

- ing: facilitating recovery from nonfluent aphasia[J]. *Future Neurol*, 2010, 5(7): 657-665.
- [37] Rochon E, Leonard C, Burianova H, et al. Neural changes after phonological treatment for anomia: An fMRI study[J]. *Brain Lang*, 2010, 114(2): 164-179.
- [38] 周士枋. 脑卒中后大脑可塑性研究及康复进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2002, 24(7): 437-439.
- [39] Koelsch S, Siebel WA. Toward a neural basis of music perception[J]. *Trends Cogn Sci*, 2005, 9(12): 578-584.
- [40] Sleight P. Cardiovascular effects of music by entraining cardiovascular autonomic rhythms music therapy update: tailored to each person, or does one size fit all[J]? *Neth Heart J*, 2013, 21(2): 99-100.
- [41] Menon V, Levitin DJ. The rewards of music listening: response and physiological connectivity of the mesolimbic system[J]. *Neuroimage*, 2005, 28(1): 175-184.
- [42] Beaucher O, Annweiler C, Bridenbaugh S, et al. Decrease in gait variability while counting backward: a marker of "magnet effect" [J]. *J Neural Transm*, 2010, 117(10): 1171-1176.
- [43] Noma T, Matsumoto S, Shimodono M, et al. Anti-spastic effects of the direct application of Vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study[J]. *J Rehabil Med*, 2012, 44(4): 325-330.

吞咽功能辅助检查的应用现状

颜瑜¹, 张继荣^{2a}, 吴珊^{2b}

【关键词】 吞咽; 吞咽障碍; 辅助检查

【中图分类号】 R49 【DOI】 10.3870/zgkf.2017.03.023

限于经济、技术等原因,多年来临床对吞咽的评估多使用各种主观测量及量表,但因上述方法不够直观和准确,容易误诊漏诊,且对误吸后不引发咳嗽或痛苦症状的隐性误吸难以发现^[1]。所以为了更全面和客观地评价吞咽障碍,并更好地了解治疗和代偿策略对吞咽功能的改善,以早期诊断、合理评定及个性化治疗;吞咽功能的各种辅助检查自上世纪末逐渐成为医学研究热点。

1 视频透视吞咽检查 (Videofluoroscopic Swallowing Study, VFSS)

VFSS是目前公认最可信的吞咽功能评价方法,被许多学者认为是吞咽功能辅助检查中的“金指标”^[2]。虽然近年来非离子型造影剂(如碘佛醇等)乃至非离子型二聚体造影剂(如碘曲仑等)的运用得到迅速发展,但并未见相关研究显示碘造影剂等使用在VFSS检查中的信度高于传统常用的硫酸钡;且研究发现泛影葡胺(碘制剂)作为造影剂可能会降低VFSS的敏感性、不能较好的反应治疗效果^[3]。遂仍有许多学者在使用硫酸钡。然而硫酸钡是由粉剂型调成,常不被人体吸收,误吸后易沉积于肺泡导致肺功能受损。

为避免于此,有学者对其进行改良^[4],采用可吸收的水溶性硫酸钡混悬液以替代,以此进行吞咽造影对患者自然进食影响最小,并使检查安全性大幅度提高,即使被误吸,因钡的浓度较低,亦可通过自身咳嗽或体位振动排痰等被排出,避免影响肺功能。虽然VFSS有放射性,误吸后可能造成并发症,不能床旁进行,不宜短时间内反复,不能反映咽的感觉^[5],造影剂本身对消化道有诸多不良反应等缺点^[6]。但由于VFSS对吞咽观察较直观、并能在吞咽障碍发生后辅助补偿及解决方案的拟定,且对吞咽各期综合评估优势依旧突出,所以其仍是许多学者研究的热点。

