

· 论 著 ·

神经 F 波传导速度联合空腹 C 肽检测对糖尿病周围神经病变的早期诊断价值

尤如芹, 徐竞, 李美英

马鞍山市人民医院神经内科, 安徽 马鞍山 243000

摘要: **目的** 分析在 2 型糖尿病(T2DM)患者中神经 F 波传导速度与空腹 C 肽(FC-P)水平联合检测对糖尿病周围神经病变(DPN)的诊断价值。**方法** 选择 2020 年 9 月至 2022 年 6 月在马鞍山市人民医院就诊的 30 例 T2DM 合并 DPN 患者为观察组,30 例 T2DM 未合并 DPN 患者为对照组,另募集同期健康志愿者 30 例作为空白组。比较 3 组血清 FC-P、餐后 2 h C 肽(PC-P)、空腹血糖(FBG)、餐后 2 h 血糖(PBG)以及糖化血红蛋白(HbA1c)水平。比较 3 组神经传导速度[包括运动神经传导速度(SCV)和感觉神经传导速度(MCV)]、F 波速度。采用二元 logistic 回归分析 T2DM 患者发生 DPN 的危险因素。应用受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标对 DPN 发生的预测价值。**结果** 观察组血清 FC-P、PC-P 水平均低于对照组和空白组,FBG、PBG、HbA1c 水平均高于对照组和空白组($P<0.05$);对照组血清 FC-P、PC-P 水平均低于空白组,FBG、PBG、HbA1c 水平均高于空白组($P<0.05$)。观察组 SCV、MCV 及 F 波速度均最慢,对照组次之,空白组最快($P<0.05$)。二元 logistic 回归分析显示,正中神经 F 波传导速度慢、FC-P 水平低是糖尿病患者发生 DPN 的危险因素。正中神经 F 波传导速度(切点为 48.05 m/s)联合 FC-P(切点为 1.61 pmol/L)时对早期诊断糖尿病患者发生 DPN 的 ROC 曲线下面积为 0.819,敏感度为 82.60%,特异度为 88.40%。**结论** 神经 F 波传导速度与 FC-P 水平联合检测能提高对 T2DM 患者发生 DPN 的预测价值,可用于早期 DPN 患者的诊断。

关键词: F 波; 神经传导速度; C 肽; 2 型糖尿病; 糖尿病周围神经病变; 运动神经; 感觉神经; 正中神经
中图分类号: R587.2 R747.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2023)12-1821-05

Value of nerve F-wave conduction velocity combined with fasting C-peptide detection in early diagnosis of diabetic peripheral neuropathy

YOU Ruqin, XU Jing, LI Meiyang

*Department of Neurology, Ma'anshan People's Hospital, Ma'anshan, Anhui 243000, China**Corresponding author: LI Meiyang, E-mail: limeiyang2010@yeah.net*

Abstract: **Objective** To analyze the diagnostic value of combined detection of nerve F-wave conduction velocity(CV) and fasting C-peptide (FC-P) level in evaluating diabetic peripheral neuropathy (DPN) in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** A total of 30 T2DM patients with DPN who were treated at Ma'anshan People's Hospital from September 2020 to June 2022 were selected as the observation group, 30 T2DM patients without DPN were selected as the control group, and 30 healthy volunteers from the same period were recruited as the blank group. The levels of FC-P, 2 h postprandial C peptide (PC-P), fasting blood glucose (FBG), 2 h postprandial blood glucose (PBG) and glycosylated hemoglobin (HbA1c) were compared among the three groups. Nerve conduction velocity (including sensory CV, motor CV) and F-wave CV were compared among the three groups. Binary logistic regression was used to analyze the risk factors of DPN in T2DM patients. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of various indicators for the occurrence of DPN. **Results** Compared with control group and blank group, the serum levels of FC-P and PC-P were lower, and the levels of FBG, PBG and HbA1c were higher in the observation group ($P<$

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.12.011

基金项目: 皖南医学院教学医院科研专项项目(JXYY20200)

