

华中科技大学

硕士学位论文

磁共振扩散加权成像及动态增强MRI在淋巴结病变鉴别诊断中的  
价值

姓名：刘妍

申请学位级别：硕士

专业：影像医学与核医学

指导教师：夏黎明

20060401

## 磁共振扩散加权成像及动态增强MRI 在淋巴结病变鉴别诊断中的价值

### 摘 要

目的：探讨磁共振扩散加权成像(DWI)以及动态增强MRI(DCE-MRI)在颈部淋巴结病变鉴别诊断中的价值。

材料与方法：使用GE 1.5T磁共振扫描仪及颈部相控阵线圈对46例单侧或双侧颈部淋巴结肿大患者行常规SE序列和STIR序列扫描,其中26例为恶性病变,20例为良性病变,均经手术及病理证实。全部病例使用体线圈行SE-EPI DWI序列扫描,采用全方位扩散梯度及6个b值扫描, DWI扫描时间40~52s。分析46例病例中淋巴结的DWI与表观扩散系数(ADC)值的特点。并对所有患者行动态增强MRI和常规MRI增强检查,分析比较良、恶性淋巴结病变的MRI征象,包括形态学、内部信号及其动态增强特征等,计算病灶峰值增强率 $E_{max}$ ,峰值时间 $T_{max}$ ,最大强化速率 $Slope_{max}$ ,并根据病变最高强化区ROI的测量值,绘制病灶的时间-信号强度曲线(SI-Time曲线)。

结果：在DWI序列扫描中,良性和恶性淋巴结均呈高信号,恶性淋巴结组的平均ADC值为 $(0.834 \pm 0.192) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ,良性淋巴结组为 $(1.687 \pm 0.252) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ,恶性淋巴结组平均ADC值明显小于良性淋巴结组( $P < 0.05$ ),两者间差异有统计学意义。转移性淋巴结与非霍奇金淋巴瘤,反应性增生性淋巴结与淋巴结结核的平均ADC值之间差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。分析比较病变的形态学特征及动态增强表现,良性淋巴结多为椭圆形,淋巴结周围水肿,脂肪边缘模糊,与周围软组织界限不清,动态强化参数 $E_{max}$ 为 $(168.23 \pm 117.89)\%$ ,  $T_{max}$ 为 $(70.17 \pm 8.75)\text{s}$ ,  $Slope_{max}$ 为 $(2.96 \pm 2.03)\%/s$ ;而恶性淋巴结则呈类圆形或球形,轮廓较清晰,动态强化参数 $E_{max}$ 为 $(192.74 \pm 106.84)\%$ ,  $T_{max}$ 为 $(61.92 \pm 21.37)\text{s}$ ,  $Slope_{max}$ 为 $(3.37 \pm 1.83)\%/s$ 。良、恶性淋巴结病变动态增强MRI的峰值增强率 $E_{max}$ 、峰值时间 $T_{max}$ 及最大强化速率 $Slope_{max}$ 之间的差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。时间-信号强度曲线类型良性淋巴结

病变多表现为 I 型, 而恶性淋巴结病变多为 III 型, II 型曲线均可见于良性和恶性淋巴结病变。

结论: DWI 可作为颈部良、恶性淋巴结病变鉴别诊断的一种快速可行的新方法, 具有一定的临床价值。淋巴结增强 MRI 不仅提供了病灶丰富的形态学信息, 而且还通过动态增强进一步揭示病变的血流动力学特征, 所以有助于对淋巴结病变作出准确的定性诊断, 更有效地鉴别诊断良、恶性淋巴结病变。

**【关键词】** 扩散加权成像, 表观扩散系数; 磁共振成像, 动态增强;  
时间-信号强度曲线; 淋巴结病变

## DWI and Dynamic Contrast-enhanced MRI in Differential Diagnosis of Lymph node Lesions

### 【Abstract】

**PURPOSE:** To evaluate the role of diffusion-weighted imaging(DWI), apparent diffusion coefficient(ADC) , and dynamic contrast-enhanced MR imaging(DCE-MRI) in the differential diagnosis of lymph node lesions.

**METHODS:** Conventional MR imaging(spin echo T<sub>1</sub>WI,T<sub>2</sub>WI and STIR) was used to scan 46 patients with histologically proven malignant tumors(26) and benign lesions(20) on a GE 1.5T scanner using cervical phased array coil. Six B values(46 cases) were acquired with diffusion gradients applied in all three orthogonal directions using body coil. Images were acquired independently in each of the gradient directions(X,Y and Z). Diffusion scan time was 40~52 seconds. ADC values were measured in the lymph node lesions. And all the lesions were evaluated by dynamic contrast-enhanced MR imaging. The lesion detectability of T1WI, T2WI, and contrast series, the signal intensity character, enhancement pattern, morphology manifestation of the lesions were observed.

**RESULTS:** All benign and malignant lymph nodes were visible in DWI and showed significant hyperintensity signal. The differences in mean ADC of Group malignant lymph nodes $[(0.834\pm0.192)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}]$  and Group benign lymph nodes $[(1.687\pm0.252)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}]$  were statistically significant( $P<0.05$ ). There were not significant difference between benign and malignant lymph nodes on enhancement homogeneity, morphology and margin characteristics( $P>0.05$ ).The benign and malignant characteristics of intermediate and late periods of post-contrast which described by the SI-Time curves were as follows: Type I most appeared in cases of benign lymph nodes, Type II could be found both in benign and malignant lesions, whereas the SI-Time curves of malignant lymph nodes were a majority of Type III( $P<0.05$ ) .

**CONCLUSION:** Diffusion weighted imaging is a rapid and feasible method in detecting cervical lymph node lesions and shows a potential for distinguishing between

benign and malignant lymph nodes. Dynamic contrast-enhanced MR imaging has certain value in differential diagnosis of benign and malignant lymph node lesions.

**【key Words】**

Diffusion weighted imaging , Apparent diffusion coefficient; Magnetic resonance imaging, Dynamic contrast-enhanced MRI; Time-signal intensity curve; lymph node lesions

## 前 言

淋巴结是周围淋巴器官重要的组成部分,对细菌、异物、毒素和癌细胞等物质和大分子有阻止扩散和清除作用,许多疾病的发展都会影响到淋巴结。临床上,对肿瘤患者进行准确分期是制定治疗计划和判断预后的基础,而准确地评价淋巴结是关键所在,但常规 MRI 技术主要凭借特异性不强的指标,因此对良、恶性淋巴结定性诊断的准确性较低。MR 扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是目前能在活体上进行水分子扩散测量与成像的唯一方法。目前国内外的 MR 扩散加权成像主要应用于中枢神经系统疾病,可早期发现脑梗死、鉴别脑囊肿与肿瘤性病变以及扩散的各向异性来判断脑组织的病理状态<sup>[1~3]</sup>。近年来 MR 扩散加权成像已经应用于肝脏、椎体、四肢关节、脊髓、前列腺以及乳腺中<sup>[4~8]</sup>,而对淋巴结进行研究的报道相对较少<sup>[9,10]</sup>。随着 MR 水溶性对比剂的应用,以及 MR 快速和超快速成像技术的发展,动态增强 MRI(dynamic contrast-enhanced MR imaging, DCE-MRI)已经开始应用于各系统病变的诊断和治疗评价,但是较少被应用于淋巴结病变的研究<sup>[11]</sup>。本研究旨在探讨 DWI、表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值测量以及动态增强 MRI 在颈部良、恶性淋巴结病变鉴别诊断中的价值。

## 材料与方法

### 1. 临床资料

受检者为 46 例单侧或双侧颈部淋巴结肿大患者,男性 29 例,女性 17 例,年龄 6~71 岁,平均 44.2 岁。其中恶性淋巴结病变 26 例(包括鼻咽癌致淋巴结转移性鳞癌 12 例,鼻咽癌致淋巴结转移性腺癌 4 例,甲状腺癌致淋巴结转移 2 例,下咽癌致淋巴结转移性鳞癌 3 例,腮腺淋巴瘤上皮癌致淋巴结转移性鳞癌 1 例,非霍奇金淋巴瘤 4 例),炎性反应性增生淋巴结 16 例(慢性牙龈炎 5 例,慢性咽炎 3 例,慢性扁桃体炎 4 例,慢性颌下腺炎 4 例),淋巴结结核 4 例。所有病例均经手术及病理证实。

## 2. 检查方法

### 2.1 仪器设备及图像工作站

使用 GE signa CV/i, NV/i 1.5T 超导型磁共振成像仪行 MRI 扫描。常规 MRI 平扫序列、动态增强扫描及常规 MRI 增强采用颈部相控阵线圈, DWI 序列采用体线圈扫描。

检查结束后, 将扫描数据传输至 SUN ADW4.0 图像工作站上, 运用 Functool 2 功能软件进行图像后处理及数据分析。

### 2.2 扫描技术及测量指标

所有患者均行常规 SE T<sub>1</sub>WI、SE T<sub>2</sub>WI、STIR 序列扫描, 受检者取仰卧位, 行轴面及冠状面扫描。

常规 SE T<sub>1</sub>WI、SE T<sub>2</sub>WI、STIR 序列扫描参数:

① SE T<sub>1</sub>WI 序列: TR: 400ms; TE: 13 ms; 频带宽: 20.83 ms; 视野: 26cm; 矩阵: 320×192; 层厚: 5.0mm; 层间距: 1.0mm; Nex: 4.0; 层数: 16。

② SE T<sub>2</sub>WI 序列: TR: 3725ms; TE: 85 ms; 频带宽: 20.83 ms; 视野: 26cm; 矩阵: 320×192; 层厚: 5.0mm; 层间距: 1.0mm; Nex: 4.0; 回波链: 16; 层数: 16。

③ STIR 序列: 采用冠状面(Cor)及轴面(Axi)扫描。TR: 4000ms; TE: 42 ms; TI: 150 ms; 频带宽: 20.83 ms; 视野: 28cm(Cor)或 24cm(Axi); 矩阵: 320×192; 层厚: 5.0mm; 层间距: 0mm; Nex: 4.0; 回波链: 14; 层数: 12。

扩散加权成像(SE-EPI DWI序列)扫描参数: 采用单次激发回波平面成像技术(echo planar imaging, EPI)。全部使用自动匀场和脂肪抑制技术, TR: 4000ms, TE: 47 ~ 79ms, 矩阵分别使用 128×128 及 128×64, 视野分别使用 32×32, 34×34, 36×36, 42×42 及 46×46 cm, 采用轴位扫描, 层厚: 5.0mm, 层间距: 0mm, 选用 6 个不同的扩散梯度因子 (gradient factor) b 值, 分别为 0 s/mm<sup>2</sup>、100 s/mm<sup>2</sup>、200 s/mm<sup>2</sup>、500 s/mm<sup>2</sup>、800 s/mm<sup>2</sup>、1000 s/mm<sup>2</sup>, 各扫描 1 次, 扩散梯度分别施加于 X、Y、Z 三个方向, 一次扫描可获得多层图像, 每层包含 3 帧沿 X、Y、Z 轴互相垂直方向的 DWI 像, DWI 合成像和 EPI-T<sub>2</sub> 像, 扫描时间为 40~52s。

动态增强 MRI 检查:随后对患者行快速扰相梯度回波 (fast spoiled gradient-recalled echo sequence, FSPGR) 序列轴位增强扫描。TR: 7.4ms; TE: 3.2 ms; 频带宽: 31.25 ms; 视野: 30cm; 矩阵: 256×192; 层厚: 5.0mm; 层间距: 0mm; Nex: 1.0; 翻转角: 80°; 层数: 12; 设定 30 个扫描时相 (phase), 每个时相扫描时间 13s, 无间隔连续扫描, 总的动态时间约 6.5min。第一个时相为 FSPGR 平扫, 然后在第二个时相扫描开始时于肘正中静脉注射钆喷酸葡胺 (Gd-DTPA), 按 0.2ml/kg 体重计算对比剂的总量, 以 2.0ml/s 的速度用高压注射器快速团注, 继而快速推注 10ml 生理盐水。

然后进行常规增强 MRI 检查, 扫描参数同 SE T<sub>1</sub>WI 序列。

## 2.3 淋巴结的选取

淋巴结主要位于血管旁, 可表现为圆形、椭圆形或长条状, 在 T<sub>1</sub>WI 上与肌肉信号相似, 在脂肪抑制的 T<sub>2</sub>WI 上呈稍高信号, DWI 上多呈高信号。为保证 MRI 观察的淋巴结与取得病理结果的淋巴结有较准确的逐一对应性, 对每一病例仅选择 1 个淋巴结进行观察分析, 且该淋巴结周围无其他大小相近的淋巴结, 标明其深度及与周围结构的关系以便于定位。

## 3. 资料分析

### 3.1 DWI 数据分析

根据 Stejskal-Tanner 公式  $ADC = \ln(SI_1/SI_2) / (b_1 - b_2)$ ,  $SI_1$ 、 $SI_2$  分别为 2 个不同  $b$  值 (如  $b_1=0$ ,  $b_2 \neq 0$ ) 时感兴趣区的信号强度值。在 MR 操作台上, 取 DWI 合成像中病灶中心层面进行各淋巴结信号强度的测量, 计算三个感兴趣区所得的平均 ADC 值 (亦可在 ADC 图中直接测量后计算平均值)。若病灶中间有明显坏死液化的区域, 则将感兴趣区置于病灶的周边部分。进行不同  $b$  值的 DWI 图像的清晰度、对比度以及明暗度的对比, 并评价不同的扫描条件。

### 3.2 动态增强后进行定量评价

- ① 峰值增强率, 即  $E_{max}$  为增强后最大信号强度增加的百分比 (%)。
- ② 峰值时间, 即  $T_{max}$  为动态增强后达到最大信号强度所需的时间 (s)。



③最大强化速率(%/s):  $\text{Slope}_{\max}=[(SI_{\text{end}}-SI_{\text{pre}})\times 100]/[SI_{\text{pre}}\times(T_{\text{end}}-T_{\text{pre}})]$ ,  $SI_{\text{end}}$  和  $SI_{\text{pre}}$  为强化曲线中相邻 2 个时相信号强度差值最大 2 点的信号强度值,  $T_{\text{end}}$  和  $T_{\text{pre}}$  为  $SI_{\text{end}}$  和  $SI_{\text{pre}}$  相对应的时间点。

