

·循证医学·

虚拟现实技术对脑卒中患者功能影响的meta分析

周洁丽¹ 李婷^{2,3} 招金娣¹ 刘艳欢¹ 严诗桦¹ 张苏洁¹

“脑卒中”又称“中风”、“脑血管意外”，指由各种血管性病因(包括出血和缺血)引起的急性或局灶性脑功能障碍，持续时间超过24h的急性脑血管病，通常包括脑出血、脑梗死、蛛网膜下腔出血等疾病^[1]。中国城乡的脑卒中发病率和死亡率远高于全球水平^[2]，严重威胁人民的健康。我国脑卒中发病率、患病率、伤残调整寿命年呈整体上升并逐渐年轻化的趋势，首次脑卒中后1年的复发率高达17.1%，康复时间长，经济负担加重^[3-4]。

康复治疗作为脑卒中降低致残率最有效的方法，是脑卒中组织化管理模式中不可或缺的关键环节^[5-6]。虚拟现实技术是藉由计算机对真实世界进行模拟，使用户投入虚拟世界进行体验的一种技术^[7]。相较于传统康复训练，虚拟现实技术在脑卒中康复治疗中具备明显的优势：趣味性、安全性，能调动患者的主观能动性，操作简便且易推广，这为患者的康复提供了全新的治疗手段^[6-7]。有研究证实VR结合常规康复技术能够改善脑卒中患者的某些功能^[8-10]，虚拟现实游戏是脑卒中幸存者康复的一种补充策略^[11-18]。目前，单独使用VR作为试验组，对照组为常规康复技术的临床随机对照试验研究和相应的meta分析较少。本研究拟采用meta分析，对国内外在脑卒中患者中单独使用虚拟现实技术作为试验组，对照组仅为常规康复技术的随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)进行综合分析，以期VR技术的临床研究提供依据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入标准

1.1.1 研究类型:虚拟现实技术对脑卒中患者功能干预效果的RCT。

1.1.2 研究对象:经临床确诊为脑卒中的患者且年龄(>18岁)。

1.1.3 干预措施:分试验组与对照组两组，试验组仅接受虚拟现实技术，对照组仅接受常规、传统或职业康复。

1.1.4 结局指标:脑卒中患者康复结局指标主要通过使用等级量表或临床设定的量表来评定，用连续变量(均数和标准

差)作为症状分级的基础，包括以下3个部分。①日常生活能力指标:改良Barthel指数评定量表(MBI)^[19]，功能独立性评定量表(FIM)；②上肢运动功能指标:Fugl-Meyer量表(Fugl-Meyer assessment, FMA)，盒子和障碍物测试(box and block test)，上肢动作研究量表(ARAT)，运动活动日志—运动质量(motor activity log-quality of movement, MAL-QOM)；③平衡功能指标:Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)。

1.1.5 纳入与排除标准:纳入文献:①正式发表的期刊论文；②发表语言为中文或英文；③研究纳入的患者为临床确诊的患者；④纳入的患者同期只参加一个试验。

排除文献:①重复发表的文献；②采取动物性试验；③存在较高的偏倚(如试验设计不严密、受试者资料交代不全等)；④无法获得全文及原始数据；⑤样本数过小(<10)；⑥纳入的患者合并严重认知障碍(如痴呆、单侧忽略、失用症等)。

1.2 检索策略

计算机检索CBM、VIP、WanFang Data、CNKI、PubMed、The Cochrane Library(Issue 6, 2019)、Web of Science核心合集数据库，搜集脑卒中患者运用虚拟现实技术的临床随机对照试验(RCT)研究，检索时限均为建库至2019年7月。中文检索词包括脑卒中、卒中、中风、脑血管意外、脑中风、脑血管中风；虚拟现实、虚拟环境、虚拟情景；随机对照、随机。英文检索词包括stroke, hemorrhagic stroke, ischemic stroke, CVA; virtual reality, virtual environment, video game; Randomized controlled trial, random, RCT。以PubMed为例，检索策略为: #1"stroke" OR "hemorrhagic stroke" OR "ischemic stroke" OR "CVA"; #2 "virtual reality" OR "virtual environment" OR "video game"; #3 "Randomized controlled trial" OR "random " OR "RCT"; #4 #1 AND #2 AND #3。

