

听力正常青年人宽频声导抗研究*

傅新星¹ 刘博¹ 林萌¹ 亓贝尔¹ 刘佳星¹

[摘要] 目的:获得听力正常青年人宽频声能吸收率的标准值,并对宽频声导抗测试中的相关影响因素进行初步研究。方法:在首都医科大学附属北京同仁医院临床听力学中心收集 86 例听力正常青年人(男女各 43 例),平均年龄(22.0±1.5)岁。纯音测听在 250~8 000 Hz 范围各倍频程内,气导听阈≤25 dB HL;226 Hz 声导抗测试鼓室图均为 A 型。对所有受试者行宽频声导抗测试,宽频声导抗的测量是在 226~8 000 Hz 之间,共 107 个倍频程点进行。结果:共对 172 耳的测试结果进行统计分析。①在 250~8 000 Hz 范围内,声能吸收率测试值在低频范围内逐渐增大,在 1 000~3 000 Hz 范围内达到峰值;后随着频率增加,声能吸收率测试值逐渐缓慢减小。②声能吸收率在 4 200~4 900 Hz 区间内女性受试者测试值明显高于男性受试者。③性别与 226 Hz 鼓室图声顺值、峰压、宽度之间无显著相关性($P=0.319, 0.831, 0.786$);性别与耳道容积之间有显著的相关性($P<0.01$)。④性别与共振频率之间无显著相关性($P>0.05$)。⑤身高体重与耳道容积有明显的相关性($P<0.05$);耳道容积与共振频率间同时具有显著关系($P<0.05$)。结论:听力正常青年人宽频声能吸收率在低频时吸收率较低,迅速增长;中高频声能吸收率值较高。宽频声能吸收率在不同性别间具有差异性,身高、体重对宽频声导抗的测试结果存在一定的影响,在临床应用中应分别选择上述参数的正常值,可增加中耳疾病诊断的特异度和灵敏度。

[关键词] 宽频声导抗;声能吸收率;耳道容积;共振频率;峰值压力

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2017.18.006

[中图分类号] R764 [文献标志码] A

The study of wideband acoustic immittance normative data of young people

FU Xinxing LIU Bo LIN Meng QI Beier LIU Jiaxing

(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing Institute of Otolaryngology, Key Laboratory of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Capital Medical University, Ministry of Education, Beijing, 100005, China)

Corresponding author: LIU Bo, E-mail: trliubo@139.com

Abstract Objective: To explore the normative data of wideband acoustic absorption rate of young people with normal hearing, and the related factors of wideband acoustic immittance. **Method:** Eighty six cases of young people with normal hearing (43 cases of male, 43 cases of female) were collected in the clinical audiology centers of Beijing Tongren Hospital, Capital University of Medical. The average age is (22.0±1.5) years. Pure tone audiometry in the range of 250 to 8 000 Hz in each octave is carried out, and the air conduction thresholds are less than 25 dB HL; 226 Hz tympanometry were type A. For all subjects, the wideband acoustic immittance measurement was conducted at 226-8 000 Hz, and a total of 107 frequency points were carried out. **Result:** The test results of 172 ears were statistically analyzed. ①In the range of 250-8 000 Hz, acoustic absorption rate in the low frequency range increases gradually, and the peak is found in the range of 1 000 to 3 000 Hz; getting along with the increase of frequency and acoustic absorption rate gradually decreases slowly. ②The acoustic absorption rate in the range of 4 200-4 900 Hz in female subjects was significantly higher than that in male subjects. ③There was no significant relationship between gender, compliance, peak pressure, and width in 226 Hz tympanometry ($P=0.319, 0.831, 0.786$), however there was a significant relationship between gender and the ear canal volume ($P<0.01$). ④There was no significant relationship between gender and the resonance frequency ($P>0.05$). ⑤There was a significant correlation between height/weight and ear canal volume ($P<0.05$), and there was a significant relationship between the ear canal volume and the resonance frequency ($P<0.05$). **Conclusion:** The acoustic absorption rate of young people in the low frequency range was lower, then increases gradually, and the peak was found in the range of mid-high frequency. The difference in the wideband absorption rate between genders was significant. The height and weight had influence on the results of wideband acoustic immittance.