④ 时间-信号强度曲线, 在 SUN ADW4.0 图像工作站上运用 Functool 2 功能软件, 从病变强化最快最明显区上选择感兴趣区(region of interest, ROI), 在病变显示最大的层面进行选择, ROI 测量范围为圆形, 其大小取决于病灶强化最快最明显区的大小, 通常小于该区。若病灶内有坏死应避免包含坏死部分, 尽量选择病灶周边部分, 然后绘制时间-信号强度曲线(time-signal intensity curve, SI-Time 曲线), 按其形态分为三型: I 型: 早期快速强化后仍稳定强化或缓慢强化; II 型: 早期快速强化后出现平台期; III 型: 早期快速强化后信号强度随即下降。

## 4. 统计分析

利用 SPSS 11.0 版的统计软件, 统计量采用均数 $\pm$ 标准差的形式表示, 检验水准  $\alpha=0.05$  或 0.01。对良性淋巴结病变的平均 ADC 值进行方差分析及配对资料  $t$  检验; 良恶性淋巴结病变动态强化参数均数之间的差异采用  $t$  检验, 良恶性淋巴结病变时间-信号强度曲线类型分布之间的差异采用秩和检验。 $P<0.05$  认为有统计学意义。

# 结 果

## 1. 临床资料的病理类型

46 例患者均经手术或病理证实, 其中恶性淋巴结 26 例(包括鼻咽癌致淋巴结转移性鳞癌 12 例, 鼻咽癌致淋巴结转移性腺癌 4 例, 甲状腺癌致淋巴结转移 2 例, 下咽癌致淋巴结转移性鳞癌 3 例, 腮腺淋巴瘤致淋巴结转移性鳞癌 1 例, 非霍奇金淋巴瘤 4 例), 反应性增生性淋巴结 16 例(慢性牙龈炎 5 例, 慢性咽炎 3 例, 慢性扁桃体炎 4 例, 慢性颌下腺炎 4 例), 淋巴结结核 4 例。

## 2. DWI 及 ADC 值改变

在 DWI 序列的图像中颈部软组织及脂肪部分均呈低信号，而良性和恶性淋巴结病变均为明显的高信号，与常规 SE 序列扫描结果相比较，DWI 对淋巴结病变的检出率为 100%。

由于 ADC 图为合成图像，可直接测得 ADC 值，但其受影响因素较多，伪影较 DWI 图像重，并且没有 DWI 图像质量稳定。因此，本研究仅对 DWI 图像进行分析并测量其信号强度值，计算各病灶的 ADC 值，而不从 ADC 图上直接测量 ADC 值。

根据 Stejskal-Tanner 公式计算所得恶性淋巴结组的平均 ADC 值为  $(0.834 \pm 0.192) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ，良性淋巴结组为  $(1.687 \pm 0.252) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。恶性淋巴结组的平均 ADC 值明显小于良性淋巴结组平均 ADC 值 ( $t=37.09, P<0.05$ )，且两者间差异有统计学意义。

恶性淋巴结组中，转移性淋巴结的平均 ADC 值为  $(0.816 \pm 0.180) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ，非霍奇金淋巴瘤为  $(0.852 \pm 0.204) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ，两者间差异无统计学意义 ( $t=0.33, P>0.05$ )。良性淋巴结组中，反应性增生性淋巴结的平均 ADC 值为  $(1.565 \pm 0.173) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ，淋巴结结核为  $(1.809 \pm 0.331) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ，两者间差异无统计学意义 ( $t=0.88, P>0.05$ )。

本组对所有病例扫描发现在 DWI 序列的图像中， $42 \times 42$  的视野成像效果几何变形程度小；DWI 的采集矩阵采用  $128 \times 128$  时效果优于  $128 \times 64$ ，图像的空间分辨力高；DWI 的扩散方向采用全方向比单方向图像效果好；随着 b 值的增大，图像的信号强度逐渐降低。当 b 值为  $100 \text{ s/mm}^2$ 、 $200 \text{ s/mm}^2$  时，图像质量较好，但由于 b 值较小，较偏重于  $T_2$  像，因而不是真正反映病灶的 DWI 图像；当 b 值为  $500 \text{ s/mm}^2$  时，DWI 图像的清晰度好，对比度和明暗度适中，图像质量佳；而当 b 值为  $1000 \text{ s/mm}^2$  时，图像信号衰减明显，背景噪声明显增加且对比度差，图像质量显著下降，不利于对病灶的观察。因此认为 b 值取  $500 \text{ s/mm}^2$  有利于图像分析及诊断。

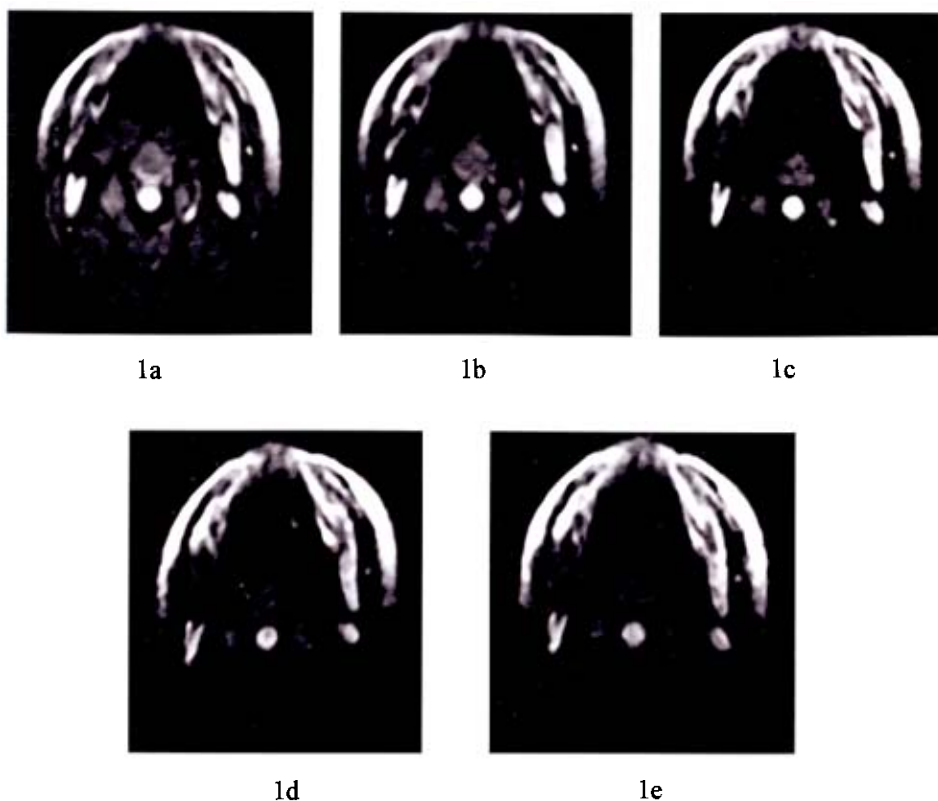
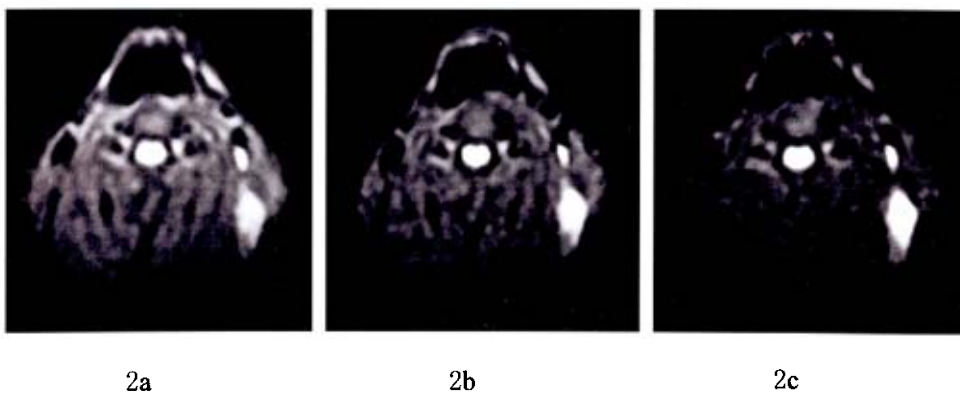


图1 反应性增生性淋巴结炎. a)~e)分别为  $b=100 \text{ s/mm}^2$ 、 $200 \text{ s/mm}^2$ 、 $500 \text{ s/mm}^2$ 、 $800 \text{ s/mm}^2$ 、 $1000 \text{ s/mm}^2$  时的 DWI 图像, 慢性扁桃体炎患者, 可见双侧颈部的数个增大的淋巴结, 尤以左侧为多, 随着  $b$  值的增大, 病灶与软组织信号均衰减, 病灶信号衰减较软组织小, 病灶与软组织对比度较好, 图像信噪比降低, 图像质量下降。当  $b$  值为  $500 \text{ s/mm}^2$  时, DWI 图像的清晰度好, 对比度和明暗度适中, 图像质量佳。



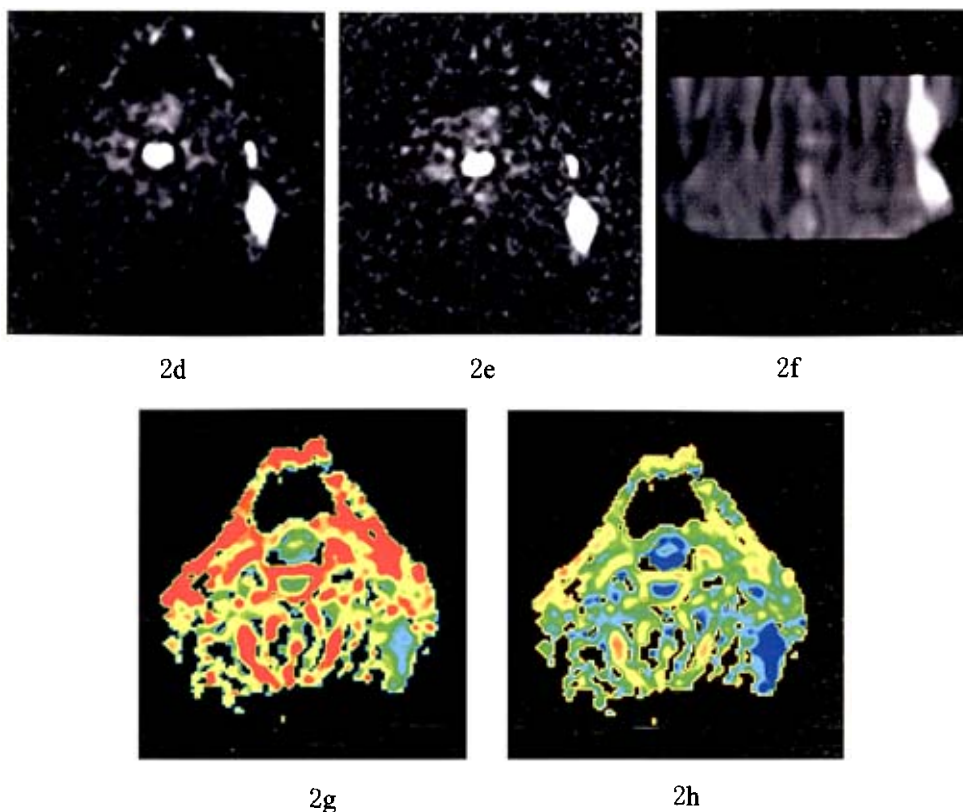


图 2 非霍奇金淋巴瘤. a) ~e) 分别为  $b=100 \text{ s/mm}^2$ 、 $200 \text{ s/mm}^2$ 、 $500 \text{ s/mm}^2$ 、 $800 \text{ s/mm}^2$ 、 $1000 \text{ s/mm}^2$  时的 DWI 图像, 可见左侧颈部增大的淋巴结呈高信号, 且随着  $b$  值的增大, 病灶与软组织的对比度增加, 组织信号衰减, 当  $b$  值为  $1000 \text{ s/mm}^2$  时, 背景噪声明显增加且对比度差, 图像质量下降. f) 为 DWI 图像的冠状面重建图像. g) ~h) 分别为当  $b=500 \text{ s/mm}^2$  时的 ADC 图 (Apparent Diffusion Coefficient) 和 EADC 图 (Exponential Apparent Diffusion Coefficient).

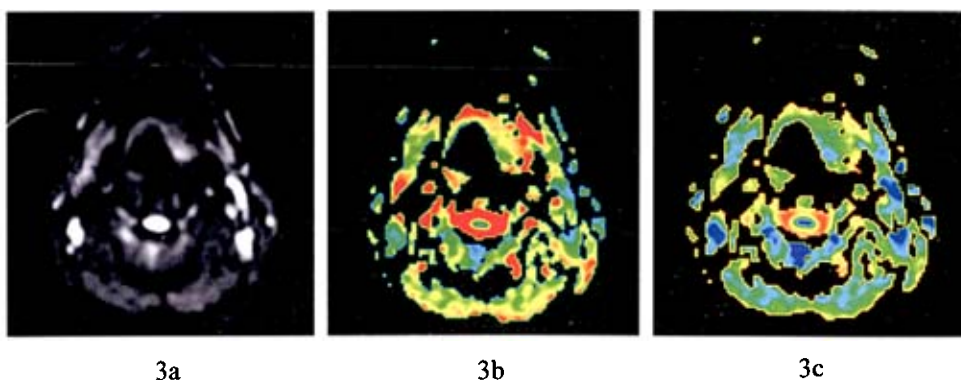


图 3 反应性增生性淋巴结炎. a)~c) 分别为当  $b=500 \text{ s/mm}^2$  时的 DWI 图像、ADC 图 (Apparent Diffusion Coefficient) 和 EADC 图 (Exponential Apparent Diffusion Coefficient), 可见双侧颈部多个肿大淋巴结.