1.3 文献筛选和资料提取

纳入的文献由2名研究者独立筛选与提取资料，阅读题目摘要后对可能符合纳入标准的文献获取全文，以确定是否纳入。如有分歧，则通过讨论或与第三方协商解决。缺乏的

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.05.011

1 南方医科大学中医药学院,广东省广州市,510515; 2 南方医科大学护理学院南方循证护理与助产实践JBI卓越中心; 3 通讯作者
第一作者简介:周洁丽,女; 收稿日期:2020-02-20

资料可与相关作者取得联系予以补充。提取资料包括:①题目,作者姓名,发表日期;②研究对象的基线特征与干预措施;③偏倚风险评价的要素;④相关结局测量指标。在涉及含有多组研究的RCT时,提取与本文相关的试验组与对照组。

1.4 质量评价

由2名评价员按照Cochrane系统评价员手册,评估纳入的RCT,不一致的地方通过第3名评价员介入并通过讨论达成一致。

1.5 统计学分析

采用RevMan 5.3软件对纳入文献进行meta分析。通过 χ^2 检验和 I^2 检验对同类研究间的异质性进行评价,若 $P \geq 0.1$, $I^2 \leq 50\%$,说明研究间存在异质性的可能性小,使用固定效应模型;若 $P < 0.1$, $I^2 > 50\%$,说明研究间具有异质性,则对其异质性来源进行分析,若未找到产生异质性的原因,采用随机效应模型进行分析。当对同一干预措施效应的测量工具相同时,采用加权均数差进行分析,当对同干预措施采用不同的测量工具时,或不同研究间均数差异较大时,选择标准化均数差进行分析,所有分析均计算95%可信区间。

2 结果

2.1 文献检索结果

初检获得相关文献1117篇:中文文献311篇,英文文献806篇。经逐层筛选,最终纳入14篇文献^[20-33],其中中文文献2篇,英文文献12篇。筛选过程见图1。

