

吞咽造影数字化分析在脑干卒中后吞咽障碍患者疗效评估中的应用*

窦祖林¹ 兰 月^{1,3} 于 帆¹ 万桂芳¹ 梅卉子¹ 朱 洁²

摘要

目的:使用吞咽造影(VFSS)数字化分析方法观察改良球囊扩张治疗对脑干卒中后吞咽障碍患者食道括约肌(UES)和舌骨移动功能的影响,定量评价脑干卒中后吞咽功能变化。

方法:30例脑干卒中后经吞咽造影确诊为咽期吞咽障碍的患者,分为球囊扩张治疗组与吞咽常规治疗组,每组各15例。球囊扩张组给予球囊扩张治疗及常规吞咽康复治疗,每日各1次,每次30min;吞咽常规治疗组仅给予常规吞咽康复训练,2次/d,每次30min;两组治疗均为5次/周。分别在治疗前、拔除鼻饲管或治疗已达3周后,进行功能性经口摄食量表(FOIS)、吞咽造影评估并进行数字化测量分析。测量的指标包括舌骨位移距离,UES最大开放前后径宽度。

结果:球囊扩张组12例患者拔除了鼻饲管,吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时舌骨位移距离,UES最大开放幅度治疗前后差异有显著性意义($P < 0.05$)。常规治疗组仅有2例拔除了鼻饲管,治疗后吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时舌骨位移距离,UES最大开放幅度治疗前后差异没有显著性意义($P > 0.05$)。

结论:吞咽造影数字化分析能够有效地量化吞咽功能,可用于分析治疗前后的变化。

关键词 吞咽障碍;脑干卒中;吞咽造影;球囊扩张术

中图分类号:R743.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2013)-09-0799-07

Application of videofluoroscopy digital analysis in swallowing function assessment for brainstem stroke patients with dysphagia/DOU Zulin, LAN Yue, YU Fan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2013, 28(9): 799—805

Abstract

Objective:To evaluate effect of modified balloon dilatation intervention on opening of upper esophageal sphincter(UES) and excursion of hyoid bone in brainstem stroke patients with dysphagia before and after treatment by using digital analysis of videofluoroscopic swallowing study(VFSS).

Method:Thirty brainstem stroke patients with pharyngeal dysphagia were recruited in this study. Fifteen of them as dilatation treatment group completed 3 weeks of modified balloon dilatation treatment and routing swallowing therapy. Another 15 of them as control group only completed 3 weeks of routing swallowing therapy. Before, and after ballon dilatation opening of UES and excursion of hyoid bone were measured during swallowing thin liquid, thick liquid, and pasty material with 3ml volumes. These results were compared to identical measures obtained from control group.

Result:After dilatation treatment, nasal feeding tubes were removed in 12 of 15 patients of dilatation group. Post-dilatation the opening of UES and excursion of hyoid bone were both significantly better than pre-dilatation in dilatation treatment group for swallowing thin liquid, thick liquid and pasty materials($P < 0.05$). In cor-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.09.003

*基金项目:国家自然科学基金青年科学基金(81101460);国家自然科学基金面上项目(81071606);广东省自然科学基金(10151008901000157)

1 中山大学附属第三医院康复医学科,广州市天河路600号,510630; 2 广州市三九脑科医院康复训练中心; 3 通讯作者

作者简介:窦祖林,男,博士,教授,主任医师; 收稿日期:2013-04-09

trol group, the nasal feeding tubes were removed only in 2 of 15 patients after traditional swallowing therapy. However, post-treatment the relaxation of UES in control group did not shown any significantly difference from pre-treatment ($P>0.05$) for three kinds of food materials.