通信作者: 李美英, E-mail: limeiyang2010@yeah.net

出版日期: 2023-12-20

0.05)。The serum levels of FC-P and PC-P in the control group were lower than those in the blank group, and the levels of FBG, PBG and HbA1c in the control group were higher than those in the blank group ($P<0.05$)。Sensory CV, motor CV and F-wave CV were the slowest in the observation group, followed by the control group, and the fastest in the blank group ($P<0.05$)。Binary logistic regression analysis showed that slow F-wave CV of median nerve and low FC-P level were the risk factors for DPN in diabetic patients. When median nerve F-wave CV (cut-off point was 48.05 m/s) combined with FC-P (cut-off point was 1.61 pmol/L), the area under ROC of DPN in patients with early diagnosis of diabetes was 0.819, the sensitivity was 82.60% and the specificity was 88.40%。Conclusion The combined detection of nerve F-wave CV and FC-P level can improve the predictive value of DPN in T2DM patients, and can be used for the diagnosis of early DPN patients.

Keywords: F-wave; Nerve conduction velocity; C-peptide; Type 2 diabetes mellitus; Diabetic peripheral neuropathy; Motor nerve; Sensory nerve; Median nerve

Fund program: Research Special Project of Teaching Hospital of Wannan Medical College (JXYY20200)

由于我国糖尿病患病率保持高位,糖尿病周围神经病变(diabetic peripheral neuropathy, DPN)作为糖尿病常见的并发症也逐年增加,统计显示其发病率高达50%^[1]。多数DPN的临床症状不明显,往往出现症状时多已发生神经损伤,且病理损害较为严重,临床治疗疗效不明显,预后较差^[2]。因此临床治疗原则是早期诊断,在神经损伤早期给予及时正确的干预措施^[3]。目前诊断DPN主要是依据神经电生理检查,但由于检查指标较为繁杂,且诊断敏感性和特异性较差^[4]。空腹C肽(fasting C-peptide, FC-P)水平测定可用于评价胰岛 β 细胞的储备和分泌功能,临床上通过血清C肽水平变化来进行糖尿病的诊断^[5]。同时血清C肽水平可真实反映患者实际胰岛素水平,临床上常根据血清C肽水平的变化情况来调整糖尿病患者的胰岛素用量^[6]。本研究选择其中较为敏感准确的神经F波传导速度^[7],同时联合与血糖控制相关的FC-P血清指标,对糖尿病患者进行分析,以了解此检测方案早期诊断DPN的临床价值,以期为早期筛查糖尿病DPN高危患者提供新的诊断指标。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2020年9月至2022年6月在马鞍山市人民医院就诊的30例2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)合并DPN患者为观察组,30例T2DM未合并DPN患者为对照组,另募集同期健康志愿者30例作为空白组。(1) T2DM患者纳入标准:①均符合中国T2DM防治指南^[8]中有关T2DM的诊断标准;②DPN诊断依据神经肌电图参数,即双下肢肌电生理检查异常,感觉神经传导速度(sensory nerve conduction velocity, SCV)及(或)运动神经传导速度(motor nerve conduction velocity, MCV)减慢、潜伏期延长, H反射延长或消失;③T2DM发病诊断时间在5

年以内;④临床无肢体麻木、烧灼感、针刺感、痛觉过敏等周围神经损害症状。(2) T2DM患者排除标准:①急性脑出血、急性脑梗死、中枢神经系统感染等后遗症者;②药物及中毒、感染、酒精依赖、营养代谢、外伤或机械压迫等病因明确的周围神经损害患者;③单一周围神经损伤者;④由颈、腰椎严重病变所致的周围神经损伤者;⑤曾行心脏起搏器植入术、不能行肌电图检测者;⑥严重心肺疾病及不能配合肌电图检查的患者。(3)健康志愿者纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁,且有完全自主行为能力者;②既往没有诊断T2DM;③生活方式健康;④患者及其家属同意配合并签署知情同意书。(4)健康志愿者排除标准:①排除标准同T2DM患者;②入组前均需完善血糖,包括空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)及餐后2h血糖(postprandial blood glucose, PBG)、糖化血红蛋白(hemoglobin A1c, HbA1c),隐匿糖尿病需排除。所有研究对象及家属均知晓本研究内容与目的,同意配合并签署知情同意书。本研究通过马鞍山市人民医院医学伦理委员会审批[审批号:2020(003)第003号]。3组研究对象的年龄、性别、身体质量指数(body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史、脑血管病家族史、高血压病史等一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