Key words wideband acoustic immittance; acoustic absorption rate; ear canal volume; resonance frequency; peak pressure

* 基金项目:首都医科大学附属北京同仁医院科研基金资助(No:2014-YJJ-ZZL-012)

¹ 首都医科大学附属北京同仁医院耳鼻咽喉头颈外科中心北京市耳鼻咽喉科研究所耳鼻咽喉头颈科学教育部重点实验室(首都医科大学)(北京,100005)

通信作者:刘博, E-mail: trliubo@139.com

宽频声导抗(wideband acoustic immittance, WAI)测试是一种新的中耳功能测试方法,它以频率为 226~8 000 Hz 的 107 个混合短声作为探测音,通过耳廓及外耳道传入中耳,再经鼓膜反射回外耳道,WAI 记录了从鼓膜反射回外耳道的声音能量(reflect energy, ER),而从中耳进入内耳的声音能量为中耳吸收的声能(absorbed energy, EA), $EA=1-ER$ 。宽频声能吸收率即为中耳传入内耳的声能除以总能量,测试取值范围在 0~1 之间。因为探测音的频率范围较传统声导抗测试更广,所以 WAI 测试的特点在于可以提供关于中耳功能状态的更多信息。传统的 226 Hz 声导抗测试主要反映了由于劲度因素导致的中耳问题;但对于质量因素导致的,在高频范围内产生影响的中耳问题,其灵敏度和特异度还有欠缺。近年来,有国外的研究证明^[1],WAI 测试中的声能吸收率测试相对于传统的 226 Hz 声导抗测试能更好反映由于质量因素导致的中耳问题,具有更好的敏感性和特异性。

关于 WAI 的正常值,国内外已有一些研究^[2-4]。Musiek 等^[5]报告,在听力测试中,由于不同人种、民族、年龄、性别等,都会导致正常值有一定的差异。对于不同群体设立不同的标准值,可以提高测试的准确性和特异性。本次研究的主要目的是确定使用特定测试仪器,测量中国正常青年人的正常值范围,并分析其相关影响因素,以期更好地应用在临床测试中。尽管国外对于 WAI 的声能吸收率已初步确立了正常值范围,但根据 Shahnaz 等^[6]的报道,由于种族的差异,在不同人群使用使用相同的正常值时,可能会导致错误的结果。不只是声能吸收率,对于耳道容积,共振频率和峰值压力,均存在着种族差异性。有国外文献报道,采用统一的测试标准(未对不同种族、性别、年龄等因素设置不同的正常值)会导致临床测试出现错误的诊断结果^[7-8]。例如,亚洲人的耳道容积较小,峰压值与共振频率也与白种人有显著差异^[7]。所以,通过获得不同人群的标准值,对于今后的临床诊断准确性和灵敏度的提高都具有很大的意义。本研究通过对中国听力正常青年人进行 WAI 测试,对宽频声能吸收率的正常值范围和 WAI 的相关影响因素进行初步研究。

1 资料与方法

1.1 临床资料

听力正常青年人 86 例(172 耳),男女各 43 例(86 耳);年龄 19~25 岁,平均(22.0±1.5)岁;身高 150~186 cm,平均(167.4±7.4)岁;体重 38~90 kg,平均(60.9±10.0)kg。

1.2 纳入标准

无耳科疾病史,测试前无耳部不适;无噪声接触史,无耳科家族史,无慢性病史;耳廓正常,经电

耳镜检查外耳道通畅,鼓膜完整;自述听力正常,纯音测听在 250~8000 Hz 范围各倍频程内,气导听阈≤25 dB HL;226 Hz 声导抗测试鼓室图均为 A 型(峰压为 -100~+100 daPa,声导纳为 0.3~1.6 mmho);同侧及对侧均可引出声反射。

