·临床研究·

空吞咽与食团吞咽对健康人咽期吞咽功能的影响

于 帆[1] 兰 月[1] 窦祖林[1,2] 林 拓[1] 卫小梅[1]

摘要

目的：探讨通过使用高分辨率咽腔测压，分析空吞咽与不同黏度食团吞咽对健康人咽部和上食管括约肌功能的影响。

方法：使用高分辨率测压系统，分别测量34例健康志愿者[平均(24.29±5.926)岁]在空吞咽与进食三种不同黏度(5ml水，5ml浓流质，5ml糊状物)的食团情况下，咽部收缩压力峰值，咽部收缩持续时间，咽部压力上升速率，上食管括约肌(UES)松弛残余压，UES松弛持续时间，UES开放前峰值以及UES开放后峰值。使用重复测量的方差分析研究空吞咽与食团吞咽对这些参数的影响。

结果：食团吞咽与空吞咽时，咽部收缩压力峰值差异无显著性意义。而空吞咽时，UES松弛残余压、开放前压力峰值、咽部收缩持续时间和咽部压力上升速率明显高于食团吞咽，而UES松弛持续时间与UES开放后峰值明显低于食团吞咽。而不同黏度的食团吞咽之间的参数差异无显著性意义。

结论：不同的吞咽类型会影响健康人咽部与UES的压力和持续时间。明确空吞咽与不同黏度食团吞咽健康人的咽期吞咽生理学变化，为进一步探究吞咽障碍的生理与病理提供了研究基础。

关键词 空吞咽；食团黏度；高分辨率咽腔测压；咽期吞咽生理

中图分类号：R76 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-1242(2014)-03-0218-05

Effects of bolus and dry swallowing on swallowing function in healthy volunteers using high-resolution manometry/YU Fan, LAN Yue, DOU Zulin, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(3):218—222

Abstract

Objective: To evaluate the effects of dry swallow and different consistencies bolus swallows on physiologic pressure and duration in healthy adults with using high-resolution manometers.

Method: Thirty-four young healthy adults [mean (24.29±5.926)years] participated in this study. Upper esophageal sphincter(UES) and pharyngeal manometric pressures were measured during orderly dry swallow and different consistencies (water, thick liquid and plaster materials in 5ml volume) bolus swallow. Variables included maximum pharyngeal pressure, duration of pharyngeal pressure above baseline and rate of pressure increase of pharyngeal and minimum pressure of UES relaxation, duration of UES relaxation, maximum preopening UES pressure and maximum post-closure UES pressure were analyzed.

Result: There was no significant difference of maximum pharyngeal pressure during dry swallow and bolus swallow. Significant changes of other parameters were identified. In general, UES minimum pressure, maximum preopening UES pressure, rate of pressure increase of pharyngeal and pharyngeal duration during dry swallow were significantly higher than that during bolus swallows, however, UES relaxation duration, and maximum post-closure UES pressure measures during dry swallow were significant lower than that measurers during bolus swallows. Those parameters were not differed significantly among water, thick liquid and plaster materials. No significant difference of maximum pressure of pharyngeal between different swallow type was identified.

Conclusion: Different swallow types demonstrated significant effect on physiologic pressure and duration in

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.03.005

1 中山大学附属第三医院康复医学科，广州，510630；2 通讯作者

作者简介：于帆，女，硕士研究生；收稿日期：2013-05-20

healthy adults. Identified difference between dry swallow and different viscosities bolus swallows might help to understand normal and pathological swallowing deeply.

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

Key word dry swallow; bolus consistency; high-resolution manometry; pharyngeal swallowing physiology

吞咽是人类赖以生存的最基本生理活动之一,健康成年人每天大约吞咽800—2400次[1]。完整的吞咽过程分为口腔期、咽期和食管期三个阶段[1]。咽期吞咽是一个复杂的生理学过程,包括舌骨—喉复合体的向上向前运动、咽腔肌群收缩推动食团、上食管括约肌(upper esophageal sphincter, UES)的松弛,以及食管肌肉依次收缩[2—7]。而咽期吞咽受多种因素影响,包括年龄、性别、食团的体积黏度及吞咽类型等。国内外相关文献报道,空吞咽与不同黏度的食团吞咽,咽部与UES压力存在差异[8—10]。

