

· 临床研究 ·

吞咽造影数字化分析评价脑干卒中后吞咽障碍患者咽部功能治疗前后的变化

兰月 徐光青 林拓 江力生 窦祖林

【摘要】目的 使用吞咽造影数字化分析方法观察改良球囊扩张术治疗对脑干卒中后吞咽障碍患者咽部收缩功能的影响,定量评价脑干卒中后吞咽功能变化。**方法** 选取 30 例脑干卒中后经吞咽造影诊断为咽期吞咽障碍的患者,按患者治疗方法的不同,将接受球囊扩张术治疗的 15 例患者设为球囊扩张组,接受常规吞咽治疗的 15 例患者设为常规治疗组。球囊扩张组给予球囊扩张术治疗和常规吞咽康复治疗,各 1 次/日,每次 30 min;常规治疗组仅给予常规吞咽康复训练,2 次/日,每次 30 min;2 组治疗均为 5 次/周,共 3 周。分别于治疗前和治疗后,进行吞咽造影评估和数字化测量分析,测量指标包括咽收缩率和咽收缩持续时间。**结果** 治疗后球囊扩张组在吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时,患者的咽收缩率分别为 (0.20 ± 0.03) 、 (0.14 ± 0.05) 和 (0.15 ± 0.04) ,治疗前后差异均有统计学意义 ($P < 0.05$);治疗后球囊扩张组患者吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时咽收缩持续时间分别为 (990.34 ± 96.14) 、 (1010.47 ± 133.64) 和 (1180.10 ± 121.27) ms,治疗前、后差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。常规治疗组患者治疗后吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时的咽收缩率及咽收缩持续时间治疗前后差异亦有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 吞咽造影数字化分析能够有效地量化吞咽功能,咽收缩率及咽收缩持续时间可用于分析咽部功能治疗前后的变化。

【关键词】 脑卒中; 吞咽障碍; 吞咽造影; 球囊扩张术

Assessing pharyngeal function for brainstem stroke survivors with dysphagia using videofluoroscopy digital analysis Lan Yue*, Xu Guangqing, Lin Tuo, Jiang Lisheng, Dou Zulin. *Department of Rehabilitation Medicine, Guangzhou First People's Hospital, Guangzhou 510100, China

Corresponding author: Lan Yue, Email: bluemooning@163.com

【Abstract】Objective To evaluate the effect of the modified balloon dilatation intervention on the pharyngeal constriction function of the brainstem stroke survivors with dysphagia using videofluoroscopy-based digital analysis. **Methods** Thirty brainstem stroke survivors with pharyngeal dysphagia were recruited and randomly divided into a treatment group and a control group, with 15 in each. The treatment group was treated with the modified balloon dilatation in addition to the routine treatment of 30min, respectively, once a daily, 3 days a week, while a control group was treated with routine treatment of 30min twice a day, 3 days a week. Before and after the treatment, the rate and duration of pharyngeal constriction were measured in both groups. **Results** After the treatment, the rate of pharyngeal constriction in the treatment group was (0.20 ± 0.030) , (0.14 ± 0.05) and (0.15 ± 0.04) when swallowing thin liquid, thick liquid and pasty food, significantly better than before the treatment. The duration of the pharyngeal constriction was (990.34 ± 96.14) , (1010.47 ± 133.64) and (1180.10 ± 121.27) ms, respectively, also significantly better than before the treatment. In the control group, significant differences were also observed in the rate and duration of pharyngeal constriction before and after the treatment. **Conclusions** Digital analysis based on videofluoroscopy can be used to quantify swallowing function effectively, and the rate and duration of pharyngeal constriction can be used to evaluate the pharyngeal function before and after treatment.

