doi:10.11659/jjssx.12E018115

·临床研究·

# 纹理分析在前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤鉴别中的应用价值

郑昀旭,徐 阳,范光伟,包爱军,赵 凌,朱玉辐 (徐州医科大学附属医院神经外科,江苏 徐州 221000)

[摘 要] **目的** 探讨磁共振成像(MRI)的三维纹理和形状特征在前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤鉴别诊断中的价值。**方法** 回顾性分析2011年1月至2018年11月徐州医科大学附属医院收治的35例前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤患者的临床资料。采用基于核磁共振成像(MRI)的三维纹理和形状分析评价两种恶性肿瘤的可检测性差异。用单因素独立 $t$ 检验和受试者操作特性(ROC)曲线分析计算相应的敏感性、特异性、准确性和曲线下面积(AUC)。**结果** 从T1加权像中提取均数、异质性、偏度、丰度等特征,发现异质性和偏度具有较高的鉴别能力。最佳预测因子是异质性(AUC=0.87),其次是偏度(AUC=0.72)。异质性的灵敏度和特异性分别为0.84和0.75,偏度的结果分别为0.74和0.63。**结论** 纹理分析的异质性、偏度参数结合常规MRI平扫表现,对鉴别前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤具有一定的临床应用价值。

[关键词] 前庭神经鞘瘤;桥脑小脑角脑膜瘤;纹理分析;磁共振成像
[中图分类号] R651 [文献标识码] A [收稿日期] 2018-12-27

## Differential diagnosis of texture analysis in vestibular schwannoma and cerebellopontine angle meningioma

ZHENG Yun-xu, XU Yang, FAN Guang-wei, BAO Ai-jun, ZHAO Ling, ZHU Yu-fu (Department of Neurosurgery, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou Jiangsu 221000, China)

**Abstract: Objective** To explore the value of three-dimensional texture and shape features of magnetic resonance imaging (MRI) in the differential diagnosis of vestibular schwannoma and cerebellopontine angle meningioma. **Methods** The data of 35 patients were retrospectively analyzed, of whom 19 patients with vestibular schwannoma and 16 patients with cerebellopontine angle meningioma. Three-dimensional texture and shape analysis based on MRI was used to evaluate the detectable differences between the two malignancies. Single factor independent t test and receiver operating characteristic (ROC) curve were used to analyze and calculate the corresponding sensitivity, specificity, accuracy and area under the curve (AUC). **Results** The characteristics of mean, heterogeneity, skewness and kurtosis were extracted from T1 images, the results showed that the heterogeneity and skewness had high identified ability. The best predictive factor was heterogeneity (AUC=0.87), the skewness followed closely (AUC=0.72). The sensitivity and specificity of inhomogeneity were 0.84 and 0.75, and the skewness were 0.74 and 0.63, respectively. **Conclusion** Texture analysis of inhomogeneity and skewness parameters combined with conventional MRI plain scan manifestations has certain clinical application value for the differentiation of vestibular schwannoma and cerebellopontine angle meningioma.

**Keywords:** vestibular schwannoma; cerebellopontine angle meningioma; texture analysis; magnetic resonance imaging

前庭神经鞘瘤(vestibular schwannoma,VS)和脑膜瘤是最常见的起源于桥脑小脑角(cerebello-pontine angle,CPA)的轴外病变,分别占所有桥脑小脑角病变的70%~80%和10%~15%[1]。准确鉴别这两种实体肿瘤对确定治疗方案和手术入路至关重要。枕下乙状窦后入路是治疗桥脑小脑角脑膜瘤最合适的入路,而前庭神经鞘瘤可考虑扩大经迷路入路[2]。在传统的计算机断层扫描(CT)和磁共振(MR)图像中,一些典型的图像特征有助于区分这两个实体肿瘤。例如,内耳管受累和异质性肿瘤强化在前庭神经鞘瘤中可能更为常见,而硬脑膜尾征在桥脑小脑角脑膜瘤中尤为常见[3]。然而,常规MRI获得的定性信息的价值往往有限,当这些典型的影像学特征不存在时,未明确的桥脑小脑角脑膜瘤和前庭神经鞘瘤之间的鉴别就变得非常困难。因此,以常规MRI为基础的定量方法作为定性方法的补充,在临床上具有一定的应用价值。纹理分析是一种成熟的量化一组像素(2D)或体素(3D)参数的技术,即分析灰度强度和图像纹理的分布和关系,近年来在医学图像分析中得到了广泛应用[4]。纹理分析已经引起了很多领域的研究兴趣,在神经学领域也引起了特别的关注,并且取得了一定的成果[5-9]。此外,最近的一些研究也得出结论显示,在纹理分析中,从肿瘤总质量(由多个MR图像片层获得)中获得的异质性信息比从单个片层中获得的异质性信息更有价值[10-12]。考虑到前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤之间基于图像的误诊率较高,本研究尝试用纹理分析