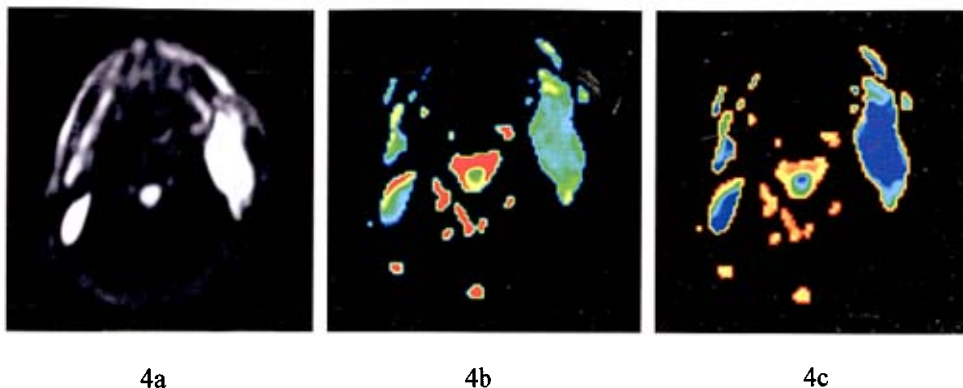


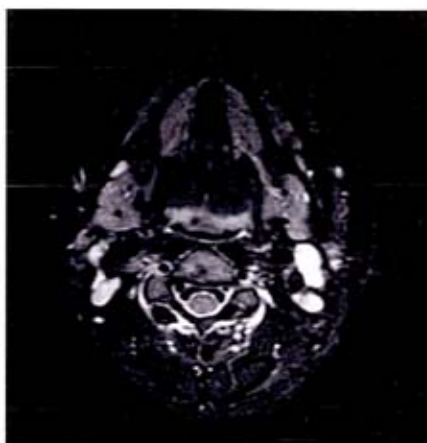
图 4 鼻咽癌所致淋巴结转移性低分化鳞癌. a)~c) 分别为当  $b=500 \text{ s/mm}^2$  时的 DWI 图像、ADC 图 (Apparent Diffusion Coefficient) 和 EADC 图 (Exponential Apparent Diffusion Coefficient), 可见双侧颈部的肿大淋巴结, 尤以左侧为大.

### 3. 动态增强 MRI 表现

#### 3.1 良、恶性淋巴结病变增强后的形态学特征

反应性增生的淋巴结和淋巴结结核多为椭圆形, 而转移性淋巴结和恶性淋巴瘤则呈类圆形或球形。淋巴结病变在  $T_1WI$  上呈与肌肉相似的信号, 在脂肪抑制的  $T_2WI$  上呈稍高信号。转移性淋巴结由于中心坏死呈长  $T_1$ 、长  $T_2$  信号, 增强后表现为均匀的薄环状、不规则或锯齿状强化, 坏死灶无强化。淋巴结结核表现为周围炎性肉芽肿和中心干酪样坏死, 增强后呈厚环状或多房状强化征象。恶性淋巴瘤和反应性增生的淋巴结表现为均质的等  $T_1$ 、等  $T_2$  信号, 增强后仅有轻微强化。

慢性反应性增生的淋巴结表现为淋巴结周围水肿, 脂肪边缘模糊, 与周围软组织界限不清。结核性淋巴结炎表现为多个淋巴结增大, 边缘不清。而转移性淋巴结的轮廓一般较清晰, 本研究中鼻咽癌、甲状腺癌淋巴结转移的边缘多较清楚, 喉癌、下咽癌则转移性淋巴结的边缘不清楚。部分转移淋巴结的外周在  $T_2WI$  图像上还可可见环状高信号带。

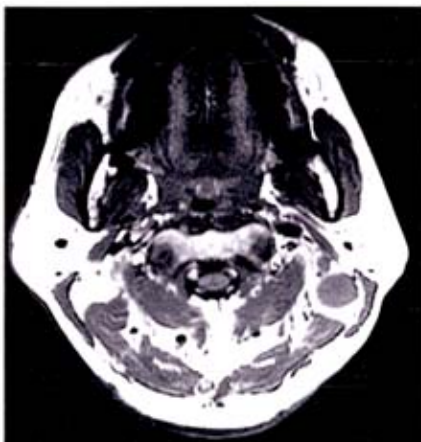


5a

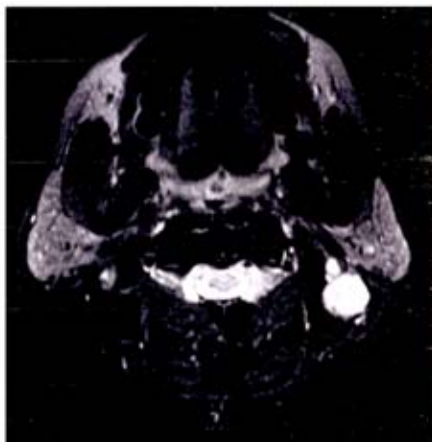


5b

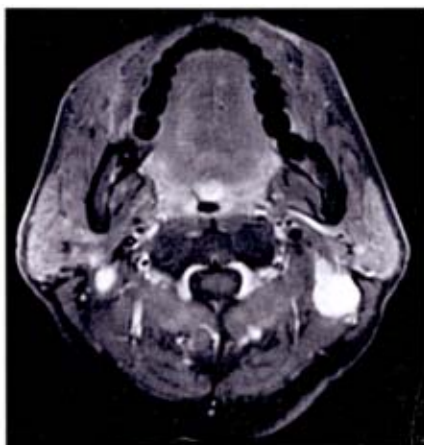
图 5 反应性增生性淋巴结炎. a) 为轴面 STIR 序列图像. b) 为冠状面 STIR 序列图像, 可见双侧多个肿大淋巴结, 淋巴结为椭圆形, 且以左侧为多, 呈链状分布.



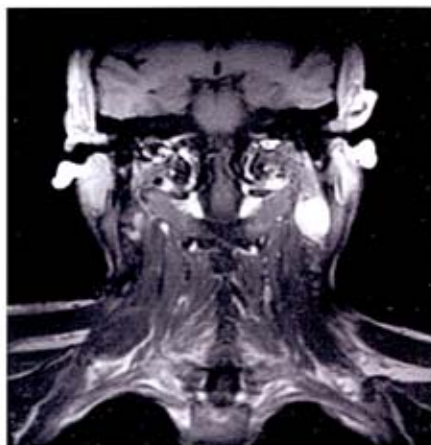
6a



6b



6c



6d

图6 鼻咽癌所致淋巴结转移性鳞癌。a)为轴面T<sub>1</sub>WI序列,淋巴结病变呈类圆形,其信号与肌肉信号相似。b)为同层面的脂肪抑制轴面T<sub>2</sub>WI序列,淋巴结呈高信号。c)~d)分别为常规增强扫描的轴面和冠状面图像,可见淋巴结呈明显不均匀强化表现。

3.2 良、恶性淋巴结病变的各动态强化参数及SI-Time 曲线类型

良、恶性淋巴结病变的各动态强化参数比较见表1, SI-Time 曲线类型的分布见表2。

表1、良恶性病变各动态强化参数比较

	E <sub>max</sub> (%)	T <sub>max</sub> (s)	Slope <sub>max</sub> (%/s)
良性(20)	168.23±117.89	70.17±8.75	2.96±2.03
恶性(26)	192.74±106.84	61.92±21.37	3.37±1.83
t值	1.036	2.012	1.873
P值	>0.05	>0.05	>0.05

由表1可以得知,良、恶性淋巴结病变动态增强MRI的峰值增强率、峰值时间及最大强化速率之间的差异无统计学意义(P>0.05)。但上述参数反映了对比剂的流入情况,恶性淋巴结病变动态增强的平均峰值时间T<sub>max</sub>早于良性病变,平均峰值增强率E<sub>max</sub>及平均最大强化速率Slope<sub>max</sub>均高于良性病变。

表2、良恶性病变 SI-Time 曲线类型的分布(例)

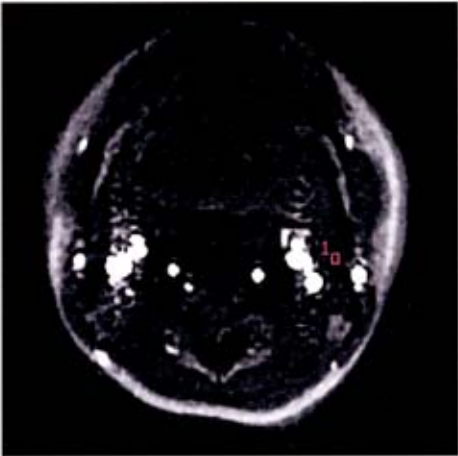
病理类型	时间-信号强度曲线类型			合计
	I	II	III	
良性	13(65)	4(20)	3(15)	20
恶性	2(7.7)	6(23.1)	18(69.2)	26
合计	15	10	21	46

注：两组比较,  $\chi^2=8.1$ ,  $v=2$ ,  $P<0.05$ ; 括号内为百分比。

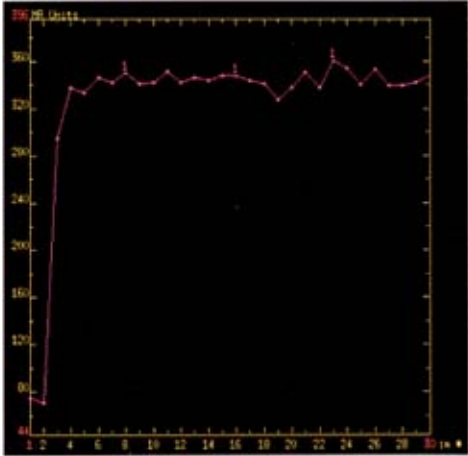


SI-Time曲线类型分析(见表2): 良、恶性淋巴结病变曲线类型分布的差异具有统计学意义(良性淋巴结病变组及恶性淋巴结病变组动态增强曲线类型的 $\chi^2$ 值为8.1,  $P<0.05$ )。良性淋巴结病变SI-Time曲线类型多为I型, 而恶性淋巴结病变SI-Time曲线类型多为III型, II型曲线均可见于良性和恶性淋巴结病变。

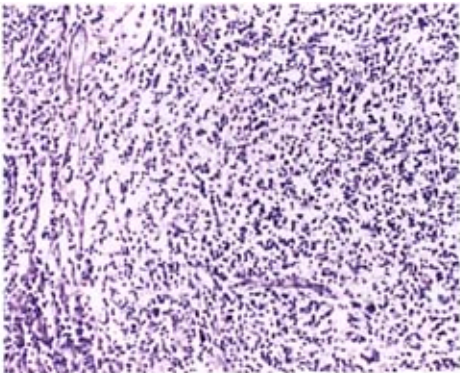
曲线类型的差别主要反映的是动态增强中晚期的改变,即对比剂的流出情况。若以II及III型曲线作为标准诊断恶性淋巴结病变, I型曲线作为标准诊断良性淋巴结病变, 则敏感性为92.3%, 特异性为65%, 准确性为67.4%, 阳性预测值为77.4%, 阴性预测值为86.7%。若以III型曲线作为标准诊断恶性淋巴结病变, I及II型曲线作为标准诊断良性淋巴结病变, 则敏感性为69.2%, 特异性为85%, 准确性为76.1%, 阳性预测值为85.7%, 阴性预测值为68%。



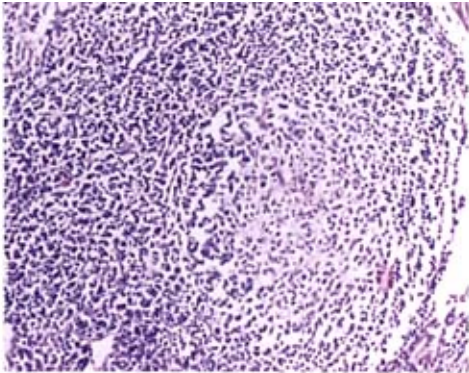
7a



7b



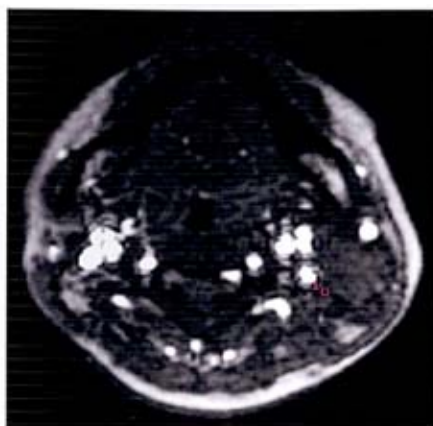
7c



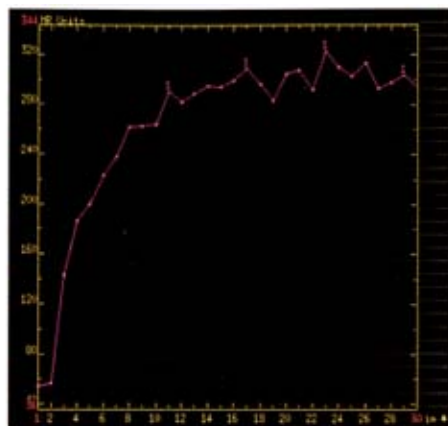
7d



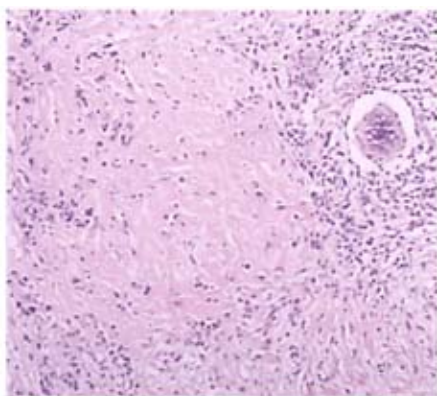
图7 反应性增生性淋巴结炎. a)在动态增强MRI上,选择左侧颈部淋巴结的ROI. b)显示为左侧颈部淋巴结ROI的时间-信号强度曲线(SI-Time曲线),表现为II型曲线即早期快速强化后出现平台期. c)~d)病理学结果提示为反应性增生性淋巴结炎.



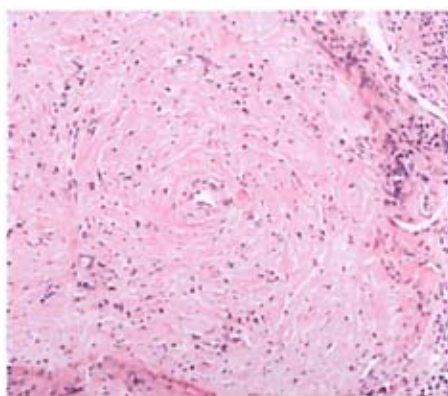
8a



8b



8c



8d

图8 淋巴结结核. a)在动态增强MRI上,选择左侧颈部淋巴结的ROI. b)显示为左侧颈部淋巴结ROI的时间-信号强度曲线(SI-Time曲线),表现为I型曲线即早期快速强化后仍稳定强化或缓慢强化. c)~d)病理学结果提示为淋巴结结核.

