

咽声反射在 OSAHS 诊断与治疗中的应用进展

荣婷¹ 马建刚^{1△} 李新玉¹ 蔡丽¹ 蒋新霞¹ 王艳霞¹

[关键词] 睡眠呼吸暂停低通气综合征;阻塞性;咽声反射;咽腔截面积;咽腔容积

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2018.06.020

[中图分类号] R563.8 [文献标志码] A

The application of acoustic pharyngometry in diagnosis and treatment of OSAHS

Summary Obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome (OSAHS) is a common clinical disease that seriously threatens human health and life. Accurate location of the upper airway obstruction is the key to the diagnosis and treatment of OSAHS. Acoustic pharyngometry uses sound reflection to quickly assess the cross-sectional area and volume of the upper airway. Acoustic pharyngometry represents a simple, quick, non-invasive method for measuring upper airway dimensions which could predict sleep apnea risk. In this article we sought to introduce the application of acoustic pharyngometry in the diagnosis and treatment of OSAHS.

Key words sleep apnea-hypopnea syndrome, obstructive; acoustic pharyngometry; pharynx intercepting area; pharynx volume

OSAHS 已经成为严重影响人类健康及生活的一种常见疾病。准确的定位上气道阻塞部位,成为 OSAHS 疾病诊治的关键所在。咽声反射作为一项新兴的通过声波被反射的原理测量咽腔容积及截面积的技术,具有简单、快速、非侵入性等特点,这使得咽声反射广泛用于睡眠呼吸暂停的初筛当中。本文介绍咽声反射的产生背景、原理以及其在 OSAHS 疾病诊断与治疗中的应用。

1 咽声反射临床应用背景及现状

OSAHS 是一种常见的睡眠呼吸紊乱疾病,发病率会随着年龄及体质指数(body mass index, BMI)的增加而上升,男性的发病率高于女性。一项关于 OSAHS 的流行病学研究的 meta 分析指出:全球范围内,普通成年人群 OSAHS 的患病率为 9%~38%,男性为 13%~33%,女性为 6%~19%,而老年人的患病率更高^[1]。早在 2002 年杭州会议上就对 OSAHS 的诊断标准进行了明确的界定,2011 年又对 OSAHS 的诊断标准进行了修订^[2],然而对于 OSAHS 患者气道阻塞程度及阻塞部位的研究一直缺乏简单易行且准确度高的观察指标。近些年,咽声反射技术逐渐应用于 OSAHS 诊断与治疗的相关研究中。本文通过查阅相关文献,以总结咽声反射在 OSAHS 诊断与治疗中的应用现状,为今后咽声反射的应用提供方向。

声反射技术是一项新兴技术,最早是由 Jackson 等描述,Fredberg 等改造后应用于测量人类气道的横截面积。1984 年 Rivlin 等将声反射应用于

OSAHS 患者咽腔截面积的测量,发现实验组的咽腔平均横截面积和声门区的平均横截面积都明显小于对照组。睡眠期间,呼吸暂停次数与咽腔横截面积有显著相关性。在国外的一项研究中,观察者通过对 70 例患有睡眠障碍疾病的患者及 40 例正常对照组人群进行咽声反射。结果表明,咽声反射的测量在 OSAHS 的诊断及严重程度的判断中是有效的,并且能够很好地评估手术疗效^[3]。另一项研究中应用咽声反射测量 10 例年轻健康女性口腔及咽腔的数据,相隔一周进行重复测量,通过对测量结果的分析判断其可靠性及准确性。研究表明咽声反射对口腔及咽腔的测量结果重复性较好,从而说明咽声反射测量可靠性及准确性^[4]。目前咽声反射广泛用于 OSAHS 的各项研究中。

2 咽声反射的原理

咽声反射利用声波传播时如遇阻力能够被反射的原理,以此来测量口咽部、声门区甚至是部分气管的截面积与容积,是一种简单、快速且非侵入性的检查手段。声反射仪包括 4 个部分:①发声装置;②感受装置;③口含器;④计算机。发声装置发出的可听性声脉冲作为事件波。感受装置能感知事件波和气道发出的反射波信号。计算机能收集事件波和反射波信号并将其分离、存储,此后经过软件分析计算,绘制出面积-距离函数曲线图。操作时首先将口含器对准患者口腔,受试者平静呼吸 3~4 次后于呼气末嘱患者屏气,发声装置发出事件波,通过咽腔时,如果遇到阻力,则产生反射波,感受装置收集反射波,计算机分析处理,得出口咽部面积-距离函数曲线图。此曲线图可以定位定量表示咽腔截面积与容积。