1.2 血清生化指标 在纳入研究第2日清晨空腹抽取肘静脉血3~5 mL,置于高速离心机中以2 000 r/min

表1 3组一般临床资料比较 ($n=30$)

Tab. 1 Comparison of general data in each group ($n=30$)

组别	年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	性别 (男/女,例)	BMI (kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)	吸烟史 (例)	脑血管病家 族史(例)	高血压病 史(例)
空白组	59.63 \pm 9.72	15/15	23.57 \pm 2.03	11	8	14
对照组	66.47 \pm 9.64	17/13	25.22 \pm 2.28	12	10	15
观察组	60.40 \pm 9.55	18/12	25.05 \pm 2.04	14	7	16
F/χ^2 值	4.063	0.630	5.508	0.643	0.775	0.267
P 值	0.021	0.730	0.106	0.725	0.679	0.875

转速离心 10~15 min 后,收集分离样本待检。采用全自动生化检测仪检测 FC-P、餐后 2 h C 肽 (postprandial C-peptide, PC-P)、FBG、PBG 以及 HbA1c 水平。

1.3 神经电生理检查 3 组研究对象入院后均采用神经肌电图仪 (日本光电肌电图仪,型号 MEB-9404C) 进行检查,在检查过程中保持安静,将室内温度控制在 18~25 °C,并且将患者的皮肤温度控制在 28~30 °C。远端神经传导功能检测:(1) 检测正中神经、尺神经、胫神经、腓总神经的运动传导指标,包括运动神经潜伏期、动作电位波幅、MCV,记录并整理数据;(2) 检测正中神经、尺神经、胫神经、腓肠神经的感觉传导指标,包括感觉神经动作电位波幅、潜伏期和 SCV,记录并整理数据;(3) F 波测定:刺激点分别为正中神经腕部及胫神经内踝处,分别在拇短展肌和拇展肌,记录并整理数据。

1.4 观察指标 (1) 比较 3 组 FC-P、PC-P、FBG、PBG 以及 HbA1c 水平;(2) 比较 3 组 MCV (正中神经、尺神经、胫神经、腓总神经传导速度)、SCV (正中神经、尺神经、胫神经、腓肠神经传导速度) 及 F 波传导速度 (正中神经、胫神经传导速度);(3) 分析糖尿病患者发生 DPN 的危险因素;(4) 分析指标对糖尿病患者 DPN 发生的预测价值。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 21.0 软件处理数据。符合正态分布和方差齐性的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较采用单因素方差分析,两组间比较采用 SNK-*q* 检验。计数资料采用例 (%) 表示,予以 χ^2 检验。应用二元 logistic 回归分析评估 DPN 的危险因素。应用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线判断神经 F 波传导速度与血清 FC-P 水平对 DPN 的诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组血清生化指标比较 观察组血清 FC-P、PC-P 水平均低于对照组和空白组,FBG、PBG、HbA1c 水平

均高于对照组和空白组 ($P < 0.05$);对照组血清 FC-P、PC-P 水平均低于空白组,FBG、PBG、HbA1c 水平均高于空白组 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 3 组神经电生理指标比较 观察组 MCV (正中神经、尺神经、胫神经、腓总神经传导速度)、SCV (正中神经、尺神经、胫神经、腓肠神经传导速度) 及 F 波传导速度 (正中神经、胫神经传导速度) 均低于空白组和对照组,对照组低于空白组 ($P < 0.05$)。见表 3、表 4。

