

• 临床研究 •

非小细胞肺癌软脑膜转移患者MR测量与脑脊液压力的相关性研究

何雪颖¹, 林永娟², 尹震宇², 田传帅¹, 张鑫¹, 梁雪^{1*}, 张冰¹¹南京大学医学院附属鼓楼医院医学影像科, ²老年肿瘤科, 江苏 南京 210008

[摘要] 目的: 探讨非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC)软脑膜转移(leptomeningeal metastases, LM)患者磁共振(magnetic resonance, MR)测量视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)和头颅外周脑脊液体积/全脑容积(peripheral cerebrospinal fluid volume/intracranial volume, PCSFV/ICV)比值与脑脊液压力(cerebrospinal fluid pressure, CSFP)的相关性, 评估 ONSD 和 PCSFV/ICV 联合诊断 CSFP 升高的准确性。方法: 共收集 63 例 NSCLC-LM 患者, 所有患者同时进行视神经和颅脑 MR 扫描, 测量双眼 ONSD、颅脑 PCSFV 和 ICV。随后对所有患者行腰椎穿刺测量 CSFP, 并定期进行鞘内化疗。采用 Pearson 相关分析法分析 CSFP 与 MR 表现的相关性。通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估 ONSD 和 PCSFV/ICV 联合诊断 CSFP 升高的准确性。结果: 所有 NSCLC-LM 患者双眼平均 ONSD 与 CSFP 呈正相关($r=0.567, P<0.001$), PCSFV/ICV 与 CSFP 呈负相关($r=-0.365, P=0.003$)。ROC 曲线分析显示 ONSD、PCSFV/ICV 及 ONSD 联合 PCSFV/ICV 诊断颅内高压(CSFP>15 mmHg)的性能分别为 0.81(95%CI: 0.71~0.91)、0.76(95%CI: 0.64~0.89)和 0.91(95%CI: 0.84~0.99)。ONSD、PCSFV/ICV 及 ONSD 联合 PCSFV/ICV 诊断颅内高压(CSFP>20 mmHg)的性能分别为 0.70(95%CI: 0.58~0.82)、0.72(95%CI: 0.57~0.88)和 0.81(95%CI: 0.70~0.93)。结论: 经 MR 测量 ONSD 和 PCSFV/ICV 可以评估 NSCLC-LM 患者 CSFP 的变化, 二者联合能够提高诊断颅内高压的准确性, 有较好的临床应用价值。

[关键词] 脑脊液压力; 非小细胞肺癌; 软脑膜转移; 视神经鞘直径; 磁共振**[中图分类号]** R445.2**[文献标志码]** A**[文章编号]** 1007-4368(2024)06-812-06**doi:** 10.7655/NYDXBNSN240089

Correlation study of MR measurement and cerebrospinal fluid pressure in non-small cell lung cancer patients with leptomeningeal metastasis

HE Xueying¹, LIN Yongjuan², YIN Zhenyu², TIAN Chuanshuai¹, ZHANG Xin¹, LIANG Xue^{1*}, ZHANG Bing¹¹Department of Radiology, ²Department of Geriatric Oncology, the Affiliated Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China

[Abstract] **Objective:** To explore the correlation between magnetic resonance (MR) findings [optic nerve sheath diameter (ONSD) and peripheral cerebrospinal fluid volume/intracranial volume ratio (PCSFV/ICV)] and cerebrospinal fluid pressure (CSFP) in patients with leptomeningeal metastases (LM) from non-small cell lung cancer (NSCLC). And to assess the diagnostic accuracy of combined ONSD and PCSFV/ICV in diagnosing elevated CSFP. **Methods:** A total of 63 patients with NSCLC-LM were enrolled. Both optic nerve and cranial MR scans were performed to measure bilateral ONSD, cranial PCSFV and ICV. Subsequently, CSFP was measured in all patients through lumbar puncture, and intrathecal chemotherapy was administered regularly. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between CSFP and MR findings. The accuracy of combined ONSD and PCSFV/ICV in diagnosing elevated CSFP was evaluated through receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results:** In patients with NSCLC-LM, the average ONSD of bilateral eyes was positively correlated with CSFP ($r=0.567, P<0.001$). PCSFV/ICV was negatively correlated with CSFP ($r=-0.365, P=0.003$). ROC curve analysis showed that the performance of ONSD, PCSFV/ICV, and combined ONSD with PCSFV/ICV in diagnosing intracranial hypertension (CSFP>15 mmHg) were 0.81 (95%CI: 0.71~0.91), 0.76 (95%CI: 0.64~0.89), and 0.91 (95%CI:

[基金项目] 国家自然科学基金(81971596); 南京鼓楼医院临床研究专项基金面上项目(2022-LCYJ-MS-25)

*通信作者 (Corresponding author), E-mail: liangxue_good@163.com

0.84–0.99), respectively. The performance of ONSD, PCSFV/ICV, and combined ONSD with PCSFV/ICV in diagnosing intracranial hypertension (CSFP > 20 mmHg) were 0.70 (95% CI: 0.58–0.82), 0.72 (95% CI: 0.57–0.88), and 0.81 (95% CI: 0.70–0.93), respectively.

Conclusion: The utilization of MR for measuring ONSD and PCSFV/ICV provides a valuable means to assess variations in CSFP among patients diagnosed with NSCLC-LM. Additionally, the combination of these two measurements enhances the diagnostic accuracy for evaluating CSFP, demonstrating its potential clinical significance.

[Key words] cerebrospinal fluid pressure; non-small cell lung cancer; leptomeningeal metastasis; optic nerve sheath diameter; MR

[J Nanjing Med Univ, 2024, 44(06): 812-817]

颅内压 (intracranial pressure, ICP) 升高是创伤性脑损伤、脑血管意外、中枢神经系统感染和肿瘤等疾病的常见并发症,临床上迫切需要快速准确地进行识别^[1-5]。研究表明,颅腔内各种组织(如脑实质、脑脊液和血液)的体积变化对 ICP 产生影响^[6-7]。非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC)伴有软脑膜转移(leptomeningeal metastasis, LM)时,患者可能出现脑室增宽、脑水肿和脑转移瘤等情况,导致脑室和脑实质体积增大,进而引起 ICP 升高,因此,在 NSCLC-LM 患者中进行 ICP 检测具有重要意义^[8-9]。目前,有创监测方法是评估 ICP 升高的临床金标准,其中包括腰椎穿刺脑脊液压力(cerebrospinal fluid pressure, CSFP)测量,但由于存在感染和出血风险,并且操作难度较大、费用较高,该方法在临床应用上面临一些挑战^[10]。研究发现,通过磁共振(magnetic resonance, MR)测量视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)可以评估 ICP,该方法客观准确且无创^[11-12]。此外,也有多项研究表明,超声测量 ONSD 也是一种可靠的非侵入性评估 ICP 的方法^[1-5,13-16]。临床实践发现,发现 NSCLC-LM 患者的外周脑脊液体积(peripheral cerebrospinal fluid volume, PCSFV)相对全脑容积(intracranial volume, ICV)比值缩小。因此,本研究旨在通过分析 NSCLC-LM 患者的数据,探究 MR 测量 ONSD 及 PCSFV/ICV 值与 CSFP 之间的相关性,并评估 ONSD 及 PCSFV/ICV 值在 ICP 升高中的诊断价值。

1 对象和方法

1.1 对象

本研究为回顾性研究。收集 2021 年 12 月—2023 年 5 月在南京大学医学院附属鼓楼医院老年肿瘤科收治的临床及病理确诊为 NSCLC-LM 的患者 63 例。纳入标准:①年龄 > 18 岁;②临床和影像资料完整;③原发性肿瘤经病理证实为 NSCLC;

④LM 的诊断遵循欧洲神经肿瘤协会和欧洲肿瘤学会标准^[17]:经脑脊液脱落细胞学检查确诊 LM 或典型 MR 成像及临床症状证实为 LM。LM 的典型 MR 成像表现包括脑膜线样、结节样强化,脑积水以及颅神经强化。LM 的典型临床症状包括:①ICP 升高及脑膜刺激征象:头痛、恶心和呕吐、精神变化、步态困难;②颅神经麻痹:复视、视力障碍、听力丧失等;③神经根症状:虚弱、排尿和马尾问题以及局灶性或放射性(神经根)颈背痛。排除标准:①在 1 周内使用影响 ICP 的药物(甘露醇等);②双眼视神经受累和除屈光不正以外的原有眼部疾病;③MR 图像质量差,不能满足测量需要。