¹ 河北医科大学第二医院耳鼻咽喉科(石家庄,050000)

[△] 审校者

通信作者:马建刚, E-mail: mjgent79@163.com

3 咽声反射在 OSAHS 诊断中的应用

Kamal 等^[6]应用咽声反射技术测量正常成人咽腔横截面积,研究对象 350 例,其中男 271 例,女 79 例。研究发现,男性平均咽腔截面积:(3.194 ± 0.311) cm^2 ,女性为(2.814 ± 0.331) cm^2 ;男性声门区平均截面积:(1.06 ± 0.119) cm^2 ,女性为(0.936 ± 0.108) cm^2 。Kamal 提出最小咽腔截面积(minimum cross-sectional area of the pharynx, MCA)可作为评估 OSAHS 患者咽腔情况的金标准。这为 OSAHS 患者咽腔阻塞部位的定量分析奠定了基础。此后,Kamal 等^[6]将咽声反射用于测量 OSAHS 患者和正常对照人群的咽腔截面积,研究发现,正常对照组睡眠呼吸暂停低通气指数(AHI)平均为 4,平均咽腔面积为 2.41 cm^2 ,而 OSAHS 患者组 AHI 指数平均为 25.9,平均咽腔面积为 1.589 cm^2 。这说明咽腔截面积与 AHI 之间具有良好的负相关性,只要我们认真研究咽腔面积-距离曲线图,就能够准确的定位分析上气道阻塞部位。Leboulanger 等^[7]首次利用咽声反射对 59 例正常儿童(2~18 岁)咽腔和气管最小横截面积进行测量,数据表明上气道平均 MCA 在年龄段为 2~3、4~6、7~9、10~12、13~15、16~18 岁的儿童中分别为(1.47 ± 0.15) cm^2 、(1.77 ± 0.33) cm^2 、(1.80 ± 0.23) cm^2 、(2.06 ± 0.42) cm^2 、(2.19 ± 0.37) cm^2 、(2.22 ± 0.29) cm^2 ,并认为在正常儿童中 MCA 与身高具有显著相关性,而与年龄、体重的相关性较小。由于咽声反射技术需要受试者的配合,目前仍然未能对 2 岁以下正常儿童的咽腔截面积进行测量并统计出可靠的数据。

OSAHS 是由于睡眠状态时上气道部分或完全塌陷阻塞而引起的呼吸暂停或低通气,并伴有不同程度的低氧血症。呼吸暂停多发生于呼气末吸气初肺容积最小时,睡眠状态下呼气末肺容积接近于直立位功能残气量。蔚艳霞等^[8]将咽声反射用于测量功能残气量(functional residual capacity, FRC)、残气量(residual volume, RV)时咽腔截面积,以此来评估上气道的可塌陷性的研究中。测量单纯鼾症、轻、中、重 OSAHS 患者及正常对照组在 FRC 和 RV 咽腔截面积曲线,结果发现,在 FRC 相时,单纯鼾症、OSAHS 组患者咽腔截面积相似并且均小于正常对照组,在 FRC 相下降至 RV 相时,单纯鼾症、轻、中、重 OSAHS 患者咽腔截面积较正常对照组下降更为明显。由此得出结论:在 FRC 相位时鼾症患者(单纯鼾症以及轻、中、重度 OSAHS 患者)咽腔截面积是相似的,均小于正常人,当从 FRC 下降至 RV 时,单纯鼾症、轻、中、重 OSAHS 患者的咽腔可塌陷性均明显大于正常人,而 OSAHS 患者咽腔可塌陷性更大。Jung 等^[9]应用咽声反射测量 54 例 OSAHS 患者及 16 名正常对

照人群的口咽结合处(oropharynx junction, OPJ)、最大咽腔截面积(maximum pharynx intercepting area, A_{pmax})、平均咽腔截面积(mean pharynx intercepting area, A_{pmean})、咽腔容积(volume of pharynx, V_p)和声门区截面积(glottal sectional area, GL),并且分别在坐位、仰卧位、左侧卧位、右侧卧位下测量上述参数。研究结果表明:OSAHS 组与正常对照组在 V_p 和 A_{pmax} 上差异无统计学意义;OSAHS 组在 OPJ、 A_{pmean} 均显著小于正常对照组,并且这种差异体现在在仰卧位、左侧卧位、右侧卧位。但坐位时 OSAHS 组 GL 较正常对照组大,这种现象可能是狭窄后扩张的结果。

