

磁共振成像预测颅内肿瘤质地的研究进展

丁威, 李臻琰

中南大学湘雅医院神经外科, 湖南 长沙 410008

摘要:术前对颅内肿瘤质地的准确评估对于手术入路的选择以及预后的评估极为重要。目前,对颅内肿瘤质地的预测方法主要是通过磁共振成像。本文分别对磁共振常规序列、弥散序列、弹性序列及其他序列预测肿瘤质地研究相关的文献进行综述和分析。我们认为常规序列和弥散序列预测肿瘤质地的有效性尚存在争议;磁共振波谱、灌注加权成像及稳态进动平衡序列目前研究数据较少,不能得出有效的结论;弹性序列是目前预测肿瘤质地最有效的评价指标。

关键词:磁共振成像;颅内肿瘤;肿瘤质地

中图分类号:R739.41

DOI:10.16636/j.cnki.jinn.2020.02.019

Research advances in the value of magnetic resonance imaging in predicting the consistency of intracranial tumor

DING Wei, LI Zhen-Yan. Department of Neurosurgery, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha, Hunan 410008, China

Corresponding author: LI Zhen-yan, Email: lizhenyan@csu.edu.cn

Abstract: Accurate preoperative evaluation of the consistency of intracranial tumors is very important for the selection of surgical approaches and the evaluation of prognosis. At present, magnetic resonance imaging (MRI) is mainly used to predict the consistency of intracranial tumors. This article reviews and analyzes the studies on conventional MRI, diffusion MRI, magnetic resonance elastography (MRE), and other MRI techniques in predicting tumor consistency. We believe that there are still controversies over the effectiveness of conventional MRI and diffusion MRI in predicting tumor consistency. Since there are few research data on magnetic resonance spectroscopy, perfusion-weighted imaging, and fast imaging employing steady-state acquisition, it is difficult to draw an effective conclusion. MRE is the most effective evaluation index to predict tumor consistency.

Key words: magnetic resonance imaging; intracranial tumor; tumor consistency

对于颅内肿瘤的手术治疗,选择手术入路必须考虑多种因素,如肿瘤的位置、侵袭性、对重要结构的包裹和与血管的关系。肿瘤的硬度或质地也是颅内肿瘤手术前的一个重要考虑因素,多篇文章提到了预测颅内肿瘤质地对确定手术入路和对预测手术切除范围非常重要^[1-3],此外,它也可以帮助预测手术风险和手术时长,便于术前与患者沟通^[4]。然而,目前对于应用何种影像学检查来预测肿瘤质地尚无定论,本文总结了当前的神经影像学文献,对各种研究磁共振成像序列预测颅内肿瘤质地的文献进行综述。

1 肿瘤术中质地分级

术中对于垂体腺瘤质地的评估主要是通过吸

引器对肿瘤吸除的难易程度采取2分类^[5,6]或者3分类法^[7,8],目前使用最多的是3分类法,例如:(1)可以通过吸引器吸除的为软肿瘤;(2)通过吸引器难以切除的为中等硬度肿瘤;(3)不能通过吸引器吸除的为硬肿瘤^[6]。脑膜瘤和神经鞘瘤主要根据超声刀吸除肿瘤时所开启的功率大小来评估^[9-11],例如:根据(CUSA)超声刀的功率分级:(1)可单独用吸引器或超声刀强度<40行切除的为软肿瘤。(2)要求超声刀强度在40~70之间切除的为中等硬度肿瘤。(3)需要较高的超声刀功率设置(>70)或需要刀片解剖切除的为硬肿瘤^[10]。2013年Zada团队提出了一个新的分级方法,由软至硬分别为:(1)单纯用吸引器吸除;囊壁