近年来,有多种仪器评估方法被用于评估吞咽功能,包括电视X线透视吞咽功能检查、咽腔测压检查、脉冲血氧饱和度测定、肌电图检查等[11],其中咽腔测压检查是评估咽部以及食管动力学的"金标准"[12]。目前,高分辨率测压(high-resolution manometry, HRM)已逐步应用于评估吞咽功能。高分辨率测压术利用紧密排列的压力传感器记录食管腔内瞬时压力空间值,精确度高。国外已经采用高分辨率测压进行食道与咽腔的动力相关的科研和临床研究[13—16],但是国内的相关研究相对滞后。因此,本研究通过使用高分辨率咽腔测压系统测量健康人的咽期吞咽功能,了解咽部与上食管括约肌对不同黏度食团以及空吞咽时的反应。分析并初步建立成年国人咽部吞咽功能的客观数值,为进一步研究咽期吞咽障碍提供研究基础。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取34例健康成人志愿者,其中男、女各17例,年龄:20—40岁,平均(24.29±5.926)岁。所选志愿者健康状况良好,均无吞咽障碍病史及影响吞咽功能的相关病史,可以遵从指令进行检查,自愿签署知情同意书,该研究获得中山大学附属第三医院伦理委员会批准。

1.2 实验设备

采用ManoScan 360高分辨率测压系统(美国Sierra科学仪器公司生产)。高分辨率固体测压管采集从鼻咽至食管部分相关压力数据。此测压管外直径为4.2mm,共有36个压力传感器,相邻传感器间隔1cm。每个传感器能同时测量圆周上12个长2.5mm离散部位的压力,并取这些离散部位的压力平均值,从而获得测量的平均压力即为圆周压力。记录数据前,使用外加压力(-20—60mmHg)对36个传感器进行压力校准,然后使用既定温度(36—38℃)对传感器进行温度校准。压力与温度校准后,传感器可以记录精确至1mmHg的大气压力。每个传感元件可以记录超过6000mmHg/s的瞬态压力,并且以35Hz的频率获取数据。为了保护传感器,在进行测压检查前,必须用一次性电极防护套包裹测压管,并且每周对传感器进行温度校准。

1.3 检查前准备

测压前48h停服影响胃肠动力相关药物如硝酸甘油、胃肠促动力剂、H2受体阻滞剂、止痛剂等。使用1%的丁卡因麻醉鼻腔,以减少插入导管时的不适感。将人体润滑剂涂抹在固态测压管表面,以便于将其插入咽腔。

在室温下(20—25℃)使用水和食物加即稠剂(instant thick)调配不同黏度食团。将3g即稠剂加入100ml水中,搅拌均匀,制成浓流质;将8g即稠剂加入100ml水中制成糊状物。所有食团均在试验开始前5min内准备完成。食团黏度分级如表1所示。

表1 食团黏度分级

	水(1级)	浓流质(2级)	糊状物(3级)
转子类型	1	2	4
转速(RPM)	60	12	6
黏度(Pas)	0.009	0.550	28.500
百分比(%)	10.3	22.4	28.5

1.4 检查步骤

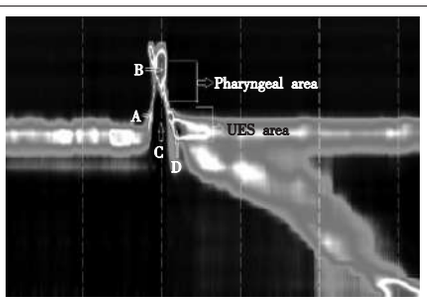
受试者在自然坐位下经一侧鼻腔插入固态测压管,并使测压管前端部分进入UES,调整导管位置使咽部与UES全段完全显示于屏幕上,插入深度约为40cm,并将测压管在鼻孔处用胶布固定。经过

5—10min的适应期后开始测试。首先嘱患者平静呼吸，并保持无吞咽动作约30s，此时各部分传感器测量静息状态的基线值，记录UES静息压力。其后嘱受试者依次进行空吞咽、吞咽5ml水，5ml浓流质及5ml糊状食物，两次吞咽间隔≥30s，各部分传感器记录从鼻咽至食管每个时间点的压力变化，而所有的压力时空图同步呈现在显示器上，测压系统记录了每例受试者的4次吞咽（空吞咽、5ml水、5ml浓流质与5ml糊状食物）。注意命令受试者一次性将食团吞完，吞咽后主动咳嗽以清除咽部残留食团，从而避免干扰吞咽状态数据。所有步骤完成后拔出导管并保存信息。