[通信作者] 朱玉辐,E-mail:fugle99@126.com

来改善对两者的认识,以便更好地鉴别前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

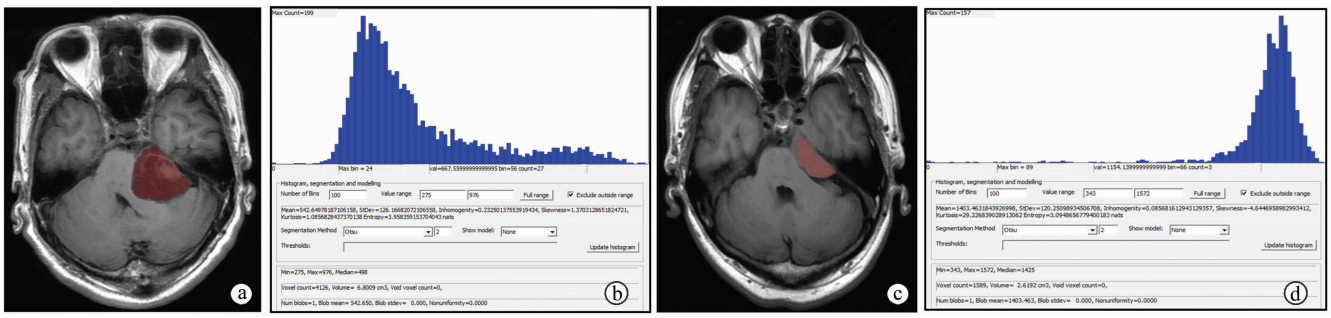
回顾性分析2011年1月至2018年11月在徐州医科大学附属医院进行MRI扫描并经手术或活检病理证实的35例前庭神经鞘瘤及桥脑小脑角脑膜瘤患者的临床资料。35例患者中前庭神经鞘瘤19例(男12例,女7例),桥脑小脑角脑膜瘤16例(男2例,女14例)。入选标准:①依据《WHO 2016版中枢神经系统肿瘤分类》进行组织病理学诊断[13];②检查前未进行任何放疗或化疗;③均采用GE Signal 3.0 T或Discovery750W 3.0 T磁共振检查。排除标准:①多发病灶;②脑外伤史。

### 1.2 数据采集

所有患者均在3.0 T全身MRI系统上使用相同的图像采集方式(GE Signal 3.0 T)进行检查。MRI序列为T1加权像(T1WI),TR=2 150 ms,TE=15 ms,TI=820 ms,液体衰减反转恢复(FLAIR)序列TR 8 000 ms,TE 121 ms。视场240 mm×240 mm,片层厚度6 mm,间隙1.5 mm。进行常规平扫、冠状位、矢状位扫描。

### 1.3 图像处理

图像处理包括6个步骤:片层选择、区域感兴趣(ROI)定义、肿瘤分割、ROI预处理、特征提取和特征选择。前3个步骤由2名对手术和病理结果均不知情的放射科医生完成。用PACS软件系统从每组数据中搜集特定的轴向片层。每个片层内的全肿瘤区域定义为ROI。利用FireVoxel软件在T1平扫的每个片层上绘制全肿瘤的ROI。对每个片层采集的数据进行汇总得出一套肿瘤三维(3D)特征信息。特征信息包括:均数、异质性、偏度、峰度(图1)。



a:FireVoxel软件中ROI测量前庭神经鞘瘤示意图;b:前庭神经鞘瘤ROI纹理分析结果;c:FireVoxel软件中ROI测量桥脑小脑角脑膜瘤示意图;d:桥脑小脑角脑膜瘤ROI纹理分析结果