2.2 纳入研究的基本特征与偏倚风险评价结果

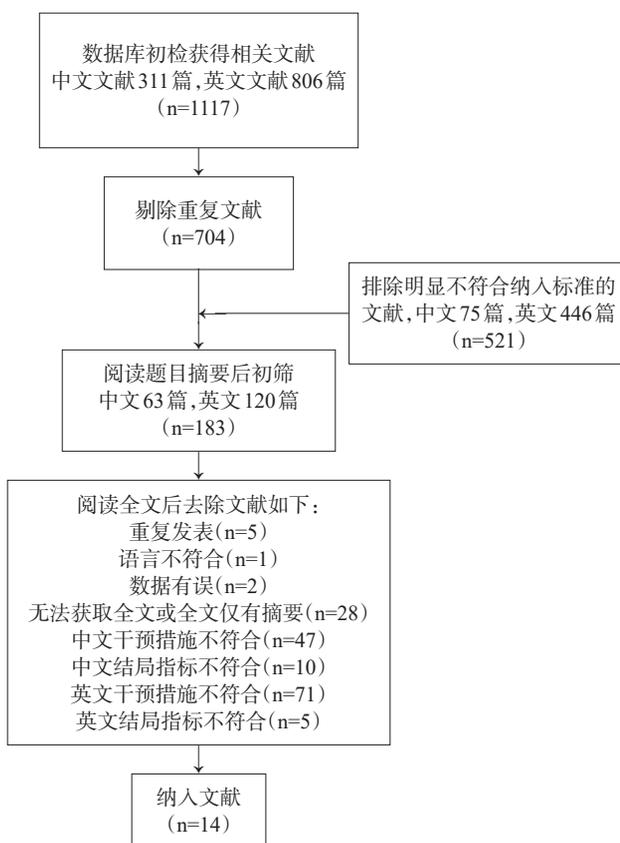
纳入研究的基本特征见表1,偏倚风险评价结果见表2。

2.3 meta分析结果

2.3.1 日常生活活动能力:纳入的文献中,3篇文献^[20,26,33]采用MBI指数评价虚拟现实技术对脑卒中患者日常生活活动能力的干预效果,固定效应模型结果显示试验组患者MBI指数显著高于对照组,其差异具有显著性意义[95%CI(5.70, 13.11), $P < 0.01$]。2篇文献^[29-31]报告了FIM评分,固定效应模型meta分析结果显示试验组的FIM评分与对照组比较,其差异无显著性意义[95%CI(-4.30, 3.63), $P = 0.87$]。如图2所示。

2.3.2 上肢运动功能:纳入的文献中,5篇文献^[21-22,24-25,27]采用FMA量表评价,固定效应模型meta分析结果显示试验组患者评分高于对照组,其差异具有显著性意义[95%CI(0.75, 3.25), $P = 0.002$]。5篇文献^[21-22,24-25,27]报告了BBT评分,固定效应模型meta分析结果显示试验组与对照组的BBT评分其差异无显著性意义[95%CI(-1.50, 4.17), $P = 0.36$]。5篇文献^[23,25,28,30-31]采用ARAT评分,固定效应模型meta分析结果显示试验组的ARAT评分与对照组比较,其差异无显著性意义[95%CI(-0.82, 3.28), $P = 0.24$]。4篇文献^[22,24,28,30]报告

图1 文献筛选流程及结果



MAL-QOM评分,固定效应模型meta分析结果显示,试验组的MAL-QOM评分与对照组比较,其差异无显著性意义[95%CI(-0.01, 0.24), $P = 0.47$]。如图3所示。

2.3.3 平衡功能:纳入的文献中,2篇文献^[26,33]报告BBS评分,固定效应模型meta分析结果发现治疗后试验组相对于对照组BBS评分有所提高,其差异具有显著性意义[95%CI(5.61, 11.72), $P < 0.01$]。如图4所示。

3 讨论

meta分析结果显示,在日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力方面,试验组对脑卒中患者MBI评分的改善优于对照组,对FIM的影响则无明显优势。由于FIM量表不仅包含ADL部分,还包括患者认知功能和社会功能部分,评定内容较MBI更全面,对患者能力的评定也较MBI更细化和人性化^[34]。故而FIM与MBI结果不同的原因可能与二者在评定内容方面的差异有关。调查显示MBI比FIM应用更广^[35-36],总体认可度和量表各方面的认可度更高,所以我们倾向于认为虚拟现实技术在日常生活活动能力上的干预效果可能优于常规康复训练。