近年来,VFSS在定性、半定量、定量方面均有长足进步^[7];其中,定性分析因其简便易行及开展的基本条件不高,所以临床运用最广,但因技术水平、分析经验和录像质量等多种因素对其准确性有较大影响,所以不同地区的运用程度及水平相差较大。半定量方面,视频吞咽障碍分级(Videofluoroscopic Dysphagia Scale, VDS)等的制定^[8-9],较大地推进了此类分析在临床及科研方面的运用价值,且其信度效度均已得到不同程度的检验;但目前国内应用尚鲜见。而定量分析方面,舌骨位移、喉部位移、咽腔收缩率、食管上括约肌的开放程度等均为不少学者探索^[10-12],但因不同学者对量化分析参数的定义和运用类型不同,所以此分析目前多用于科研。

此外,VFSS近年主要研发趋势还在于它与其他辅查技术的联合使用,形成优势互补,如Park等^[13-14]发现VFSS联合纤维内镜可提高误吸、咽食物残留的

基金项目:贵州省科技厅贵州医科大学附属医院联合基金(黔科合LH字[2015]7407)

收稿日期:2016-12-23

作者单位:1. 贵州医科大学,贵阳 550004;2. 贵州医科大学附属医院 a. 康复医学科;b. 神经内科,贵阳 550004

作者简介:颜瑜(1989-),男,硕士在读,住院医师,主要从事吞咽康复方面的研究。

通讯作者:吴珊, wuwushan@163.com

发现率及 VFSS 同步咽腔测压技术可大幅提高吞咽障碍诊断的准确性。

2 纤维内镜吞咽功能检查(Fiberopticendoscopic Examination of Swallowing, FEES)

FEES 是目前除 VFSS 外最成熟的吞咽功能辅助检查。虽它不能反映食团转运全过程,对口腔及食管段获取的信息有限;且有损伤局部黏膜的风险;并因吞咽时会厌翻转造成的过度曝光导致其对误吸的判断较依赖经验。但它能精确地反映杓会厌襞的感觉功能及口咽对食团的感知,并且是检查吞咽时气道保护性吞咽反射和食团运输功能的重要方法之一,所以众多学者认为它对吞咽障碍的诊断和治疗具有确切的指导意义^[15]。尽管口咽性吞咽困难多年来以 VFSS 评价最受认可,但由于 FEES 对咽喉解剖结构及残留物的观察更直观精确^[16];且它具有能评估食团质地改变后对吞咽困难治疗有效性等优点^[17],所以近年来 FEES 的应用愈为常见。而与此同时,除了带有送气通道的电视内镜通过发放不同压力气体脉冲刺激声门上黏膜以量化评估咽部感觉功能的这项技术外,FEES 与其他辅查的联合^[13,18],也备受瞩目。

3 表面肌电图检查(Surface Electromyography, SEMG)

SEMG 是直接评估吞咽相关肌肉生物电活动方面的无创检查,可作为吞咽障碍的筛查方法^[19],是脑卒中患者吞咽障碍的有效评估手段^[20],且有助于神经源性疾病亚临床吞咽困难的发现^[21]。通过表面肌电的波幅和时域分析,能观察到吞咽肌群的异常表现及特征^[22];能鉴别肌源性及神经源性损害、判定咀嚼肌和吞咽肌的功能,且在吞咽功能的检测中具有良好信度^[23];此外,医务人员还可利用肌电反馈技术辅助吞咽功能的康复训练,以达更好的治疗效果^[24]。目前在评估吞咽功能领域中,表面肌电技术普遍采用双电极配置法。但由于采样仅限于表面肌群,无法知晓参与吞咽的深层肌肉功能状态;吞咽肌群的潜伏期、波幅等尚未定量出正常范围;邻近肌肉电活动造成的干扰难以避免;且两个探测电极的最优放置部位业界尚未达成共识,遂目前 SEMG 更多用于吞咽障碍的辅助治疗^[25]。

用同芯圆针电极插入吞咽相关肌群的肌电图检查(Electromyography)也可用于吞咽评定^[26-27]。虽然使用针电极的肌电图检查相较表面电极肌电图检查能捕捉到更深层肌肉的电活动,且无因表面电极较大、对于较小的肌肉难以准确分析的限制。但因其具有侵入

