

非动脉炎性前部缺血性视神经病变的心血管危险因素和视功能分析

何艳茹¹, 杜芳², 王海燕¹, 王雨生¹, 游思维¹

引用:何艳茹,杜芳,王海燕,等.非动脉炎性前部缺血性视神经病变的心血管危险因素和视功能分析.国际眼科杂志 2019;19(10):1783-1786

作者单位:(710032)中国陕西省西安市,空军军医大学西京医院¹眼科 全军眼科研究所;²神经内科

作者简介:何艳茹,硕士,住院医师,研究方向:眼科疾病。

通讯作者:杜芳,博士,副主任医师,研究方向:神经免疫性疾病、脑小血管病。dufang@fmmu.edu.cn;王海燕,博士,副主任医师,研究方向:眼底病、神经眼科。whyeye@126.com

收稿日期:2019-06-15 修回日期:2019-08-26

摘要

目的:探讨心血管危险因素对非动脉炎性前部缺血性视神经病变(NAION)的发生及视功能的影响。

方法:选取2014-06/2018-06于我科就诊的单眼初发NAION患者(NAION组)和与其基本资料匹配的非NAION患者(对照组)各68例68眼,检测两组患者同型半胱氨酸(Hcy)、血脂、叶酸、维生素B₁₂水平,并进行颈动脉多普勒超声检查,NAION组患者同时进行视功能检查。

结果:与对照组相比,NAION组患者Hcy(24.8±13.9μmol/L vs 11.1±8.2μmol/L)、血浆中总胆固醇(4.5±1.0mmol/L vs 3.8±0.7mmol/L)、甘油三酯(2.0±0.9mmol/L vs 1.5±0.5mmol/L)、低密度脂蛋白(2.9±0.8mmol/L vs 2.3±0.5mmol/L)水平均升高($P<0.05$),维生素B₁₂水平明显下降(315.6±214.5pg/mL vs 467.9±198.2pg/mL, $P<0.05$),但两组患者颈内动脉阻力指数和内径无差异。NAION组患者患眼视野缺损值为16.6±7.5dB,Hcy、维生素B₁₂、叶酸及血脂水平以及是否存在全身疾病均不是NAION视野损害的危险因素,而图形视觉诱发电位P₁₀₀波幅和潜伏期峰值均与视野缺损值相关。

结论:高同型半胱氨酸、高血脂和低维生素B₁₂水平是NAION发生的危险因素,但与NAION的视野损害程度无关;视觉诱发电位的波幅和潜伏期峰值可一定程度上反映视野损害的程度。

关键词:非动脉炎性前部缺血性视神经病变;心血管危险因素;视功能;视野缺损;图形视觉诱发电位

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.10.35

Analysis of cardiovascular risk factors and visual function in nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy

Yan-Ru He¹, Fang Du², Hai-Yan Wang¹, Yu-Sheng Wang¹, Si-Wei You¹

¹Department of Ophthalmology, Eye Institute of Chinese PLA;

²Department of Neurology, Xijing Hospital, Air Force Medical

University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Fang Du. Department of Neurology, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China. dufang@fmmu.edu.cn; Hai-Yan Wang. Department of Ophthalmology, Eye Institute of Chinese PLA, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China. whyeye@126.com

Received:2019-06-15 Accepted:2019-08-26

Abstract

• **AIM:** To investigate the effect of cardiovascular risk factors on the occurrence of nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy (NAION) and visual functions of the patients.

• **METHODS:** Sixty-eight patients diagnosed as initial ipsilateral NAION (68 eyes) in NAION group and another 68 patients (68 eyes) matched in age, gender and systemic diseases in Control group were selected from June 2014 to June 2016 were enrolled in this study and evaluated for their levels of homocysteine (Hcy), blood lipids, folic acid and vitamin B₁₂, as well as carotid Doppler ultrasonography. The visual functions were also examined in patients with NAION.

