

口腔医学精粹丛书 “十一五”国家重点图书出版规划项目

# 颌面颈部肿瘤 影像诊断学

Oncologic Imaging of  
Maxilloface and Neck

主编 余强 王平仲 副主编 石慧敏



中国出版集团公司



世界图书出版公司

# 颌面颈部畸形与 影像诊断学

主编 王 宁  
副主编 王 宁

人民卫生出版社 北京

口腔医学精粹丛书 “十一五”国家重点图书出版规划项目

# 颌面颈部肿瘤 影像诊断学

主编 余 强 王平仲



中国出版集团公司



世界图书出版公司

### 图书在版编目(CIP)数据

颌面颈部肿瘤影像诊断学/余强,王平仲主编. —上海:  
上海世界图书出版公司,2009.5  
(口腔医学精粹丛书)  
ISBN 978-7-5062-9734-9

I. 颌… II. ①余…②王… III. ①口腔颌面部疾病:  
肿瘤—影像诊断②颈—肿瘤—影像诊断 IV.  
R739.804 R739.904

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 164101 号

## 颌面颈部肿瘤影像诊断学

余 强 王平仲 主编

---

上海世界图书出版公司出版发行  
上海市尚文路 185 号 B 楼  
邮政编码 200010  
上海市印刷七厂有限公司印刷  
如发现印刷质量问题,请与印刷厂联系  
(质检科电话:021-59110729)  
各地新华书店经销

---

开本: 889×1194 1/16 印张:27.5 字数:650 000

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5062-9734-9/R·223

定价:160.00 元

<http://www.wpcsh.com>

<http://www.wpcsh.com.cn>

# 序

自 20 世纪 90 年代以来,有关口腔医学的专著、参考书籍犹如雨后春笋,数量剧增。书籍编撰的风格各有不同。有的堪称上乘之作,但重复雷同,涉嫌因袭者亦可见到。为此,上海世界图书出版公司要组织出版一些口腔医学参考书时,我们不由得有点心中犯难,就怕写出来的东西又成了重复的陈货。经过一番思考和讨论终于确定了本丛书编写的指导原则,即以专题为主;以临床口腔医学为主;以国内外医学的新成就、新经验为主;并力图打破原来的学科界限和体系来组织编写一批高级口腔医学参考书。

口腔医学是医学中的一级学科。按照多年来的习惯,在临床口腔医学中又可分为若干个亚科,诸如口腔颌面外科学、口腔内科学、口腔正畸学、口腔修复学等等。其中有的与国外相同,如口腔颌面外科学;有的则不尽相同,例如口腔内科学。当代最具创新或创造性的成果都是产生于各学科或多门学科的相互交叉点或切点上,生命科学出现了学科间交叉、整合、重组的趋势。科学研究如此,临床医学亦莫不如此。学科的整合在基础医学方面当为在分子水平上的整合,例如“分子医学”的崛起;在其他方面则表现为学科与学科之间,科学与技术之间,以及自然科学与人文科学之间,生命科学与非生命科学之间的整合重组,近年来出现的所谓“Bio-X”中心,即生命科学与非生命科学结合的体现。为此,口腔医学的各个学科之间也面临着这一命题,而且在国外业已有一定的经验可资借鉴。在这一原则的思想指导下,我们也试图适应潮流,学习国外的先进经验,打破传统的学科系统来出版一些重新整合的专著,如《保存牙科学》、《颌面颈部肿瘤影像诊断学》和与旧的“口腔内科学”概念完全不同的《口腔内科学》等,以适应新形势的需要。

本丛书的主要阅读对象定位为从事临床口腔医学的中高级医务人员及口腔医学研究生。参加本丛书编写的人员绝大多数为从事临床口腔医、教、研工作多年,且具有高级职称的医师、教师。在书中将融合进他们多年的临床经验以及科研成果,相信对临床口腔医学的发

