

· 海外速递 ·

超声评估中国健康成年人视神经鞘直径

■ 王丽娟¹, 冯良枢¹, 姚燕², 邓方¹, 王玉芝¹, 冯加纯¹, 邢英琦¹

作者单位

¹130021 长春

吉林大学第一医院神经
内科和神经科学中心

²吉林大学公共卫生学院
流行病学与卫生统计学教
研室

通信作者

邢英琦

xingyq@sina.com

冯加纯

fengjcfank@163.com

【摘要】

目的 确定中国正常成人视神经鞘直径 (optic nerve sheath diameter, ONSD) 的参考值范围, 并且探索与其相关的影响因素。

方法 以2013年1月—2014年1月健康体检的成年人作为研究对象, 每位受试者的双眼视神经鞘的矢状位和横断面均由两位医生分别测量两次。每位受试者ONSD的最终报告值是双眼视神经鞘的16个测量值的平均值。

结果 共有230例受试者, 获得3680个ONSD测量值, 范围为2.65~4.30 mm。ONSD的上限值低于以往白种人及黑人的研究结果。简单线性回归分析发现ONSD与性别、体质指数 (body mass index, BMI)、腰围、头围相关。在调整了其他可能的影响因素后发现性别 (偏回归系数0.189, $P<0.001$)、BMI (偏回归系数0.032, $P<0.001$) 是ONSD的独立影响因素。低体重组的女性ONSD最小。

结论 在确立ONSD的正常值标准时应考虑种族、性别、BMI的差别。

【关键词】 视神经鞘直径; 超声; 颅内压

【DOI】 10.3969/j.issn.1673-5765.2016.07.007

Ultrasonographic Evaluation of Optic Nerve Sheath Diameter among Healthy Chinese Adults

WANG Li-Juan*, FENG Liang-Shu, YAO Yan, DENG Fang, WANG Yu-Zhi, FENG Jia-Chun, XING Ying-Qi. *Neuroscience Center, Department of Neurology, the First Hospital of Jilin University, Jilin University, Changchun 130021, China

Corresponding Author: XING Ying-Qi, E-mail: xingyq@sina.com

FENG Jia-Chun, E-mail: fengjcfank@163.com

【Abstract】 The aim of the work described here was to establish the range for optic nerve sheath diameter (ONSD) and potential factors influencing ONSD in healthy Chinese adults. Both ONSDs were measured twice in the sagittal and transversal planes by two observers. The final ONSD value for each participant was the average of 16 measurements of both eyes. The ONSD range ($N=3680$) among 230 participants was 2.65~4.30 mm. The upper ONSD limit was lower than those in previous studies in Caucasian and African samples. Simple linear regression analyses revealed that the ONSD was correlated with sex, body mass index and waistline and head circumference. After adjustment for potential confounds between these factors, sex (coefficient=0.225, $P<0.001$) and body mass index (coefficient=0.042, $P<0.001$) were independently associated with ONSD. Underweight women had the smallest ONSD. These results suggest that racial, sex, and body mass index differences should be noted when assessing ultrasonographic criteria.

【Key Words】 Optic nerve sheath diameter; Ultrasonography; Intracerebral pressure

颅内压 (intracranial pressure, ICP) 增高是临床常见的急重症, 致死、致残率很高, 故临床上早期诊断ICP增高尤为重要^[1]。诊断ICP增高的金标准为脑室内压监测。但是由于急诊往往缺少神经外科医师的及时配合而导致这项有创性检测技术未能广泛推广。另外, 此项

技术有多种禁忌证, 如凝血障碍或血小板增多时均不能进行此项检查。而且有创性ICP监测可导致多种并发症, 例如出血、感染^[2-3]。因此, 临床急需有效的无创性检测技术来评估ICP。视神经属于中枢神经系统, 一些研究表明视神经周围的蛛网膜下腔与颅内的蛛网