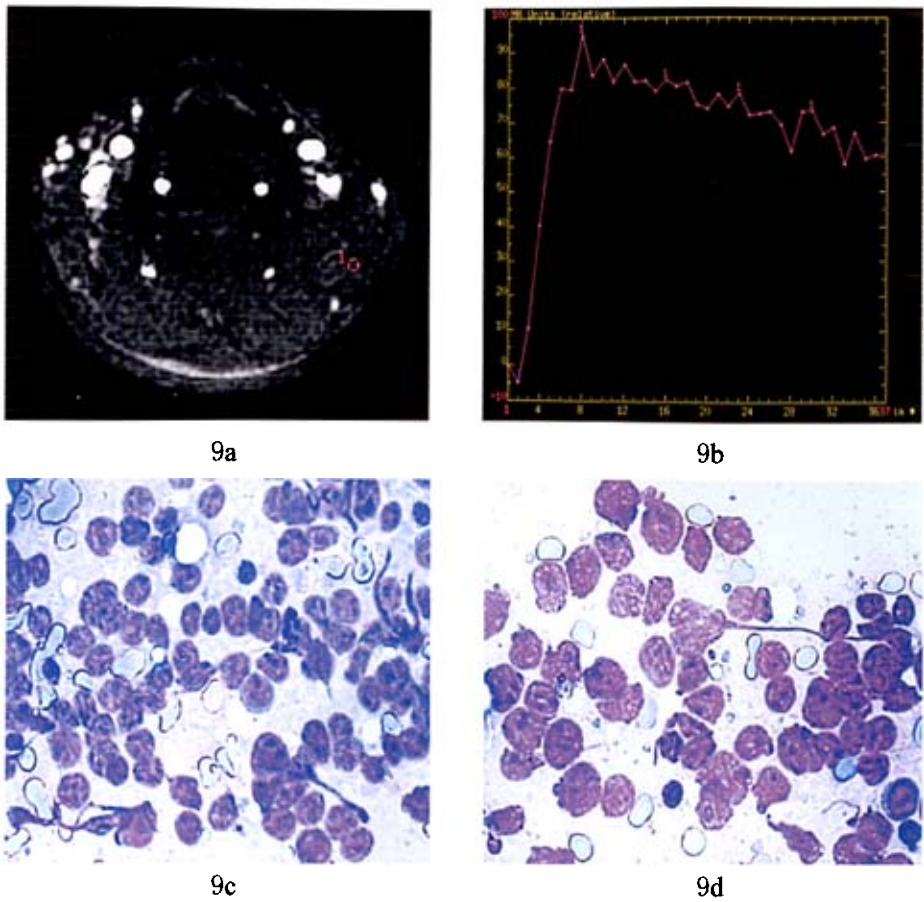
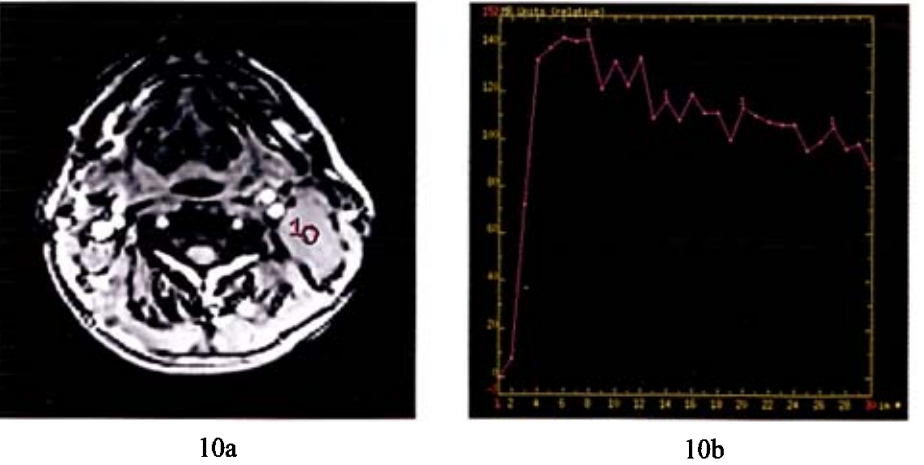


图9 非霍奇金淋巴瘤. a)在动态增强MRI上,选择左侧颈部淋巴结的ROI. b)显示为左侧颈部淋巴结ROI的时间-信号强度曲线(SI-Time曲线),表现为III型曲线即早期快速强化后信号强度随即下降. c)~d)病理学结果提示为非霍奇金淋巴瘤.



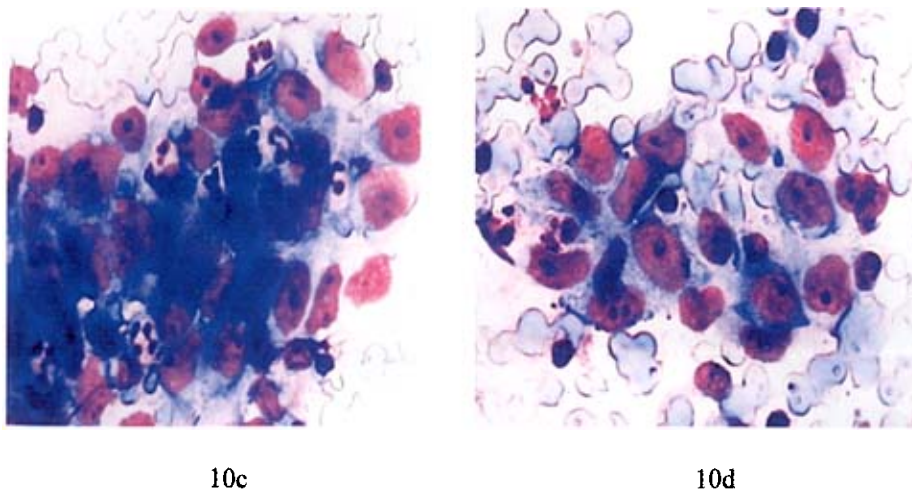


图 10 鼻咽癌所致淋巴结转移性低分化鳞癌. a) 在动态增强 MRI 上, 选择左侧颈部淋巴结的 ROI. b) 显示为左侧颈部淋巴结 ROI 的时间-信号强度曲线 (SI-Time 曲线), 表现为 III 型曲线即早期快速强化后信号强度随即下降. c) ~ d) 病理学结果提示为淋巴结转移性低分化鳞癌.

## 讨 论

### (一) DWI 技术及其应用价值

#### 1. DWI 的基本原理

DWI 是在常规 SE 序列基础上, 在  $180^\circ$  聚焦射频脉冲前后加上一个位置对称极性相反的梯度场。在梯度场作用下水分子扩散时其中的质子于横向磁化上发生相位分散, 不能完全重聚, 导致 MR 信号衰减, 故形成了 DWI 上的异常信号。该过程受弥散系数和弥散梯度强度的影响<sup>[12]</sup>。

水分子在活体组织内的扩散与组织的空间结构有关。细胞膜、基底膜等膜结构的分布、核浆比以及胞浆内大分子物质如蛋白质的分布均影响组织内水分子的扩散。病理状态下, 细胞内外的大分子分布发生变化, 以及膜结构的完整性遭到破坏, 使其中水分子的扩散速度发生改变, 从而亦形成 DWI 上信号异常。

## 2. DWI表现与ADC值的关系

DWI 的信号强弱与 ADC 值有关, 它们之间存在负指数函数关系, 即 ADC 值增大, DWI 信号降低(即高弥散区, 水分子运动区); 反之, ADC 值减小, 则 DWI 信号增高(即低弥散区, 水分子运动受限区)。如生物膜结构的阻挡和大分子蛋白的吸附作用在一定程度上限制了水分子的扩散, 导致 ADC 值减小, DWI 信号增高。由于 ADC 值的明显差异, 就为良、恶性淋巴结病变的鉴别诊断提供了有价值的依据。DWI 的信号强度还与受检组织的  $T_2$  值正相关, 即 DWI 信号正比于  $T_2$  值。

## 3. DWI的参数选择

影响 DWI 图像质量的因素<sup>[18]</sup>很多, 因此扫描时应综合考虑各种因素, 以达到最好的图像质量和适当的 SNR。

① 视野 FOV 对 DWI 图像的影响: 由于 DWI 使用的是快速 EPI 序列, 使用的是梯度脉冲而不是射频脉冲重聚自旋回波, 因此使得 EPI 影像对偏振非常敏感, 水和脂肪之间, 其共振频率不同, 在射频脉冲激励之后, 非谐振质子之间的相位差将逐渐产生并不断加强, 这种相位差将导致相位方向上的几何变形, 使影像失真。本研究对所有病例分别采用  $32 \times 32$ ,  $34 \times 34$ ,  $36 \times 36$ ,  $42 \times 42$  与  $46 \times 46$  的视野成像, 结果  $42 \times 42$  的影像几何变形程度小。

② 采集矩阵对 DWI 图像的影响: 由于在 DWI 成像中采用了半傅立叶采集技术, 可使  $128 \times 128$  采集矩阵经过半傅立叶采集技术后 k 空间变成  $192 \times 128$  的矩阵, 这样可使相位编码方向的 k 空间变成  $192 \times 128$  的矩阵, 使相位编码方向的 k 空间扩大 50%, 其空间分辨力相应增加 50%, 相对信噪比保持不变, 因而采用  $128 \times 128$  的矩阵能检出小病灶, 使 DWI 成像中病灶的检出率较高。本研究对全部病例 DWI 图像的采集矩阵分别为  $128 \times 128$  与  $128 \times 64$  成像, 结果  $128 \times 128$  的图像效果优于  $128 \times 64$ 。

③ 扩散方向的选择对 DWI 图像的影响: DWI 综合像是 3 个扩散单方向的 DWI 像的相加像, 因此可以更好显示各向异性的扩散运动特征, 使病变清楚显示, 能够较好地反映该处的扩散情况。本研究对 46 例 DWI 的扩散方向分别采用单方向与全方向成像, 结果显示全方向成像效果优于单方向。

④ b值的选择对DWI图像的影响: b值的选择对DWI图像及ADC值的测量至关重要。b值是DWI的扩散敏感度(亦称扩散敏感因子), b值越大越敏感。有文献报道b值或b值差越大的图像测得的ADC值越准确<sup>[14,15]</sup>。本研究中b值分别采用0 s/mm<sup>2</sup>、100 s/mm<sup>2</sup>、200 s/mm<sup>2</sup>、500 s/mm<sup>2</sup>、800 s/mm<sup>2</sup>、1000s/mm<sup>2</sup>, 发现b值为100 s/mm<sup>2</sup>、200 s/mm<sup>2</sup>时, 各病灶的ADC值间的差异较大且稳定性亦较差, 这是由于b值较小时, 扩散所占的比例较小, 而血流灌注对DWI及ADC值的影响较大所致<sup>[14]</sup>。因此, 检测活体组织的ADC值宜选取较大的b值, 这样所得的数值稳定性较好。但大b值意味着需要较长的TE, 对于T<sub>2</sub>值较短的淋巴结而言, 图像的信噪比会明显下降, 特别是b值为1000s/mm<sup>2</sup>时, 图像信号衰减明显, 背景噪声增加且对比度差, 图像质量明显降低, 不利于对病灶的观察; 而如果减小b值, 则扩散加权成像及ADC值不能真实的反映组织内水分子的布朗运动。为兼顾DWI的图像质量, 并减小血流灌注对ADC值的影响, 本研究认为b值为500 s/mm<sup>2</sup>较为合适。而且在b值为500 s/mm<sup>2</sup>时, TE值为70ms, 对T<sub>2</sub>值较短的淋巴结较为合适。

#### 4. DWI及ADC值在淋巴结病变中的价值

大量研究已证实, 扩散加权成像能够提供许多常规 MR 所不能提供的信息, 对明确人体生理活动和病理变化都有重要的意义<sup>[16]</sup>。

DWI 序列图像中颈部软组织及脂肪部分均呈低信号, 而良性和恶性淋巴结病变均为明显的高信号, 与常规 SE 序列扫描结果相比较, DWI 对淋巴结病变的检出率为 100%。

恶性淋巴结组的平均 ADC 值为 $(0.834 \pm 0.192) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , 而良性淋巴结组为 $(1.687 \pm 0.252) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , 恶性淋巴结组平均 ADC 值明显小于良性淋巴结组 ( $P < 0.05$ ), 两者间差异有统计学意义。而转移性淋巴结与非霍奇金淋巴瘤, 反应性增生性淋巴结与淋巴结结核的平均 ADC 值之间差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。因此, 通过 ADC 值的测定可以进行良性和恶性淋巴结病变的鉴别。

### (二) 动态增强MRI技术及其应用价值

#### 1. 动态增强MRI的原理

动态增强扫描是1种以快速及超快速成像为基础、以静脉注射水溶性对比剂后早期强化的动力学改变为条件的成像方法。由于注射顺磁性对比剂后信号强度的改变与局部毛细血管供血及对比剂向周围组织间隙的外渗相关,动态MRI被用于全面评价组织的微循环、灌注和毛细血管通透性的变化,水溶性对比剂进入组织的数量、毛细血管灌注量和弥散率随着组织类型的不同而不同<sup>[17,18]</sup>,这些方面受病理改变的影响,可导致组织内的对比剂数量、灌注及弥散率<sup>[19,20]</sup>的增加或减低。

动态增强技术研究的病理生理基础是病变的血液动力学,其强化的程度及时间主要取决于以下3个因素:病变的血管化程度、血管对对比剂的通透性以及肿瘤间质的压力。前者决定了病变组织的早期强化,即病变的灌注情况;后两者则与病变的后期强化有关。血管化程度高、血流灌注丰富的病变组织,表现为SI-Time曲线的斜率陡峭,峰值出现早;反之,血管化程度低、血流灌注少的病变组织,表现为SI-Time曲线的斜率小,峰值出现晚。因此,计算病灶峰值增强率 $E_{max}$ ,峰值时间 $T_{max}$ ,最大强化速率 $Slope_{max}$ ,并根据病变最高强化区ROI信号强度测量值,绘制病灶的早期动态增强SI-Time曲线,可客观定量分析病变组织的血流动态变化及血液供应和灌注情况<sup>[21]</sup>。

## 2. 动态增强MRI的诊断价值

### 2.1 形态学特征

慢性反应性增生的淋巴结因长期炎症刺激,使其被膜与周围软组织发生粘连,在MRI图像上即表现为淋巴结周围水肿,脂肪边缘模糊,与周围软组织界限不清。淋巴结结核多伴有肺或上呼吸道结核,常致双侧较低部位颈后三角肿胀,表现为多个淋巴结增大,其内可有干酪样坏死,常融合成多房状,增强后可见厚环状或多房样等不同程度的强化,少数可见钙化现象。由于淋巴结结核是特异性的炎症过程,在结核活动期,炎症扩展到包膜外侵犯,造成淋巴结周缘的脂肪间隙模糊不清。而转移淋巴结的轮廓清晰,周围可出现不完全环状脂肪增生带。部分转移淋巴结的外周在 $T_2WI$ 图像上还可可见环状高信号带,可能是淋巴结周围的组织水肿及脂肪增生。转移性淋巴结常由于中心坏死而可见周缘强化呈薄环状、不规则或锯齿状,或较均匀强化。因此,形态学改变对MRI诊断良恶性淋巴结病变具有一定的价值,但还需结合其他表现如时间-信号强度曲线,各动态强化参数等综合分析。

