

肌电生物反馈的临床研究及应用进展

刘玲玲¹ 冯 珍^{1,2}

肌电生物反馈疗法(electromyographic biofeedback therapy, EMGBFT)是一种应用肌电生物反馈仪将人们正常意识不到的肌肉组织生物电活动放大,转换为可以被人们感觉到的视、听等讯号,并把这些讯号通过眼、耳等器官回输给大脑(即反馈),以便人体能依据这些讯号自主地训练,控制肌肉组织生物电活动,达到训练的目的。肌电生物反馈疗法是临床上重要的治疗手段之一,也是目前国内外研究的热点之一。近年来,随着肌电生物反馈较快发展,其主要用于治疗盆底肌肉功能障碍所导致的大、小便失禁、紧张性头痛、心身疾病、老年性高血压、脑卒中后所导致的运动功能障碍和吞咽功能障碍等多种疾病,并取得了一定的疗效。

1 学术背景

早在1964年Adrew将患者的肌电图(electromyography, EMG)转换为声音,作为反馈讯号来训练偏瘫患者的患肢活动,从而开始了肌电生物反馈训练的早期应用,随后又出现了松弛肌肉的反馈治疗技术等。反馈训练在临床医学上得到了一定的应用,因此,美国于1969年在洛杉矶成立了生物反馈研究协会,使得该项技术在20世纪70年代有了大幅度发展,并发展到了临床以外的领域。

2 肌电生物反馈的临床应用

2.1 盆底表面肌电生物反馈的应用

盆底表面肌电生物反馈运用视觉或听觉反馈手段促使患者形成正确的排便或排尿方式。盆底生物反馈治疗的主要疾病有:大便失禁、便秘、肠易激综合征、尿失禁、肌性盆底痛等。

2.1.1 盆底生物反馈对大小便失禁的影响:杨建伟等^[1-2]认为在常规肌肉训练的基础上,加以肌电生物反馈治疗对产后大便失禁的患者很有帮助。他们对一位典型的产后大便失禁的妇女,分阶段采用肌电生物反馈技术和综合的物理治疗措施,对盆底肌肉进行放松训练,最终使患者对肌肉收缩和松弛的控制有所增强,结果患者的痛苦解除,恢复了正常的生活。彭其才等^[3]对8例产后尿失禁患者,应用肌电刺激联合生物反馈对盆底肌肉进行训练,结果8例产后压力性尿失禁患者均完成了一个疗程的治疗。其中4例患者在第3—4次

治疗时症状开始减轻,到第8周治疗时症状完全消失。3例患者在治疗第5—6次时症状开始减轻,到第10—12次治疗时症状完全消失。1例患者压力性尿失禁5个多月,在治疗第9次才开始症状减轻,到第14次症状完全消失。随访6个月,无1例患者复发。作者认为其原因是神经肌肉生物反馈治疗仪可以精确客观地检测阴道及盆底肌收缩力度、耐力、反应速度,采用模拟的视觉信号提示正常及异常的盆底肌肉活动状态,反馈给医生及患者,有助于医生为患者制定出个性化的治疗方案及训练计划,指导患者完成训练计划,促使患者主动训练,增强盆底肌肉张力,从而获得更有效的盆底锻炼。封海霞等^[4]也报导了对19例尿失禁患者进行盆底肌电生物反馈刺激。结果提示,19例尿失禁患者经治疗后,其盆底肌电水平明显提高,排尿功能显著改善,这对尿失禁患者的康复训练很有帮助。

2.1.2 盆底生物反馈对肠易激综合征(irritable bowel syndrome, IBS)的影响:IBS是一组以腹痛或腹部不适伴有排便频率和性状改变的综合征,患者常伴有不同程度的焦虑、抑郁情绪。随着现代医学的转变,已将IBS归类为心身疾病的范畴。心理治疗能显著改善IBS的症状及其合并的情绪障碍。王梦欣等对60例IBS患者进行4周的肌电生物反馈治疗,观察肌电生物反馈治疗对IBS患者内脏痛觉敏感性和IBS症状的改善作用。4周后患者内脏痛觉阈值较治疗前明显升高,汉密尔顿焦虑量表(HAMA)和汉密尔顿抑郁量表(HAMD)测试总分均明显下降。结果表明,焦虑、抑郁的不良情绪参与了IBS患者内脏高敏感性的形成,肌电生物反馈治疗可以降低IBS患者内脏高敏感,调节IBS患者的内脏疼痛阈值,改善不良情绪和IBS症状^[5]。