展和医疗质量的进一步提高将有所裨益。

本丛书定名为“口腔医学精粹”，是为了鞭策和督促编写者们能尽最大努力做到精心选材、精心构思、精心组织和精心撰写。但也应当看到，“精粹”的东西毕竟是少数，不可能字字精、段段新，为了书籍的完整性，也不可能只介绍新的理论和技术，而丝毫不涉及传统的、经典的理论和技术。读者阅读后如果能感觉到有一些（或不少）新鲜的东西，目的就应该达到了。

由于这是一种尝试，肯定还有不足甚至错误之处，还望读者不吝赐教，以便再版时更正。

任何书籍往往在出版之后感到尚遗留有不少遗憾，我想本书同样如此，只望遗憾愈少愈好。

在构思出版本丛书时，恰逢上海市口腔临床医学中心在上海第二医科大学附属第九人民医院成立（2001）。愿以本丛书的出版作为这一中心建设的考绩，也希望它能有益于临床口腔医务人员业务水平的提高，以造福于广大口腔颌面疾病患者。



于上海交通大学医学院附属  
第九人民医院口腔医学院

# 前言

20 世纪后半叶,由于工程技术和计算机水平的不断发展和提高,医学影像学的成像模式发生了革命性变化,出现了超声、CT、MR 和核素成像等影像成像方式。这些新兴医学影像检查方法的出现已导致医学影像的诊断水平显著提高:许多原先不为人们所认识的解剖结构和疾病形态而今已为人们所熟知;许多原先需要有创检查方能获得明确诊断的疾病因这种转变而被淘汰;也有许多早期不能被人们诊断的疾病而今已被人们所充分认识,并获得及时的明确诊断和治疗。医学影像学的成像模式转变已为及早救治患者、提高医学的诊疗水平作出了巨大贡献。

在全身肿瘤性疾病中,颌面颈部肿瘤的发生率并不十分高,但却严重危及患者的生命和生存质量。及早诊断并施以早期治疗对降低颌面颈部肿瘤的危害程度和治愈肿瘤均具有十分重要的作用。在此过程中,医学影像学常对及早发现和诊断肿瘤起十分关键的作用,并已成为临床各科医师所充分认识。本书正是基于此背景下孕育而生,旨在通过介绍各类颌面颈部肿瘤在各种影像成像模式下的表现,加强对其影像学形态表现的认识,提高对颌面颈部肿瘤的诊断水平。

在已积累近万例颌面颈部肿瘤影像检查资料和诊断经验的基础上,本书主要作者方诚惶诚恐起笔,小心翼翼查阅文献,并进行谨慎地概括和总结。书中涉及常见和部分罕见的颌面颈部囊肿、肿瘤和瘤样病变(包括一些临床和影像表现为肿块的非肿瘤性病变)近 150 种,所含各种影像图片 1082 幅(447 例)。虽然文稿已成,但限于作者的经验和水平,其中不免有挂一漏万、贻笑大方之处,还望读者不吝赐教。

“桐花万里丹山路,雏凤清于老凤声。”本书作者们虽非“老凤”,但想借唐人李商隐的诗句动抛砖引玉之念,期望后显之作能在各方面超越本书,以促进医学影像诊断水平的不断提高和医学学术事业的不断进步。