在上肢运动功能恢复方面,试验组对FMA-UE评分的改

表1 纳入文献的基本特征

纳入研究	研究人群	干预频率	干预时间	试验组(E) 干预措施	对照组(C) 干预措施	结局指标及 报告时间
Schuster- Amft C 2018 ^[32]	CVA=28 (E=12,C=16)	每周4次45min的训练,为 期4周	4周	虚拟现实技术	常规康复	BBT(2周/干预后/ 2月随访)
Brunner I 2017 ^[31]	CVA=112/102 (E=57,C=55/E=50, C=52)	每周4至5次培训,持续时 间最长为60min	1月	虚拟现实技术	常规康复	BBT、ARAT、FIM (干预后/3月随访)
Rand D 2016 ^[28]	CVA=24 (E=13,C=11)	1h/天的自我训练,每周6次	5周	虚拟现实技术 (电子游戏)	传统游戏	BBT、ARAT、MAL (干预后/1月随访)
Si HK 2009 ^[20]	CVA=16 (E=8,C=8)	每周3次,每次30min	4周	虚拟现实技术 (计算机化视觉感 知康复计划)	常规康复 (pss- cog 康复计 划)	K-MBI (干预后)
Zondervan DK 2016 ^[30]	CVA=17 (E=9,C=8)	每周至少进行3次为期3h/ 周的自我指导治疗,连续3 次为期,共治疗9h	9周	虚拟现实技术 (音乐手套)	传统桌面运动	BBT、ARAT、MAL (干预后/1月随访)
Housman SJ 2009 ^[22]	CVA=28/31 (E=14,C=14/E=15, C=16)	参加24次1h的治疗,每周 约3次	8至9周	虚拟现实技术 (t-wrex 训练)	常规康复	FMA、MAL(干 预后/6月随访)
Piron L 2009 ^[21]	CVA=36 (E=18,C=18)	持续1h,每周5天	1月	虚拟现实技术	常规康复	FMA(干预后/1月 随访)
da Silva Ribeiro NM 2015 ^[27]	CVA=30 (E=15,C=15)	每周接受2次60min的治疗	2月	虚拟现实技术 [Wii(R)虚拟康复]	常规康复	FMA(干预后/3月 随访)
Şimşek TT 2016 ^[29]	CVA=42 (E=20,C=22)	接受治疗45—60min/天,3 天/周	10周	虚拟现实技术 (N-Wii)	常规康复	FIM(干预后/3月 随访)
Crosbi JH 2012 ^[23]	CVA=18 (E=9,C=9)	每周进行3次,持续时间 30—45min	3周	虚拟现实技术	常规康复	ARAT(干 预后/6 周随访)
Thielbar KO 2014 ^[25]	CVA=14 (E=7,C=7)	受针对手指个性化的18h的 广泛治疗,每周3次	6周	虚拟现实技术 (AVK 系统)	职业康复	FMA、ARAT(干 预后/1月随访)
Levin MF 2012 ^[24]	CVA=12 (E=6,C=6)	3周内参加了4次临床评估 会议和9次45min干预会议	3周	虚拟现实技术	常规康复	FMA、BBT、MAL (干预后/1月随访)
林清洋 2018 ^[33]	CVA=60 (E=30,C=30)	每次训练20min,每日2次	4周	虚拟现实技术	常规康复	BBS、MBI(干 预后)
蔡素芳 2014 ^[26]	CVA=40 (E=20,C=20)	每天治疗1次,每周连续治 疗5次	4周	虚拟现实技术	传统康复	BBS、MBI(干 预后)

注:CVA为脑血管意外,即脑卒中;E为试验组,仅使用VR虚拟现实技术;C为对照组,仅使用常规康复技术。

表2 纳入文献的偏倚风险评价

纳入研究	随机生成	分配隐藏	盲法		结果数据不完整	选择性报告	其他偏倚
			对患者、试验人员实施	对结局评估者实施			
Schuster-Amft C 2018 ^[32]	低偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	不确定
Brunner I 2017 ^[31]	低偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	不确定
Rand D 2016 ^[28]	低偏倚	高偏倚	高偏倚	低偏倚	高偏倚	高偏倚	不确定
Si HK 2009 ^[20]	低偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	低偏倚	低偏倚	不确定
Zondervan DK 2016 ^[30]	低偏倚	不确定	不确定	低偏倚	高偏倚	低偏倚	不确定
Housman SJ 2009 ^[22]	低偏倚	不确定	高偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	不确定
Piron L 2009 ^[21]	低偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	低偏倚	低偏倚	不确定
da Silva Ribeiro NM 2015 ^[27]	高偏倚	不确定	高偏倚	低偏倚	低偏倚	低偏倚	不确定
Şimşek TT 2016 ^[29]	低偏倚	低偏倚	不确定	低偏倚	高偏倚	高偏倚	不确定
Crosbi JH 2012 ^[23]	低偏倚	低偏倚	高偏倚	低偏倚	低偏倚	低偏倚	不确定
Thielbar KO 2014 ^[25]	低偏倚	不确定	不确定	低偏倚	高偏倚	低偏倚	不确定
Levin MF 2012 ^[24]	低偏倚	高偏倚	不确定	低偏倚	低偏倚	低偏倚	不确定
林清洋 2018 ^[33]	低偏倚	高偏倚	不确定	不确定	低偏倚	低偏倚	不确定
蔡素芳 2014 ^[26]	低偏倚	不确定	不确定	不确定	低偏倚	低偏倚	不确定