本研究经本院伦理委员会批准(批文号为 2020-379-01, AF/SC-08/03.0),与所有患者的家属签署了知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 检查方法

所有患者的 MR 检查采用 3.0T 磁共振成像仪 Philips Ingenia 3.0T CX, 32 通道头线圈。MR 扫描包括头颅常规 T2WI、DWI、T2FLAIR 序列,以及 3DT1WI 序列和视神经 T2WI 序列。3DT1WI 序列参数如下:TR/TE 6.4/3.0 ms, 矩阵 240×240, FOV 240 mm×240 mm, 体素大小 1 mm×1 mm×1 mm, 扫描时间 108 s。视神经 T2WI 序列扫描参数如下:TR/TE 2 400/240 ms, 矩阵 232×197, FOV 150 mm×150 mm, 体素大小 0.65 mm×0.76 mm×0.80 mm, 扫描时间 182 s。

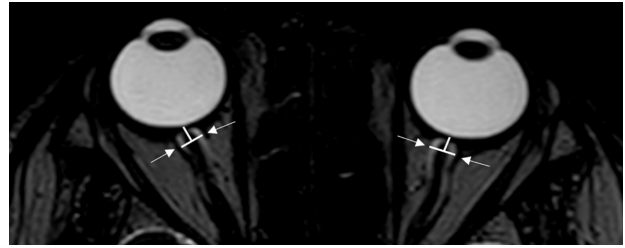
1.2.2 MR 图像测量

所有患者图像测量由 1 位具有 10 年以上工作经验的影像诊断医生进行。视神经鞘的测量:根据先前文献测量方法^[18],在 Philips Ingenia 3.0T CX 的后处理工作站上调取患者视神经 T2WI 图像,取轴位通过单侧视神经最大层面的图像,在视乳头后方 3 mm 处进行测量(图 1),分别测量双侧 ONSD, 并取平均值。PCSFV 和 ICV 测量:使用上海联影智能医

疗科技有限公司的MR脑分割软件对所有患者3DT1WI图像进行自动勾画(图2),并对每个患者勾画图像进行检查并手动修改后,由AI软件自动计算出PCSFV和ICV值。

1.3 统计学方法

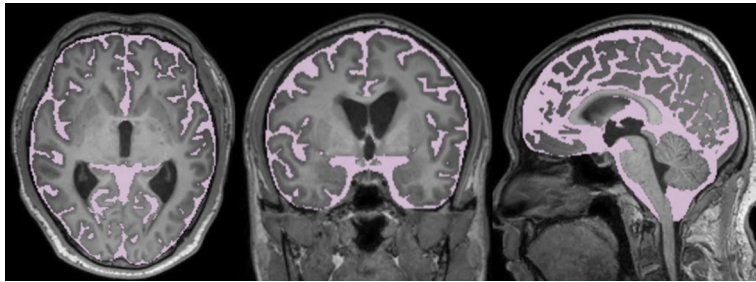
采用SPSS 26.0和GraphPad Prism 8.3.0软件进行统计分析和作图。统计ONSD、PCSFV/ICV和CSFP数据的方差齐性,若数据符合正态分布,采用Pearson相关分析法分析CSFP与MR测量结果的相关性;反之则采用Spearman相关分析法。然后通过绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估ONSD和PCSFV/ICV联合诊断CSFP升高的准确性,并计算曲线下面积(area under curve, AUC)。P < 0.05为差异有统计学意义。



The dura can be depicted as the outer hypointense border of the optic nerve sheath (arrows). ONSD is defined as the distance between the right and left dural borders (including CSF and optic nerve) at 3 mm behind the papilla (white line).

图1 视神经轴位T2加权MRI显示低信号的视神经被高信号的脑脊液包围

Figure 1 Axial T2-weighted MRI of the orbit indicates the hypointense optic nerve is surrounded by the hyperintense CSF



Schematic diagram of peripheral cerebrospinal fluid delineated (pink) and manually modified.