Conclusion: Using digital analysis of VFSS, it is found dysphagia therapy with dilatation could improve the opening of UES and excursion of hyoid bone during swallowing.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510630

Key word dysphagia; brainstem stroke; swallowing videofluoroscopy swallowing study; balloon dilatation

吞咽是一系列复杂的、高度协调的肌肉运动的结果^[1-3],延髓内的吞咽中心管理和协调着咽部吞咽运动的全过程^[4]。因此,脑干病变后吞咽障碍的患者往往出现咽期吞咽障碍^[5]。一项前瞻性研究^[6]提示脑干病变中由于上食道括约肌(upper esophageal sphincter,UES)功能紊乱引起的吞咽障碍的发生率高达80%。

针对UES松弛不能,临床上可以采用A型肉毒毒素环咽肌注射^[7]、摇动器训练^[8]及环咽肌切开术^[9]等治疗措施,但是均无肯定的证据支持其临床疗效。近年来,我们率先创新性地使用改良式导管球囊扩张治疗脑干病损后环咽肌不开放/开放不完全,取得了特别的疗效,通过300多例临床观察证实,球囊扩张治疗可以有效改善吞咽功能,并且远期疗效较好^[10-14],但是,由于缺少标准化、量化的评估工具,治疗的效果缺乏循证医学的明确证据支持。

荧光镜录像吞咽检查(videofluoroscopic swallowing study, VFSS),简称吞咽造影,是目前咽期吞咽困难评估的“金标准”,可提供吞咽过程中食团在口咽部的转运、咽部收缩、松弛和气道保护动作等信息而成为这类患者的首选检查方法^[15]。但是,它并不能提供咽收缩力和UES开放的定量参数。近来,在国外许多吞咽研究机构中,临床医师与言语治疗师开始使用吞咽造影数字化分析技术来量化吞咽功能,但目前还没有形成规范的评价标准和统一的实施方案,所选择的参数定义也不尽一致。与国外相比,国内在吞咽功能的量化评估方面基本处于空白,对具体参数选择及如何计算测量没有系统性的研究报道^[16-17]。本研究旨在通过吞咽造影数字化分析技术,对舌骨位移活动及UES功能参数进行量化分析,评价脑干卒中患者球囊扩张治疗前后吞咽功能的改善程度。

1 对象与方法

1.1 研究对象

筛选2011年9月—2012年3月因脑干卒中后吞咽障碍住院患者30例。入选标准:①脑干卒中成年患者,均经头颅MRI扫描证实;②吞咽造影显示有咽期吞咽障碍;③无鼻腔或咽部器质性梗阻等咽部测压检查的禁忌证;④年龄40—70岁;⑤病程3个月—1年;⑥自愿签署知情同意书。排除标准:①心肺肾等重要脏器功能不全;②多发脑梗死病灶,皮质、小脑、丘脑等部位病灶;③既往有脑出血、蛛网膜下腔出血、脑肿瘤、脑外伤及其他神经精神系统病史;④既往鼻咽癌放疗、头颈癌及口腔癌术后或其他头颈部结构性病变;⑤既往有吞咽困难病史;合并有认知功能障碍、失语;⑥有严重心肺肾并发症;⑦不能配合检查与治疗者。

30例符合条件的患者分为两组,球囊扩张治疗组15例,患者来自中山大学附属第三医院康复科,其中男性12例,女性3例;年龄40—70岁,平均年龄(59.09 ± 12.97)岁。脑干梗死13例,脑干出血2例。常规吞咽治疗组15例来自广州市另外1家医院康复科同期住院的脑干卒中后吞咽障碍患者。其中男性11例,女性4例;年龄41—70岁,平均年龄(58.36 ± 11.99)岁。脑干梗死14例,脑干出血1例。所有患者入选时均保留胃管鼻饲饮食。两组在年龄、性别、病程以及治疗前功能性经口摄食量表(functional oral intake scale, FOIS)评分等方面均无显著性差异,具有可比性(表1)。

所有受试患者均在治疗前后由中山大学附属第三医院康复科进行吞咽造影检查和评估,并签署知情同意书,本研究已通过中山大学附属第三医院临床研究伦理委员会的批准。

1.2 治疗方法

表1 试验组与对照组一般资料

受试者	球囊扩张组	常规治疗组	总计
例数	15	15	30
性别(男/女,例)	12/3	11/4	23/7
平均病程(月)	5.45±4.48	5.27±3.52	5.36±3.93
脑损害类型(例)			
出血	2	1	3
梗死	13	14	27
治疗前FOIS平均评分	1.30±0.48	1.40±0.52	1.35±0.49
年龄(岁)	59.09±12.97	58.36±11.99	58.73±12.20