• **RESULTS:** The levels of Hcy (24.8±13.9μmol/L), total plasma cholesterol (4.5±1.0mmol/L), triglyceride (2.0±0.9mmol/L) and low-density lipoprotein (2.9±0.8mmol/L) in NAION patients were significantly higher ($P<0.05$) than those in Control group (11.1±8.2μmol/L, 3.8±0.7mmol/L, 1.5±0.5mmol/L and 2.3±0.5mmol/L) while the level of vitamin B₁₂ decreased significantly (315.6±214.5pg/mL, $P<0.05$) in NAION group in comparison with those (467.9±198.2pg/mL) in Control group. However, no significant differences in the artery resistance and inner diameter of the internal carotid were detected between the two groups. The mean deviation (MD) of the visual field was 16.6±7.5dB in NAION group. The levels of Hcy, vitamin B₁₂, folic acid and blood lipid and the presence of systemic diseases were not the risk factors for the visual field damage in NAION patients. MD value was associated with the amplitude and peak latency of P₁₀₀ waves.

• **CONCLUSION:** Hyperhomocysteinemia, hyperlipidemia and low vitamin B₁₂ are the risk factors of in NAION patients. These risk factors, however, are not related to the extent of visual field damage. To some extent, the amplitude and peak latency of visual evoked potentials can reflect the extent of visual field damage.

• **KEYWORDS:** nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy; cardiovascular risk factors; visual functions; visual field defect; pattern visual evoked potential

Citation: He YR, Du F, Wang HY, *et al.* Analysis of cardiovascular risk factors and visual function in nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2019;19(10):1783-1786

0 引言

前部缺血性视神经病变以突然视力减退、视盘水肿和视野缺损为主要表现,起因于供给视盘的睫状后短动脉发生循环障碍。按发病原因及机制,可进一步分为巨细胞动脉炎导致的动脉炎性和其它原因导致的非动脉炎性,其中非动脉炎性前部缺血性视神经病变(nonarteritic ischemic optic neuropathy, NAION)更为常见^[1]。NAION是多因素导致的疾病^[2],高血压始终被认为是首要因素^[3],而糖尿病^[4]、高胆固醇血症及高脂血症等也是NAION好发的危险因素^[5]。近年来,高同型半胱氨酸(hyperhomocysteinemia, HHcy)对眼部缺血性疾病的影响逐渐引起重视^[6-7],但对于NAION的影响缺乏系统性研究。本研究旨在探讨同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)和血脂等心血管危险因素对NAION的发生及视觉功能的影响,并对可能的影响因素进行初步探讨,以期对NAION的防治提供借鉴。

1 对象和方法

1.1 对象 选取2014-06/2018-06于我科就诊的单眼初发NAION患者68例68眼为NAION组,其中男35例,女33例,年龄40~67(平均 53.5 ± 8.2)岁,视力0.1~1.0,合并高血压或糖尿病者22例(32%)。纳入标准:(1)突发视力下降或视野缺损,无其它眼部、系统性和神经系统疾病导致的视力下降或视野缺损;(2)相对性传入性瞳孔功能障碍;(3)视乳头水肿;(4)与视乳头病变相关的视野缺损;(5)眼底荧光血管造影显示视盘呈低荧光或充盈迟缓;(6)视觉电生理检查示视传导潜伏期延长,波幅降低。排除标准:(1)合并其它可以导致视乳头水肿的神经性、系统性或眼部疾病;(2)屈光间质混浊(包括严重的白内障、角膜病变和玻璃体积血等);(3)伴有严重的全身疾病或不配合检查者。另选取于我科连续性住院的非NAION患者68例68眼为对照组,其中男35例,女33例,年龄40~70(平均 55.3 ± 10.0)岁,视力0.05~0.6,合并高血压或糖尿病者13例(19%)。纳入标准:(1)年龄 ≥ 40 岁;(2)临床已确诊的白内障、视网膜脱离、眼外伤、角膜病、斜视等患者。排除合并视神经疾病以及伴有严重的全身疾病或不配合检查者。两组患者性别构成、年龄、合并高血压或糖尿病情况差异均无统计学意义($\chi^2 = 0.000, P = 1.000; t = -1.148, P = 0.253; \chi^2 = 3.116, P = 0.078$)。本研究通过医院伦理委员会审批,所有患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 血生化检测 两组患者均于清晨空腹抽取静脉血,由检验科进行Hcy、叶酸、维生素 B_{12} 及血脂水平测定。各检测指标正常参考值:Hcy 5~15 $\mu\text{mol/L}$,血浆叶酸 5.7~45.4 nmol/L (2.5~20 ng/mL),血浆维生素 B_{12} 150~666 pmol/L (200~900 pg/mL),总胆固醇(cholesterol, CHO) 2.86~5.98 mmol/L (110~230 mg/dL)、甘油三酯(triglyceride, TG) 0.22~1.21 mmol/L (20~110 mg/dL)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL): 0.9~2.19 mmol/L (35~85 mg/dL)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL) <3.12 mmol/L (120 mg/dL)。

