

正常人眶内段视神经的 CT 重建和参数测量

游勇 成洪波 樊宁 王宁利 杨洁 刘璐 刘旭阳

【摘要】 背景 青光眼的视神经损害与颅内压的变化有一定的关联,传统的测量方法是腰椎穿刺测量脑脊液压力以评估颅内压变化,而测量眶内段视神经参数来判断颅内压的方法具有无创性和可重复检测的优点,但目前眶内段视神经的正常参数了解较少。目的 采用多层螺旋 CT 重建并测量正常人眶内段视神经鞘横断面直径和面积,探讨正常人视神经的形态及特征。方法 纳入 2012 年 1 月至 2013 年 9 月在广州中医药大学附属深圳市中医院影像科行颅脑 CT 检查的 20~70 岁的正常成年人 105 人 105 眼,采用多层螺旋 CT 行颅脑容积扫描,将扫描图像经图像后处理工作站进行眶内段视神经的曲面重建,分别测量距球后视神经起始部 3、6、9、12、15 mm 处视神经鞘横断面直径的最大值、最小值和面积,分析随着距视神经起始部距离的延长视神经参数的变化,比较受检者不同性别和不同眼别间视神经鞘横断面直径的最大值、最小值和面积的差异,并分析受检者年龄与距球后视神经起始部 3 mm 处视神经直径和面积的关系。结果 距球后视神经起始部 3、6、9、12、15 mm 处视神经鞘横断面直径的最大值分别为 (6.24±0.47)、(5.56±0.44)、(5.18±0.43)、(4.82±0.41) 和 (4.69±0.41) mm,最小值分别为 (5.56±0.50)、(4.97±0.41)、(4.55±0.35)、(4.26±0.39) 和 (4.10±0.40) mm;视神经鞘横断面的面积分别为 (27.68±4.40)、(22.02±3.35)、(18.74±2.75)、(16.34±2.72) 和 (15.40±2.68) mm²,随着距球后视神经起始部的增大,视神经逐渐变细,各位点间视神经鞘横断面直径的最大值、最小值和面积的总体比较差异均有统计学意义 ($F=218.329, 215.906, 246.924$, 均 $P=0.001$)。受检者不同性别间视神经直径的最大值、最小值和面积的差异均无统计学意义 ($t=1.805, P=0.074; t=1.930, P=0.056; t=1.329, P=0.187$);受检者不同眼别间视神经直径的最大值、最小值和面积的差异均无统计学意义 ($t=0.724, P=0.471; t=1.562, P=0.121; t=1.424, P=0.158$);受检者年龄与视神经鞘横断面直径最大值、最小值和面积的偏回归系数分别是 1.873、7.415、-0.853,均无线性相关 ($P=0.847, 0.460, 0.637$)。结论 多层螺旋 CT 可无创、准确地重建和测量眶内段视神经。正常人眶内段视神经鞘横断面呈椭圆形,随着与球壁距离的增加,视神经逐渐变细。

【关键词】 体层摄影术, X 射线计算机; 视神经; 生物测量; 颅内压; 青光眼; 人; 成年

Reconstruction and measurement of optic nerve sheath imaging in normal population with multi-slice spiral CT You Yong, Cheng Hongbo, Fan Ning, Wang Ningli, Yang Jie, Liu Lu, Liu Xuyang. Department of Radiology Shenzhen Chinese Traditional Medical Hospital, Guangzhou University of Chinese Medicine, Shenzhen 518033, China
Corresponding author: Liu Xuyang, Email: xliu1213@126.com

