

新生儿重症监护室双胎与单胎新生儿听力筛查结果对比分析

盘琳琳¹ 方旭华¹ 翟丰¹ 桂一丁² 边洲亮³ 陈洁¹

[摘要] 目的:明确双胎新生儿出现听力障碍的原因和影响因素,为其预防和早期干预提供依据。方法:收集 2015 年 1 月—2018 年 6 月在上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心重症监护病房(NICU)住院治疗的 1452 例新生儿,其中 130 例为双胎新生儿。对其进行自动听性脑干反应(AABR)、畸变产物耳声发射(DPOAE)以及 1000 Hz 声导抗检查,将检查结果同早产、高胆红素血症、新生儿呼吸窘迫综合征等孕产期常见危险因素进行相关性分析。结果:130 例双胎新生儿的剖宫产、早产、新生儿高胆红素血症、低出生体重、极低出生体重、试管婴儿、妊娠期高血压综合征和人工或混合喂养发生率与单胎新生儿相比差异有统计学意义($P < 0.05$),其 AABR、DPOAE 和声导抗通过率均分别显著低于单胎新生儿。初筛未通过的双胎新生儿复查通过的比例高达 72.86%。双胎新生儿 AABR 初次通过率与先天性心脏病、新生儿呼吸窘迫综合征、剖宫产、低和极低出生体重相关,DPOAE 初次通过率与低出生体重和剖宫产相关,声导抗初次单峰率与早产、剖宫产、低出生体重、妊娠期糖尿病和妊娠期高血压综合征等因素呈负相关。诊断性听力筛查结果提示双胎新生儿 ABR 通过率同妊娠期糖尿病相关,DPOAE 通过率与 ≥ 40 岁高龄产妇相关。结论:NICU 中双胎新生儿的听力筛查初次通过率显著低于同期单胎新生儿听力筛查通过率。初次听力筛查未通过的新生儿大部分听力可恢复。其中早产、新生儿呼吸窘迫综合征、低和极低出生体重、先天性心脏病、妊娠糖尿病、妊娠期高血压综合征、 ≥ 40 岁高龄产妇及剖宫产等危险因素与双胎新生儿初次听力筛查未通过率有显著相关性,需要密切随访。

[关键词] 新生儿;听力筛查;畸变产物耳声发射;自动听性脑干反应;声导抗

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.01.010

[中图分类号] R764.43 **[文献标志码]** A

Analysis of first-time hearing screening tests among singlets and twin neonates in neonatal intensive care unit

PAN Linlin¹ FANG Xuhua¹ ZHAI Feng¹ GUI Yiding²
BIAN Zhouliang³ CHEN Jie¹

(¹Department of Otolaryngology and Oral & Maxillofacial Surgery, Shanghai Children's Medical Center Affiliated to Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200127, China; ²Department of Children Healthcare, Shanghai Children's Medical Center Affiliated to Shanghai Jiaotong University; ³Department of Oncology, Shanghai Ninth People's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University)

Corresponding author: CHEN Jie, E-mail: jie_chen888@163.com

Abstract Objective: To investigate the failure in the hearing screening test among twin neonates in neonatal intensive care unit (NICU) and to further clarify the etiology of neonatal hearing impairment, thus to provide insights into prevention and early intervention. **Methods:** Automated auditory brainstem response(AABR), distortion product otoacoustic emission(DPOAE) and acoustic immittance were performed on 1452 neonates(including 130 twins) admitted in NICU from January 2015 to June 2018 and the risk factors including premature birth, hyperbilirubinemia, neonatal respiratory distress syndrome, etc. were analyzed retrospectively by univariate chi-square test and multivariate logistic regression analysis. **Results:** The incidence of C-section, premature birth, hyperbilirubinemia, low birth weight, very low birth weight, in-vitro fertilization, pregnancy-induced hypertension syndrome and formula or mixed feeding among twin neonates were significantly higher than those of singleton neonates ($P < 0.05$). The pass rates of the first-time AABR, DPOAE and acoustic immittance were significantly lower than singleton neonates. The proportion of twin neonates who failed the initial screening but recovered in the following test was as high as 72.86%. AABR pass rate was correlated with congenital heart disease, neonatal respiratory distress syndrome, C-section and (very) low birth weight. The pass rate of DPOAE was correlated with low birth weight and C-section. The pass rate of acoustic immittance was correlated with preterm birth, C-section.

