

· 论著 ·

脑干听觉诱发电位与 2 型糖尿病视网膜病变的相关性研究

袁月 李慧垚 于紫薇 李昕 高昕媛

哈尔滨医科大学附属第一医院内分泌科 150000

通信作者:高昕媛,Email:15369337970@163.com

【摘要】 目的 通过脑干听觉诱发电位(BAEP)检查探讨 2 型糖尿病(T2DM)患者脑干听觉通路异常与糖尿病视网膜病变(DR)的相关性。**方法** 选取哈尔滨医科大学附属第一医院收治的 T2DM 患者 467 例,收集患者一般临床资料、血糖、血脂、血压、肝功能、肾功能等,对其进行 BAEP 及糖尿病相关并发症检查。以有无 DR 作为分组依据,比较两组间 BAEP 结果的差异并将 BAEP 结果与 DR 严重程度做相关性分析。**结果** 两组间糖化血红蛋白 A1c(HbA1c)、Ⅲ波峰间期(PL)、PL V、I ~ V 波峰间潜伏期(IPL)、糖尿病肾脏病(DKD)、糖尿病神经病变(DPN)、下肢动脉硬化(LEAD)差异有统计学意义(P 均 <0.05)。BAEP 与 DR 严重程度显著相关,BAEP 与 logistic 回归分析结果显示,双耳 PL Ⅲ、PL V、IPL I ~ V 延长,DR 的风险也随之升高。**结论** T2DM 患者脑干听觉通路异常与 DR 严重程度相关。

【关键词】 脑干听觉诱发电位;糖尿病视网膜病变;2 型糖尿病

基金项目:黑龙江省自然科学基金(H2015057)

DOI:10.3760/cma.j.cn121383-20210330-03081

Study on the correlation between brainstem auditory evoked potentials and type 2 diabetic retinopathy

Yuan Yue, Li Huiyao, Yu Ziwei, Li xin, Gao Xinyuan. Department of Endocrinology, the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150000, China

Corresponding author: Gao Xinyuan, Email:15369337970@163.com

【Abstract】 Objective The correlation between abnormal brainstem auditory pathway and diabetic retinopathy (DR) in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) was investigated by brainstem auditory evoked potential (BAEP). **Methods** A total of 467 patients with T2DM in the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University were selected. The general clinical data, blood glucose, blood lipids, blood pressure, liver function and renal function of the patients were collected, and BAEP and diabetes-related complications were examined. Based on the presence or absence of DR, the differences in BAEP between the two groups were compared and the correlation between BAEP and the severity of DR was analyzed. **Results** There were statistical differences in glyated hemoglobin A1c (HbA1c), Ⅲ peak interval (PL), PL V, IV peak latency (IPL), diabetic kidney disease (DKD), neuropathy (DPN), and lower extremity arteriosclerosis (LEAD) between the two groups (all $P < 0.05$). BAEP was significantly correlated with the severity of DR. The results from logistic regression analysis showed that the prolongation of binaural PL Ⅲ, PL V, and IPL I ~ V increased the risk of DR. **Conclusion** Abnormal brainstem auditory pathway is associated with the severity of DR in patients with T2DM.

【Keywords】 Brainstem auditory evoked potential; Diabetic retinopathy; Type 2 diabetes mellitus

Fund program: Natural Science Foundation of Heilongjiang Province(H2015057)

DOI:10.3760/cma.j.cn121383-20210330-03081

糖尿病是一种以高血糖为主要特征的慢性代谢性终身疾病。根据国际糖尿病联盟最新发布的糖尿病地图显示,全球糖尿病患者数量已达 4.63 亿^[1]。随着糖尿病患者的增加,糖尿病视网膜病变(DR)的患病率逐年上升,已然成为导致成人视力丧失和失明的重要原因^[2]。脑干听觉诱发电位(BAEP)是声音刺激引起的脑干听觉通路上神经冲动的电活动,能敏感地反映听觉通路及脑干的功能,在声音刺激后的 10 ms 内,在颅顶记录到的 5 个连续的正波^[3],反映的是耳蜗至脑干听觉通路的功能状态。

