

神经生长因子治疗糖尿病视网膜病变初探

黄辰晔, 杨 柳

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (No. 81179837)

作者单位: (100034) 中国北京市, 北京大学第一医院眼科视觉损伤与修复教育部重点实验室

作者简介: 黄辰晔, 博士, 住院医师。

通讯作者: 杨柳, 博士, 美国哈佛医学院博士后, 教授, 主任医师, 眼科主任, 研究方向: 视神经再生、视网膜神经损害和保护、葡萄膜病。YL6565@yahoo.com

收稿日期: 2012-04-26 修回日期: 2012-08-10

Investigation of nerve growth factor in treatment of diabetic retinopathy

Chen-ye Huang, Liu Yang

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 81179837)

Department of Ophthalmology, Peking University First Hospital, Key Laboratory of Vision Loss and Restoration, Beijing 100034, China

Correspondence to: Liu Yang. Department of Ophthalmology, Peking University First Hospital, Key Laboratory of Vision Loss and Restoration, Beijing 100034, China. YL6565@yahoo.com

Received: 2012-04-26 Accepted: 2012-08-10

Abstract

• **AIM:** To evaluate the effectiveness and safety of nerve growth factor for the treatment of diabetic retinopathy (DR).

• **METHODS:** Patients diagnosed with DR at Peking University First Hospital from June 2010 to September 2010 were enrolled to receive nerve growth factor treatment. The nerve growth factor 30 μ g per day was injected by intramuscular for 21 days. LogMAR vision, mean defect and electrophysiological parameters including electroretinogram (EGR) and pattern visual evoked potential (P-VEP) were examined and compared before and after the treatment. Blood routine examination, urine routine, blood - fasting sugar, liver function, renal function before and after the treatment as well as other adverse events related to the treatment were also examined to evaluate the safety of the treatment.

• **RESULTS:** Twenty - four consecutive patients were enrolled to receive nerve growth factor treatment. There were 13 males (25 eyes) and 11 females (22 eyes), with an average age of 60.4 years. The average LogMAR vision were 0.32 \pm 0.31 and 0.28 \pm 0.35 ($P=0.31$) respectively before and after the treatment. Mean defect before and after the treatment were -13.11 \pm 7.57dB and -11.82 \pm 7.14dB. Dark flash electroretinogram (FERG) a wave after the treatment demonstrated shorter incubation period and increased amplitude than that before treatment although

there was no statistical significance. The incubation period and amplitude of P100 wave were not improved after the treatment. Liver and renal function impairments were not noted and the main adverse event was pain and hard node at the site of injection, with an incidence of 59%.

• **CONCLUSION:** Nerve growth factor shows marginal success in therapy of nerve degeneration of DR, but further study should be conducted to expand the sample size.

• **KEYWORDS:** diabetic retinopathy; nerve degeneration; nerve growth factor

Citation: Huang CY, Yang L. Investigation of nerve growth factor in treatment of diabetic retinopathy. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2012;12(9):1654-1658

摘要

目的: 评价神经生长因子治疗糖尿病视网膜病变神经损害的安全性和有效性。

方法: 纳入 2010-06/09 间来北京大学第一医院眼科就诊的各期糖尿病视网膜病变有神经损害患者 24 例 47 眼, 其中男 13 例 25 眼, 女 11 例 22 眼, 平均年龄 60.38 \pm 11.95 岁。肌肉注射神经生长因子 30 μ g qd, 连续注射 3wk。记录治疗前后的矫正后 logMAR 视力、非接触眼压, 眼前节及眼底情况, 行动态视野、图形视觉诱发电位 (pattern visual evoked potential, P-VEP) 结果、闪光视网膜电图 (flash electroretinogram, FERG) 结果以评价治疗效果。通过对比治疗前后血常规、空腹血糖、尿常规、肝肾功能检查结果并记录用药期间不良事件来评价治疗的安全性。