¹上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心耳鼻咽喉口腔颌面外科(上海,200127)

²上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心儿保科

³上海交通大学医学院附属上海第九人民医院肿瘤科

通信作者:陈洁,E-mail:jie_chen888@163.com

tion, low birth weight, gestational diabetes and gestational hypertension. The pass rate of diagnostic ABR was associated with gestational diabetes. And the pass rate of diagnostic DPOAE was associated with maternal age ≥ 40 years old. **Conclusion:** The first-time hearing screening pass rate of twin neonates in NICU is lower than that of neonatal singleton. Most twin neonates who fail in the first screening test will recover. Preterm birth, neonatal respiratory distress syndrome, (very) low birth weight, congenital heart disease, gestational diabetes, pregnancy-induced hypertension syndrome, maternal age ≥ 40 years old and C-section are associated with the first-time failure in hearing screening tests among twin neonates, thus entailing close follow-up.

Key words neonates; hearing screening; distortion product otoacoustic emissions; automated auditory brainstem response; acoustic immittance

新生儿先天性或获得性听力障碍是一种较为常见的发育缺陷,发生率约为 0.186%^[1]。而新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)的新生儿听力障碍的发生率可以高达 2%~4%^[2]。多胎妊娠的孕妇相关、胎儿相关或分娩相关的并发症发病率往往升高。孕妇相关并发症包括早产、妊娠期高血压综合征、前置胎盘、产前/产时出血等;胎儿相关并发症包括低出生体重、早产、贫血、宫内发育迟缓等^[3]。由于多种并发症的存在,多胎妊娠新生儿往往需要入住 NICU 5 d 以上,这也是美国婴幼儿听力联合委员会报道的危险因素^[4]。双胎听力筛查不通过率略高于总筛查人群^[5],这可能与双胎新生儿所伴随的多种并发症和病理因素相关。为了探究双胎新生儿听力障碍的相关危险因素,本研究回顾性分析 NICU 中双胎新生儿的听力筛查结果及其与双胎新生儿各种危险因素的相关性,从而为双胎新生儿听力障碍的预防和早期干预提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾分析 2015 年 1 月—2018 年 6 月我院 NICU 住院治疗的 1452 例新生儿的临床资料。其中,男 816 例,女 636 例;双胎新生儿 130 例(9.0%),单胎新生儿 1322 例(91.0%)。所有患儿出生后即刻转入我院 NICU,均否认先天性耳聋家族史以及耳毒性药物使用史。进行统计分析的因素包括性别、生产方式(顺产、剖宫产)、早产(分娩时间 <37 周)、新生儿高胆红素血症、新生儿呼吸窘迫综合征、先天性心脏病、低出生体重(出生体重 <2500 g)、极低出生体重(出生体重 <1500 g)、试管婴儿、 ≥ 35 岁高龄产妇、 ≥ 40 岁高龄产妇、妊娠期高血压综合征、妊娠期糖尿病、喂养方式(母乳、人工或混合喂养)^[6]。双胎新生儿与单胎新生儿的一般资料见表 1。

1.2 测试仪器及方法

所有进行听力初筛的新生儿均于出生后 5 d 以内 NICU 病区床边行自动听性脑干反应(automated auditory brainstem response, AABR)、畸变产物耳声发射(distortion product otoacoustic emissions, DPOAE)以及 1000 Hz 声导抗检查。如

果任何一项听力筛查未通过,要求患儿 42 d 再次进行听力筛查;若仍未通过,于 3 月龄(早产儿为矫正胎龄)进行包括听性脑干反应(auditory brainstem response, ABR)的全面诊断性听力检查,ABR 阈值至少一侧耳大于 40 dB nHL 视为未通过。所有的听力检测均由同一位不知晓病史的听力师完成。双胎新生儿的随访流程图见图 1。

