

·康复标准·

太极拳运动康复数据采集及评估技术规范指引

中国康复医学会

陶 静^{1*}, 吴剑煌², 金荣疆³, 唐 强⁴, 张彦新⁵, 黄 佳¹, 刘志臻¹,
吴劲松¹, 王芃斌¹, 侯美金¹, 秦佳维¹, 陈焰南¹, 刘 红¹

1 福建中医药大学, 福建 福州 350122;

2 中国科学院深圳先进技术研究院, 广东 深圳 518055;

3 成都中医药大学, 四川 成都 610075;

4 黑龙江中医药大学附属第二医院, 黑龙江 哈尔滨 150001;

5 奥克兰大学, 新西兰 奥克兰 1052

* 通信作者: 陶静, E-mail: taojing01@fjtem.edu.cn

收稿日期: 2022-10-01; 接受日期: 2022-12-10

基金项目: 科技部“十三五”重点研发计划专项课题(2019YFC1710301)

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2023.01001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



摘要 诸多循证证据表明太极拳运动在老年及慢性病康复方面具有显著的效果。基于不同的运动模式, 太极拳的各个招式拥有不同的综合能力需求, 也可以满足不同康复群体的需要。但目前仍缺少高效的太极拳运动康复数据采集手段与准确的太极拳运动康复评估方法。建立太极拳运动康复数据采集及评估技术规范能够帮助太极拳运动康复数据的量化工作, 统一的标准可以使太极拳运动数据能够更好地被整合和共享, 有助于更准确地找到康复状况与太极拳动作数据之间的联系, 使太极拳更好地运用到康复训练中。因此, 本标准规范了太极拳数据采集的术语和定义、太极拳运动康复数据采集和评估技术、设施设备、人员要求、场地与环境标准以及评估注意事项。本标准适用于太极拳运动康复数据采集及太极拳运动康复能力评估, 具有良好的可行性和安全性。

关键词 太极拳; 康复; 数据采集; 评估技术; 标准

国务院印发了《关于促进中医药传承创新发展的意见》, 该意见指出, 结合实施健康中国行动, 大力普及中医养生保健知识和太极拳、健身气功等养生保健方法, 推广体现中医治未病理念的健康工作和生活方式。因此, 结合传统运动的康复手段势在必行。然而, 有研究报道太极拳初学者练习时会出现膝关节疼痛等不良反应^[1], 不规范的太极拳运动可能是诱发关节炎或加重关节疼痛症状的原因。因此需要对太极拳动作进行精准评估, 以制定个性化太极拳运动康复方案。但截至目前, 仍缺少一种高效的太极拳运动康复数据采集手段与准确的太极拳运动康复评估方法。

本指南按照 GB/T 41773—2022 起草规则编写, 由中国康复医学会提出并归口。

1 范 围

本标准规范了太极拳数据采集的术语和定义、太极拳运动康复数据采集和评估技术、设施设备、人员要求、场地与环境标准, 以及评估注意事项。本标准适用于太极拳运动康复数据采集及太极拳运动康复能力评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本

引用格式: 中国康复医学会. 太极拳运动康复数据采集及评估技术规范指引[J]. 康复学报, 2023, 33(1): 1-6.

Chinese Association of Rehabilitation Medicine. Normative guidelines for rehabilitation related data collection and assessment for Tai Chi Chuan movements [J]. Rehabil Med, 2023, 33(1): 1-6.

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2023.01001

文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改版)适用于本文件。

《信息安全技术 步态识别数据安全要求(GB/T 41773—2022)》中的“步态识别数据活动”“步态识别典型场景”及“数据收集”^[2]。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1 太极拳

太极拳(Tai Chi Chuan)是我国的一种身心兼顾的传统运动疗法,强调“动以炼形”“静以养神”,通过动静结合、调养形体和摄养精神以达到阴阳平衡、气血通畅,从而促进功能康复。

3.2 康复

康复(rehabilitation)是维护和改善人体功能与活动水平的一项综合性服务,旨在最大限度地改善和提升人体的功能,不仅针对身体功能,而且着眼于整个人,从生理、心理、社会等方面进行全面康复^[3]。