结果: 用药前 logMAR 视力均值为 0.32 \pm 0.31, 用药后 logMAR 视力减小到均值为 0.28 \pm 0.35, $P=0.31$; 用药后视力较用药前有改善趋势, 但无统计学差异。用药前视野平均缺损 (MD) 值为 -13.11 \pm 7.57dB, 用药后视野平均缺损 (MD) 值减少为 -11.82 \pm 7.14, 但差别无统计学差异。在电生理的各项指标中, 用药后暗适应 FERG (视杆细胞反应) a 波比用药前潜伏期减少, 振幅增加, 但无显著统计学差异。P-VEP 检测中 P100 潜伏期及振幅在用药前后未见明显改善。用药不良反应主要为注射部位的疼痛、硬结, 发生率为 59%, 未见明显肝肾损害。

结论: 神经生长因子对于 DR 神经损害有一定改善作用, 但尚需要扩大样本量进一步研究。

关键词: 糖尿病视网膜病变; 神经损害; 神经生长因子

DOI:10.3969/j.issn.1672-5123.2012.09.13

引用: 黄辰晔, 杨柳. 神经生长因子治疗糖尿病视网膜病变初探. 国际眼科杂志 2012;12(9):1654-1658

0 引言

近年来,人们注意到糖尿病视网膜病变(DR)患者在早期甚至于出现临床表现之前就可发生视网膜神经损害。于是,DR是一种视网膜神经退行性疾病的概念被提出并得到了眼科学界的认同。目前关于DR的研究热点集中在血管病变,如抗VEGF等,但是防止神经病变应该同样受到重视,因为从根本上说,正常视功能首先依赖于视网膜神经细胞的正常生理活动,以关注治疗神经损害作为治疗DR的切入点之一,对改善糖尿病患者的视功能无疑具有积极意义。目前针对于DR神经病变的潜在药物,如神经生长因子,仍处于临床试验阶段。随着DR神经病变机制的更深入研究,如何将实验室的研究推广到临床,建立一系列从临床检查到治疗的办法使得DR神经病变及早发现并得到治疗是一项需要尽快开展的工作。采用神经生长因子治疗神经损害的方法已经开始在某些临床领域应用,如神经内科患者的辅助治疗,脊髓损伤患者的功能复健等,其理想的有效性和安全性已经初步崭露头角。在这些经验的基础上,本研究尝试采用注射用神经生长因子(苏肽生)治疗DR,初步探讨这种治疗方法的安全性和有效性。

1 对象和方法

1.1 对象

1.1.1 实验入组标准 (1)性别不限,年龄18~80岁;(2)各期糖尿病视网膜病变造成视神经病变,包括视野损害、P-VEP、全视野ERG异常者;(3)糖尿病视网膜病变III期及以上,增殖期糖尿病视网膜病变患者行激光治疗或玻璃体切割术后;(4)血糖控制较为稳定,空腹血糖 $<7.2\text{mmol/L}$,餐后血糖 $2\text{h}\leq 10\text{mmol/L}$,糖化血红蛋白 $<7.0\%$ (最高标准:空腹 $\leq 8.5\text{mmol/L}$,餐后 $2\text{h}\leq 10\text{mmol/L}$,糖化血红蛋白 $<8.5\%$);(5)血压可控制在正常范围($140/90\text{mmHg}$)内,血脂(甘油三酯、LDL, HDL)控制在正常范围内;(6)未同时使用其它神经生长因子类药物。

1.1.2 排除标准 (1)妊娠、哺乳期女性;(2)有外伤性视神经损伤、青光眼者;有黄斑水肿、玻璃体混浊、较严重白内障等影响视力眼病者;(3)空腹血糖大于 8.5mmol/L ,或餐后血糖 $2\text{h}>10\text{mmol/L}$,或糖化血红蛋白大于 8.5% ;(4)难以控制血压、血脂者;(5)严重心脏疾病、肝功能不全(转氨酶大于正常值1.5倍)、肾功能不全(肌酐大于正常值)及精神疾病者;(6)对试验药物过敏者。本研究获北京大学第一医院伦理委员会批准,所有患者及志愿者均自愿参与并签署受试者知情同意书。