2.3 T2DM 患者 DPN 发生的 logistic 回归分析 以 T2DM 患者是否发生 DPN 为因变量 (发生 DPN = 1, 未发生 DPN = 0),以 FC-P、PC-P、HbA1c 以及神经电生理检查主要指标 (正中神经、胫神经) 为自变量,均为连续变量,进行二元 logistic 回归分析。结果显示,FC-P 水平低、正中神经 F 波速度慢是 T2DM 患者 DPN 发生的危险因素 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 2 3 组血清生化指标的比较 ($n = 30, \bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of serum biochemical indexes in three groups ($n = 30, \bar{x} \pm s$)

组别	FC-P (pmol/L)	PC-P (pmol/L)	FBG (mmol/L)	PBG (mmol/L)	HbA1c (%)
空白组	2.12±0.31	4.66±0.87	4.91±0.56	6.70±0.81	5.51±0.25
对照组	1.71±0.18 ^a	4.55±0.90 ^a	6.56±1.64 ^a	9.66±2.36 ^a	6.30±0.67 ^a
观察组	1.54±0.31 ^{ab}	4.03±0.65 ^{ab}	7.97±1.92 ^{ab}	12.30±3.56 ^{ab}	9.43±2.12 ^{ab}
F 值	35.747	5.101	31.810	37.302	77.160
P 值	<0.001	0.008	<0.001	<0.001	<0.001

注:与空白组比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$ 。

表 3 3 组 F 波传导速度的比较 ($n = 30, m/s, \bar{x} \pm s$)

Tab. 3 Comparison of F-wave conduction velocity in three groups ($n = 30, m/s, \bar{x} \pm s$)

组别	正中神经	胫神经
空白组	58.43±3.88	55.69±3.01
对照组	51.62±4.40 ^a	52.01±3.71 ^a
观察组	44.50±2.37 ^{ab}	41.72±2.43 ^{ab}
F 值	109.255	164.658
P 值	<0.001	<0.001

注:与空白组比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$ 。

表 4 3 组 MCV 及 SCV 比较 ($n = 30, m/s, \bar{x} \pm s$)

Tab. 4 Comparison of MCV and SCV in three groups ($n = 30, m/s, \bar{x} \pm s$)

组别	MCV				SCV			
	正中神经	尺神经	胫神经	腓总神经	正中神经	尺神经	胫神经	腓肠神经
空白组	59.84±5.47	62.00±3.95	46.37±2.39	61.45±4.88	59.51±7.03	61.78±8.24	44.69±8.22	60.78±9.06
对照组	59.35±8.77 ^a	58.60±8.18 ^a	42.78±4.76 ^a	55.57±6.64 ^a	58.17±8.67 ^a	57.81±6.63 ^a	40.35±4.53 ^a	54.98±11.01 ^a
观察组	44.00±6.62 ^{ab}	46.85±4.16 ^{ab}	34.07±2.76 ^{ab}	42.52±7.13 ^{ab}	39.82±11.43 ^{ab}	44.67±9.68 ^{ab}	29.09±4.24 ^{ab}	39.16±9.42 ^{ab}
F 值	48.479	56.981	99.919	71.092	42.703	35.134	55.005	38.582
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:与空白组比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$ 。

2.4 正中神经 F 波速度、FC-P 对 T2DM 患者 DPN 发生的预测价值 正中神经 F 波速度与 FC-P 两者联合预测 T2DM 患者发生 DPN 的 AUC 为 0.819, 敏感度为 82.60%, 特异度为 88.40%, 均高于单一指标预测。见表 6、图 1。

表 5 T2DM 患者合并 DPN 发生的 logistic 回归分析
Tab. 5 Logistic regression analysis of DPN occurrence in T2DM patients