AABR 采用丹麦 Interacoustics 公司的 Titan 仪器 AABR 模式检查,刺激声为短声,刺激强度 35 dB nHL,前置放大器滤波设置为:高通 100 Hz,低通 1500 Hz。记录电极放置在前额发际,参考电极放置在同侧乳突,地极放置在眉间,极间电阻 <5 k Ω 。

DPOAE 采用丹麦 Interacoustics 公司的 Titan 仪器耳声发射模式检查,刺激条件为 $f_2/f_1 \approx 1.24$,检查 8 个频段,信噪比 ≥ 6 dB 为该频段正常,6 个频率中 4 个频率或以上正常即为 DPOAE 正常。

1000 Hz 声导抗检查使用丹麦 Interacoustics 公司的 Titan 仪器声导抗模式检查,用 1000 Hz 探测音进行鼓室声导抗测试,声导抗呈现单峰视为通过。

1.3 统计学方法

应用 Stata 15.0 处理数据。计数资料用例(%)表示。双胎新生儿与单胎新生儿危险因素、初次听力筛查通过率的比较和不同听力筛查方法之间通过率的比较采用 Pearson χ^2 检验,其中,若有四格表单元格期望计数小于 5,则采用 Fisher 精确检验。听力检查结果与各危险因素的关系采用多个协变量的 logistic 逐步回归方法; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 双胎新生儿和单胎新生儿危险因素比较

双胎新生儿和单胎新生儿在新生儿相关危险因素中,剖宫产、早产、新生儿高胆红素血症、低出生体重、极低出生体重和试管婴儿的比例差异有统计学意义,而性别、新生儿呼吸窘迫综合征和先天性心脏病的比例差异无统计学意义;在孕产妇相关危险因素中,妊娠期高血压综合征、人工或混合喂养的比例差异有统计学意义, ≥ 35 岁高龄产妇、妊娠期糖尿病的比例差异无统计学意义。

表 1 双胎新生儿与单胎新生儿各因素比较

项目	总数	双胎	单胎	χ^2	P 值
人数	1452(100.0)	130(9.0)	1322(91.0)		
男性	816(56.2)	64(49.2)	752(56.9)	2.816 0	0.093
剖宫产	806(55.5)	102(78.5)	704(53.3)	30.456 6	<0.001
早产	693(47.7)	6(4.6)	687(52.0)	106.327 9	<0.001
新生儿高胆红素血症	416(28.7)	48(36.9)	368(27.8)	4.780 6	0.029
新生儿呼吸窘迫综合征	285(19.6)	24(18.5)	261(19.7)	0.123 2	0.726
先天性心脏病	274(18.9)	30(23.1)	244(18.5)	1.650 2	0.199
低出生体重	605(41.7)	86(66.2)	519(39.3)	35.225 0	<0.001
极低出生体重	112(7.7)	32(24.6)	80(6.1)	57.300 6	<0.001
试管婴儿	84(5.8)	46(35.4)	38(2.9)	229.517 0	<0.001
≥35 岁高龄产妇	231(15.9)	16(12.3)	215(16.3)	1.384 3	0.239
≥40 岁高龄产妇	34(2.3)	2(1.5)	32(2.4)	0.763 0	0.400 ^{a)}
妊娠期高血压综合征	154(10.6)	24(18.5)	130(9.8)	9.293 1	0.002
妊娠期糖尿病	164(11.3)	10(7.7)	154(11.6)	1.849 5	0.174
人工或混合喂养	1175(80.9)	130(100.0)	1045(79.0)	33.660 5	<0.001

