·综述·

运动学习与控制理论在中医推拿手法研究中的应用进展

孙筱¹ 李靖^{1,2,3}

运动学习与控制是研究运动技术动作的学习、获得和保持,以及运动技能形成机制的一门学科,它的研究范围涉及教育学、心理学、生理学等等众多领域^[1]。运动学习与控制理论解释了人类是如何操作技能的,揭示了人类协调动作行为的法则和原理,指导人们学习或恢复某项运动技能^[2]。此方面的研究在国际上已形成一定的规模,但在国内大多数研究是在理论层面上开展的,实验性的研究主要应用在运动技能的教学方面^[1]。运动技术包含的范围很广泛,不仅是对体育项目的运动技术学习,也包括几乎所有的需要学习肌肉活动才能完成的技能,比如走路、穿针引线、写字等^[3]。中医推拿手法技术就是典型的一项多关节、多肌肉参与的运动技术,它有着严格的技术规范。近年来,人们应用运动学习与控制的理论,对推拿手法技术进行了很多研究,有针对手法的操作要求的研究,也有对推拿手法的运动特征、力学特性、作用机制等方面的研究。

1 对推拿手法动作控制过程的研究

有关运动控制的理论有两类。一是以动作程序为基础的理论,侧重于控制系统中心部分的特定运动指令,核心是动作程序,它是一种以记忆为基础的结构,强调中枢神经系统指令在控制过程中的重要性,以走路为例,人正常的走路动作是一套一般动作程序,具有其独特的固有特征(如肢体各部分的动作顺序等),当行走速度比平时快或慢时,固有特征不会产生变化,而步频、肌肉力量等参数会随着人的需求改变,以完成动作目标^[2]。

二是动力模式理论,也称动力系统理论,侧重于环境的特定运动指令,认为一个人熟练动作的产生,是神经系统对特定的功能性肌肉和关节配合的控制,以使动作协调。同样以走路为例,动力模式理论认为,从走到跑的这个过程是从稳定状态(走),到指令参数不稳定的转变阶段,再发展到新的、稳定的步态模式(跑),对动作特征进行了安排和调整,从而达到动作目标^[2]。

推拿手法动作有着复杂的动作特征,随着操作时间、力量、频率等参数的变化会产生不同的生物效用。当然,除了对手法动作行为水平上的研究,还有从神经水平开展的研

究,探索在这些动作中神经系统的作用。

1.1 对手法的运动学测量

手法运动学主要研究手法运动的位置变化和时间关系,也就是从空间和时间的观点来描述与表达推拿手法的动作特点(比如频率、速度、加速度、运动轨迹、着力部位等),只研究动作的外形特征,并不讨论手法动作状态变化的原因^[4]。

周信文等^[5]针对上肢各关节在操作滚法手法时位置的变化,使用摄像机对操作的动作进行分析,同时通过手法测力分析仪记录手法作用力。结果显示在手法操作过程中,上肢各关节的动作差异,对手法的合力轨迹有显著的影响。同样使用摄影技术,杨国平等^[6]通过对两位手法娴熟的医生操作抖法时的动作研究,发现手法操作中抖法的动作轨迹近似一条直线的弧度。

吕杰等^[7]在研究滚法的动作技术时,记录了上肢关节等标记点在手法不同周期时的动态影像,读取每帧的标记点坐标,得到滚法在各个阶段明确的操作动作,并且比较了各个阶段的滚法的作用面积和作用力度。

刘刚等^[8]对吴定寰宫廷正骨手法的手法操作动作进行了研究,在计算机中建立人体骨折、脱位时的三维动画模型,通过三维模型模拟手法操作时骨骼位置的变化。通过这种方法直观的展示正骨手法的操作方法和作用机制,有利于学生对该手法技术动作的理解和学习。

1.2 对手法的动力学测量

手法的动力学研究对象包括手法技术动作的各种力学参数,以及不同参数组成的相对稳定的动力模型等^[9]。比如手法技术动作的力量、频率、操作时间,三者以某种形式组合时能够达到最理想的刺激量,从而产生良好的生物效应。