善优于对照组,而对于BBT、ARAT和MAL-QOM评分优势则不明显,这与钟灿等^[37]得出的结论类似,VR作为一种新的、潜在的有用技术,可与传统的康复技术相结合,用于脑卒中后上肢功能的改善^[38]。单纯使用虚拟现实技术可促进偏瘫患者上肢运动的恢复,但在功能改善上无明显的优势。在上肢康复中联合应用虚拟现实技术与常规康复或许能取得更好的效果。

在平衡功能方面,BBS评分显示虚拟现实技术优于常规康复训练。但此类研究的文献数量过少,尚不能完全肯定虚拟现实对于脑卒中患者平衡功能的作用优于常规康复。

综上所述,meta分析显示虚拟现实技术可有效改善脑卒中患者的日常生活活动能力、上肢运动功能与平衡功能。但分析结果亦表明单纯使用虚拟现实技术并不比单纯应用常规康复进行训练更加有优势。虚拟现实技术的采用虽然显示出趣味性、交互性和反馈及时等优点^[39],但Fisher等^[40]的研究指出这一技术的使用可潜在增加患者的癫痫风险。目前已发表的大部分研究都是虚拟现实技术与其他治疗的联合应用,单独应用虚拟现实技术的研究较少^[11-18]。虚拟现实技术单独采用如何能提高患者康复效果的证据尚不充分。另外,虚拟现实技术的采用对患者和设备也提出了一定的要求:如患者需具备一定的认知功能^[41]和运动能力^[42]、设备的联网、存储等方面要求高等^[43]。故而,目前的证据更倾向于在脑卒中康复治疗中联合应用虚拟现实技术与常规康复训练。

本研究的局限性:①纳入的各项研究中的干预频率与干预时间(3—10周)不同,结果指标的随访时间也存在差异;②虽涉及脑卒中患者的日常生活活动能力、上肢功能与平衡功能三方面能力,纳入研究均采用严格随机对照试验,但样本量不大;③纳入的受试者均处于相对较高的功能水平,不包括脑卒中患者合并严重认知障碍,其结果不能代表所有