[Abstract] **Background** Optical nerve damage of glaucomatous eyes is associated with intracranial pressure. Conventional method of evaluating intracranial pressure is to measure cerebrospinal pressure by lumbar puncture. However, the measurement of intraorbital optical nerve parameters, a novel method of evaluating intracranial pressure, is introduced in this field. **Objective** This study was to measure and analyze the intraorbital optic nerve sheath diameter (ONSD) and cross sectional area (ONSA) in normal population using multi-slice spiral CT. **Methods** This study protocol was approved by Clinical Ethic Committee of Shenzhen Chinese Traditional Medical Hospital and followed Helsinki Declaration. Informed consent was obtained from each individual prior to any medical examination. One hundred and five eyes of 105 normal persons with normal cerebral CT image were enrolled in Shenzhen Chinese Traditional Medical Hospital from January 2012 to September 2013. Cerebral volume was scanned in all the individuals by 64 slice spiral CT. The brain images were obtained for the curve planar rebuilding of intraorbital optical nerve on image post-processing workstation. The maximum and minimum of ONSD and the ONSA in axial sections at 3, 6, 9, 12 and 15 mm far away from globe wall were measured using a standardized technique to analyze the change of optical nerve parameters at different point locations. These parameters were compared in different gender or eyes. The correlation among age and the optical nerve parameters at 3 mm far away from globe wall was evaluated by multivariate regression analysis. **Results** The average maximal ONSDs were (6.24±0.47), (5.56±0.44),

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.11.011

基金项目: 国家自然科学基金项目 (81200688、81270995)

作者单位: 518033 深圳, 广州中医药大学附属深圳市中医院影像科 (游勇); 518040 深圳, 暨南大学附属深圳市眼科医院 (成洪波、樊宁、杨洁、刘璐、刘旭阳); 100730 北京, 首都医科大学附属北京同仁医院 北京同仁眼科中心 北京市眼科研究所 北京市眼科学与视觉科学重点实验室 (王宁利)

通信作者: 刘旭阳, Email: xliu1213@126.com

(5.18±0.43), (4.82±0.41) and (4.69±0.41) mm; the average minimal ONSDs were (5.56±0.50), (4.97±0.41), (4.55±0.35), (4.26±0.39) and (4.10±0.40) mm; the average ONSAs were (27.68±4.40), (22.02±3.35), (18.74±2.75), (16.34±2.72), (15.40±2.68) mm² at 3, 6, 9, 12 and 15 mm far away from posterior eyeball wall, respectively, showing significant differences in the maximal/minimal ONSDs and ONSAs among the different point locations ($F = 218.329, 215.906, 246.924$, all at $P = 0.001$). No significant differences were found in the maximal/minimal ONSDs and ONSAs between male and female or between the right eyes and left eyes (gender: $t = 1.805, P = 0.074$; $t = 1.930, P = 0.056$; $t = 1.329, P = 0.187$; eyes: $t = 0.724, P = 0.471$; $t = 1.562, P = 0.121$; $t = 1.424, P = 0.158$). No significant correlations were seen between age and maximal/minimal ONSDs or ONSAs with the coefficients of 1.873, 7.415 and -0.853 correspondingly ($P = 0.847, 0.460, 0.637$). **Conclusions** Intraorbital section of optical nerve can be rebuilt using standardized technique after scanning of 64 slice spiral CT. The cross section of intraorbital optic nerve sheath is oval in shape and the optic nerve is thinning with the increase of distance far away posterior eyeball wall in normal population.

[Key words] Tomography, X-ray computed; Optic nerve; Biomeasurement; Intracranial pressure; Glaucoma; Humans; Adult