当力作用于受术者肌肉上,相关联的肌肉感受器会受到刺激,由感觉神经纤维传到脊神经进入脊髓后角,经过感觉运动中枢反馈,从运动神经传出信息,调节作用部位的肌肉和周围血管等一系列生理过程^[10]。朱立国等^[11]通过生物力学实测方法,对15例患者进行颈椎旋转手法操作,测量出操作过程中手法的最大作用力、扳动力、搬动时间、预加载力和最大加速度等数据,实验结果显示颈椎旋转手法的扳动力与预加载力之间有一定的规律。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.01.026

1 南京体育学院运动健康科学系,210014; 2 南京市中西医结合医院; 3 通讯作者
作者简介:孙筱,女,硕士研究生; 收稿日期:2012-03-20

王立恒等^[12]也测量了颈椎旋转操作中手法技术的力学参数,不同之处在于,他们还测量颈部肌肉紧张度和痛阈值,并根据不同痛域将力学参数数据进行了分组。实验显示,随着患者临床症状的缓解,痛阈值的提高,颈项部肌肉和软组织的紧张度明显改善。因此局部痛域值和肌肉紧张度可以作为判断手法技术动作疗效的参考指标。

张成全^[13]采集了五种手法技术动作的三维力学信息,同时摄制了手法操作时的图像,绘制出这五种手法技术动作的力量、幅度、频率、时间、作用点轨迹等图形,直观的对其动作技术特点做了比较。张宏等^[14]通过力量、频率、时间的三因素三水平的正交试验,对腓肠肌处进行滚法操作时腘动脉的平均血流量变化进行了观察,实验结果显示力量、频率和时间之间互相配合时:力量4kg、频率120次/min、时间10min,最大程度的增加了平均血流量,使手法技术动作的操作达成了更理想的生物效应。

邓玫等^[15]比较了五种按法的作用力,这几种按法的技术动作不同,手法作用面的压强也不同,实验得出了这五种按法的具体压力范围与压强,在临床上可以将它们应用于不同的操作部位与病症。许世雄等^[16]按照滚法操作周期对其作用力进行了分析,得到了整个操作周期的垂直力波形图,分析了作用力在强度上和空间中的理想分布模式。

桂志雄等^[17]模拟正常L4-5腰椎CT片,用计算机建立了L4-5的三维有限元模型,将倒悬旋转手法的各项力学参数代入该模型进行了计算分析。结果显示,当倒悬旋转手法操作时,腰椎中的应力分布不均,终板比较容易受到损伤,手法操作时旋转的角度不宜过大。

刘兵等^[18]研究颈椎旋转手法,在新鲜尸体标本上进行手法操作,观察颈椎不同位置时椎动脉的引流量。实验结果显示颈椎位置对椎动脉引流量有显著的影响,若手法操作时作用力过度、角度过大,就容易发生危险。李宁明等^[19]也是对新鲜尸体的颈椎标本进行实验研究,用生物材料试验机模拟拔伸旋转手法操作,对颈椎间盘髓核内压力进行了测量,比较在3种不同体位情况下进行手法操作时,髓核内压力的变化。实验结果显示后伸位的拨伸手法操作髓核内压力较低,较安全。

裴旭海^[20]研究手法技术动作的柔和性与软组织的形变之间的关系。他应用生物力学,将“柔和”解释为弹性模量,认为柔和性与手法操作时应力的分布是否均匀、应力变化的速度、大小等有着密切关系,而手法的柔和性可以用手术部位的组织形变程度来客观的表述。

李征宇等^[21]研究手法技术动作的深透作用,他认为手法深透效应与生物共振现象有关。当操作手法时,手法力向施术部位传递,引起局部组织的机械振动,同时也会产生生物电磁场的共振效应。通过研究生物振动频率,就可以从某种

程度上定义手法技术动作规范中“深透”这一项要求。

1.3 神经肌肉水平的研究

曾庆云^[22]记录了滚法操作时上肢肌肉的表面肌电,同时通过数字摄像拍摄滚法的施术步骤,对滚法的操作动作进行了深入的研究。观察参与滚法操作过程的各种肌电活动,使用计算机三维运动分析技术分析滚法的动作特征,揭示了不同肌肉在不同操作阶段的协同关系,从生理学的角度,为滚法的技术动作做了诠释。