3.3 视场

视场(field of view)代表着摄像头能够观察到的最大范围,通常以角度来表示,视场越大,观测范围越大^[4]。

3.4 支持面

支持面(supporting surface)也称支撑面,是由支撑点组成的平面,即最外侧的支撑点连线围成的平面^[5]。

3.5 质心

质心(centre of mass, COM)是人体全部质量分布的加权平均位置。正常站立时,人体的质心通常位于第2骶椎前方^[6]。

3.6 人体重心

重心(centre of gravity, COG)是人体各环节所受重力的合力作用点^[6]。

3.7 重心移动

重心移动是太极拳行功走架的关键,是指太极拳练习过程中通过马步弓步等步型转换、水平开步移动或身体高低位置的变换来实现重心移动。

3.8 地面反作用力

地面作用于足部的力被称为地面反作用力。

3.9 压力中心

压力中心(centre of pressure, COP)定义为人

全部地面反作用力集中作用的一个点。

3.10 关节活动度

关节活动度是关节运动时所通过的运动弧度或转动的角度。

3.11 关节力矩

关节力矩是力与力作用线的垂直距离的乘积,使关节发生转动的力,是肌肉、韧带和摩擦力作用的最终结果。

3.12 平均振幅

平均振幅指一定时间内瞬间肌电图振幅的平均值。

3.13 最大振幅值

最大振幅值是肌电振幅曲线中最高点的数值,反映肌肉的最大激活时刻,代表此时运动单位募集的数量和运动单位的放电达到协同的最高水平^[7]。

3.14 积分肌电

积分肌电指在恒定时间内肌肉中参与活动的运动单位放电总量,其值的高低在一定程度上反映了参与活动的运动单位数量的多少和运动单位群放电的大小^[7]。

3.15 均方根振幅

均方根振幅指肌肉放电的有效值,反映一段时间内瞬间肌电图所有振幅的均方根值^[8]。

3.16 输入百分比

输入百分比反映了所选择通道振幅值占有通道振幅值总和(100%)的比例,也可以称之为贡献率^[7]。

3.17 表面肌电功率谱

表面肌电功率谱反映了表面肌电图信号在不同频率分量的变化^[7]。

3.18 平均功率频率

平均功率频率指通过功率谱曲线重心的频率,已经作为判断肌肉疲劳的指标之一。

3.19 中值频率

中值频率指骨骼肌收缩过程中肌纤维放电频率的中间值。

4 太极拳运动康复数据采集要求

4.1 采集对象

进行太极拳运动康复的人员。

4.2 数据采集目的

帮助建立以太极拳运动为基础的康复评估标准。

4.3 采集环境

4.3.1 一般要求 ① 环境温度:人体舒适温度 26℃ 左右。② 避强日光照射的室内空间。③ 空间大小:宽度 8 m、长度 10 m、高度 2.5 m 以上为佳。④ 采集数据的地面要求平整干燥、软硬适度,空气流通。可供受试者自由行走,且不易受行人干扰。⑤ 整体建筑设施执行国家无障碍设计相关标准,并符合消防、安全保卫、应急疏散和防跌倒等功能要求。

4.3.2 采集设备布置 按照实际应用时的配置进行采集场景的布置。一般配置 8 个摄像头,分别布置在同一水平高度矩形的 4 个角及 4 条边的中间,镜头设置对焦于测力台区域。高度以 2.5 m 左右为宜。测力台区域一般在矩形的正中间。测力台区域一般需要宽度 3 m、长度 5 m 左右的范围。因此,镜头视场范围宜大于测力台区域。

4.4 采集数据内容

4.4.1 标记点数据 标记点位置按要求进行放置,标记点数据包括但不限于头部、胸段、上肢、骨盆、下肢共计 6 个环节,其中包括但不限于头部、左肩关节、右肩关节、左肘关节、右肘关节、左腕关节、右腕关节、左髋关节、右髋关节、左膝关节、右膝关节、左踝关节、右踝关节等 13 个关节在一段完整太极拳招式内的三维坐标的时间序列数据。见表 1。

4.4.2 测力台数据 ① 人体重心移动范围;② 人体重心动态移动速度;③ 人体压力中心移动范围;④ 人体压力中心动态移动速度。

4.4.3 表面肌电图数据 包括上肢、躯干、下肢主要浅表肌肉在一段完整太极拳招式内肌肉活动生物电信号的时间序列数据。表面肌电图传感器位置见表 2。

表 1 太极拳运动数据采集标记点名称及位置

Table 1 Definition of the whole body marker set used for the movement data collection of Tai Chi Chuan