视神经的形态学改变在许多视神经疾病、颅内疾病的诊断和随访中具有重要意义, 颅内压的改变、视神经的炎症、创伤等都可以对视神经的直径产生影响。球后视神经的形态学观察依赖 CT、MRI 等影像学设备, 由于视神经直径小, 走行较长, 且不在同一个平面, 其外周包裹脂肪组织, 还有血管伴行, 所以获得完整的、准确的视神经横断面图像有一定困难。目前有研究者对视神经 MRI 成像技术进行优化, 如采用频谱饱和反转恢复技术^[1]、弥散张量成像技术^[2]、与视神经长轴垂直的冠状位平面成像^[3]等, 但由于 MRI 检查时间相对较长, 因此不可避免因眼球运动产生伪影, 并且弥散张量成像等技术的配套设备昂贵, 因此在基层医院也很难普及。本研究中探讨采用多层螺旋 CT 扫描重建视神经的方法, 测量视神经横断面的直径和面积, 分析正常人眶内段视神经的形态特征及其与年龄、性别的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入 2012 年 1 月至 2013 年 9 月在广州中医药大学附属深圳市中医院影像科行颅脑 CT 检查的正常成年人 105 人 105 眼, 其中男 51 例, 女 54 例; 年龄 20 ~ 60 岁, 平均 (43.31 ± 18.12) 岁。任意选择一侧眼纳入研究, 其中右眼 54 眼, 左眼 51 眼。纳入标准: (1) 视觉传导通路及其他脑实质的 CT 检查均未见异常者。 (2) 裸眼视力或最佳矫正视力 ≥ 1.0 者。排除标准: (1) 年龄小于 18 岁或大于 60 岁者。 (2) 有神经系统及眼科疾病者。 (3) 有神经系统外伤史或手术史者。 (4) 无可引起视神经改变的眼部或全身疾病者。 (5) 经神经内科和眼科常

规检查不符合纳入标准者。受检者均由专门医师行颅脑螺旋 CT 扫描。本研究设计遵守赫尔辛基宣言并经深圳市中医院临床研究伦理委员会同意, 受检者均签署知情同意书。

1.2 方法

采用 Philips Brilliance 64 层 CT 行颅脑容积扫描。受检查者仰卧位, 头保持正中位, 扫描时眼睑自然闭合。行颅脑 1 mm 层厚容积扫描, 准直宽度为 0.625 mm×64, 螺距为 1 mm, 管电压为 120 kV, 管电流为 400 mA, FOV 为 250 mm。选择图像清晰、细腻、噪声不明显的原始图像, 传至 Extended Brilliance Workspace V4.5.2 图像后处理工作站。所有图像由同一位检测者选择 Advanced Vessel Analysis 应用程序, 从球后视神经起始处开始, 沿着视神经走行, 至视神经管入口附近为止, 进行视神经的曲面重建处理 (图 1)。在视神经重建图像的冠状位分别选择距球后视神经起始部 3、6、9、12、15 mm 的点位, 微调视神经横断面轮廓, 系统自动分析出视神经横断面直径的最大值、最小值和面积 (图 2)。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 15.0 统计学软件 (SPSS Inc., Chicago,

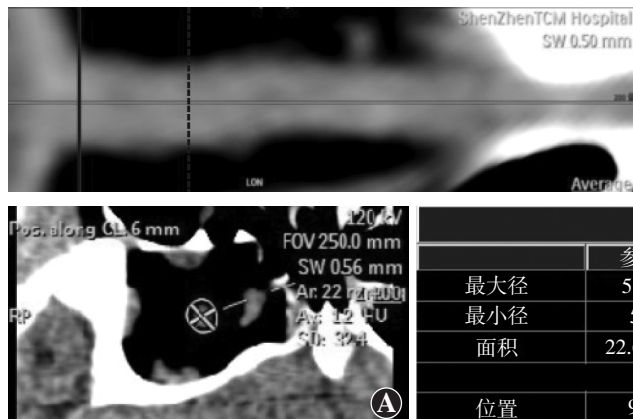


图 1 正常人眶内段视神经的曲面重建图像 黑色线条示球后视神经起始处, 点状线条示距球后视神经起始部 6 mm 处的测量位点

椎管测量值-RON		
	参考值	病灶
最大径	5.8mm	5.7mm
最小径	5mm	4.9mm
面积	22.6mm ²	22mm ²
位置	9mm	6mm

图 2 重建视神经图像的冠状位 A: 冠状位测量界面 B: 系统分析界面

III, USA) 进行统计分析。本研究中测量指标的数据资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验呈正态分布, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间方差经 Levene 检验方差齐。正常人群距球后视神经起始部 3、6、9、12、15 mm 位点间眶内段视神经横断面直径最大值、最小值和面积的总体差异比较采用单因素方差分析, 各点位间的多重比较采用 SNK-*q* 检验。不同性别间、不同眼别间受检眼的眶内段视神经横断面直径最大值、最小值和面积的差异比较分别采用独立样本 *t* 检验和配对 *t* 检验; 年龄与视神经直径和面积的关系采用多元线性回归分析, 对多元回归方程和偏回归系数进行假设检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 距离球后视神经起始部不同距离位点视神经直径和横断面面积的变化