【Key words】 Stroke; Deglutition disorders; Videofluoroscopy; Balloon dilatation

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.08.005

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81371441);广东省科技计划项目(2013B051000036, 2014B020212001)

作者单位:510100 广州,广州市第一人民医院康复医学科(兰月、林拓);中山大学附属第一医院康复医学科(徐光青);中山大学附属第三医院康复医学科(江力生、窦祖林)

通信作者:兰月,Email:bluemooning@163.com

吞咽运动历时极短,食团咽期吞咽的全过程一般 1 s 内即可完成。长期以来,分析口咽期吞咽运动的生理过程被认为是极具挑战性的^[1]。视频吞咽造影检查(videofluoroscopic swallowing study, VFSS)是目前吞咽障碍评估中临床最常用的仪器检查方法,经不断改进已在全世界广泛使用,成为检测吞咽功能障碍的

“金标准”^[2]。但 VFSS 作为影像学资料,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,只能采取描述性的方法进行评价,不能给出治疗前后反映疗效的量化数据,而且造影中记录的大量有效信息目前尚无法利用。

近年来,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,但目前尚未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^[3]。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。本研究使用吞咽造影数字化分析技术,通过分析患者有效治疗前后舌骨位移及食管上括约肌的功能变化,进一步对咽部收缩相关参数进行量化分析,旨在评价脑干卒中后吞咽障碍患者球囊扩张术治疗前、后患者吞咽功能的改善程度。

对象与方法

一、研究对象及分组

入选标准:①符合 1995 年全国第 4 届脑血管疾病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[4],且经头颅 MRI 检查证实为脑干卒中患者;②VFSS 诊断为咽期吞咽障碍;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 个月至 1 年;⑥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皮质、小脑、脑干多发脑梗死病灶;③既往有脑出血、蛛网膜下腔出血、脑肿瘤、脑外伤及其它神经精神系统病史;④既往鼻咽、头颈及口腔术后或结构性病变;⑤既往有吞咽困难病史;⑥合并有严重认知功能障碍或失语;⑦不能配合检查与治疗者。

选取 2011 年 9 月至 2012 年 3 月在中山大学附属第三医院康复医学科收治且符合上述标准的脑干卒中后吞咽障碍患者 15 例进行球囊扩张术治疗设为球囊扩张组,其中男 12 例,女 3 例;年龄 40~70 岁,平均(59.09±12.97)岁;脑干梗死 13 例,脑干出血 2 例。另选广州市第一人民医院康复医学科和中山大学附属第一医院康复医学科同期收治且符合上述标准的脑干卒中后吞咽障碍患者 15 例进行常规吞咽治疗设为常规治疗组,其中男 11 例,女 4 例;年龄 41~70 岁,平均(58.36±11.99)岁;脑干梗死 14 例,脑干出血 1 例。2 组患者入选时均无法经口进食,留置鼻饲管。2 组患者在性别、年龄、病程以及治疗前功能性摄食量表(functional oral intake scale, FOIS)评分^[5]等方面经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。详见表 1。本研究已通过中山大学附属第三

医院临床医学研究伦理委员会批准。

表 1 球囊扩张组与常规治疗组一般资料比较

组别	例数	性别		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	平均病程 (月, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		
球囊扩张组	15	12	3	59.09±12.97	5.45±4.48
常规治疗组	15	11	4	58.36±11.99	5.27±3.52

组别	例数	脑损害类型(例)		FOIS 评分 (分)
		脑干梗死	脑干出血	
球囊扩张组	15	13	2	1.30±0.48
常规治疗组	15	14	1	1.40±0.52

二、治疗方法

2 组患者均在所住院的医院康复医学科进行吞咽康复治疗,吞咽造影检查在中山大学附属第三医院进行。球囊扩张组给予球囊扩张术和常规吞咽康复训练,球囊扩张治疗每次 30 min,1 次/日,5 次/周,常规吞咽训练每次 30 min,1 次/日,5 次/周。常规治疗组仅给予常规吞咽康复训练,常规吞咽训练每次 30 min,2 次/日,5 次/周。保证 2 组患者训练强度大致相当。治疗疗程共 3 周。具体训练方法如下。

