· 临床研究 ·

多维度视频定量评估系统在脑卒中患者手功能评估中的信效度研究

马红梅[1]　石雨[1]　慕雅婷[1]　贾杰[2]　陆小锋[3]　付江红[2]　储天宇[3]　李冬[1]　朱琳[1]　王宝兰[1]
[1]新疆医科大学第一附属医院康复医学科,乌鲁木齐　830054; [2]复旦大学附属华山医院康复医学科,上海　200040; [3]上海大学通信与信息工程学院,上海　200444
通信作者:王宝兰,Email:wbl0308@163.com

【摘要】 **目的**　检验多维度视频定量评估系统(简称多维系统)在脑卒中手功能障碍患者中的信度和效度,为临床应用提供客观依据。**方法**　对 60 例单手功能障碍的脑卒中患者,采用多维系统、手主动关节活动度(AROM-H)、Fugl-Meyer 上肢功能评定量表(FMA-UE)、上肢运动研究量表(ARAT)进行评估。采取内部一致性、组合信度、分半信度、复本信度、评估者间信度、评估者内信度行信度检验,内容效度、结构效度、收敛效度、校标效度行效度检验。**结果**　①信度检验显示,多维系统 Cronbach α 系数=0.860,单维度的组合信度=0.939,分半信度系数=0.880,复本信度系数=0.922,各动作评估者间信度 ICC=0.965~0.998 [95%CI=(0.919,0.999)],评估者内信度 ICC 值=0.973~0.998(95%CI=(0.937,0.999))。②效度检验显示,内容效度指数I-CVI=1,且各亚项与多维系统总分 Pearson 相关系数均>0.600(P<0.01);结构效度中 KMO 值=0.882(P<0.01),成分矩阵中存在一个公因子,累计反映原始变量 60.879%的信息量;收敛效度 AVE=0.609;标效度中多维系统与 FMA-UE 和 ARAT 的 Pearson 相关系数均>0.700(P<0.01)。**结论**　多维度视频定量评估系统对脑卒中手功能障碍患者的评估具有较高的信效度。

【关键词】 脑卒中;　手功能;　多维度视频定量评估系统;　信度;　效度
基金项目:新疆维吾尔自治区区域协同创新专项(科技援疆计划)(2019E0283)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.004

The reliability and validity of multi-dimensional, quantitative video evaluation of the hand function of stroke survivors

Ma Hongmei[1], Shi Yu[1], Mu Yating[1], Jia Jie[2], Lu Xiaofeng[3], Fu Jianghong[2], Chu Tianyu[3], Li Dong[1], Zhu Lin[1], Wang Baolan[1]
[1]Department of Rehabilitation Medicine, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, China; [2]Department of Rehabilitation Medicine, Huashan Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China; [3]School of Communications and Information Engineering, Shanghai University, Shanghai 200444, China
Corresponding author: Wang Baolan, Email: wbl0308@163.com

【**Abstract**】 **Objective**　To test the reliability and validity of a multi-dimensional, quantitative video evaluation system (the Multi-dimensional system) for evaluating hand dysfunction among stroke survivors so as to provide an objective basis for its clinical application. **Methods**　Sixty stroke survivors with single dysfunctional hand were evaluated using the Multi-dimensional system and also using the Fugl-Meyer Upper Extremity Assessment (FMA-UE) and the Action Research Arm Test (ARAT) and in terms of their active range of hand motion (AROM-H). The Multi-dimensional system's internal consistency, composite reliability, split-half reliability, parallel-forms reliability as well as intra- and inter-observer reliability were quantified. Its validity was tested in terms of content validity, structural validity, convergent validity and criterion validity. **Results**　The system's Cronbach's α was determined to be 0.86. Its one-dimension composite reliability was 0.939, its split-half reliability coefficient was 0.88 and its parallel-forms reliability was 0.922. The inter-evaluator reliability was between 0.965 and 0.998 [95% CI = (0.919, 0.999)], and the single evaluator ICC value was 0.973 to 0.998 [95%CI = (0.937, 0.999)]. The validity test produced a content validity index of 1, and the Pearson correlation coefficients between each sub-item and the total score were all greater than 0.60. The KMO value for structural validity was 0.882, and there was a common factor in the component matrix which reflected 60.9% of the information in the original variables. The system's convergent validity AVE was 0.609 with Pearson correlation coefficients between the multidimensional system and the FMA-UE and ARAT both > 0.70. **Conclusion**　The multi-dimensional quantitative video evaluation system has good reliability

and validity in the evaluation of stroke survivors with hand dysfunction.