性和相当的风险,所以近年该检查的研究并不多见。

此外,高密度肌电电视图通过使用多电极覆盖于颈前区形成电极阵列^[28],将吞咽肌肉收缩协调性及肌电信号分布变化规律对应到二维平面上的色彩分布变化,更好地反应了颈前肌肉在吞咽过程中的活动变化,且不同程度上对肌电生物信号混叠这一缺点进行了补足^[29],为 SEMG 开拓了新的研究方向。

4 超声检查

通过超声对吞咽过程中组织运动规律、食团残留^[30]等的观察和定性分析,可评价吞咽功能。而由于咽喉部气体的存在,使得超声检查对食管上括约肌的观察不甚理想。一直以来,超声检查普遍用于舌的观察^[31];其对口腔期吞咽障碍判断的优势,业界公认。而对于咽期的评估,如对舌骨运动的观察^[32-33],也陆续被探索;但因受生理构造及声波传播特性等限制;在食管期,超声检查的研究颇少。

随着发展,B+M 超的研究逐步被发掘;越来越多的学者将此技术运用于吞咽评估;并将舌的运动规律逐步细致分化并定性定量^[34-35]。此外,腔内超声虽同为普通超声发展而来,但因其侵入性消减了超声无创的优势,遂目前在吞咽的常规检查中应用甚少,多只针对考虑食管部病变所引起的吞咽障碍。

5 放射性核素扫描

此项检查是受试者取仰卧位,用吸管吸入 10ml 含 37MBq⁹⁹Tc^m-硫胶体的水,一次性咽下后快速获取 1min 的连续图像,此动态显像后,再采集 30s 静态显像,以对吞咽不同阶段的通过时间、残留指数及误吸百分比等作出定量分析^[36],并可观察到不同病因所致吞咽障碍的异常模式。在该检查中,若发现核素有在气管、支气管、肺叶中聚集,则可初步判定误吸。而由于不少吞咽障碍患者,难以将 10ml 含 37MBq⁹⁹Tc^m-硫胶体的水含在口中而不渗漏出来,影响口咽区探测计数准确率;所以近年来,Huang 等^[37]学者将吞入 10ml 含 37MBq⁹⁹Tc^m-硫胶体的水改为 5ml 进行测试,进一步减小了受试者因强笑强哭、口腔渗漏及因年龄增大导致一口量减少等所造成的测试误差。与 VFSS 等检查手段相比^[38],它的优势是放射剂量较小,在隐匿性误吸及吸入物清除方面的评价具有极大潜力,但因其短时间内不宜多次重复,不能代表整个吞咽能力,所以目前临床上多只用于吞咽障碍患者治疗后的食团清除判断等。

6 测压检查

测压检查经多年来不断发展,高分辨率测压法已

为此项检查的研究重点。其能帮助补充评价 VFSS 所未能发现的细微异常,有助于评估咽残渣和口咽吞咽困难的机制^[39];及其在如贲门失弛缓症等食管动力学异常引起吞咽困难的病因学诊断中,比传统的测压检查更精准^[40]。所以越来越多学者认为食管测压,尤其是高分辨率测压,对诊断非梗阻性(动力障碍性)吞咽困难—特别是对于胃镜、上消化道造影等检查未发现异常的不明原因吞咽困难患者具有重要意义^[41-43]。也因此,有学者认为高分辨率咽腔测压是评估咽部及食管动力学的金标准^[44]。同时有学者认为吞咽造影同步咽腔测压(Manofluorography, MFG)可大幅度提高吞咽障碍诊断的准确性,并成为评价吞咽功能最佳的辅助检查之一^[14]。

7 脉冲血氧定量法

Morgan 等^[45]利用该方法检测喂食前、喂食中与喂食后小儿的基础氧饱和线,发现该方法亦适用于小儿神经源性吞咽困难的筛查;Bours 等^[46]发现水测试结合脉冲血氧定量法是筛查神经性吞咽困难的良好方法。所以,脉冲血氧定量法可较确切的认为是评估受试者是否发生误吸的可靠方法之一。由于此法可重复操作且无创,所以业界学者多用此法作为顽固吞咽障碍患者是否误吸的监测手段。但因有多种因素(如吸烟、年老、患慢性肺疾病、偏瘫侧肢体血管病变造成假阳性等)可影响血氧饱和度的测定结果,所以此法在临床应用时,需细致分析,检查者亦需具有一定的临床经验。