1. 球囊导管扩张法:扩张前准备与操作步骤,治疗程序与既往研究^[6-7]相同。

2. 常规吞咽康复训练:包括口颜面肌肉锻炼、食物性状调制及进食指导教育、低频电刺激、表面肌电生物反馈疗法等。①口颜面肌肉锻炼——包括缩唇、抿唇、张口、咀嚼、咬牙、下颌前后左右活动、舌头前后左右活动度训练,以及使用拉舌器进行舌肌抗阻、发音训练等;②食物性状调制及进食指导教育——根据造影结果改良食物性状,如将食物使用搅拌机搅拌成米糊、菜糊等;使用增稠剂将水调成糊状;嘱患者端坐位进食,注意进食速度与一口量;③神经肌肉电刺激——采用 MyoTrac SA9800 表面肌电生物反馈仪(Montreal Thought Technology 公司)中神经肌肉电刺激^[8]模式,波形为双向对称方波,波宽为 700 ms,在各为 300 ms 的正负半波之间有 100 ms 的间歇。输出强度为 0~15 mA,变频固定,在 30~80 Hz 范围内可调,通断比固定;④表面肌电生物反馈——实验电极采用一次性粘贴电极,主电极分别粘贴于舌骨上缘、舌骨与下颌连线中点,参考电极则粘贴于两个主电极旁边,采用 MyoTrac SA9800 表面肌电生物反馈仪^[8](Montreal Thought Technology 公司)搜集肌电信号后传入电脑中的 BioGraph Infiniti 软件(Montreal Thought Technology 公司)进行处理。

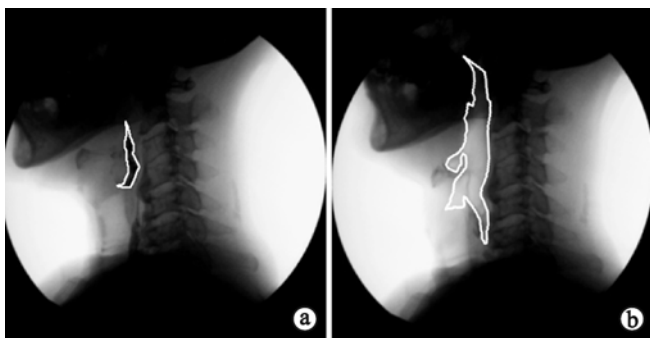
三、评测方法

分别于治疗前和治疗 3 周后(治疗后),对 2 组患者行吞咽造影检查并加以分析。

1. 视频吞咽造影检查:对比剂制备及检查方法均按有关文献^[9-10]报道进行。

2. 吞咽造影数字化分析^[10]: 采用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/秒的速率记录吞咽过程, 之后慢速逐帧回放, 观察靶器官 (如咽部) 运动达到吞咽活动关键点时即为目标图像。

选取目标图像截图, 共选取 2 帧目标图像: ①咽最大收缩区 (pharyngeal area maximum, $PA_{\max}$)——咽部达到最大收缩或口咽及下咽区域达到最小时的面积 (图 1a); ②咽静息区 (pharyngeal area holding, PA_{hold})——将食团保持在口腔中准备吞咽时口咽及下咽区域的面积 (图 1b)。



注: a 图中曲线示 $PA_{\max}$; b 图中曲线示 PA_{hold}

图 1 2 帧目标图像截图

然后使用 Image J 软件 (National Institute of Mental Health, Bethesda) 进行测量与计算。根据咽收缩率 (pharyngeal constriction ratio, PCR) 计算公式 $PCR = PA_{\max} / PA_{\text{hold}}$ 来计算 PCR。测量咽收缩持续时间: 咽部达到最大收缩时目标图像的时间与将食团保持在口腔中准备吞咽时目标图像的时间之间的时间差。

四、统计学方法

使用 SPSS 17.0 版统计软件进行统计学分析处理, 计量资料用 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用双侧检验, 2 组间的均数比较用 t 检验。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患者治疗前、后 PCR 比较

治疗前, 2 组患者吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时的 PCR 组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。治疗后, 球囊扩张组患者吞咽稀流质 ($t = 3.432, P = 0.006$)、浓流质 ($t = 3.297, P = 0.008$) 及糊状食物 ($t = 4.589, P = 0.001$) 时 PCR 均较组内治疗前明显降低, 差异均有统计学意义 ($P < 0.01$); 常规治疗组治疗后患者吞咽稀流质 ($t = 2.251, P = 0.038$)、浓流质 ($t = 3.314, P = 0.008$) 及糊状食物 ($t = 2.037, P = 0.041$) 时 PCR 亦明显低于组内治疗前, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。球囊扩张组患者治疗后吞咽稀流质 ($t =$