Colloca CJ等^[23]通过在体的手法研究,在患者腰椎神经根处进行推拿,记录操作部位的电位变化,发现腰椎减压手术能够瞬间刺激脊神经根,产生神经电生理反应。Pickar JG等^[24]对猫进行脊柱矫正手法操作,观察手法持续时间对脊旁肌梭放电的影响,实验结果显示,手法持续时间对放电时间、静息电位恢复时间几乎没有影响,但是手法持续时间缩短会造成放电频率的升高。

2 对推拿手法动作技能学习的研究

运动技能的获得是一个复杂的过程。推拿手法动作的技术性强,教学难度大,传统的教学方法是由教师讲解或文字描述手法动作特点,学生各自练习,这样的学习方法有一定的局限性。理想的学习效果要求个体在练习或经历某项技能后,操作该技能的能力得到提高。目前对学习过程中要经历的阶段有几种不同模型,比如Fitts和Michael Posner的三阶段模型、Gentile的两阶段模型等等;对评估学习效果也有很多不同的方法,例如通过观察练习绩效来评估学习(通常通过绘制绩效曲线对绩效进行图示),进行保持测试、迁移测试等等^[25]。

王红等^[26]引进了湖南中医学院研制的TN-2中医推拿手法教学测试仪,对滚法的手法操作图形信号进行了记录和分折,比较了专家、普通临床医生、学生图形信号之间的异同,清楚地展示了初学者与专家之间的手法技术动作差异,以及理想的手法技术动作图形。如果利用这种方式进行教学,初学者可以按照理想技术动作图形自己进行练习手法操作,可以有针对性的学习手法动作技术。

前文介绍的桂志雄等^[17]模拟腰椎CT片研究倒悬旋转手法、刘刚等^[8]对吴定寰宫廷正骨手法的手法操作动作的研究等,都是使用计算机建立三维动画模型。通过这种方法直观的展示手法技术动作,有利于学生理解其操作方法和作用机制。

在学习手法动作技能的过程中,“持久”是一项基本要求,手法的持久是指,单一手法能够持续操作一定的时间而不间断、不乏力^[26]。前文提到过张成全^[13]对临床组和初学者组的五种手法技术动作数据进行了比较,发现临床组的手法动作技术较初学者组更稳定,无论是力量还是频率变异系数

都更低,而且持续时间更长,说明临床组的手法操作更持久。这说明手法操作技术的“持久”这项要求,与长期的临床练习是密切相关的。

手法技术动作规范中有力、均匀、柔和、深透等基本要求,也有研究者对其进行了相关研究,例如前文中裴旭海^[20]研究手法技术动作的柔和性,李征宇等^[21]研究手法技术动作的深透作用等等。对传统的手法作用要求进行量化研究,有助于人们对手法技能的理解与学习。

3 小结

在手法研究中应用运动学习与控制理论有利于推拿手法教学的发展,为手法技术动作考核的标准化提供依据,通过回顾以上文献,可以发现目前对推拿手法的研究已经取得了一定的进展:对手法技术动作操作时适宜的力量、时间、频率,以及其最佳配合的研究;对手法技术动作特点的研究,包括肢体运动轨迹、关节角度等等方面;对手法技术动作学习方面的研究;对手法技术基本要求的定义研究;滚法等临床常用的手法尤其受到研究者的青睐。

但是从目前已有的研究来看,虽然在很多运动学、动力学的研究中涉及运动学习与控制的理论,实际上并没有专门针对推拿手法学习与控制的研究。今后中医推拿手法研究的发展方向应该更多的应用到运动学习与控制理论。

在教学中应用运动学习与控制理论。比如,研究不同的学习方法(运动学习)对手法技术动作实施(运动控制)的影响,对比不同学习机制的学习效果,促进推拿教学方法的发展;将推拿手法的量化例如手法频率、操作时间等研究,应用到教学中去。这样不但有利于学习中医推拿手法,也可以促进推拿手法的标准化。

应用动作控制理论分析手法动作技能。分析各种手法技术动作的动作程序,运用运动控制理论对可观察到的行为进行解释,探索管理人类协调动作行为的法则和原理,由此对手法动作进行分析。另外,目前国内对神经肌肉水平的研究还比较落后,一方面人体的结构复杂难以监控,另一方面可用的技术也有限,比如曾庆云^[22]在实验测量肌电中应用的表面电极方法,测得的信号多带噪音,处理繁琐。而推拿手法作为一种治疗手段,疗效与被操作者的身体状况、病情、部位等有很大关系,想要研究手法的运动学、动力学或者效应等,还是有必要在人体上进行操作分析的,虽然我们到现在还很难监测到手法操作时人体产生的实时变化,不过随着科技的进步,相信这一问题可以得到解决。