球囊扩张治疗组给予球囊扩张术及常规吞咽康复训练,吞咽常规治疗组仅给予常规吞咽康复训练,疗效评价终点为拔除鼻饲管、恢复经口进食或治疗已满3周。

1.2.1 球囊导管扩张法扩张前准备与操作步骤,治疗程序与我们以前的报道相同^[10-11]。

扩张前准备:14号超滑导尿管(直径为4mm)作为球囊扩张导管、水、注射器等,插入前先将水注入导管内,使球囊充盈,检查球囊是否完好无损,然后将水抽出后备用。

操作步骤:①按插鼻饲管操作方法常规将导管经鼻孔插入食管中,确定进入食管并完全穿过环咽肌后将导管保持原位;②将抽满水的注射器与导管相连接,向导管内注入6ml水,使球囊扩张至直径约20mm,顶住针栓防止水逆流回针筒;③操作者将导管缓慢向外拉出,直到有卡住感或拉不动时,提示此处为环咽肌下缘所在位置,用记号笔在鼻孔处作标记,作为再次扩张时的参考点;④操作者抽出适量的水(根据环咽肌紧张程度,球囊拉出时能通过为适度)后,再次轻轻地反复向外提拉导管,并嘱患者主动吞咽球囊,一旦有滑过感,或持续保持后拉出阻力锐减时,迅速抽出球囊中的水;⑤重复操作8—10遍,自下而上缓慢移动球囊,通过狭窄的食管入口,充分扩张环咽肌,降低肌张力。

治疗处方:上述操作每日1次,每周5次,每次需时约30min。根据病情,每位患者需要经过4—15次球囊扩张。球囊容积每天增加0.5—1.0ml,最大不超过9ml。扩张后,给予地塞米松加糜蛋白酶和庆大霉素雾化吸入,防止黏膜水肿,减少黏液分泌。

1.2.2 常规康复训练:包括口颜面功能训练、间接训练、不同性状食物调制及进食指导训练、VitalStim电刺激疗法等。按研究设计在不同医院采取相同的常

规吞咽康复训练方法。

球囊扩张组给予球囊扩张治疗及常规吞咽康复治疗,每日各1次,每次30min;吞咽常规治疗组仅给予常规吞咽康复训练,2次/d,每次30min;两组治疗均为5次/周。

1.3 评测方法

参与本研究所有患者在治疗前及治疗终点时均进行吞咽造影检查并分析。

1.3.1 视频吞咽造影检查:造影剂制备及检查方法详见有关文献报道^[11,13]。

1.3.2 吞咽造影数字化分析^[18-19]:采用我们与广州卫软科技有限公司联合开发的卫软之星吞咽功能影像数字化采集与分析系统,以30帧/s的速度记录吞咽过程,之后慢速逐帧回放,观察靶器官(如舌骨、UES或喉部等)运动达到吞咽活动关键点时(如下所述吞咽启动,舌骨最大位移,或UES最大开放等动作)即为目标图像。选取目标图像截图,然后使用ImageJ软件(Image J, National Institute of Mental Health, Bethesda, MD)进行测量与计算。共需选取目标图像6幅。

吞咽的启动点(baseline):能引导出吞咽的舌骨向上/向前的初始动作。

舌骨的最大位移:舌骨从基线位置向上和向前移动的最大距离(图1)。

舌骨的前下端及C4椎体前下角作为运动的标志点。使用ImageJ软件分别得出吞咽的启动及舌骨达到最大位移时标志点的坐标(x,y),根据下列公式计算舌骨的位移。

向前移动最大距离(hyoid anterior displacement, HA): $(x_2-x_1)-(C_4x_2-C_4x_1)$

向上移动最大距离(hyoid vertical displacement, HV): $(y_2-y_1)-(C_4y_2-C_4y_1)$

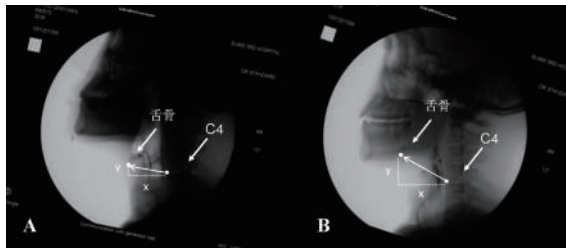
舌骨的最大位移(hyoid excursion maximum, Hm): $\sqrt{HA^2+HV^2}$