图2 试验组与对照组对脑卒中患者日常生活活动能力的干预效果比较

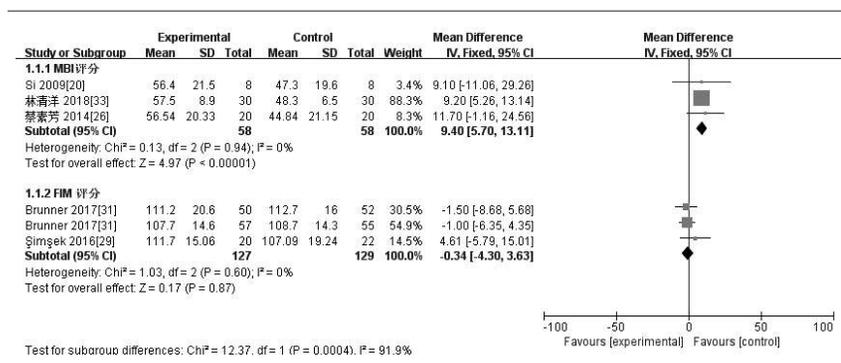


图3 试验组与对照组对脑卒中患者上肢运动功能的干预效果比较

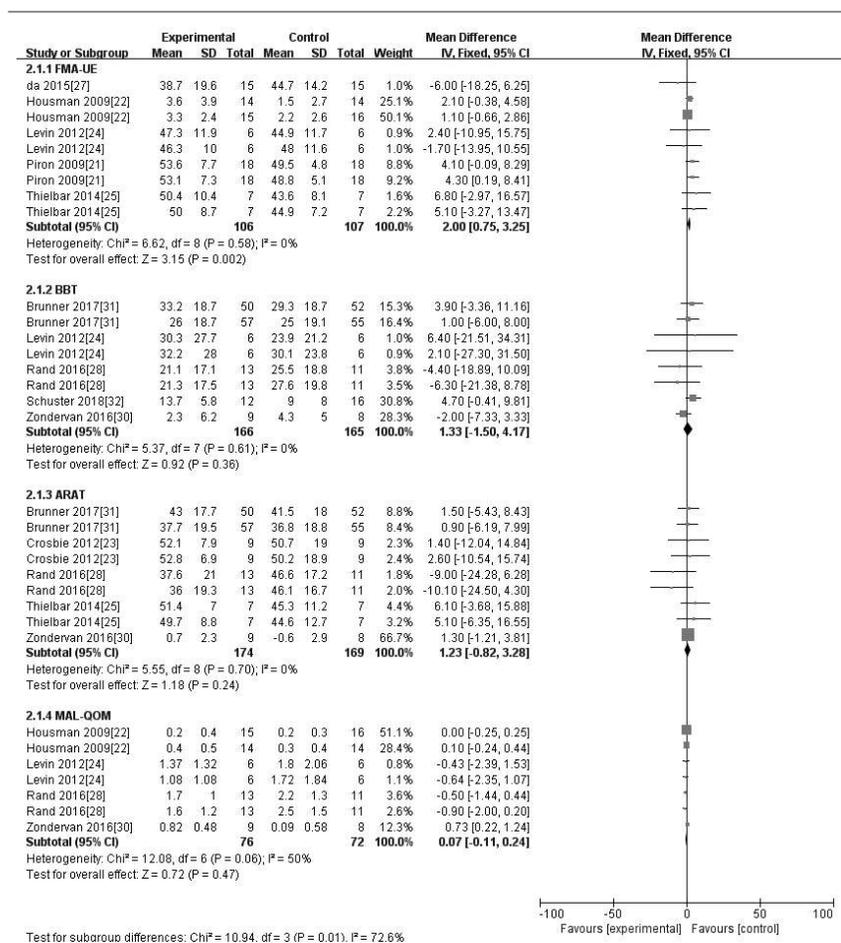
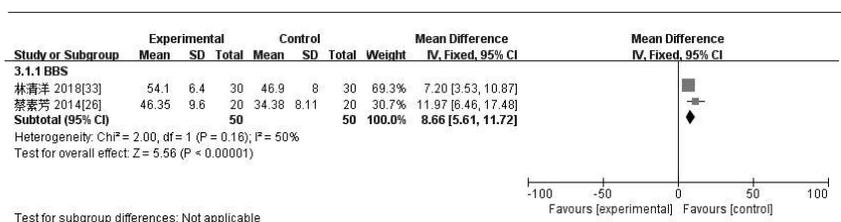


图4 试验组与对照组对脑卒中患者的平衡功能干预效果比较



脑卒中患者。为进一步了解和验证虚拟现实技术的康复效果,建议开展更多高质量的研究为临床实践提供依据,尤其是进一步限定干预频率与干预时间,通过合理的试验设计体现单独使用虚拟现实技术和常规康复手段效果的对比。