1981 年,BAEP 检查首次被应用于糖尿病患者^[4],结果显示糖尿病患者与正常对照组的 BAEP 相比,其波峰间期(PL)Ⅱ和 PL V 显著延长。有研究发现,与非糖尿病受试者相比,糖尿病受试者在 PL I、PL Ⅲ、PL V 和波峰间潜伏期(IPL)Ⅲ~V 均有延长^[5],提示糖尿病患者存在脑干听觉通路受损。

有研究报道,糖尿病神经病变(DPN)患者与糖尿病患者相比 BAEP 中的 PL Ⅲ及 IPL I~Ⅲ显著延长^[6],BAEP 与外周神经病变存在相关,既往认为 DR 是糖尿病微血管并发症,但是随着研究的深入,DR 的神经损伤也日益引起人们的关注,目前认为其是神经血管单元损伤引起的一类神经血管性疾病。但目前尚缺乏系统的 BAEP 与 DR 的关联性研究。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性选取 2017 年 1 月至 2019 年 1 月哈尔滨医科大学附属第一医院收治的 467 例 2 型糖尿病(T2DM)患者,以有无 DR 作为分组标准分为糖尿病视网膜病变(DR)组和非糖尿病视网膜病变(NDR)组。入选标准:(1) T2DM 患者:符合 1999 年 WHO 诊断和分类标准。(2) 耳鼻喉科检查:无耳外伤,外耳道通畅。排除标准:(1) 1 型及特殊类型糖尿病。(2) 耳部疾病患者、使用耳毒性药物、行耳外科手术者。(3) 头部外伤史。(4) 排除其他眼部疾病患者、行眼部手术者。(5) 重大内科疾病和认知功能障碍者。

1.2 方法 记录受试者的一般临床资料,包括姓名、性别、年龄、病程、既往史及体重指数等指标。血液标本采集时间为清晨空腹,空腹血糖、甘油三酯、胆固醇等生化指标采用全自动生化分析仪进行分析,糖化血红蛋白 A1c(HbA1c)采用高效液相色谱法,空腹 C 肽采用化学发光法检测。DR 诊断标准:T2DM 患者入院后经专业眼科医生充分散瞳后,用眼

底裂隙灯进行眼底检查,对可疑阳性者行眼底血管造影检查;根据国际临床 DR 分级标准进行分类:(1) I 期:微血管瘤。(2) II 期:硬性渗出液和出血性斑点。(3) III 期:棉絮状软性渗出。(4) IV 期:视网膜新血管形成和玻璃体出血。(5) V 期:纤维血管增殖、玻璃体机化。(6) VI 期:牵拉下视网膜脱离、失明。其中 I~III 期为非增殖期视网膜病变,IV~VI 期为增殖期视网膜病变。DPN 诊断依据《2017 美国糖尿病协会糖尿病神经病变指南》,糖尿病肾脏病(DKD)诊断根据《中国 2 型糖尿病防治指南》(2017 年版)^[7],下肢动脉硬化(LEAD)诊断依据美国心脏病协会 2015 年发布的《外周动脉疾病诊疗指南》^[8]。高血压诊断依据《中国高血压防治指南》2018 年修订版:收缩压 ≥ 140 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa),舒张压 ≥ 90 mmHg^[9]。BAEP 检查是根据美国临床神经生理学会的推荐标准,应用 Nicolet Bravo 机器进行检查。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 22.0 软件对数据进行统计分析。组间计数资料比较采用卡方检验。计量资料中符合正态分布者用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的用中位数(四分位数)表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。组间相关性采用 Spearman 相关性分析,构建二元 logistic 回归分析模型。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本临床特征 如表 1 所示,DR 组 HbA1c 较 NDR 组高,DR 组 PL Ⅲ、PL V、IPL I~V 较 NDR 组延长,DR 组合并 DKD、DPN、LEAD 的比例较 NDR 组高(P 均 < 0.05)。