【**Key words**】 Stroke; Hand function; Multi-dimensional video quantitative evaluation system; Reliability; Validity

Funding: Regional Collaborative Innovation Project of Xinjiang Uygur Autonomous Region (Science and Technology Assistance Program) (2019E0283)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.004

据统计,全球范围内约有 8000 万脑卒中患者[1],其中 70%~90%的患者存在上肢运动功能障碍[2-3]。手作为人体最重要的器官之一,参与着众多日常活动,其功能占上肢功能的 90%[4]。精准治疗建立在精准评估的基础上,而现有的评估工具都是以人工测量为主,存在误差大和测量结果不连续等缺点[5]。随着评估技术的发展,智能高效精准动态的手功能评估设备为临床提供了更优的选择。

多维度视频定量评估系统(简称多维系统)是复旦大学附属华山医院与上海大学联合自主研发的手功能评估设备,采用了光学智能动作捕捉设备和计算机视觉融合技术。在智能化评估工具中的光电捕捉技术被认为是人体运动分析的金标准[6]。目前只有对于该设备的小样本可行性研究,若将其应用于临床还需确切的信效度研究支持[7],本研究规范运用多维系统,对其信效度进行检验,旨在为该系统的临床应用提供客观依据。

资料与方法

一、一般资料

通过既往相关研究结果[8-9],使用 PASS 软件确定样本量,设置期望的精确度宽度为 5°,标准偏差为 18°,$\alpha=0.05$,双边检验,样本估计量为 53。考虑临床研究过程中存在样本量的消耗,在此基础上适当增加 20%的样本量,最终样本量估计值为 64。

入选标准:①符合 2019 年中华医学会神经病学分会脑血管病学组制订的脑卒中(包括脑梗死和脑出血)诊断标准[10];②单手功能障碍,且 Brunnstrom 手恢复阶段(hand of Brunnstrom recovery stages, BRS-H)Ⅱ期及以上;③美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health stroke scale, NIHSS)评分≤4,神经受损较轻,病情相对稳定;④改良 Ashworth 痉挛评估量表(modified Ashworth scale, MAS)评分<2 级;⑤能保持坐姿 60min;⑥在沟通、记忆或理解方面没有严重缺陷,有听从评估者指令的能力;⑦愿意配合完成本课题的评估,签署知情同意书。。

排除标准:① 患手先天或本次发病前因其他原因导致的双手畸形、关节活动受限等;②依从性差,患者或家属拒绝参与。

选取 2019 年 11 月至 2021 年 3 月新疆医科大学第一附属医院康复医学科收治且符合上述标准的脑卒中患者 64 例,其中脱失 4 例(2 例错过拟定的评估时间,1 例不能配合,1 例中途退出),最终完成全部评估的患者共计 60 例,该 60 例中有 24 例仅完成了多维系统的重测试验。受试者平均年龄(55.65±13.01)岁,男性占 72%,少数民族占 32%,右患手占 57%,右利手占 97%,脑梗死占 80%,急性期、恢复期、后遗症期所占比值为5∶9∶1。本研究获新疆医科大学第一附属医院人类受试者伦理小组委员会批准(伦审批号 20200624-11)。

二、评估方法

患者经由康复医师诊断明确后,转介给接受过系统培训的 A、B 治疗师,其中 A 治疗师完成大部分评估内容。由治疗师向患者解释评估目的和内容,使其充分理解。测试前先获取患者相关信息并告知相关流程及注意事项,然后按照下列顺序进行评估:手的主动关节活动度(hand of active range of motion, AROM-H)、Fugl-Meyer 功能评定量表上肢部分(Fugl-Meyer assessment scale-upper extremity, FMA-UE)、上肢动作研究量表(action research arm test, ARAT)、多维系统。