UES最大开放幅度:(即在C4—C6水平UES开放最大时),见图2。

1.4 统计学分析

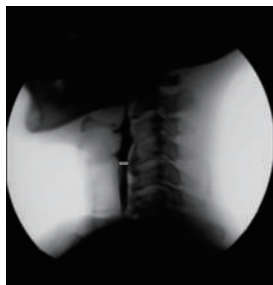
采用SPSS 17.0统计软件进行分析,设 $P<0.05$ 有显著性意义,采用双侧检验。由于本组资料方差不齐,使用Spearman相关系数分析参数间相关性。

图1 舌骨的前下端及C4椎体前下角作为运动的标志点



A 舌骨休息位时标志点位置;B 舌骨向前向上移动到最大位移时标志点位置。

图2 UES最大开放幅度



注:即在C4-C6水平 UES 开放最大时 UES 前后径连线的长度

2 结果

2.1 球囊扩张组与常规治疗组 FOIS 吞咽功能评价

见表2。球囊扩张组患者治疗后 FOIS 评分均值较治疗前增加3.5,差异有显著性意义($Z=-3.334$, $P=0.001$)。治疗前15例患者均保留鼻饲管,治疗后15例患者中有12例患者拔除了鼻饲管,恢复经口进食并能满足每日生理需要量,1例患者可经口进少量糊状食物,但入量尚不能满足每日所需,仍保留鼻饲管,2例患者继续保留鼻饲。

常规治疗组患者治疗后 FOIS 评分均值较治疗前增加0.63,差异有显著性意义($Z=-2.232$, $P=0.026$)。治疗前15例患者均保留鼻饲管,治疗后15例患者中有2例患者拔除了鼻饲管,恢复经口进食并能满足每日生理需要量,1例患者可经口进少量糊状食物,但入量尚不能满足每日所需,仍保留鼻饲管,12例患者继续保留鼻饲。

球囊扩张组患者治疗后 FOIS 评分均值与常规治疗组患者治疗后 FOIS 评分均值相比,差异亦有显著性意义($Z=-3.203$, $P=0.001$)。

2.2 球囊扩张组与常规治疗组治疗前后舌骨位移

见表3。球囊扩张组患者治疗后吞咽稀流质($t=-3.578$, $P=0.004$)、浓流质($t=-4.252$, $P=0.002$)及糊状食物($t=-3.376$, $P=0.008$)时舌骨位移较治疗前明显增加,差异均有显著性意义。

常规治疗组患者治疗前吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时舌骨位移与球囊扩张组患者治疗前相比差异无显著性意义($P>0.05$)。

常规治疗组患者治疗后吞咽浓流质($t=-4.557$, $P=0.001$)时舌骨位移与常规治疗组患者治疗前相比差异有显著性意义。吞咽稀流质及糊状食物时舌骨位移与常规治疗组患者治疗前相比差异无显著性意义。球囊扩张组患者治疗后吞咽稀流质($t=-2.172$, $P=0.034$)、浓流质($t=-1.960$, $P=0.048$)及糊状食物($t=-3.593$, $P=0.007$)时舌骨位移明显高于常规治疗组患者治疗后,差异均有显著性意义。

2.3 球囊扩张组与常规治疗组 UES 最大开放幅度

见表4。球囊扩张组患者治疗后吞咽稀流质($t=-4.152$, $P=0.002$)、浓流质($t=-3.552$, $P=0.004$)及糊状食物($t=-4.676$, $P=0.001$)时 UES 最大开放幅度