距离球后视神经起始部 3、6、9、12、15 mm 位点视神经横断面最大直径的总体比较差异有统计学意义 ($F = 218.329, P = 0.001$), 各位点视神经最大直径两两比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。不同位点视神经横断面最小直径总体比较差异有统计学意义 ($F = 215.906, P = 0.001$), 各位点视神经最小直径两两比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。不同位点视神经横断面面积比较差异有统计学意义 ($F = 246.924, P = 0.001$), 各位点视神经横断面面积两两比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。在正常人群距球后视神经起始部 3、6、9、12、15 mm 位点, 同一位点视神经最大径与最小径间的差异说明视神经横断面并不是圆形, 而是椭圆形; 随着与球后距离的延长, 视神经直径与面积值均变小 (表 1)。

表 1 距离球后视神经起始部不同位点间视神经横断面直径和面积的比较 ($\bar{x} \pm s$)

视神经距球后距离 (mm)	例数	直径 (mm)		面积 (mm ²)
		最大值	最小值	
3	105	6.24 ± 0.47	5.56 ± 0.50	27.68 ± 4.40
6	105	5.56 ± 0.44 ^a	4.97 ± 0.41 ^a	22.02 ± 3.35 ^a
9	105	5.18 ± 0.43 ^{ab}	4.55 ± 0.35 ^{ab}	18.74 ± 2.75 ^{ab}
12	105	4.82 ± 0.41 ^{abc}	4.26 ± 0.39 ^{abc}	16.34 ± 2.72 ^{abc}
15	105	4.69 ± 0.41 ^{abcd}	4.10 ± 0.40 ^{abcd}	15.40 ± 2.68 ^{abcd}
<i>F</i>		218.329	215.906	246.924
<i>P</i>		0.001	0.001	0.001

注: 与各自的 3 mm 位点值比较, ^a $P < 0.05$; 与各自的 6 mm 位点值比较, ^b $P < 0.05$; 与各自的 9 mm 位点值比较, ^c $P < 0.05$; 与各自的 12 mm 位点值比较, ^d $P < 0.05$ (单因素方差分析, SNK-*q* 检验)

2.2 受检者各基线指标间视神经距球后 3 mm 处横断面直径的最大值和最小值比较

受检者不同性别间视神经距球后 3 mm 处横断面直径的最大值、最小值和面积的比较差异均无统计学意义 ($t = 1.805, P = 0.074; t = 1.930, P = 0.056; t = 1.329, P = 0.187$) (表 2)。不同眼别间视神经距球后 3 mm 处横断面直径的最大值、最小值和面积的比较差异均无统计学意义 ($t = 0.724, P = 0.471; t = 1.562, P = 0.121; t = 1.424, P = 0.158$) (表 3)。

表 2 受检者不同性别间视神经距球后 3 mm 处横断面直径和面积的比较 ($\bar{x} \pm s$)

性别	例数	直径 (mm)		面积 (mm ²)
		最大值	最小值	
男	51	6.07 ± 0.48	5.44 ± 0.52	26.27 ± 4.38
女	54	6.39 ± 0.41	5.65 ± 0.46	28.95 ± 4.12
<i>t</i>		1.805	1.930	1.329
<i>P</i>		0.074	0.056	0.187

(独立样本 *t* 检验)

表 3 受检者不同眼别间视神经距球后 3 mm 处横断面直径和面积的比较 ($\bar{x} \pm s$)

眼别	总眼数	直径 (mm)		面积 (mm ²)
		最大值	最小值	
右眼	54	6.19 ± 0.47	5.48 ± 0.46	26.97 ± 4.09
左眼	51	6.25 ± 0.48	5.61 ± 0.53	28.14 ± 4.76
<i>t</i>		0.724	1.562	1.424
<i>P</i>		0.471	0.121	0.158