8 舌压测定

舌对上腭压力变化与吞咽呛咳密切相关^[47]。近年来发现,吞咽时舌压传感器的贴附不影响屈曲传感器记录喉部运动^[48]。遂舌压测量与喉压测量的联合,也就成为了合理的设想,它可更全面地分析吞咽时各个参与器官的运动情况。同时,因舌压测定对于譬如:吞咽障碍患者喂食的方式、进食时合适的低头角度、合适一口量及喂食时食团合理放置位置的确立等有辅助意义,遂舌压测定的进一步研发,也就有了更重要的意义^[49]。

9 吞咽声学特征测定

自上世纪中,颈部听诊技术即开始在吞咽功能的评价中展开使用^[50]。2011年,Youmans 等^[51]通过对 96 名健康人的测试,描述了在不同性别、不同年龄、不同大小食团及不同食团黏度的变量下,吞咽时声音的声学特征。随后,Yamashita 等^[52]通过测定出 49 名不

同病因的吞咽困难受试者在 VFSS 吞咽硫酸钡后的自主呼气声的声音频率,并加以分析及设置出正常异常临界值,发现通过吞咽后自主呼气声的测定能评估受试者是否存在吞咽困难,与 VFSS 检查同步比较,其评估结果的一致率达到 85.4%。时至今日,虽有越来越多的国外学者将此项技术应用于吞咽功能的评估及研究^[53],但目前在国内仍鲜有应用。

10 磁共振成像

基于压缩感知的动态磁共振,是只需采集少量信号即可重建出理想图像,极大地缩短扫描时间,且在时间方向上具有一定连续性的一门技术。它具有在不改变受试者体位的前提下还能在任何解剖水平上都能对吞咽过程成像的优势^[54]。多年前,就有学者研究动态磁共振在评估吞咽障碍方面的运用可行性^[55]。近年来 Lafer 等^[56]亦发现,通过正中矢状面动态磁共振成像获取的吞咽时间,与 VFSS 所测一致。

11 电脑辅助断层扫描成像

320 排 ADCT 是近年来逐步兴起的、具有里程碑意义的检查手段^[57];它拥有优越的空间分辨率和时间分辨率,能对 VFSS 上无法得到的信息(如声带闭合)予以补足,对吞咽过程实现三维立体评价^[58],并能量化食团、食物残留及误吸的量。但由于此项检查仪器尚不普及,检查费用昂贵,遂目前此技术被用于临床吞咽功能的评估尚不多见。

12 小结与展望

笔者根据文献等所得的有限认识,在应用方面:从吞咽功能总体评价的角度,VFSS 目前仍旧是众多辅助检查手段中适用范围最广、相较最为可靠、直观和首选的检查手段,若能联合 FEES 或测压检查,则能不同程度补足其对咽部感觉及声带观察等方面的薄弱环节。超声检查无创、简易,可于床旁操作及短时间多次重复,但消瘦或喉结明显的受检者在吞咽过程中可能使探头与皮肤接触短暂分离,影响图像的获取及稳定,而针对此点的联合衬垫技术等应用标准及推广方面尚未统一及成熟,所以检测结果的精准程度,较为依赖检查操作者。测压检查及舌压测定能较好地反应吞咽动力学方面的问题,但不能直观地观察吞咽过程,所以针对考虑吞咽动力学方面问题的受检者,则较为推荐。若受检者强调误吸的判断,放射性核素开发潜力甚大;脉冲血氧定量法因有众多因素可影响其准确性,遂只有在有丰富经验的检测者的前提下,则为适用。动态磁共振及 320 排 ADCT 因设备及费用的限制,目前多