A 治疗师需完成多维系统的评估者内重测试验,2 次评估时间间隔为 24 h 内;B 治疗师在 A 治疗师第一次评估完成后,立即行多维系统的评估者间重测试验。每种方法评估之间允许短暂休息。所有患者均要求在同一测试地点和测试条件下完成评估内容,每位患者评估总时间约为 60 min。

三、评估内容

1.AROM-H:指利用特定量角器在中立位下对所测关节活动数值进行读取,特别注意测量部位的骨性标志及测量的轴心、移动臂和固定臂的位置。

2.FMA-UE:主要包括运动、速度、协调和反射活动,共 66 分[11],每个题项为 3 级评分,即 0 分,不能执行;1 分,部分执行;2 分,完全执行。

3.ARAT:分为抓、握、捏、粗大运动四个维度,共 19 项[12],每项为 4 级评分,即 0 分,不能完成;1 分,只能完成一部分;2 分,能完成,但动作慢或笨拙;3 分,能正确完成。

4.多维系统:是以计算机辅助技术为主的评估工具,以偏瘫手的病理运动特性与 AROM-H 为依据,采用健手建模、患手评估的综合定量评估方法,借助视频

设备实时采集获取指骨、掌骨、腕关节各个关节点的三维空间位置与运动矢量信息,进而分析出手部关节的多种运动参量,作为手功能评估标准的系统参数。有尺偏、腕背伸、手指内收外展、前臂旋前、前臂旋后、柱状抓握、球状抓握、拇指外展、拇指屈伸、拇指环转 10 个动作。操作时患者取坐位,首先录入患者信息,如姓名、年龄、简要病史、常见量表评估结果等,然后选取将要评估的动作,先评估健手,再评估患手。其间,屏幕左下方有动画演示标准动作做法。评估 2 次,系统自动选取较好的角度结果进行保存,并自动计算出患手关节活动度占健手的百分比。

四、统计学方法

应用 SPSS 22.0 行统计分析,一般资料采用均数、标准差、百分比描述。使用偏度和峰度系数进行正态性分析。信度评价采用 Cronbach α 值、组合信度(construct reliability, CR)、分半信度、复本信度、评估者内信度、评估者间信度。效度评价采用内容效度、结构效度(探索性因子分析)、收敛效度、校标效度。显著性水平 α=0.05。

结　　果

一、信度分析

多维系统的 Cronbach α 系数=0.860,基于标准化项目的 Cronbach α 系数=0.928,10 个动作 Cronbach α 系数均>0.700,具体数据详见表 1。

单一维度的 CR=0.939,分半法以题项顺序分半,按奇偶项将 10 个动作分为前后两个部分,分半信度系数=0.880。选取多维系统中的尺偏、腕背伸、手指内收外展、前臂旋前、前臂旋后、拇指外展这 6 个可直接通过量角器测量出关节活动度的动作,与 AROM-H 测量角度形成复本相关法检验,复本信度系数=0.922。

多维系统中,10 个动作评估者间信度的组内相关系数(intraclass correlation coefficients, ICC)值为 0.965~0.998,95%的可信区间(confidence interval, CI)为0.919~0.999;评估者内信度的 ICC 值为 0.973~0.998,95%CI 为 0.937~0.999,具体数据详见表 2。

二、效度分析

1.内容效度:以专家评议为主,分别请复旦大学附属华山医院 2 位专家、静安区中心医院 1 位专家,采用 Likert 4 级评分法评议各动作与该系统主题的相关性(1=不相关,2=弱相关,3=较强相关,4=非常相关),从条目水平(item-level, I)行内容效度检验,计算该系统的内容效度指数(I-content validity index, I-CVI)=1,且各亚项与多维系统总分行相关性分析,Pearson 相关系数为 0.650~0.889(P<0.01),详见表 3。

2.结构效度:运用探索性因子分析检验多维系统的结构效度,取样适切性量数(Kaiser-Meyer-Olkin, KMO)值=0.882,Bartlett 球形度检验(P<0.01),提示适合做因子分析。以主成分分析和最大方差正交旋转法,成分矩阵中存在一个公因子,命名为手运动功能(因子 1),累计反映了原始变量 60.879%的信息量,详见表 3。