1.3 测试方法

对所有受试者进行基本信息的采集,行常规电耳镜检查,测试设备经校准后行纯音测听,226 Hz 声导抗测试,WAI 测试。

1.3.1 纯音测听 在符合国际标准的测听室,使用丹麦 Otometrics 公司 Conera 纯音听力计,配套 TDH39 压耳式耳机进行测试。纯音测听结果在 250~8 000 Hz 范围,全频听阈≤25 dB HL 判定为正常。

1.3.2 常规 226 Hz 声导抗测试 声导抗鼓室图:在隔声室,本底噪声<30 dB(A),使用美国 Grason, Stadler 公司 Tymstar II 型中耳分析仪,用 226 Hz 作为刺激声,起始压力为 +200 daPa,终止压力为 -400 daPa,方向为由正向负。鼓室图按 Jerger 分型^[8],分为 A 型、As 型、Ad 型、B 型和 C 型,A 型记录为正常。声反射测试:在隔声室,本底噪声<35 dB(A),于测试耳峰压点处给予 1 000 Hz,85 dB SPL 的测试声。声反射阈值>0.03 ml 并具有重复性;且当刺激声达到阈值强度后,声反射幅度随刺激强度增加而增大判定为声反射引出。正常耳的声反射阈为 70~95 dB HL。

1.3.3 WAI 测试 使用丹麦 Interacoustics 公司生产的 Titan WAI 设备进行测试。测试耳机给声强度为 85 dB SPL,刺激声为 226~8000 Hz 的混合短声。耳机内置声能接收探头,收集自鼓膜反射回外耳道的声音能量,计算进入内耳的声能百分比,即声能吸收率。给声频率为 226~8000 Hz,以 1/3 倍频程、8 音阶分类法分为 107 个频率同时给声^[9]。声能吸收率等于 0 视为无声音能量进入中耳系统;1 则视为全部声音能量均进入中耳系统^[10]。

1.4 统计学方法

本研究运用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析,使用 Excel 2007 对数据进行导出与归总。使用曼-惠特尼 U 检验对受试者共振频率、耳道容积及峰压进行相关统计分析;在此基础上,使用 Spearman 相关系数检验分析对于以上各参量和受试者身高体重之间的相关性进行分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 宽频声能吸收率的正常值

在峰压下绘制了受试者的频率-声能吸收率曲线图(图 1);蓝线为 172 耳 ER 均值,灰色区域为声能吸收率范围,即吸收率均值±1.96 倍标准差,反

映了中国听力正常青年人宽频声能吸收率的正常值范围。

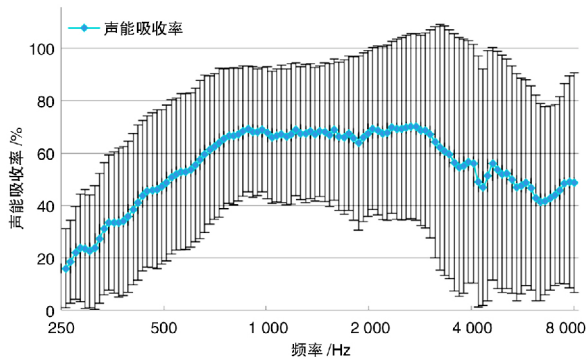


图 1 宽频声能吸收率范围

2.2 性别对 WAI 测试的影响

2.2.1 性别对宽频声能吸收率的影响 计算受试者在峰压下的声能吸收率均值,并绘制了频率-声能吸收率的曲线图,如图 2 所示。通过统计学分析可知,男女受试者在 4 200~4 900 Hz 频率段差异有统计学意义($P < 0.05$)。在该频率段上,女性的声能吸收率高于男性。