只用于科研。吞咽声学特征测定因并未普及,所以临床方面的应用经验,较为欠缺。表面肌电图检查因肌电捕捉易被干扰且对吞咽过程的观察欠直观,遂目前当需要鉴别是否为神经源性吞咽障碍及作为生物反馈辅助吞咽障碍治疗时,则更推荐。

综上所述,吞咽功能评估的各种辅助检查都或快或慢的日趋精细化,除了传统的定性定量,近年来的发展趋势更体现在各种检查技术之间、乃至主观检查、测量量表之间的联合使用,以达到互补长短、提高信效度的目的。医务工作者要想为受试者制定出针对性强及信效度高的评定及治疗方案,需了解各种检查手段的原理及利弊优缺点,以便对单一检查手段弱势区域进行补偿及使得吞咽过程中不同阶段的了解得以侧重,并以此推动此领域的技术与革新。

【参考文献】

- [1] Jeffrey B, Jennifer C. Evaluation and treatment of swallowing impairment[J]. *Am Fam Phisici*, 2000, 61: 2453-2462.
- [2] Costa MMB. Videofluoroscopy: the gold standard exam for studying swallowing and its dysfunction[J]. *Arquivos de gastroenterologia*, 2010, 47(4): 327-328.
- [3] 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(12): 807-811.
- [4] 王玉龙. 康复功能评定学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 423-430.
- [5] Nativ-Zeltzer N, Kahrilas PJ, Logemann JA. Manofluorography in the evaluation of oropharyngeal dysphagia[J]. *Dysphagia*, 2012, 27(2): 151-161.
- [6] 唐兴华, 李琼, 曾婉婷, 等. 硫酸钡制剂在消化道造影中的不良反应及并发症研究进展[J]. *中国全科医学*, 2013, 16(27): 2536-2538.
- [7] 戴萌, 窦祖林, 卫小梅, 等. 吞咽造影的分析及应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(11): 1269-1272.
- [8] Kim J, Oh BM, Kim JY, et al. Validation of the Videofluoroscopic Dysphagia Scale in Various Etiologies[J]. *Dysphagia*, 2014, 29(4): 438-443.
- [9] Martin-Harris B, Brodsky MB, Michel Y, et al. MBS measurement tool for swallow impairment-MBSImp: establishing a standard[J]. *Dysphagia*, 2008, 23(4): 392-405.
- [10] 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.
- [11] Sia I, Carvajal P, Carnaby-Mann GD, et al. Measurement of hyoid and laryngeal displacement in video fluoroscopic swallowing studies: variability, reliability, and measurement error[J]. *Dysphagia*, 2012, 27(2): 192-197.
- [12] Lan Y, Xu G, Dou Z, et al. The correlation between manometric and videofluoroscopic measurements of the swallowing function in brainstem stroke patients with dysphagia[J]. *J Clin Gastroenterol*, 2015, 49(1): 24-30.
- [13] Park WY, Lee TH, Ham NS, et al. Adding endoscopist-directed flexible endoscopic evaluation of swallowing to the videofluoroscopic swallowing study increased the detection rates of penetration, aspiration, and pharyngeal residue[J]. *Gut and liver*, 2015, 9(5): 623-623.
- [14] Higo R, Nakahira M, Sugawara M, et al. Manometric assessment of pharyngeal swallowing pressure after mandibular reconstruction[J]. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2011, 268(6): 941-944.
- [15] 中国吞咽障碍康复评估与治疗专家共识. 中国吞咽障碍康复评估与治疗专家共识(2013年版)[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(12): 916-929.
- [16] Pisegna JM, Langmore SE. Parameters of Instrumental Swallowing Evaluations: Describing a Diagnostic Dilemma[J]. *Dysphagia*, 2016, 31(3): 462-472.
- [17] Wirth R, Dziewas R, Beck AM, et al. Oropharyngeal dysphagia in older persons-from pathophysiology to adequate intervention: a review and summary of an international expert meeting[J]. *Clinical interventions in aging*, 2016, 11: 189-208.
- [18] Tejima C, Kikutani T, Takahashi N, et al. Application of simple swallowing provocation test with fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing in a cross-sectional study[J]. *BMC geriatrics*, 2015, 15(1): 1-1.
- [19] Beckmaan Y, Guigor N, Cakir A, et al. Electrophysiological evaluation of dysphagia in the mild or moderate patients with multiple sclerosis: a concept of subclinical dysphagia[J]. *Dysphagia*, 2015, 30(3): 296-303.
- [20] 苏文华, 阎文静, 钟明华, 等. 神经肌肉电刺激对脑卒中后吞咽障碍患者吞咽功能及其表面肌电图的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37(3): 183-186.
- [21] Beckmann Y, Gürgör N, Cakir A, et al. Electrophysiological evaluation of dysphagia in the mild or moderate patients with multiple sclerosis: a concept of subclinical dysphagia[J]. *Dysphagia*, 2015, 30(3): 296-303.
- [22] Kim HR, Lee SA, Kim K, et al. Submental Muscle Activity is Delayed and Shortened During Swallowing Following Stroke[J]. *PM&R*, 2015, 7(9): 938-945.
- [23] 肖灵君, 薛晶晶, 燕铁斌, 等. 表面肌电图在吞咽功能评估中的信度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(12): 1155-1158.
- [24] 闵瑜, 颜海霞, 黄志锐, 等. 肌电生物反馈治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2014, 36(8): 583-586.
- [25] 魏鹏绪, 吕泽平. 表面肌电图原理及在吞咽研究中应注意的问题[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37(12): 963-964.
- [26] Vijayakumar K, Rockett J, Ryan M, et al. Experience of using electromyography of the genioglossus in the investigation of paediatric dysphagia[J]. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2012, 54(12): 1127-1132.
- [27] Alfonsi E, Merlo I M, Ponzio M, et al. An electrophysiological approach to the diagnosis of neurogenic dysphagia: implications for botulinum toxin treatment[J]. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2010, 81(1): 54-60.