(配对 *t* 检验)

2.3 受检者年龄与视神经横断面直径最大值、最小值和面积的关系

采用多元回归分析受检者年龄与视神经横断面直径最大值、最小值和面积的关系, 建立回归方程: $Y = 14.004 + 1.873X_1 + 7.415X_2 - 0.853X_3$ 。受检者年龄与视神经横断面直径最大值、最小值和面积均无线性相关 ($F = 0.250, P = 0.861$)。视神经横断面直径最大值、最小值和面积的偏回归系数分别为 1.873、7.415 和 -0.853, 均无线性相关 ($P = 0.847, 0.460, 0.637$)。

3 讨论

视神经周围有硬脑膜、蛛网膜和软脑膜包围, 其与颅内相应脑膜相延续。视神经蛛网膜下腔随脑脊液含量和压力的改变而增宽或变窄, 测量眶内段视神经直径可间接反映颅内压的变化^[4-7]。与常规的腰椎穿刺测量颅内压的方法相比, 测量眶内段视神经结构来判

断颅内压的方法具有无创、可重复检测、方便随访等优势,尤其对有腰椎穿刺禁忌证患者是较好的替代方法^[8-9]。研究发现,颅内压的变化与青光眼的视神经损害有关,青光眼患者眶内段视神经鞘的直径比正常人群偏小^[7,10],建立视神经鞘横断面结构的正常值范围对于临床诊疗和影像学诊断具有较大意义。多层螺旋 CT 可在短时间内完成多方位的容积扫描成像,通过工作站后处理技术可完整重建并检测眶内段视神经鞘结构的参数,检测简便。本研究中采用该方法测量正常人群眶内段视神经横断面直径和面积,探讨正常人视神经的形态特征及其与年龄、性别、眼别的关系。

本研究中的测量结果显示,随着与球后距离的延长,视神经逐渐变细,与在尸眼和 MRI 中的研究结果一致^[11-12]。我们先前的研究发现,距离球后视神经起始部 3 mm 处,视神经横断面直径和面积测量值的可重复性最好^[13],因此本研究中选择 3 mm 处视神经横断面的最大直径、最小直径和面积进行不同性别、年龄、眼别的比较分析。本研究中测得视神经鞘横断面直径最大值为 (6.24 ± 0.47) mm,最小值为 (5.56 ± 0.50) mm,与既往 MRI 或 B 型超声法测量的 (5.13 ± 0.47) mm^[14] 和 (5.40 ± 0.60) mm^[15] 结果相似。毛青等^[16] 采用 MRI 方法测量健康成人眶内段视神经直径为 (3.10 ± 0.45) mm,而尸眼该段视神经直径为 (3.8 ± 0.40) mm,明显低于本研究中视神经鞘直径的测量结果,考虑可能与以下原因有关:(1)毛青等^[16] 研究测量的是视神经-眼平面及眶内段视神经直径的平均值,而球后 3 mm 处视神经直径相对较大。(2)该研究中直接测量受检眼球后的视神经直径,而未将蛛网膜下腔直径和视神经鞘膜的厚度计算在内。(3)尸眼在标本制作和保存过程中视神经活性已丧失,细胞死亡及颅内压的改变也使视神经形态发生改变。

以往的研究多采用 MRI、CT 或者 B 型超声扫描在视神经的冠状位、轴位或者矢状位上测量其直径,但视神经在眶内段的走行有一定的曲度和角度,这些方法不能确保在视神经的横断面上进行检测,导致测量数据的准确性和重复性降低,同时球后视神经鞘横断面呈椭圆形,测量视神经鞘横断面面积较直径更能准确反映视神经鞘的粗细。本研究中采用曲面重建技术将弯曲的视神经重建在一个平面上并全程显示,系统可自动测量距离球后不同位点、视神经鞘横断面面积和直径的数据,比较准确,重复性好。然而,重建图像不可能绝对真实地反映视神经的轮廓和外形,也受密度分辨率的限制,因此需结合临床症状全面评估和分析视神经图像和测量数据。