注:^{a)} Fisher 精确检验。

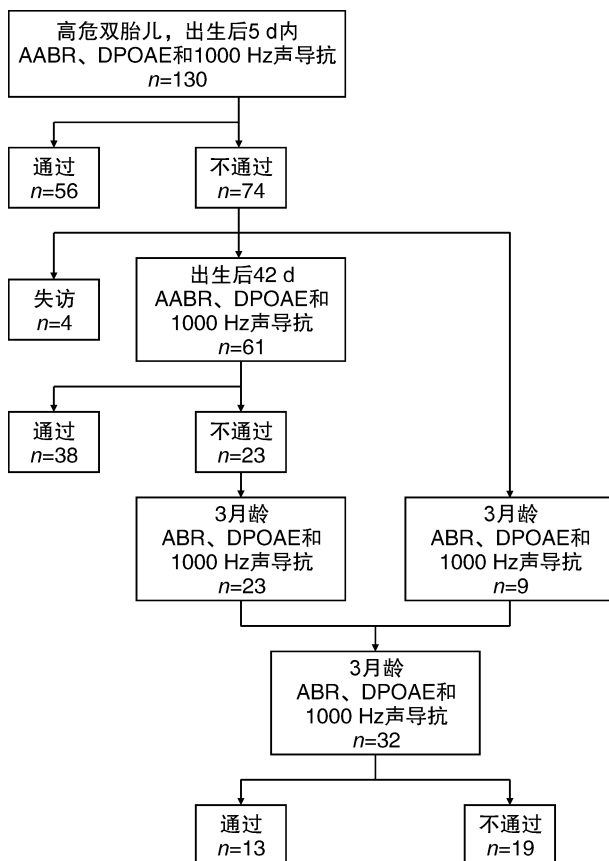


图 1 双胎新生儿的随访流程图

2.2 双胎新生儿和单胎新生儿初次听力筛查通过率比较

1452 例新生儿 AABR 通过率为 59.8% (869/1452), DPOAE 为 68.7% (997/1452), 声导抗检查单峰率为 89.5% (1300/1452), 3 种筛查结果通过

率的差异有统计学意义 ($\chi^2 = 339.867 3, P < 0.001$), AABR < DPOAE < 声导抗 ($P < 0.001$)。

130 例双胎新生儿中, AABR 通过率为 46.2% (60/130), DPOAE 为 56.9% (74/130), 声导抗检查单峰率为 84.6% (110/130); 在 1322 例单胎新生儿中, AABR 通过率为 61.2% (809/1322), DPOAE 为 69.8% (923/1322), 声导抗检查单峰率为 90.0% (1190/1322), 均显著高于双胎新生儿通过率 (AABR: $\chi^2 = 11.143 6, P = 0.001$; DPOAE: $\chi^2 = 9.147 5, P = 0.002$; 声导抗: $\chi^2 = 3.682 1, P = 0.055$)。

2.3 双胎新生儿听力筛查转归

所有完成听力初筛的 130 例双胎新生儿中, 74 例至少有 1 项听力筛查未通过。70 例新生儿完成了复测, 其中 61 例完成了 42 d 听力筛查复查, 其中 38 例测试通过; 余 9 例未行 42 d 复查, 同 42 d 复查未通过的 23 例合计 32 例直接行 3 月龄的诊断性听力检查, 最终有 19 例 (19/126, 15.08%) 患儿至少一项未通过 (ABR 阈值至少一侧大于 40 dB nHL 者 16 例, DPOAE 有 11 例, 声导抗有 7 例), 初筛未通过的患儿复查通过的比例高达 72.86%。

2.4 双胎新生儿听力筛查通过率与各项危险因素的相关性分析

2.4.1 听力筛查初次通过率与各项危险因素的相关性分析 单因素回归分析发现双胎新生儿 AABR 通过率与先天性心脏病 ($r = -2.03, P = 0.045$)、新生儿呼吸窘迫综合征 ($r = 2.09, P = 0.039$)、剖宫产 ($r = 2.85, P = 0.005$)、低出生体重 ($r = -2.16, P = 0.033$) 和极低出生体重 ($r =$

2.57, $P=0.011$) 相关; 声导抗通过率与早产 ($r=1.99, P=0.049$)、剖宫产 ($r=2.18, P=0.032$)、低出生体重 ($r=2.16, P=0.033$)、妊娠期糖尿病 ($r=4.62, P<0.001$) 和妊娠期高血压综合征 ($r=-2.86, P=0.005$) 相关(表 2)。多因素逐步