4.121, $P = 0.004$)、浓流质 ($t = 4.536, P = 0.001$) 时 PCR 明显低于常规治疗组治疗后, 且差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前、后吞咽不同性状食物时 PCR 比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	稀流质	浓流质	糊状食物
球囊扩张组				
治疗前	15	0.85 ± 0.15	0.74 ± 0.16	0.90 ± 0.19
治疗后	15	0.20 ± 0.03 ^a	0.14 ± 0.05 ^a	0.15 ± 0.04 ^a
常规治疗组				
治疗前	15	0.79 ± 0.12	0.81 ± 0.23	0.85 ± 0.41
治疗后	15	0.30 ± 0.05 ^{bc}	0.26 ± 0.02 ^{ac}	0.19 ± 0.08 ^b

注: 与组内治疗前比较, ^a $P < 0.01$, ^b $P < 0.05$; 与球囊扩张组治疗后比较, ^c $P < 0.01$

二、2 组患者治疗前、后咽收缩持续时间比较

治疗前, 2 组患者吞咽稀流质、浓流质及糊状食物时咽收缩持续时间的组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。治疗后, 球囊扩张组患者吞咽稀流质 ($t = -3.452, P = 0.008$)、浓流质 ($t = -2.073, P = 0.040$) 及糊状食物 ($t = -4.793, P = 0.001$) 时咽收缩持续时间均较组内治疗前明显增加, 且差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 常规治疗组患者治疗后吞咽稀流质 ($t = -2.241, P = 0.038$)、浓流质 ($t = -3.971, P = 0.007$) 及糊状食物 ($t = -3.241, P = 0.009$) 时咽收缩持续时间与组内治疗前比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。球囊扩张组患者治疗后吞咽稀流质 ($t = -4.631, P = 0.001$)、浓流质 ($t = -3.178, P = 0.010$) 及糊状食物 ($t = -2.079, P = 0.040$) 时咽收缩持续时间明显较常规治疗组患者治疗后延长, 组间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。详见表 3。

表 3 2 组患者治疗前、后吞咽不同性状食物时咽收缩持续时间比较 (ms, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	稀流质	浓流质	糊状食物
球囊扩张组				
治疗前	15	237.32 ± 67.61	360.57 ± 97.32	451.26 ± 84.33
治疗后	15	990.34 ± 96.14 ^a	1010.47 ± 133.64 ^b	1180.10 ± 121.27 ^a
常规治疗组				
治疗前	15	301.12 ± 87.34	376.79 ± 79.17	424.88 ± 102.11
治疗后	15	672.36 ± 92.21 ^{bc}	708.69 ± 132.37 ^{ac}	691.44 ± 214.39 ^{ad}

注: 与组内治疗前比较, ^a $P < 0.01$, ^b $P < 0.05$; 与球囊扩张组治疗后比较, ^c $P < 0.01$, ^d $P < 0.05$

讨 论

本研究采用吞咽造影数字化分析量化评价脑干卒中患者球囊扩张治疗前后 PCR 及咽收缩持续时间的变化, 发现改良导管球囊扩张术及常规吞咽障碍治疗方法治疗后, 患者吞咽不同性状的食团时, PCR 及咽

收缩持续时间多数有明显改善,这表明改良球囊扩张术对改善患者的咽部收缩功能明显有效,常规吞咽障碍治疗方法对增进咽部收缩功能也有一定作用,但改善程度较球囊扩张术小。

PCR 是侧位下咽部区域(包括残留的食团)收缩到最大(也就是咽部区域面积最小时)与口腔中含住食团准备吞咽时咽部区域最大面积^[11-13]的比值。Leonard 等^[12-13]研究健康人发现,65 岁以下的较年轻受试者吞咽时的 PCR 值接近于 0,平均为 0.03 ~ 0.04;65 岁以上年龄较大受试者的 PCR 较高,为 0.13 ~ 0.14,说明随年龄增长肌肉力量下降,咽部肌肉收缩功能下降。脑干卒中患者的 PCR 上升反映了咽部对食团的驱动及对食团的清扫功能下降,食物在咽腔残留增多,当声门再次打开时就很容易发生误吸。本研究中,球囊扩张组治疗后的 PCR 值下降至稀流质(0.20 ± 0.03),浓流质(0.14 ± 0.05),糊状食物(0.15 ± 0.04),而常规治疗组患者治疗后的 PCR 值下降至稀流质(0.30 ± 0.05),浓流质(0.26 ± 0.02),糊状食物(0.19 ± 0.08),均较组内治疗前明显改善($P < 0.05$),但 2 种治疗方法相比,球囊扩张术在增进咽部收缩功能方面较常规治疗方法效果更好。