膜下腔相通,故视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)可随着颅内脑脊液压力的改变而发生相应的变化^[4-5]。另一些研究表明ONSD随着ICP的增高而增宽^[6-7]。有研究报道通过磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)对ONSD进行精确测量,可以监测ICP增高^[8]。然而,由于MRI费用昂贵、耗时较长、需要搬动患者等原因,有研究开始运用超声来评估ONSD^[9-10]。它可以无创、准确、快捷地判断ICP增高,因此,此项新技术在国外的临床工作中得到了开展,为ICP增高的诊断提供了快速而有效的帮助^[11-18]。最近的一项Meta分析研究表明,超声测量ONSD可以准确地评估ICP,进而帮助临床医师做出相应的诊断^[19]。但是ONSD的正常值范围尚未明确,ICP增高的患者ONSD的诊断标准也没有确定,因此,临床需要确定ONSD的正常参考值范围。由于个体间存在差异,ONSD的正常值范围相对比较大^[20]。然而,以往大多对超声测量ONSD的研究仅限于对白种人和黑种人的研究,并且只有少数研究描述了个体差异和ONSD的相关性。一项研究表明,正常儿童的ONSD随着年龄的增长而增长,特别是出生后的2个月内ONSD增长得最快^[21]。但是,由于样本量较小,对正常成年人的ONSD是否随着年龄的增长而增长,以及ONSD随着种族、性别、体质指数(body mass index, BMI)、血压、头围和腰围等个体特征如何变化并不知情。2013年一项国际视神经鞘的研究课题计划中提出在未来的研究工作中需要探讨运用超声检测ONSD评估ICP增高的准确性是否会受到患者个体差异等诸多因素的影响^[22]。

以往并没有对中国健康成年人ONSD的研究。因此,本研究旨在确定中国健康成年人ONSD的正常参考值范围,并探究不同特征人群ONSD现状。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究于2013年1月-2014年1月在吉林大学第一医院进行,得到了伦理委员会的认可。所有的受检者均签署知情同意书。在健康体检的人群中随机抽取 ≥ 18 岁的健康成年人作为研究对象,无眼科及中枢神经系统相关疾病史。排除标准为既往有高ICP的病史以及服用影响脑脊液压力的药物,如碳酸酐酶抑制剂、利尿剂、糖皮质激素等。收集受试者年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、腰围、头围、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、平均动脉压(mean arterial blood pressure, MABP)采用以下公式进行计算,即 $MABP=1/3 \times SBP+2/3 \times DBP$ 。

1.2 测量方法 运用Philips (IU-22)彩色超声仪及9 MHz~3 MHz线阵超声探头进行ONSD的测量。受试者取仰卧位,将探头上涂一层较厚的凝胶,轻轻地放在受试者闭合的眼睑上,测量双侧眼球后3 mm处ONSD^[23-24]。扫描方向分为横断面和矢状面。横断面扫描时,将探头水平方向置于患者闭合的眼睑之上;矢状面扫描时,将探头垂直方向置于患者闭合的眼睑之上^[13, 25]。每位受检者均需要接受两名医生的检测,两位医生在横断面和矢状面上都分别检测两次,两名医生对受检者的临床资料及对方测量的ONSD结果均不知情。每例受试者双侧视神经鞘共测得16个ONSD值,为了减少测量误差,取其平均值作为该受试者ONSD的最终报告值。

1.3 数据统计分析 采用SPSS 17.0 (SPSS, Chicago, IL, USA)统计软件进行数据分析。采用 $(\bar{x} \pm s)$ 对其进行统计描述,分类型变量采用构成比或百分数进行统计描述。采用简单线性回归对ONSD与年龄、性别、BMI、腰围、头围及MABP等因素之间的关系进行分

析。为了调整可能的混杂因素的影响,采用多元回归分析确定ONSD的独立影响因素。采用向前逐步回归法分析数据, $P < 0.05$ 有统计学意义, $P > 0.10$ 无意义。不同组间ONSD的比较采用最小显著性差异法。 $P < 0.05$ 有统计学意义。

2 结果

本研究对年龄18~80岁,平均年龄(43.26 ± 15.9)岁的230位健康成年人进行了ONSD的测量。其中男性118例(51.3%),女性112例(48.7%)。研究对象BMI平均值为(22.6 ± 3.5) kg/m^2 ,其中最小为15.9 kg/m^2 ,最大为33.8 kg/m^2 。根据中国成人BMI分级^[26]进行分组:偏瘦组($\text{BMI} < 18.5 \text{ kg}/\text{m}^2$) 35例(14例男性,21例女性);正常组($18.5 \text{ kg}/\text{m}^2 \leq \text{BMI} < 24 \text{ kg}/\text{m}^2$) 114例(50例男性,64例女性);超重组($24 \text{ kg}/\text{m}^2 \leq \text{BMI} < 28 \text{ kg}/\text{m}^2$) 67例(43例男性,24例女性);肥胖组($\text{BMI} \geq 28 \text{ kg}/\text{m}^2$) 14例(11例男性,3例女性)。测量所有受试者的ONSD,获得3680个ONSD测量值,范围为2.65~4.30 mm,ONSD平均值为(3.4580 ± 0.2767) mm,其95%可信区间为3.420~3.493 mm。正常成年人的ONSD呈正态分布(图1)。