- [28] 朱明星, 于滨, 方鹏, 等. 基于高密度肌电势图的正常吞咽过程可视化研究[J]. 集成技术, 2013, 2(4): 39-43.
- [29] 赵曜楠. 基于高密度表面肌电的吞咽功能评价方法研究[D]. 东北大学, 2014.
- [30] Miura Y, Nakagami G, Yabunaka K, et al. Detecting pharyngeal post-swallow residue by ultrasound examination; a case series[J]. *Med Ultrason*, 2016, 18(3): 288-293.
- [31] Nakamori M, Hosomi N, Takaki S, et al. Tongue thickness evaluation using ultrasonography can predict swallowing function in amyotrophic lateral sclerosis patients[J]. *Clinical Neurophysiology*, 2016, 127(2): 1669-1674.
- [32] 刘龙采, 吴珊, 陈贵珍. 超声评估吞咽功能的临床研究[C]//中华医学会第十七次全国神经病学学术会议论文汇编(上). 2014.
- [33] Rocha SG, Silva RG, Berti LC. Qualitative and quantitative ultrasound analysis of oropharyngeal swallowing[C]//CoDAS. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2015, 27(5): 437-445.
- [34] 李昶田. 探讨超声对吞咽障碍的诊断价值的实验研究[D]. 中国人民解放军军医进修学院, 解放军总医院军医进修学院, 2013.
- [35] Feng X, Cartwright MS, Walker FO, et al. Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle and hyoid bone during swallowing in young adults[J]. *The Laryngoscope*, 2015, 125(8): 1886-1891.
- [36] 侯鹏, 陈萍. 核医学在误吸诊断中的研究进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, (4): 312-314.
- [37] Huang YH, Chang SC, Kao PF, et al. The value of pharyngeal scintigraphy in predicting videofluoroscopic findings[J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2013, 92(12): 1075-1083.
- [38] 江涛, 陈跃. 放射性核素显像在肺吸入诊断中的应用进展[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2015, 39(2): 165-169.
- [39] Lee TH, Lee JS, Park JW, et al. High-resolution impedance manometry facilitates assessment of pharyngeal residue and oropharyngeal dysphagic mechanisms[J]. *Diseases of the Esophagus*, 2014, 27(3): 220-229.
- [40] Roman S, Huot L, Zerbib F, et al. High-Resolution Manometry Improves the Diagnosis of Esophageal Motility Disorders in Patients With Dysphagia: A Randomized Multicenter Study[J]. *The American journal of gastroenterology*, 2016, 111(3): 372-380.
- [41] Roman S, Kahrilas PJ. Challenges in the swallowing mechanism: non-obstructive dysphagia in the era of high resolution manometry and impedance[J]. *Gastroenterology clinics of North America*, 2011, 40(4): 823-823.
- [42] 刘清, 幺立萍, 刘娜, 等. 食管高分辨率测压对 233 例非梗阻性吞咽困难患者的诊断意义初探[J]. 中华消化杂志, 2016, 36(4): 251-253.
- [43] 杜全林, 褚传莲, 李延青, 等. 非梗阻性吞咽困难的动力特点及病因分析[J]. 山东大学学报(医学版), 2015, 53(6): 58-62.
- [44] 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.