1.2.2 颈动脉多普勒超声检查 两组患者均接受由专人操作的颈动脉多普勒超声检查,探头频率8~12MHz,待检者于静息状态下取仰卧位,将一软枕垫于颈后,头后仰偏向对侧显露颈部。对颈内动脉颅外段行纵横切面扫描,测量颈内动脉起始部内-中膜厚度,观察形态、结果和回声强度,判断动脉管腔有无粗糙、回声增强及斑块形成等。测量颈内动脉阻力指数和最大管内径,当内-中膜厚度 $\geq 1.0\text{mm}$ 提示增厚,局部内-中膜厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ 提示斑块形成。

1.2.3 视野检查 NAION组患者由专业技师采用Humphrey视野计选择SITA standard 30-2程序进行视野检查,确认视野检查中假阴性率<20%,假阳性率<20%,固视丢失率<20%后将视野检查结果纳入本研究分析,记录视野平均缺损(mean deviation, MD)值。

1.2.4 电生理检查 NAION组患者接受由专业技师操作的视觉电生理检查,依据国际临床视觉电生理学学会(international society for clinical electrophysiology of vision, ISCEV)推荐的刺激参数为标准,分别选取电极部位(耳垂、额头、枕骨)进行图形视觉诱发电位(pattern-visual evoked potential, P-VEP)的 P_{100} 波幅值和峰潜时的测定。

统计学分析:采用SPSS20.0软件进行数据分析。计量资料用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料采用率表示,组间比较采用 χ^2 检验。MD与 P_{100} 波幅值和峰潜时的相关性采用Pearson相关分析法。NAION视野损害的危险因素分析采用多元线性回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者心血管危险因素比较 与对照组相比,NAION组患者Hcy、CHO、TG、LDL水平升高,维生素 B_{12} 水平下降,差异均有统计学意义($P < 0.05$);但两组患者HDL和叶酸水平、颈内动脉阻力指数和内径差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

2.2 NAION组患者双眼视功能比较 NAION组患者患眼和对侧眼MD值、 P_{100} 波幅值和 P_{100} 波峰潜时比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$),见表2。Pearson相关分析显示,NAION组患者MD值与 P_{100} 波振幅呈负相关($r = -0.726, P = 0.012$),与 P_{100} 波峰潜时呈正相关($r = 0.634, P = 0.034$)。

2.3 NAION视野损害的危险因素分析 以NAION组患者患眼MD为因变量,以Hcy、维生素 B_{12} 、叶酸、TG、CHO、LDL水平、是否存在全身系统性疾病(高血压、糖尿病)等作为自变量进行多元线性回归分析,采用向后法逐个排除变量,结果显示,Hcy、维生素 B_{12} 、叶酸、TG、CHO、LDL水平以及是否存在全身疾病均不是NAION视野损害的危险因素,见表3。

3 讨论

已知心脑血管危险因素包括家族史、高龄、高血压、高血脂、糖尿病、颈动脉粥样硬化、HHcy、吸烟等^[8],上述因素容易导致心脏和脑缺血性疾病,但其是否与缺血性视神经病变相关尚缺乏系统研究。

研究表明,50岁以上人群血浆Hcy水平升高与脑卒中和心肌梗塞等心脑血管疾病的发生相关,Hcy异常代谢除在脑部缺血性疾病的发生率高于正常人群外,缺血性视神经病变患者的Hcy水平也高于正常人群^[7]。Hcy为含

表1 两组患者心血管危险因素比较

参数	NAION 组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
Hcy (μmol/L)	24.8±13.9	11.1±8.2	6.599	<0.001
维生素 B ₁₂ (pg/mL)	315.6±214.5	467.9±198.2	-4.411	<0.001
叶酸 (ng/mL)	5.5±2.8	8.9±5.1	1.947	0.057
TG (mmol/L)	2.0±0.9	1.5±0.5	2.601	0.020
CHO (mmol/L)	4.5±1.0	3.8±0.7	2.013	0.047
HDL (mmol/L)	1.1±0.2	1.2±0.3	-0.979	0.381
LDL (mmol/L)	2.9±0.8	2.3±0.5	1.995	0.045
颈内动脉阻力指数	0.595±0.053	0.594±0.048	0.115	0.608
颈内动脉内径 (mm)	4.871±0.756	5.127±0.657	-0.680	0.509