1.5 数据分析

使用ManoView分析软件（美国Sierra科学仪器公司生产）进行数据分析。咽腔压力区域：位于UES高压带上缘与鼻咽高压带下缘的中线，沿此中线上下延伸2cm。UES压力区域：位于静息时食管近端压力起始与咽部远端压力起始之间的高压区。UES高压带宽为2—4cm（图1）。

图1 吞咽时HRM压力时空图



A：UES松弛前压力峰值；B：咽部压力峰值；C：UES松弛残余压；D：UES松弛后压力峰值

1.5.1 咽部区域关键参数：①咽部压力峰值：咽部区域内压力最大值；②咽部压力持续时间：测得咽部压力峰值通道记录的咽部收缩结束点至咽部收缩起始点之间的时间差；③咽部压力上升速率：咽部压力峰值除以咽部压力持续时间。

1.5.2 UES区域关键参数：①UES松弛残余压：UES区域的压力最低值；②UES松弛持续时间：测得UES松弛残余压的通道记录的UES自静息压下降至UES收缩起始点之间的时间差；③UES松弛前压力峰值：UES区域内，UES压力下降前最大压力值；④UES松弛后压力峰值：UES区域内，UES压力恢复至静息压后压力上升到最大时的压力值[17—18]。

1.6 统计学分析

用SPSS 19.0进行统计分析。计量资料用均数±标准差表示。两组之间均数比较用t检验。多组间均数比较用重复测量的方差分析，如果组间比较存在差异，则进一步进行最小显著差测试两两检验。

2 结果

2.1 咽部压力区域

空吞咽时咽部压力持续时间明显长于三种食团吞咽，差异有显著性意义（P=0.02）；其中，空吞咽时咽部压力持续时间明显长于浓流质吞咽，差异有显著性意义（P=0.02）；空吞咽时咽部压力持续时间明显长于糊状食物吞咽，差异有显著性意义（P=0.04）。空吞咽时，咽部压力上升速率明显高于糊状食物吞咽，差异有显著性意义（P=0.03）。然而，4种吞咽方式的咽部压力峰值均未有显著性差异（P>0.05）。见表2。

2.2 UES压力区域

空吞咽时UES开放前压力峰值明显高于食团吞咽，差异有显著性意义（P=0.003）；其中，空吞咽时UES开放前压力峰值明显高于浓流质吞咽（P=0.03）与糊状物吞咽（P=0.003）。而且随着食团黏度增加，UES开放前压力峰值随之降低，浓流质吞咽时UES开放前峰值明显高于糊状食物吞咽，差异有显著性意义（P=0.04）。空吞咽时UES开放后压力峰值低于食团吞咽，差异有显著性意义（P=0.01）；其中，空吞咽时UES开放后压力峰值明显低于水吞咽（P=0.004），也明显低于糊状物吞咽（P=0.02）。空吞咽时UES开放持续时间低于食团吞咽，差异有显著性意义（P=0.04）；其中，空吞咽时UES开放持续时间明显低于水吞咽（P=0.02）。见表3。

2.3 UES静息压正常值

34例健康人UES静息压平均值为（52.05±14.86）mmHg，95%的置信区间是（46.86—57.23）mmHg。

3 讨论

34例志愿者进行空吞咽与食团吞咽时，咽部与

表2 咽部压力测量结果 ($\bar{x}\pm s$)

参数	空吞咽	水	浓流质	糊状物	F值	P值
咽部压力峰值(mmHg)	203.86±104.47	204.25±89.55	195.32±106.51	186.74±71.74	1.26	0.30
咽部压力持续时间(s)	407.94±146.49	382.35±141.72	363.82±149.59	360.29±105.729	3.53	0.02
咽部压力上升速率(mmHg/s)	1119.28±543.77	1028.72±446.36	1097.88±635.04	946.60±420.58	2.55	0.03

表3 UES压力测量结果 ($\bar{x}\pm s$)

参数	空吞咽	稀流质	浓流质	糊状食物	F值	P值
UES松弛残余压(mmHg)	-9.18±4.89	-7.50±4.03	-7.03±4.92	-7.42±4.88	0.33	0.03
UES开放前压力峰值(mmHg)	140.41±96.25	136.74±86.77	111.61±69.71	100.79±69.460	4.88	0.003
UES开放后压力峰值(mmHg)	221.23±69.22	259.70±89.70	241.98±91.16	244.15±67.351	3.97	0.01
UES松弛持续时间(ms)	626.76±158.13	690.29±121.42	668.82±129.70	671.18±165.415	2.88	0.04