一元线性回归分析表明ONSD与性别、BMI、腰围、头围相关(表1)。在调整了其他因素的影响后,发现性别(偏回归系数0.189,

$P < 0.001$)、BMI(偏回归系数0.032, $P < 0.001$)是ONSD的独立影响因素(表1)。图2显示随着性别、BMI的变化ONSD的变化趋势图。根据多元线性回归分析结果,将研究对象进一步进行分组,分为男性偏瘦组,男性BMI正常组,男性超重或肥胖组;女性偏瘦组,女性BMI正常组,女性超重或肥胖组。表2显示不同组别的ONSD值,其中女性偏瘦组ONSD值最小(3.201 mm)。男性超重组、男性肥胖组及女性肥胖组ONSD值最大,而这3组间无明显区别(表3)。

3 讨论

本研究运用超声成像技术获得了中国成人ONSD正常值范围及相关信息。据我们所知,本研究是目前国际上运用超声检测技术探索与ONSD相关性因素的研究中拥有样本量最大的。

本研究测量的ONSD的范围比既往国外研究报告的范围略小。其平均值3.458 mm,与

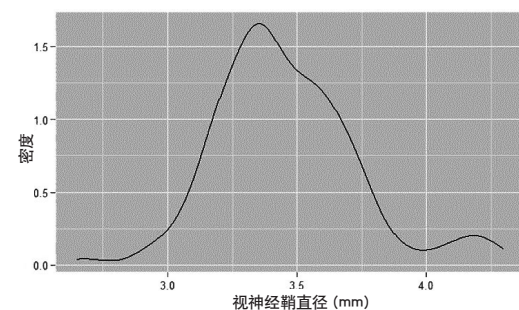


图1 正常成人ONSD呈正态分布

表1 线性回归分析的结果

变量	一元线性回归分析				多元线性回归分析			
	相关系数	SE	t	P	相关系数	SE	t	P
性别	0.240	0.033	7.273	<0.001	0.189	0.030	6.237	<0.001
年龄	0.001	0.001	0.990	0.323	—	—	—	—
BMI	0.038	0.005	8.379	<0.001	0.032	0.004	7.436	<0.001
腰围	0.012	0.002	6.769	<0.001	—	—	—	—
头围	0.033	0.009	3.821	<0.001	—	—	—	—
MABP	0.004	0.003	1.401	0.163	—	—	—	—

注: MABP: 平均动脉压; BMI: 体质指数

Ballantyne^[27]及Soldatos等^[28]的研究结果无统计学差异。Ballantyne等以67例英国健康成年人作为研究对象,测得其正常值范围为2.4~4.7 mm (平均值为3.2~3.6 mm)。Soldatos等以26例希腊健康成年人作为研究对象,测得其正常值范围为2.2~4.9 mm (平均值为3.6 mm)。但是有其他国家的研 究测得当地人ONSD的结果偏高,如伊朗人(平均值4.6 mm,范围3.8~5.4 mm)^[29],孟加拉人(平均值4.41 mm,范围4.24~4.83 mm)^[30],意大利人(平均值5.4 mm,范围4.3~7.6 mm)^[20]。上述结果提示ONSD有相对较大的个体差异,这与既往的研究报道^[20, 31]相符合。这可能与种族、地域或基因的差异有关。通过超声检测ONSD来评估ICP增高在不同地域、种族间是否存在差异并不明确,特别是在亚洲国家,此领域

的研究较少。本研究以健康中国人作为研究对象,测定其ONSD正常值范围。值得注意的是,本研 究所得的ONSD正常值上限是4.3 mm,这个值显著低于其他几个国家所观察到的。因此,考虑到种族的差异,ONSD的正常值范围可能会存在差异,所以本研究提示中国人群ONSD的正常值标准还需要进一步研究,如果此假设在将来的研究中得到了证实,则在超声检测ONSD时需要考虑到地域、种族等差异性。