注:对照组:非 NAION 患者。

表2 NAION 组患眼与对侧眼视野与视觉电生理指标的比较

参数	NAION 眼	对侧眼	<i>t</i>	<i>P</i>
MD (dB)	16.6±7.5	5.3±3.2	11.309	<0.001
P ₁₀₀ 波幅值 (μV)	4.7±2.9	10.8±4.7	-9.005	<0.001
P ₁₀₀ 波峰潜时 (ms)	111.9±13.2	99.2±11.3	3.428	<0.001

表3 NAION 视野损害的多元线性回归分析

变量	非标准化系数		标准系数	<i>t</i>	<i>P</i>
	<i>B</i>	标准误差			
Hcy	0.041	0.126	0.084	0.325	0.748
维生素 B ₁₂	0.003	0.003	0.193	0.834	0.413
叶酸	0.548	0.626	0.203	0.875	0.391
TG	2.111	1.917	0.259	1.101	0.283
CHO	-0.803	3.655	-0.102	-0.220	0.828
LDL	-1.024	4.288	-0.108	-0.239	0.813
全身系统性疾病	0.959	3.376	0.059	0.284	0.779

硫氨基酸,由细胞内甲硫氨酸去甲基而产生,其代谢需要叶酸和维生素 B₁₂的辅助。因此,体内一旦出现叶酸和维生素 B₁₂的缺乏,很可能导致 Hcy 的堆积而出现浓度升高,并通过以下机制对血管造成损伤:(1)Hcy 在金属离子的作用下发生自发氧化,诱发氧化应激反应从而增加一氧化氮(nitric oxide, NO)代谢和血管内皮功能障碍;(2)自由基诱导血管壁增厚,导致平滑肌收缩,加重血管痉挛和阻塞;(3)Hcy 产生的过氧化氢促进纤溶酶原激活物抑制剂的表达,从而促使血小板的聚集,导致血栓形成;(4)泡沫细胞产生,加速血管粥样硬化斑块^[9]。此外,研究证明,NO 具有舒张血管、抑制平滑肌细胞增殖、减少氧自由基产生和抑制血小板聚集等生理效应,当 NO 合成不足发生代谢障碍时,血管内皮功能受损,HHcy 可通过影响 NO 的合成和生物利用度导致内皮功能障碍^[10],由于视神经乳头血管舒张平衡部分由 NO 和血管收缩介导,在视神经起始部的生理血流中起重要作用^[11],因此,HHcy 引起的内皮功能障碍可能导致视神经头灌注不足和缺血。因此,控制血浆 Hcy 水平,低动物蛋白饮食,补充叶酸、维生素 B₁₂和维生素 B₆对于降低缺血性血管病的发生率具有重要意义^[12]。本研究发现,与非 NAION 患者相比,NAION 组患者血 Hcy 水平升高,维生素 B₁₂水平下降,考虑到血浆 HHcy 诱导内皮细胞功能障碍造成视神经缺血,补充叶酸

和维生素 B₁₂从而降低 Hcy 的血浆水平可以在 NAION 安全有效的治疗中发挥一定作用。

高胆固醇血症会导致红细胞膜胆固醇含量和胆固醇/磷脂比值升高,影响血细胞膜的黏弹性以致变形性降低,从而加重血液的凝聚与粘滞,加之动脉管壁随年龄增长而弹性下降,管腔狭窄,最终导致眼局部循环障碍加剧。血清中 LDL 浓度升高时,胆固醇便沉积于心脑血管等重要部位血管的动脉壁内,逐渐形成动脉粥样硬化斑块,堵塞血管,造成管腔狭窄,影响眼局部循环。当眼灌注压下降时,发生血管调节障碍,可能导致 NAION 的发生^[13]。NAION 是一种多因素导致的视神经缺血性眼病,与高血压、糖尿病、动脉硬化和高血脂症等密切相关^[14]。本研究发现,NAION 组患者 CHO、TG、LDL 水平均较对照组高,推测以 CHO、TG、LDL 增高为主的高脂血症在 NAION 的发生过程中起重要作用。