标记点名称	位置
头部	
(L/R)HEAD	(左/右)耳尖正上方
SGL	眉间
胸段	
CLAV	胸骨正中切迹
STRN	胸骨剑突
CV7	第 7 颈椎棘突
TV10	第 10 胸椎棘突
(L/R)SIA	(左/右)肩胛下角
上肢	
(L/R)SAE	(左/右)肩峰
(L/R)ASH	(左/右)肩前方
(L/R)PSH	(左/右)肩后方
(L/R)PUA1-3	(左/右)上臂
(L/R)HLE	(左/右)肱骨外侧髁
(L/R)HME	(左/右)肱骨内侧髁
(L/R)DUA1-3	(左/右)前臂
(L/R)RSP	(左/右)桡骨小头
(L/R)USP	(左/右)尺骨茎突
(L/R)HM2	(左/右)第 2 掌指关节
骨盆	
(L/R)IAS	(左/右)髂前上棘
(L/R)IPS	(左/右)髂后上棘
下肢	
(L/R)TH1-4	(左/右)大腿
(L/R)FLE	(左/右)股骨外侧髁
(L/R)FME	(左/右)股骨内侧髁
(L/R)SK-4	(左/右)小腿
(L/R)FAL	(左/右)外踝
(L/R)TAM	(左/右)内踝
(L/R)FCC	(左/右)跟骨
(L/R)FM1	(左/右)第 1 跖趾关节
(L/R)FM2	(左/右)第 2 跖骨底
(L/R)FM5	(左/右)第 5 跖趾关节

表 2 肌肉名称及对应表面肌电图传感器放置说明

Table 2 Muscle name and surface electromyography sensor placement instructions

肌肉名称	传感器放置位置及方向
太极拳运动采集上肢肌肉	
肱二头肌	定位:肩峰内侧与肘窝连线的远端 1/3 处 方向:同连线
肱三头肌长头	定位:肩峰后脊与尺骨鹰嘴连线的 1/2 处向内 2 指宽 方向:同连线
肱三头肌外侧头	定位:肩峰后脊与鹰嘴连线的 1/2 处向外 2 指宽 方向:同连线
拇短展肌	定位:第 1 掌骨近端 1/4 处,稍偏内 方向:平行于第 1 掌骨

续表 2

肌肉名称	传感器放置位置及方向
太极拳运动采集躯干肌肉	
三角肌前部	定位:肩峰前部 1 指宽的位置 方向:肩峰到拇指的方向
三角肌后部	定位:肩峰角后 2 指宽的位置 方向:从肩峰到小拇指的方向
三角肌中部	定位:肩峰到肘关节外侧髁连线,肌肉最丰满的部分 方向:从肩峰到手的方向
斜方肌上束	定位:肩峰到 C ₇ 连线的 50% 处 方向:同连线
斜方肌中束	定位:肩胛骨中部边缘线和第 3 胸椎棘突连线的 50% 处 方向:肩峰到第 5 胸椎的方向
斜方肌下束	定位:从肩胛骨三角区域到第 8 胸椎连线的远端 2/3 处 方向:肩峰到第 8 胸椎的方向
最长肌	定位:第 1 腰椎外侧 2 指宽处 方向:与脊柱平行
棘肌	定位:在第 1 和第 2 腰椎连接缝与后髂棘突连线中心下 2~3 cm 处,位于第 5 腰椎水平 方向:同连线
髂肋肌	定位:在后髂骨棘突末端和肋骨下缘连线外侧 1 指宽,与第 2 腰椎平齐 方向:同连线
多裂肌	定位:第 5 腰椎棘突旁开 2~3 cm 方向:第 1 腰椎棘突与髂后上棘连线
腹直肌	定位:肚脐旁开约 3 cm,与肚脐为一水平线 方向:与腹前壁正中中线平行
腹外斜肌	定位:肚脐旁开 15 cm 方向:肋骨下缘与耻骨连线
太极拳运动采集下肢肌肉	
臀大肌	定位:骶椎与大转子连线的中点,正好处于大转子上方臀中部最凸出的肌肉上 方向:从髂后上棘到大腿后部中间连线的方向
臀中肌	定位:髂嵴到大转子连线中点 方向:同连线
阔筋膜张肌	定位:髂前上棘与胫骨外侧髁连线的近端 1/6 处 方向:同连线
股直肌	定位:髂前上棘和髌骨上部连线的 1/2 处 方向:同连线
股内侧肌	定位:髂前上棘至膝内侧韧带前缘的关节间隙连线的远端 80% 方向:垂直于连线
股外侧肌	定位:髂前上棘至髌骨外侧缘连线的远端 2/3 处 方向:同连线
半腱肌	定位:坐骨结节与胫骨中间骨节连线的 50% 处 方向:同连线