本研究结果表明正常成人的ONSD呈正态分布。而孟加拉国一项包含有136个健康成年人的研究结果中ONSD呈双峰分布。有可能是由于种族、地域的差别导致上述结果不同。此外本研究拥有相对较大的样本量,可能更能真实地反映正常ONSD的分布情况。因此,未来对ONSD分布的评估需要更大的样本量。

表2 不同性别体质指数组的视神经鞘直径

分组	人数	平均值 (mm)	标准差 (mm)
男性偏瘦组	14	3.379	0.1237
男性正常组	50	3.484	0.2270
男性超重组	43	3.703	0.2983
男性肥胖组	11	3.736	0.2270
女性偏瘦组	21	3.201	0.1224
女性正常组	64	3.325	0.2109
女性超重组	24	3.437	0.2007
女性肥胖组	3	3.683	0.1193

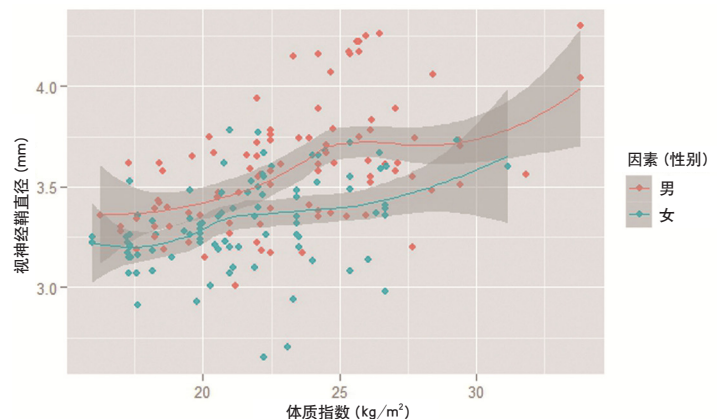


图2 不同性别组中ONSD随BMI的变化趋势图

表3 不同性别BMI组ONSD平均差的比较

	男性偏瘦组	男性正常组	男性超重组	男性肥胖组	女性偏瘦组	女性正常组	女性超重组	女性肥胖组
男性偏瘦组	—							
男性正常组	0.105	—						
男性超重组	0.324*	0.219*	—					
男性肥胖组	0.357*	0.252*	0.033	—				
女性偏瘦组	-0.178*	-0.283*	-0.502*	-0.535	—			
女性正常组	-0.055	-0.159*	-0.378*	-0.411*	0.124*	—		
女性超重组	0.058	-0.047	-0.266*	-0.299*	0.236*	0.112*	—	
女性肥胖组	0.306*	0.201	-0.018	-0.051	0.484*	0.361*	0.248	—

注: *P<0.05。ONSD: 视神经鞘直径; BMI: 体质指数

由于既往的研究样本量较小,所以很少有研究报道超声测量ONSD的影响因素。有一项研究提到性别可能导致ONSD不同,男性的ONSD比女性的粗。但是由于样本量较小,两者的差异并没有统计学意义^[32]。Hansen等^[6]提出ONSD与ICP呈线性相关,2012年有研究证实BMI也与ICP呈线性相关^[33-34]。然而,ONSD与BMI是否有相关性一直未被明确。2012年Bauerle等^[20]进行了一项包含有40例健康意大利成人的ONSD研究,其结果显示ONSD与BMI的相关性没有统计学意义。不过作者推测可能与样本量不足有关,其研究中最大的BMI是33.6 kg/m²,故不能排除更高的BMI值与ONSD有相关性。本研究与既往的研究相比拥有相对较大的样本量和更大范围的BMI数据,明确证实了ONSD与性别及BMI有相关性。据我们所知,本研究首次揭示了超声测量健康成年人ONSD与性别、BMI之间的相关性。本研究中有81例体重超过正常范围内的受检者,最大的BMI为33.8 kg/m²,明显高于正常值范围(根据2008年中国BMI分级, BMI≥24 kg/m²被定义为高于正常值^[26])。本研究中ONSD最小值是在女性偏瘦组。此现象可能与营养因素有关。有研究报道营养不良可以导致发育迟缓或发育不良,可以造成ONSD较小^[30]。