余 强 王平仲

于上海交通大学医学院附属第九人民医院

2007 年 12 月

# 目 录

## 第一章 颌面颈部肿瘤的影像学应用进展

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第一章 颌面颈部肿瘤的影像学应用进展        | (1)   |
| 第一节 CT 灌注成像在头颈部肿瘤中的应用进展   | (1)   |
| 第二节 磁共振功能成像在头颈部肿瘤的应用进展    | (8)   |
| 第三节 颌面颈部肿瘤的超声应用进展         | (22)  |
| 第四节 核医学影像在头颈部肿瘤的应用进展      | (29)  |
| 第二章 牙源性肿瘤                 | (40)  |
| 第一节 良性牙源性上皮性肿瘤            | (41)  |
| 第二节 牙源性间充质和(或)牙源性外胚间充质性肿瘤 | (68)  |
| 第三节 牙源性恶性肿瘤               | (74)  |
| 第四节 与骨相关的病变和其他肿瘤          | (85)  |
| 第三章 涎腺上皮性肿瘤               | (109) |
| 第一节 涎腺良性上皮性肿瘤             | (111) |
| 第二节 涎腺恶性上皮性肿瘤             | (130) |
| 第四章 鳞状细胞癌和其他上皮性肿瘤         | (162) |
| 第一节 鳞状细胞癌                 | (162) |
| 第二节 特殊类型鳞状细胞癌和其他上皮性肿瘤     | (178) |

## 第五章 软组织囊肿、肿瘤和瘤样病变

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 第五章 软组织囊肿、肿瘤和瘤样病变             | (185) |
| 第一节 软组织囊肿                     | (185) |
| 第二节 纤维母细胞/肌纤维母细胞肿瘤和纤维组织细胞瘤    | (201) |
| 第三节 脂肪组织肿瘤                    | (228) |
| 第四节 脉管性肿瘤和瘤样病变                | (234) |
| 第五节 肌源性肿瘤和腱鞘滑膜组织肿瘤            | (249) |
| 第六节 神经组织肿瘤                    | (268) |
| 第七节 淋巴瘤                       | (294) |
| 第八节 其他软组织肿块(包括非肿瘤性病变)         | (302) |
| 第六章 颌骨囊肿和非牙源性肿瘤               | (337) |
| 第一节 颌骨囊肿                      | (338) |
| 第二节 软骨肿瘤、成骨性肿瘤和 Ewing 肉瘤      | (353) |
| 第三节 成纤维性肿瘤和纤维组织细胞性肿瘤          | (374) |
| 第四节 血管性肿瘤、造血系统肿瘤、平滑肌肿瘤和神经源性肿瘤 | (382) |
| 第五节 颌面骨杂类肿瘤和瘤样病变              | (397) |
| 第七章 甲状腺和甲状旁腺肿瘤                | (406) |
| 第一节 甲状腺肿瘤                     | (406) |
| 第二节 甲状旁腺肿瘤                    | (421) |

# 第一章 颌面颈部肿瘤的影像学应用进展

20 世纪后半叶,医学影像技术发生了革命性变化,出现了超声(ultrasound)、CT(computed tomography)、MRI(magnetic resonance imaging)、SPECT(single photon emission computed tomography)和 PET(positron emission tomography)等完全不同于普通 X 线检查的成像模式。随着这些成像技术的快速发展和不断完善,医学影像学在不断加深对人

体形态结构认识的同时,正经历着朝向显示组织器官生理和病理功能变化的转变。这已成为 21 世纪医学影像学的发展趋势。为此在本书的首章,我们将着重介绍这些新兴医学影像成像技术在颌面颈部肿瘤诊断和治疗监测上的应用。

本章将分别介绍 CT 灌注成像、MR 功能成像、超声和核素成像应用于头颈部肿瘤的进展概况。

## 第一节 CT 灌注成像在头颈部肿瘤中的应用进展

人类组织和器官的正常生理功能以及各种病理性活动与人体组织的生理、病理改变和组织器官的血流变化密切相关。如何在影像基础上获取人体组织的生理、病理和微循环血流信息一直是影像医学所关注的领域之一。普通超声、CT 和 MRI 等影像成像技术能准确反映人体的解剖形态变化,但不能提供组织生理和疾病病理的功能变化信息。CT 灌注(CT perfusion)成像是一种能显示组织器官和病变血流动力状态的技术。该技术的出现不仅使我们能更深入地了解人体组织的生理和病理信息,而且还为同时显示组织病理的形态和功能变化提供了可能。