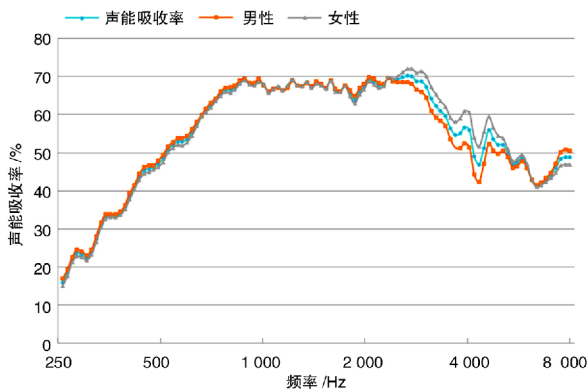


图 2 声能吸收率均值曲线

2.2.2 性别对 WAI 测试参数的影响 在 WAI 测试中测试模块下,对受试者的鼓室图峰压、外耳道容积和共振频率进行了测试记录,分析了性别对各参数的影响。使用曼-惠特尼 U 检验对受试者共振频率、外耳道容积及峰压值的检验表明,左右耳之

间上述参数无统计学意义($P > 0.05$)。表 1 为全部 172 耳的鼓室图峰压、外耳道容积及共振频率的测试情况总结。其中,性别与耳道容积有显著相关性($P < 0.05$)。

2.3 身高、体重对 WAI 测试参数的影响

在上述统计分析的基础上,对共振频率、外耳道容积及峰压值和受试者的身高、体重之间进行 Spearman 相关系数分析,见表 2。结果表明,耳道容积与受试者身高和体重之间,耳道容积和共振频率之间具有显著的相关性($P < 0.05$)。

3 讨论

WAI 中的声能吸收率测试是一种新的中耳传声功能的临床测试方法,它通过被中耳吸收的声音能量间接反映中耳的传声状态。有学者报道,WAI 测试中各频率的声能吸收率可以反映由于中耳异常导致的各频率声能传导效率,即声能吸收率在发现中耳疾病上更为准确,其敏感性高于声导纳^[8-9]。通过宽频吸收率曲线可分辨出常规 226 Hz 鼓室图正常的病变,且可提高婴幼儿耳科疾病的诊断准确性。因此,WAI 测试有着广阔的应用前景。

3.1 声能吸收率分布曲线

宽频声能吸收率主要记录了经中耳传输进入内耳的声音能量,它反映了中耳的传声情况。声能吸收率越高,表明该频率段中耳的传声功能越好。对于个体而言,由于中耳结构不完全相同,不同受试者测试得到的宽频声能吸收率曲线会有差异性。

国内外有研究表明^[10-12],声能吸收率在不同种族、不同年龄组间具有显著的差异性。Kenny 等^[11]报道了种族对于声能吸收率的影响,结果显示,在低频范围内,高加索人的宽频声能吸收率相对于中国人略高。Shahnaz 等^[7]在 2006 年的研究中,对 62 例高加索人与 64 例中国人进行了宽频声能吸收率的测试。结果显示,中国人相比高加索人在 3 891~6 000 Hz 范围内,宽频声能吸收率略低。本研究得出的声能吸收率曲线与 Polat 等^[4]、Kenny 等^[11]和 Shahnaz 等^[13]得出的曲线相比较,图形变化趋势类似。均表现为宽频声能吸收率曲线在低频范围内逐渐增大,在 1 000~3 000 Hz 范围内达到峰值,后随着频率增加逐渐缓慢减小;吸收率峰值在 0.7 附近,与本次研究结果一致。

表 1 共振频率、耳道容积及峰压的描述性统计及 U 检验结果

	共振频率/Hz	声顺/mmol	峰压/daPa	耳道容积/mmol	宽度/daPa
男	881.05±173.9	0.60±0.24	-2.2±22.5	1.6±0.3	107.3±22.5
女	872.80±189.0	0.48±0.27	-5.1±10.3	1.4±0.3	113.5±29.4
合计	876.92±181.6	0.54±0.25	-3.6±17.6	1.5±0.3	110.4±24.3
Z	-0.005	-0.763	-0.213	-4.791	-0.242
P	0.996	0.319	0.831	0	0.786