本研究显示超声测量ONSD的正常值与多种因素相关。然而,截至目前,影响ONSD与ICP增高之间关系的潜在影响因素尚不明确。因此,当ONSD作为ICP增高的预测指标时,应该探究可能存在的影响因素。

本研究发现成人ONSD与年龄的相关性没有统计学意义。有研究报道儿童ONSD在1岁之内发育增粗最明显^[21, 35]。另有其他研究报道在儿童时期结束时ONSD发育明显减慢,只有很小程度的增粗^[30]。此外,本研究还发现成人头围、腰围及血压等与ONSD相关性也无统计学意义。

我们的研究有一定的局限性。首先,受试者是健康体检人群,虽然无不良主诉且排除伴有可能影响ICP和视神经鞘的疾病,但并没有通过腰椎穿刺测量脑脊液压力,故我们是理论上认为其为ICP正常人群。其次,虽然本研究揭示了影响ONSD的一些相关因素,但是仍然有许多潜在的影响ONSD的因素有待进一步研究。最后,更加精确的ONSD正常参考值范围有待确定。因此,未来我们还需要进行多中心的大样本量的研究。

4 结论

采用超声成像技术测量中国健康成年人ONSD,发现其与性别和BMI相关。本研究ONSD的正常值上限低于高加索人和非洲人的研究结果。因此,我们建议在确定超声测量ONSD的诊断标准时,应注意种族、性别、BMI的差异。总之,本研究为未来高ICP的无创检测技术的研究提供了一定的研究基础。

附注

本文由作者翻译。原文发表于PLoS One: Wang L, Feng L, Yao Y, Wang Y, Chen Y, Feng J, et al. (2015) Optimal Optic Nerve Sheath Diameter Threshold for the Identification of Elevated Opening Pressure on Lumbar Puncture in a Chinese Population. *PLoS One*, 10(2): e0117939. doi:10.1371/journal.pone.0117939

参考文献

- 1 Juul N, Morris GF, Marshall SB, et al. Intracranial hypertension and cerebral perfusion pressure: influence on neurological deterioration and outcome in severe head injury[J]. *J Neurosurg*, 2000, 92: 1-6.
- 2 Ghajar J. Traumatic brain injury[J]. *The Lancet*, 2000, 356: 923-929.
- 3 Raboel P, Bartek J, Andresen M, et al. Intracranial pressure monitoring: invasive versus non-invasive methods—a review[J]. *Crit Care Res Pract*, 2012: 950393. doi: 10.1155/2012/950393.