检测指标	β 值	SE	Wald χ^2	OR 值	P 值	95% CI
FC-P	1.069	0.462	5.356	2.913	0.029	1.178~7.204
PC-P	0.439	0.283	2.405	1.551	0.089	0.891~2.701
HbA1c	0.216	0.131	2.717	1.241	0.071	0.960~1.604
正中神经 MCV	0.145	0.114	1.617	1.156	0.115	0.925~1.445
胫神经 MCV	0.184	0.134	1.885	1.202	0.097	0.924~1.563
正中神经 SCV	0.744	0.394	3.569	2.105	0.058	0.972~4.557
胫神经 SCV	0.884	0.512	2.982	2.421	0.066	0.888~6.604
正中神经 F 波速度	1.060	0.424	6.253	2.887	0.026	1.258~6.628
胫神经 F 波速度	0.709	0.438	2.617	2.031	0.077	0.861~4.792

表 6 FC-P 与正中神经 F 波速度对 T2DM 患者 DPN 发生的预测价值

Tab. 6 The predictive value of FC-P and median nerve F-wave conduction velocity on DPN occurrence in T2DM patients

指标	AUC	SE 值	P 值	95% CI	临界值	敏感度 (%)	特异度 (%)
正中神经 F 波速度	0.716	0.026	0.016	2.295~3.512	48.05 m/s	75.50	72.87
FC-P	0.725	0.065	0.025	2.462~3.423	1.61 pmol/L	79.89	75.31
联合指标	0.819	0.048	0.037	2.463~3.598		82.60	88.40

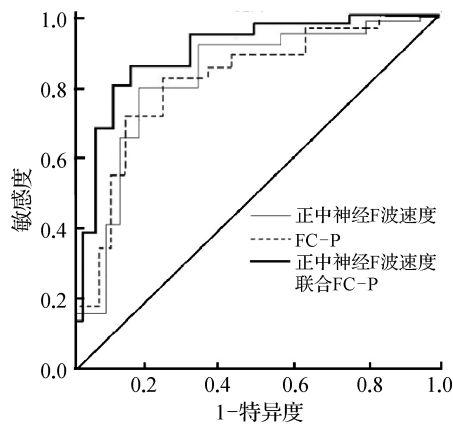


图 1 正中神经 F 波速度与 FC-P 预测糖尿病患者 DPN 发生的 ROC 曲线

Fig. 1 ROC curve of median nerve F-wave velocity and FC-P predicting DPN occurrence in diabetic patients

3 讨论

DPN 临床表现多样化, 病理改变以轴突变性和局灶性脱髓鞘病变为主, 出现相应临床症状时, 往往病理上已出现不可逆损伤, 但在神经损伤早期给予及时正确的干预措施是相对可逆的^[9-10]。DPN 如不及

时诊断和治疗, 往往会导致足部溃疡、坏疽, 甚至截肢, 是 T2DM 患者致死、致残的重要原因, 起病特点具有隐匿性、不易察觉性^[11]。因此迫切需提高早期 DPN 的诊断率, 并给予及时规范正规的治疗, 可阻碍疾病进展, 提高患者生活质量^[12]。神经电生理检查能发现常规神经系统体格检查不能发现的潜在 DPN 患者, 既往相关研究表明, 神经传导速度是目前临床诊断 DPN 的金标准^[13-14]。黄愨等^[15]通过研究中国广东省 70 例 DPN 患者肌电图检测数据发现, 单一神经传导速度检测对于 DPN 的诊断有一定局限性: MCV 和 SCV 异常虽然提示周围神经有脱髓鞘改变, 但往往已是晚期不可逆性神经损伤。龚梦茜等^[16]研究结果亦表明, 单一神经传导速度对于糖尿病 DPN 的早期诊断往往特异性较差, 准确度不高, 因此临床探索新的敏感性和特异度均较高的指标来早期诊断。本研究结果显示, 合并 DPN 的糖尿病患者的 SCV、MCV 均最慢, 未合并 DPN 的糖尿病患者的 SCV、MCV 次之, 健康者最快, 说明合并 DPN 的糖尿病患者早期即出现神经病变。