图2 颅脑经轴位、冠状位和矢状位T1加权MRI

Figure 2 Axial, coronal, and sagittal T1-weighted MRI of the brain

2 结果

2.1 患者一般资料

本研究共纳入NSCLC-LM患者63例,其中46例经脑脊液脱落细胞学检查证实,17例经典型的MR表现及临床症状确诊,患者年龄(58.08±9.94)岁(范围38~88)岁,男36例(57%),女27例(43%)。63例患者中伴发脑室增宽20例(32%),脑实质转移32例(51%)。临床症状主要以头晕头痛、恶心、呕吐为

主,部分患者出现颈项强直、脑膜刺激征。

2.2 NSCLC-LM患者CSFP与MR测量结果的相关性分析

所有NSCLC-LM患者双眼ONSD为(5.23±0.78)mm,PCSFV/ICV比值为0.21±0.03,CSFP为(13.82±4.93)mmHg。所有数据均符合正态分布(P > 0.05),相关分析采用Pearson分析方法。患者双眼ONSD与CSFP呈显著正相关(r=0.567, P < 0.001),PCSFV/ICV与CSFP呈负相关(r=-0.365, P=0.003,图3)。

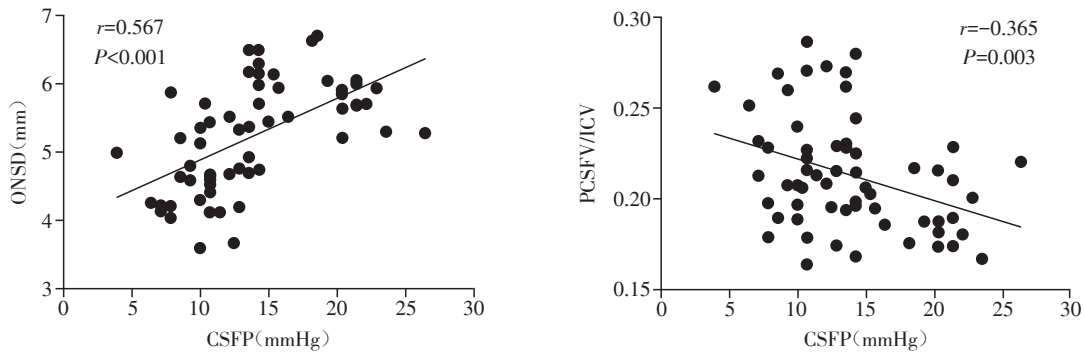


图3 患者ONSD、PCSFV/ICV与CSFP的相关性

Figure 3 Correlation between ONSD, PCSFV/ICV and CSFP in all patients

2.3 ONSD和PCSFV/ICV诊断CSFP升高的效能

以CSFP>15 mmHg为标准,采用ROC曲线分析ONSD和PCSFV/ICV诊断CSFP升高的效能。ROC曲线分析结果显示,ONSD、PCSFV/ICV以及ONSD联合PCSFV/ICV诊断CSFP的AUC值分别为0.81(95%CI:0.71~0.91)、0.76(95%CI:0.64~0.89)和

0.91(95%CI:0.84~0.99),最佳截断值分别为5.170 mm、0.195、0.332。以CSFP>20 mmHg为标准时,ONSD、PCSFV/ICV以及ONSD联合PCSFV/ICV诊断CSFP的AUC值分别为0.70(95%CI:0.58~0.82)、0.72(95%CI:0.57~0.88)和0.81(95%CI:0.70~0.93),最佳截断值分别为5.170 mm、0.190、0.09(图4,表1)。