参考文献

- [1] 2015年“世界卒中日”宣传主题及提纲[J]. 疾病监测, 2015, 30(10):879—885.
- [2] 宇传华, 罗丽莎, 李梅, 等. 从全球视角看中国脑卒中疾病负担的严峻性[J]. 公共卫生与预防医学, 2016, 27(1):1—5.
- [3] 高艳丽. 家庭康复护理对脑卒中患者的影响研究[J]. 中国继续医学教育, 2019, 11(8):183—185.
- [4] 王陇德, 刘建民, 杨弋, 等. 我国脑卒中防治仍面临巨大挑战——《中国脑卒中防治报告2018》概要[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(2):105—119.
- [5] 张通. 中国脑卒中康复治疗指南(2011完全版)[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(4):301—318.
- [6] 夏熙双, 牛光明. 虚拟现实康复治疗对脑血管病偏瘫患者运动功能恢复的疗效[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2010, 13(2):28—29.
- [7] 宋杨杨, 陈校云, 张曙欣, 等. 虚拟现实技术在我国康复医学领域中的研究进展[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(1):128—132.
- [8] Hsieh H. Training by using an adaptive foot switch and video games to improve balance and mobility following stroke: a randomised controlled trial[J]. Brain Impairment, 2019, 20(1):16—23.
- [9] Karasu A, Batur E, Karataş G. Effectiveness of Wii-based rehabilitation in stroke: A randomized controlled study[J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2018, 50(5):406—412.
- [10] Kiper P, Szczudlik A, Agostini M, et al. Virtual reality for upper limb rehabilitation in subacute and chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2018, 99(5):834—842.
- [11] Silva de Sousa JC, Torriani-Pasin C, Tosi AB, et al. Aerobic stimulus induced by virtual reality games in stroke Survivors[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2018, 99(5):927—933.
- [12] Sin H, Lee G. Additional virtual reality training using Xbox Kinect in stroke survivors with hemiplegia[J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2013, 92(10):871—880.
- [13] Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients[J]. The Tohoku Journal of Experimental Medicine, 2012, 228(1):69—74.
- [14] In TS, Jung KS, Lee SW, et al. Virtual reality reflection therapy improves motor recovery and motor function in the upper extremities of people with chronic stroke[J]. Journal of Physical Therapy Science, 2012, 24(4):339—343.
- [15] Kwon JS, Park MJ, Yoon IJ, et al. Effects of virtual reality on upper extremity function and activities of daily living performance in acute stroke: a double-blind randomized clinical trial[J]. NeuroRehabilitation, 2012, 31(4):379—385.
- [16] Kim JH, Jang SH, Kim CS, et al. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2009, 88(9):693—701.
- [17] Yavuzer G, Senel A, Atay MB, et al. "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2008, 44(3):237—244.
- [18] Yang Y, Tsai M, Chuang T, et al. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: A randomized controlled trial[J]. Gait & Posture, 2007, 28(2):201—206.
- [19] 肖宇, 李忠汗, 曹慧文. 脑卒中患者生存质量综合评定探究[J]. 现代中西医结合杂志, 2012, 21(19):2164—2166.
- [20] Si HK, Kim DK, Kyung MS, et al. A computerized visual perception rehabilitation programme with interactive computer interface using motion tracking technology—a randomized controlled, single-blinded, pilot clinical trial study[J]. Clin Rehabil, 2009, 23(5):434—444.
- [21] Piron L, Turolla A, Agostini M, et al. Exercises for paretic upper limb after stroke: A combined virtual-reality and telemedicine approach[J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 41(12):1016—1102.
- [22] Housman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis[J]. Neurorehabilitation and Neural Repair, 2009, 23(5):505—514.
- [23] Crosbie JH, Lennon S, Mcgoldrick MC, et al. Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study[J]. Clinical Rehabilitation, 2012, 26(9):798—806.
- [24] Levin MF, Snir O, Liebermann DG, et al. Virtual reality versus conventional treatment of reaching ability in chronic stroke: clinical feasibility study[J]. Neurology and Therapy, 2012, 1(1):3.
- [25] Thielbar KO, Lord TJ, Fischer HC, et al. Training finger individuation with a mechatronic-virtual reality system leads to improved fine motor control post-stroke[J]. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation, 2014, 11(1):171.