CT 灌注成像的基本原理与核医学示踪剂动力学原理基本相同,即将 CT 检查时所使用的对比剂等同于核医学检查时的示踪剂。CT 灌注成像基本原理包括放射性示踪剂稀释原理和中心容积定律。将放射性示踪剂经静脉快速注入后,其经左心

室到达靶器官,通过动态扫描获得示踪剂首次通过该器官的时间-密度曲线(time-density curve, TDC)。这种方法可应用于 CT 血流灌注量的研究。CT 灌注成像使用的是碘对比剂,与放射性示踪剂具有相同的药代动力学机理。为此,注射碘对比剂后所获得的动脉和组织的 TDC 可以反映碘对比剂在人组织中的浓度变化(碘聚集量的变化),从而揭示不同人体组织的灌注量改变。团注的对比剂到达毛细血管后可导致组织密度逐渐升高,并在达到最大密度后逐渐下降,恢复到对比剂到达前的水平。将不同时间点上的不同密度变化连成曲线即可得到对比剂通过组织时的 TDC。Miles 等首先将核医学原理用于 CT 动态成像,计算实质性脏器的血流量。在静脉团注对比剂后行同层快速动态 CT 扫描,由层面内每一个像素的增强率计算其灌注值,并以灰阶显示其组织灌注的定量或半定量图像。灌注的算法基于 Fick 原理,即示踪剂首次通过

感兴趣区效应,灌注量可通过下列公式计算:

$$\text{灌注量} = \frac{\text{组织 TDC 的最大斜率}}{\text{组织 TDC 的峰值}}$$

这种方法假定组织在达到 TDC 最大斜率之前无静脉流出和对比剂外渗。此灌注量计算方法由 Peter 等首先提出, Miles 等将其扩展到肝、脾、肾等腹部器官的 CT 灌注成像研究。CT 灌注成像是指在静脉团注对比剂的同时对所选定的层面进行连续多次扫描,以获取该层面内每一像素的 TDC。该曲线的横坐标为时间单位,纵坐标为注射对比剂后组织密度增加的 CT 值。根据该曲线所提供的数据,利用不同的数学模型计算出组织中对对比剂的平均通过时间 (mean transit time, MTT)、血容量 (blood volume, BV)、血流量 (blood flow, BF)、表面通透性 (permeability surface, PS) 和灌注量 (perfusion flow, PF) 等参数,并以这些参数作为评价所测组织灌注状态的指标。

临床上,CT 灌注成像已应用于:① 确定正常组织脏器的灌注值和灌注图像;② 超急性期脑梗死,心肌缺血及梗死的诊断;③ 提供有关正常器官的生理信息及功能变化,如肾小球滤过率的测定等;④ 监测肿瘤的治疗后反应,以区别肿瘤放疗后反应或复发。将 CT 灌注成像方法应用于颌面颈部肿瘤的评价始于 20 世纪末。研究的焦点主要集中于鉴别常规 CT 检查所不能区分的良性和恶性肿瘤;发现更小的转移性淋巴结;肿瘤的准确分期;指导肿瘤活检以避免由于肿瘤生长不均衡造成的取样误差。由于肿瘤微血管密度的变化与其对放疗和化疗的敏感性有关,故也有研究使用 CT 灌注技术评价肿瘤对放疗的敏感性和对抗血管生成因子药物使用后的效果,以评估肿瘤的治疗效果和肿瘤预后。

### 1. 头颈部正常组织之间的 CT 灌注参数比较

Zoran 等研究了咬肌、棘突旁肌、胸锁乳头肌、

甲状腺和涎腺等颌面颈部正常组织的 CT 灌注参数差异。结果显示咬肌、棘突旁肌、胸锁乳头肌等颌面颈部肌组织的 BF、BV、MTT 和 PS 无显著差异。颌面颈部肌肉组织有低 BF、BV 和 PS 以及长 MTT 的特征;甲状腺和涎腺组织具有高 BF、BV 和 PS 以及短 MTT 的特征。颌面颈部肌组织与腺体(甲状腺和涎腺)之间的灌注功能存在一定的差异。王平仲等对照研究了颌面颈部病侧与非病侧肌组织的 BF、BV、MTT 和 PS,结果显示其间无显著差异;但在非病侧腮腺组织与非病侧肌组织之间的 BF、BV 和 PS 存在显著差异。总之,初步研究表明,正常颌面颈部肌肉组织与腺体组织(甲状腺和涎腺)之间的 CT 灌注参数具有一定的不同。