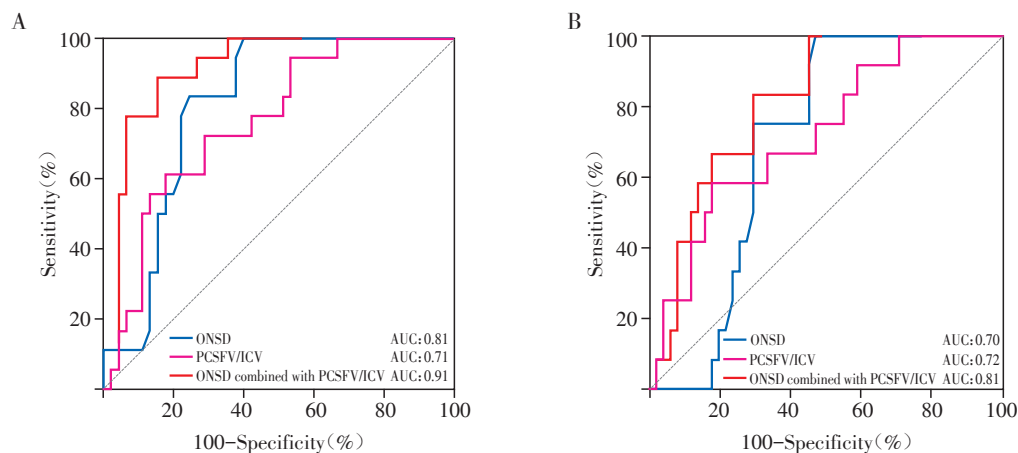


图4 ONSD、PCSFV/ICV以及ONSD联合PCSFV/ICV诊断CSFP>15 mmHg(A)及CSFP>20 mmHg(B)的ROC曲线
Figure 4 ROC curves of ONSD, PCSFV/ICV, and ONSD combined with PCSFV/ICV for the diagnosis of CSFP>15 mmHg (A) and CSFP>20 mmHg(B)

表1 ONSD、PCSFV/ICV以及ONSD联合PCSFV/ICV指标对NSCLC-LM患者CSFP升高的预测价值

Table 1 The predictive value of ONSD, PCSFV/ICV, and ONSD combined with PCSFV/ICV on the increase of CSFP in NSCLC-LM patients

| Indicator | CSFP>15 mmHg | | | | | CSFP>20 mmHg | | | | |
|------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|---------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|---------|-----------|
| | AUC | Sensitivity (%) | Specificity (%) | P | 95%CI | AUC | Sensitivity (%) | Specificity (%) | P | 95%CI |
| ONSD | 0.81 | 100.00 | 60.00 | < 0.001 | 0.71-0.91 | 0.70 | 100.00 | 52.94 | 0.030 | 0.58-0.82 |
| PCSFV/ICV | 0.76 | 61.11 | 82.22 | 0.001 | 0.64-0.89 | 0.72 | 58.33 | 82.35 | 0.020 | 0.57-0.88 |
| ONSD combined with PCSFV/ICV | 0.91 | 88.89 | 84.44 | < 0.001 | 0.84-0.99 | 0.81 | 100.00 | 54.90 | < 0.001 | 0.70-0.93 |

3 讨论

NSCLC是肺癌最主要的病理类型,约占85%,30%~40%出现脑转移。随着近年来治疗手段的飞速发展,NSCLC患者生存期显著延长,但同时脑转移发生率也逐渐增高。脑部转移包括脑实质转移(brain parenchymal metastasis, BPM)和LM。虽然LM较BPM少见,但是其预后极差^[19]。NSCLC-LM患者常出现ICP升高,会严重影响神经功能,甚至导致脑疝和对重要结构的挤压,严重情况下可能引发昏迷或导致死亡^[8-9,20],早期识别和治疗对改善NSCLC-LM患者的预后具有重要临床价值^[3-4]。目前,有创的ICP

监测是被广泛认可的“金标准”,但由于其价格昂贵且存在较多不良反应^[10]。因此,在诊断NSCLC-LM患者ICP升高的临床管理中,无创且客观准确的MR测量起着重要的作用。

视神经鞘是硬脑膜的延续,包绕着视神经,并且与视神经之间的间隙及蛛网膜下腔相通,内部充满脑脊液^[21]。当ICP升高时,鞘内压也会增加,导致视神经鞘眼后段扩张^[21]。目前,多项关于ONSD的MR和超声测量研究证实ONSD与侵入性ICP具有较高的相关性,说明使用MR/超声测量ONSD是评估ICP可靠的非侵入性方法^[1-5,11-16]。但关于ONSD与ICP相关性的研究主要集中在创伤性脑损伤、脑

