

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2019.03.017

· 临床研究 ·

## 移动康复评定在脊髓损伤患者水中康复评定中的应用

崔尧<sup>1,2</sup>, 丛芳<sup>1,2</sup>, 李建军<sup>1,2,3</sup>, 曾明<sup>4</sup>, 李东洋<sup>5</sup>, 金龙<sup>1,2</sup>, 司凤山<sup>1,2</sup>, 姚斌<sup>1,2</sup>, 贾威<sup>1,2</sup>, 萧敦武<sup>1,2</sup>, 张凯<sup>1,2</sup>

1.首都医科大学康复医学院,北京市 100068;2.中国康复研究中心北京博爱医院,北京市 100068;3.中国康复科学所,北京市 100068;4.嘉兴市第二医院,浙江嘉兴市 314000;5.淄博万杰康复医院,山东淄博市 255200

通讯作者:李建军,E-mail: crcc100@163.com

基金项目:1.首都医科大学校长基金项目(No. 2018JYJX083);2.财政部中央国家单位科研项目基金项目(No. 2016ZX-01);3.中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(No. 2013CZ-50)

## 摘要

**目的** 探索移动医疗技术在脊髓损伤患者水中康复评定中的应用价值。

**方法** 2017年11月至2018年4月,接受水中运动治疗的脊髓损伤患者72例随机分为对照组( $n=36$ )和实验组( $n=36$ ),采用Alyn水中适应性评定量表进行评定。对照组采用纸质评定法,实验组采用移动应用程序法,评定2次。记录评定耗时和查询评定结果耗时,统计算分正确率,计算两次评分的变化值和变化率。

**结果** 实验组评定耗时和查询评定结果耗时均显著小于对照组( $t>10.492, P<0.001$ ),百分制总分、总分变化率、百分制总分变化率的正确率均高于对照组( $\chi^2>4.545, P<0.05$ )。

**结论** 与传统纸质量表评定法相比,基于移动技术的电子化康复评定有助于提高工作效率。

**关键词** 脊髓损伤;水中运动治疗;移动医疗;康复;评定

## Application of Mobile Assessment in Aquatic Rehabilitation Assessment for Patients with Spinal Cord Injury

CUI Yao<sup>1,2</sup>, CONG Fang<sup>1,2</sup>, LI Jian-jun<sup>1,2,3</sup>, ZENG Ming<sup>4</sup>, LI Dong-yang<sup>5</sup>, JIN Long<sup>1,2</sup>, SI Feng-shan<sup>1,2</sup>, YAO Bin<sup>1,2</sup>, JIA Wei<sup>1,2</sup>, XIAO Dun-wu<sup>1,2</sup>, ZHANG Kai<sup>1,2</sup>

1. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing 100068, China; 2. Beijing Bo'ai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China; 3. Chinese Institute of Rehabilitation Science, Beijing 100068, China; 4. The Second Hospital of Jiaxing City, Jiaxing, Zhejiang 314000, China; 5. Zibo Wan-jie Rehabilitation Hospital, Zibo, Shandong 255200, China

Correspondence to LI Jian-jun, E-mail: crcc100@163.com

**Supported by** Capital Medical University Principal Fund (No. 2018JYJX083), Ministry of Finance Funds for Research Projects in Central State Units (No. 2016ZX-01) and National Special Fund Projects of Basic Research of Public Benefits for Institutes at Central Governmental Level (No. 2013CZ-50)

## Abstract

**Objective** To explore the application of mobile medical technology in aquatic rehabilitation assessment for patients with spinal cord injury.

**Methods** From November, 2017 to April, 2018, 72 patients with spinal cord injury accepted aquatic exercise were randomly divided into control group ( $n=36$ ) and experimental group ( $n=36$ ). All the patients were assessed with Water Orientation Assessment of Alyn (WOTA), using paper scale for the control group, mobile scale for the experimental group, twice. The time for assessment and for recall was recorded. The accuracy of results and variety between assessment was compared.