2.2 相关性分析 将 DR 组患者分为增殖期视网膜病变和非增殖期视网膜病变,将双耳 PL I、PL Ⅲ、PL V、IPL I~V 与糖尿病无视网膜病变、非增殖期视网膜病变、增殖期视网膜病变进行 Spearman 相关性分析,结果示双耳 PL Ⅲ、PL V、IPL I~V 与 DR 严重程度呈显著正相关(P 均 < 0.05),见表 2。

2.3 Logistic 回归模型 以 DR 为因变量,以 BAEP 数值为协变量构建二元 logistic 回归模型,结果显示:随着 PL Ⅲ L ($OR = 6.071$, $P = 0.001$)、PL Ⅲ R ($OR = 4.522$, $P = 0.002$)、PL V L ($OR = 2.972$, $P = 0.017$)、PL V R ($OR = 3.067$, $P = 0.012$);IPL I~V L ($OR = 3.718$, $P = 0.007$)、IPL I~V R ($OR = 2.331$, $P = 0.043$) 的升高,DR 的风险也升高,在控制 HbA1c、

表 1 DR 组间一般临床资料、生化指标及并发症比较[$(\bar{x} \pm s)$, $M(P25, P75)$, $n(\%)$]

因素	NDR($n=379$)	DR($n=88$)	$Z/t/\chi^2$ 值	P 值
年龄(岁)	55.19 ± 10.11	53.28 ± 10.21	1.59	0.11
性别				
男性	224(59.1)	42(47.7)		
女性	155(40.9)	46(52.3)	3.77	0.05
DKD	14(3.7)	15(17.0)	21.86	<0.01
DPN	58(15.3)	34(38.6)	24.58	<0.01
LEAD	288(76)	81(92)	11.10	<0.01
高血压	111(23.8)	35(7.5)	3.65	0.06
病程(年)	7.0(3.0 ~ 12.0)	6.0(1.0 ~ 14.0)	0.27	0.79
体重指数(kg/m^2)	25.74 ± 3.14	25.67 ± 3.63	0.15	0.88
空腹血糖(mmol/L)	8.25(6.55 ~ 10.33)	8.72(6.88 ~ 10.61)	1.50	0.13
空腹 C 肽(mmol/L)	1.60(1.10 ~ 2.30)	1.50(0.90 ~ 2.25)	0.73	0.47
HbA1c	8.5 ± 2.0	9.1 ± 2.1	3.32	0.75
总胆固醇(mmol/L)	4.91 ± 1.05	5.07 ± 1.35	1.21	0.27
甘油三酯(mmol/L)	1.70(1.19 ~ 2.58)	1.72(1.18 ~ 3.19)	0.77	0.44
高密度脂蛋白-胆固醇(mmol/L)	1.10(0.97 ~ 1.27)	1.10(0.96 ~ 1.29)	0.02	0.98
低密度脂蛋白-胆固醇(mmol/L)	3.04 ± 0.67	3.03 ± 0.75	0.16	0.97
谷丙转氨酶(mmol/L)	21(15.28 ~ 32.63)	22.85(16.10 ~ 31.75)	0.42	0.67
谷草转氨酶(mmol/L)	19.6(16.08 ~ 25.13)	20.55(16.40 ~ 27.83)	1.02	0.31
谷氨酰转肽酶(mmol/L)	31.2(21.85 ~ 48.10)	30.85(22.75 ~ 54.68)	0.52	0.60
血肌酐($\mu\text{mol}/\text{L}$)	63.17(31.90 ~ 116.10)	65.5(6.12 ~ 379.40)	0.05	0.96
血尿素氮(mmol/L)	5.49(3.33 ~ 9.07)	6.12(2.59 ~ 43.00)	1.99	0.05
尿蛋白排泄率($\mu\text{g}/\text{min}$)	71.50(0.00 ~ 1 650.00)	174.13(3.00 ~ 2 264.75)	1.13	0.26
PL I L(ms)	1.77(1.70 ~ 1.85)	1.77(1.70 ~ 1.88)	0.05	0.82
PL I R(ms)	1.77(1.70 ~ 1.88)	1.77(1.68 ~ 1.88)	0.04	0.84
PL III L(ms)	3.92(3.83 ~ 4.05)	4.03(3.85 ~ 4.15)	8.60	<0.01
PL III R(ms)	3.92(3.80 ~ 4.08)	4.05(3.88 ~ 4.15)	13.56	<0.01
PL V L(ms)	5.93(5.78 ~ 6.10)	6.04(5.83 ~ 6.18)	2.50	0.01
PL V R(ms)	5.95(5.75 ~ 6.13)	6.03(5.85 ~ 6.18)	2.14	0.03
IPL I ~ V L(ms)	4.15(4.00 ~ 4.30)	4.22(4.05 ~ 4.45)	2.87	<0.01
IPL I ~ V R(ms)	4.18(4.00 ~ 4.33)	4.22(4.05 ~ 4.40)	2.38	0.01
服用二甲双胍(是,%)	230,83.6%	45,16.4%	2.69	0.10
使用胰岛素(是,%)	235,81.3%	54,18.7%	0.01	0.91
服用他汀类药物(是,%)	124,82.7%	26,17.3%	0.33	0.57