血管意外和中枢神经系统感染等人群^[1-2,5],对于NSCLC-LM患者的研究还相对较少^[3-4]。本研究发现在NSCLC-LM患者中,经MR测量的ONSD与CSFP呈显著正相关($P < 0.001$),并且ROC曲线显示ONSD对CSFP升高具有较高的诊断效能。这一结论与先前床旁超声测量的结果相一致^[3-4],表明MR测量的ONSD可以作为评估NSCLC-LM患者ICP的可靠指标。本研究结果显示,使用MR测量ONSD诊断ICP的最佳临界值为5.170 mm。然而,最近的研究发现在NSCLC-LM患者中,使用超声测量ONSD来诊断高颅压的最佳临界值为5.6 mm^[7]。此外,一项Meta分析研究显示,针对成人ICP升高的超声测量最佳域值为5.01 mm^[7]。不同研究中关于ONSD判断ICP升高的临界值存在差异,这可能与人群、疾病类型、病情状态以及测量设备的差异有关。

ICP是脑组织、脑脊液和血液对颅腔壁产生的压力^[6]。脑脊液位于蛛网膜下腔和脑池之间,与脑室和脊髓腔相通,因此脑脊液的静水压可以反映颅内压力,临床上常以侧卧位时的CSFP来反映ICP的大小^[6]。成人CSFP的正常范围为5~15 mmHg,当CSFP >15 mmHg时被认为是CSFP升高,当CSFP >20 mmHg时被认为是病理性升高,需要进行临床干预^[22]。本研究发现有20例NSCLC-LM患者伴有脑室增宽,并且有32例患者伴脑实质转移,这些情况会导致脑室和脑组织体积增大,由于成人全脑容积相对恒定,此时外周脑脊液容积会下降,为了排除不同个体间颅脑容积的差异,所以将外周脑脊液体积和全脑容积比值(PCSFV/ICV)纳入本研究。本研究结果显示,经MR得到的PCSFV/ICV与CSFP呈显著负相关($P=0.003$),且ROC曲线显示PCSFV/ICV在诊断CSFP升高方面具有较好的效能,表明经MR测量得到的PCSFV/ICV可用于CSFP升高的诊断。此外,研究还发现,无论CSFP是否>15 mmHg或20 mmHg,联合ONSD和PCSFV/ICV时诊断CSFP升高的效能最高,AUC最高可达0.91,且灵敏度(88.89%)和特异度(84.44%)都较高。根据本研究结果,当CSFP>15 mmHg时,使用PCSFV/ICV来诊断ICP升高的最佳临界值为0.195。而当CSFP >20 mmHg时,PCSFV/ICV的最佳临界值为0.190。尽管目前尚无应用PCSFV/ICV评估ICP的相关研究,但随着人工智能在医学影像领域的应用,相关数据的获取在临床上变得更加快捷和便利,有望在临床实践中广泛应用这项技术。

本研究还存在一些不足。首先,样本量相对较

少。由于临床上有创伤性CSFP检测的限制,一些患者未能纳入本研究中。未来需要扩大样本量,并进行多中心研究以进一步验证本研究结果。其次,本研究仅包括NSCLC-LM患者,对于非LM患者,目前尚不清楚ONSD和PCSFV/ICV与CSFP的相关性。因此,未来需要纳入非LM患者进行研究以支持本研究结果。

综上所述,MR测量得到的ONSD和PCSFV/ICV可以用于检测NSCLC-LM患者是否存在异常的CSFP升高,这一发现具有临床推广应用价值。

[参考文献]