PCR 可以作为评价咽部收缩功能的另一个参数。既往研究^[14]发现,PCR 与咽部收缩压峰值之间有高度负相关性($r = -0.849, P < 0.001$),且呈线性负相关,咽部收缩峰值下降,PCR 同比降低。因此,在没有测压设备或患者有测压插管的禁忌证(如咽或食管结构性狭窄、严重黏膜炎症)等情况下,通过对吞咽造影进行数字化分析的方法仍然能够定量了解咽部收缩功能,2 种评价方法可以互为补充^[14]。吞咽造影的程序目前已经标准化且已经被广泛使用。因此,可以使用 PCR 作为经治疗后或随访时量化评价咽部收缩功能的指标^[12,14]。

在既往的研究^[10]中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,可以定量评定吞咽障碍患者治疗前后舌骨的最大位移。本研究侧重于计算侧位下咽区放松及最大收缩时的面积,用两者之间的比值反映咽部收缩功能,可直接计算出患者咽部对食团的驱动及食团通过后的清扫功能。本研究还定量评定了脑干卒中后吞咽障碍患者咽部收缩时间,往的文献中涉及此参数的不多。本研究中,球囊扩张组治疗后咽部收缩时间较常规治疗组治疗后收缩时间延长,且组间差异均有统计学意义($P < 0.05$),这亦说明球囊扩张组咽部收缩功能改善较好。

总之,这种数字化分析的方法可以使目前已广泛使用的 VFSS 应用于咽部及食管上括约肌的肌肉收缩

和松弛功能的量化分析。本研究的不足之处在于样本量较小,且由于条件所限,所有入选患者均在所住院的医院进行吞咽康复治疗,不同的条件或技术操作可能对治疗效果产生一定影响,有待于今后扩大样本量、消除可能的影响因素作进一步探讨研究。

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(6): 585-589.
- [2] Tippet DC. Clinical challenges in the evaluation and treatment of individuals with poststroke dysphagia[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2011, 18(2): 120-133.
- [3] Kellen PM, Becker DL, Reinhardt JM, et al. Computer assisted assessment of hyoid bone motion from videofluoroscopic swallow studies[J]. *Dysphagia*, 2010, 25(4): 298-306.
- [4] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6): 379-380.
- [5] Crary MA, Mann GD, Groher ME. Initial psychometric assessment of a functional oral intake scale for dysphagia in stroke patients[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, 86(8): 1516-1520.
- [6] 兰月, 徐光青, 窦祖林, 等. 改良球囊扩张术对脑干卒中后吞咽障碍患者食管上括约肌功能的影响[J]. *中华医学杂志*, 2013, 93(33): 2631-2636.
- [7] Lan Y, Xu G, Dou Z, et al. Biomechanical changes in the pharynx and upper esophageal sphincter after modified balloon dilatation in brain-stem stroke patients with dysphagia[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2013, 25(12): e821-829.
- [8] 兰月, 王茜媛, 徐光青, 等. 表面肌电生物反馈及神经肌肉电刺激对脑干损伤后吞咽障碍患者吞咽功能的即时效应[J]. *中国康复医学杂志*. 2014, 29(5): 405-409.
- [9] 兰月, 徐光青, 窦祖林, 等. 食团体积对健康人吞咽的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(10): 763-767.
- [10] 窦祖林, 兰月, 于帆, 等. 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[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(9): 799-805.
- [11] Leonard R, Kendall K. Dysphagia assessment and treatment planning: a team approach[M]. 2nd ed. San Diego: Plural Publishing, 2008: 289-296.
- [12] Leonard R, Rees CJ, Belafsky P, et al. Fluoroscopic surrogate for pharyngeal strength: the pharyngeal constriction ratio (PCR) [J]. *Dysphagia*, 2011, 26(1): 13-17.
- [13] Leonard R, Belafsky PC, Rees CJ. Relationship between fluoroscopic and manometric measures of pharyngeal constriction: the pharyngeal constriction ratio[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2006, 115(12): 897-901.
- [14] Lan Y, Xu G, Dou Z, et al. The correlation between manometric and videofluoroscopic measurements of the swallowing function in brain-stem stroke patients with dysphagia[J]. *J Clin Gastroenterol*, 2015, 49(1): 24-30.

(修回日期: 2015-04-30)

(本文编辑: 汪 玲)