续表2

肌肉名称	传感器放置位置及方向
股二头肌长头	定位:坐骨结节至胫骨外上髁连线的中点 方向:同连线
胫前肌	定位:腓骨头至内踝连线的近端1/3处 方向:同连线
腓肠肌外侧头	定位:跟骨与腓骨头连线的近端1/3处 方向:同连线
腓肠肌内侧头	定位:肌肉最丰满隆起的地方 方向:与胫骨平行
腓骨短肌	定位:腓骨头与腓骨外侧髁连线的远端1/4处 方向:同连线
腓骨长肌	定位:腓骨头与腓骨外侧髁连线的近端1/4处 方向:同连线
比目鱼肌	定位:胫骨头内侧面中心点到内踝连线的远端2/3处 方向:同连线

4.5 采集流程

① 采集对象充分熟悉采集流程。② 在采集对象皮肤上根据表1的对应的解剖位置有选择地放置标记点,根据表2的位置有选择地放置主要肌群表面肌电图传感器。标记点及表面肌电图传感器放置位置的选择建议根据采集对象的运动功能水平而定。如采集对象为健康人群,建议进行含头部、上肢、躯干、骨盆、下肢等环节的全身数据采集。如双下肢功能障碍人群,建议进行头部、上肢、躯干等环节的坐式太极拳招式或太极拳手法数据采集。如上肢功能障碍人群,建议进行头部、躯干、下肢等环节的太极拳步法和/或身法数据采集。③ 做一些简单的热身运动,热身期时长在5 min左右。④ 在测力台的测量范围内,选择所需采集的太极拳招式进行太极拳运动康复数据采集。⑤ 终止运动。通过测力台记录重心及压力中心转移情况,结合各项数据进行评估。

4.6 评估结局指标

4.6.1 关节活动度 包括但不限于头部、左肩关节、右肩关节、左肘关节、右肘关节、左腕关节、右腕关节、左髋关节、右髋关节、左膝关节、右膝关节、左踝关节、右踝关节等13个关节在矢状面、冠状面及水平面上的关节活动度。单位采用国际度量单位(°)。

4.6.2 关节力矩 包括但不限于左髋关节、右髋关节、左膝关节、右膝关节、左踝关节、右踝关节等6个关节在矢状面、冠状面及水平面上的关节力矩。单位为N·m/kg。

4.6.3 地面反作用力

4.6.4 身体质心移动轨迹、移动范围、移动速度

4.6.5 压力中心移动轨迹、移动范围、移动速度

4.6.6 重心移动轨迹、移动范围、移动速度

4.6.7 表面肌电 ① 时域:平均振幅、最大振幅值、积分肌电、均方根振幅、输入百分比;② 频域:表面肌电功率谱、平均功率频率、中值频率。

5 设施设备

设施设备包含标记点数据采集设备、测力台及表面肌电图采集设备,3种设备需同步进行数据采集。设备具体要求如下。

5.1 标记点数据采集设备

应配备红外运动捕捉镜头,显示分辨率至少4 096×3 072。全视野分辨率下采样频率≥100 Hz。最大采样频率≥2 000 Hz。

红外运动捕捉镜头数量要保证合并视场能够覆盖在以太极拳康复数据采集者活动中心为圆心、半径为3 m圆的范围,数量要求至少6个,8个及以上为佳。

5.2 测力台设备

在一般的太极拳运动中,测力台的测力范围应大于太极拳运动的一般活动范围,单块测力台的宽建议<0.3 m,长建议<0.5 m。

5.3 表面肌电图采集设备

应配备表面肌电图传感器,数量根据目标肌肉数确定,建议≥16个。信号采样频率≥1 000 Hz。具备运动伪影抑制功能。

6 人员

6.1 人员组成

宜配备康复治疗师和/或康复医师。

6.2 人员资质

6.2.1 康复治疗师 取得国家康复治疗师资格证书,宜具有运动生物力学或人体运动科学专业背景。

6.2.2 康复医师 取得国家执业医师资格证书,宜具有运动生物力学或人体运动科学专业背景。

7 注意事项

7.1 进行太极拳运动康复数据与评估要在征得被采集评估者同意的情况下进行。

7.2 整个采集与评估过程中应保证被采集评估者的安全,有任何不适反应需即刻停止。

7.3 太极拳运动时应全神贯注,呼吸自然协调,不可屏气,动作准确。

7.4 有基础疾病的采集对象在得到专科医师的准许后方可参与,在进行数据采集前应进行运动风险筛查。

7.5 太阳光中的红外光会干扰到动作捕捉相机发射出的红外光,因此在追踪场景中,需避免太阳光直射,也应尽量避免地面和墙面的镜面反射。

7.6 采集过程中应注意双足不同时站立于同一块测力台上,以免压力中心及关节力矩数据不准确。

参考文献

- [1] 朱东,李立,邱丕相,等.上海市区太极拳练习者膝关节疼痛调查分析[J].中国运动医学杂志,2011,30(9):820-824.
ZHU D, LI L, QIU P X, et al. A survey on knee pain of Tai Chi Quan practitioners in Shanghai urban area [J]. Chin J Sports Med, 2011, 30(9): 820-824.
- [2] 全国信息安全标准化技术委员会.信息安全技术 步态识别数据安全要求 (GB/T 41773—2022) [EB/OL]. (2022-10-14)