$\bar{x} \pm s$

表 2 共振频率、峰值压力、耳道容积、身高及体重的 Spearman 相关系数分析结果

		共振频率/Hz	峰值压力/daPa	耳道容积/mmol	身高/cm	体重/kg
共振频率/Hz	Rho	1	0.046	-0.410	0.019	-0.010
	P	NA	0.548	0.000	0.810	0.894
峰值压力/daPa	Rho	0.046	1	-0.055	-0.001	-0.008
	P	0.548	NA	0.475	0.985	0.915
耳道容积/mmol	Rho	-0.410	-0.055	1	0.244	0.243
	P	0.000	0.475	NA	0.001	0.001
身高/cm	Rho	0.019	-0.001	0.244	1	0.787
	P	0.810	0.985	0.001	NA	0
体重/kg	Rho	-0.010	-0.008	0.243	0.787	1
	P	0.894	0.915	0.001	0	NA

对比国内的相关研究,黄孟捷等^[14]在 2010 年对 31 例中国成人[年龄(27.84±9.22)岁]进行了宽频声能吸收率的测试,并得出了宽频声能吸收率均值曲线。与本次研究所得曲线(图 1)相比,二者在低频范围内走势相同,均在 1 500 Hz 附近达到峰值。在中高频部分,黄孟捷等得到的声能吸收率曲线在峰值后出现显著下降的趋势;而本次研究中,声能吸收率在峰值后缓慢下降。Feeney 等^[15]报道过不同年龄成人声能吸收率存在一定差别;在低频范围,年长组的声能吸收率较年轻组大,而在高频频率范围则较年轻组小。因此,本研究与黄孟捷等^[14]研究所得宽频声能吸收率曲线差异可能与两个研究选择的受试者年龄不同有关。

表 3 为本研究与其他研究声能吸收率结果的比较。Shahnaz 等^[6]报道加拿大成人(62 例)和中国成人(64 例)ER 无显著差异,此数据为 126 例正常成人数据结果,年龄在 18~23 岁。表中可看出该报道在 3 175 Hz 附近 ER 最高;Feeney 等^[15]报道了 40 例正常成人数据结果,年龄在 18~28 岁。ER 峰值在 4 000 Hz 附近,然后随着频率增加 ER 降低。

图 3 可看出,本文与其他文献均随着频率增加 ER 增大,在 3 000~4 000 Hz 出现 ER 峰值,后随频率增加 ER 降低,但不同研究的 ER 之间存在不同,这可能与入组人数、受试者年龄、设备型号及不同实验室校准处理有关。

由于国内对于宽频声能吸收率的研究尚处于起步阶段,并未设立中国人的正常值范围。此外,年龄和性别等因素对于宽频声能吸收率存在影响,需收集足够大的样本量,以反映大部分中耳功能正常的人群,建立宽频声能吸收率的正常值参考范围,以便在临床测试中以此来区分中耳功能正常与异常人群。

3.2 性别对 WAI 测试的影响

3.2.1 性别对宽频声能吸收率的影响 在本次研究中,在中高频率段的宽频声能吸收率的测试结果

表 3 声能吸收率与其他研究结果比较 $\bar{x} \pm s$

频率/Hz	本研究	Shahnaz 等 ^[6]	Feeney 等 ^[15]
250	0.19±0.08	0.09±0.08	0.04±0.03
315	0.23±0.12	0.12±0.08	0.05±0.04
397	0.31±0.13	0.16±0.09	0.07±0.05
500	0.34±0.15	0.24±0.12	0.12±0.07
630	0.46±0.15	0.32±0.14	0.18±0.10
794	0.53±0.15	0.42±0.16	0.24±0.13
1 000	0.66±0.13	0.53±0.16	0.31±0.15
1 260	0.68±0.13	0.60±0.15	0.37±0.17
1 587	0.67±0.13	0.63±0.13	0.40±0.18
2 000	0.66±0.15	0.66±0.12	0.42±0.17
2 520	0.68±0.17	0.71±0.13	0.51±0.16
3 175	0.69±0.19	0.74±0.14	0.65±0.16
4 000	0.55±0.25	0.70±0.17	0.76±0.15
5 040	0.54±0.23	0.53±0.22	0.67±0.20
6 350	0.43±0.20	0.38±0.19	0.36±0.20