表2 球囊扩张组与常规治疗组的 FOIS 吞咽功能评价结果

	球囊扩张组				常规治疗组			
	治疗前	治疗前	治疗后	治疗后	治疗前	治疗前	治疗后	治疗后
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
FOIS	1.33	0.48	4.93 ^①	1.66	1.40	0.52	2.03 ^{②③}	1.38

①与球囊扩张组治疗前相比 $P<0.05$;②与球囊扩张组治疗后相比 $P<0.05$;③与常规治疗组治疗前相比 $P<0.05$

表3 球囊扩张组与常规治疗组舌骨位移
治疗前后评价结果 (cm)

	球囊扩张组				常规治疗组			
	治疗前	治疗前	治疗后	治疗后	治疗前	治疗前	治疗后	治疗后
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
稀流质	0.47	0.32	1.57 ^①	0.34	0.56	0.24	0.68 ^②	0.37
浓流质	0.54	0.33	1.73 ^①	0.26	0.63	0.23	1.36 ^{②③}	0.32
糊状	0.50	0.40	1.78 ^①	0.24	0.74	0.41	0.83 ^{②③}	0.39

①与球囊扩张组治疗前相比 $P<0.05$;②与球囊扩张组治疗后相比 $P<0.05$;③与常规治疗组治疗前相比 $P<0.05$

表4 球囊扩张组与常规治疗组 UES 最大开放幅度
治疗前后评价结果 (cm)

	球囊扩张组				常规治疗组			
	治疗前	治疗前	治疗后	治疗后	治疗前	治疗前	治疗后	治疗后
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
稀流质	0.22	0.02	1.84 ^①	0.27	0.17	0.08	0.40 ^②	0.27
浓流质	0.14	0.03	1.26 ^①	0.23	0.13	0.03	0.46 ^②	0.32
糊状	0.04	0.03	1.34 ^①	0.18	0.06	0.01	0.74 ^{②③}	0.19

①与球囊扩张组治疗前相比 $P<0.05$;②与球囊扩张组治疗后相比 $P<0.05$;③与常规治疗组治疗前相比 $P<0.05$

较治疗前明显增加,差异均有显著性意义。

常规治疗组患者治疗前吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时UES最大开放幅度与球囊扩张组患者治疗前相比差异无显著性意义($P>0.05$)。

常规治疗组患者治疗后吞咽稀流质及浓流质时UES最大开放幅度与常规治疗组患者治疗前相比差异无显著性意义。但吞咽糊状食物($t=-2.171$, $P=0.036$)时UES最大开放幅度与治疗前相比差异有显著性意义。

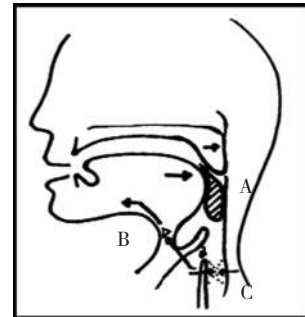
常规治疗组患者治疗后吞咽稀流质($t=-3.124$, $P=0.009$)、浓流质($t=-2.270$, $P=0.028$)及糊状食物($t=-2.597$, $P=0.014$)时UES最大开放幅度明显低于球囊扩张组患者治疗后,差异均有显著性意义。

3 讨论

在本研究中,我们采用吞咽造影数字化分析量评价脑干卒中患者球囊扩张治疗前后舌骨位移及食道上括约肌最大开放幅度的变化,发现改良球囊扩张术治疗后,患者吞咽不同性状的食团时,舌骨的位移及UES的开放均有明显改善。表明改良球囊扩张术对改善患者的吞咽功能明显有效。常规吞咽障碍治疗方法对增进吞咽功能有一定作用,但改善程度较小。