## 2.2 时间-信号强度曲线

SI-Time 曲线综合分析了  $E_{\max}$ 、 $T_{\max}$  及对比剂清除情况,因而更准确反映了病灶的动态强化特征。三种 SI-Time 曲线的主要差异在于动态增强中后期病灶信号强度的变化,即对比剂的廓清情况。目前普遍认为 I 型曲线多为良性病变, III 型曲线多为恶性病变, II 型曲线提示可疑恶性病变<sup>[22]</sup>。以此标准来鉴别良、恶性淋巴结病变具有很高的特异性。但 II 型曲线在良、恶性病变间尚有相当一部分重叠,这部分重叠的大小,文献研究各有不同,表现为诊断的特异度差异很大。这其中的差异可能与采用的检查技术及不同的评判标准有关。

若以 II 及 III 型曲线作为标准诊断恶性淋巴结病变, I 型曲线作为标准诊断良性淋巴结病变,则敏感性为 92.3%, 特异性为 65%, 准确性为 67.4%, 阳性预测值为 77.4%, 阴性预测值为 86.7%。引用这一标准,本组研究发现其诊断的敏感性(92.3%)高,但特异性(65%)和准确性(67.4%)较低。

若以 III 型曲线作为标准诊断恶性淋巴结病变, I 及 II 型曲线作为标准诊断良性淋巴结病变,则敏感性为 69.2%, 特异性为 85%, 准确性为 76.1%, 阳性预测值为 85.7%, 阴性预测值为 68%。结果表明诊断的敏感性(69.2%)有所下降,但特异性(85%)和准确性(76.1%)有较大提高。

本组研究 II 型曲线中良性病变占 40%, 恶性病变占 60%。且 2 例恶性病变 SI-Time 曲线呈 I 型; 4 例良性病变呈 II 型曲线, 3 例良性病变呈 III 型曲线。这种少数良恶性病变动态强化特征的重叠性降低了 MRI 诊断的特异性,需结合形态学特征综合诊断。

## 2.3 各动态强化参数

时间-信号强度曲线类型虽然具有较高的敏感性和特异性,但在判断上存在主观上的观察差异。因此,在实际诊断工作中通常还需要一些客观的量化指标。本组统计结果显示平均峰值增强率  $E_{\max}$ 、峰值时间  $T_{\max}$  及最大强化速率  $Slope_{\max}$  在良、恶性淋巴结病变之间的差异无统计学意义。但上述参数反映了对比剂的流入情况,本组研究得出恶性淋巴结病变动态增强的平均峰值时间  $T_{\max}$  早于良性病变,平均峰值增强率  $E_{\max}$  及平均最大强化速率  $Slope_{\max}$  高于良性病变。这对于临床上良恶性淋巴结病变的鉴别诊断有一定的参考价值。



### （三）价值与限度

本研究显示, DWI对于颈部良、恶性淋巴结病变是一种快速可行的技术, 通过ADC值的测量可以进行良、恶性淋巴结病变的鉴别, 具有一定的临床价值。淋巴结增强MRI不仅提供了病灶丰富的形态学信息, 而且还通过动态增强进一步揭示了病变的血流动力学特征, 通过计算病灶的峰值增强率 $E_{max}$ , 峰值时间 $T_{max}$ , 最大强化速率 $Slope_{max}$ , 并根据病变最高强化区ROI的测量值, 绘制病灶的时间-信号强度曲线(SI-Time曲线), 而定量研究和分析良、恶性淋巴结病变的特征。因此有助于对淋巴结病变作出准确的定性诊断, 更有效地鉴别诊断良、恶性淋巴结病变。

但本研究也存在一些不足: (1)本组中病例数还不够, 今后进一步研究应该增加样本量。(2)疾病的种类较局限, 应该将研究病例的疾病种类范围扩大。(3)由于受仪器设备、软件设施、扫描参数等多种因素的影响, 部分患者DWI序列图像质量不佳, 影响了ADC值的测量, 未列入研究, 因而还需要进一步优化检查方法, 以期在较短时间内得到较好的图像质量。



## 结 语

本文对46例颈部淋巴结病变患者进行了磁共振扩散加权成像及动态增强磁共振成像的研究,并对颈部良、恶性淋巴结病变的ADC值以及动态增强的病灶峰值增强率 $E_{\max}$ 、峰值时间 $T_{\max}$ 、最大强化速率 $Slope_{\max}$ 进行了研究,且根据病变最高强化区ROI的测量值绘制病灶的时间-信号强度曲线(SI-Time曲线),得出了以下结论:

1. DWI对于颈部良、恶性淋巴结病变是一种快速可行的技术,还能通过ADC值的测量进行良、恶性淋巴结病变的鉴别,具有一定的临床价值。恶性淋巴结组的平均ADC值明显小于良性淋巴结组平均ADC值( $P<0.05$ ),且两者间差异有统计学意义。

2. 淋巴结增强MRI不仅提供了病灶丰富的形态学信息,而且还通过动态增强进一步揭示了病变的血流动力学特征。良、恶性淋巴结病变动态增强MRI的峰值增强率 $E_{\max}$ 、峰值时间 $T_{\max}$ 及最大强化速率 $Slope_{\max}$ 之间的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。但上述参数反映了对比剂的流入情况,恶性淋巴结病变动态增强的平均峰值时间 $T_{\max}$ 早于良性病变,平均峰值增强率 $E_{\max}$ 及平均最大强化速率 $Slope_{\max}$ 均高于良性病变,从而有助于对淋巴结病变的定性诊断。

3. 良、恶性淋巴结病变SI-Time曲线类型分布的差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。良性淋巴结病变SI-Time曲线类型多为I型,而恶性淋巴结病变SI-Time曲线类型多为III型,II型曲线均可见于良性和恶性淋巴结病变。这对更有效地鉴别诊断良、恶性淋巴结病变提供了非常有价值的信息。

4. 动态增强磁共振成像具有简单易行、成像时间和后处理时间短、图像的时间和空间分辨力高的特点,一次成像能获得较多的动态强化参数,为定量评价淋巴结病变血流模式提供了一种无创性方法,目前鲜见研究报道,值得进一步的临床研究。

## 参考文献

1. Green HA, Pena A, Price CJ, et al. Increased anisotropy in acute stroke: A possible explanation[J]. Stroke, 2002, 33(6):1517-1521.
2. Lam WW, Poon WS, Metreweli C. Diffusion MR imaging in glioma: Does it have any role in the pre-operation determination of grading of glioma[J]? Clin Radiol, 2002, 57(3):219-225.
3. Schocke MF, Seppi K, Esterhammer R, et al. Diffusion weighted MRI differentiates the Parkinson variant of multiple system atrophy from PD[J]. Neurology, 2002, 58(4):575-580.
4. Taouli B, Vilgrain V, Dumont E, et al. Evaluation of liver diffusion isotropy and characterization of focal hepatic lesions with two single-shot echo-planar MR imaging sequences: prospective study in 66 patients[J]. Radiology, 2003, 226(1):271-278.
5. Eustace S, DiMasi M, Adams J, et al. In vitro and in vivo spin echo diffusion imaging characteristics of synovial fluid: potential non-invasive differentiation of inflammatory and degenerative arthristis[J]. Skeletal Radiology, 2000, 29(6):321-322.
6. Schwartz ED, Cooper ET, Fan Y, et al. MRI diffusion coefficients in spinal cord correlate with axon morphometry[J]. Neuroreport, 2005, 16(1):73-76..
7. 张劲松, 葛雅丽, 宦怡, 等. 正常颈髓磁共振弥散加权成像的初步研究[J]. 临床放射学杂志, 2003, 22(6):470-474.
8. 丁建平, 王霄英, 周良平, 等. 正常前列腺和精囊的磁共振弥散加权成像初步研究[J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(8):1172-1174.

9. 张春燕,王霄英,李飞宇,等. 磁共振扩散加权成像对前列腺癌患者盆腔淋巴结诊断价值的初步研究[J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(12):1862-1865.
10. Misa S, Noriyuki S, Tadateru Si, et al. Discrimination of metastatic cervical lymph nodes with diffusion-weighted MR imaging in patients with head and neck cancer[J]. AJNR, 2003, 24(9): 1627-1634.
11. Kvistad KA, Rydland J, Smethurst HB, et al. Axillary lymph node metastases in breast cancer: preoperative detection with dynamic contrast-enhanced MRI[J]. Eur Radiol, 2000, 10(9):1464-1471.
12. 安宁豫, 高元桂, 孟祥辉, 等. 急性脑梗塞弥散加权 MRI 与病理对照实验研究[J]. 中国医学影像学杂志, 1999, 7(4):280-281.
13. 韩鸿宾, 谢敬霞. MR 平面回波快速成像技术应用研究[J]. 中国医学影像技术, 2000, 16(5):410-413.
14. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, et al. Separation of diffusion and perfusion in intra-voxel incoherent motion MR imaging[J]. Radiology, 1988, 168(2):497-500.
15. Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J, et al. Diffusion weighted MR imaging with single-shot echo-planar imaging in the upper abdomen: preliminary clinical experience in 61 patients[J]. Abdom Imaging, 1999, 24(5): 456-461.
16. Muller MF, Prasad P, Siewert B, et al. Abdominal diffusion mapping with use of a whole-body echo-planar system[J]. Radiology, 1994, 190(3):745-751.
17. Dean P, Kormano M. Intravenous bolus of  $^{125}\text{I}$  labeled meglumine diatrizoate: early extravascular distribution[J]. Acta Radiol Diag(Stockh), 1977, 18:293-304.
18. Kormano M, Dean PB. Extravascular contrast material: the major component of contrast enhancement[J]? Radiology, 1976, 121:379-382.

19. Verstraete KL, De Deene Y, Roels H, et al. Benign and malignant musculoskeletal lesions: dynamic contrast-enhanced MR imaging parametric "first-pass" images depict tissue vascularization and perfusion[J]. Radiology, 1994, 192:835-843.
20. De Baere T, Vanel D, Shapeero L, et al. Osteosarcoma after chemotherapy: evaluation with contrast material-enhanced subtraction MR imaging[J]. Radiology, 1992, 185:587-592.
21. Moulton JS, Blebea JS, Dunco DM, et al. MR imaging of soft-tissue masses : diagnostic efficacy and value of distinguishing between benign and malignant lesions[J]. AIR, 1995, 164(5):1191-1199.
22. Jager GJ, Ruijter ET, van de Kaa CA, et al. Dynamic turbo FLASH subtraction technique for contrast-enhanced MR imaging of the prostate: correlation with histopathologic results[J]. Radiology, 1997, 203(3):645-652.

## 颈部淋巴结病变的 MRI 检查及临床意义

刘妍 综述 夏黎明 审校

淋巴系统是人体主要的免疫系统,包括淋巴管道、淋巴组织和淋巴器官。淋巴结是周围淋巴器官重要的组成部分,对细菌、异物、毒素和癌细胞等物质和大分子有阻止扩散和清除作用,许多疾病的发展都会影响到淋巴结。颈部淋巴结丰富,全身约有 800 枚淋巴结,其中约 300 枚位于颈部<sup>[1,2]</sup>。颈部结构复杂,虽然大多数颈部淋巴结增大临床可扪及,但是深在及咽后隐蔽的淋巴结则难以查出,直径小于 15mm 的淋巴结,在手术和放射治疗后部位亦难扪清,一般临床扪诊的发现率为 60%,特异性为 70%,因而其病理性质也常难以确定<sup>[3]</sup>。单凭临床症状及查体结果难以正确诊断颈部淋巴结病变。但临床上,对肿瘤患者进行准确分期是制定治疗计划和判断预后的基础,而准确地评价淋巴结是其关键所在。因此,各种影像学方法在协助临床正确诊断颈部淋巴结病变以及观察疗效方面起着重要的作用。

颈部淋巴结增大为临床常见病症,可为炎症、淋巴瘤和转移癌所引起。炎症性淋巴结增大包括以下 3 种类型:非特异性炎症淋巴结增大、化脓性淋巴结炎和结核性淋巴结炎。恶性淋巴瘤包括霍奇金淋巴瘤和非霍奇金淋巴瘤,前者以 10 岁左右儿童为常见,几乎均有颈部淋巴结增大,可伴纵隔淋巴结增大;后者常有结外病变,以头颈部(咽淋巴环、鼻腔、鼻窦、甲状腺等)为多,胃肠道次之。颈部淋巴结转移是头颈部恶性肿瘤最常见而重要的扩散途径。颈部淋巴结转移的发生率与诸多因素(原发肿瘤部位、大小、深度、侵袭力以及宿主的免疫反应等)有关,可反映原发癌的侵袭性,对临床分期和预后有重要意义。据统计,颈部淋巴结转移者其 5 年生存率降低约一半,其他部位转移发生率增加 2.5 倍,若对侧淋巴结转移或淋巴结外侵犯还可致生存率进一步降低,为此在发现原发肿瘤的同时都应着重查明和积极处理颈部淋巴结转移。

MRI 具有良好的软组织分辨力,能多方位、多层面直接成像(横断面、矢状面、冠状面三维成像),能清楚地显示颈部血管流空征象,能清晰地分辨颈部皮肤、皮

下组织、肌肉、血管、腺体等细微结构,可以显示颈筋膜划分的各个间隙,并可以作脂肪抑制和进行 Gd-DTPA 增强扫描,因此对颈部淋巴结病变的评价有重要的价值。评价潜在的颈部淋巴结转移时,放射科医师除应确定淋巴结转移是否存在外,还要确定是否有淋巴结的包膜外浸润及其与邻近的主要结构(如颈动脉、颅底、硬脑膜、颅神经等)的关系,为手术或放射治疗提供必要的资料。