**Results** The time for assessment and for recall was less in the experimental group than in the control group ( $t>10.492, P<0.001$ ), with more accuracy of standard total score, the variety of total score and standard total score ( $\chi^2>4.545, P<0.05$ ).

作者简介:崔尧(1988-),男,汉族,陕西西安市人,硕士研究生,主管治疗师,主要研究方向:康复治疗。通讯作者:李建军(1962-),男,山东威海市人,教授、主任医师,博士生导师,主要研究方向:脊柱脊髓损伤临床治疗与康复、康复管理。

**Conclusion** Compared with the paper-based assessment, the assessment based on mobile technology may improve work efficiency.

**Key words:** spinal cord injury; aquatic exercise; mobile health; rehabilitation; assessment

[中图分类号] R651.2 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2019)03-0341-06

[本文著录格式] 崔尧,丛芳,李建军,等. 移动康复评定在脊髓损伤患者水中康复评定中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2019, 25(3): 341-346.

**CITED AS:** CUI Yao, CONG Fang, LI Jian-jun, et al. Application of Mobile Assessment in Aquatic Rehabilitation Assessment for Patients with Spinal Cord Injury [J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2019, 25(3): 341-346.

康复评定是康复医学的基石,是设定康复目标、制定康复计划、评价康复疗效的基础<sup>[1-2]</sup>。随着康复医学的蓬勃发展,康复需求逐年增加,各级康复机构的康复量越来越大,康复团队可用于康复评定的时间相对较少,传统的多学科康复评定会模式也遇到一定困难<sup>[2]</sup>。将移动互联网、医学大数据、移动医疗、数据科学等信息技术和理念应用于康复评定,可以提高评定效率、优化评定流程、减少评定耗时、提高查阅效率、促进结果共享、提高康复质量<sup>[3-5]</sup>。

近年来,移动互联网技术突飞猛进,移动医疗技术日臻成熟,移动应用程序(Application, APP)在临床数据收集、医疗业务管理、医患沟通交流、随访平台搭建等医疗场景中的应用逐渐增多<sup>[3-4,6-9]</sup>。借助移动医疗技术进行康复评定,已经成为一个较新的研究方向<sup>[4-5,8,10-12]</sup>。移动医疗技术在康复数据的电子化采集、储存、分析、展示及沟通交流等方面具有重要的应用价值<sup>[3,6,13-15]</sup>。随着大数据时代的到来,临床数据的重要性越来越突出,基于移动APP的康复评定,可有效促进大数据理念在康复医疗中的应用<sup>[16-19]</sup>。

本研究采用基于移动APP的数字化康复评定模式与传统纸质量表评定模式,对脊髓损伤患者进行Alyn水中适应性测试量表(Water Orientation Assessment of Alyn, WOTA)评定,以探索移动APP应用于康复评定时的可行性、实用性和有效性,为移动医疗技术在康复评定中的应用和推广提供研究基础<sup>[17,20-22]</sup>。

WOTA是国际水疗康复领域应用最广的评定量表,分为WOTA1和WOTA2两个版本。中文版与英文版WOTA具有良好的信度和效度。本次研究选用WOTA2<sup>[17,20-21,23]</sup>

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2017年11月至2018年4月在中国康复研究中心北京博爱医院接受水中运动治疗的住院及门诊脊髓损伤患者。符合脊髓损伤神经学分类国际标准(In-

ternational Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury, ISNCSCI)临床诊断<sup>[24-25]</sup>;经MRI证实为脊髓损伤。

纳入标准:①病历资料齐全;②病情稳定,意识清楚,无认知障碍;③年龄>6岁,能理解并执行口令;④治疗前及治疗期间未接受肉毒素注射及手术等有创治疗;⑤接受水中运动治疗3次以上;⑥患者或家属同意参与研究并签署知情同意书。