Lang等^[20]研究表明生理状态下,UES保持张力性收缩,其开放受下列三个因素影响:①咽部推动力(食团内张力A):舌根向后推动,咽缩肌收缩,提高咽腔压力推动食团,被动启动UES开放;②外在牵引力(B):通过舌骨的上抬以及前移牵拉肌肉使UES机械性开放;③UES阻力(C):环咽肌松弛不能而产生。因此,UES的开放是这三种力量博弈的结果^[21](图3),即 $A+B \geq C$ 才能使UES开放。脑干患者UES松弛不能不仅仅由于UES本身失神经支配造成,咽部推动力不足也是其中的因素之一。如果环咽肌松弛功能差,仍可以通过增加舌骨-喉的牵拉力及咽部推动力促使开放UES。William等^[22]认为咽部推动力的缺失与UES松弛不能在咽期吞咽障碍中起同等重要的作用。咽部推动力保留的患者,UES可见有正常开放(1/3)、不完全开放(1/3)、完全不开放(1/3)。本研究发现,常规治疗组部分患者的吞咽功能也有所提高,可能是在常规吞咽治疗中,舌

图3 环咽肌开放机制示意图



$A+B \geq C$ 才能使UES开放;A咽部推动力(食团内张力):包括舌根向后推动力,咽部肌肉收缩力,软腭上抬封闭咽腔;B外在牵引力:包括舌骨向上向前牵拉,喉向上向前牵拉力量;CUES阻力:正常吞咽时UES充分松弛形成负压吸引食团向下。病理状态下UES松弛不能产生阻力。

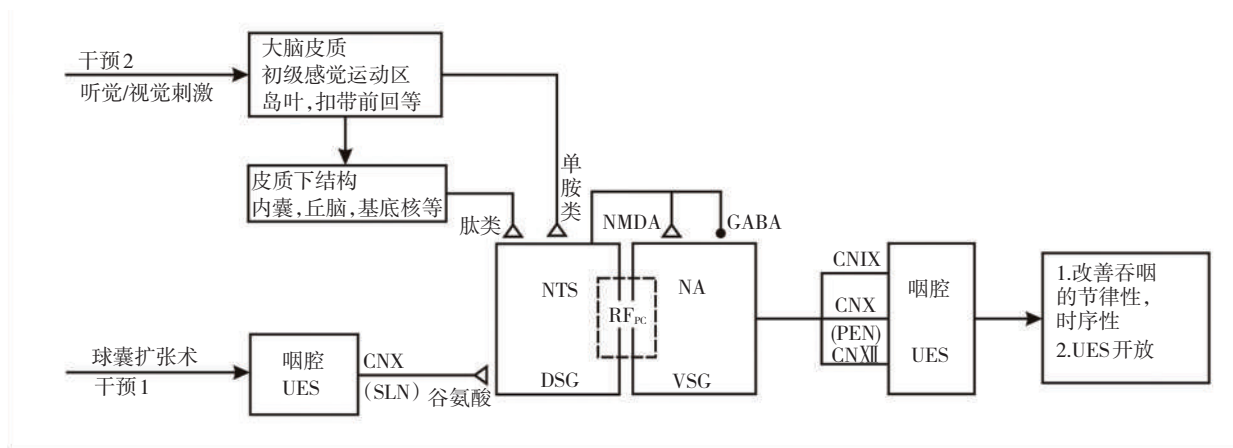
骨上下肌、舌肌的训练,以及其他一些吞咽治疗方法,对增进舌骨-喉的牵拉力及咽部推动力起到了一定的效果。如果咽部推动力足够,如加强舌根部的代偿动作等^[23],在UES松弛不全的情况下,UES仍然可能开放。在本研究中,球囊扩张组与常规治疗组均可见有患者通过咽部推动力的代偿,使UES开放,吞咽功能改善,拔除了鼻饲管。但球囊扩张术对舌骨位移及UES开放幅度的改善程度方面,比常规治疗组更好。