注:DR:糖尿病视网膜病变;NDR:非糖尿病视网膜病变;HbA1c:糖化血红蛋白 A1c;LEAD:糖尿病下肢动脉硬化;DPN:糖尿病周围神经病变;DKD:糖尿病肾脏病;PL I L:左侧 I 波潜伏期;PL I R:右侧 I 波潜伏期;PL III L:左侧 III 波潜伏期;PL III R:右侧 III 波潜伏期;PL V L:左侧 V 波潜伏期;PL V R:右侧 V 波潜伏期;IPL I ~ V L:左侧 I ~ V 波间潜伏期;IPL I ~ V R:右侧 I ~ V 波间潜伏期

表 2 BAEP 与糖尿病视网膜病变严重程度相关性分析

因素	r 值	P 值
PL I L	0.05	0.31
PL I R	0.08	0.13
PL III L	0.24	<0.001
PL III R	0.28	<0.001
PL V L	0.22	<0.001
PL V R	0.21	<0.001
IPL I ~ V L	0.22	<0.001
IPL I ~ V R	0.20	<0.001

注:BAEP:脑干听觉诱发电位;PL I L:左侧 I 波潜伏期;PL I R:右侧 I 波潜伏期;PL III L:左侧 III 波潜伏期;PL III R:右侧 III 波潜伏期;PL V L:左侧 V 波潜伏期;PL V R:右侧 V 波潜伏期;IPL I ~ V L:左侧 I ~ V 波间潜伏期;IPL I ~ V R:右侧 I ~ V 波间潜伏期

DKD、DPN、LEAD 等指标后(模型二),结果显示双耳 PL III、IPL I ~ V 与 DR 风险的相关性依然存在(P 均 < 0.05),双耳 PL III、IPL I ~ V 是 DR 的独立危险因素,见表 3。

3 讨论

BAEP 是临床上常用的诱发电位之一,是由声刺激引起的神经冲动在脑干听觉传导通路上的电活动^[10-11],能客观反应耳蜗至脑干相关结构的传导功能。

有研究认为其波潜伏期可能是神经元群达到阈值和神经纤维传导所用时间长短的函数^[9]。PL 代表从刺激部位到波峰发生源处的神经冲动传递时间,其长短取决于神经传导速度的快慢、感觉通路的