UES的压力与时间参数明显发生变化。咽部区域的压力与时间参数在空吞咽时均明显高于食团吞咽;UES开放前压力峰值在空吞咽时也明显高于食团吞咽,而UES松弛残余压、松弛持续时间与开放后压力峰值明显低于食团吞咽。此结果提示空吞咽需要较高的咽部收缩动力与较低的UES松弛残余压,而持续时间较食团吞咽短。

关于空吞咽与食团吞咽对咽部与UES功能的影响,国外也有报道,传统观点认为,空吞咽近似等于吞咽1ml水。而Hollis JB[19]等指出,空吞咽时食管收缩强度与吞咽1ml水并不完全相同,因为1ml的水与空吞咽时存在食团体积与黏度的差异。Dejaeger E[9]通过使用超声研究健康人吞咽相关结构的运动,提出空吞咽时舌骨运动持续时间长于食团吞咽。Regan[8]等通过研究UES开放的最大直径与开放模式,提出空吞咽时UES开放的最大直径远远大于吞咽5ml与10ml的水,并且他发现空吞咽时UES开放时的UES松弛残余压低于食团吞咽。Lanessa A[18]等研究吞咽相关大脑皮质激活结果表明,空吞咽时激活的大脑皮质区域远远大于食团吞咽。我们使用高分辨率测压对一些健康成人进行了吞咽功能检查,发现咽部压力峰值与压力持续时间在空吞咽时均明显高于食团吞咽;UES开放前压力峰值在空吞咽时也明显高于食团吞咽,而UES松弛残余压明显低于食团吞咽,可能是因为空吞咽为自主吞咽,大脑皮质参与较多,从而募集较多的肌肉参与吞咽过程。而UES松弛持续时间低于食团吞咽,可能因为空吞咽无真正吞咽食物,通过感觉刺激的反馈,从节能的角度降低UES开放持续时间。本研究发现空吞咽时UES开放后峰值低于食团吞咽。

而本研究结果提示咽部压力峰值与咽部压力持续时间以及UES开放前压力峰值随着食团黏度的增加而降低,尽管差异无显著性意义。这与兰月[23]的研究结果相类似,她的研究表明吞咽障碍患者进食稀流质时,舌根部压力峰值与下咽部压力峰值的时间间隔明显长于进食浓流质与糊状食物。Yoko[24]研究健康人吞咽功能时也发现,吞咽过程中黏度低的食团较早被运送至咽部而停留时间较长。Clave[3]研究发现,神经源性吞咽障碍患者进食稀流质时易产生误吸、渗漏等症状,而增加食团黏度可显著增加吞咽障碍患者进食的安全性。结合以上研究,考虑可能为黏度较低的食团在吞咽过程中运动速度较快,从而需要较多的神经与肌肉调节和参与气道保护机制,以确保进食的安全性,因此产生了较高的咽部压力、咽部压力持续时间以及UES开放前压力峰值。

关于使用咽腔测压研究食团黏度对吞咽功能的影响,国外的相关文献报告也存在争议。Bulter等[21]使用5个传感器的固态测压导管对42例健康受试者进行检测,发现随着食团黏度的增加,UES的松弛时间延长及残余压下降。而Raut VV[20]也使用传统测压研究UES功能,提示咽部压力随着食团黏度的增加而升高,UES松弛残余压随之下降,而UES松弛时间并不受食团黏度的影响。但是以上研究[20—21]均使用传统测压系统,考虑可能为传统测压系统压力感受器分布密度低,测量误差较大,不适宜测量咽部压力[22],从而使不同的研究结果产生差异。传统的测压系统仅适用于食管压力测定,而咽部压力变化迅速,且压力分布不对称[1,3],传统测压管的传感器为单向测压,导致所测压力数值的不准确。而且吞咽启动后,UES会向上移动2—4cm[3],传统测压系统

的测压管仅有3—8个压力传感器，在相邻的传感器之间存在较明显的压力测量盲区，无法获得精确数据[22]。而高分辨率测压系统的测压管上有36个压力传感器，相邻传感器之间的间距仅为1cm，可以精确地捕捉到咽部压力变化；每个压力传感器使用环周测压，能够测量分布不对称的咽腔压力。Mathew R[12]等使用高分辨率咽腔测压系统，获得了较精确的咽部压力数值，如腭咽部与舌根部的压力变化值，上食管括约肌的松弛程度以及咽部收缩与食管松弛的协调性[3]。

高分辨率测压精确获取咽部动力相关数据，加深了临床医生对吞咽功能的理解，有助于对这些部位相关的动力问题进行深入的研究。本实验处在于不足样本含量相对较低，年龄层次单一。

参考文献

[1] Sears VW Jr, Castell JA, Castell DO. Radial and longitudinal asymmetry of human pharyngeal pressures during swallowing[J]. Gastroenterology, 1991, 101(6):1559—1563.