3.收敛效度:因子 1 的平均方差提取量(average variance extracted, AVE)值为 0.609。

表 1　60 例患者多维系统的内部一致性检验

动作	平均值	标准偏差	动作删除后的 Cronbach α 系数
尺偏	53.790	29.749	0.846
腕背伸	53.205	27.627	0.847
手指内收外展	261.627	122.742	0.910
前臂旋前	79.360	33.078	0.841
前臂旋后	70.111	36.238	0.836
柱状抓握	52.642	28.573	0.843
球状抓握	49.404	31.581	0.843
拇指外展	47.361	27.614	0.850
拇指屈伸	103.253	52.951	0.836
拇指环转	55.253	31.740	0.841

注:内部一致性信度测量指标为 Cronbach α 系数

表 2　24 例患者多维系统的重测信度

10 个动作	评估者间信度		评估者内信度	
	ICC 值	95%CI	ICC 值	95%CI
尺偏	0.980[a]	0.953~0.991	0.983[a]	0.962~0.993
腕背伸	0.992[a]	0.983~0.997	0.988[a]	0.972~0.995
手指内收外展	0.984[a]	0.964~0.993	0.978[a]	0.950~0.991
前臂旋前	0.996[a]	0.990~0.998	0.995[a]	0.989~0.998
前臂旋后	0.998[a]	0.994~0.999	0.998[a]	0.996~0.999
柱状抓握	0.965[a]	0.919~0.985	0.973[a]	0.937~0.988
球状抓握	0.978[a]	0.949~0.990	0.992[a]	0.981~0.997
拇指外展	0.965[a]	0.919~0.985	0.979[a]	0.952~0.991
拇指屈伸	0.984[a]	0.964~0.993	0.987[a]	0.970~0.994
拇指环转	0.987[a]	0.971~0.995	0.994[a]	0.987~0.998

注:[a]P<0.01

表 3　60 患者多维系统的内容效度和结构效度

动作	与多维系统总分 Pearson 相关系数	因子 1
尺偏	0.710[a]	0.752*
腕背伸	0.722[a]	0.747*
手指内收外展	0.889[a]	0.808*
前臂旋前	0.779[a]	0.785*
前臂旋后	0.826[a]	0.852*
柱状抓握	0.791[a]	0.805*
球状抓握	0.764[a]	0.779*
拇指外展	0.650[a]	0.696*
拇指屈伸	0.764[a]	0.751*
拇指环转	0.784[a]	0.816*

注：[a]$P<0.01$；* 表示因子 1 的亚项

4.校标效度：多维系统与 FMA-UE 和 ARAT 的 Pearson 相关系数分别为 0.753 和 0.731（$P<0.01$）。

讨　论

本研究中的多维系统包括 4 台光学动作捕捉设备和 2 台视频捕捉设备，其中每台光学动作捕捉设备包含 1 个双目灰阶摄像头和 3 个红外摄像头，可动态、实时、多维、非接触式获取待测手骨骼关节点的空间位置参数。

多维系统涉及的 10 个动作均为脑卒中后常见手功能障碍，条目水平的 I-CVI 为 1，且每个动作与总分相关性高（$P<0.01$），提示其具有一定的评估价值。结构效度采用探索性因子分析，本研究共提取了 1 个公因子，根据动作的功能成分命名为手运动功能，累计方差贡献率>60%，说明该系统具有较好的结构效度，能良好反映手运动功能。结构效度检验结果表明，多维系统在评估内容方面是单维的，具有较强的针对性，适合用于手部功能的定量评估。此外，多维系统的 AVE >0.500，说明其具有较好的收敛效度。在校标效度检验中，上肢功能领域中常以 FMA-UE、ARAT 作为金标准去衡量其他类型的测量仪器[13]。本研究结果显示，FMA-UE、ARAT 与维多系统具有较高的相关性，相关系数均>0.700，这与付江红等[14]研究结果相似，可进一步说明多维系统具有良好的效度。

信度是效度的前提条件，Cronbach α 作为检视信度方法中最常用的，与测量工具的亚项数量有关。多维系统 Cronbach α=0.860，单一维度 CR 均>0.700，提示该系统内部一致性程度高。多维系统的分半信度、复本信度均>0.850，说明该系统具有较好的可靠性、一致性和稳定性。多维系统 10 个动作的评估者间信度、评估者内信度均显示出差异有统计学意义（$P<0.05$），提示多维系统重测信度高，在较短时间内重复测量能获得良好稳定的结果。

