

# 肌电在人体运动生物力学分析和临床中的应用

□牛晓强

**【内容摘要】**本文通过对肌电分析运动的历史、技术和方法的背景合理综述,总结概括了肌电在人体运动分析和临床康复的应用。科学分析人体运动模式将在很大程度上影响对临床病人的治疗,肌电仪技术可以对中央神经系统混乱起到改善作用,为脑瘫儿童进行外科手术提供了证据支持。科学分析了未来人体运动的研究方向、发展和应用。

**【关键词】**肌电仪技术;运动分析;临床应用

**【作者简介】**牛晓强(1987~),男,山西运城人;陕西国际商贸学院助教,硕士;研究方向:运动生物力学

## 一、引言

自19世纪以来,人体运动已经是一个具有挑战性的科学研究领域,人体运动分析工作具有显著的代表性,并且被一系列发展特殊的方法和技术所更新,客观、定量地分析描述人体步态,称为步态分析。现在,步态分析已经发展到商业开发和临床应用的阶段,并且有许多的研究方法和专门研究竞走,尤其是三维拍摄技术,分析爆发力、瞬间能量和肌电。本文将集中于更为通用的运动技术分析,来自于潜在的临床有用性的视角。

## 二、定量研究人体运动

16世纪,伽利略脱离传统的思维方式,强调运动发生的问题,但不是思考运动为什么会发生,他集中试验方法在无

生命的物体上。与此同时,先进的数学也应用到研究运动中,这种公式化描述运动物体的方法最终被牛顿采用,出版了《自然哲学和数学原理》。Dijsterhuis提出了机械的世界观,人体运动被看作一种复杂的生物机械,应用定量的方法系统研究人体运动;Weber提出了用一种数学模型去描述摆动腿的状态,在步态中将下肢运动看作一个钟摆。与无生命特征的物体相比较,量化人体的运动和技术记录的复杂导致这一研究领域进展非常有限,研究者在很大程度上与机械技术的限制作斗争。直到19世纪下半叶,摄影技术的出现,对记录人体运动是重大的突破,麦布里奇利用连续摄影的技术记录了人体和动物的运动;Braune和Fischer采用了数学分析的方法分析人体运动,运用三维分析人体步态,用四个相

情况自动选择和设定路由,以最佳路径按前后顺序发送信号;驱动软件用于识别和控制系统中的硬件设备工作;操作系统实现系统中作业管理、文件管理、存储管理、设备管理和进程管理。

## 三、设计分析

根据60GHz频段的信号由于其其在氧气中传播衰耗大、穿透墙体能力差等特点,结合家居无线网络环境,采用基于60GHz信号作为智能家居物联网新的传输方案,相比目前低频段的传输方案或者单纯将60GHz信号作为点对点传输手段具有先进性。根据多种类型传感器对应于贡献度的大小确定其权值,并依据传感器数据处理结果和权值进行相关性和变化过程的特征去分析和判断,得出事件的性质。事件生成器依据“家居盗抢欣慰模型”进行相应传感器数据分析和判断,与传统传感器数据处理相比时效性和准确度大大提高。对比传统传感器事件的决策,多元传感器之间可以进行相互补充验证,降低了虚警概率,客观真实地反映事件。

通过对智能家居物联网的干扰进行分析,在智能家居物联网和家用电器及终端的配置上统筹安排,按照不同功能接入不同的接入点的方法,降低家居环境的干扰信号功率;同时,对于采用分层处理的方法,降低家居环境内各无线设备的发射功率,减小相互间的干扰。另外,在传输体制设计方面,将尽可能采用目前较少采用的更高频段的无线传输体制,并利用其信号传输的特点进行接入点配置,提高家居物联网的抗干扰性能。这种从多个层次入手的家居物联网无线