**图1 典型病例资料**

### 1.4 纹理分析

根据病理或临床诊断,肿瘤被分为前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤2组。用SPSS 16.0分析所得数据,并把显著性水平设为0.05。连续变量表示为平均值±标准差($\bar{x}\pm s$)。计量资料的组间比较采用单因素独立样本$t$检验。采用ROC曲线确定最优值,计算曲线下相关面积(AUC)值。$P<0.05$为差异有统计学意义。

## 2 结果

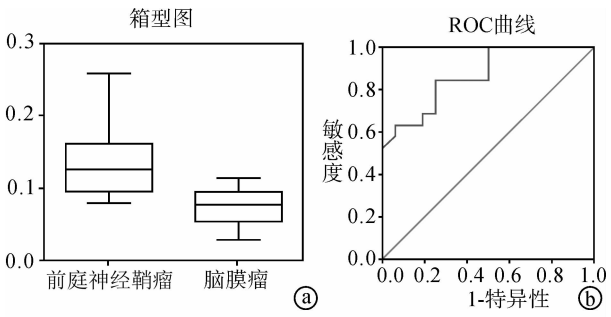
基于前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤之间每个ROI的纹理分析。得出异质性和偏度两个特征性的参数。前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤在形态上无明显差异。然而,根据独立样本$t$检验,前庭神经鞘瘤组的异质性值明显高于桥脑小脑角脑膜瘤组的异质性值,差异具有统计学意义($P<0.01$),见图2a;同时,前庭神经鞘瘤组的偏度值高于桥脑小脑角脑膜瘤组的偏度值,差异具有统计学意义($P=0.019$)。2组均数、峰度比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。ROC曲线分析,纹理分析异质性参数AUC明显大于偏度AUC,说明肿瘤异质性参数明显优于偏度(表2、图2b)。

**表1 前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤纹理分析比较($\bar{x}\pm s$)**

| 参数 | 前庭神经鞘瘤 | 桥脑小脑角脑膜瘤 | $P$ |
|---|---|---|---|
| 均数 | 901.095±430.802 | 1 130.375±597.734 | 0.197 |
| 异质性 | 0.136±0.052 | 0.076±0.027 | <0.01 |
| 偏度 | 0.104±0.753 | −0.574±0.854 | 0.019 |
| 峰度 | 0.850±1.488 | 2.336±4.333 | 0.170 |

**表2 纹理参数异质性、偏度的ROC曲线比较**

| 参数 | AUC | 敏感性 | 特异性 | 准确性 | Cut-off点 | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 异质性 | 0.867 | 0.842 | 0.750 | 0.800 | 0.094 | <0.01 |
| 偏度 | 0.717 | 0.737 | 0.625 | 0.686 | −0.162 | 0.019 |




a:前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角区纹理特征异质性的纹理参数值的箱型图;b:纹理特征异质性的 ROC 曲线

**图 2 肿瘤纹理分析统计图**

## 3 讨论

桥脑小脑角区域最常见的两种轴外肿瘤是前庭神经鞘瘤(70% ~80%)和脑膜瘤(10% ~15%)[13]。在这个区域还有其他来源的肿瘤,包括来自表皮样细胞(表皮样囊肿、皮样囊肿和胆脂瘤)、蛛网膜绒毛/造粒和脑膜(蛛网膜囊肿)、内在病变(神经胶质瘤)、脂肪细胞(脂肪瘤)、颅基底病变(颈静脉肿瘤)、血管病变(血管外皮细胞瘤)和二次肿瘤[14]。前庭神经鞘瘤依据肿瘤的大小、术前听力的表现可以通过枕下乙状窦后入路、迷路入路或中窝入路切除。而经岩入路可暴露大多数桥脑小脑角脑膜瘤,尤其是当肿瘤沿岩斜区向内听道前方扩展或沿幕区向内听道上方扩展时[15-16]。在预后方面,由于脑膜瘤的硬膜外起源,桥脑小脑角脑膜瘤的听力保留成功率高于前庭神经鞘瘤,但脑膜瘤的复发率较高。由于两者的预后和手术方式存在不同,准确诊断前庭神经鞘瘤和脑膜瘤具有重要意义[15]。在过去的文献中,为了将前庭神经鞘瘤与桥脑小脑角脑膜瘤区分开来,已经在 CT 和 MRI 上描述了几种影像学征象。如存在腔内扩张、与相邻骨形成锐角、内声管扩张大概率是前庭神经鞘瘤;而广泛的病变与岩质颞骨形成钝角,显示造影剂均匀增强,硬脑膜尾,瘤内钙化和高渗改变更有可能是脑膜瘤[17]。然而,许多病例的影像学特征可能出现明显重叠,仅凭这些发现很难准确鉴别。有研究显示,近 25% 的桥脑小脑角脑膜瘤被误认为前庭神经鞘瘤[18]。