回归分析显示双胎新生儿 ABR 通过率与剖宫产 ($r=2.6, P=0.009, 95\%CI 0.300\sim 2.133$) 相关; DPOAE 通过率与低出生体重 ($r=2.83, P=0.005, 95\%CI 0.318\sim 1.753$) 和剖宫产 ($r=2.30, P=0.021, 95\%CI 0.173\sim 2.158$) 相关。

表 2 130 例双胎新生儿听力筛查初次通过率与各项危险因素的单因素分析

项目	例数(%)	ABR			DPOAE			声导抗		
		r	P 值	95%CI	r	P 值	95%CI	r	P 值	95%CI
男性	64(49.2)	0.42	0.675	-0.144~0.221	0.92	0.358	-0.101~0.278	0.94	0.351	-0.063~0.175
早产	6(4.6)	1.56	0.121	-0.095~0.806	0.31	0.755	-0.394~0.541	1.99	0.049	0.002~0.588
低出生体重	86(66.2)	-2.16	0.033	-0.771~-0.034	0.98	0.328	-0.193~0.572	2.16	0.033	0.021~0.501
极低出生体重	32(24.6)	2.57	0.011	0.132~1.017	-0.04	0.968	-0.468~0.450	-0.88	0.379	-0.416~0.160
剖宫产	102(78.5)	2.85	0.005	0.099~0.554	1.68	0.097	-0.036~0.435	2.18	0.032	0.015~0.310
人工或混合喂养	130(100)	-1.16	0.248	-0.729~0.190	0.11	0.917	-0.451~0.502	-0.20	0.842	-0.329~0.269
试管婴儿	46(35.4)	-0.23	0.817	-0.212~0.168	-0.33	0.744	-0.229~0.164	-1.00	0.319	-0.186~0.061
≥35 岁高龄产妇	16(12.3)	-0.10	0.918	-0.308~0.278	-0.92	0.358	-0.446~0.162	1.96	0.052	-0.002~0.379
≥40 岁高龄产妇	2(1.5)	1.28	0.203	-0.311~1.447	1.85	0.067	-0.062~1.761	1.47	0.144	-0.147~0.996
妊娠期糖尿病	10(7.7)	1.17	0.243	-0.132~0.516	0.05	0.961	-0.328~0.344	4.62	<0.001	0.281~0.703
妊娠高血压综合征	24(18.5)	1.71	0.090	-0.033~0.449	0.54	0.587	-0.181~0.319	-2.86	0.005	-0.383~-0.069
新生儿高胆红素血症	48(36.9)	1.10	0.272	-0.082~0.288	1.54	0.127	-0.043~0.340	-0.08	0.938	-0.125~0.115
新生儿呼吸窘迫综合征	24(18.5)	2.09	0.039	0.013~0.505	0.62	0.539	-0.178~0.334	-0.47	0.638	-0.198~0.122
先天性心脏病	30(23.1)	-2.03	0.045	-0.471~-0.006	-0.43	0.670	-0.293~0.189	0.02	0.988	-0.150~0.152

2.4.2 听力诊断性检查未通过率同新生儿各项危险因素的相关性分析 单因素回归分析发现双胎新生儿 ABR 通过率与妊娠期糖尿病 ($r=2.04, P=0.043$) 相关, DPOAE 通过率与 ≥40 岁高龄产