因此,盆底表面肌电生物反馈作为一项崭新的技术,在强调“生物-心理-社会”医学模式的今天,随着功能性疾病的逐渐增多,充分发掘人体自身的自我纠正功能具有重要意义。我国的盆底生物反馈研究虽然起步较晚,但目前已有多家医院应用于临床治疗。随着适应证的明确、治疗方案、疗效评估等多方面的逐步完善,盆底生物反馈治疗将具有广阔的应用前景。

2.2 肌电生物反馈对紧张性头痛、偏头痛的影响

紧张性头痛又称为肌收缩性头痛,一种头部的紧束、受

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.03.025

1 南昌大学第一附属医院康复医学科,江西,330006; 2 通讯作者
作者简介:刘玲玲,女,硕士研究生; 收稿日期:2011-07-11

压或钝痛感,更典型的是具有束带感。由于紧张性头痛是由于头部与颈部肌肉持久的收缩所致,故根据表面肌电生物反馈的治疗机制,可以对持续紧张的肌肉进行表面肌电信号的采集,然后反馈给患者,使其控制持续收缩的肌肉处于放松的状态,从而达到训练的目的。Grazzi等^[6]应用肌电生物反馈辅以放松训练对一组紧张性头痛的青少年进行治疗,并随访3年后头痛发生的情况。结果显示,治疗后,这些患者头痛症状立即得到明显改善,3年后只有少数几个头痛症状再次发生,但仍可以认为这对头痛的患者是非常有效的。Lori等^[7]研究并探讨了肌电生物反馈治疗紧张性头痛的机制,他们认为肌电图变化的初步分析可以作为肌电生物反馈治疗紧张性头痛变化的一项指标,头痛改善明显,平均肌电活动的指标变化大,头痛改善不明显或无改善,平均肌电活动的指标变化小或无改变。Jeanetta等^[8]初步探索了紧张性头痛肌电生物反馈训练的机制,他们对反复发作的头痛患者进行肌电生物反馈治疗,认为单纯从肌电活动的增多与减少来判断头痛改善的机制不完全正确,因为实验证明,肌电生物反馈治疗时,肌电图活动的变化不会影响随后头痛的改善,最后他们提出的是,大部分患者治疗开始时感到很沮丧和无助,但当他们认识到自己能够通过表面肌电生物反馈来控制和调整自己的头痛时,他们对治疗也充满了信心。研究的结果表明,认知性改变是紧张性头痛改善的一个重要治疗机制。

2.3 肌电生物反馈对脑瘫患儿运动功能的影响

痉挛型双瘫患儿下肢运动功能障碍常会出现腓肠肌肌张力增高,踝关节背屈困难,站立和步行时出现屈髋屈膝、尖足交叉等运动功能障碍和姿势异常。因此,有效提高痉挛型双瘫患儿下肢运动功能是其实现生活自理、顺利重返社会的关键。肌电生物反馈技术作为一种无创性治疗手段,对脑瘫患儿的治疗起着极为重要的作用。高晶等^[9]首次在神经发育促进技术基础上,将神经康复重建疗法用于痉挛型双瘫患儿下肢功能障碍治疗中,进行随机对照研究,观察疗效。结果表明,治疗后两组患儿的站立与步行能力均较治疗前有所提高,并且治疗组提高更明显。Jeffrey等^[10]对2例脑瘫患儿的坐位功能进行评估,肌电生物反馈治疗前,患者不能自主处于中线水平的坐位上,其原因是患者的臀部肌肉处于松弛状态。使用肌电生物反馈对臀部肌肉进行训练,鼓励患者使训练肌肉发生较强的肌电电压和使仪器产生较大的反馈讯号。训练一段时间后,患者最后能保持中线坐位持续时间约3—5min,虽然时间很短,但对患者来说已经是一重大的进步,他们预测经过多个疗程的训练后,患者可能会达到更好的效果。