Patel 等^[10]将咽声反射应用于研究 OSAHS 患者的遗传病学上,通过纵向以家庭为基础的流行病学队列设计实验测量 655 例美国白人与黑人最小咽腔截面积,2 组人群在体重和 OSAHS 疾病的严重程度相似。结果发现,黑人较白人气道更为狭窄,咽腔截面积也小。通过遗传学分析得出:最小截面积的遗传率为 30%~40%,并且该项研究结果与 BMI 及颈围无关,这意味着控制该遗传因素基因独立于整体肥胖基因。这为咽声反射用于 OSAHS 疾病的遗传学研究提供了有力证据。

D'Urzo 等^[11]通过对研究对象分别进行声门区的咽声反射及 CT 测量,发现咽声反射声门区面积的测量与 CT 保持良好的一致性且差异无统计学意义。Marshall 等^[12]选取 10 例正常人群分别进行咽声反射及 MRI 测量咽腔截面积,结果表明咽声反射的测量结果与 MRI 的保持一致性。胡建道等^[13]对 50 例经 PSG 诊断为中重度 OSAHS 的患者进行鼻、咽声反射测量,并对患者进行影像学及内镜检查,结果显示鼻、咽声反射能对 OSAHS 阻塞平面进行准确判断,同时,其结果与 PSG 监测结果一致。鼻、咽声反射具有良好的重复性和较小的变异性,应用鼻、咽声反射不仅能对最小截面积测量,而且能够精确定位最小截面积。同时,DeYoung^[14]对 51 例疑有 OSAHS 的患者及 9 例正常对照进行咽声反射和 PSG 监测,研究结果表明,MCA 在中重度 OSAHS 组与轻度 OSAHS 及正常人群有显著的不同,MCA 是筛查中重度 OSAHS 患者的唯一预测因子,其独立于年龄、性别、颈围等其他干扰因素。

以上研究表明,咽声反射对咽腔及声门区截面积的测量与影像学测量保持一致,无统计学差异。同时,Tsolakis 等^[15]通过对咽声反射与 CBCT 测量发现:两者咽腔容积的测量值存在统计学差异,但是咽腔最小截面积不存在这种差异,研究表明咽腔容积的差异无临床意义,这进一步证实咽声反射的准确性。

4 咽声反射在 OSAHS 治疗中的应用

对于扁桃体及腺样体肥大的儿童打鼾者,扁桃体加腺样体切除是医学界公认的一线治疗手段。Di Francesco 等^[16]将咽声反射用于测量 27 名行扁桃体加腺样体切除术的儿童术前、术后的咽腔容积。分析数据,扁桃体加腺样体切除术后患儿打鼾、睡眠呼吸暂停及白天嗜睡等症状均明显改善,多数案例咽腔容积在扁桃体切除术后是增加的,但少数咽腔容积减少,这意味着切除的扁桃体体积与术后咽腔增加的容积无相关性。同时结果指出 BMI 与术后咽腔容积的增加呈负相关。

Beecroft 等^[17]基于夜间透析疗法可以增加咽腔横截面积的设想,利用咽声反射技术对 24 例患者进行咽腔截面积的测量,发现夜间透析与常规透析相比,能够明显增大咽腔横截面积从而改善睡眠过程中呼吸暂停等症状。这项研究不仅对 OSAHS 患者上气道阻塞的发病机制进行探索,更为其治疗提供了另一条新思路,对伴有 OSAHS 症状的晚期肾衰的患者,临床上,我们可以选择进行夜间透析,来增加咽腔截面积,改善患者夜间睡眠呼吸暂停症状及夜间血氧状态。

杨晓彬等^[18]对有手术指征的重度 OSAHS 患者术前、术后进行咽声反射的测量,研究结果表明,术后 1 周及术后 1 个月口咽结合处截面积、平均截面积、咽腔容积均较术前有所增加,以术后 1 个月增加最为明显,同时术后 1 个月上述参数较正常对照组有所增加。这一研究为评估 OSAHS 手术疗效提供了客观依据。