F 波是远端的运动纤维接受超强刺激后, 神经冲动逆行沿近端运动纤维传导, 兴奋脊髓前角后返回的电位, 它是对传统神经传导速度的一种有益补充, 适合于脱髓鞘病变, 它主要反映运动神经近端的功能, 通常的检查指标为传导速度^[17-18]。轻度神经病变往往均匀累及神经纤维, 由于 F 波是反映神经全长的传导信息, 其在检测早期 DPN 时有一定的优势^[19]。本研究发现, 观察组 F 波传导速度最慢, 对照组次之, 空白组最快, 说明合并 DPN 的糖尿病患者早期即出现 F 波传导速度减慢。C 肽是胰岛 β 细胞分泌的产物, 与胰岛素具有共同的前体。国外临床研究表明, 血清 C 肽水平与 DPN 相关, 提示胰岛功能与 DPN 的发生有关系^[20]。本研究中, 观察组血清 FC-P、PC-P 水平均低于对照组和空白组, FBG、PBG、HbA1c 水平均高于对照组和空白组, 对照组血清 FC-P、PC-P 水平均低于空白组, FBG、PBG、HbA1c 水平均高于空白组, 差异有统计学意义。

本研究以正中神经为上肢神经代表, 以胫神经为下肢神经代表, 进一步通过二元 logistic 回归分析证实, 正中神经 F 波传导速度慢和 FC-P 水平低均是糖尿病患者发生 DPN 的危险因素。正中神经 F 波传导速度联合血清 FC-P 诊断糖尿病患者发生 DPN 的 AUC、敏感度、特异度均高于两者单独检测, 因此推荐在临床上联合应用对糖尿病患者发生 DPN 进行早期诊断。

