

·临床研究·

高分辨率固态测压系统用于研究不同黏稠度食团对健康人咽部及食道上括约肌功能的影响*

兰 月¹ 窦祖林^{1,2} 于 帆¹ 谢纯青¹ 林 拓¹

摘要

目的: 使用高分辨率固态测压系统检查不同黏稠度的食团对咽部推动力及食管上括约肌(UES)松弛功能的影响。

方法: 24个健康志愿者分别给予三种不同黏稠度(水、浓流质、糊状)的食团。吞咽过程中的咽部及UES压力与收缩/松弛持续时间的测量均由高分辨率固态测压系统完成。测量的参数包括:咽部收缩峰值压,咽部收缩持续时间,UES松弛残余压,UES松弛持续时间。使用重复测量的方差分析研究食团黏稠度对这些参数的影响。

结果: 吞咽3ml食团时,随食物黏稠度的增加,UES的松弛残余压进一步降低,UES松弛持续时间不断延长,咽部峰值压不断升高,咽部收缩持续时间也逐渐延长。吞咽10ml食团时,UES的松弛残余压、松弛持续时间与吞咽3ml食团时类似,但咽部峰值压及收缩持续时间变化不大。

结论: 随着食团黏稠度的增加,UES的松弛时间延长及残余压下降。在吞咽容积较小的食团时,依靠咽部推动及UES松弛功能均增强,克服黏稠度增加产生的阻力。而在吞咽容积较大的食团时,主要依靠UES增加松弛程度,吸引食团向下运送,克服黏稠度增加产生的阻力。

关键词 黏稠度; 吞咽; 吞咽生理; 高分辨率测压

中图分类号: R493 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1242(2013)-09-0794-05

The influence of food bolus of different consistency on pharyngeal and upper esophageal sphincter swallowing: a study on health subjects using high-resolution solid-state manometry/LAN Yue, DOU Zulin, YU Fan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2013, 28(9): 794—798

Abstract

Objective: To explore the effect of food bolus of different consistency on function of pharyngeal and upper esophageal sphincter(UES) using high-resolution solid state manometry (HRM).

Method: Twenty-four health subjects swallowed three kinds of bolus of different consistencies (water, thick, pasty) with neutral head position during sitting. Pressure and contraction/relax durations measurements were performed using HRM, with emphasis placed on hypopharynx and UES. Variables include UES residual pressure, UES relaxation duration, maximum hypopharyngeal pressure and hypopharyngeal duration were repeatedly measured and analyzed across different volumes and consistencies of bolus.

Result: UES residual pressure, UES relaxation duration, maximum hypopharyngeal pressure and hypopharyngeal duration varied significantly across different bolus consistencies. UES relaxation duration, UES residual pressure and maximum hypopharyngeal pressure, had a direct positive relationship with bolus consistency.

Conclusion: Differences in hypopharyngeal pressure and duration, UES residual pressure and duration could be detected across varying bolus consistencies. Consideration of these variables was paramount in understanding

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.09.002

*基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(81101460);广州市科技计划项目对外科技合作专项(2012J5100022);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(12ykpy38)

1 中山大学附属第三医院康复医学科,广州市,510630; 2 通讯作者

作者简介:兰月,女,博士,副主任医师; 收稿日期:2013-04-09

normal and pathological swallowing.

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

Key word consistency; deglutition; swallowing physiology; high-resolution manometry;

吞咽障碍患者的所有饮食,均应在食物/液体的摄入量、黏稠度及进食种类等方面进行调整,以便使吞咽困难的程度降至最低,减少误吸,同时获得较多的营养。食物的调整通常是指改变食物的形态、质地,以减少误吸、增加吞咽效率的方法。许多研究证实,食物调整可以改善患者个体的吞咽效率,也是卒中后吞咽困难的标准处理方法^[1-2]。