### 2. 头颈部肿瘤与正常组织 CT 灌注参数比较

Cenic 等对一组颅内肿瘤的灌注研究显示:肿瘤区的 BF 和 BV 分别较瘤周组织高 29% 和 44%,提示肿瘤组织内的血管增生显著,而瘤周区的 BF 和 BV 分别较对侧脑组织高 28% 和 38%,支持瘤周区供血小动脉较正常区域血管扩张的假说。肿瘤及瘤周组织的 PS 值也明显高于对侧正常脑组织,符合肿瘤组织血脑屏障破坏的病理改变。常规 CT 检查上,颌面颈部肌肉组织和腺体肿瘤均可表现为相等密度表现,其间界限常显示不清。有时依靠其间的形态和密度差异进行鉴别尚存在一定的局限性。多数研究显示颌面颈部肿瘤与颌面颈部肌组织、涎腺组织的灌注参数存在差异。Zoran 等研究结果显示:① 头颈部恶性肿瘤与肌组织之间的 BF、BV、MTT 和 PS 均存在显著差异;② 头颈部恶性肿瘤与涎腺组织之间的 MTT 和 PS 也存在显著差异;③ 正常甲状腺较头颈部恶性肿瘤有更高 BV 和更长 MTT (一般情况下,头颈部恶性肿瘤的 MTT 值大于 5.5 秒)。该研究结果还提示:头颈部良性肿瘤与肌肉组织之间的 BF、BV、MTT 和 PS 存在显著差异;头颈部良性肿瘤与涎腺的 MTT 也存在显著差异。

Zoran 等认为正常头颈部组织(除甲状腺和涎腺外)的 BF、BV 和 PS 一般低于恶性肿瘤,而所有头颈部正常组织的 MTT 均相对长于恶性肿瘤。正常组织和肿瘤组织之间的灌注差异具有统计学意义,其中尤以 MTT 最为突出。甲状腺和涎腺具有较高的 BV、BF 和 PS,可与部分恶性肿瘤重叠。Gandhi 等研究认为头颈部恶性肿瘤的 BF、BV、MTT 和 PS 的平均值均高于肿瘤周围的肌肉组织,从而有助于两者的区分。Sotirios 等认为口腔及咽腔原发癌及复发癌的 BF、BV、MTT 和 PS 与正常组织之间存在显著差异。头颈部鳞状细胞癌的 CT 灌注研究也证实其 BF、BV 和 PS 明显高于正常组织,而 MTT 则低于正常组织。王平仲等研究结果显示:腮腺肿瘤与头颈部肌肉组织之间的 BF、BV、MTT 和 PS 均存在显著差异;腮腺肿瘤与正常腮腺 MTT 存在显著差异;腮腺恶性肿瘤

瘤与正常腮腺组织之间的 BF、MTT 和 PS 也存在差异;腮腺良性肿瘤与正常腮腺的 BV、MTT 和 PS 之间的差异有统计学意义(图 1-1、1-2)。

### 3. 头颈部肿瘤的 TDC 表现

头颈部肿瘤的 TDC 形态具有多样性。根据 TDC 的走势,大致可分为 3 种形态:Ⅰ型(速升速降型),曲线快速上升达到峰值后快速下降,然后呈水平或微上升走势;Ⅱ型(缓慢上升型),曲线缓慢上升到小峰后在峰值水平呈水平走势;Ⅲ型(速升缓降型),曲线快速上升到高峰后呈缓慢微升或微降的趋势。根据“二室模型”分析方法,即同时考虑血管内液体流动和血管外间隙与血管内液体的交换,组织灌注曲线可分解为组织血管内和组织间隙的动态曲线。曲线的初始段(灌注部分)主要