收稿日期:2020-02-01;修回日期:2020-03-20

作者简介:丁威(1993-),男,住院医师,硕士,主要研究方向:颅脑肿瘤。

通信作者:李臻琰(1976-),男,副主任医师,博士,主要研究方向:颅脑肿瘤、颅脑外伤。

易折叠或无囊壁;(2)大部分用吸引器吸除;囊壁在瘤内少量减压后易折叠;(3)需要分块切除;超声刀或其他切除设备只需要低功率运行切除肿瘤;需要锐性解剖切除;包膜在彻底瘤腔减压后才可折叠;(4)需要分块切除;超声刀或其他切除设备需要高功率运行切除肿瘤;需要锐性解剖切除;包膜在彻底分离后也很难折叠;(5)用超声刀也很难切除;需要用锐性分离切除;坚硬的包膜无法折叠^[12]。近年一项脑膜瘤质地的神经影像学研究的研究者认为,与神经外科医生对“硬”与“软”的定性评估相比,ZADA分类降低了“可变性”和“主观性”^[13]。

2 术前的磁共振数据采集

目前用于颅内肿瘤质地评估的磁共振序列包括:常规磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)(包括 T1 加权像、T2 加权像及 T1 对比增强成像)、弥散序列成像(包括弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI))、弹性成像(magnetic resonance elastography, MRE)、磁共振波谱(magnetic resonance spectroscopy, MRS)、灌注加权成像(perfusion weighted imaging, PWI)、稳态进动平衡序列(fast imaging employing steady-state acquisition, FIESTA)等。

3 磁共振成像各序列预测颅内肿瘤质地的有效性比较

3.1 常规 MRI 序列

大多数研究者对颅内肿瘤质地的预测都采用了常规的 MRI 技术,但目前预测的有效性尚存在争议^[5,10,13-18]。一些研究者认为质地软的肿瘤在 T2 上表现为高信号,质地硬的肿瘤则表现为低信号,但预测特异度不高^[19,20]。T2 可用于鉴别非常硬或非常软的肿瘤,对于质地中等的肿瘤预测效果不佳^[10,21]。一些研究者采用肿瘤与正常脑组织的 T2 信号比值预测肿瘤质地,认为其更能有效的预测肿瘤的质地^[5,11,20]。Smith 等^[11,20]通过对 100 例脑膜瘤和 28 例垂体瘤患者的术前磁共振及术中质地对比,认为以肿瘤与脑组织的 T2 信号比值 = 1.41 作为脑膜瘤分界点,将肿瘤分为软和硬(灵敏度 81.9%,特异度 84.8%);在垂体瘤的研究中得出:T2 信号比值 > 1.8 和比值 < 1.5 分别对应软和硬的肿瘤(灵敏度 100%,特异度 42.9%)。部分研究者指出 T1 及 T1 增强对颅内肿瘤质地的预测有一定价值。Ma 等在对 48 例垂体腺瘤的研究中发现,平扫 T1 自旋回波序列中的肿瘤与正常脑白质信号的

比值越大,肿瘤质地越硬^[22]。总体而言,目前 T2 加权成像肿瘤与正常脑组织信号的比值是预测肿瘤质地的一个指标,但预测效果尚存在一定争议。

3.2 弥散序列成像

弥散加权成像(DWI)的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值与肿瘤质地之间的关系尚存在争议。Suzuki^[23]、Yiping^[5]和 Alimohamadi^[24]等人发现肿瘤质地和 ADC 值之间没有明显的相关性。Mohamed 等人发现 ADC 绝对值越高肿瘤质地越硬^[25],而 Yogi 等人^[26]认为 ADC 绝对值越低肿瘤质地越硬,他认为以 0.64 作为分界点,低于 0.64 就认为肿瘤相对较硬,灵敏度为 88%,特异度为 81%,受试者工作特征曲线(Receiver operating characteristic curve, 简称 ROC 曲线)计算得出 ADC 值预测肿瘤软硬的曲线下面积(Brea under the curve, AUC)为 0.9。Yiping^[5]认为肿瘤质地与 ADC 绝对值之间没有相关性,而与肿瘤和正常脑组织的 ADC 值的比值(Apparent diffusion coefficient ratio, rADC)相关,他们认为 rADC 值越低肿瘤质地越硬,当 rADC < 1.077 时,可认为肿瘤为硬质地肿瘤,灵敏度为 80%,特异度为 62.7%,ROC 曲线的 AUC 值为 0.7724。Alberto^[7]和 Boxerman 等^[27]则发现 rADC 值越大肿瘤质地越硬。