1.2 方法 记录患者一般资料及糖尿病治疗情况,包括:姓名、性别、年龄、糖尿病病史、空腹血糖水平、糖化血红蛋白水平、糖尿病治疗史、眼科疾病治疗史。用药前眼科检查:包括logMAR视力检查、验光、非接触眼压、裂隙灯检查眼前节、散瞳查眼底,动态视野检查、全视野EGR, P-VEP检查。视野计采用Humphrey视野计(Humphrey Field Analyzer model 750, Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA) SITA 24-2快速阈值检测程序。FERG及P-VEP采用GT-2000NV型视觉诱发电位仪(重庆国特医疗)。其中验光、动态视野检查、FERG, P-VEP检查均由我科高年资技术员完成。用药前查血、尿常规、肝肾功能、空腹血糖作为安全性观察指标。符合实验条件者予注射用鼠神经生长因子(苏肽生) $30\mu\text{g/d}$,臀部肌肉注射,连续注射3wk。中途若有用药不良事件者随时停药并记录。3wk后复查

logMAR视力检查、非接触眼压、裂隙灯检查眼前节、散瞳查眼底,动态视野检查、FERG, P-VEP。复查血、尿常规、肝肾功能、空腹血糖。记录患者周围神经症状改善状况。

统计学分析:数据管理采用EpiData 3.0,采用双份独立输入,核对无误后进行统计分析。统计分析采用SPSS 14.0软件编程分析。所有假设检验采用双侧检验(two-side test)。取 $\alpha=0.05$ 。分类指标的描述用各类的例数及百分数。定量指标的描述将计算均数、标准差、中位数、四分位数间距;满足正态性的定量指标的描述将计算均数、标准差;否则,定量指标的描述将计算中位数、四分位数间距。本试验采用PP分析方法。将应用过至少一次药物的受试者列入在评价安全性的人群。对于两个组别的组内比较采用Wilcoxon秩和检验。安全性的比较使用统计描述的方法,对于不良事件及实验室检查数据治疗前后的改变作出描述。 $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 本研究共入组患者24例47眼,男13例25眼,女11例22眼,年龄45~80(平均 60.38 ± 11.95)岁,左眼23眼(49%),右眼24眼(51%)。2型糖尿病患病病程平均 $15.6\pm 10\text{a}$,入组患者整体血糖控制空腹血糖平均 $8.22\pm 2.52\text{mmol/L}$,糖化血红蛋白平均 $7.75\pm 1.19\%$ 。控制血糖的方法以胰岛素控制居多39眼(83%),口服药物控制8眼(17%)。治疗史:未治疗19眼(40%),激光治疗11眼(23%),玻璃体切割术17眼(36%)。

2.2 用药前后各观测指标变化

2.2.1 治疗3wk后视力变化 视力指标采用logMAR视力表记录,治疗前平均为 0.32 ± 0.31 ,治疗后减小为平均 0.28 ± 0.35 ,整体上有提高趋势,但是两者差异未见统计学意义($P=0.31$,表1,图1)。

2.2.2 治疗前后视野变化 视野的观测指标选用视野平均缺损值(MD)。用药前视野平均缺损均值为 $-13.11\pm 7.57\text{dB}$,用药3wk后,平均缺损均值降低到 $-11.82\pm 7.14\text{dB}$,但用药前后比较未见统计学差异(表1,图2)。

2.2.3 治疗前后电生理指标变化

2.2.3.1 治疗前后P-VEP P100变化 治疗前P-VEP P100潜伏期均值为 $110.77\pm 12.04\text{ms}$,振幅均值为 $4.90\pm 2.49\mu\text{V}$,治疗3wk后P-VEP P100潜伏期均值为 $113.30\pm 13.83\text{ms}$,振幅均值为 $4.28\pm 1.98\mu\text{V}$,用药前后比较未见统计学差异。用药前后P-VEP未得到改善(表2,图3)。

2.2.3.2 治疗前后FERG变化 FERG检测发现,用药后改善的指标有:暗适应FERG(视杆细胞反应)a波比用药前潜伏期减少,振幅增加;暗适应DARK FERG(视杆细胞反应)b波潜伏期减少;Max FERG(最大混合反应)a波潜伏期减少;FERG(明适应)a波潜伏期减少;以上指标的改善均从用药前后均值上有所体现,未见统计学差异(表3,图4)。在全视野ERG测量中,因许多病例振荡电位振幅下降甚至测不出,所以该指标未参与结果计算。