[2] Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, et al. Opening mechanisms of the human upper esophageal sphincter[J]. Am J Physiol, 1989, 257(5 Pt1):G748—G759.

[3] Kahrilas PJ, Dodds WJ, Dent J, et al. Upper esophageal sphincter function during deglutition[J]. Gastroenterology, 1988, 95(1):52—62.

[4] Asoh R, Goyal RK. Manometry and electromyography of the upper esophageal sphincter in the opossum[J]. Gastroenterology, 1978, 74(3):514—520.

[5] Palmer JB, Tanaka E, Siebens AA. Electromyography of the pharyngeal musculature: technical considerations[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1989, 70(4):283—287.

[6] Shipp T, Deatsch WW, Robertson K. Pharyngoesophageal muscle activity during swallowing in man[J]. Laryngoscope, 1970, 80(1):1—16.

[7] Ekberg O. The normal movements of the hyoid bone during swallow[J]. Invest Radiol, 1986, 21(5):408—410.

[8] Regan J, Walshe M, Rommel N, et al. New measures of upper esophageal sphincter distensibility and opening patterns during swallowing in healthy subjects using EndoFLIP®[J]. Neurogastroenterol Motil, 2013, 25(1):e25—e34.

[9] Dejaeger E, Pelemans W. Swallowing and the duration of the hyoid movement in normal adults of different ages[J]. Aging (Milano), 1996, 8(2):130—134.

[10] Hiss SG, Huckabee ML. Timing of pharyngeal and upper esophageal sphincter pressures as a function of normal and effortful swallowing in young healthy adults[J]. Dysphagia, 2005, 20(2):149—156.

[11] 齐美娜,马丹,徐欣萍,等.脑卒中合并吞咽困难患者上食管括约肌动力特征[J].医学临床研究,2011,28(11):2050—2053.

[12] Hoffman MR, Mielens JD, Ciucci MR, et al. High-resolution manometry of pharyngeal swallow pressure events associated with effortful swallow and the Mendelsohn maneuver [J]. Dysphagia, 2012, 27(3):418—426.

[13] Kuo P, Holloway RH, Nguyen NQ. Advances in clinical practice: Current and future techniques in the evaluation of dysphagia[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2012, 27(5):1440—1746.

[14] Kahrilas PJ, Peters JH. Evaluation of the esophagogastric junction using high resolution manometry and esophageal pressure topography[J]. Neurogastroenterol Motil, 2012, 24 (1):11—19.

[15] 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(1):119—122.

[16] 向雪莲,涂蕾,谢小平,等.应用高分辨率测压研究不同食团对我国健康人食道动力的影响[J].临床内科杂志,2010,27(6):415—418.

[17] Takasaki K, Umeki H, Enatsu K, et al. Investigation of pharyngeal swallowing function using high- resolution manometry[J]. Laryngoscope, 2008, 118(10):1729—1732.

[18] Humbert IA, Fitzgerald ME, McLaren DG, et al. Neurophysiology of swallowing: effects of age and bolus type[J]. Neuroimage, 2009, 44(3):982—991.

[19] Hollis JB, Castell DO. Effect of dry swallows and wet swallows of different volumes on esophageal peristalsis[J]. J Appl Physiol, 1975, 38(6):1161—1164.

[20] Raut VV, McKee GJ, Johnston BT. Effect of bolus consistency on swallowing-- does altering consistency help?[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2001, 258(1):49—53.

[21] 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(1):240—253.

[22] Kahrilas PJ.Esophageal motor disorders in terms of high-resolution esophageal pressure topography: what has changed? [J]. Am J Gastroenterol, 2010, 105(5):981—987.

[23] Lan Y, Ohkubo M, Berretin-Felix G, et al. Normalization of temporal aspects of swallowing physiology after the McNeill dysphagia therapy program[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2012, 121(8):525—532.

[24] Inamoto Y, Saitoh E, Okada S, et al. The effect of bolus viscosity on laryngeal closure in swallowing: kinematic analysis using 320-row area detector CT[J]. Dysphagia, 2013, 28(1):33—42.