综上所述,联合检测正中神经 F 波传导速度与 FC-P 水平能简便、准确的预测糖尿病患者发生 DPN 的可能性,比单一指标更准确。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Liu YP, Shao SJ, Guo HD. Schwann cells apoptosis is induced by high glucose in diabetic peripheral neuropathy[J]. Life Sci, 2020, 248: 117459.
- [2] American Diabetes Association. 11. Microvascular complications and foot care: Standards of medical care in diabetes-2021[J]. Diabetes Care, 2021, 44(Suppl 1): S151-S167.
- [3] Jung J, Kim MG, Kang YJ, et al. Vibration perception threshold and related factors for balance assessment in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(11): 6046.
- [4] Selvarajah D, Kar D, Khunti K, et al. Diabetic peripheral neuropathy: advances in diagnosis and strategies for screening and early intervention[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2019, 7(12): 938-948.
- [5] 潘红玲.血清 C 肽配合糖化血红蛋白水平检测用于糖尿病诊断的价值分析[J].糖尿病新世界,2022,25(15):50-53.
Pan HL. Value analysis of serum C-peptide combined with glycosylated hemoglobin level in the diagnosis of diabetes[J]. Diabetes N World, 2022, 25(15): 50-53.
- [6] Maddaloni E, Bolli GB, Frier BM, et al. C-peptide determination in the diagnosis of type of diabetes and its management: a clinical perspective[J]. Diabetes Obes Metab, 2022, 24(10): 1912-1926.
- [7] 戴月,杨林丽,蒋瑞,等.F 波最小潜伏期对糖尿病周围神经病的早期诊断价值[J].中国康复理论与实践,2019,25(8):962-965.
Dai Y, Yang LL, Jiang R, et al. Early diagnosis value of F-wave minimum latency for diabetic peripheral neuropathy[J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2019, 25(8): 962-965.
- [8] 中华医学会糖尿病学分会神经并发症学组.糖尿病神经病变诊治专家共识(2021年版)[J].中华糖尿病杂志,2021,13(6):540-557.
Neurological Complications Group of the Chinese Medical Association Diabetes Section. Expert consensus on diagnosis and treatment of diabetic neuropathy (2021 edition)[J]. Chin J Diabetes, 2021, 13(6): 540-557.
- [9] 赵阳,文珂,沈全明.2 型糖尿病周围神经病变高频超声声像图特征与神经电生理参数的相关性[J].临床与病理杂志,2021,41(12):2923-2929.
Zhao Y, Wen K, Shen QM. Correlation between characteristics of high-frequency ultrasound features and neuroelectrophysiological parameters of type 2 diabetic peripheral neuropathy[J]. J Clin Pathol Res, 2021, 41(12): 2923-2929.
- [10] Jeyam A, McGurnaghan SJ, Blackburn LAK, et al. Diabetic neuropathy is a substantial burden in people with type 1 diabetes and is strongly associated with socioeconomic disadvantage: a population-representative study from Scotland [J]. Diabetes Care, 2020, 43(4): 734-742.
- [11] 邹钜霞,李露冰,方语嫣,等.糖尿病周围神经病变机制及 α -硫辛酸治疗作用的研究进展[J].中国老年学杂志,2023,43(8):2029-2036.
Wu TX, Li LB, Fang YY, et al. Research progress on the mechanism of diabetic peripheral neuropathy and the therapeutic effect of α -lipoic acid[J]. Chin J Gerontol, 2023, 43(8): 2029-2036.
- [12] 范亚华.2 型糖尿病合并周围神经病变患者临床特点与神经电生理检测结果的相关性分析[J].糖尿病新世界,2022,25(23):31-34.
Fan YH. Correlation analysis of clinical characteristics and neurophysiological test results in patients with type 2 diabetes mellitus combined with peripheral neuropathy [J]. Diabetes New World, 2022, 25(23): 31-34.
- [13] Mendoza-Romo M \acute{A} , Ortiz-Martinez AY, Fabela-Mendoza K, et al. Clinical and electromyographic findings in patients with diabetic polyneuropathy[J]. Rev Med Del Instituto Mexicano Del Seguro Soc, 2021, 59(3): 224-232.
- [14] Khramilin VN, Zavyalov AN, Demidova IY. Diagnosis and treatment of the early stages of diabetic polyneuropathy[J]. Medical Council, 2020(7): 56-65.
- [15] 黄愨,苻晓慧,劳传梅,等.探讨神经肌电图在糖尿病周围神经病变诊断中的应用[J].微量元素与健康研究,2021,38(3):88-89.
Huang M, Fu XH, Lao CM, et al. Exploring the use of neuromyography in the diagnosis of diabetic peripheral neuropathy[J]. Stud Trace Elem Health, 2021, 38(3): 88-89.
- [16] 龚梦茜,王志,赵良兵,等.神经传导及 F 波测定对亚临床糖尿病周围神经病变的应用价值研究[J].系统医学,2022,7(24):127-130.
Gong MQ, Wang Z, Zhao LB, et al. Study on the value of nerve conduction and F-wave measurement in subclinical diabetic peripheral neuropathy[J]. Syst Med, 2022, 7(24): 127-130.
- [17] 林华雪.肌电图测定标准化 F 波对糖尿病周围神经病变的诊断价值[J].医疗装备,2023,36(5):99-101.
Lin HX. Diagnostic value of standardized F wave measured by electromyography in diabetic peripheral neuropathy [J]. Med Equip, 2023, 36(5): 99-101.
- [18] 李正丰,程淑娟,田晓琴.神经肌电图在糖尿病早期周围神经病变诊断中的应用研究[J].世界复合医学,2022,8(12):100-103.
Li ZF, Cheng SJ, Tian XQ. Study on the application of electromyography of nerves in the diagnosis of early diabetic peripheral neuropathy[J]. World J Complex Med, 2022, 8(12): 100-103.
- [19] 孟庆冕,王洪新.神经电生理技术诊断糖尿病前期周围神经病变的研究进展[J].中国现代医学杂志,2021,31(19):70-75.
Meng QM, Wang HX. Research progress of neuroelectrophysiological techniques in diagnosis of prediabetes [J]. China J Mod Med, 2021, 31(19): 70-75.
- [20] Potaliya U, Tak S, Goyal M. Association of C-peptide level with peripheral neuropathy in type 2 diabetes: An observational cross-sectional preliminary study[J]. Diabetes Metab Syndr, 2023, 17(2): 102725.

收稿日期: 2023-06-15 修回日期: 2023-07-10 编辑: 王宇