要了解吞咽的病理生理机制,首先需要了解正常吞咽的生理功能特征。已有文献报道使用不同的方法如传统测压法^[6]、吞咽造影^[7]、肌电图^[8]等研究不同容积、不同性状的食团对咽期吞咽的影响,但由于测量方法不同,所使用的参数也不一样,这些研究的结论并不一致。而且吞咽造影与肌电图对咽部及食管上括约肌(upper esophageal sphincter, UES)的功能进行量化分析比较困难。传统测压法虽然对咽部推动力及UES的松弛功能也提供了有价值的信息,但由于传感器的数量有限及反应速度慢等问题,可能没有精确地捕捉到咽部急速而复杂的压力变化,得出的结论并不十分可靠。高分辨率测压(high-resolution manometry, HRM)与传统测压相比,其先进的导管技术和数据显示、统计理念使测压的精确性和完整性大大提高,尤其适用于咽及UES的生物力学机制分析^[9]。国外采用高分辨率测压进行动力相关的研究均是针对食管功能^[10],对咽部及UES功能相关研究较少,在国内尚属空白。因此在本项研究中,我们首先对24例健康人行高分辨率测压,并对其咽期吞咽特征进行分析,积累中国人高分辨率测压正常参考值,了解咽部及UES动力对不同容积、不同性状食团的反应,为进一步的病理研究打基础。

1 对象与方法

1.1 研究对象

入选标准:年龄20—60岁,无胃食管反流症状,无消化道手术史,无严重全身器质性疾病。排除标准:进入研究前1个月内未服用过促胃肠动力剂、抑

酸剂等;高分辨率食管测压发现明显异常者;孕妇、哺乳期妇女或处于月经期妇女;拒绝签署知情同意书者。

按上述标准,采用招募志愿者的形式,共选取志愿受试者24人参加了本研究,男性12人,女性12人;年龄(33.56±10.41)岁。所有受试者健康状况良好,无任何吞咽障碍及吞咽不适,无言语、认知功能障碍,无任何神经系统疾病,无头颈部结构性病变,可以遵从指令进行检查。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,所有受试者在研究前均签署知情同意书。

1.2 评测方法

使用美国产(Sierra Scientific Instruments, Los Angeles, CA. ManoScan360)高分辨固态测压系统进行咽部及UES测压检查。临床上ManoScan360导管外径为4.2mm,含有36个间隔1cm的圆周传感器,每个传感器含有12个环绕压力感应点。临床上可用于咽、食道所有的测压数据收集。

咽部及UES测压检查:检查前准备:测压前48h停用下列药物:硝酸甘油、胃肠促动力剂、H₂受体阻滞剂、镇静剂、止痛剂、抗抑郁药物及抗胆碱能药物等。测压前至少停止进食进水2h以保证数据准确性。

用棉签在鼻腔通道局部使用1%的丁卡因表面麻醉5—10min,减少导管插入时的不适感。用市售人体润滑剂润滑测压导管,以使测压管容易进入咽部。

使用温开水与凝固粉(食物增稠剂,商品名:凝水宝,Simply & Thicker,广州康拓生物科技有限公司)制备测压时所需食物。三种性状的食团分别为:①水;②浓流质:100ml水加入5.25ml凝固粉;③糊状食物:100ml水加入15ml凝固粉。所有液体及食物在测压前5min制备完毕。

检查程序:患者取坐位,经鼻孔轻柔地插入测压导管。插入导管40cm时停止,用胶布将导管在鼻翼处固定。此时可看到UES高压区处于屏幕中间水平。经过5min的适应期后,嘱受试者停止吞咽及说

话,平静呼吸,缓慢放松 30s,记录咽部及UES 各段基础压力水平。

受试者头部中立位,使用10ml注射器分别顺序给予3ml水、3ml浓流质、3ml糊状食物;10ml水、10ml浓流质、10ml糊状食物各1次,共9次不同容积及黏稠度的食团。

数据分析:使用ManoView分析软件(Sierra Scientific Instruments, Los Angeles, CA)记录咽部收缩峰值(mmHg),咽部收缩时间(s),UES松弛残余压及UES松弛时间(见图1)。

1.3 统计学分析

采用统计软件SPSS 17.0进行统计分析,设 $P < 0.05$ 有显著性意义,采用双侧检验。计量资料用均

数±标准差表示。多组间均数比较用重复测量的方差分析(multiple analysis of variance with repeated measurements, repeated MANOVA),如果组间比较存在差异,则进一步进行LSD两两检验。

2 结果

2.1 吞咽三种不同性状食物时UES松弛残余压

见表1。吞咽3ml食团时,随食团的黏稠度增加,UES松弛残余压不断下降;其中水与糊状食物相比,差异有显著性意义($t=7.578, P < 0.001$);浓流质与糊状食物相比,差异也有显著性意义($t=5.446, P < 0.001$)。吞咽10ml食团时,随食团黏稠度的增加,UES松弛残余压也不断下降;其中水与糊状食物相比,差异有显著性意义($t=6.587, P < 0.001$);水与浓流质相比,差异也有显著性意义($t=5.478, P < 0.001$)。