表 3 BAEP 与 DR 风险相关性的 logistic 回归分析

变量	模型一			模型二		
	P 值	OR 值	95% CI	P 值	OR 值	95% CI
PL Ⅲ L	0.001	6.071	2.046 ~ 18.017	0.012	4.724	1.398 ~ 15.957
PL Ⅲ R	0.002	4.522	1.766 ~ 11.578	0.015	3.613	1.280 ~ 10.202
PL V L	0.017	2.972	1.216 ~ 7.260	/	/	/
PL V R	0.012	3.067	1.982 ~ 4.353	/	/	/
IPL I ~ V L	0.007	3.718	1.440 ~ 9.599	0.030	3.136	1.115 ~ 8.817
IPL I ~ V R	0.043	2.331	1.025 ~ 5.300	0.032	3.340	1.110 ~ 10.053

注:BAEP:脑干听觉诱发电位;DR:糖尿病视网膜病变;模型一:未调整任何混杂因素;模型二:调整HbA1c、DKD、DPN、LEAD;PL Ⅲ L:左侧Ⅲ波潜伏期;PL Ⅲ R:右侧Ⅲ波潜伏期;PL V L:左侧V波潜伏期;PL V R:右侧V波潜伏期;IPL I ~ V L:左侧I ~ V波间潜伏期;IPL I ~ V R:右侧I ~ V波间潜伏期

长度和突触数目的多少。IPL 表示脑干及周围相关组织的传导功能,由神经传导速度快慢所决定,很少受刺激强度和周围听器官病变的影响,稳定性极佳^[12]。

BAEP 是由 5 个来源清晰、定位准确的连续波段组成:I 波起源于听神经颅外段,代表听神经的动作电位;Ⅱ波起源于听神经颅内段和耳蜗神经核;Ⅲ波起源于上橄榄神经核,代表脑桥下段的电活动;IV 波代表了外侧丘系;V 波反映了中脑下丘中央核团的电活动^[12]。当供应脑干神经核团的血管病变时,脑干的听觉传导通路神经及周围的组织会出现缺血、水肿,有髓神经纤维的髓鞘会出现不同程度的压迫,以致于 BAEP 通路受阻,从而引起其波 PL 及 IPL 的异常。其中 I、Ⅲ、V 波最为稳定,通过检查 PL 及 IPL 是否延长,可判断其对应的神经节段是否发生病变。多项研究表明,在未出现中枢神经病变的临床症状时,即脑干受损轻微时,BAEP 检查即可检测出部分改变,通常早于影像学出现,可起到定位诊断的作用^[13]。

本研究发现,DR 患者与 NDR 患者比较从外周听神经到中脑下丘水平的整个脑干听觉通路均有神经传导速度减慢、突触传递时间延长,DR 患者该部位有弥漫性功能改变。

本研究结果显示,DR 组双耳 PL Ⅲ、PL V、IPL I ~ V 明显长于 NDR 组。而组间的 PL I 无显著差异,其主要受耳蜗功能及毛细胞影响较大,多代表患者的听力。PL I 延长提示患有感音性耳聋,受年龄影响较大。既往有研究报道老年人听力受损,其 PL I 较对照组显著延长^[14]。本研究纳入的人群平均年龄为 54 岁,相对较年轻,且研究排除了听力障碍的病人,两组间 PL I 无明显差异。此外,DR 组双侧 PL Ⅲ、PL V 和 IPL I ~ V 的延迟,提示脑干至

中脑水平的中枢传导延迟。机体高血糖状态可通过动脉弹性丧失、IV 型胶原积聚和透明化导致血管病变,而透明化又可导致视网膜和神经的破坏。神经病变及血管病变机制交叉,可能为 DR 患者 PL 延长的原因。也有研究表明,微循环障碍影响了内耳的供血与供氧,也影响了内耳淋巴液的正常循环,引起耳蜗功能的下降^[15],DR 患者往往伴随着微循环障碍,可能成为脑干听觉通路受损的原因之一。本研究结果提示从上橄榄核到外侧丘系核、下丘等脑干听通路均出现神经传导速度的改变,中枢神经传导减慢,T2DM 合并 DR 的患者应注意脑干听觉通路异常。

