。目前公认的有效的保守治疗首选推拿和理疗。

综上所述,本研究将 sEMG 应用于颈椎病患者的颈部肌肉康复评定和治疗,创新性地使用 sEMG 引导对颈部肌肉进行特异性的 SET 治疗,且评价客观,疗效肯定,值得在颈椎病的康复临床上应用和推广。由于 sEMG 本身的局限性和颈部肌肉解剖功能的复杂性,对于深层肌肉的精细研究还是需要应用传统的针极肌电图或高频彩超等先进的影像学技术。

参　考　文　献

[1] 中华医学会. 临床诊疗指南-骨科分册[M].北京:人民卫生出版社,2009:87-89.

[2] 张长杰. 肌肉骨骼康复学[M]. 第 2 版. 北京:人民卫生出版社,2013:128-129.

[3] 叶添文,贾连顺. 颈椎周围肌肉系统病变与颈椎病的关系[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2005, 20(2): 71-73. DOI:10.3969/j.issn.1672-9935.2005.02.039.

[4] O'Leary S, Falla D, Elliott JM, et al. Muscle dysfunction in cervical spine pain: implications for assessment and management[J].J Orthop Sports Phys Ther,2009,39(5):324-333. DOI:10.2519/jospt.2009.2872.

[5] 王兴水,李志辉,谢建秀,等. 稳定肌训练在中青年颈椎病防治中的临床研究[J].临床研究,2012,50(36):16-18.

[6] 黎秀琴. 悬吊运动疗法用于颈椎病的临床研究[D]. 昆明:昆明医科大学,2012.

[7] 赵保礼,张立庄,孙建芳,等.颈椎操联合推拿治疗青少年颈椎病 33 例临床观察[J]. 河北中医,2013, 35(6): 878-890. DOI:10.3969/j.issn.1002-2619.2013.06.045.
[8] 孟朋民, 刘伟明, 杨泉林,等.悬吊运动训练对颈源性头痛的疗效[J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(1): 79-81.DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2014.01.022.
[9] 李志新, 郭险峰. 社区骨科康复手册[M].北京:人民军医出版社, 2011:19-23.
[10] 卢惠苹, 宋林. 表面肌电图在颈部肌肉评价中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2011, 33(8): 631-634.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.08.022.
[11] 李建华,王健. 表面肌电图诊断技术临床应用[M]. 杭州:浙江大学出版社,2015:188-198.
[12] Zhang FR, He LH, Wu SS, et al. Quantify work load and muscle functional activation patterns in neck-shoulder muscles of female sewing machine operators using surface electromyogram[J].Chin Med J, 2011, 124(22):3731-3737. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2011.03.004.
[13] 王艳国, 严隽陶,房敏,等. 推拿对颈椎病患者颈肌疲劳的影响[J]. 江苏中医药, 2008,40(8): 45-47.DOI:10.3969/j.issn.1672-397X.2008.08.026.
[14] 姜淑云, 严隽陶,房敏,等. 颈椎治疗过程中骨与椎体的生物力学变化[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009,13(11): 2029-2032.
[15] 孙戴, 林得快,蔡涵,等. 推拿结合悬吊运动训练对慢性非特异性腰痛的临床疗效观察[J]. 颈腰痛杂志,2014,35(2): 134-136. DOI:10.3969/j.issn.1005-7234.2014.02.014.
[16] Park SD, Kim SY.Clinical feasibility of cervical exercise to improve neck pain, body function, and psychosocial factors in patients with post-traumatic stress disorder: a randomized controlled trial[J]. J Phys Ther Sci.2015, 27(5): 1369-1172.DOI:10.1589/jpts.27.1369.
[17] 孟朋民, 刘伟明,杨泉林,等. 悬吊运动训练对颈源性头痛的疗效[J]. 中国康复理论与实践, 2014,20(1): 79-81.DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2014.01.022.
[18] 王乃针, 卢惠苹,宋林,等. 非手术脊柱减压系统配合悬吊运动技术治疗腰椎间盘突出症下背痛的疗效观察[J].福建医药杂志, 2015,37(4): 35-38.
[19] 李祖虹, 刘琦,章志超. 悬吊运动疗法治疗腰椎间盘突出症患者的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志,2013,35(5):393-395. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.05.017.
[20] 郭险峰,张大成,陶莉.216 例慢性非特异性腰痛患者的康复疗效观察[J].中国康复理论与实践,2010.16(6):556-559.DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2010.06.019.
[21] Fauth MI, Petushek EJ, Feldmann CR, et al. Reliability of surface electromyography during maximal voluntary isometric contractions jump landings and cutting[J]. J Strength Cond Res,2010, 24(4): 1131-1137.DOI:10.1519/JSC.0b013e3181cc2353.
[22] Bogduk N.Functional anatomy of the spine[J]. Handb Clin Neurol, 2016, 136:675-688.DOI:10.1016:/B978-0-444-53486-6.00032-6.
[23] O'Leary S, Falla D, Elliott JM,et al. Muscle dysfunction in cervical spine pain: implications for assessment and management[J].J Orthop Sports Phys Ther,2009, 39(5):324-333.DOI:10.2519/jospt.2009.2872.
[24] Schomacher J, Falla D.Function and structure of the deep cervical extensor muscles in patients with neck pain[J]. Man Ther,2013, 18(5):360-366.DOI:10.1016/j.math.2013.05.009.

(修回日期:2020-01-02)
(本文编辑:阮仕衡)

·外刊撷英·

Visuomotor task acquisition is reduced by priming paired associative stimulation in older adults

BACKGROUND AND OBJECTIVES Transcranial magnetic stimulation may represent an effective means for improving motor function in the elderly. The aim of this study was therefore to investigate the effects of paired associative stimulation (PAS; a plasticity-inducing transcranial magnetic stimulation paradigm) on acquisition of a novel visuomotor task in young and older adults.

METHODS Fourteen young (20.4±0.6 years) and 13 older (69.0±1.6 years) adults participated in 3 experimental sessions during which training was preceded (primed) by PAS. Within each session, the interstimulus interval used for PAS was set at either the N20 latency plus 5 ms (PAS_{LTP}), the N20 latency minus 10 ms (PAS_{LTD}), or a constant 100 ms ($PAS_{Control}$).

RESULTS After training, the level of motor skill was not different between PAS conditions in young subjects (all p-values > 0.2), but was reduced by both PAS_{LTP}($P=0.02$) and PAS_{LTD}($P=0.0001$) in older subjects.

CONCLUSION Priming PAS was detrimental to skill acquisition in older adults, possibly suggesting a need for interventions that are optimized for use in elderly populations.

【摘自:Opie GM, Hand BJ, Coxon JP, et al. Visuomotor task acquisition is reduced by priming paired associative stimulation in older adults. Neurobiol Aging, 2019 Sep;81:67-76. DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2019.05.017. Epub 2019 May 29.】