在 DTI 对颅内肿瘤质地预测的研究中。多个研究者认为肿瘤质地越硬,那么 DTI 中的各向异性分数(frictional anisotropy, FA)值越高^[16,28,29],华山医院周良辅教授团队通过前瞻性的纳入 110 例脑膜瘤患者进行研究得出:当 FA < 0.1 时可以认为肿瘤为软肿瘤;FA 在 0.1 ~ 0.2 之间为较软肿瘤;FA 在 0.2 ~ 0.3 之间为较硬肿瘤;FA > 0.3 为非常硬的肿瘤;他们认为 FA 值 > 0.3 时,88.2% 为硬脑膜瘤,并且,他们给出了惊人的 AUC 值:0.9459^[16]。Kashimura 团队的研究得出了相似的结论:FA = 0.3 作为区分软的和硬的肿瘤,它们的灵敏度为 91%,特异度为 67%^[28]。然而,Ortega 等认为 FA 值与肿瘤质地没有关联^[13]。总体来说弥散序列对脑肿瘤的质地评估存在很多争议,暂时还不能成为一个有效的术前肿瘤质地评估方式。

3.3 磁共振弹性成像(MRE)

MRE 在脑膜瘤和神经鞘瘤中研究较多。研究者们认为 MRE 可以有效地预测颅内肿瘤的质地^[9,10,13]。Joshua 团队研究得出 MRE 检测出质地硬的肿瘤的灵敏度、特异度分别为 60%、100%,而检

测出质地不均匀的肿瘤时的灵敏度、特异度分别为75%、100%。所以他认为MRE在诊断硬的和不均一性的肿瘤方面效果较好^[9]。MRE的一个主要优势是它能够捕捉肿瘤的全谱质地(即中等硬度肿瘤),所以MRE对肿瘤的预测明显优于常规MRI,因为T2只能预测特别软和特别硬的肿瘤^[10]。

3.4 其他方法

磁共振波谱(MRS)虽然不是一项新技术,但文献中很少有关于其预测脑肿瘤质地的有效性的研究。Chernov等^[21]使用质子磁共振波谱(proton magnetic resonance spectroscopy, 1H-MRS)评估了100个脑膜瘤患者,1H-MRS代谢信息与脑膜瘤的质地没有相关性。磁共振灌注成像(PWI)对于肿瘤质地的预测也比较少见,在华山医院的研究中,认为PWI对于肿瘤质地的预测没有意义^[16]。稳态进动平衡序列(FIESTA)信号强度依赖于组织的T2/T1比值。Yamamoto等^[6]用对比增强稳态进动平衡序列(contrast-enhanced fast imaging employing steady-state acquisition, CE-FIESTA)评估垂体瘤质地,他们通过对29例垂体腺瘤患者的研究中得出:CE-FIESTA成像显示“马赛克”样不均匀强化的肿瘤质地较软,而显示较均匀强化的肿瘤质地较硬,此诊断的灵敏度为100%,特异度为88%~92%。

还有一些其他使用非MRI的方法预测肿瘤质地的研究。Ahmed等^[30]在140例神经鞘瘤患者的研究中,通过使用高分辨CT测量患者内听道的宽度得出:软性肿瘤患者的内听道宽度平均直径为9.8 mm,而硬性肿瘤的平均直径为10.6 mm,软性肿瘤相对健侧平均增宽 1.9 ± 1.5 mm,硬性肿瘤则增宽为 3.6 ± 2.3 mm。术后早期软性肿瘤患者面神经功能明显好于硬性肿瘤患者,但对于长期的治疗效果,则无统计学意义。此外,大多数研究者认为患者年龄、性别、发病年龄、肿瘤大小、位置、肿瘤类型等与肿瘤质地无明显相关性^[5,6,30]。然而华山医院周良辅教授团队在对脑膜瘤的研究中认为肿瘤质地与脑膜瘤的位置和大小有关。肿瘤直径>2 cm、幕上和蝶骨位置的脑膜瘤往往会相对更硬^[16]。总体来说,性别、发病年龄、肿瘤大小等因素对于肿瘤质地的预测意义不大;或许高分辨CT对于神经鞘瘤的质地预测有一定意义,但还需要进一步研究。