前庭神经鞘瘤有一个公认的组织学特征是微小出血,微小出血是由于病变内异常血管通道的自发血栓形成[19]。相比之下,脑膜瘤通常不表现类似的微出血。脑膜瘤是一种血管丰富的肿瘤,但脑膜瘤出血并不常见,虽也可偶尔表现为瘤内、蛛网膜下腔或硬脑膜下出血,但在脑膜瘤内出现出血的罕见病例中,通常是肉眼可见的,而不是多发小病灶[20]。另一方面,在某些情况下,20% 左右的脑膜瘤可能会出现钙化,从而导致磁共振加权成像(SWI)上的核磁共振成像出现开花现象,表现为外观粗糙,呈结节状,并以多个低信号的形式出现。大多数情况下,对于出血和钙化小的点状分布的病灶,磁共振成像可以区分,钙化在 CT 扫描上也很容易确认[21]。因此,微出血引起的开花病灶是鉴别前庭神经鞘瘤与脑膜瘤的途径之一。然而,最初基于磁共振加权成像的研究显示,对于检测这些微出血方面的敏感性较低,这些微出血仅在少数几个较大的病灶内表现出明显的病灶内微出血,并表现为低信号[22]。

因此本研究基于 MRI 平扫的 T1 加权像对全肿瘤进行纹理分析。本研究表明,放射学难以区分的桥脑小脑角脑膜瘤和前庭神经鞘瘤异质性参数上存在显著差异,前庭神经鞘瘤的异质性参数值明显高于桥脑小脑角脑膜瘤这一特征有助于鉴别这两种肿瘤。组织学上,前庭神经鞘瘤包括 A 型和 B 型两种区域,其异质性的升高可能反映了前庭神经鞘瘤全肿瘤部分 B 型区域细胞密度的降低。峰度是反映肿瘤均匀度的重要指标[23]。依据通常的观点,桥脑小脑角脑膜瘤的峰度要高于前庭神经鞘瘤,因为其图像外观和病理成分相对均匀。但是,本研究没有发现两个实体之间的峰度和均数有显著差异。这可能是由于本研究涉及了桥脑小脑角脑膜瘤和前庭神经鞘瘤的全肿瘤部分,其内部辐射相互抵消,因此这两个肿瘤的峰度没有显著差异。同时,由于我们没有另外单独关注肿瘤实体部分,因此桥脑小脑角脑膜瘤和前庭神经鞘瘤均数同样没有差异。

基于 MRI 的三维纹理分析用于鉴别前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤具有潜在的应用价值。本研究发现,鉴别能力最强特征为异质性和偏度,具有较高的敏感性、特异性、准确性和 AUC。使用这两种特征的机器学习模型也都显示出对应可靠的结果,证明了它们对前庭神经鞘瘤和桥脑小脑角脑膜瘤的鉴别中是有帮助的。

## [参考文献]

[1] 吴 皓,张治华. 准确把握听神经瘤的治疗原则[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2014,49(3):177 - 180. doi:10.3760/cma. j. issn. 1673 - 0860. 2014. 03. 001.

[2] Ishikawa K, Haneda J. Decreased vestibular signal intensity on 3D-FIESTA in vestibular schwannomas differentiating from meningiomas[J]. Neuroradiology,2013,55(3):261 - 270. doi:10.1007/s00234 - 012 - 1100 - 2.

[3] 陈怀宾,张 健,衡雪源,等. 脑膜瘤硬膜尾征的研究进展[J]. 中华神经医学杂志,2014,13(6):643 - 644. doi:10.3760/cma. j. issn.

1671 - 8925.2014.06.024.

[4] 余滋润.变换不变低秩纹理特征提取与恢复算法的研究[D].安徽大学,2017.

[5] Mayerhoefer ME, Schima W, Trattnig S, et al. Texture-based classification of focal liver lesions on MRI at 3.0 Tesla: a feasibility study in cysts and hemangiomas[J]. J Magn Reson Imaging, 2010, 32: 352 - 359. doi: 10.1002/jmri.22268.