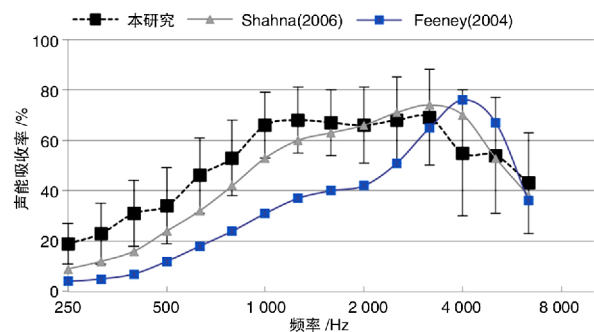


图 3 声能吸收率与其他研究者结果比较

(图 2),男性与女性之间具有显著的差异性。其差异性主要表现在 3 000~5 000 Hz 的频率范围内,表现为女性的声能吸收率明显高于男性 ($P < 0.05$)。国内尚没有相关的研究报导,在国外的研究中,Shahnaz 等^[13]报导了女性受试者的声能吸收率在 4 000~5 000 Hz 较男性受试者略高。Polat 等^[4]在对 110 例土耳其正常青年人[年龄(21.1±1.9)岁]的 WAI 测试中,在 3 100~6 900 Hz 范围

内,男女性别间有显著差异性,女性的宽频声能吸收率高于男性。Kenny 等^[11]报道了宽频声能吸收率与性别之间存在有显著关系,通过记录的压力为 0 daPa 处声能吸收率,高加索人和中国人在不同性别间均存在显著差异。基于此进行分析,性别对于宽频声能吸收率产生的影响可能与受试者的身高体重有关。Shahnaz 等^[7]在研究中发现,高加索人与中国人的声能吸收率在各自的性别之间均有差异;但在高加索女性与中国男性的宽频声能吸收率的差异性较小,这与本研究的结果相吻合。

3.2.2 性别对 WAI 测试参数的影响 从表 1 可以看出,耳道容积在男性和女性受试之间差异有统计学意义($P < 0.05$),男性的外耳道容积高于女性。Shahnaz 等^[6]的报告指出,性别是与外耳道容积相关的重要因素,男性的耳道容积显著高于女性,且白种人的外耳道容积明显高于中国人;结果与 Huang 等^[16]的报道一致。国外相关研究中,对于性别与共振频率间的关系尚不明确。Hunter 等^[17]在 1997 年,利用多频率探测音声导抗测试报导了男性的共振频率高于女性。本研究中,双耳峰压值和共振频率在男性与女性受试者间差异无统计学意义,该结果与 Margolis 等^[18]和 Wan 等^[19]的报道一致。Margolis 等^[18]对比了南非男性及女性间关于共振频率及峰压的相关性,差异并不显著。Wan 等^[19]使用单变量分析的研究方法,未发现性别对于峰压值及共振频率存在相关关系,但其报告指出,中国人相对于白人的峰值压力更偏向正压。

3.3 身高、体重对 WAI 测试参数的影响

如表 2,通过 Spearman 相关系数进行变量间的相关性分析,身高、体重与外耳道容积有很强的相关性,该结论与 Polat 等^[4]关于身高体重对于耳道容积影响的结果一致。且 Shahnaz 等^[6]在研究中,对两个身高体重类似的实验组——中国男性与白人女性的耳道容积进行了分析,发现两实验组并无显著差异性。这说明,身高、体重影响了外耳道容积的大小。