## 一、颈部淋巴结病变 MRI 检查技术的回顾和发展

常规颈部 MRI 检查,使用颈部相控阵线圈或颈部表面线圈,行横断面、冠状面及矢状面成像,并采用小视野观察。有学者研究显示颈部淋巴结病变可使用不同的 MRI 扫描序列,如  $T_1WI$  对解剖结构显示较好,而  $T_2WI$  对病变性质显示较好<sup>[4]</sup>,它们之间差异无统计学意义。因颈部易受呼吸运动、吞咽运动及血管搏动的影响,尤其呼吸道疾病患者容易产生伪影,均可降低 MRI 图像的质量,降低组织分辨力,因此抑制伪影是颈部软组织 MRI 检查的关键。而且在颈部脂肪丰富的部位以及淋巴结周围的脂肪层均会干扰对淋巴结病变的观察,此时需要结合脂肪抑制技术以消除脂肪高信号,增强淋巴结病变的显示性。Gd-DTPA 增强扫描虽可明显提高淋巴结中心坏死区的显示率,但对淋巴结定性无明显帮助。常规的 MRI 技术主要是凭借特异性不强的指标,因此对良恶性淋巴结病变定性诊断的准确性较低。

近年来,超顺磁性氧化铁剂(SPIO)作为 MRI 对比剂已经应用于头颈部转移性淋巴结的观察及体部动物试验的研究。已有试验表明,正常或炎性增生淋巴结均能选择性摄取 SPIO 粒子(淋巴结内吞噬细胞的吞噬作用),而转移性淋巴结因大部分吞噬细胞受到破坏或吞噬功能受抑制,不摄取或少量摄取 SPIO 粒子,故在  $T_2WI$  上良性淋巴结 MR 信号明显下降,而转移性淋巴结信号强度相对保持较高信号。这种对比剂对良恶性淋巴结定性诊断的价值值得进一步研究<sup>[5, 6, 7, 8]</sup>。

Christoph 等<sup>[9]</sup>向新西兰大白兔脑窝注射 VX<sub>2</sub> 肉瘤细胞建立转移淋巴结兔模型(于此作快速 3D MR 成像),应用 MS-325 对比剂在不同时段(分别于注射后 5, 10, 15, 30, 60, 120min)行快速 3D MR 成像,测量淋巴结大小及对比剂吸收量,并于注射 120min 后重复快速 3D MR 成像,结果兔脑窝、腹股沟、动脉旁的淋巴结所吸收 MS-325 快速下降,证明 MS-325 及 3D MR 淋巴成像对鉴别正常和转移性淋巴结安全有效,有重要的应用价值。

Kvistad 等<sup>[10]</sup>运用磁共振  $T_1^*$ WI 3D 动态增强序列扫描乳腺癌腋窝转移性淋巴结, 进行淋巴结大小、信号强度等分析, 对临床术前评价有一定的指导意义。

最近有学者<sup>[11, 12, 13, 14]</sup>将磁共振频谱分析(magnetic resonance spectroscopy, MRS)运用到对人体颈部转移性淋巴结的研究中。Josh 等以  $^1\text{H}$  MRS 检查了 14 例头颈部原发鳞癌伴颈部淋巴结转移患者, 同时检查 6 例健康志愿者颈部肌肉组织, 发现转移淋巴结  $\text{Cho}/\text{Cr}$  ( $\text{Cho}/\text{Cr}=2.9\pm1.6$ ) 显著高于肌肉组织 ( $\text{Cho}/\text{Cr}=0.55\pm0.21$ ), 癌组织乳酸亦显著高于肌肉组织 ( $P<0.01$ )。Lean 及 David 等作了类似研究, 证实  $^1\text{H}$  MRS 对鉴别转移性淋巴结和肌肉组织及肿瘤分级、监测疗效有一定价值, 这尚有待于临床深入探索。

MR 灌注成像发展迅速, 临床较多用于脑梗死诊断, 虽然近年来许多学者已经将其用于肿瘤性病变的研究, 但淋巴结或淋巴瘤方面的研究则罕见报道。而 Miles<sup>[15]</sup>及 Dugdale<sup>[16]</sup>等研究 CT 灌注成像对淋巴瘤的价值, 证明 CT 灌注成像可同时获得解剖结构和功能信息, 为淋巴瘤的鉴别诊断、活性分级和治疗疗效的监测提供了一个有效的手段。

## 二、颈部淋巴结病变的 MRI 表现

评价颈部淋巴结病变的影像学标准主要是以淋巴结的大小、形状、部位、边缘轮廓、强化特征、内部结构以及有无中心坏死等为基础的, 上述表现对病变的诊断和鉴别诊断具有重要意义。

### (一) 大小

大小是评价颈部淋巴结的最基本的标准。由于良、恶性淋巴结的  $T_1$ 、 $T_2$  值均有明显的重叠, 单纯依据其信号强度判断淋巴结的病理性质并不可靠, 因此, MRI 对淋巴结的定性诊断主要是依靠淋巴结的大小。

当淋巴结信号均匀、边界清晰时, 可以淋巴结的大小作为标准。大多数学者以淋巴结的长径 10~15mm 为标准, 亦有以淋巴结的短径 8~10mm 为标准者, 其特异性和敏感性因淋巴结的不同径线标准而异。有研究者认为咽后间隙淋巴结的长径不得大于 8mm<sup>[17]</sup>。此外, 若于原发肿瘤引流区域、颈静脉二腹肌区域发现 3 个或 3 个以上的长径为 8~15mm 或短径为 9~10mm 的淋巴结聚集, 或于其它区域有短径为 8~9mm 的淋巴结也提示转移<sup>[17, 18]</sup>, 上述标准诊断的失误率(包括假

阳性率和假阴性率)约为10%~20%。文献有报道小于10mm的淋巴结可有近1/4病理阳性,微小转移可见于3~6mm的淋巴结内。故有认为肿瘤同侧引流区域有多个小淋巴结出现时,应该高度怀疑淋巴结转移。

有作者提出不论淋巴结的大小,只要其内部信号有改变、边缘较清晰或伴有环状、不均匀强化者均应判定为肿瘤转移,即使淋巴结小于8mm,也应考虑为淋巴结转移。有文献报道,由于口腔颌面部感染的长期刺激,颌下及颈深上区反应性增生的淋巴结常较颈部其他部位的淋巴结稍大,直径常达到12mm。因而提出以颌下及颈深上区淋巴结最大直径超过12mm,其它区域淋巴结直径超过10mm作为转移性淋巴结的判定标准<sup>[18]</sup>。近期有研究表明,颈部转移性淋巴结最大径可达45-50mm<sup>[19]</sup>。

有研究者发现甲状腺癌在甲状腺引流区域的转移性淋巴结,其大小和形态均可表现正常。由此提示甲状腺癌转移性淋巴结可较小,尽管不伴有钙化、囊变、出血和明显环状强化等异常改变(与不同的甲状腺癌病理类型有关),仍应引起临床警惕。

## (二) 形状

除淋巴结的大小外,如果结合其形状进行诊断,其诊断的准确性将会有很大提高。正常颈部淋巴结呈椭圆形,沿颈内静脉呈链状分布,单个独立存在,直径通常小于10mm。有学者提出,增大淋巴结的最大长径与短径之比(L/T)大于2时为反应性增生的淋巴结,而L/T小于2时则提示为淋巴结转移<sup>[20, 21]</sup>。

正常的淋巴结趋于槟榔形或莱马豆状,反应性增生的淋巴结和淋巴结结核多为椭圆形,而转移性淋巴结则呈类圆形或球形。然而,淋巴结的不同形状也与其所在颈部的部位有关。一个临界线大小的球形淋巴结很可能是转移性病变。有时转移淋巴结可表现为原发肿瘤引流区域内数个淋巴结的聚集或融合,即淋巴结链转移。转移淋巴结的轮廓清晰,周围可出现不完全环状脂肪增生带。上呼吸道、消化道的反复炎症,可以引起区域引流淋巴结反应性增大,常见于颌下或颈部多个呈串、不融合淋巴结增大,直径大多小于10mm,极少大于20mm,边界清楚,信号均匀,无或仅轻微强化。结核性淋巴结炎可见多个淋巴结增大,常融合成多房状,其内有干酪坏死<sup>[3]</sup>。



### （三）部位

颈部淋巴结病变的部位有一定的特征性,如慢性反应性增生的淋巴结多发于双侧,结核性淋巴结炎常表现为双侧较低部位的颈后三角区淋巴结增大,转移性淋巴结可发生在单侧或双侧。上呼吸道、消化道癌约有半数可发生颈部淋巴结转移,一般区域性淋巴结转移都有一定规律,大多转移至同侧淋巴结,少数可向对侧或双侧转移,以中线或过中线癌更常发生。一般高颈部淋巴结转移可来源于鼻咽、舌根、扁桃体、鼻腔和梨状窝等,很少数可能来自甲状腺或锁骨下癌。颌下淋巴结转移可起自口底、唇颊、舌、扁桃体、鼻腔与泪道,常与炎症引起的淋巴结增大混淆<sup>[22, 23, 24]</sup>。颈中、下部淋巴结内腺癌转移应考虑来源于乳腺、甲状腺和胃肠道<sup>[25, 26, 27]</sup>。单个颈部转移性淋巴结,是肿瘤向周围扩散的较早过程,位置与病变部位密切相关,一般表现为原发肿瘤位置偏上的,转移的淋巴结位置也较高;肿瘤偏前的转移淋巴结位置也偏前,反之则相反。

有文献报道,鼻咽癌转移淋巴结多为双侧发生,除常见于颈侧Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ区外,咽后组、颈后三角区为鼻咽癌淋巴结转移的特征性部位,并与其他部位原发肿瘤有极显著性差异;口咽癌、下咽癌、喉癌及甲状腺癌以淋巴结单侧转移较多见,双侧转移较少见,甲状腺癌常见于颈侧下部Ⅲ、Ⅳ区,且可发生气管食管沟、上纵隔淋巴结转移,头颈部其他原发肿瘤很少转移至此;而腮腺癌仅表现为单侧转移<sup>[28, 29, 30]</sup>。故咽后组淋巴结肿大时,应首先考虑鼻咽癌可能,若同时伴有颈后三角区淋巴结肿大,则诊断准确性更高,但需与淋巴瘤鉴别。一般恶性淋巴瘤所致颈部淋巴结增大常为双侧,常于非引流部位或多部位发生<sup>[3]</sup>。

### （四）边缘轮廓

转移性淋巴结的轮廓一般较清晰,据统计,鼻咽癌、甲状腺癌淋巴结转移的边缘多较清楚,喉癌、下咽癌则转移性淋巴结的边缘多不清楚<sup>[31]</sup>。一些淋巴结在 T<sub>1</sub>WI 图像中可见周围出现不完全的环状低信号带,手术时发现为不完整的淋巴结被膜。部分转移淋巴结的外周在 T<sub>2</sub>WI 图像上还可可见环状高信号带,可能是淋巴结周围的组织水肿及脂肪增生。而慢性反应性增生的淋巴结因长期炎症刺激,使其被膜与周围软组织发生粘连,在 MRI 图像上即表现为淋巴结周围水肿,脂肪边缘模糊,与周围软组织界限不清。化脓性淋巴结炎除可见增大的淋巴结周围水肿,边缘模糊,还可见强化征象,淋巴结内有坏死液化灶,且临床上都有原发感染病灶,有局部肿

痛的症状。结核性淋巴结炎表现为多个淋巴结增大,边缘不清,可强化,偶可形成皮肤瘻管<sup>[3]</sup>。

### (五) 强化特征和内部结构

淋巴结强化是一种非特异性的改变, MRI 图像上颈部淋巴结的对比增强常见于急性感染或有慢性炎症的患者,它反映了淋巴结内的血管分布情况。通常,受累及的淋巴结轻度增大、信号均匀并可呈不同程度的强化。反应性增生的淋巴结多信号均匀,无或仅轻微强化。淋巴结的化脓性感染如葡萄球菌感染,常见周围壁较厚且不规则状,淋巴结的中心可出现坏死液化灶或形成脓肿。结核性淋巴结炎多伴有肺或上呼吸道结核,常致双侧较低部位颈后三角肿胀,表现为多个淋巴结增大,其内可有干酪样坏死,常融合成多房状,边缘不清,增强后可见厚环状或多房样等不同程度的强化,偶可形成皮肤瘻管,少数可见钙化现象。头颈部的原发恶性肿瘤、转移瘤、淋巴瘤、结核、卡波西肉瘤等均可引起淋巴结的强化,如转移性淋巴结常见周缘强化呈薄环状、不规则或锯齿状,或较均匀强化<sup>[32, 33, 34]</sup>。因此淋巴结皮质强化的形态、大小、厚度不一不失为转移性淋巴结的诊断标准。恶性淋巴瘤(霍奇金淋巴瘤和非霍奇金淋巴瘤)常致双侧颈部淋巴结增大,非引流部位或多部位发生,淋巴结常较大且均质,仅轻至中度强化,即使淋巴结很大也无坏死,化疗后偶可出现中央坏死<sup>[35]</sup>。一些原因不明的罕见病如军团菌病、良性淋巴瘤增生以及淋巴瘤样病等亦应列入鉴别诊断<sup>[36, 37]</sup>。

Gd-DTPA 增强扫描可以清晰地显示淋巴结内的中心坏死区,即  $T_1WI$  上呈中心低信号区、 $T_2WI$  上呈更高信号而周围呈带状、环状、不规则或锯齿状强化,此时可以放宽淋巴结大小的标准,即使是正常大小的淋巴结,亦为转移性淋巴结的最可靠及特征性的影像学表现,可以作为重要的参考指标,且可提高诊断的敏感性,此征象最常见于转移性鳞癌<sup>[38]</sup>。

肿瘤细胞随区域淋巴引流而侵入颈部淋巴结后,先暂时停留于淋巴结皮层边缘的网状窦穴内,而后肿瘤细胞向淋巴结间质的漏斗部浸润,最后阻塞淋巴流。随后,淋巴结间质坏死,肿瘤细胞通过淋巴液或淋巴静脉流而传播至其它淋巴结,后者可以解释淋巴结的跳跃式转移。中心呈低信号的淋巴结髓质内是含有肿瘤坏死组织、角蛋白池、纤维组织、含空隙的液体或水肿以及有增殖能力的肿瘤组织的混合物,有时可引起出血,表现为 MRI 不同强度的  $T_1$ 、 $T_2$  信号,因此坏死区内

混合物的不同含量可以解释不同的 MRI 信号强度<sup>[2, 4, 39]</sup>。当淋巴结的边缘部分显示增厚以及不规则强化时高度提示有坏死存在。

但淋巴结内坏死也并非转移的绝对特征,有时还可见于炎症性淋巴结、淋巴结结核。增强扫描可以帮助区别:转移性淋巴结常见周缘强化呈薄环状或较均匀;炎症性淋巴结坏死常见周壁较厚且不规则状;结核性淋巴结好发于下颈部,较小即可见融合,少数还可见钙化点。