2.2.4 周围神经症状改善情况 在24例患者中,有17例明确表示用药后周围神经麻木、疼痛的感觉得到改善,另7例周围神经症状无变化,改善率为71%。

2.2.5 安全性分析 注射的不良反应主要为注射部位的疼痛或硬结,发生率为59%,未见肝肾、血糖等实验室指标异常变化。

表1 治疗前后矫正后 logMAR 视力和视野平均缺损对比

	治疗前		治疗 3wk 后		Z	P
	$\bar{x} \pm s$	Q2(Q1 ~ Q3)	$\bar{x} \pm s$	Q2(Q1 ~ Q3)		
矫正视力	0.32±0.31	0.28(0.07 ~ 0.48)	0.28±0.35	0.18(0.02 ~ 0.64)	-1.014	0.310
平均缺损(dB)	-13.11±7.57	10.27(-21.02 ~ -7.11)	-11.82±7.14	-12.83(-17.13 ~ -5.16)	-0.981	0.327

表2 治疗前后 P-VEP 变化

P-VEP (0.54cpd)	治疗前		治疗 3wk 后		Z	P
	$\bar{x} \pm s$	Q2(Q1 ~ Q3)	$\bar{x} \pm s$	Q2(Q1 ~ Q3)		
潜伏期(ms)	110.77±12.04	107.50(102.00 ~ 119.00)	113.30±13.83	110.50(103.50 ~ 117.50)	-0.30	0.765
振幅(μV)	4.90±2.49	4.46(2.90 ~ 6.90)	4.28±1.98	3.94(2.76 ~ 5.70)	-1.69	0.092

表3 治疗前后 ERG 指标的变化

指标	治疗前		治疗 3wk 后		Z	P
	$\bar{x} \pm s$	Q2(Q1 ~ Q3)	$\bar{x} \pm s$	Q2(Q1 ~ Q3)		
DARK FERG(视杆细胞反应) a 波潜伏期(ms)	51.62±19.94	44.00(38.25 ~ 61.00)	48.51±17.27	42.00(38.00 ~ 53.75)	-1.186	0.235
DARK FERG(视杆细胞反应) a 波振幅(μV)	2.50±39.04	1.88(-19.67 ~ 27.70)	7.49±30.97	5.06(-9.84 ~ 25.14)	-0.202	0.840
DARK FERG(视杆细胞反应) b 波潜伏期(ms)	94.59±21.33	84.50(79.50 ~ 104.75)	92.16±21.51	84.50(78.38 ~ 99.00)	-0.265	0.791
DARK FERG(视杆细胞反应) b 波振幅(μV)	105.03±72.57	78.23(61.36 ~ 137.29)	102.78±70.20	80.29(53.84 ~ 147.38)	-0.175	0.861
Max FERG(最大混合反应) a 波潜伏期(ms)	28.51±15.37	24.50(22.50 ~ 25.75)	27.35±12.18	25.00(23.50 ~ 25.75)	-0.082	0.934
Max FERG(最大混合反应) a 波振幅(μV)	-110.27±83.27	-91.03(-139.69 ~ 60.72)	-98.67±73.50	-88.87(-140.7 ~ -47.87)	0.934	0.354
Light FERG(明适应) a 波潜伏期(ms)	31.88±23.79	21.00(19.50 ~ 24.50)	26.52±22.00	20.00(19.50 ~ 23.00)	-1.032	0.302
Light FERG(明适应) a 波振幅(μV)	-22.09±29.95	-24.20(-41.05 ~ -4.17)	-19.50±50.74	-10.95(-33.54 ~ 4.38)	-1.411	0.158

3 讨论

目前关于 DR 的研究热点集中仍在血管病变,如抗 VEGF 等,但是防止神经病变应该同样受到重视,因为从根本上说,正常视功能首先依赖于视网膜神经细胞的正常生理活动,以关注治疗神经损害作为治疗 DR 的切入点之一,对改善糖尿病患者的视功能无疑具有积极意义。采用神经生长因子治疗神经损害的方法已经开始在某些临床领域应用,如神经内科患者的辅助治疗,脊髓损伤患者的功能复健等,这种新一代治疗方法的出现反映了以往神经损害治疗所面临的问题。例如在脊柱外科领域,脊髓损伤患者需要长期治疗,而多数一线治疗药物(各种激素、脱水药等)由于其副作用而无法长期使用,可以长期应用的传统神经营养药物(如甲钴胺)疗效又十分有限。在这种