关节活动度作为运动学分析的基础[15]，可以间接反映脑卒中患者手部力量及其控制性[16]。在手功能动作的设计中，该系统涵盖了拇指参与的多个指令性动作，如拇指外展、拇指屈伸、拇指环转、球状抓握、柱状抓握等。而人工量角器对于拇指关节活动度的测量仅局限于单关节的静态评估，评估内容较为单一。对于复杂多关节动作测量，多维系统丰富了评定内容，显示出较为独特的优势。此外，其评分采用患侧占健侧关节活动度百分比，这一方面避免了双侧肢体不平衡造成的影响，另外一方面考虑到个体间差异，自对比使结果更具有可比性。

有研究[17]显示，智能化评估工具能灵敏量化上肢运动功能，避免双极效应，较好地预测脑卒中后患肢状态。未来可在更大样本阳性结果支持下细化作业治疗方案，根据患手主动关节活动范围予以个体化任务训练，并选择适宜的训练工具。多维系统将客观测量患手关节活动范围的进展情况，评估康复治疗效果，为患者及治疗师提供动力，为科研提供客观资料。

综上所述，多维系统对脑卒中患者手功能测量具有较高信效度，值得临床推广应用。但该系统对于受试者选择有一定局限，如双手功能障碍、病情极危重以及不能较长时间坐立者不适合。本研究还存在一些不足之处，包括样本量偏少，且未将评估时间和仪器对治疗效果的反应性作为结局评价指标，将在后续研究中进一步完善。

参　考　文　献

[1] GBD 2016 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016[J]. Lancet Neurol, 2019, 18(5): 439-458. DOI: 10.1016/S1474-4422(19)30034-1.

[2] Pila O, Duret C, Laborne FX, et al. Pattern of improvement in upper limb pointing task kinematics after a 3-month training program with robotic assistance in stroke[J]. J Neuroeng Rehabil, 2017, 14(1): 105. DOI: 10.1186/s12984-017-0315-1.

[3] Franceschini M, Goffredo M, Pournajaf S, et al. Predictors of activities of daily living outcomes after upper limb robot-assisted therapy in subacute stroke patients[J]. PLoS One, 2018, 13(2): e0193235. DOI: 10.1371/journal.pone.0193235.

[4] 姜荣荣, 陈艳, 潘翠环. 脑卒中后上肢和手运动功能康复评定的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(10): 1173-1177. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2015.10.011.

[5] 王博超, 张新峰. 基于人工智能和临床诊断的上肢康复评估方法研究进展[J]. 北京生物医学工程, 2018, 37(1): 103-108. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3208.2018.01.017.

[6] De los Reyes-Guzmán A, Dimbwadyo-Terrer I, Trincado-Alonso F, et al. Quantitative assessment based on kinematic measures of functional impairments during upper extremity movements: a review[J]. Clin Biomech, 2014, 29(7): 719-727. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2014.06.013.

[7] 钱叶叶, 吴毅. 脑卒中后上肢及手运动功能定量评定方法的研究

进展[J].中华物理医学与康复杂志,2019,41(6):469-472. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.06.018.

[8] Reissner L, Fischer G, List R, et al. Minimal detectable difference of the finger and wrist range of motion: comparison of goniometry and 3D motion analysis[J]. J Orthop Surg Res,2019,14(1):173-183. DOI:10.1186/s13018-019-1177-y.

[9] 王聪,陆小锋,朱民耀,等.脑卒中手功能康复"球状抓握"定量评估算法[J].电子测量技术,2018,41(19):13-17. DOI:10.19651/j.cnki.emt.1801716.

[10] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J].中华神经科杂志,2019,52(9):710-715. DOI:10.3760/cma.j.issn.1006? 7876.2019.09.003.

[11] Singer B, Garcia-Vega J. The Fugl-Meyer upper extremity scale[J]. J Physiother,2017,63(1):53. DOI:10.1016/j.jphys.2016.08.010.

[12] Zhao JL, Zhang T, Xu ZQ, et al. Responsiveness and predictive ability of the Chinese version of the action research arm test in people with cerebral infarction[J]. Biomed Res Int,2019,2019:8270187. DOI:10.1155/2019/8270187.