2.4 肌电生物反馈治疗慢性疼痛的效果

慢性疼痛是很多疾病的后遗症,虽然通过各种康复治疗,疾病本身得到了较好的治愈,但遗憾的是,患者在日常生活

中还是会留下慢性疼痛的后遗症,这严重影响了患者的日常生活质量。Cecilia E等^[11]使用表面肌电生物反馈治疗颈部受伤导致的肩关节活动障碍和疼痛患者的治疗,对斜方肌进行4周的训练,观察患者的日常生活能力和疼痛的缓解有无改善,从而间接证明表面肌电生物反馈是一种有效的辅助治疗手段。结果表明,患者的日常生活活动和疼痛都得到了缓解。他们认为表面肌电生物反馈治疗疼痛的有益作用就是使患者学会放松肌肉,减少肌肉活动,从而减轻疼痛。大量的研究也表明表面肌电生物反馈确实可以缓解疼痛,他们训练的目的就是教会患者如何放松肌肉^[12-14]。也有研究认为表面肌电生物反馈结合其他干预措施治疗疼痛的效果也很明显,但他们认为和其他治疗手段,如放松训练,认知行为治疗,心理治疗等相比并没有显示其优越性^[15-17]。所以,表明肌电生物反馈治疗慢性疼痛的机制也是目前国内外研究的热点之一。

2.5 肌电生物反馈在骨科康复中的应用

骨折会导致膝关节功能障碍、坐骨神经损伤等慢性疾病,这些疾病经过手术治疗后,仍需要进一步的康复训练,才可能较快的恢复日常生活活动。相关研究表明,在康复训练的基础上辅加肌电生物反馈治疗,患者的运动功能和神经康复的疗效较好。李剑锋等^[18]对51例髌臼骨折、髌关节脱位所致坐骨神经损伤患者采用肌电生物反馈技术配合经皮神经电刺激治疗。采用功能独立性评定量表(function independent measure, FIM)运动功能项和Fugl-Meyer运动功能评分法(Fugl-Meyer assessment, FMA)评定患侧下肢的运动功能。结果表明,治疗后,各组患者FIM运动功能项及FMA下肢评分均较治疗前有所增加,差异有显著性意义。翟宏伟等^[19]采用肌电生物反馈训练强化股四头肌肌力对膝关节功能障碍康复的影响,最后也获得了较好的效果。采用肌电生物反馈训练强化股四头肌肌力特别是股内侧肌肌力,有利于增强关节稳定性,提高伸膝动力,纠正生物力学紊乱,促进膝关节整体功能的恢复值得临床康复重视。

2.6 肌电生物反馈在脑卒中及后遗症中的应用

2.6.1 脑卒中腕背伸功能障碍患者的肌电生物反馈训练:脑卒中偏瘫患者腕关节背伸功能障碍主要表现为上肢肌力的下降、肌肉调节能力降低、运动与平衡能力失调、静止性肌张力增高及痉挛等,这些情况都会严重影响患者的日常生活自理能力。表面肌电生物反馈可以自动调节肌肉的收缩与松弛,从而达到治疗的效果。向桃等利用肌电生物反馈治疗对脑卒中偏瘫患者其上肢腕背伸功能进行训练。他们对腕背伸功能障碍患者在常规康复治疗的基础上辅加肌电生物反馈技术进行治疗,结果显示,腕关节背伸主动关节活动范围增大,腕背伸时肌肉最大收缩时肌电阈值明显增高^[20-22]。按照脑的可塑性理论^[23],中枢神经损伤后,虽然神经元不能再

生,但通过轴突在一定范围内和一定程度上的可塑和功能重组,患侧上肢通过反复主动的肢体运动训练,不断刺激感觉运动皮质、皮质下核团等,唤醒有反应的运动细胞,包括神经出芽和突触的活化^[24],或者促进其周围未受损的皮质神经元进行功能重组,从而促进患侧肢体的功能恢复。在肌电生物反馈治疗过程中,可视的肌电信号及明确的肌肉关节活动可激活中枢神经系统中潜在性突触,建立新的感觉兴奋痕迹,从而促进患侧肢体功能的恢复^[25-26]。

2.6.2 肌电生物反馈治疗脑卒中患者上肢功能障碍:脑卒中偏瘫患者上肢异常运动模式表现为上肢屈肌张力增高,而造成肘关节屈伸不利和异常运动模式。国内外研究均证实肌电生物反馈治疗能提高脑卒中患者瘫痪侧肌肉收缩功能,抑制痉挛肌肉肌张力,从而改善患者运动功能。陈文君等^[27]认为利用肌电生物反馈治疗对脑卒中偏瘫患者上肢功能很有帮助。他们将40例脑卒中偏瘫患者随机分为治疗组(20例)和对照组(20例)。2组患者均给予常规药物治疗和康复训练,治疗组同时辅以表面肌电生物反馈治疗。2组患者经相应治疗后,其偏瘫侧肘关节屈伸肌痉挛缓解,治疗组改善更明显,并且肘关节屈伸肌协调性也得到改善,上肢运动功能也增强。李雪芹等^[28]对脑卒中偏瘫患者的伸腕肌进行反馈训练,发现反馈组患者训练后,其肌力和关节活动度都比常规治疗组提高近2倍,这表明常规治疗组忽视了患者的主观能动性和潜在功能的发挥,所以得不到良好的康复效果,而反馈训练正好具有这个优点。