妇 ($r=2.28, P=0.025$) 相关(表 3); 多因素逐步回归分析未发现双胎新生儿 ABR、DPOAE 和声导抗通过率与各项危险因素显著相关。

表 3 双胎新生儿听力诊断性检查未通过率同新生儿各项危险因素的单因素分析

项目	ABR			DPOAE			声导抗		
	r	P 值	95%CI	r	P 值	95%CI	r	P 值	95%CI
男性	0.91	0.365	-0.070~0.188	1.02	0.308	-0.052~0.164	0.65	0.515	-0.058~0.115
早产	0.46	0.646	-0.245~0.393	1.29	0.201	-0.094~0.441	1.56	0.122	-0.045~0.381
低出生体重	-0.39	0.701	-0.311~0.210	0.40	0.692	-0.175~0.262	1.10	0.274	-0.078~0.271
极低出生体重	0.40	0.690	-0.250~0.376	-0.06	0.953	-0.270~0.254	-0.34	0.732	-0.246~0.173
剖宫产	1.16	0.247	-0.066~0.255	0.15	0.882	-0.124~0.145	1.77	0.079	-0.011~0.204
人工或混合喂养	-0.52	0.606	-0.410~0.240	-0.02	0.988	-0.275~0.270	-0.22	0.824	-0.242~0.193
试管婴儿	-1.01	0.315	-0.203~0.066	-1.11	0.268	-0.176~0.049	-0.62	0.536	-0.118~0.062
≥35 岁高龄产妇	-0.39	0.700	-0.248~0.167	-1.09	0.276	-0.270~0.078	0.85	0.400	-0.080~0.198
≥40 岁高龄产妇	1.32	0.190	-0.207~1.035	2.28	0.025	0.077~1.119	1.51	0.134	-0.099~0.732
妊娠期糖尿病	2.04	0.043	0.007~0.466	1.72	0.088	-0.025~0.359	0.93	0.352	-0.081~0.226
妊娠高血压综合征	0.30	0.764	-0.144~0.196	-0.35	0.728	-0.168~0.118	-1.33	0.185	-0.191~0.037
新生儿高胆红素血症	-1.22	0.225	-0.211~0.050	-0.08	0.935	-0.114~0.105	0.40	0.688	-0.070~0.105
新生儿呼吸窘迫综合征	1.56	0.122	-0.037~0.311	0.70	0.487	-0.094~0.197	0.85	0.397	-0.067~0.166
先天性心脏病	0.22	0.827	-0.146~0.183	1.19	0.236	-0.055~0.221	0.10	0.919	-0.104~0.116

3 讨论

随着辅助生殖技术的发展,双胎的发生率逐渐升高。Kim等^[5]的研究显示,在早产双胎新生儿中,试管婴儿和脑室出血与听力筛查不通过的风险增加独立显著相关($P < 0.05$),而双胎的特定因素(单绒毛膜,出生顺序)与听力筛查未通过率无显著相关性($P > 0.05$)。本研究发现,双胎新生儿的高胆红素血症、低出生体重、极低出生体重、试管婴儿、妊娠期高血压综合征和人工或混合喂养的发生率显著高于单胎新生儿。同时,通过对1452例新生儿进行听力筛查,发现其AABR、DPOAE和声导抗初次通过率分别仅为59.8%、68.7%和89.5%,其中双胎新生儿AABR、DPOAE和声导抗初次听力筛查通过率分别为46.2%、56.9%和84.6%,均显著低于单胎新生儿。双胎新生儿由于各种因素发生率高,而很多因素如高胆红素血症、低出生体重和极低出生体重和听力筛查未通过率相关^[7],因此推测双胎新生儿听力筛查不通过风险增加可能与这些因素发生率增加有关。Sasireka等^[8]对38对双胞胎新生儿进行听力筛查,发现30.26%的新生儿听力筛查结果异常,较非双胞胎显著增高(22.13%),同我们的研究结果一致。由于双胎新生儿早产、宫内生长受限、低出生体重、呼吸窘迫等并发症的发病率较单胎新生儿增高^[3],从而增加了听力障碍的风险。

本研究发现新生儿声导抗、DPOAE和AABR初次筛查通过率依次降低。声导抗测试主要评估中耳的功能状态,排除外耳因素后声导抗未通过的患儿往往存在中耳积液,这可能会导致AABR和DPOAE测试未通过^[9];DPOAE主要反映外毛细胞功能,可能漏诊蜗后病变^[10];而AABR可以反映大部分听觉通路的功能,但它对中高频听力受损较为敏感而对低频听力受损不太敏感,因而也有一定的缺点^[11]。不同因素引起听觉系统损伤部位不同,多种筛查方法可以互相补充印证,更准确地发现听力障碍新生儿的听力损失情况,从而指导早诊断和早干预。