排除标准:①生命体征不稳定;②存在开放性伤口或感染;③重要脏器功能严重障碍;④患有皮肤病、传染病等水疗禁忌证;⑤伴有脑外伤等其他严重损伤。

剔除标准:①新发严重疾病导致生命体征不稳;②新发皮肤破损、烫伤或开放损伤导致感染风险增大;③新发情绪及心理问题无法配合评定;④因其他原因未完成两次评定。

脱落标准:①因出院、转院、周转等原因停止治疗;②患者或家属拒绝继续参与研究。

最终入选72例,随机数字表法分为对照组和实验组,每组36例。两组一般资料无显著性差异( $P > 0.05$ )。见表1。

本研究经中国康复研究中心伦理委员会批准。

### 1.2 方法

研究分为水中评定和结果查阅两个阶段。评定和查阅工作由一名主管治疗师(评定者)完成,核对工作由另一名治疗师(核对者)负责。

WOTA2量表共27个条目,单项分值0~3,满分81分;无法评定记为“X”,分值为0;无法执行记为0<sup>[17]</sup>。各单项评分之和为总分,同时计算百分制总分<sup>[17]</sup>:

$$\text{百分制总分} = \frac{\text{总分}}{81 - 3 \times \text{评分为“X”的项目个数}} \times 100$$

每例患者间隔14~21 d接受两次WOTA2评定。

表 1 两组一般资料比较

项目	对照组( <i>n</i> = 36)	实验组( <i>n</i> = 36)	$\chi^2/t$ 值	<i>P</i> 值
性别( <i>n</i> )			< 0.001	1.000
男	26	25		
女	10	11		
年龄(岁)	37.69±22.66	36.64±20.42	0.208	0.836
病程(月)	26.00±26.94	18.78±14.66	1.413	0.613
致伤原因( <i>n</i> )			3.254	0.776
交通事故	15	13		
高处坠落	6	6		
舞蹈练习	6	4		
跌倒摔伤	3	7		
重物砸伤	1	1		
利器刺伤	1	0		
疾病	4	5		
病因类型( <i>n</i> )			< 0.001	1.000
创伤性	32	31		
非创伤性	4	5		
损伤节段( <i>n</i> )			0.936	0.626
颈段	11	11		
胸段	17	20		
腰段	8	5		
瘫痪类型( <i>n</i> )			< 0.001	1.000
四肢瘫	11	11		
截瘫	25	25		
损伤程度( <i>n</i> )			< 0.001	1.000
完全性	4	3		
不完全性	32	33		
ASIA 残损分级( <i>n</i> )			0.630	0.890
A	4	3		
B	6	6		
C	12	15		
D	14	12		

1.2.1 评定阶段

对照组采用传统纸质量表评定模式。打印量表。现场用记号笔在塑封的纸质 WOTA2 上打分；评定者将分值从塑封量表上誊抄到普通纸质量表上，核对者检查 2 遍；各项分值誊抄完毕且核对无误后，由评定者手工计算 WOTA2 总分及百分制总分；核对者检查计算 2 次，统计算分正确率；评定结果核对无误后，与治疗单一起存档，供后期查阅。

实验组采用基于移动 APP 的电子化康复评定。利用智能手机接入科室综合康复信息管理系统，打开移

动 APP，检索到所需评价的患者并切换到评定界面；评定者在池中，触摸屏上滑动点进行打分，结束后点击“保存”按钮，自动计算总分和百分制总分，并保存评定结果。可调用摄像头对评定过程进行录像和拍照。由于所使用的智能手机不具备防水功能，现场评定时用塑料防水袋进行防水保护。评定结束后，核对者检查评定结果 2 次，无误后封存评定数据。

秒表记录评定流程各个阶段所需时间，统计总分和百分制总分计算结果的正确率。

1.2.2 查阅阶段

评定者查阅该患者的评定结果并计算两次总分的变化值和变化率。

对照组采用传统的翻阅纸质治疗单方式查阅。找到评价单后,抄录2次评定的总分,手工计算前后2次总分的变化值和变化率,将治疗单放回文件夹。

实验组采用基于移动APP的电子化检索模式查阅患者资料,软件自动计算2次总分变化值和变化率,以柱状图可视化显示总分变化。

每次查阅完成后,核对者检查计算结果2次。

记录从开始查阅至看到评定结果的时间、计算所耗费的时间,并统计变化值和变化率的结果正确率。

1.3 统计学分析

采用R 3.5.0和R Studio 1.1.453集成开发环境完成

统计学分析<sup>[26-28]</sup>。计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,正态性检验采用Shapiro-Wilk法<sup>[29]</sup>,组间比较采用 $t$ 检验<sup>[29]</sup>。计数资料以频数表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验<sup>[29]</sup>。显著性水平 $\alpha = 0.05$ <sup>[29]</sup>。