吞咽时整个咽部及环咽肌的活动均与脑干的延髓密切相关。现已公认延髓背侧区与腹外侧区构成了脑干的吞咽中枢^[24]。有学者^[25]将其称之为吞咽中枢模式发生器(swallowing pattern generator, SPG),负责控制和调节反射性吞咽。来自咽的连续感觉反馈可能影响中枢模式发生器的神经元,因而修正中枢编程。单侧脑干病变后,患侧与对侧中枢联系中断,中枢模式发生器不能指挥咽部肌肉发生顺序收缩,或肌肉活动失去协调,使咽期延长,产生咽期吞咽障碍,尤其是UES的功能紊乱^[25]。有研究发现,脑干中其他中枢模式发生器的有些神经元,可能执行其他的功能如呼吸等。在脑干吞咽中枢受损后,吞咽的刺激可诱导这种神经元转化为执行吞咽功能的神经元^[26]。因此,我们推测,在脑干病变患者中使用球囊扩张治疗,并非是单纯机械扩张UES所致,可能是通过以下神经调节机制起作用:①球囊作为一种安全的模拟食团,患者主动吞咽球囊,吞咽相关肌肉进行主动抗阻训练,增加咽部肌力,提高咽部

推动力,促进UES开放。②吞咽球囊产生的压力刺激环咽肌及食管上端的压力感受器,作为外周反馈信号直接传入中枢模式发生器的神经元,刺激脑干

内的其他不同功能的运动神经核,诱发吞咽功能重组(图4)。但进一步的直接证据仍需要fMRI, DTI等提供神经影像学的证据支持。

图4 改良球囊扩张治疗的作用机制模式图



吞咽运动历时极短,食团咽期吞咽的全过程一般1s内即可完成。长期以来,VFSS是吞咽障碍评估中临床最常用的仪器检查方法。VFSS虽然可实时观测吞咽问题发生的部位及症状,但不能对如滞留、误吸、咽缩无力等症状进行量化分析,造影中记录的大量有效信息无法利用。动态造影分析技术可获得很多VFSS无法提供的细节信息^[27]。在本项研究中,我们使用动态造影分析技术(卫软之星吞咽功能影像数字化采集与分析系统)进一步测量与计算吞咽造影生成的视频及图像。这种动态造影分析技术明确给出了咽部吞咽过程和生物力学相关的详细信息,可用于确定食团通过时各吞咽器官运动之间的关系。首先,卫软之星视频采集系统将数字胃肠X线机上看到的吞咽过程图像以30帧/秒以上的速度记录下来,然后在图像处理软件中逐帧回放,截取感兴趣的画面进行测量。可测量的数据包括:①食团在口腔、咽、食道通过时间,反映吞咽相关肌肉驱动、控制食团的能力。②侧位下咽区放松及最大收缩时的面积,两者之间的比值反映咽部收缩功能。③舌骨、喉放松时的位置及吞咽时的最大位移,间接反映舌骨-喉复合体牵拉UES开放的程度及气道保护能力。④UES开放时的前后径长度,反映UES开放程度。

本研究定量评定了咽期吞咽障碍患者吞咽的启动点和舌骨的最大位移,我们认为这种量化评定准确可靠。在今后的进一步研究中,我们把VFSS定量分析技术与咽腔测压检查相结合,不仅应用于不同病因患者不同治疗手段的疗效评定,还将深入地研究吞咽功能时序与动力学的关系。

参考文献

- [1] Kim SM, McCulloch TM, Rim K. Pharyngeal pressure analysis by the finite element method during liquid bolus swallow[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2000, 109: 585—589.
- [2] McConnel FM. Analysis of pressure generation and bolus transit during pharyngeal swallowing[J]. Laryngoscope, 1988, 98: 71—78.
- [3] Cook IJ. Normal and disordered swallowing: new insights [J]. Baillieres Clin Gastroenterol, 1991, 5: 245—267.
- [4] Lang IM. Brain stem control of the phases of swallowing [J]. Dysphagia, 2009, 24: 333—348.
- [5] Steinhagen V, Grossmann A, Benecke R, et al. Swallowing disturbance pattern relates to brain lesion location in acute stroke patients[J]. Stroke, 2009, 40: 1903—1906.
- [6] Martino R, Foley N, Bhogal S, et al. Dysphagia after stroke: incidence, diagnosis, and pulmonary complications[J]. Stroke, 2005, 36: 2756—2763.
- [7] Lee SY, Seo HG, Paik NJ. Botulinum toxin injection for dysphagia: a blinded retrospective video fluoroscopic swallow-