本研究发现初筛未通过的NICU双胎新生儿复查通过的比例高达72.86%,这与既往研究结果类似^[12-13]。Psarommatis等^[14]报道部分AABR初次听力筛查未通过的新生儿可部分或完全恢复听力,因为出生时外耳道和中耳可能有一过性病变如中耳积液等,或者可能因为中枢神经系统发育成熟较晚。

本研究采用单因素回归和多因素逐步回归分析表明,NICU双胎新生儿AABR初次通过率与先天性心脏病、新生儿呼吸窘迫综合征、剖宫产、低和极低出生体重相关,DPOAE初次通过率与低出生

体重和剖宫产相关,声导抗初次单峰率与早产、剖宫产、低出生体重、妊娠期糖尿病和妊娠期高血压综合征等因素呈负相关。双胎新生儿低出生体重、妊娠期高血压综合征发病率增加可能与听力筛查未通过率升高相关。双胎新生儿诊断性听力筛查结果提示ABR通过率同妊娠期糖尿病相关,DPOAE通过率与 ≥ 40 岁高龄产妇相关。

本研究和多项既往研究报道均发现早产和低出生体重同听力损失密切相关,其中极低出生体重儿的听力损伤更为明显。Hirvonen等^[15]报道32周以下和34~37周胎龄早产儿听力损失发生率显著升高;荷兰一项2186例新生儿的研究显示,30周以下早产伴/不伴出生体重低于1000g的NICU新生儿听力障碍发生率高达3.2%^[16]。听觉系统结构发育在妊娠中期完成,但听觉感受的发育从24周开始,而其分辨不同频率纯音的能力需要到出生前后才能达到成人水平^[17]。

本研究发现AABR通过率和新生儿呼吸窘迫综合征亦呈显著负相关,因为新生儿呼吸窘迫综合征所导致的继发性缺氧会引发耳蜗供氧不足。耳蜗对缺氧十分敏感,缺氧导致的小血管痉挛引起血流量减少,从而导致耳蜗内外淋巴氧张力降低,更进一步加重了毛细胞的缺氧性改变,从而损伤新生儿听力^[18]。

本研究仍有不足之处:由于专科医院限制,本研究未能收集健康新生儿作为对照组,因此对于孕产妇或新生儿相关的危险因素如出生体重、生产方式、试管婴儿、双胞胎、产妇年龄等未能同健康新生儿组进行对比分析。此外由于随访条件限制,我们仅收集了130例双胎新生儿病例,而且随访时间较短。因此我们还将开展NICU双胎新生儿的长期听力随访,并对新生儿和孕产妇的相关危险因素进一步细化、分层,深入开展相关性研究和机制研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Morton CC, Nance WE. Newborn hearing screening—a silent revolution[J]. *N Engl J Med*, 2006, 354(20): 2151-2164.
- [2] 刘丽琴, 马彦萍, 张恩东. 重症监护病房新生儿听力联合耳聋基因筛查结果分析[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2019, 27(4): 388-391.
- [3] Aziz S, Soomro N. Twin births and their complications in women of low socioeconomic profile[J]. *J Pak Med Assoc*, 2012, 62(11): 1204-1208.
- [4] The Joint Committee on Infant Hearing. Year 2019 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs [J]. *J Early Hear Detection Intervention*, 2019, 4(2): 1-44.
- [5] Kim SY, Choi BY, Jung EY, et al. Risk factors for