2.6.3 肌电生物反馈对脑卒中患者下肢功能障碍的影响:脑卒中偏瘫患者的下肢功能障碍主要表现为垂足、划圈步态等。利用表面肌电生物反馈对踝背伸肌进行刺激,可以明显改善患者的活动功能。郭英杰等^[29]对20例脑卒中足下垂患者进行表面肌电生物反馈训练,观察患者治疗前后其身体平衡功能,步行能力及日常生活能力等康复指标的变化。3个月治疗后,与治疗前相比,生物反馈运动训练组患者平衡功能及步行能力和日常生活活动能力均明显增强,与传统运动康复训练相比,生物反馈运动训练组在治疗1个月后,平衡功能、步行能力和日常生活活动能力均增强,治疗3个月后,上述指标均明显增强。高磊等^[30-31]利用肌电生物反馈治疗脑卒中下肢功能障碍的患者。治疗前,对所有患者前后肌电信号、肌力、踝背屈角度及下肢功能进行评定。治疗6周后,再次对上述指标进行重新评定,结果显示,胫前肌最大自主收缩压明显增高,胫前肌肌力增高约3倍,踝背屈关节角度增大,充分表明,在采用常规运动疗法的基础上加用肌电生物反馈治疗能更好地促进下肢功能的恢复,改善主动运动中的胫前肌肌力和主动关节活动度,促进下肢分离运动产生,有效减少运动功能缺损。

2.6.4 肌电生物反馈治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效:吞咽障

碍是脑卒中患者常见并发症之一,据相关文献报道,约有40%—70%急性脑卒中患者存在不同程度吞咽功能困难^[32],吞咽障碍可导致脱水、饥饿、吸入性肺炎、气道梗阻窒息甚至死亡等严重后果。目前临床上针对吞咽障碍的传统治疗多以吞咽功能训练为主,但大部分患者疗效并不理想。近年来,应用肌电生物反馈训练治疗吞咽障碍的研究越来越多,并且取得了一定的临床疗效。

陈华先等^[33]应用肌电生物反馈联合吞咽训练治疗脑梗死后吞咽障碍患者。他们将60例脑梗死吞咽障碍患者随机分为治疗组及对照组,治疗组给予肌电生物反馈及吞咽训练,对照组则单纯给予吞咽训练。于治疗前及治疗30d后采用洼田饮水试验对患者吞咽功能进行评定。治疗后2组患者吞咽功能均较治疗前明显改善,但以治疗组的改善幅度较显著,与对照组比较,组间差异具有显著性意义。这一结果表明肌电生物反馈联合吞咽训练治疗脑梗死后吞咽障碍具有协同作用,能显著提高患者吞咽功能,改善其生存质量。

张扬等^[34]也报导了45例吞咽障碍患者的表面肌电生物反馈训练治疗的疗效,观察患者摄食功能的改善状况。结果表明,吞咽障碍患者的摄食功能分级都有提高,并且脑卒中后吞咽障碍患者比头颈癌症术后吞咽障碍患者的摄食功能提高更明显,其原因可能为脑卒中患者主要表现为生理性的吞咽障碍,是运动和协调性的降低,而头颈部癌症为治疗导致的结构和黏膜的改变,说明易化吞咽功能训练对生理性吞咽障碍的患者疗效更好,而由于解剖结构破坏导致的吞咽障碍,其功能恢复的可能性较小。

Bogaardt HC等^[35]探讨了使用生物反馈治疗脑卒中患者慢性吞咽困难的疗效。对11例脑卒中后慢性吞咽患者进行生物反馈干预治疗,使用评估的方法是功能性经口摄食量表(functional oral intake scale,FOIS)。治疗前有8例患者是依赖鼻饲导管进食的(FOIS≤4),3例患者口服进食,但受限制(FOIS≥5)。治疗后,8例患者中有6例经皮穿刺肠胃造口术治疗后鼻饲导管可以去除。实验结果表明,使用表面肌电图作为生物反馈治疗脑卒中后慢性吞咽困难可能是一种有效的辅助治疗吞咽障碍的方法。Michael A等^[36]也报导了肌电生物反馈是治疗吞咽障碍患者的一种辅助治疗手段。在行为治疗的基础上辅以肌电生物反馈治疗,吞咽障碍改善更加明显。