- ing study analysis[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2009, 88: 491—494.
- [8] Logemann JA, Rademaker A, Pauloski BR, et al. A randomized study comparing the shaker exercise with traditional therapy: a preliminary study[J]. *Dysphagia*, 2009, 24: 403—411.
- [9] Munoz AA, Shapiro J, Cuddy LD, et al. Videofluoroscopic findings in dysphagic patients with cricopharyngeal dysfunction: before and after open cricopharyngeal myotomy[J]. *Annals of Otolaryngology & Laryngology*, 2007, 116: 49—56.
- [10] Dou Z, Zu Y, Wen H, et al. The effect of different catheter balloon dilatation modes on cricopharyngeal dysfunction in patients with dysphagia[J]. *Dysphagia*, 2012 Apr, DOI 10.1007/s00455-012-9402-4 [Epub ahead of print].
- [11] 窦祖林, 万桂芳, 王小红, 等. 导尿管球囊扩张治疗环咽肌失弛缓症2例报告[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2006, 28: 166—170.
- [12] 兰月, 窦祖林, 万桂芳, 等. 球囊扩张术治疗脑干病变后环咽肌失弛缓症的疗效研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2009, 31: 835—838.
- [13] 窦祖林. 主编. 吞咽障碍评估与治疗[J]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 43—63.
- [14] 万桂芳, 窦祖林, 兰月, 等. 球囊扩张术中球囊容积与吞咽功能恢复的相关性分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2009, 31: 820—822.
- [15] Tippet DC. Clinical challenges in the evaluation and treatment of individuals with poststroke dysphagia[J]. *Stroke Rehabil*, 2011, 18: 120—133.
- [16] 王光明, 杨小庆, 燕敦华, 等. 食道型颈椎病数字化X线吞咽造影录像研究[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2009, 47: 111—114.
- [17] 李冰洁, 张通, 李胜利, 等. 卒中患者渗透/误吸的影像学初步研究[J]. *中国卒中杂志*, 2007, 2: 201—204.
- [18] Leonard R, Kendall K. *Dysphagia assessment and treatment planning: a team approach*[M]. 2nd. San Diego: Plural Publishing, 2008.
- [19] Leonard R, Kendall K. *Dysphagia assessment and treatment planning-A team approach*[M]. San Diego: Plural Publishing Inc, 2006.
- [20] Lang IM. Upper esophageal sphincter, *GI Motility online*, 2006, doi: 10.1038/gimo12, <http://www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo12.html>.
- [21] Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, et al. Opening mechanisms of the upper esophageal sphincter[J]. *Am J Physiol*, 1989, 257: 748—759.
- [22] Williams RB, Wallace KL, Ali GN, et al. Biomechanics of failed deglutitive upper esophageal sphincter relaxation in neurogenic dysphagia[J]. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 2002, 283: 16—26.
- [23] Umeki H, Takasaki K, Enatsu K, et al. Effects of a tongue-holding maneuver during swallowing evaluated by high-resolution manometry[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2009, 141: 119—122.
- [24] Jean A. Brain stem control of swallowing: neuronal networks and cellular mechanisms[J]. *Physiol Rev*, 2001, 81: 929—969.
- [25] Prossiegel M, Holing R, Heintze M, et al. The localization of central pattern generators for swallowing in humans; a clinical-anatomical study on patients with unilateral paresis of the vagal nerve, Avellis' syndrome, Wallenberg's syndrome, posterior fossa tumours and cerebellar hemorrhage [J]. *Acta Neurochir*, 2005, 93: 85—88.
- [26] Lowell SY, Poletto CJ, Knorr-Cung BR, et al. Sensory stimulation activates both motor and sensory components of the swallowing system[J]. *NeuroImage*, 2008, 42: 285—295.
- [27] Kellen PM, Becker DL, Reinhardt JM, et al. Computer assisted assessment of hyoid bone motion from videofluoroscopic swallow studies[J]. *Dysphagia*, 2010, 25: 298—306.