- failure in the newborn hearing screen test in very pre-term twins[J]. *Pediatr Neonatol*, 2018, 59(6): 586-594.
- [6] Paolo T. The high-risk newborns[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2012, 25 Suppl 1: 6-7.
- [7] Zhai F, Fang X, Li Y, et al. Risk Factors for Failure in First-Time Hearing Screening Tests among High-Risk Neonates in Neonatal Intensive Care Unit[J]. *Audiol Neurootol*, 2021, 26(5): 338-345.
- [8] Sasireka BI, Jaya V, Vignesh SS, et al. Clinical Experience on Hearing Screening in Twins and Triplets: A Retrospective Study[J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019, 71(3): 401-405.
- [9] Hoffmann A, Deuster D, Rosslau K, et al. Feasibility of 1000 Hz tympanometry in infants: tympanometric trace classification and choice of probe tone in relation to age[J]. *Int J Pediatric Otorhinolaryngol*, 2013, 77(7): 1198-1203.
- [10] 陈建勇. 婴幼儿听力损失评估国际共识[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2018, 32(12): 886-890.
- [11] 王晓丽, 吴丹, 李丹慧, 等. 3371 例重症监护病房新生儿听力筛查结果分析[J]. *中华耳科学杂志*, 2017, 15(6): 692-697.
- [12] van Straaten HL, Hille ET, Kok JH, et al. Implementation of a nation-wide automated auditory brainstem response hearing screening programme in neonatal intensive care units [J]. *Acta Paediatr*, 2003, 92(3): 332-338.
- [13] 赵洪春, 车娟, 张肖林, 等. 新生儿听力筛查结果及影响因素分析和临床指导意义[J]. *中华耳科学杂志*, 2020, 18(4): 734-739.
- [14] Psarommatis I, Florou V, Fragkos M, et al. Reversible auditory brainstem responses screening failures in high risk neonates[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2011, 268(2): 189-196.
- [15] Hirvonen M, Ojala R, Korhonen P, et al. Visual and Hearing Impairments After Preterm Birth[J]. *Pediatrics*, 2018, 142(2): e20173888.
- [16] Hille ET, van Straaten HI, Verkerk PH, et al. Prevalence and independent risk factors for hearing loss in NICU infants[J]. *Acta Paediatr*, 2007, 96(8): 1155-1158.
- [17] Naik AN, Varadarajan VV, Malhotra PS. Early pediatric Cochlear implantation: An update[J]. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 2021, 6(3): 512-521.
- [18] 王国强, 苏爱芳, 宋伟伟, 等. 听性脑干反应在新生儿缺氧缺血性脑病听力损害及预后判断中的应用[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2019, 33(9): 866-869.
- (收稿日期: 2021-08-27)

(上接第 44 页)

- [8] Anandan C, Gupta R, Simpson CR, et al. Epidemiology and disease burden from allergic disease in Scotland: analyses of national databases[J]. *J R Soc Med*, 2009, 102(10): 431-442.
- [9] Lu S, Yao C, Zhou S, et al. Studies on relationships between air pollutants and allergenicity of *Humulus Scandens* pollen collected from different areas of Shanghai[J]. *J Environ Sci(China)*, 2020, 95: 43-48.
- [10] Hong Q, Zhou S, Zhao H, et al. Allergenicity of recombinant *Humulus japonicus* pollen allergen 1 after combined exposure to ozone and nitrogen dioxide[J]. *Environ Pollut*, 2018, 234: 707-715.
- [11] Sugaya A, Tsuda T, Ohguchi H. [Marked increase of atmospheric pollen dispersion of ragweed (*Ambrosia* spp.)—annual changes in atmospheric pollen counts of major allergen plants in autumn in Saitama Prefecture][J]. *Arerugi*, 1997, 46(7): 585-593.
- [12] So HJ, Moon SJ, Hwang SY, et al. Characteristics of airborne pollen in Incheon and Seoul(2015-2016)[J]. *Asia Pac Allergy*, 2017, 7(3): 138-147.
- [13] 祝兴元, 李梨平. 健康儿童淋巴细胞免疫表型参考范围与年龄关系的研究进展[J]. *实用预防医学*, 2011, 18(4): 776-778.
- [14] 庄严, 马婷婷, 王学艳, 等. 内蒙古锡林郭勒盟地区变应性鼻炎流行病学调查[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2021, 35(11): 1004-1008.
- [15] Luo W, Huang H, Zheng P, et al. Major grass pollen allergens and components detected in a southern Chinese cohort of patients with allergic rhinitis and/or asthma[J]. *Mol Immunol*, 2016, 78: 105-112.
- [16] Park HS, Jung KS, Jee SY, et al. Are there any links between Hop Japanese pollen and other weed pollens or food allergens on skin prick tests? [J]. *Allergy Asthma Proc*, 2001, 22(1): 43-46.
- (收稿日期: 2021-08-23 修回日期: 2021-11-09)