在吞咽障碍患者的研究中,肌电生物反馈仍是一个崭新的领域,目前肌电生物反馈只是作为吞咽障碍患者治疗的一种辅助治疗手段,有些只是作为吞咽过程的一种监测手段,还没有确切的应用于吞咽障碍患者的研究,可能受多方面因素的影响,这一领域的研究并不是很完善,但是,肌电生物反馈是一种无创、安全、简便、价格低廉的治疗方法,用于吞咽障碍的早期治疗,并可评定吞咽肌的功能状态,越来越受到

临床与康复医生的关注。随着肌电生物反馈技术的进一步发展,它很可能成为吞咽障碍的主要治疗工具。

3 小结

总之,肌电生物反馈在临床上主要应用于四肢功能障碍的治疗,其疗效也很明显,但应用吞咽障碍治疗方面的研究并不是很多,其治疗机制目前也不是很清楚。未来的临床研究则需要进一步证实肌电生物反馈治疗吞咽障碍的有效性,探讨吞咽障碍恢复的生理机制及吞咽障碍恢复的大脑皮质机制。另外,关于肌电生物反馈的基础研究在国内仍然是处于空白阶段,这将是一项长期而又艰巨的任务,需要研究人员敢于尝试新领域研究。

参考文献

- [1] 杨建伟,余情,李泽兵.表面肌电生物反馈技术在成人大便失禁功能训练中的应用[J].物理医学与康复医学杂志,2005,25(3):117—118.
- [2] 丁曙晴,丁义江.盆底表面肌电生物反馈在出口梗阻性便秘诊治中的应用[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31(5):349—350.
- [3] 彭其才,许成方,吴玲玲,等.肌电刺激联合生物反馈盆底肌训练治疗产后压力性尿失禁[J].中国实用医药,2010,5(4):41—42.
- [4] 封海霞,陆雪松,秦洪云,等.肌电生物电刺激治疗尿失禁的疗效分析[J].中华物理医学与康复杂志,2007,29(5):328—330.
- [5] 王梦欣,宋冬玲,简佳,等.肌电生物反馈对难治性肠易激综合征内脏痛觉敏感的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31(1):26—29.
- [6] Grazzi L, Andrasik F, D'Amico D, et al. Electromyographic biofeedback-assisted relaxation training in juvenile episodic tension-type headache: clinical outcome at three-year follow-up [J]. Cephalalgia, 2001, 21(8):798—803.
- [7] Rokicki LA, Houle TT, Dhinra LK, et al. A preliminary analysis of EMG variance as an index of change in EMG biofeedback treatment of tension-type headache[J]. Appl Psychophysiology and Biofeedback, 2003, 28(3):205—215.
- [8] Rains JC. Change mechanisms in EMG biofeedback training: cognitive changes underlying improvements in tension headache [J]. Headache, 2008, 48(5):735—737.
- [9] 高晶,岳虹霓,毛红梅,等.肌电生物反馈综合治疗促进痉挛性双瘫型脑瘫患儿下肢运动功能的疗效观察[J].中国康复医学杂志,2010,25(1):42—45.
- [10] Bolek J, Moeller-Mansour L, Sabet A. Enhancing proper sitting position using a new sEMG protocol, the "minimax" procedure, with Boolean logic[J]. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2001, 26(1):9—16.
- [11] Ehrenborg C, Archenholtz B. Is surface EMG biofeedback an effective training method for persons with neck and shoulder complaints after whiplash-associated disorders concerning activities of daily living and pain—a randomized controlled trial [J]. Clinical Rehabilitation, 2010, 24: 715—726.
- [12] Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ. Changes in pain, disability, and muscle activation patterns in chronic whiplash patients after ambulant myofeedback training[J]. Clin J Pain, 2006, 22(7):656—663.
- [13] Nord S, Ettare D, Drew D, et al. Muscle learning therapy—efficacy of a biofeedback based protocol in treating work-related upper extremity disorders[J]. J Occup Rehabil, 2001, 11(1): 23—31.
- [14] Drexler AR, Mur EJ, Gunther VC. Efficacy of an EMG-biofeedback therapy in fibromyalgia patients. A comparative study of patients with and without abnormality in (MMPI)