本研究分析视野损害的定量指标为 MD 值,并初步探讨影响其可能的危险因素,结果表明,Hcy、维生素 B₁₂、叶酸、血脂水平等均不是 NAION 视野损害的危险因素,分析可能与 NAION 是多因素疾病有关。NAION 的发病是由于供应视乳头的睫状后短动脉短暂无灌注或低灌注所致,依据视盘的供血来源,颈内动脉狭窄直接影响眼血流动力学循环,其可能是除心血管因素之外,导致视乳头持续低灌注从而引起慢性缺血性疾病的主要因素。在伴有眼部缺血性疾病的颈动脉狭窄患者中,缺血性视神经病变位于首位^[15]。另有文献报道,NAION 可能与颈内动脉内-中膜厚度增加和颈动脉粥样硬化有关^[7,16],且颈动脉狭窄程度与眼缺血表现有着明显相关性^[17],但是否伴有眼部表现则与侧支循环的代偿状态有关^[18]。本研究表明,NAION 组与对照组患者颈内动脉粥样硬化情况和颈内动脉阻力指数差异无统计学意义,这与以往研究结果不同^[7],考虑到糖尿病、高血压等全身性疾病以及年龄等均为颈内动脉狭窄和粥样硬化的影响因素,而本研究两组患者均衡以上影响因素,故颈动脉病变可能差异不大。

NAION 视野损害在病变过程中可能呈现多样化表现^[19],具体视野损害类型受病变范围和病变程度的影响,并非一定呈现水平分界半侧视野缺损。MD 是反映全视网膜光敏感性下降程度的指标,是代表视野损害的量化指标。本研究纳入的 NAION 组患者均为单眼发病,与对侧健康眼相比,患眼 MD 值较对侧健康眼更大。通过多元线性回归分析显示,血 Hcy、维生素 B₁₂、叶酸、血脂水平及是否存在全身疾病等均不是 NAION 视野损害的危险因素,

表明虽然心血管危险因素参与了NAION的发病,但并不影响视野损害的严重程度。

目前视神经疾病的早期诊断及预后判断的主要手段之一为视觉诱发电位,P-VEP是一项相对敏感而又可靠的客观定量检查方法^[20]。通过特定的棋盘格翻转模式分别刺激左/右眼,其在视觉皮层记录的诱发点位P₁₀₀波因其敏感性高、稳定可靠及变异小,已成为分析P-VEP的唯一可靠波成分,依据测量该波潜伏期和波幅值分析和判断视功能情况。P₁₀₀潜伏期主要反映黄斑中心凹视网膜神经节细胞轴突的传导速度。NAION患者患眼P₁₀₀波峰潜时与MD值呈正相关,P₁₀₀波峰的振幅与MD值呈负相关,证实诱发电位中的敏感指标可能对NAION的早期诊断及视功能损害的判断有临床指导意义^[21],且对于无法配合视野检查的患者,P-VEP可以代替视野检查评价其视功能。

综上所述,心血管危险因素中Hcy升高及高脂血症可能与NAION的发生相关,提示临床上需注重对NAION患者的全身管理和监测^[7]。血Hcy、维生素B₁₂、叶酸、血脂水平及是否存在全身系统性疾病均不是NAION视野损害的危险因素,但MD值与P-VEP中P₁₀₀波振幅和峰潜时具有相关性,提示可以通过视觉诱发电位评价NAION患者的视功能。NAION为多因素致病,本研究仅对心血管危险因素和颈动脉的超声表现进行分析,不能完全排除其它因素(如夜间低血压、小视杯、睡眠呼吸窘迫综合征等)。此外,本研究样本量较小,且纳入的对照组患者主要为白内障、视网膜脱离、眼外伤、角膜病、斜视等患者,尽管查阅现有文献未发现上述眼病与心血管危险因素相关,但不排除对最终分析结果具有一定的影响。在今后的研究中,我们将扩大样本量,结合光学相干断层扫描(OCT)中视神经纤维损伤的检测结果等进一步分析NAION发生发展过程中影响视功能的危险因素。