2.2 吞咽三种不同性状食物时UES松弛持续时间

见表2。吞咽3ml食团时,随食团黏稠度的增加,UES松弛持续时间有所升高;但各性状食团相比,差异未达到有显著性意义水平($P > 0.05$)。吞咽10ml食团时,随食团黏稠度的增加,UES松弛持续时间也不断增加。其中水与浓流质相比,差异有显著性意义($t=6.009, P < 0.001$);水与糊状食物相比,差异有显著性意义($t=6.419, P < 0.001$);浓流质与糊状食物相比,差异也有显著性意义($t=4.133, P < 0.001$)。

2.3 吞咽三种不同性状食物时咽部收缩峰值

吞咽3ml食团时,随食团黏稠度的增加,咽部收缩峰值有所升高;水与浓流质相比,差异有显著性意义($t=4.575, P < 0.001$);水与糊状食物相比,差异也有显著性意义($t=5.490, P < 0.001$)。

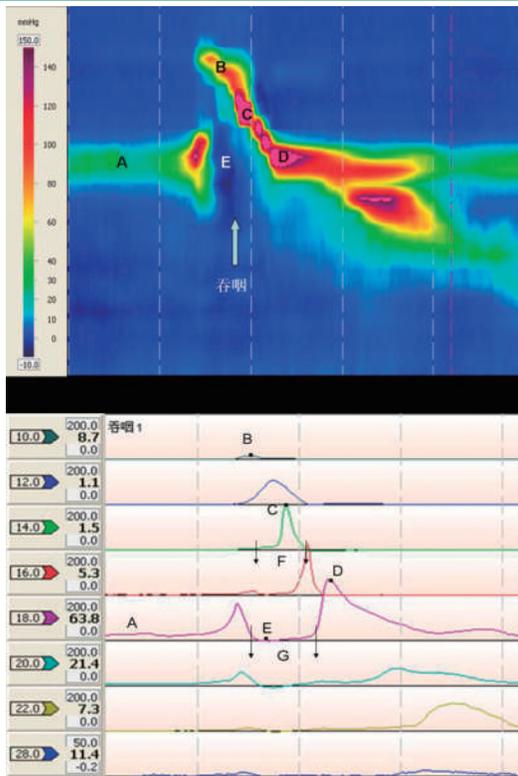
吞咽10ml食团时,随食团黏稠度的增加,咽部收缩峰值反而有所下降;但各容积相比,差异未达到有显著性意义水平($P > 0.05$)。

2.4 吞咽三种不同性状食物时咽部收缩持续时间

吞咽3ml食团时,浓流质与糊状食物之间差异有显著性意义($t=2.872, P=0.009$)。

吞咽10ml食团时,咽部收缩持续时间各性状食团相比,差异均未达到有显著性意义水平($P > 0.05$)。

图1 正常吞咽活动从鼻咽到上食道的高分辨率测压时空图(a)与波形图(b)



注:X轴表示时间(图中每两条虚线之间间距为1秒),y轴表示从鼻孔开始的距离。不同压力值用不同颜色表示(参见时空图左侧颜色图例),压力0mmHg以蓝色表示,压力趋近于100mmHg以红色表示。

A UES静息压; B 腭咽最大压力; C 舌根及下咽收缩峰值; D 吞咽后UES最大收缩峰值; E 吞咽后UES松弛残余压; F 舌根及下咽收缩持续时间; G 吞咽后UES松弛持续时间

表1 吞咽三种不同性状的食物时
UES 松弛残余压评价结果 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)

| | 3ml | 10ml |
|-----|------------|------------|
| 水 | -0.63±0.98 | -2.85±0.75 |
| 浓流质 | -1.71±0.94 | -4.68±1.92 |
| 糊状 | -4.30±1.96 | -4.94±1.84 |

表2 吞咽三种不同性状的食物时
UES 松弛持续时间评价结果 ($\bar{x}\pm s$,ms)

| | 3ml | 10ml |
|-----|---------------|---------------|
| 水 | 587.19±122.12 | 650.39±142.97 |
| 浓流质 | 590.45±157.85 | 702.49±124.53 |
| 糊状 | 685.75±192.36 | 772.27±182.67 |

表3 吞咽三种不同性状的食物时
咽部收缩峰值评价结果 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)

| | 3ml | 10ml |
|-----|---------------|---------------|
| 水 | 144.02±60.14 | 215.49±113.65 |
| 浓流质 | 169.91±74.32 | 204.42±91.28 |
| 糊状 | 214.86±115.23 | 188.36±86.95 |