- psychological scales[J]. Clin Exp Rheumatol, 2002, 20(5): 677—682.
- [15] Spence SH, Sharpe L, Newton-John T, et al. Effect of EMG biofeedback compared to applied relaxation training with chronic, upper extremity relaxation training with chronic, upper extremity cumulative trauma disorders[J]. Pain, 1995, 63(2): 199—206.
- [16] Jensen MP, Barber J, Romano MA, et al. Effects of self-hypnosis training and EMG biofeedback relaxation training on chronic pain in persons with spinal-cord injury[J]. Clin Exp Hypnosis, 2009, 57(3):239—68.
- [17] Newton-John TR, Spence SH, Schotte D. Cognitive-behavioural therapy versus EMG biofeedback in the treatment of chronic pain[J]. Behav Res Ther, 1995, 33(6): 691—697.
- [18] 李剑锋,闫金玉,张旭,等.肌电生物反馈配合经皮神经电刺激治疗髋臼骨折、髋关节脱位所致坐骨神经损伤的临床研究[J].中国康复医学杂志,2010,25(6):561—564.
- [19] 翟宏伟,陈伟,巩尊科,等.肌电生物反馈训练对膝关节功能障碍康复的影响[C].江苏省物理医学与康复医学学术大会论文集,2009,267—271.
- [20] 向桃,罗伦,伍明全,等.肌电生物反馈疗法对卒中中偏瘫患者腕背伸功能影响的临床研究[J].华西医学,2010,25(4):705—706.
- [21] 翟宏伟,巩尊科,陈伟,等.肌电生物反馈训练对卒中中偏瘫患者上肢运动功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2010,32(7):535—536.
- [22] 韩瑞,倪朝民.肌电生物反馈治疗对卒中中偏瘫患者上肢功能的影响[J].中国康复理论与实践,2005,11(3):209—210.
- [23] Fraser C, Power M, Hamdy S, et al. Driving plasticity in human adult motor-cortex is associated with improved motor function after brain injury[J]. Neuron, 2002, 34(5):831—840.
- [24] 朱琳.肌电生物反馈在卒中患者中的应用[J].中国康复理论与实践,2006,12(2):177.
- [25] 霍速,赵文汝,孙丽,等.操作性肌电生物反馈治疗偏瘫患者伸腕功能障碍的疗效分析[J].中国康复医学杂志,2004,19(7):494—495.
- [26] 张华,王宏娟,罗英姿,等.肌电生物反馈疗法对急性脑梗死患者神经功能及认知障碍的影响[J].中国康复医学杂志,2007,22(4):232—234.
- [27] 陈文君,李建华,寿依群,等.表面肌电生物反馈治疗对偏瘫患者上肢功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2008,30(8):548—549.
- [28] 李雪芹,庞洪波.肌电生物反馈治疗卒中中偏瘫患者上肢运动功能障碍的疗效观察.安徽医学[J].2008,29(4):446—447.
- [29] 郭英杰,程杨,丁华,等.表面肌电生物反馈训练在卒中中足下垂患者功能训练中的应用[J].中国康复医学杂志,2010,25(10):981—983.
- [30] 高磊,佟方,李京平.肌电生物反馈诱发卒中中偏瘫患者下肢踝背伸的疗效观察[J].中国神经免疫学与神经病学杂志,2009,16(3):209—212.
- [31] 李志贤,白江来,甄敏折.肌电生物反馈治疗在脑梗死后下肢运动功能康复中的应用[J].河北医学,2009,15(9):1106—1108.
- [32] 周惠嫦,张盘德.卒中后吞咽障碍的研究进展[J].神经损伤与功能重建,2006,1(1):54—56.
- [33] 陈华先,罗韵文,罗文浩,等.肌电生物反馈联合吞咽训练治疗脑梗死后吞咽障碍的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31(11):767—768.
- [34] 张扬,石磊.表面肌电生物反馈对吞咽障碍的辅助治疗作用[J].神经损伤与功能重建,2006,1(1):61—62.
- [35] Bogaardt HC, Grolman W, Fokkens WJ. The use of biofeedback in the treatment of chronic dysphagia in stroke patients[J]. Original Paper, 2009, 61:200—205.
- [36] Crary MA, Camaby Mann GD, Groher ME, et al. Functional Benefits of Dysphagia Therapy Using Adjunctive sEMG Biofeedback[J]. Dysphagia, 2004, 19:160—164.