本研究结果显示,正常成人不同年龄、性别和眼别间视神经鞘直径和面积没有显著差异。本研究中获取的眶内段视神经鞘横断面正常值可为视神经疾病及颅内压改变的进一步检查和诊治提供参考依据,便于对病理状态下视神经的形态结构进行深入研究。

参考文献

- [1] 梁长虹,黄飏,黄美萍,等. 视神经磁共振成像方法研究[J]. 现代临床医学生物工程学杂志,2002,8(3):191-200.
- [2] Mascioli G, Salvolini S, Cavola GL, et al. Functional MRI examination of visual pathways in patients with unilateral optic neuritis[J/OL]. Radiol Res Pract, 2012, 2012: 265306 [2015-05-11]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3407659>. doi:10.1155/2012/265306.
- [3] Chen WW, Wang N, Cai S, et al. Structural brain abnormalities in patients with primary open-angle glaucoma: a study with 3T MR imaging[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2013, 54(1):545-554. doi:10.1167/iovs.12-9893.
- [4] Watanabe A, Kinouchi H, Horikoshi T, et al. Effect of intracranial pressure on the diameter of the optic nerve sheath[J]. J Neurosurg, 2008, 109(2):255-258. doi:10.3171/JNS.2008.109.8.0255.
- [5] Strumwasser A, Kwan RO, Yeung L, et al. Sonographic optic nerve sheath diameter as an estimate of intracranial pressure in adult trauma[J]. J Surg Res, 2011, 170(2):265-271. doi:10.1016/j.jss.2011.03.009.
- [6] Ren R, Zhang X, Wang N, et al. Cerebrospinal fluid pressure in ocular hypertension[J/OL]. Acta Ophthalmol, 2011, 89(2):e142-148 [2015-06-17]. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-3768.2010.02015.x>. doi:10.1111/j.1755-3768.2010.02015.x.
- [7] Wang N, Xie X, Yang D, et al. Orbital cerebrospinal fluid space in glaucoma: the Beijing intracranial and intraocular pressure (iCOP) study[J]. Ophthalmology, 2012, 119:2065-2073. doi:10.1016/j.optha.2012.03.054.
- [8] Geeraerts T, Merceron S, Benhamou D, et al. Non-invasive assessment of intracranial pressure using ocular sonography in neurocritical care patients[J]. Intensive Care Med, 2008, 34(11):2062-2067. doi:10.1007/s00134-008-1149-x.
- [9] Moretti R, Pizzi B. Ultrasonography of the optic nerve in neurocritically ill patients[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2011, 55(6):644-652. doi:10.1111/j.1399-6576.2011.02432.x.
- [10] Jonas JB. Role of cerebrospinal fluid pressure in the pathogenesis of glaucoma[J]. Acta Ophthalmol, 2011, 89(6):505-514. doi:10.1111/j.1755-3768.2010.01915.x.
- [11] 刘津平, 靳颖, 李云生. 视神经的断层解剖学研究及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2003, 21(5):454-456.
- [12] 温生贵, 张伟国, 龚水根, 等. 正常成人眶内段视神经的 MRI 测量研究[J]. 实用放射学杂志, 2000, 16(9):556-559.
- [13] 樊宁, 成洪波, 魏世辉, 等. CT 重建测量眶内段视神经的重复性研究[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2014, 36(5):336-339.
- [14] Bäuerle J, Lochner P, Kaps M, et al. Intra- and interobserver reliability of sonographic assessment of the optic nerve sheath diameter in healthy adults[J]. J Neuroimaging, 2012, 22(1):42-45. doi:10.1111/j.1552-6569.2010.00546.x.
- [15] 李世琪, 李羽. 超声测量视神经相关结构的变化在早期诊断颅内压增高中的应用[J]. 四川医学, 2013, 34(1):162-165.
- [16] 毛青, 王培军, 包颜明, 等. MRI 与解剖对比研究:视神经-眼平面眶外段视神经的表现[J]. 医学影像学杂志, 2008, 18(8):821-824.

(收稿日期:2015-09-11)

(本文编辑:尹卫靖 杜娟)