本研究发现(表 2),耳道容积与共振频率间具有相关性。国内外对此尚无相关报道,但 Shahnaz 等^[6]报导了中国人的共振频率显著高于高加索人。他们指出,中国人较高的共振频率是由于其中耳传输系统的劲度更大。对此分析,由于耳道容积在一定程度上决定了中耳的形状和中耳传输系统的物理学特性,导致了共振频率与外耳道容积间具有相关性。

本次研究获得了听力正常青年人宽频声能吸收率的正常值范围。听力正常青年人宽频声能吸

收率在低频时吸收率较低,随频率增高而迅速增长,中高频声能吸收率值较高。声能吸收率不同性别间具有差异性,单独设置不同性别的测试正常值可增加中耳疾病诊断的特异性和灵敏度。不同研究中声能吸收率值不相同,因此需建立本实验室正常值。性别与外耳道容积之间有显著性差异,由于外耳道容积影响中耳传声系统,可能与声能吸收率相关。

在本次的研究中,针对外耳道容积、共振频率及鼓室图峰压的测试值进行了相关性的分析。发现了身高、体重与外耳道容积及共振频率与外耳道容积之间具有明显的相关性,这与国外的相关报道均一致。

宽频声能吸收率的优势在于其探测音分布在更为广泛的频率范围内,通过测试结果可以分析获取更多关于中耳情况的信息。已有研究表明使用宽频声能吸收率测试相对常规的 226 Hz 声导抗测试具有更为重要的临床价值,且准确性更高。因此,通过更多学者对于 WAI 测试技术的研究,收集更为充足的测试数据设立标准值,这项新的中耳测试方法有望加入临床听力学常规测试中,为耳科疾病的诊断提供更多更准确的关于中耳状态的信息。

参考文献

- [1] LILLY D J, MARGOLIS R H. Wideband acoustic immittance measurements of the middle ear: introduction and some historical antecedents[J]. *Ear Hear*, 2013, 34:4S-8S.
- [2] 熊琪,王小亚. 172 名 1~36 月婴幼儿的声能吸收率测试分析[J]. *中国耳科学杂志*, 2015, 13(3):422-427.
- [3] SHAHNAZ N, BORK K, POLKA L, et al. Energy reflectance and tympanometry in normal and otosclerotic ears[J]. *Ear Hear*, 2009, 30:219-233.
- [4] POLAT Z, BAŞ B, HAYIR D, et al. Wideband tympanometry normative data for turkish young adult population[J]. *J Int Adv Otol*, 2015, 11:157-157.
- [5] MUSIEK F E, RINTELMANN F. Contemporary perspectives in hearing assessment [J]. *Pearson Schweiz Ag*, 1999.
- [6] SHAHNAZ N, DAVIES D. Standard and multifrequency tympanometric norms for Caucasian and Chinese young adults[J]. *Ear Hear*, 2006, 27:75-75.
- [7] SHAHNAZ N, BORK K. Wideband reflectance norms for Caucasian and Chinese young adults[J]. *Ear Hear*, 2006, 27:774-774.
- [8] JERGER J, JERGER S, MAULDIN L. Studies in impedance audiometry I. Normal and sensorineural ears [J]. *Arch Otolaryngol*, 1972, 96:513-513.
- [9] PISKORSKI P, KEEFE D H, SIMMONS J L, et al. Prediction of conductive hearing loss based on acoustic