本研究首次探讨了 T2DM 视网膜病变患者脑干听觉诱发电位各指标的改变,研究发现,T2DM 视网膜病变患者在 PL Ⅲ、PL V 及 IPL I ~ V 可有延长,结果示脑干听觉通路异常与 DR 严重程度的相关性,并为探讨二者可能的共同机制提供了理论依据,因此,建议 T2DM 合并 DR 的患者早期行 BAEP 检查,有助于脑干听觉通路异常的早期诊断。

本研究患者数有限,且大部分处于我国东北部,仅能代表当地人群的特点。BAEP 是单一测量指标,添加多普勒超声、磁共振等多种检查手段可能会得到更全面的结论。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9 edition [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2019, 157: 107843. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.107843.

(下转第 311 页)

清 hsa-miR29a-3p 等 miRNA 表达下调,后者可能介导了利拉鲁肽对患者心肌的保护作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 负菊平,裴雨晴,谷清.老年 2 型糖尿病患者用药特点分析[J].中国临床药理学杂志,2021,37(3):315-317. DOI:10.13699/j.cnki.1001-6821.2021.03.027.
 - [2] Dalsgaard NB, Gashbjerg LS, Hansen LS, et al. The role of GLP-1 in the postprandial effects of acarbose in type 2 diabetes[J]. Eur J Endocrinol, 2021, 184(3):383-394. DOI:10.1530/EJE-20-1121.
 - [3] 高妍.利拉鲁肽对心血管系统的保护作用[J].中华内分泌代谢杂志,2013,29(10):917-920. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6699.2013.10.024.
 - [4] Marso SP, Daniels GH, Brown-Frandsen K, et al. Liraglutide and cardiovascular outcomes in type 2 diabetes[J]. N Engl J Med, 2016, 375(4):311-322. DOI:10.1056/NEJMoa1603827.
 - [5] Bielska A, Niemira M, Kretowski A. Recent highlights of research on miRNAs as early potential biomarkers for cardiovascular complications of type 2 diabetes mellitus[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(6):3153. DOI:10.3390/ijms22063153.
 - [6] Prattichizzo F, Maccacchione G, Giuliani A, et al. Extracellular vesicle-shuttled miRNAs: a critical appraisal of their potential as nano-diagnostics and nano-therapeutics in type 2 diabetes mellitus and its cardiovascular complications[J]. Theranostics, 2021, 11(3):1031-1045. DOI:10.7150/thno.51605.
 - [7] 中华医学会糖尿病学分会.中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J].中华糖尿病杂志,2021,13(4):315-409. DOI:10.3760/cma.j.cn115791-20210221-00095.
 - [8] 唐鑫汇,李莉.糖尿病患者胰岛素注射及血糖监测恐惧的研究进展[J].中华护理杂志,2020,55(6):952-956. DOI:10.3761/j.issn.0254-1769.2020.06.031.
 - [9] Tamborlane WV, Barrientos-Pérez M, Fainberg U, et al. Liraglutide in children and adolescents with type 2 diabetes[J]. N Engl J Med, 2019, 381(7):637-646. DOI:10.1056/NEJMoa1903822.
 - [10] Zhang J, Xu H, Gong L, et al. MicroRNA-132 protects H9c2 cells against oxygen and glucose deprivation-evoked injury by targeting FOXO3A[J]. J Cell Physiol, 2020, 235(1):176-184. DOI:10.1002/jcp.28956.
 - [11] Li Q, Kim YR, Vikram A, et al. P66Shc-induced MicroRNA-34a causes diabetic endothelial dysfunction by downregulating sirtuin1[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2016, 36(12):2394-2403. DOI:10.1161/ATVBAHA.116.308321.
 - [12] 段卡丹,张守彦,李松森,等. MAPK 信号通路在转化生长因子 $\beta 1$ 诱导心肌成纤维细胞趋化运动中的作用[J].中国动脉硬化杂志,2020,28(11):966-971. DOI:10.3969/j.issn.1007-3949.2020.11.009.