Corda 等^[19]应用咽声反射对十名接受无创持续正压通气(continuous positive airway pressure, CPAP)治疗的重度 OSAHS 的肥胖患者进行短期和长期随访。研究结果显示:CPAP 治疗前,治疗后 1 周和 6 个月口咽结合处截面积分别为 $(0.74 \pm 0.28) \text{ cm}^2$, $(0.90 \pm 0.24) \text{ cm}^2$, $(1.05 \pm 0.31) \text{ cm}^2$;最大咽腔截面积分别为: $(2.28 \pm 0.74) \text{ cm}^2$, $(2.79 \pm 0.90) \text{ cm}^2$, $(2.94 \pm 0.33) \text{ cm}^2$;平均咽腔截面积分别为: $(1.43 \pm 0.46) \text{ cm}^2$, $(1.82 \pm 0.45) \text{ cm}^2$, $(1.94 \pm 0.35) \text{ cm}^2$ 。CPAP 治疗后 1 周和 6 个月分别与未治疗前相比,均差异有统计学意义。由此可以得出结论:CPAP 治疗,能够改善咽腔的结构和功能。

Agarwal 等^[20]应用咽声反射技术测量一位接受口腔矫正器治疗的病人在治疗前后的咽腔结构。该病例为 1 名 50 岁的男性患者,其 BMI 为 30,ESS 嗜睡评估量表评分为 20 分,行 PSG 检查提示 AHI 为 19.7,患者主诉为夜间打鼾伴憋气,白天嗜睡,注意力不集中,头痛,严重影响其工作和生活。但患者拒绝接受 CPAP 治疗。在制作口腔矫正器之前,患者接受头颅 CT、咽声、鼻声反射等检查,咽声

反射结果显示:咽腔平均截面积为 3.04 cm^2 (正常人群为 $>3.244 \text{ cm}^2$),最小咽腔截面积为 1.614 cm^2 (正常人群为 $>2.4 \text{ cm}^2$),咽腔容积为 30.414 cm^3 。通过对口咽部以及气道各个平面的测量,制作出符合该患者的口腔矫正器。患者在佩戴该特殊材料制作的口腔矫正器 2 个月后,AHI 指数由 19.7 降至 9.2;ESS 评分由 20 分降至 3 分,咽腔平均截面积增加了 25.7%,最小咽腔截面积增加了 42.9%,咽腔容积增加了 25.7%。患者夜间憋气、白天嗜睡等症状较前明显改善。虽然该病例报告只有 1 例患者,但该文章所列的客观数据全面的揭示了对于依从性较差的轻中度 OSAHS 患者选择口腔矫正器治疗也能够取得良好的效果。

5 咽声反射在 OSAHS 诊断和治疗中的应用前景与展望

咽声反射技术问世以来,不断的有学者应用咽声反射对 OSAHS 的流行病学、发病机制、筛查、诊断、治疗进行研究。但尚且存在一些局限与不足:目前尚无国内大样本数据对正常儿童、成人进行咽腔截面积及容积的测定,同时,目前尚无有效的方式测量 2 岁以下婴幼儿咽腔情况,无法测量睡眠状态咽腔情况,以上这些问题都有待于我们进一步的探索研究。

参考文献

- [1] SENARATNA C V, PERRET J L, LODGE C J, et al. Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: a systematic review[J]. *Sleep Med Rev*, 2017,34:70-81.
- [2] 中华医学会呼吸病学分会睡眠呼吸障碍学组.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南(2011 年修订版)[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2012,35(1):9-12.
- [3] GELARDI M, DEL GIUDICE A M, CARITI F, et al. Acoustic pharyngometry: clinical and instrumental correlations in sleep disorders[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2007,73:257-265.
- [4] MOLFENTER S M. The reliability of oral and pharyngeal dimensions captured with acoustic pharyngometry[J]. *Dysphagia*, 2016,31:555-559.
- [5] KAMAL I. Normal standard curve for acoustic pharyngometry[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2001, 124:323-330.
- [6] KAMAL I. Acoustic pharyngometry patterns of snoring and obstructive sleep apnea patients[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2004,130:58-66.
- [7] LEBOULANGER N, LOUIS B, FODIL R, et al. Analysis of the pharynx and the trachea by the acoustic reflection method in children: a pilot study[J]. *Respir Physiol Neurobiol*, 2011,175:228-233.
- [8] 蔚艳霞,郭兮恒.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者咽腔大小和可塌陷性研究[J]. *中华医学杂志*, 2005,85(44):3110-3114.