[13] Santisteban L, Térémetz M, Bleton JP, et al. Upper limb outcome measures used in stroke rehabilitation studies: a systematic literature review[J]. PLoS One,2016,11(5):e0154792. DOI:10.1371/journal.pone.0154792.

[14] 付江红,陈树耿,钱叶叶,等.多维视觉手功能康复定量评估系统在脑卒中患者手功能评估中的可行性研究[J]. 中国康复理论与实践,2018,24(12):1380-1383. DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2018.12.004.

[15] 康宇华,曲镭,张卫国.正常老年人关节活动范围的研究[J].中华物理医学与康复杂志,2001,23(4):221-223. DOI:10.3760/j:issn:0254-1424.2001.04.008.

[16] Duret C, Courtial O, Grosmaire AG. Kinematic measures for upper limb motor assessment during robot-mediated training in patients with severe sub-acute stroke[J]. Restor Neurol Neurosci,2016,34(2):237-245. DOI:10.3233/RNN-150565.

[17] Beebe JA, Lang CE. Active range of motion predicts upper extremity function 3 months after stroke[J]. Stroke,2009,40(5):1772-1779. DOI:10.1161/STROKEAHA.108.536763.

(修回日期:2021-12-29)
(本文编辑:汪　玲)

· 外刊文献题录 ·

PRP 与伤口愈合(三)

[23] Van der Bijl I,Vlig M,Middelkoop E,et al.Allogeneic platelet-rich plasma (PRP) is superior to platelets or plasma alone in stimulating fibroblast proliferation and migration, angiogenesis, and chemotaxis as relevant processes for wound healing. Transfusion, 2019,59(11):3492-3500.

[24] Li J, Hu WP, Zhong G. Clinical therapeutic effects of platelet-rich plasma in patients with burn wound healing: a protocol for systematic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore), 2021,100(31):e26404.

[25] Ni X, Shan X, Xu L, et al. Adipose-derived stem cells combined with platelet-rich plasma enhance wound healing in a rat model of full-thickness skin defects. Stem Cell Res Ther, 2021,12(1):226.

[26] Lee HW, Choi KH, Kim JY, et al. Proteomic classification and identification of proteins related to tissue healing of platelet-rich plasma. Clin Orthop Surg, 2020,12(1):120-129.

[27] Gad SB, Hafez MH, El-Sayed YS. Platelet-rich plasma and/or sildenafil topical applications accelerate and better repair wound healing in rats through regulation of proinflammatory cytokines and collagen/TGF-beta1 pathway. Environ Sci Pollut Res Int, 2020,27(32):40757-40768.

[28] Mohammadi MH, Molavi B, Mohammadi S, et al. Evaluation of wound healing in diabetic foot ulcer using platelet-rich plasma gel: a single-arm clinical trial. Transfus Apher Sci, 2017,56(2):160-164.

[29] Nikolovska B, Miladinova D, Pejkova S, et al. Platlet-rich plasma - review of literature. Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki), 2021,42(1):127-139.

[30] Law JX, Chowdhury SR, Saim AB, et al. Platelet-rich plasma with keratinocytes and fibroblasts enhance healing of full-thickness wounds. J Tissue Viability, 2017,26(3):208-215.

[31] Tatsis D, Vasalou V, Kotidis E, et al. The combined use of platelet-rich plasma and adipose-derived mesenchymal stem cells promotes healing. A review of experimental models and future perspectives. Biomolecules, 2021,11(10).

[32] Yin S, Yang X, Bi H, et al. Combined use of autologous stromal vascular fraction cells and platelet-rich plasma for chronic ulceration of the diabetic lower limb improves wound healing. Int J Low Extrem Wounds, 2021,20(2):135-142.

[33] Alio JL, Arnalich-Montiel F, Rodriguez AE. The role of "eye platelet rich plasma" (E-PRP) for wound healing in ophthalmology. Curr Pharm Biotechnol, 2012, 13(7): 1257-1265.

[34] Smith OJ, Kanapathy M, Khajuria A, et al. Protocol for a systematic review of the efficacy of fat grafting and platelet-rich plasma for wound healing. Syst Rev, 2017,6(1):111.