- ear-canal response using a multivariate clinical decision theory[J]. *J Acoust Soc Am*, 1999, 105: 1749—1764.
- [10] LIU Y W, SANFORD C A, ELLISON J C, et al. Wideband absorbance tympanometry using pressure sweeps: system development and results on adults with normal hearing[J]. *J Acoust Soc Am*, 2008, 124: 3708—3708.
- [11] KENNY S P V N. Clinical application of the Interaoustics REFLWIN system wideband reflectance machine in the assessment of the eustachian tube[D]. Vancouver: the University of British Columbia, 2011.
- [12] FEENEY M P. Wideband acoustic immittance measurements of middle ear function[J]. *J Am Acad Audiol*, 2014, 25: 424—424.
- [13] SHAHNAZ N, FEENEY M P, SCHAIRER K S. Wideband acoustic immittance normative data[J]. *Ear Hear*, 2013, 34: S27—S35.
- [14] 黄孟捷, 郑芸, 王恺. 正常成人宽频声导抗能量反射的初步研究[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2010, 18(5): 433—436.
- [15] FEENEY M P, KEEFE D H, SANFORD C A. Wideband reflectance measures of the ipsilateral acoustic stapedius reflex threshold[J]. *Ear Hear*, 2004, 25: 421—421.
- [16] HUANG G T, ROSOWSKI J J, PEAKE W T. Relating middle-ear acoustic performance to body size in the cat family: measurements and models[J]. *J Comp Physiol A*, 2000, 186: 447—447.
- [17] HUNTER L L, MARGOLIS R H. Effects of tympanic membrane abnormalities on auditory function[J]. *J Am Acad Audiol*, 1997, 8: 431—446.
- [18] MARGOLIS R H, HELLER J W. Screening tympanometry: criteria for medical referral[J]. *Audiology*, 1987, 26: 197—197.
- [19] WAN I K, WONGL L. Tympanometric norms for Chinese young adults[J]. *Ear Hear*, 2000, 23: 416—421.
- (收稿日期: 2017-06-22)

(上接第 1401 页)

- [5] 郭丽敏, 赵晖, 迟放鲁, 等. 耳鼻咽喉横纹肌肉瘤 17 例临床分析[J]. *临床耳鼻咽喉科杂志*, 2001, 15(8): 358—359.
- [6] MONDAL P K, PAL I, MISRA S, et al. Rhabdomyosarcoma of nose, nasopharynx and paranasal sinuses[J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2009, 61: 317—319.
- [7] 黄东生, 张谊. 儿童横纹肌肉瘤的诊断及治疗[J]. *临床儿科杂志*, 2012, 30(5): 404—407.
- [8] 彭维晖, 程永华, 李德宏, 等. 幼儿鼻咽胚胎性横纹肌肉瘤误诊分析[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2007, 42(11): 870—871.
- [9] PARHAM D M, ELLISON D A. Rhabdomyosarcomas in adults and children: an update[J]. *Arch Pathol Lab Med*, 2006, 130: 1454—1465.
- [10] 任伟, 闫婧, 殷海涛, 等. 局部晚期鼻腔鼻窦胚胎性横纹肌肉瘤的多模式治疗经验[J]. *临床肿瘤学杂志*, 2011, 16(9): 826—828.
- [11] LUU Q C, LASKY J L, MOORE T B, et al. Treatment of embryonal rhabdomyosarcoma of the sinus and orbit with chemotherapy, radiation, and endoscopic surgery[J]. *J Pediatr Surg*, 2006, 41: 15—17.
- [12] 王德辉. 鼻腔鼻窦恶性肿瘤鼻内镜手术的新进展[J]. *中国眼耳鼻喉科杂志*, 2012, 12(2): 69—71.
- [13] 王俊杰, 冉维强, 袁惠书, 等. 放射性 ^{125}I 粒子植入治疗头颈部肿瘤[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2006, 26(1): 23—26.
- [14] 李晓明. 正确看待多学科综合治疗在头颈部鳞状细胞癌治疗中的地位和作用[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 51(7): 481—484.
- [15] 吴剑, 周晓红. 头颈肿瘤与多学科联合治疗小组会议的发展现状[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2015, 50(6): 526—528.
- [16] 中国抗癌协会头颈肿瘤专业委员会, 中国抗癌协会放射肿瘤专业委员会. 头颈部肿瘤综合治疗专家共识[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2010, 45(7): 535—541.
- (收稿日期: 2017-06-21)