4 总结和展望

到目前为止,大多数对于颅内肿瘤质地预测的

研究都集中在传统的MRI序列上,虽然有很多文章认为T2加权像对于肿瘤质地的预测有意义,但是预测的特异度不高,大多数研究的样本量都很小,很多都是回顾性研究。有学者认为它只能预测质地特别软或者质地特别硬的肿瘤。而弥散序列对肿瘤质地的预测则存在更多的争议,甚至存在截然相反的研究结论,所以对于弥散序列,尚有待多中心的、大样本量的研究来验证。磁共振波谱(MRS)、磁共振灌注成像(PWI)及稳态进动平衡序列(FIESTA)等研究数据相对较少,还不能得出有效的结论,需进一步研究,而且MRS、PWI和FIESTA需要影像科专业人员进行后期处理,临床医生使用起来较为麻烦。总体来说,我们认为MRE对肿瘤质地的预测效果较好,其更有研究价值、值得进一步探讨。

参考文献

- [1] Zada G, Du R, Laws ER Jr, et al. Defining the "edge of the envelope": patient selection in treating complex sellar-based neoplasms via transsphenoidal versus open craniotomy [J]. J Neurosurg, 2011, 114(2): 286-300.
- [2] Tahara A, de Santana PA Jr, Calfat Maldaun MV, et al. Petroclival meningiomas: surgical management and common complications [J]. J Clin Neurosci, 2009, 16(5): 655-659.
- [3] Kim TW, Jung S, Jung TY, et al. Prognostic factors of postoperative visual outcomes in tuberculum sellae meningioma [J]. Br J Neurosurg, 2008, 22(2): 231-234.
- [4] Hoover JM, Morris JM, Meyer FB, et al. Use of preoperative magnetic resonance imaging T1 and T2 sequences to determine intraoperative meningioma consistency [J]. Surg Neurol Int 2011, 2: 142.
- [5] Yiping L, Ji X, Daoying G, et al. Prediction of the consistency of pituitary adenoma: A comparative study on diffusion-weighted imaging and pathological results [J]. J Neuroradiol, 2016, 43(3): 186-194.
- [6] Yamamoto J, Kakeda S, Shimajiri S, et al. Tumor consistency of pituitary macroadenomas: predictive analysis on the basis of imaging features with contrast-enhanced 3D FIESTA at 3T [J]. Am J Neuroradiol, 2014, 35(2): 297-303.
- [7] Pierallini A, Caramia F, Falcone C, et al. Pituitary macroadenomas: preoperative evaluation of consistency with diffusion-weighted MR imaging-initial experience [J]. Radiology, 2006, 239(1): 223-231.
- [8] Suzuki C, Maeda M, Hori K, et al. Apparent diffusion coefficient of pituitary macroadenoma evaluated with line-scan diffusion-weighted imaging [J]. J Neuroradiol, 2007, 34(4):

228-235.