参考文献

- 1 中华医学会眼科学分会神经眼科学组. 我国非动脉炎性前部缺血性视神经病变诊断和治疗专家共识. 中华眼科杂志 2015; 51(5): 323-326
- 2 陈婷, 马瑾, 钟勇. 非动脉炎性前部缺血性视神经病变危险因素的研究进展. 中华眼科杂志 2013; 49(11): 1049-1051
- 3 Chang MY, Keltner JL. Risk Factors for Fellow Eye Involvement in Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy. *J Neuroophthalmol* 2019; 39(2): 147-152
- 4 张新芳, 冉瑞金, 李清韬, 等. 116例非动脉炎性前部缺血性视神经病变发病相关因素的回顾性分析. 中华眼底病杂志 2015; 31(6): 528-531
- 5 陈婷, 单广良, 钟勇. 非动脉炎性前部缺血性视神经病变临床特征及危险因素分析. 中华眼底病杂志 2015; 31(6): 524-527

- 6 闫洪欣, 魏世辉. 非动脉炎性前部缺血性视神经病变的发病相关因素分析. 中国中医眼科杂志 2013; 23(2): 123-126
- 7 郭继援, 史芳荣, 杜献芳. 颈动脉粥样硬化及同型半胱氨酸与前部缺血性视神经病变的相关性. 国际眼科杂志 2015; 15(7): 1266-1268
- 8 Akhabue E, Thiboutot J, Cheng JW, et al. New and emerging risk factors for coronary heart disease. *Am J Med Sci* 2014; 347(2): 151-158
- 9 Liang Y, Yang X, Ma L, et al. Homocysteine-mediated cholesterol efflux via ABCA1 and ACAT1 DNA methylation in THP-1 monocyte-derived foam cells. *Acta Biochim Biophys Sin (Shanghai)* 2013; 45(3): 220-228
- 10 Esse R, Barroso M, Tavares de Almeida I, et al. The Contribution of Homocysteine Metabolism Disruption to Endothelial Dysfunction; State-of-the-Art. *Int J Mol Sci* 2019; 20(4): E867
- 11 Schmidl D, Bolta A, Lasta M, et al. Role of nitric oxide in optic nerve head blood flow regulation during isometric exercise in healthy humans. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(3): 1964-1970
- 12 Tian T, Yang KQ, Cui JG, et al. Folic Acid Supplementation for Stroke Prevention in Patients With Cardiovascular Disease. *Am J Med Sci* 2017; 354(4): 379-387
- 13 Zota RB, Finger C, Scharf RE, et al. Associations between thrombophilic risk factors and determinants of atherosclerosis and inflammation in patients with non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy. *Hamostaseologie* 2016; 36(1): 46-54
- 14 Wilhelm H, Beisse F, Rütger K, et al. Non-Arteritic Ischemic Optic Neuropathy (NAION). *Klin Monbl Augenheilkd* 2015; 232(11): 1260-1269
- 15 Zhu W, Cui M, Yao F, et al. Retrobulbar and common carotid artery haemodynamics and carotid wall thickness in patients with non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014; 252(7): 1141-1146
- 16 Zhu W, Chen T, Jin L, et al. Carotid artery intimal medial thickness and carotid artery plaques in hypertensive patients with non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2017; 255(10): 2037-2043
- 17 黄敏慧, 郜忠海, 林列兴, 等. 颈动脉狭窄患者眼缺血表现及其影响因素分析. 中华眼底病杂志 2014; 30(5): 473-476
- 18 唐维强, 魏世辉, 李生, 等. 与颈动脉狭窄相关眼部表现的临床分析. 中华眼底病杂志 2006; 22(6): 376-378
- 19 杨晖, 张秀兰, 于强, 等. 非动脉炎性前部缺血性视神经病变视野表现分析. 中华眼底病杂志 2011; 27(2): 149-152
- 20 巩鸿霞, 庞雅菊, 王兰惠, 等. 非动脉炎性前部缺血性视神经病变图形视觉诱发电位与视力相关性研究. 中国实用眼科杂志 2016; 1(34): 12-15
- 21 王敏, 王刚, 李世迎, 等. 非动脉炎性前部缺血性视神经病变的生理及临床特征分析. 第三军医大学学报 2015; 37(12): 1208-1212