情况下,神经生长因子的问世无疑给患者和医生带来了新的希望。虽然由于多种原因,目前尚无循证医学证据证实神经生长因子的确切疗效,但对循证医学的理解和践行不应僵化和本本主义,事实上所有循证医学的结论都是从小样本量,非随机的探索性研究开始的。而目前,神经营养因子理想的有效性和安全性已经初步在某些临床领域崭露头角。因此在既往经验的基础上,本研究尝试采用注射用神经生长因子治疗 DR,初步探讨这种治疗方法的安全性和有效性。

相关研究认为神经营养因子的剥夺和转运障碍是糖尿病视神经退行性改变的致病因素之一,有研究表明糖尿病鼠靶组织 NGF mRNA 表达减少^[1],NGF 在神经元中的生成和在轴浆流中的逆向转运均减少^[2]。故给 DR 患者

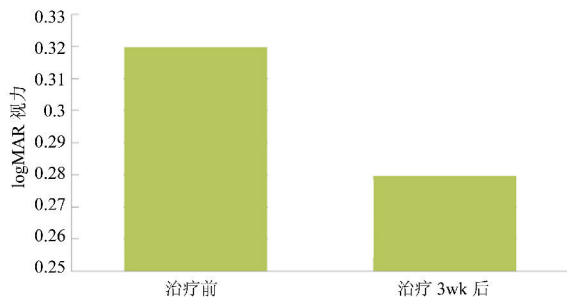


图1 治疗前后 logMAR 视力对比。

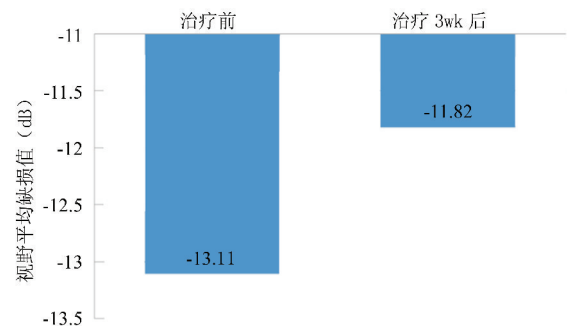


图2 治疗前后视野平均缺损对比。

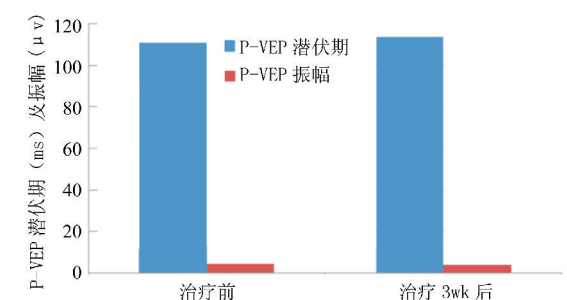


图3 治疗前后 P-VEP 潜伏期及振幅比较。

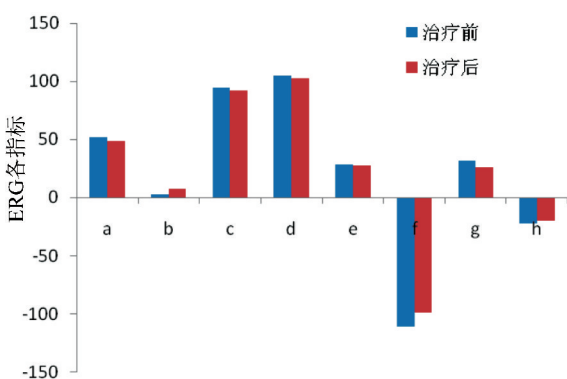


图4 治疗前后 ERG 各指标变化趋势 a: DARK FERG(视杆细胞反应) a 波潜伏期(ms); b: DARK FERG(视杆细胞反应) a 波振幅(μV); c: DARK FERG(视杆细胞反应) b 波潜伏期(ms); d: DARK FERG(视杆细胞反应) b 波振幅(μV); e: Max FERG(最大混合反应) a 波潜伏期(ms); f: Max FERG(最大混合反应) a 波振幅(μV); g: Light FERG(明适应) a 波潜伏期(ms); h: Light FERG(明适应) a 波振幅 μV。