在抑脂序列上,真正的淋巴结坏死区表现为  $T_1WI$  低、 $T_2WI$  高信号强度,而增生的淋巴结则通常表现为均匀的  $T_1WI$  稍低、 $T_2WI$  高信号。在非增强的 MRI 图像上识别淋巴结内坏死的最可靠的征象是在  $T_2WI$  图像上局灶性的高信号强度区内发现异类信号强度<sup>[39]</sup>。MRI 抑脂增强  $T_1WI$  序列可提高此征象的发现率并且容易观测到肿瘤的结外扩散。许多学者提出, MRI 的抑脂增强  $T_1WI$  序列是评价淋巴结病理改变的最佳方法。

### 三、颈部淋巴结肿瘤的结外侵犯和动脉侵犯

Gd-DTPA 增强后可见肿瘤淋巴结的结外侵犯,表现为淋巴结边缘不清,呈不规则的强化,邻近脂肪组织中见条纹状结构,脂肪间隙部分或全部消失,但这仅适用于最近没有实施手术、放疗和未出现感染的淋巴结<sup>[2, 17, 40]</sup>。这些表现即淋巴结包膜的增生浸润(ENS),是癌细胞突破淋巴结包膜并浸润了邻近脂肪、肌肉、血管、神经组织等,致淋巴结包膜不规则,反映了肉眼可见的肿瘤淋巴结包膜外浸润。

一旦发生包膜外浸润,肿瘤就可能侵犯到周围的一些重要结构,如颈内动脉、第IX~XI对颅神经以及颅底骨质等。大小在 1cm 以内的淋巴结经病理检查发现 25%有结外侵犯,2cm 以内的淋巴结 40%有结外侵犯,而 2~3cm 的淋巴结则有 75%出现结外侵犯,可见淋巴结越大越易出现结外侵犯。肉眼发现有肿瘤结外侵犯的患者较肉眼未发现结外侵犯的患者的颈部复发率高出将近 10 倍<sup>[41]</sup>。对 MRI 判断肿瘤结外侵犯方面的准确性进行精确计算是非常困难的。虽然在评价颅底侵犯时, MRI 对微小的骨质破坏显示不及 CT,但是颅内侵犯或硬脑膜的侵犯则在增强 MRI 图像上显示更好<sup>[42]</sup>。随着经验的积累, MRI 已成为当前影像检查方法中诊断肿瘤结外侵犯最有效的方法之一。

由于淋巴结结核是特异性的炎症过程，在结核活动期，炎症扩展到包膜外侵犯，造成淋巴结周缘的脂肪间隙模糊不清，容易误以为是淋巴结转移癌所特有的 ENS 征，而造成鉴别困难。此时，临床病史能够帮助诊断，已知有原发肿瘤病史的患者，颈部增大的淋巴结若出现 ENS 征，可以肯定是转移性淋巴结增大；而淋巴结结核患者多伴有肺或上呼吸道结核病史。

如果颈内动脉完全被肿瘤包围，则高度提示有肿瘤侵犯。然而有时手术发现并无颈内动脉的侵犯<sup>[43, 44, 45]</sup>。与此相反，一些在 MRI 图像上，肿瘤与动脉边界尚清则可能发现动脉有肿瘤的侵犯。因此，从影像学上评价肿瘤对动脉有无侵犯有时是很困难的，但如果增大的淋巴结与邻近大血管或重要结构紧贴，界限不清，常提示已有粘连或包围固定，对临床治疗方法选择也有一定参考价值。若发生肿瘤侵犯颈内动脉，则患者预后很差，即使是手术已经切除肿瘤，但患者仍有明显的后遗症。肿瘤与颈内动脉之间脂肪界面的有无对于判断有无颈内动脉侵犯具有重要意义，若肿瘤侵犯颈内动脉周围脂肪界面的程度越高，则颈内动脉受侵的几率越大。在显微镜下动脉的肿瘤侵犯发现率明显高于影像学检查。

总之，MRI 是当今评价颈部淋巴结病变的一个主要且有效的手段，能够检测出临床不能触及的淋巴结，尤其是颈深部的淋巴结，对淋巴结病变的诊断和鉴别诊断具有重要作用。但 MRI 检查仅仅是一种影像诊断，其最终诊断仍需由组织病理学确定。虽然受标本失误、外科手术前的限制、操作者水平等因素的影响，一个颈部可疑淋巴结细针穿刺活检的阴性结果是不可靠的，但是细针穿刺活检术仍是临床检查和影像学评价后一个实用合理的诊断方法。因此，影像工作者和临床医生均需要将影像学表现与病理学资料有机结合起来对淋巴结病变进行分析，以保证诊断的准确性。

## 参 考 文 献

1. Kaji AV, Mohuchy T, Swartz JD. Imaging of cervical lymphadenopathy[J]. Semin Ultrasound CT MR, 1997, 18(3):220-249.
2. Som PM. Lymph nodes of the neck[J]. Radiology, 1987, 165(3):593-600.
3. 周康荣, 陈祖望. 主编. 体部磁共振成像. 上海:上海医科大学出版社, 2000
4. Som PM. Detection of metastasis in cervical lymph nodes: CT and MR criteria and differential diagnosis[J]. AJR, 1992, 158(4):961-969.
5. Anzai Y, Blackwell KE, Hirschowitz SL, et al. Initial clinical experience with dextran-coated superparamagnetic iron oxide for detection of lymph node metastases in patients with head and neck cancer[J]. Radiology, 1994, 192(3):709-715.
6. Weissleder R, Elizondo G, Josephson L, et al. Experimental lymph node metastases: enhanced detection with MR lymphography[J]. Radiology, 1989, 171(3):835-839.
7. 许乙凯, 吴元魁, 张嘉宁, 等. 组织间隙注射 SPI0 磁共振淋巴结增强成像: 量效关系和扫描序列优化[J]. 放射学实践, 2001, 16 (5): 344—346.
8. 吴元魁, 许乙凯, 黄其璠. 超顺磁性氧化铁粒子增强 MRI 区分肿瘤转移性与良性淋巴结的实验研究[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36 (6): 562—566.
9. Christoph U, Herborn, Thomas L, et al. Interstitial MR lymphography with MS-325: characterization of normal and tumor-invaded lymph nodes in a rabbit model[J]. AJR, 2002, 179(6):1567-1572.
10. Kvistad KA, Rydland J, Smethurst HB, et al. Axillary lymph node metastases in breast cancer: preoperative detection with dynamic contrast-enhanced MRI[J]. Eur Radiol, 2000, 10(9):1464-1471.

11. Star-Lack JM, Adalsteinsson E, Adam MF, et al. In vivo  $^1\text{H}$  MR spectroscopy of human head and neck lymph nodes metastasis and comparison with oxygen tension measurements[J]. AJNR, 2000, 21(1):183-193.
12. Lean CL, Bourne R, Thompson JF, et al. Rapid detection of metastatic melanoma in lymph nodes using proton magnetic resonance spectroscopy of fine needle aspiration biopsy specimens[J]. Melanoma Res, 2003, 13(3):259-261.
13. Yeung OK, Yang UT, Tde GM. Breast cancer: in vivo proton MR spectroscopy in the characterization of histopathologic subtypes and prekiminary observations in axillary node metastases[J]. Radiology, 2002, 225(1):190-197.
14. King AD, Yeung DK, Ahuja AT, et al. Human cervical lymphadenopathy: evaluation with in vivo  $(1)\text{H}$ -MRS at 1.5T[J]. Clin Radiol, 2005, 60(5):592-598.
15. Miles KA, Kelly BB. CT measurements of capillary permeability within nodal masses: a potential technique for assessing the activity of lymphoma[J]. BJR, 1997, 70(829): 74-79.
16. Dugdale PE, Miles KA, Bunce I. CT measurement of perfusion and permeability within lymphoma masses and its ability to assess grade, activity and chemotherapeutic response[J]. J Comput Assist Tomogr, 1999, 23(4): 540-547.
17. Mancuso AA, Harnsberger HR, Muraki AS, et al. Computed tomography of cervical and ratropharyngeal lymph nodes: normal anatomy, variants of normal, and application in staging head and neck cancer. Part II: pathology[J]. Radiology, 1983, 148(3):715-723.
18. van den Brekel MWM, Stel HV, Castelijns JA, et al. Cervical lymph node metastasis: assessment of radiologic criteria[J]. Radiology, 1990, 177(2):379-384.

19. 袁玉刚, 韩德民, 范尔钟, 等. 喉癌颈部淋巴结转移的 MRI 诊断[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志, 2000, 14 (10) : 449—451.
20. Steinkamp HJ, Hosten N, Richter C, et al. Enlarged cervical lymph nodes at helical CT[J]. Radiology, 1994, 191(3):795-798.
21. Uematsu T, Sano M, Homma K. In vitro high-resolution helical CT of small axillary lymph nodes in patients with breast cancer: Correlation of CT and histology[J]. AJR, 2001, 176: 1069-1074.
22. Harnsberger HR, Osborn AG. Differential diagnosis of head and neck lesions based on the their space of origin: the suprahyoid part of the neck[J]. AJR, 1991,157: 147.
23. Mukherji SK, Castillo M. A simplified approach to the spaces of the suprahyoid neck[J]. Radiol Clin North Am, 1998, 36: 761.
24. Parker GD, Havnsberger HR. Radiologic evaluation of the normal and diseased posterior cervical space[J]. AJR, 1991, 157: 161.
25. 陈星荣, 沈天真, 段承祥. 主编. 全身 CT 和 MRI. 上海: 上海医科大学出版社, 1994
26. Higgins CB, Aufferman W. MR imaging of thyroid and parathyroid gland: a review of current status[J]. AJR, 1988, 151: 1095.
27. Joe VQ, Westesson PL. Tumors of the parotid gland: MR imaging characteristics of various histologic types[J]. AJR, 1994, 163: 431.
28. 李琳, 罗德红, 葛江梅, 等. 头颈部不同原发肿瘤颈部淋巴结转移的 CT 表现 [J]. 临床放射学杂志, 2005, 24 (2) :116-120.
29. Tabor ER, Custin HD. MR of the salivary glands[J]. Radiol Clin North Am, 1989, 27: 379.

30. Vivians L, Charles ES. MR imaging of abnormal parathyroid glands[J]. AJR, 1998,180: 1097.
31. 周康荣. 主编. 胸部颈面部 CT. 上海:上海医科大学出版社, 1996
32. van Gils PG, van dea Bag R, Falke TH M, et al. MR diagnosis of paraganglioma of the head and neck: value of contrast enhancement[J]. AJR, 1994,162:147.
33. Curtin HD, Ishwaran H, Dalley RW, et al. Comparison of CT and MR imaging in staging of neck metastases[J]. Radiology, 1998, 207: 123.
34. Hillsamer PJ, Schuller DE, McGhee RB, et al. Improving diagnostic accuracy of cervical metastasis with computed tomography and magnetic resonance imaging[J]. Arch Otolary Head Neck Surg, 1990, 116: 1297.
35. Charles B, Hedving H, Gyde AH. Magnetic resonance imaging of the body. Thine edition New York. Lippincott Raven Press, 1997
36. Som PM, Brandwein M, Lidov M, et al. The varied presentations of papillary thyroid carcinoma cervical nodal disease: CT and MR findings[J]. Am J Neuroradiol, 1994, 15(6):1123-1128.
37. Reede DL, Bergeron RT. Cervical tuberculous adenitis: CT manifestations[J]. Radiology, 1985, 154(3):701-704.
38. Chong VF, Fan YF, Khoo JB, et al. MRI feature of cervical nodal necrosis in metastatic disease[J]. Clin Radiol, 1996, 51(2):103-109.
39. Som PM, Curtin HD, Mancuso AA, et al. An imagingbased classification for the cervical nodes designed as an adjunct to trecent clinically based classifications[J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 1999, 125(3):388-396.
40. Yousem DM, Sompm Hackney DB, et al. Central nodal necrosis and extracapsular neoplastic spread in cervical lymph nodes: MR imaging versus CT[J]. Radiology, 1992, 182: 753.



41. Snow GB, Annyas M, Van Slooten EA, et al. Prognostic factors of neck node metastasis[J]. Clin Otolaryngol, 1982, 7(2):185-192.
42. 吴玉芬, 李斌. 颈部病理性淋巴结的 CT 和 MR 表现及临床意义[J]. 国外医学临床放射学分册, 2002, 25(4):228-230.
43. Tohnson JT. A surgeon looks at cervical lymph nodes[J]. Radiology, 1990, 175: 607.
44. van den Brekel MWM, castelijns JA, Snow GB. Detection of lymph node metastases in the neck: radiologic Criteria[J]. Radiology, 1994, 192: 617.
45. Yousem DM, Hatabu H, Hurst RW, et al. Carotid artery invasion by head and neck masses: prediction with MR Imaging[J]. Radiology, 1995, 195: 715.

## 发表论文目录

- 1 刘妍, 夏黎明, 等. 口服枸橼酸铁铵溶液在 MRCP 中的初步临床应用. 放射学实践. 2005, 20(6):508-510.
- 2 刘妍综述, 夏黎明审校. 颈部良恶性淋巴结病变的 MRI 检查及临床意义. 放射学实践, 2006, 第 5 期.
- 3 刘妍, 夏黎明, 等. 磁共振扩散加权成像及 ADC 值测量在淋巴结病变鉴别中的价值. 中国医学影像技术, 2006, 第 5/6 期.
- 4 刘妍, 夏黎明, 等. 使用枸橼酸铁铵评价 MRCP 质量改善的临床研究. 医学影像学杂志. (待发表)
- 5 刘妍, 夏黎明, 等. 动态增强 MRI 在淋巴结病变定性诊断中的价值. 中华放射学杂志. (待发表)

## 致 谢

衷心感谢恩师夏黎明教授三年来对我学业上的悉心指导、工作中的谆谆教诲、生活里无微不至的关怀和毕业时的殷切希望。我的每一点进步都渗透着恩师的心血!您严谨的治学作风和工作作风、先进的科研意识、精湛的医术、渊博的学识、高尚的医德以及平实谦逊的风度,永远是我学习的榜样!