- 4 Hansen H, Helmke K. The subarachnoid space surrounding the optic nerves; An ultrasound study of the optic nerve sheath[J]. *Surg Radiol Anat*, 1996, 18: 323-328.
- 5 Hayreh SS. Pathogenesis of oedema of the optic disc[J]. *Doc Ophthalmol*, 1968, 24: 289-411.
- 6 Hansen HC, Helmke K. Validation of the optic nerve sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure; ultrasound findings during intrathecal infusion tests[J]. *J Neurosurg*, 1997, 87: 34-40.
- 7 Liu D, Kahn M. Measurement and relationship of subarachnoid pressure of the optic nerve to intracranial pressures in fresh cadavers[J]. *Am J Ophthalmol*, 1993, 116: 548-556.
- 8 Geeraerts T, Newcombe VF, Coles JP, et al. Use of T2-weighted magnetic resonance imaging of the optic nerve sheath to detect raised intracranial pressure[J]. *Crit Care*, 2008, 12: R114, doi: 10.1186/cc7006.
- 9 Bauerle J, Schuchardt F, Schroeder L, et al. Reproducibility and accuracy of optic nerve sheath diameter assessment using ultrasound compared to magnetic resonance imaging[J]. *BMC Neurol*, 2013, 13: 187.
- 10 Steinborn M, Fiegler J, Ruedisser K, et al. Measurement of the optic nerve sheath diameter in children; Comparison between transbulbar sonography and magnetic resonance imaging[J]. *Ultraschall Med*, 2011, 2011-08-25[Epub ahead of print].
- 11 Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski PR. Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath[J]. *Acad Emerg Med*, 2003, 10: 376-381.
- 12 Bolesch S, von Wegner F, Senft C, et al. Transcranial ultrasound to detect elevated intracranial pressure; comparison of septum pellucidum undulations and optic nerve sheath diameter[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2015, 41: 1233-1240.
- 13 Geeraerts T, Launey Y, Martin L, et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury[J]. *Intensive Care Med*, 2007, 33: 1704-1711.
- 14 Kimberly HH, Shah S, Marill K, et al. Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure[J]. *Acad Emerg Med*, 2008, 15: 201-204.
- 15 Moretti R, Pizzi B. Ultrasonography of the optic nerve in neurocritically ill patients[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2011, 55: 644-652.
- 16 Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ, et al. Optic nerve ultrasound for the detection of raised intracranial pressure[J]. *Neurocritical care*, 2011, 15: 506-515.
- 17 Soldatos T, Chatzimichail K, Papathanasiou M, et al. Optic nerve sonography; a new window for the non-invasive evaluation of intracranial pressure in brain injury[J]. *Emerg Med J*, 2009, 26: 630-634.
- 18 Tsung JW, Blaivas M, Cooper A, et al. A rapid noninvasive method of detecting elevated intracranial pressure using bedside ocular ultrasound; application to 3 cases of head trauma in the pediatric emergency department[J]. *Pediatric emergency care*, 2005, 21: 94-98.
- 19 Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, et al. Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure; a systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37: 1059-1068.
- 20 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: 42-45.
- 21 Ballantyne J, Hollman A, Hamilton R, et al. Transorbital optic nerve sheath ultrasonography in normal children[J]. *Clin Radiol*, 1999, 54: 740-742.
- 22 Dubourg J, Messerer M, Karakitsos D, et al. Individual patient data systematic review and meta-analysis of optic nerve sheath diameter ultrasonography for detecting raised intracranial pressure; protocol of the ONSD research group[J]. *Syst Rev*, 2013, 2: 1-6.
- 23 Romagnuolo L, Tayal V, Tomaszewski C, et al. Optic nerve sheath diameter does not change with patient position[J]. *Am J Emerg Med*, 2005, 23: 686-688.
- 24 Tayal VS, Neulander M, Norton HJ, et al. Emergency department sonographic measurement of optic nerve sheath diameter to detect findings of increased intracranial pressure in adult head injury patients[J]. *Ann Emerg Med*, 2007, 49: 508-514.
- 25 Moretti R, Pizzi B, Cassini F, et al. Reliability of optic nerve ultrasound for the evaluation of patients with spontaneous intracranial hemorrhage[J]. *Neurocrit care*, 2009, 11: 406-410.
- 26 Chen CM. Overview of obesity in Mainland China[J]. *Obes Rev*, 9: 14-21.
- 27 Ballantyne S, O'Neill G, Hamilton R, et al. Observer variation in the sonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults[J]. *Eur J Ultrasound*, 2002, 15: 145-149.
- 28 Soldatos T, Karakitsos D, Chatzimichail K, et al. Optic nerve sonography in the diagnostic evaluation of adult brain injury[J]. *Critical Care*, 2008, 12: R67.

- 29 Amini A, Kariman H, Arhami Dolatabadi A, et al. Use of the sonographic diameter of optic nerve sheath to estimate intracranial pressure[J]. *Am J Emerg Med*, 2013, 31: 236-239.
- 30 Maude RR, Hossain MA, Hassan MU, et al. Transorbital sonographic evaluation of normal optic nerve sheath diameter in healthy volunteers in bangladesh[J]. *PLoS One*, 2013, 8: 81013.
- 31 Lagrèze WA, Lazzaro A, Weigel M, et al. Morphometry of the retrobulbar human optic nerve; comparison between conventional sonography and ultrafast magnetic resonance sequences[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, 48: 1913-1917.
- 32 Garcia JP, Garcia PT, Rosen RB, et al. A 3-dimensional ultrasound C-scan imaging technique for optic nerve measurements[J]. *Ophthalmology*, 2004, 111: 1238-1243.
- 33 Berdahl JP, Fleischman D, Zaydarova J, et al. Body mass index has a linear relationship with cerebrospinal fluid pressure[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53: 1422-1427.
- 34 Ren R, Wang N, Zhang X, et al. Cerebrospinal fluid pressure correlated with body mass index[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2012, 250: 445-446.
- 35 Helmke K, Hansen HC. Fundamentals of transorbital sonographic evaluation of optic nerve sheath expansion under intracranial hypertension[J]. *Pediatr Radiol*, 1996, 26: 701-705.

(收稿日期: 2016-04-28)