- [1] 王彬彬, 岳震. 神经重症患者术后的视神经鞘直径与有创颅内压相关性研究[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2023, 43(12): 1694-1698
- [2] 陈必耀, 陈征, 雷燕妮, 等. 自发性脑出血患者视神经鞘直径与颅内压相关性研究[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(7): 799-804
- [3] 林永娟, 蒋澄, 卞征, 等. 超声测量视盘联合视神经鞘在评估肺癌软脑膜转移高颅压中的作用[J]. 中国中医眼科杂志, 2023, 33(2): 116-122
- [4] JIANG C, LIN Y, LI H, et al. Bedside ocular ultrasonography for diagnosing increased intracranial pressure in patients with leptomeningeal metastases from non-small-cell lung cancer[J]. Cancer Med, 2023, 12(6): 6913-6923
- [5] DONOVAN J, OANH P K N, DOBBS N, et al. Optic nerve sheath ultrasound for the detection and monitoring of raised intracranial pressure in tuberculous meningitis[J]. Clin Infect Dis, 2021, 73(9): e3536-e3544
- [6] 朴莲花, 冉红伟, 申平花, 等. 超声多模式评估脑出血患者颅内压增高的临床价值[J]. 中风与神经疾病杂志, 2022, 39(1): 22-24
- [7] 王旭, 杨丽娟, 刘晓宇, 等. 超声测量成人视神经鞘直径诊断颅内高压症: Meta分析[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(10): 1464-1469
- [8] CHENG H, PEREZ-SOLER R. Leptomeningeal metastases in non-small-cell lung cancer[J]. Lancet Oncol, 2018, 19(1): e43-e55
- [9] GAO X, PAN R, CHEN M, et al. Leptomeningeal enhancement in magnetic resonance imaging predicts poor prognosis in lung adenocarcinoma patients with leptomeningeal metastasis[J]. Thorac Cancer, 2022, 13(7): 1059-1066
- [10] BARBUSKAITE D, OERNBO E K, WARDMAN J H, et al. Acetazolamide modulates intracranial pressure directly by its action on the cerebrospinal fluid secretion apparatus[J]. Fluids Barriers CNS, 2022, 19(1): 53
- [11] SHOFTY B, BEN-SIRA L, CONSTANTINI S, et al. Optic nerve sheath diameter on MR imaging: establishment of

- norms and comparison of pediatric patients with idiopathic intracranial hypertension with healthy controls[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2012, 33(2): 366-369
- [12] AKSU Y, TIRYAKI Ş. Evaluation of clinical findings with MRI venography in patients with idiopathic intracranial hypertension [J]. *Curr Med Imaging*, 2022, 18 (13) : 1378-1383
- [13] YOUM J Y, LEE J H, PARK H S. Comparison of transorbital ultrasound measurements to predict intracranial pressure in brain-injured patients requiring external ventricular drainage[J]. *J Neurosurg*, 2022, 136(1): 257-263
- [14] SHOKOOHI H, PYLE M, KUHL E, et al. Optic nerve sheath diameter measured by point-of-care ultrasound and MRI[J]. *J Neuroimaging*, 2020, 30(6): 793-799
- [15] AGRAWAL D, RAGHAVENDRAN K, ZHAO L, et al. A prospective study of optic nerve ultrasound for the detection of elevated intracranial pressure in severe traumatic brain injury[J]. *Crit Care Med*, 2020, 48 (12) : e1278-e1285
- [16] ROBBA C, SANTORI G, CZOSNYKA M, et al. Optic nerve sheath diameter measured sonographically as non-invasive estimator of intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44(8): 1284-1294
- [17] LE RHUN E, WELLER M, VAN DEN BENT M, et al. Leptomeningeal metastasis from solid tumours: EANO-ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up[J]. *ESMO Open*, 2023, 8(5): 101624
- [18] STEINBORN M, FRIEDMANN M, HAHN H, et al. Normal values for transbulbar sonography and magnetic resonance imaging of the optic nerve sheath diameter(ONSD) in children and adolescents[J]. *Ultraschall Med*, 2015, 36 (1): 54-58
- [19] SIEGEL R L, MILLER K D, JEMAL A. Cancer statistics, 2016[J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(1): 7-30
- [20] LI Y S, JIANG B Y, YANG J J, et al. Leptomeningeal metastases in patients with NSCLC with EGFR mutations[J]. *J Thorac Oncol*, 2016, 11(11): 1962-1969
- [21] RUBIANO A M, FIGAJI A, HAWRYLUK G W. Intracranial pressure management: moving beyond guidelines[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2022, 28(2): 101-110
- [22] 中国医师协会神经外科医师分会、中国神经创伤专家委员会. 中国颅脑创伤颅内压监测专家共识[J]. *中华神经外科杂志*, 2011, 27(10): 1073-1074

[收稿日期] 2024-01-22

(本文编辑: 蒋 莉)

欢迎投稿 欢迎订阅