补充外源性神经营养因子是否能够起到防治 DR 神经损伤的作用有待于进一步研究。Seki 等^[3]在 DR 研究中发现,外源性给予 BDNF 可防止无长突神经细胞退变,促进其存活,直接起到保护视网膜神经节细胞,促进其损伤修复的作用。Hammes 等^[4]提出 NGF 可预防糖尿病鼠视网

膜神经节细胞和 Müller 细胞的凋亡及视网膜微血管病理性改变。由于糖尿病对神经视网膜的损害,导致了血-视网膜通透性增加,因而静脉注射 NGF 可通过血-视网膜屏障,改善糖尿病对视网膜的损害。

视野、VEP, ERG 都可用于检测 DR 患者视网膜神经改变。用 ERG 来研究糖尿病动物模型视网膜功能的减退已被广泛采用。根据针对神经元或神经胶质细胞的不同, ERG 被分解成几种亚成分,最初的负向波 a-波起源于光感受器并反映其功能,正向波 b-波反映的是双极细胞的功能。振荡电位(Oscillatory potentials)反映的是双极细胞与无长突细胞间或神经节细胞与无长突细胞细胞间的联络功能^[5],因此应用 ERG 来检测神经元机能异常是比较特异的方法。而 VEP 反映从视网膜至视皮质神经纤维的功能状态。

本研究的研究群体为各期 DR 造成视神经病变患者,包括视野损害、VEP, FERG 异常者,观察指标主要为视力、视野、P-VEP, FERG, 试图初步探索神经生长因子对于已经发生神经损害的 DR 患者是否有一定治疗作用。既往研究证实,血糖控制情况、血压、血脂与 DR 的发生发展相关,所以在入组标准中对于血糖控制情况、血压、血脂做了限定,试图在一定程度上排除一些混杂因素。实验药物注射用鼠神经生长因子一个疗程为 3wk,该药物在动物模型药效学实验中证实给药 30μg qd,肌肉注射,连续给药 20d 时,可以表现出显著运动神经传导速度的改善。故本研究进行探索性给药量为 30μg qd,肌肉注射,连续给药 3wk。

本研究中,受试者在用药前后视力、视野平均缺损、P-VEP P100 潜伏期及振幅、FERG 各项参数的潜伏期及振幅等指标没有统计学差异。但从均值上可以看出视力、视野以及 FERG 中暗适应 FERG(视杆细胞反应) a 波及振幅、暗适应 DARK FERG(视杆细胞反应) b 波潜伏期、Max FERG(最大混合反应) a 波潜伏期、FERG(明适应) a 波潜伏期有改善趋势。FERG 主要反映了神经节细胞以前光感受器细胞以及双极细胞的功能状态, P-VEP 反映从视网膜至视皮质神经纤维的功能状态^[6,7]。本研究采用的治疗方案对于 FERG 部分参数有改善趋势,即对于光感受器细胞以及双极细胞功能有一定改善趋势,但有髓神经纤维水平未见改善趋势。

本研究样本量小,样本代表性有限。本研究入组人群定为各期 DR 有神经损害者,广义上包括了所有在排除其他眼科疾病基础上,有视野、P-VEP, FERG 受损的 DR 患者。大量研究证实,糖尿病患者早在眼底发生病变之前就可以有电生理的异常表现,但是目前电生理并没有作为临床中检测 DR 神经病变的常规检查,所以在本研究入组人群中就有比较大的偏差,漏掉了许多眼底病变轻或者没有眼底病变但是已经出现神经损害的患者,入组患者普遍患病时间长,病变重,大部分为 DR III 期以上患者,其中 23% 曾行全视网膜光凝,36% 眼曾行玻璃体切割术,这些因素会加重对于视网膜神经的损害,使得 3wk 的用药效果不明显。视觉电生理检测结果受多种因素影响,包括被检者注意力集中程度、视力的好坏、聚焦的程度、瞳孔大小因素等都会对结果造成影响^[8]。由于电生理结果不稳定,实验样本量小,所以电生理的实验结果代表性有限。