[6] Holli K, Lääperi AL, Harrison L, et al. Characterization of breast cancer types by texture analysis of magnetic resonance images[J]. Acad Radiol, 2010, 17(2): 135 - 141. doi: 10.1016/j.acra.2009.08.012.

[7] Yan PF, Yan L, Hu TT, et al. The potential value of preoperative MRI texture and shape analysis in grading meningiomas: a preliminary investigation[J]. Transl Oncol, 2017, 10: 570 - 577. doi: 10.1016/j.tranon.2017.04.006.

[8] Waugh SA, Purdie CA, Jordan LB, et al. Magnetic resonance imaging texture analysis classification of primary breast cancer[J]. Eur Radiol, 2016, 26(2): 322 - 330. doi: 10.1007/s00330 - 015 - 3845 - 6.

[9] Sogawa K, Nodera H, Takamatsu N, et al. Neurogenic and myogenic diseases: quantitative texture analysis of muscle US data for differentiation[J]. Radiology, 2017, 283(2): 492 - 498. doi: 10.1148/radiol.2016160826.

[10] Hainc N, Stippich C, Stieltjes B, et al. Experimental texture analysis in glioblastoma: a methodological study[J]. Invest Radiol, 2017, 52: 367 - 373. doi: 10.1097/RLI.0000000000000354.

[11] Ng F, Kozarski R, Ganeshan B. Assessment of tumor heterogeneity by CT texture analysis: can the largest cross-sectional area be used as an alternative to whole tumor analysis[J]. Eur J Radiol, 2013, 82: 342 - 348. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.10.023.

[12] Suoranta S, Holli-Helenius K, Koskenkorva P, et al. 3D texture analysis reveals imperceptible MRI textural alterations in the thalamus and putamen in progressive myoclonic epilepsy type 1, EPM1[J]. PLoS One, 2013, 8: e69905. doi: 10.1371/journal.pone.0069905.

[13] 岑 武.桥小脑角肿瘤切除术中神经电生理监测保护面神经的应用[J].医药前沿,2015,5(9):306 - 307. doi: 10.3969/j.issn.2095 - 1752.2015.09.255.

[14] 刘付广.桥小脑角区肿瘤 MR 诊断价值[J].医学信息,2015,(26):320 - 320. doi: 10.3969/j.issn.1006 - 1959.2015.26.506.

[15] Voss NF, Vrionis FD, Heilman CB. Meningiomas of the cerebellopontine angle[J]. Surg Neurol, 2000, 53: 439 - 446.

[16] 徐 庚,魏宇魁,杜建新,等.小脑幕脑膜瘤显微外科治疗[J].中国医刊,2016,51(2):60 - 63. doi: 10.3969/j.issn.1008 - 1070.2016.02.019.

[17] Lalwani AK. Preoperative differentiation between meningioma of the cerebellopontine angle and acoustic neuroma using MRI[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 1993, 109: 88 - 95.

[18] Grey PL, Moffat DA. Surgical results in unusual cerebellopontine angle tumours[J]. Clin Otolaryngol Allied Sci, 1996, 21: 237 - 243.

[19] 沈爱国,夏 雷,张宏伟,等.MRI 液平显像对囊性前庭神经鞘瘤手术效果的评价[J].中国综合临床,2014,30(11):1194 - 1196. 10.3760/cma.j.issn.1008 - 6315.2014.11.024.

[20] 钱银锋,张 诚,宫希军,等.增强 FLAIR 成像在听神经瘤诊断和鉴别诊断中的价值[J].中国医学影像技术,2008,24(1):33 - 36. doi: 10.3321/j.issn:1003 - 3289.2008.01.010.

[21] Thomas B, Somasundaram S, Thamburaj K, et al. Clinical applications of susceptibility weighted MR imaging of the brain: a pictorial review[J]. Neuroradiology, 2008, 50: 105 - 116. doi: 10.1007/s00234 - 007 - 0316 - z.

[22] Park CK, Kim DC, Park SH, et al. Microhemorrhage, a possible mechanism for cyst formation in vestibular schwannomas[J]. J Neurosurg, 2006, 105: 576 - 580. doi: 10.3171/jns.2006.105.4.576.

[23] Bonneville F, Savatovsky J. Imaging of cerebellopontine angle lesions: an update. Part 1: enhancing extra-axial lesions[J]. Eur Radiol, 2007, 17: 2472 - 2482. doi: 10.1007/s00330 - 007 - 0679 - x.

(编辑:魏 源)