- [9] JUNG D G, CHO H Y, GRUNSTEIN R R, et al. Predictive value of Kushida index and acoustic pharyngometry for the evaluation of upper airway in subjects with or without obstructive sleep apnea [J]. J Korean Med Sci, 2004, 19: 662-667.
- [10] PATEL S R, FRAME J M, LARKIN E K, et al. Heritability of upper airway dimensions derived using acoustic pharyngometry [J]. Eur Respir J, 2008, 32: 1304-1308.
- [11] D'URZO A D, RUBINSTEIN I, LAWSON V G, et al. Comparison of glottic areas measured by acoustic reflections vs. computerized tomography [J]. J Appl Physiol (1985), 1988, 64: 367-370.
- [12] MARSHALL I, MARAN N J, MARTIN S, et al. Acoustic reflectometry for airway measurements in man: implementation and validation [J]. Physiol Meas, 1993, 14: 157-169.
- [13] 胡建道, 郎军添, 廖建春, 等. OSAHS 患者上气道截面积鼻咽声反射监测及其意义 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2011, 25(20): 936-938.
- [14] DEYOUNG P N, BAKKER J P, SANDS S A, et al. Acoustic pharyngometry measurement of minimal cross-sectional airway area is a significant independent predictor of moderate-to-severe obstructive sleep apnea [J]. J Clin Sleep Med, 2013, 9: 1161-1164.
- [15] TSOLAKIS I A, VENKAT D, HANS M G, et al. When static meets dynamic: Comparing cone-beam computed tomography and acoustic reflection for upper airway analysis [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2016, 150: 643-650.
- [16] DI FRANCESCO R C, KREIBICH M S. Is the difference in the volume of the pharyngeal space, as measured by acoustic pharyngometry, before and after tonsillectomy proportional to the volume of the excised tonsils [J]? Clinics (Sao Paulo), 2016, 71: 285-290.
- [17] BEECROFT J M, HOFFSTEIN V, PIERRATOS A, et al. Nocturnal haemodialysis increases pharyngeal size in patients with sleep apnoea and end-stage renal disease [J]. Nephrol Dial Transplant, 2008, 23: 673-679.
- [18] 杨晓彬, 严小玲, 翟锦明, 等. 咽声反射在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者临床诊断及手术疗效评价中的应用 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2015, 21(5): 368-373.
- [19] CORDA L, REDOLFI S, MONTEMURRO L T, et al. Short-and long-term effects of CPAP on upper airway anatomy and collapsibility in OSAH [J]. Sleep Breath, 2009, 13: 187-193.
- [20] AGARWAL S S, JAYAN B, KUMAR S. Therapeutic efficacy of a hybrid mandibular advancement device in the management of obstructive sleep apnea assessed with acoustic reflection technique [J]. Indian J Dent Res, 2015, 26: 86-89.

(收稿日期: 2017-12-13)

读者 · 作者 · 编者

论文中表格的使用规范

表应具有“自明性”, 表的内容不可与文字、插图重复。表应随正文, 一般先见文字后见表。

表一律用阿拉伯数字依序连续编排序号, 统一从 1 开始, 只有一个表则应标明“表 1”。文中应按表序排列。

一般采用“三线表”, 即除上下表线(正线)外, 加排表头横线(反线)。必要的合计应在其上方加一横线(反线)。表应按统计学的制表原则设计, 力求结构简洁, 主、谓位置合理, 主语一般置表的左侧, 谓语一般置表的右侧。

每一表应有简短确切的表题, 连同表序居中置于表上。

表的各栏应标明标目词, 参数栏的标目词一般为量或测试项目及单位符号。如表中所有参数的单位相同, 可标注在表的右上方。平均值±标准差($\bar{x} \pm s$)应标在表的右上方“单位”后。若各栏参数单位不同, 则应采用“物理量名称/单位符号形式”[如: BP/mmHg, TC/(mmol·L⁻¹)]标注在各栏标目词后。表格中的计量单位一律使用外文符号, 而不用中文名称。表中的量、单位、符号、缩略语等必须与正文一致。

表内小数点后位数要统一。表内不宜用“同上”、“同左”等类似词, 一律填入具体数字或文字。表内“-”或“…”(因“-”可能与代表阴性反应相混)代表未测或无此项, “0”代表实测结果为零。

表中不设“备注”栏, 如有需说明的事项(例如 *P* 值等), 可在表内有关内容的右上角用小号阿拉伯数字并加半圆括号(如¹⁾、²⁾、³⁾)标注(不宜用星号“*”, 以免与数学上共轭和物质转移的符号相混), 在表下用简练的文字注释。*P* 值应按 $P < 0.05$ 、 $P > 0.01$ 、 $P < 0.01$ 顺序排列, 一般情况下 $P > 0.05$ 可不标注。

需要转页的表, 应在续表的右上角或左上角注明“续表”。