- [45] Morgan AT, Omahoney R, Francis H. The use of pulse oximetry as a screening assessment for paediatric neurogenic dysphagia[J]. *Developmental neurorehabilitation*, 2008, 11(1): 25-38.
- [46] Bours GJJW, Speyer R, Lemmens J, et al. Bedside screening tests vs. videofluoroscopy or fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing to detect dysphagia in patients with neurological disorders: systematic review[J]. *Journal of advanced nursing*, 2009, 65(3): 477-493.
- [47] Furuya J, Suzuki A, Suzuki T, et al. Temporal changes in swallowing function caused by a palate covering[J]. *Prosthodontic research & practice*, 2008, 7(2): 97-103.
- [48] 李强, 皆木祥伴, 堀一浩, 等. 舌压传感器对屈曲传感器记录吞咽过程中喉部运动波形的影响[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2014, 49(3): 218-222.
- [49] 常红, 肖树芹, 武剑. 吞咽过程舌压力测量的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2014, (2): 156-158.
- [50] Hammoudi K, Boiron M, Hernandez N, et al. Acoustic Study of Pharyngeal Swallowing as a Function of the Volume and Consistency of the Bolus[J]. *Dysphagia*, 2014, 29(4): 468-474.
- [51] Youmans SR, Stierwalt JAG. Normal swallowing acoustics across age, gender, bolus viscosity, and bolus volume[J]. *Dysphagia*, 2011, 26(4): 374-384.
- [52] Yamashita M, Yokoyama K, Takei Y, et al. Acoustic characteristics of voluntary expiratory sounds after swallow for detecting dysphagia[J]. *Journal of oral rehabilitation*, 2014, 41(9): 667-674.
- [53] Soria FS, da Silva RG, Furkim AM. Acoustic analysis of oropharyngeal swallowing using Sonar Doppler[J]. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 2016, 82(1): 39-46.
- [54] Zu Y, Narayanan SS, Kim YC, et al. Evaluation of swallow function after tongue cancer treatment using real-time magnetic resonance imaging: a pilot study[J]. *JAMA Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 2013, 139(12): 1312-1319.
- [55] Hartl DM, Kolb F, Bretagne E, et al. Cine magnetic resonance imaging with single-shot fast spin echo for evaluation of dysphagia and aspiration[J]. *Dysphagia*, 2006, 21(3): 156-162.
- [56] Lafer M, Achlatis S, Lazarus C, et al. Temporal measurements of deglutition in dynamic magnetic resonance imaging versus videofluoroscopy[J]. *Annals of Otolaryngology & Rhinology*, 2013, 122(12): 748-753.
- [57] 唐志明, 窦祖林. 借国际先进理念, 促中国吞咽康复快速发展——日本第 20 届摄食吞咽障碍康复年会暨国际摄食吞咽障碍论坛侧记[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(1): 68-70.
- [58] Saitoh E, Inamoto Y, Shibata S, 等. 320-ADCT 在吞咽评价中的应用[C]. 北京国际康复论坛. 2012.