干扰管理方案具有很好的先进性。

设计的无线物联网网关优点如下:一是通过新频段高效传输技术、高速数据传输系统的低复杂度、高速数据传输不同设备之间的干扰管理技术等手段提高系统的稳定性。二是采用异构无线传感器网络融合技术实现在传感器数据处理中引入基于家居行为数据关联模型的处理方法,使单类型传感器数据处理更加快捷、高效、减少误报和虚警,并具有智能化识别与判断能力;三是通过对家居物联网和家用电器及终端的配置上统筹安排,降低家居环境的干扰信号功率;同时采用分层处理的方法,降低家居环境内各无线设备的发射功率,减小相互间的干扰。

## 四、结语

本文设计的智能家居无线物联网系统由无线物联网网关、智能控制终端等部分组成,支持多种通信方式,可以控制多种家居设备,核心是无线物联网网关,其设计采用新频段高效传输技术、异构无线传感器网络融合技术和分层处理技术等手段,使得该无线物联网系统具有稳定性好、准确度高、抗干扰性强等优点。

## 【参考文献】

- [1]王绪海,姚晓峰.基于嵌入式系统的物联网网关的设计[J].信息通信,2016,1:64~66
- [2]沈钢.基于低功耗策略的智能家居控制系统的设计与实现[D].江苏科技大学,2015

机从四个方位记录运动物体的信息,人体各部分力量计算结果,是定量分析人体运动的创始人;数字计算机的出现和传感器的使用,极大地促进了定量分析人体运动的发展。

影像方法被临床广泛应用,临床使用三维运动是令人向往的,三维运动是身体部分关节角运动,这样的身体运动方式可以描述为:根据临床习惯所说的弯曲、伸展、内收、外展,为下肢运动提出了特殊的欧拉角定义;对模型的预测、评估和验证,正常的人体体内测量是有限的,在选定的病理学病例内测量是可能的,例如在哪里可以并入力量传感器在义肢的下关节或髋部,Bergman等人已经测量并提出模型计算结果可能低估髋关节的力量在行走过程中站立阶段的作用,更多模型验证工作是必不可少的,减少目前存在的对运动技术分析的信度和效度的担忧。

### 三、揭示神经肌肉控制

理解控制复杂人体生物力学机制是一个很大的挑战,不仅仅从学术和知识的观点来看,因为它潜在地提供了可能帮助临床医生提高治疗运动障碍能力的方法。运动学的测量仅仅可以描述合成运动的生物力学结构,动力学的研究可以说明力量、关节运动时刻和能量,根据这样的概念,即肌肉负责运动的主动控制,这样伴随着任何对控制策略的理解进行测试,肌肉在活动中的测试已经被研究。对肌肉发力时间过程的预测的有效性和准确性,不仅强烈依赖于模型的相关解剖和生理结构,而且也靠标准应用最优化效度,肌电是获得有效描述肌肉协调模式的一种适当手段。

### 四、肌电信号(EMG):起源和属性

早在1972年,一本使用莫士语的出版物文章中出现了肌肉组织的报道,这本出版物是A·Galvani撰写的,文章中表明电极可以引发肌肉收缩,这篇文章是现代肌电生理学的开端,Dubois-Reymond发现一次随意的肌肉收缩过程中记录肌电活动也是可能的;Marey是第一个纪录肌电活动的人,在1980年介绍了名词“肌电图学”,伴随着De Forest's发明的三极电子放大弱电子现象,使记录肌电信号系统的性能得到较大的提高。目前,关于肌信号的起源被认为是这样的。

脊髓包含第一发动神经,其中有轴突和神经细胞,作为神经一部分,运动到骨骼肌当中,每个第一运动神经可同时刺激一个肌纤维群,这样的运动神经结构及有关肌纤维被称为运动单位。肌电信号作为一个有效的肌肉活动指标,可以被用作研究动作的控制与协调,放大的肌电信号与运动时使用的肌肉力量之间可能存在一定的联系,在一定的条件下,这种联系可以是简单的线性关系。对肌电信号的测量技术和实验条件的限制可能影响到信号的准确性和性能。错综复杂的信号产生过程和实验参数的影响使得很难给肌电信号产生过程一个准确的数学描述。尽管肌电信号是错综复杂的,但仍有可能测出肌电信号的变化,在持续等大的恒力条件下肌电信号显示的特征变化已经解释了肌肉疲劳的影响。神经肌肉的病变可诱导中央控制或肌纤维生理性能的典型改变,并使肌电信号出现性能改变,神经学家已经成功利用这一性能在临床诊断当中。