表4 吞咽三种不同性状的食物时
咽部收缩持续时间评价结果 ($\bar{x}\pm s$,ms)

| | 3ml | 10ml |
|-----|---------------|---------------|
| 水 | 600.00±232.55 | 442.50±65.35 |
| 浓流质 | 617.50±309.55 | 502.50±150.88 |
| 糊状 | 555.00±253.08 | 498.75±141.86 |

3 讨论

本研究中我们给予受试者三种不同性状的食物吞咽,结果提示在吞咽较小的食团时,依靠咽部推动及UES 松弛功能均增强,克服黏稠度增加所产生的阻力。而在吞咽较大的食团时,主要依靠UES 增加松弛程度以吸引食团向下运送为主克服黏稠度增加产生的阻力。

黏稠度是指由于分子之间的凝聚力,使物质具有抵抗流动或变形的特性。这种特性是为患者准备食物时考虑的最重要的因素^[3]。黏稠度均一的食物可使吞咽延迟的患者更好地控制咀嚼、转运食物、吞咽,而减少误吸的危险^[4]。固体食物需要募集较多的肌肉以产生较大的驱动力来转运食团,正常的咽部有足够的肌肉力量储备可满足这一需求,而吞咽障碍的患者不能。使用测压法研究食团粘度对咽部

及UES 功能影响的文献不多^[11]。Bulter 等^[11]使用直径2.1mm、带有5个传感器的固态测压导管对42个健康受试者进行检测,发现随着食团黏稠度的增加,UES 的松弛时间延长及残余压下降,尤其是在吞咽10ml 食团时表现最为显著;Pal 等^[12]使用视频测压技术也发现在吞咽黏稠度较高食团时UES 通过开口更宽和更久来使得转运顺畅安全,这与本研究的结果相似。但也有文献^[13]显示UES 松弛时间并不受食团黏稠度的影响。大部分食团黏稠度影响的研究测量方法使用吞咽造影^[14-16],其参数定义与测压法不太相同,因此可比性不强。

本研究发现,在吞咽黏稠度较大的食团时,主要以增加UES 的松弛程度使食团顺利从咽通过UES 转运到食管,这可能是由于咽部与UES 解剖学基础不同所致^[17]。虽然咽部与UES 均由横纹肌包括I 型快肌纤维及II 型慢肌纤维构成,但咽部构成肌肉主要是I 型快肌纤维,能耗较大;而UES 70%以上则由慢肌纤维构成,而且这些纤维呈网络状插入周围结缔组织。这种解剖学基础形成了UES 的特点:维持基础张力及吞咽时快速放松与收缩。大多数横纹肌是在静息长度时产生最大主动张力,UES 可达到最大主动张力的最佳长度是1.7 倍于基础长度,使UES 具有高弹性^[17]。因此,在食团较大、咽部收缩已经处于高水平时,通过进一步增加UES 的松弛程度来减少食团黏稠度的进一步增加所需要的驱动力,这是最节能高效率的方法,符合正常人体的生理活动高效节能的原则。

吞咽时咽部与UES 精确测压评估是一个巨大的技术挑战。因为咽部和上食道括约肌中与吞咽相关的肌肉是横纹肌,咽部的压力变化比食道中蠕动的压力变化快得多,咽部和上食道括约肌的压力测量装置的响应时间必须非常短以捕捉急剧的收缩与舒张反应^[17]。而且UES 收缩时产生的压力并不对称,前后方向压力最高而左右方向压力最低^[18]。这种径向的不对称性可能是由于环咽肌解剖学特性决定的,也可能是由于舌的加压作用及会厌对上咽及下咽的倾斜作用造成的。另外,吞咽启动后,UES 会向上移动2—4cm^[19]。因此,传统的反应较慢的水灌注导管,单点传感器或传感器间距较长的导管,并不适用于对咽部及UES 的生理机制研究。在本研

究中,我们使用高分辨率测压导管检测咽部吞咽不同食团时的特点,分析UES作用的机制。这种导管具有数量众多、分布密集的压力传感器和圆周压力测量能力,反应速度极快,可达6000mmHg/s,可以精确地记录咽部压力及其变化频率^[20]。使用这种导管的另一优点在于其直接感受压力而与被测对象的相对高度位置无关,而水灌注式测压导管的位置直接影响压力测定,因此患者在使用HRM测压时可取更接近生理体位的坐位而无需平躺,还可以使用不同性状的食物及头部姿势进行进一步的评估。特别适用于口咽部及UES功能障碍导致的吞咽困难患者。