- [26] 蔡素芳, 杨珊珊, 李中元, 等. 虚拟现实技术对脑卒中平衡功能障碍的影响[J]. 按摩与康复医学, 2014, 5(1):34—35.
- [27] da Silva Ribeiro NM, Ferraz DD, Pedreira É, et al. Virtual rehabilitation via Nintendo Wii® and conventional physical therapy effectively treat post-stroke hemiparetic patients [J]. Topics in Stroke Rehabilitation, 2015, 22(4):299—305.
- [28] Rand D, Weingarden H, Weiss R, et al. Self-training to improve UE function at the chronic stage post-stroke: a pilot randomized controlled trial[J]. Disability and Rehabilitation, 2016, 39(15):1541—1548.
- [29] Şimşek TT, Çekok K. The effects of Nintendo Wii(TM) based balance and upper extremity training on activities of daily living and quality of life in patients with sub-acute stroke: a randomized controlled study[J]. International Journal of Neuroscience, 2016, 126(12):1061—1070.
- [30] Zondervan DK, Friedman N, Chang E, et al. Home-based hand rehabilitation after chronic stroke: Randomized, controlled single-blind trial comparing the Music-Glove with a conventional exercise program[J]. Journal of Rehabilitation Research and Development, 2016, 53(4):457—472.
- [31] Brunner I, Skouen JS, Hofstad H, et al. Virtual reality training for upper extremity in subacute stroke (VIRTUES): A multicenter RCT[J]. Neurology, 2017, 89(24):2413—2421.
- [32] Schuster-Amft C, Eng K, Suica Z, et al. Effect of a four-week virtual reality-based training versus conventional therapy on upper limb motor function after stroke: A multicenter parallel group randomized trial[J]. PLoS One, 2018, 13(10):e204455.
- [33] 林清洋. 虚拟平衡游戏训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响[J]. 中国乡村医药, 2018, 25(13):3—4.
- [34] 葛海萍, 姜海萍, 夏海鸥. 功能独立性评定在脑卒中患者日常生活活动能力评估中的应用[J]. 全科护理, 2011, 9(10):857—858.
- [35] 陈善佳, 周小炫, 方云华, 等. 日常生活活动力量表在脑卒中康复临床使用情况的调查[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(11):1044—1049.
- [36] 彭华, 彭兴梅, 海洁, 等. 日常生活活动力量表在脑卒中患者康复过程中的临床使用情况调查[J]. 护理实践与研究, 2019, 16(4):14—16.
- [37] 钟灿, 何红晨, 黄双霜, 等. 虚拟现实技术对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能恢复的影响的meta分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(6):463—468.
- [38] Saposnik G, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians[J]. Stroke, 2011, 42(5):1380—1386.
- [39] 付丐杰, 刘旭东, 范飞, 等. 虚拟现实技术对脑卒中恢复期患者认知功能的影响[J]. 承德医学院学报, 2019, 36(4):303—305.
- [40] Fisher RS, Harding G, Erba G, et al. Photic-and pattern-induced seizures: a review for the epilepsy foundation of America Working Group[J]. Epilepsia, 2005, 46(9):1426—1441.
- [41] Ikbali Afsar S, Mirzayev I, Umit Yemisci O, et al. Virtual reality in upper extremity rehabilitation of stroke patients: a randomized controlled trial[J]. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 2018, 27(12):3473—3478.
- [42] 谢艺婷, 柳维林, 吴劲松, 等. 虚拟现实技术在脑卒中患者运动功能康复中的应用进展[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(11):1294—1298.
- [43] 杨雨洁, 岳雨珊, 郭佳宝, 等. 虚拟现实技术对脑卒中患者上下肢运动功能康复效果的系统评价[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(8):710—721.