参考文献

[1] 孙海勇.运动技能学习的理论研究与实践探索[D].南京师范大学硕士学位论文,2008.
[2] Richard A.Magill.运动技能学习与控制[M].第7版,北京:中国轻

工业出版社,2006:51—72.
[3] 魏云贵.运动学习理论的研究趋势[J].安徽工业大学学报,2008,7,25(4):6.
[4] 王国才.推拿手法学[M].北京:中国中医药出版社,2003:16—17.
[5] 周信文,许世雄,谢志勇,等.中医推拿手法测力分析仪FZ-I型的研制及滚法合力作用点轨迹分析[J].医用生物力学,1996,11(3):179—181.
[6] 杨国平,詹红生,贾晓航,等.上肢抖法几个参数的测定[J].中国骨伤,2000,13(8):474.
[7] 吕杰,曹金凤,方磊,等.中医推拿滚法生物力学研究——手法运动学实测及分析[J].生物医学工程学进展,2010,31(3):142—148.
[8] 刘刚,吴冰,徐斌,吴定寰.宫廷正骨手法的计算机多媒体展示与研究[J].北京中医,2007,26(3):154—155.
[9] 马惠昇.推拿滚法动力学研究进展[J].按摩与导引,2006,7,22(7):38—41.
[10] Margareta nordin,Victor H. Frankel.肌肉骨骼系统基础生物力学[M].第3版.北京:人民卫生出版社,2008.99—113.
[11] 朱立国,冯敏山,毕方杉,等.颈椎旋转(提)手法的在体力学测量[J].中国康复医学杂志,2007,2(8):673—676.
[12] 王立恒,孙树椿,陈朝晖.手法治疗颈椎病的在体力学测量[J].中国中医骨伤科杂志,2009,17(3):22—24.
[13] 张成全.五种推拿手法的生物力学分析[D].中国中医科学院硕士学位论文毕业论文,2009.
[14] 张宏,马惠升,门志涛,等.推拿滚法的动力学参数优化研究[J].上海中医药杂志,2006,40(9):68—67.
[15] 邓政,刘红萍,张晓刚,等.五种按法最大压强的比较研究[J].按摩与导引,2005,21(7):14—15.
[16] 许世雄,谢志勇,李信安,等.摆动类滚法推拿作用力时域分析[J].医用生物力学,1997,12(1):25—29.
[17] 桂志雄,严金林,严斌,等.倒悬旋转手法时腰椎各结构的应力分布[J].时珍国医国药,2007,18(4):785—787.
[18] 刘兵,戴玉景.旋转手法治疗椎动脉型颈椎病的应用解剖及流体力学研究[J].中国骨伤,2003,16(2):81—82.
[19] 李宁明,郭黎平,翁凤泉,等.颈椎不同体位下拔伸旋转手法对椎间盘髓核内压力的影响[J].广州中医药大学报,2009,26(5):433—436.
[20] 裴旭海.推拿手法柔和性的生物力学机理探讨[J].按摩与导引,2000,17(2):2—4.
[21] 李征宇,严隽陶.手法深透作用的数学物理基础[J].按摩与导引,1998,1:7—8.
[22] 曾庆云.滚法动作原理的运动生物力学研究[D].山东中医药大学.硕士学位论文毕业论文.2003.
[23] Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R. Biomechanical and neurophysiological responses to spinal manipulation in patients with lumbar radiculopathy[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2004, 27(1):1—15.
[24] Joel G, Pickar DC, Kang YM. Paraspinal muscle spindle responses to the duration of a spinal manipulation under force control[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2006, 29(1):22—31.
[25] 王红,赵成,王金贵,等.滚法操作图形的非线性研究[J].天津中医药大学报,2008,27(2):66—68.
[26] 严隽陶.推拿学[M].第1版.北京:中国中医药出版社,2003.84.
[27] 单信海,刘利.神经肌肉力学研究进展[J].南京体育学院学报(社会科学版),2000,14(3):15—19.