- [9] Hughes JD, Fattahi N, Van Gompel J, et al. Higher-Resolution Magnetic Resonance Elastography in Meningiomas to Determine Intratumoral Consistency [J]. *Neurosurgery*, 2015, 77(4):653-659.
- [10] Murphy MC, Huston J 3rd, Glaser KJ, et al. Preoperative assessment of meningioma stiffness using magnetic resonance elastography [J]. *J Neurosurg*, 2013, 118(3):643-648.
- [11] Smith KA, Leever JD, Hylton PD, et al. Meningioma consistency prediction utilizing tumor to cerebellar peduncle intensity on T2-weighted magnetic resonance imaging sequences: TCTI ratio [J]. *J Neurosurg*, 2017, 126(1):242-248.
- [12] Zada G, Yashar P, Robison A, et al. A proposed grading system for standardizing tumor consistency of intracranial meningiomas [J]. *Neurosurg Focus*, 2013, 35(6):E1.
- [13] Ortega-Porcayo LA, Ballesteros-Zebadúa P, Marrufo-Meléndez OR, et al. Prediction of mechanical properties and subjective consistency of meningiomas using T1-T2 assessment versus fractional anisotropy [J]. *World Neurosurg*, 2015, 84(6):1691-1698.
- [14] Watanabe K, Kakeda S, Yamamoto J, et al. Prediction of hard meningiomas: quantitative evaluation based on the magnetic resonance signal intensity [J]. *Acta Radiol*, 2016, 57(3):333-340.
- [15] Alyamany M, Alshardan MM, Jamea AA, et al. Meningioma consistency: correlation between magnetic resonance imaging characteristics, operative findings, and histopathological features [J]. *Asian J Neurosurg*, 2018, 13(2):324-328.
- [16] Romani R, Tang WJ, Mao Y, et al. Diffusion tensor magnetic resonance imaging for predicting the consistency of intracranial meningiomas [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2014, 156(10):1837-1845.
- [17] Bahuleyan B, Raghuram L, Rajshekhar V, et al. To assess the ability of MRI to predict consistency of pituitary macroadenomas [J]. *Br J Neurosurg*, 2006, 20(5):324-326.
- [18] Thotakura AK, Patibandla MR, Panigrahi MK, et al. Is it really possible to predict the consistency of a pituitary adenoma preoperatively [J]. *Neurochirurgie*, 2017, 63(6):453-457.
- [19] Sithinamsuwan B, Khampalikit I, Nunta-aree S, et al. Predictors of meningioma consistency: A study in 243 consecutive cases [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2012, 154(8):1383-1389.
- [20] Smith KA, Leever JD, Chamoun RB, et al. Prediction of consistency of pituitary adenomas by magnetic resonance imaging [J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2015, 76(5):340-343.
- [21] Chernov MF, Kasuya H, Nakaya K, et al. 1H-MRS of intracranial meningiomas: what it can add to known clinical and MRI predictors of the histopathological and biological characteristics of the tumor [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2011, 113(3):202-212.
- [22] Lerner A, Mogensen MA, Kim PE, et al. Clinical applications of diffusion tensor imaging [J]. *World Neurosurg*, 2014, 82(1-2):96-109.
- [23] Suzuki C, Maeda M, Hori K, et al. Apparent diffusion coefficient of pituitary macroadenoma evaluated with line-scan diffusion-weighted imaging [J]. *J Neuroradiol*, 2007, 34(4):228-235.
- [24] Alimohamadi M, Sanjari R, Mortazavi A, et al. Predictive value of diffusion-weighted MRI for tumor consistency and resection rate of nonfunctional pituitary macroadenomas [J]. *Acta neurochir*, 2014, 156(12):2245-2252.
- [25] Mohamed FF, Abouhashem S. Diagnostic value of apparent diffusion coefficient (ADC) in assessment of pituitary macroadenoma consistency [J]. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 2013, 44(3):617-624.
- [26] Yogi A, Koga T, Azama K, et al. Usefulness of the apparent diffusion coefficient (ADC) for predicting the consistency of intracranial meningiomas [J]. *Clin Imaging*, 2014, 38(6):802-807.
- [27] Boxerman JL, Rogg JM, Donahue JE, et al. Preoperative MRI evaluation of pituitary macroadenoma: imaging features predictive of successful transsphenoidal surgery [J]. *Am J roentgenol*, 2010, 195(3):720-728.
- [28] Kashimura H, Inoue T, Ogasawara K, et al. Prediction of meningioma consistency using fractional anisotropy value measured by magnetic resonance imaging [J]. *J Neurosurg*, 2007, 107(4):784-787.
- [29] Tropine A, Dellani PD, Glaser M, et al. Differentiation of fibroblastic meningiomas from other benign subtypes using diffusion tensor imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 25(4):703-708.
- [30] Ahmed R, Adam A, Gugel I, et al. Implications of vestibular schwannoma consistency: analysis of 140 cases regarding radiological and clinical features [J]. *World Neurosurg*, 2017, 99(3):159-163.