- [2022-11-01]. <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=EB58F4DA91D6B2A2E05397BE0A0A7D33>. National Information Security Standardization Technical Committee. Information security technology - Security requirements of gait recognition data (GB/T 41773—2022) [EB/OL]. (2022-10-14) [2022-11-01]. <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=EB58F4DA91D6B2A2E05397BE0A0A7D33>.
- [3] 世界卫生组织.健康服务体系中的康复[EB/OL].(2017-02-01)[2022-09-15].<https://www.who.int/publications/i/item/9789241549974>. World Health Organization. Rehabilitation in health system [EB/OL]. (2017-02-01) [2022-09-15]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549974>.
- [4] 娄岩,杨卫华.医学虚拟现实与增强现实[M].武汉:湖北科学技术出版社,2019:116.
LOU Y, YANG W H. Medical virtual reality and augmented reality [M]. Wuhan: Hubei Science and Technology Press, 2019: 116.
- [5] 卞传海.实用物理教程[M].北京:北京邮电大学出版社,2018:20.
BIAN C H. Practical physics course [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2018: 20.
- [6] 甄洁,肖涛.简明运动生物力学[M].重庆:重庆大学出版社,2020:46.
ZHEN J, XIAO T. Concise sports biomechanics [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2020: 46.
- [7] 李玉章.表面肌电在体育中的应用[M].上海:复旦大学出版社,2015:79-82.
LI Y Z. Application of surface electromyography in sports [M]. Shanghai: Fudan University Press, 2015: 79-82.
- [8] 夏玲,王磐,吴春芳,等.表面肌电图在周围神经损伤修复过程中的应用价值[J].中国组织工程研究,2019,23(7):1142-1148.
XIA L, WANG P, WU C F, et al. Application value of surface electromyography in the repair of peripheral nerve injury [J]. Chin J Tissue Eng Res, 2019, 23(7): 1142-1148.

Normative Guidelines for Rehabilitation Related Data Collection and Assessment for Tai Chi Chuan Movements

Chinese Association of Rehabilitation Medicine

TAO Jing^{1*}, WU Jianhuang², JIN Rongjiang³, TANG Qiang⁴, ZHANG Yanxin⁵, HUANG Jia¹, LIU Zhizhen¹, WU Jinsong¹, WANG Xiangbin¹, HOU Meijin¹, QIN Jiawei¹, CHEN Yannan¹, LIU Hong¹

¹ Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350122, China;

² Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Science, Shenzhen, Guangdong 518055, China;

³ Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu, Sichuan 610075, China;

⁴ The Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin, Heilongjiang 150001, China;

⁵ University of Auckland, Auckland 1052, New Zealand

*Correspondence: TAO Jing, E-mail: taojing01@fjtcu.edu.cn

ABSTRACT Accumulative evidence has shown that Tai Chi Chuan has significant rehabilitative effects in the elderly and in those with chronic diseases. Based on different movement patterns, the individual stances of Tai Chi Chuan require different integrated abilities and also meet the needs of different rehabilitation goals. However, there is still lack of efficient means of collecting rehabilitation related data and accurate methods of assessing the quality of Tai Chi Chuan movements. Establishing specifications for data collection and assessment techniques for the Tai Chi Chuan movements can help to quantify the relevant research work. Uniform standards enable better integration and sharing of Tai Chi Chuan movements data. It can help to find the link between rehabilitation status and Tai Chi Chuan movements data more accurately, allowing better application of Tai Chi Chuan in rehabilitation training. Therefore, this standard regulates the terms and definitions of data collection for Tai Chi Chuan, techniques of data collection and assessment, facilities and equipment, personnel requirements, sites and environmental requirements, as well as assessment precautions for Tai Chi Chuan movements. This standard is applicable to rehabilitation related data collection and assessment of rehabilitation function for Tai Chi Chuan movements, with good feasibility, and safety.

KEY WORDS Tai Chi Chuan; rehabilitation; data collection; assessment techniques; standards

DOI:10.3724/SP.J.1329.2023.01001