### 五、肌肉协调模式肌电分析的问题

肌电信号是相当小的,只有微伏甚至毫伏,因此很容易受到来自运动假象的干扰,运动假象在很大程度上可以避免。高速滤波人体肌电信号被提出帮助抑制低频滤波和运动会干扰,集成电子技术使得非常先进的小而且轻便的仪表

放大器用于肌电信号的采集。三维拍摄运动过程是分析神经肌肉控制的基本工具。1981年IBM个人电脑出现是一个里程碑,计算机的处理能力和贮存容量能够满足需要。在过去的几年当中,研究者对表面肌电记录性能有了更好的理解,相关的研究表明:表面肌电测量由于使用电极肌肉内的测量,表面电极逐渐被应用于临床。人体运动学肌电技术处于生物力学和电生理学交叉处,两个学科在机械和电领域有自己的传统观点,研究人员已经意识到这一问题,并开始采取措施去缓解这一问题。

### 六、定量描述肌肉的协调模式

定量的肌电数据可以消除主观定性的分析肌电数据,定量分析能够使数据处理的程序更加简单,结果也更准确。人体运动学肌电信号要求量化和分析技术不同于传统肌电图学的使用。简单的量化方案源于时间参数的控制,例如,肌肉开始活动和停止的时间,这种简单量化方案用来描述正常和病态的步态分析。肌电信号大小是衡量肌肉收缩程度的标准,平滑修正肌电过程已经被广泛应用,Winter等人合理使用精密的低阻尼低通滤波器使得测量结果更加准确。

### 七、临床应用的挑战

科学技术的发展为定量描述人体运动创造了科学工具,这些科学工具在今天可被当作商品,与此同时,研究者给出了一个比以往关于人体运动过程更好的理解,这些技术如何被应用于治疗有运动障碍的病人。运动障碍给医疗保健体系增加了相当大的负担,这种现象在西方工业化国家较为严重,估计有10%~13%的欧盟人口遭受某种形式的运动障碍,选择适当的治疗通常是较为困难的,因为有效的治疗通常没有明确的规定,并且治疗成本较高。当前,在人口发展迅速的工业化世界,运动障碍人口的数量在接下来几十年可能增长,老年人的人口比例也将稳定增长,老年人运动障碍的发生几率更加频繁。运动技术分析在临床对有运动障碍的患者特殊筛查中有潜在的作用。

### 八、未来应用的方向

临床应用人体运动学肌电(KEMG)技术主要关注于下肢干预,然而有些研究者已经发现同样可以应用于上肢,如手臂功能障碍的外科手术矫正。运动技术分析可以提高运动障碍患者的治疗效果,但是也有一些研究者质疑。相关的研究试图发现使用运动分析时的效果会更好。

运动分析已经发展到一个新的阶段,可以有效控制治疗运动障碍的成本,并且改善治疗效果,对治疗过程的监控;改善治疗方法;预防运动损伤;科学分析潜在的运动伤害及评估补救建议。

运动技术分析不仅局限于对竞技体育的监控,对运动员技术动作的分析,在未来这一技术会更多用于临床医学,尤其是肌电信号的处理和应用,结合三维影像采集,为运动障碍患者提供有效、科学的治疗方案。

### 【参考文献】

- [1] Kleissen, Buurke, Harlaar, Zilvold. Electromyography in the biomechanical analysis of human movement and its clinical application [J]. Gait & posture, 1999, 8(2): 143~158
- [2] 卢德名,等. 运动生物力学测量方法[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2001