2 结果

2.1 评定阶段

WOTA2评定各步骤,实验组时间消耗均显著少于对照组( $P < 0.001$ )。见表2。实验组WOTA2分值计算结果无错误,而对照组均有不同程度错误( $P < 0.001$ )。见表3。

2.2 查阅阶段

查阅结果时,实验组时间消耗显著少于对照组( $P < 0.001$ )。见表4。实验组两次评分差计算结果无错误,对照组有不同程度错误( $P < 0.05$ )。见表5。

表2 两组水中康复评定耗时情况比较

步骤	次数	对照组( $n = 36$ )	实验组( $n = 36$ )	$t$ 值	$P$ 值
准备(s)	第1次	106.67±15.48	45.56±11.19	19.194	< 0.001
	第2次	107.11±13.58	45.33±11.49	20.837	< 0.001
评分(min)	第1次	31.50±1.73	26.78±2.07	10.492	< 0.001
	第2次	32.17±2.09	26.69±2.24	10.715	< 0.001
誊抄(s)	第1次	69.83±0.91	0	38.391	< 0.001
	第2次	70.69±10.64	0	39.849	< 0.001
算分(s)	第1次	54.17±9.62	7.69±1.24	28.757	< 0.001
	第2次	55.64±8.54	7.83±1.00	33.348	< 0.001
核对(s)	第1次	97.14±4.62	46.67±2.19	59.186	< 0.001
	第2次	97.67±5.53	47.44±2.13	50.854	< 0.001
存档(s)	第1次	70.97±9.10	8.19±1.19	41.024	< 0.001
	第2次	71.69±10.21	8.14±1.55	36.910	< 0.001

表3 两组计算结果正确率比较( $n$ )

指标	次数	对照组( $n = 36$ )	实验组( $n = 36$ )	$\chi^2$ 值	$P$ 值
量表总分	第1次	31	36	3.439	0.064
	第2次	33	36	1.391	0.238
百分制总分	第1次	28	36	6.891	0.009
	第2次	29	36	5.697	0.017

表4 两组查阅评定结果耗时情况比较

步骤	对照组( $n = 36$ )	实验组( $n = 36$ )	$t$ 值	$P$ 值
查阅结果(s)	64.19±7.65	26.69±2.88	27.522	< 0.001
计算分差(s)	64.14±7.26	7.81±1.09	46.070	< 0.001



表 5 两组患者量表得分变化计算正确数对比(n)

指标	对照组(n = 36)	实验组(n = 36)	$\chi^2$ 值	P 值
总分变化值	32	36	2.382	0.123
总分变化率	30	36	4.545	0.033
百分制总分变化值	32	36	2.382	0.123
百分制总分变化率	28	36	6.891	0.009

3 讨论

移动医疗借助智能手机或平板电脑等智能终端设备,通过移动网络访问应用程序及数据库服务器,进行医疗业务数据的电子化采集、传输、储存、检索、分析及展示<sup>[3,12-13]</sup>。移动医疗技术应用于临床康复,既可促进康复评定和治疗记录等数据的电子化,提高康复团队工作效率,又可规范化积累康复医疗数据,促进大数据理念在康复医学中的应用<sup>[4-5,8-12,15-17,30-31]</sup>。

本研究显示,移动医疗技术有助于提高临床康复评定效率,具体表现在简化评定流程、减少评定和查阅过程中的时间消耗、提高各种指标计算的正确率等方面。

移动医疗具有移动、灵活、快捷、简便、交互等特点,非常适合康复治疗实际工作场景。

首先,康复治疗中,治疗师与患者移动性较强,受限于网口位置和网线长度,基于有线网络的信息系统难以延伸到治疗区域,操作不便。本研究进行康复评定的地点处于水疗池中,灵活使用智能手机或平板电脑可现场访问移动 APP,满足治疗师实际工作需求。