衷心感谢尊敬的王承缘教授,感谢您对我课题研究的悉心指导、支持、关怀和帮助!我的每一点成长都有着您的无私付出。您教书心诚,育人情真,从您的身上,我学到的不仅仅是知识,更多的是您高尚的人格和情操。您知识的渊博、才思的敏捷、乐观向上的态度,都是那么令人钦佩!您对我的严格要求和鞭策鼓励,让我受益匪浅!

衷心感谢放射科漆剑频教授、王仁法教授、胡道予教授、周燕发教授、周义成教授、甘新莲教授、刘贤富教授、陈绍红教授、朱文珍教授、李小明教授、管汉雄教授对我的指导和帮助,我的每一点进步都离不开您们的帮助。

感谢放射科曾引华、胡军武、冯定义、邹明丽、朱德义、饶晶晶老师,感谢您们在我学习、科研中给予我的无私帮助和配合。

感谢肖明、张进华、张江帆、宋金梅、黄文华、吴进等老师,感谢您们的帮助和支持。感谢放射科所有的老师、同学们!

感谢我的家人和朋友,是他们的鼓励、支持和帮助激励着我不断前进。感谢您们为我完成学业付出的一切!

最后,我要感谢所有支持和鼓励我的老师、同学、朋友和亲人!

# 磁共振扩散加权成像及动态增强MRI在淋巴结病变鉴别诊断中的价值

作者：[刘妍](#)  
学位授予单位：[华中科技大学](#)  
被引用次数：1次

## 参考文献(64条)

1. Green HA, Pena A, Price CJ [Increased anisotropy in acute stroke: A possible explanation](#) 2002(06)
2. Lam WW, Poon WS, Metreweli C [Diffusion MR imaging in glioma: Does it have any role in the pre-operation determination of grading of glioma](#) 2002(03)
3. Schocke MF, Seppi K, Esterhammer R [Diffusion weighted MRI differentiates the Parkinson variant of multiple system atrophy from PD](#) 2002(04)
4. Taouli B, Vilgrain V, Dumont E [Evaluation of liver diffusion isotropy and characterization of focal hepatic lesions with two single-shot echo-planar MR imaging sequences: prospective study in 66 patients](#) 2003(01)
5. Eustace S, DiMasi M, Adams J [In vitro and in vivo spin echo diffusion imaging characteristics of synovial fluid: potential non-invasive differentiation of inflammatory and degenerative arthritis](#) 2000(06)
6. Schwartz ED, Cooper ET, Fan Y [MRI diffusion coefficients in spinal cord correlate with axon morphometry](#) 2005(01)
7. 张劲松, 葛雅丽, 宦怡, 魏梦琦, 赵海涛, 杨春敏, 杨焱, 常英娟 [正常颈髓磁共振弥散加权成像的初步研究](#)[期刊论文]-[临床放射学杂志](#) 2003(6)
8. 丁建平, 王霄英, 周良平, 王继琛, 肖江喜, 蒋学祥 [正常前列腺和精囊的磁共振弥散加权成像初步研究](#)[期刊论文]-[中国医学影像技术](#) 2004(8)
9. 张春燕, 王霄英, 李飞宇, 许玉峰, 蒋学祥 [磁共振扩散加权成像对前列腺癌患者盆腔淋巴结诊断价值的初步研究](#)[期刊论文]-[中国医学影像技术](#) 2005(12)
10. Misa S, Noriyuki S, Tadateru Si [Discrimination of metastatic cervical lymph nodes with diffusion-weighted MR imaging in patients with head and neck cancer](#) 2003(09)
11. Kvistad KA, Rydland J, Smethurst HB [Axillary lymph node metastases in breast cancer: preoperative detection with dynamic contrast-enhanced MRI](#) 2000(09)
12. 安宁豫, 高元桂, 孟祥辉 [急性脑梗塞弥散加权MRI与病理对照实验研究](#) 1999(04)
13. 韩鸿宾, 谢敬霞 [MR平面回波快速成像技术应用研究](#)[期刊论文]-[中国医学影像技术](#) 2000(5)
14. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D [Separation of diffusion and perfusion in intra-voxel incoherent motion MR imaging](#) 1988(02)
15. Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J [Diffusion weighted MR imaging with single-shot echo-planar imaging in the upper abdomen: preliminary clinical experience in 61 patients](#) 1999(05)
16. Muller MF, Prasad P, Siewert B [Abdominal diffusion mapping with use of a whole-body echo-planar system](#) 1994(03)
17. Dean P, Kormano i [Intravenous bolus of  \$^{126}\text{I}\$  labeled meglumine diatrizoate: early extravascular](#)

18. Kormano M. Dean PB Extravascular contrast material:the major component of contrast enhancement? 1976
19. Verstraete KL. De Deene Y. Roels H Benign and malignant musculoskeletal lesions:dynamic contrast-enhancedMR imaging parametric "first-pass" images depict tissue vascularization and perfusion 1994
20. De Baere T. Vanel D. Shapeero L Osteosarcoma after chemotherapy:evaluation with contrast material-enhanced subtraction MR imaging 1992
21. Moulton JS. Blebea JS. Dunco DM MR imaging of soft-tissue masses:diagnostic efflicacy and value of distinguishing between benign and malignant lesions 1995(05)
22. Jager GJ. Ruijter ET. van de Kaa CA Dynamic turbo FLASH subtraction technique for contrast-enhanced MR imaging of the prostate:correlation with histopathologic results 1997(03)
23. Kaji AV. Mohuchy T. Swartz JD Imaging of cervical lymphadenopathy 1997(03)
24. Sore PM Lymph nodes ofthe neck 1987(03)
25. 周康荣. 陈祖望 体部磁共振成像 2000
26. Som PM Detection of metastasis in cervical lymph nodes:CT and MR criteria and differential diagnosis 1992(04)
27. Anzai Y. Blackwell KE. Hirsehowitz SL Initial clinical experience with dextran-coated superparamagnetic iron oxide for detection of lymph node metastases in patients with head and neck cancer 1994(03)
28. Weissleder R. Elizondo G. Josphson L Experimental lymph node metastases:enhanced detection with MR lymphography 1989(03)
29. 许乙凯. 吴元魁. 刘杏元. 刘晓霞. 张嘉宁 组织间隙注射SPIO磁共振淋巴结增强成像:量效关系和扫描序列优化[期刊论文]-放射学实践 2001(5)
30. 吴元魁. 许乙凯. 黄其臻 超顺磁氧化铁粒子增强MRI区分肿瘤转移性与良性淋巴结的实验研究[期刊论文]-中华放射学杂志 2002(6)
31. Christoph U. Herbolm. Thomas L Interstitial MR lymphography with MS-325:characterization of normal and tumor-invaded lymph nodes in a rabbit model 2002(06)
32. Kvistad KA. Rydland J. Smethurst HB Axillary lymph node metastases in breast cancer:preoperative detection with dynamic contrast-enhanced MRI 2000(09)
33. Star-Lack JM. Adalsteinsson E. Adam MF In vivo <sup>1</sup>H MR spectroscopy of human head and neck lymph nodes metastasis and comparison with oxygen tension measurements 2000(01)
34. Lean CL. Boume R. Thompson JF Rapid detection of metastatic melanoma in lymph nodes using proton magnetic resonance spectroscopy of fine needle aspiration biopsy specimens 2003(03)
35. Yeung OK. Yang UT. Tde GM Breast cancer:in vivo proton MR spectroscopy in the characterization of histopathologic subtypes and preldinary observations in axillary node metastases 2002(01)
36. King AD. Yeung DK. Ahuja AT Human cervical lymphadenopathy:evaluation with in vivo (1)H-MRS at 1.5T 2005(05)
37. Miles KA. Kelly BB CT measurements of capillary permeability within nodal masses:a potential

[technique for assessing the activity of lymphoma](#) 1997(829)

38. [Dugdale PE, Miles KA, Bunce I](#) [CT measurement of perfusion and permeability within lymphoma masses and its ability to assess grade, activity and chemotherapeutic response](#) 1999(04)

39. [Mancuso AA, Harnsberger HR, Muraki AS](#) [Computed tomography of cervical and ratropharyngeal lymph nodes:normal anatomy, variants of normal, and application in staging head and neck cancer. Part II: pathology](#) 1983(03)

40. [van den Brekel MWM, Stel HV, Castelijns JA](#) [Cervical lymph node metastasis:assessment of radiologic criteria](#) 1990(02)

41. [袁玉刚, 韩德民, 范尔钟, 李颖, 燕飞, 鲜军舫](#) [喉癌颈部淋巴结转移的MRI诊断](#)[期刊论文]-[临床耳鼻咽喉科杂志](#) 2000(10)

42. [Steinkamp H J, Hosten N, Richter C](#) [Enlarged cervical lymph nodes at helical CT](#) 1994(03)

43. [Uematsu T, Sano M, Homma K](#) [In vitro high-resolution helical CT of small axillary lymph nodes in patients with breast cancer:Correlation of CT and histology](#) 2001

44. [Hamsberger HR, Osborn AG](#) [Differential diagnosis of head and neck lesions based on the their space of origin:the suprahyoid part of the neck](#) 1991

45. [Mukherji SK, Castillo M](#) [A simplified approach to the spaces of the suprahyoid neck](#) 1998

46. [Parker GD, Havnsberger HR](#) [Radiologic evaluation of the normal and diseased postedor cervical space](#) 1991

47. [陈星荣, 沈天真, 段承祥](#) [全身CT和MRI](#) 1994

48. [Higgins CB, Aufferman W](#) [MR imaging of thyroid and parathyroid gland:a](#)

49. [Vivians L, Charles ES](#) [MR imaging of abnormal parathyroid glands](#) 1998

50. [周康荣](#) [胸部颈面部CT](#) 1996

51. [van Gils PG, van dea Bag R, Falke TH M](#) [MR diagnosis of paraganglioma of the head and neck:value of contrast enhancement](#) 1994

52. [Curtin HD, Ishwaran H, Dalley RW](#) [Comparison of CT and MR imaging in staging of neck metastases](#) 1998

53. [Hillsamer PJ, Schuller DE, McGhee RB](#) [Improving diagnostic accuracy of cervical metastasis with computed tomography and magnetic resonance imaging](#) 1990

54. [Charles B, Hedving H, Gyde AH](#) [Magnetic resonance imaging of the body](#) 1997

55. [Sore PM, Brandwein M, Lidov M](#) [The varied presentations of papillary thyroid carcinoma cervical nodal disease:CT and MR findings](#) 1994(06)

56. [Reede DL, Bergeron RT](#) [Cervical tuberculous adenitis:CT manifestations](#) 1985(03)

57. [Chong VF, Fan YF, Khoo JB](#) [MRI feature of cervical nodal necrosis in metastatic disease](#) 1996(02)

58. [Sore PM, Curtin HD, Mancuso AA](#) [An imaging based classification for the cervical nodes designed as an adjunct to trecent clinically based classifications](#) 1999(03)

59. [Yousem DM, Sompn Hackney DB](#) [Central nodal necrosis and extracapsular neoplastic spread in cervical lymph nodes:MR imaging versus CT](#) 1992

60. [Snow GB, Annyas M, Van Slooten EA](#) [Prognostic factors of neck node metastasis](#) 1982(02)

61. [吴玉芬](#) [颈部病理性淋巴结的CT和MR表现及临床意义](#)[期刊论文]-[国外医学\(临床放射学分册\)](#) 2002(4)

62. [Tohnson JT](#) [A surgeon looks at cervical lymph nodes](#) 1990
63. [van den Brekel MWM](#), [eastelijns JA](#), [Snow GB](#) [Detection of lymph node metastases in the neck: radiologic Criteria](#) 1994
64. [Yousem DM](#), [Hatabu H](#), [Hurst RW](#) [Carotid artery invasion by head and neck masses: prediction with MR Imaging](#) 1995

#### 本文读者也读过(10条)

1. [张春燕](#), [王霄英](#), [李飞宇](#), [许玉峰](#), [蒋学祥](#), [ZHANG Chun-yan](#), [WANG Xiao-ying](#), [LI Fei-yu](#), [XU Yu-feng](#), [JIANG Xue-xiang](#) [磁共振扩散加权成像对前列腺癌患者盆腔淋巴结诊断价值的初步研究](#)[期刊论文]-[中国医学影像技术](#) 2005, 21(12)
2. [张妮](#), [李兴福](#), [刘花香](#) [组织细胞坏死性淋巴结32例分析](#)[期刊论文]-[中华风湿病学杂志](#) 2006, 10(2)
3. [冯东](#), [张雅芳](#) [WB-DWI对转移性淋巴结病变的应用价值研究](#)[期刊论文]-[齐齐哈尔医学院学报](#) 2011, 32(7)
4. [杨芳](#), [梁象逢](#), [郑亿庆](#) [Kikuchi-Fujimoto病的临床及病理学研究](#)[期刊论文]-[国外医学（耳鼻咽喉科学分册）](#) 2005, 29(3)
5. [乞文旭](#) [读片窗及答案](#)[期刊论文]-[中国临床医学影像杂志](#) 2008, 19(8)
6. [刘晴悟](#), [韩素梅](#) [超声分隔胆囊收缩功能的差异性的探讨](#)[期刊论文]-[齐齐哈尔医学院学报](#) 2001, 22(5)
7. [印慨](#), [寇玉斌](#), [郑成竹](#) [双胆囊畸形并慢性结石性胆囊炎腹腔镜切除1例报告](#)[期刊论文]-[中国实用外科杂志](#) 2005, 25(6)
8. [胡兴荣](#), [李顺振](#), [张家权](#), [张峻](#), [邱妮妮](#), [陈华东](#) [磁共振全身弥散在淋巴结肿瘤性病变中的临床应用](#)[期刊论文]-[中国CT和MRI杂志](#) 2008, 6(4)
9. [李如迅](#), [彭俊杰](#), [时高峰](#), [王亚宁](#), [田志辉](#), [李月考](#), [杨丽](#), [戴丽娟](#) [MRI弥散成像在淋巴结转移诊断中的研究价值](#)[期刊论文]-[河北医药](#) 2009, 31(19)
10. [刘啟泽](#), [刘国瑞](#), [陈俊斌](#), [LIU Qi-Ze](#), [LIU Guo-rui](#), [CHEN Jun-bin](#) [磁共振全身弥散技术临床应用价值初探](#)[期刊论文]-[中国CT和MRI杂志](#) 2009, 7(2)

#### 引证文献(1条)

1. [杨絮](#), [安淑敏](#), [祁刚](#), [景介梅](#), [郝志斌](#) [低场MRI对膝关节外伤的临床应用](#)[期刊论文]-[中国现代药物应用](#) 2010(4)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis\\_Y961240.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y961240.aspx)