本文实验结果说明肌肉注射 3wk 神经生长因子对于 DR 眼底病变较重的患者疗效不明显,但是有改善的趋势,可在今后工作中改善实验进一步探索。例如扩大样本量及样本代表性、延长用药时间等。有研究表明神经生长因子对于神经节细胞有保护作用^[9],故今后研究中可以测试 P-ERG(图形视网膜电图)加以研究探索。神经生长因子对于 DR 神经损害有一定改善作用,但尚需要扩大样本量进一步研究。

参考文献

- 1 Brewster WJ, Fernyhough P, Diemel LT, et al. Diabetic neuropathy, nerve growth factor and other neurotrophic factors. *Trends Neurosci* 1994; 17(8):321-325
- 2 Hellweg R, Wöhrle M, Hartung HD, et al. Diabetes mellitus - associated decrease in nerve growth factor levels is reversed by allogeneic pancreatic islet transplantation. *Neurosci Lett* 1991;125(1):1-4
- 3 Seki M, Tanaka T, Nawa H. Involvement of brain - derived neurotrophic factor in early retinal neuropathy of streptozotocin induced

diabetes in rats: therapeutic potential of brain - derived neurotrophic factor for dopaminergic am acrine cells. *Diabetes* 2004 ;53(9):2412-2419

- 4 Hammes HP, Federoff HJ, Brownlee M. Nerve growth factor prevents both neuroretinal programmed cell death and capillary pathology in experimental diabetes. *Mol Med* 1995;1(5):527-534
- 5 Bearse MA Jr, Adams AJ, Han Y, et al. A multifocal electroretinogram model predicting the development of diabetic retinopathy. *Prog Retin Eye Res* 2006;25(5):425-448
- 6 Kamijo M, Cherian PV, Smia AA. The preventive effect of aldose reductase inhibition on diabetic optic neuropathy in the BB/W2 rat. *Diabetologia* 1993;36(10):893-898
- 7 刘亚洲,邓亚平. 糖尿病患者的视网膜电图分析. 眼视光学杂志 2001;3(3):172-174
- 8 赵松藏,李雪. 浅谈视觉电生理检测结果的影响因素. 湖南中医杂志 2006 ;22(6):67
- 9 卢艳,张晶瑶. 糖尿病对神经系统的损害. 国外医学眼科学分 1999; 23(5):306-309

《国际眼科杂志》率先应用高新科技二维码

本刊讯 《国际眼科杂志》中文版 2012 年第 7 期、英文版 2012 年第 3 期开始率先应用高新科技二维码(2-dimensional bar code)。将二维码印在杂志封面,广大作者、读者只需在手机上安装二维码软件,用手机摄像头拍摄相应的二维码后,便可随时随地浏览本刊网站的全部信息。

1. 二维码简介:二维码/二维条码是用某种特定的几何图形按一定规律在平面(二维方向上)分布的黑白相间的图形记录数据符号信息的新一代条码技术。它由一个二维码矩阵图形和一个二维码,以及下方的说明文字组成,具有信息量大,纠错能力强,识读速度快及全方位识读等特点。目前已被广泛应用。

2. 手机二维码概述:手机二维码技术简单地讲就是通过手机拍照功能对二维码进行扫描,快速获取二维码中储存的信息进行上网等。手机二维码可以印刷在报纸、杂志、广告、图书、包装以及个人名片等多种载体上,用户通过手机摄像头扫描二维码或输入二维码下面的号码、关键字即可实现快速手机上网,快速便捷地浏览网页、下载图文及了解相关信息,而省去了在手机上输入 URL 的繁琐过程,实现一键上网。

目前国内二维码的应用主要出现在电子凭证、防伪溯源、平面杂志及数字出版等领域。它在报刊中的应用多为新闻、时尚类报刊,科技期刊很少应用。《国际眼科杂志》率先应用二维码旨在为广大作者、读者提供一种便捷的高质量的服务,同时也是本刊内容的一种延伸和扩展。