其次,移动 APP 界面设计相对简洁,操作简单,只需进行点选、滑动、切换、确认等简单触屏操作,即可完成交互式数据操作。

同时,应用程序可以对数据的规范性及完整性进行控制,提高数据质量,减少出错率。如以单选框的形式展示评分选项、输入值不在范围内时弹出提示信息、提交数据时进行完整性检查等。移动 APP 可自带程序进行相应的数据计算、转换与分级,极大减轻工作量,而且几乎不会出错。录入字数较多时,移动 APP 可借助语音输入等技术加快录入过程。

移动 APP 还可同步采集多媒体资料,如录像、照片、录音等,以附件形式上传至服务器保存,增加评定资料保存的全面性与多样性。

在数据保存和查阅方面,传统纸质量表保存资料需占用一定物理空间,常需专人管理,翻阅评定结果

费时费力,特别是时间久远后,存档资料堆积,调阅难度增大;因为字迹等原因,结果辨识效率也相对较低;还存在丢失的可能。基于移动 APP 的电子化检索可以快速调取评定结果,自动分析评分变化情况,有助于提高康复评定数据的利用率。

移动 APP 的应用还可实现基于移动互联网的康复评价会工作模式,降低沟通成本,提高会议效率,满足多专业康复团队信息共享的需求,促进多学科间沟通交流。为保证数据安全和患者隐私,要为不同团队成员设置不同权限。基于移动网路的康复团队工作模式,可以突破空间限制,节省时间成本,尤其适用于地理位置分散的团队之间信息沟通,促进团队内部信息共享与流动。

随着大数据与人工智能时代的到来,数据已经成为重要的资源。通过积累临床数据,进行数据分析,辅助临床决策,进而探索疾病规律、改善治疗质量、降低医疗成本,已经成为重要的研究方向<sup>[9,15,17]</sup>。康复治疗周期较长,技术方法多样,疗效对比较难。积累海量优质临床数据,进行信息挖掘,对临床、管理和科研均具有重要价值。数据积累到一定量级后,还可建立基于康复大数据的人工智能平台,实现预后判断、方案推荐、疗效评价、质量控制等高级功能<sup>[12,16]</sup>。以移动医疗为纽带,结合可穿戴设备、康复物联网、远程康复、云计算等技术组建现代化康复信息管网,将为实现康复大数据奠定技术基础<sup>[32]</sup>。

综上所述,与传统纸质量表评定模式相比,基于移动 APP 的电子化康复评定可以显著缩短评定及查阅时间,提高结果计算的正确率;还能促进信息共享、减少人力消耗、提高管理效率,有助于促进康复评定的数据化、无纸化、规范化、标准化、同质化,有助于促进大数据在康复医疗中的应用与推广。

【参考文献】

[1] 恽晓平. 康复疗法评定学[M]. 2 版. 北京:华夏出版社, 2014.  
[2] 王玉龙. 康复功能评定学[M]. 2 版. 北京:人民卫生出版社, 2017.