吞咽障碍患者进食不同黏稠度食物,在咽部可呈现不同的临床特征。浓流质或固体食物可导致大量的食团滞留、残留在咽部;稀流质由于流速快,咽部转运时间短,因气道保护反应较慢,容易误吸^[5]。本研究发现提示对于不同病理生理机制的吞咽障碍患者,临床上可采用不同的食物调整策略。对于咽部推动力不足,而UES松弛功能尚可的患者,可选择稀流质或浓流质,借助液体食物的部分重力作用使食团顺利转运。浓糊状与固体食物均不太合适。因为咽部推动力不足或UES的松弛程度不足,使咽部清除功能下降,由于黏滞性的作用导致大量的食团残留在咽部。对于吞咽启动延迟或喉上抬不足的患者,则需首选糊状食物以保证吞咽的安全性,避免误吸。

参考文献

- [1] 窦祖林 主编. 吞咽障碍评估与治疗[M].北京:人民卫生出版社,2009:43—63.
- [2] 窦祖林,兰月,万桂芳,等. 视频吞咽造影检查中使用不同造影剂的对比研究[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31:807—811.
- [3] Krieger IM, Elrod H. Direct determination of the flow curves of non-Newtonian fluids. II. Shearing rate in the concentric cylinder viscometer[J]. J Appl Phys, 1953, 24:134—136.
- [4] Logemann JA. Approaches to management of disordered swallowing[J]. Baillieres Clin Gastroenterol, 1991, 5: 269—280.
- [5] Tsukada T, Taniguchi H, Ootaki S, et al. Effects of food texture and head posture on oropharyngeal swallowing[J]. J Appl Physiol, 2009, 106: 1848—1857.
- [6] Kahrilas PJ, Logemann JA, Lin S, et al. Pharyngeal clearance during swallowing: a combined manometric and video-fluoroscopic study[J]. Gastroenterology, 1992, 103: 128—136.
- [7] Troche MS, Sapienza CM, Rosenbek JC. Effects of bolus consistency on timing and safety of swallow in patients with Parkinson's disease[J]. Dysphagia, 2008, 23: 26—32.
- [8] Tsukada T, Taniguchi H, Ootaki S, et al. Effects of food texture and head posture on oropharyngeal swallowing[J]. J Appl Physiol, 2009, 106: 1848—1857.
- [9] Fox MR, Bredenoord AJ. Oesophageal high-resolution manometry: moving from research into clinical practice[J]. Gut, 2008, 57: 405—423.
- [10] Kuo P, Holloway RH, Nguyen NQ. Advances in clinical practice: Current and future techniques in the evaluation of dysphagia[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2012 Feb 27. doi: 10.1111/j.1440-1746.2012.07097.x. [Epub ahead of print].
- [11] Butler SG, Stuart A, Castell D, et al. Effects of age, gender, bolus condition, viscosity, and volume on pharyngeal and upper esophageal sphincter pressure and temporal measurements during swallowing[J]. J Speech Lang Hear Res, 2009, 52: 240—253.
- [12] Pal A, Williams RB, Cook IJ, et al. Intrabolus pressure gradient identifies pathological constriction in the upper esophageal sphincter during flow[J]. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 2003, 285: 1037—1048.
- [13] Raut VV, McKee GJ, Johnston BT. Effect of bolus consistency on swallowing --does altering consistency help[J]? Eur Arch Otorhinolaryngol, 2001, 258: 49—53.
- [14] Steele CM, Van Lieshout PH. Influence of bolus consistency on lingual behaviors in sequential swallowing[J]. Dysphagia, 2004, 19: 192—206.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] Holloway RH. Esophageal manometry. GI Motility online, 2006, doi: 10.1038/gimo 30, <http://www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo30.html>.
- [18] Lang IM. Brain stem control of the phases of swallowing [J]. Dysphagia, 2009, 24: 333—348.
- [19] Kahrilas PJ, Dodds WJ, Dent J, et al. Upper esophageal sphincter function during deglutition[J]. Gastroenterology, 1988, 95: 52—62.
- [20] Gyawali CP. High resolution manometry: the ray clouse legacy[J]. Neurogastroenterol Motil, 2012, 24: 2—4.