 - [13] 张冠军,张巍,王开成,等.厄贝沙坦对糖尿病大鼠心肌纤维化中基质金属蛋白酶通路及相关因子的影响[J].中国糖尿病杂志,2017,25(12):1124-1128. DOI:10.3969/j.issn.1006-6187.2017.12.014.
 - [14] 郑晓茂,茹琴,陈琳.晚期糖基化终产物对糖尿病及其并发症的影响和干预的研究进展[J].重庆医学,2019,48(13):2292-2296. DOI:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.13.033.
- (收稿日期:2022-02-18)
-
- (上接第 306 页)
- [2] Teo ZL, Tham YC, Yu M, et al. Global prevalence of diabetic retinopathy and projection of burden through 2045: systematic review and meta-analysis[J]. Ophthalmology, 2021, 128(11):1580-1591. DOI:10.1016/j.ophtha.2021.04.027.
 - [3] Çeçen İ, Karadağ AS, Tombul T, et al. Evaluation of brainstem auditory evoked potentials and their relationship with levels of thyroid autoantibodies in patients with vitiligo[J]. Turk J Med Sci, 2016, 46(4):953-959. DOI:10.3906/sag-1501-97.
 - [4] Donald MW, Bird CE, Lawson JS, et al. Delayed auditory brainstem responses in diabetes mellitus[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1981, 44(7):641-644. DOI:10.1136/jnnp.44.7.641.
 - [5] Cho WK, Kang WS, Lee JB, et al. Interpreting auditory brainstem evoked responses and distortion product otoacoustic emissions in diabetic patients with normal hearing[J]. Auris Nasus Larynx, 2021, 48(2):227-234. DOI:10.1016/j.anl.2020.08.022.
 - [6] Huang CR, Lu CH, Chang HW, et al. Brainstem auditory evoked potentials study in patients with diabetes mellitus[J]. Acta Neurol Taiwan, 2010, 19(1):33-40.
 - [7] 中华医学会糖尿病学分会.中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J].中国实用内科杂志,2018,38(4):292-344. DOI:10.19538/j.nk2018040108.
 - [8] Mahe G, Pollak AW, Liedl DA, et al. Discordant diagnosis of lower extremity peripheral artery disease using American Heart Association postexercise guidelines[J]. Medicine (Baltimore), 2015, 94(31):e1277. DOI:10.1097/MD.0000000000001277.
 - [9] 《中国高血压防治指南》修订委员会.中国高血压防治指南 2018 年修订版[J].心脑血管病防治,2019,19(1):1-44. DOI:10.3969/j.issn.1009-816X.2019.01.001.
 - [10] 潘映辐.临床诱发电位学[M].北京:北京人民卫生出版社,2000:350-365.
 - [11] Uccioli L, Giacomini PG, Pasqualetti P, et al. Contribution of central neuropathy to postural instability in IDDM patients with peripheral neuropathy[J]. Diabetes Care, 1997, 20(6):929-934. DOI:10.2337/diacare.20.6.929.
 - [12] 谭郁玲.临床脑电图与脑电地形图学[M].北京:人民卫生出版社,1999:282-230.
 - [13] Kröncke KD, Kolb-Bachofen V, Berschick B, et al. Activated macrophages kill pancreatic syngeneic islet cells via arginine-dependent nitric oxide generation[J]. Biochem Biophys Res Commun, 1991, 175(3):752-758. DOI:10.1016/0006-291x(91)91630-u.
 - [14] Kovacic J, Lajtman Z, Ozegović I, et al. Investigation of auditory brainstem function in elderly diabetic patients with presbycusis[J]. Int Tinnitus J, 2009, 15(1):79-82.
 - [15] 马桂轩,孙海波,冷辉,等.耳蜗微循环障碍研究进展[J].中医耳鼻喉科学研究,2011,10(1):17-18.
- (收稿日期:2021-03-30)