- [3] 李小华. 移动医疗技术与应用[M]. 北京:人民卫生出版社, 2015.
- [4] 王志威,沈彤彤,黄怀. 移动医疗在神经康复中的应用进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(8): 634-637.
- [5] 杨帅,于哲一,计海彪,等. 移动医疗APP在髋关节置换术后社区康复训练中的作用[J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33(2): 215-217.
- [6] 杜新峰,章祖华. 移动医疗发展的现状与前景[J]. 医疗卫生装备, 2015, 36(12): 113-115.
- [7] 姜英姿. 移动医疗APP在医疗服务中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2016, 5(20): 78.
- [8] Gallagher R, Roach K, Sadler L, et al. Mobile technology use across age groups in patients eligible for cardiac rehabilitation: survey study [J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2017, 5(10): e161.
- [9] Amira R. The promise, growth, and reality of mobile health — another data-free zone [J]. New Engl J Med, 2017, 377(21): 2010-2011.
- [10] Constantinescu G, Loewen I, King B, et al. Designing a mobile health App for patients with dysphagia following head and neck cancer: a qualitative study [J]. JMIR Rehabil Assist Technol, 2017, 4(1): e3.
- [11] Jones M, Morris J, Deruyter F. Mobile healthcare and people with disabilities: current state and future needs [J]. Int J Environ Res Public Health, 2018, 15(3): E515.
- [12] Nussbaum R, Kelly C, Quinby E, et al. A systematic review of mobile health applications in rehabilitation [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2019, 100(1): 115-127.
- [13] 崔尧,李建军,丛芳,等. 一种基于浏览器/服务器结构的综合康复信息系统的设计与初步实现[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(1): 114-116.
- [14] 中国康复研究中心,中国康复科学所,李建军,等. 基于Android平台的Alyn水中适应性评价软件:2016SR078358 [CP]. 2015-12-15.
- [15] Dale P, Whittaker L, Dixon R, et al. Acceptability of a mobile health exercise-based cardiac rehabilitation intervention: a randomized trial [J]. J Cardiopulm Rehabil, 2015, 35(5): 312-319.
- [16] Lee C H, Yoon H J. Medical big data: promise and challenges [J]. Kidney Res Clin Pract, 2017, 36(1): 3-11.
- [17] 崔尧,丛芳,李建军,等. Alyn水中适应性测试量表2的汉化及在脊髓损伤患者中的信度与效度[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(11): 1302-1308.
- [18] 刘文韬,王仁佐. 医疗大数据建设现状及其应用发展对策研究[J]. 中国发展, 2018, 18(3): 80-83.
- [19] Topol E. 颠覆医疗:大数据时代的个人健康革命[M]. 张南,魏巍,何雨师,等译. 北京:电子工业出版社, 2014.
- [20] Tirosh R, Katz-Leurer M, Getz M D. Halliwick-based aquatic assessments: reliability and validity [J]. Int J Aquatic Res Educ, 2008, 2(3): 224-236.
- [21] 崔尧,丛芳,金龙. Halliwick理念及其在水疗康复中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(3): 239-245.
- [22] 崔尧,丛芳,金龙. Halliwick理念[M]//黄东峰,李建新,王宁华. 综合水疗学. 北京:金盾出版社, 2015: 62-88.
- [23] 金龙,丛芳,崔尧,等. Alyn水中适应性测试量表1的汉化及信度与效度研究[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(5): 539-543.
- [24] 李建军. 脊髓损伤神经学分类国际标准参考手册[M]. 北京:人民卫生出版社, 2008.
- [25] 美国脊髓损伤协会. 脊髓损伤神经学分类国际标准(2011年修订)[J]. 李建军,王方永,译. 中国康复理论与实践, 2011, 17(10): 963-972.
- [26] 罗伯特·卡巴科弗. R语言实战[M]. 2版. 北京:人民邮电出版社, 2016.
- [27] R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing [DB/OL]. (2018-02-20). <https://www.R-project.org/>.
- [28] 张铁军,陈兴林,刘振球. R语言与医学统计图形[M]. 北京:人民卫生出版社, 2018.
- [29] 马斌荣. 医学科研中的统计方法[M]. 4版. 北京:科学出版社, 2012.
- [30] Stütz T, Emsenhuber G, Huber D, et al. Mobile phone-supported physiotherapy for frozen shoulder: feasibility assessment based on a usability study [J]. JMIR Rehabil Assist Technol, 2017, 4(2): e6.
- [31] Thirumalai M, Rimmer J H, Johnson G, et al. TEAMS (Tele-Exercise and Multiple Sclerosis), a Tailored Telerehabilitation mHealth App: participant-centered development and usability study [J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2018, 6(5): e10181.
- [32] 张文豪,李建军,高峰,等. 可穿戴技术在康复医学领域中的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(7): 792-795.

(收稿日期:2018-09-13 修回日期:2018-10-15)