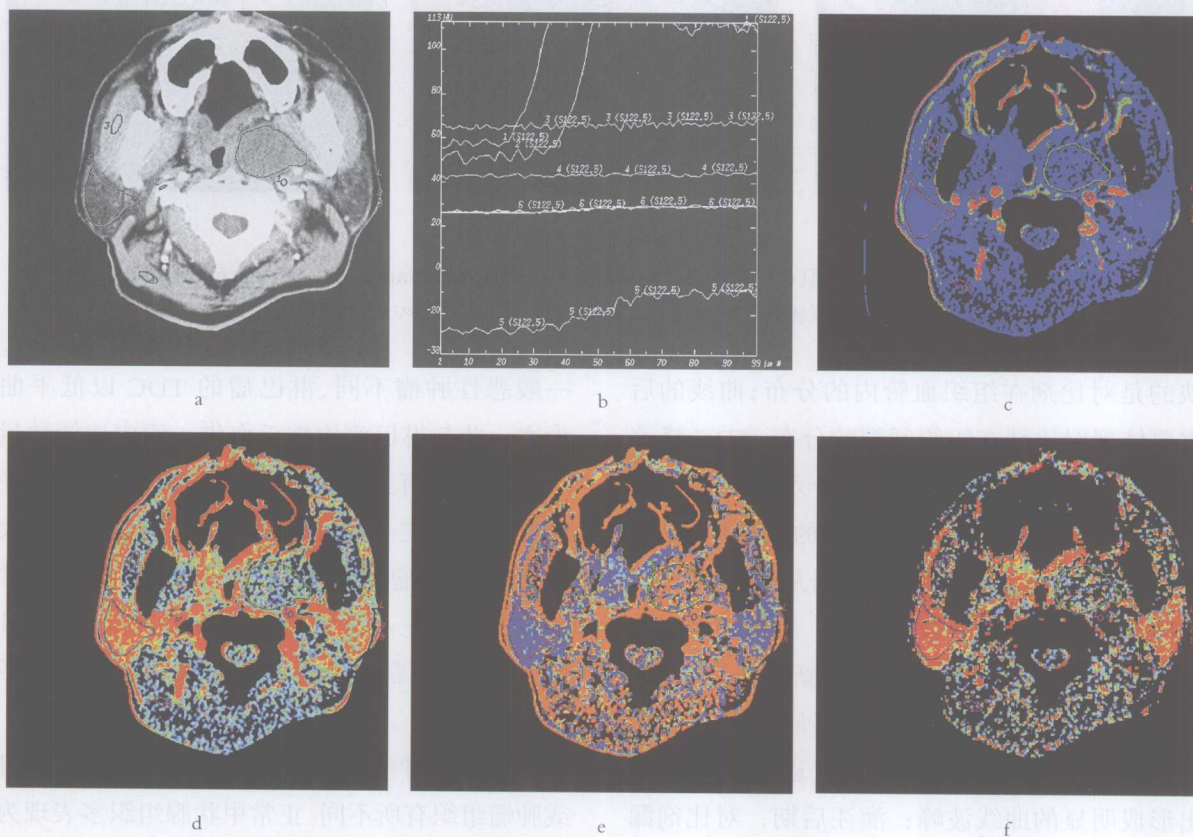


图 1-1 左咽旁间隙多形性腺瘤(CT 灌注图)(pleomorphic adenoma in the left parapharyngeal space)

CT 横断面图 a 示左咽旁间隙区软组织肿块,边界清晰。TDC 图 b。BF 图 c。BV 图 d。MTT 图 e。PS 图 f。

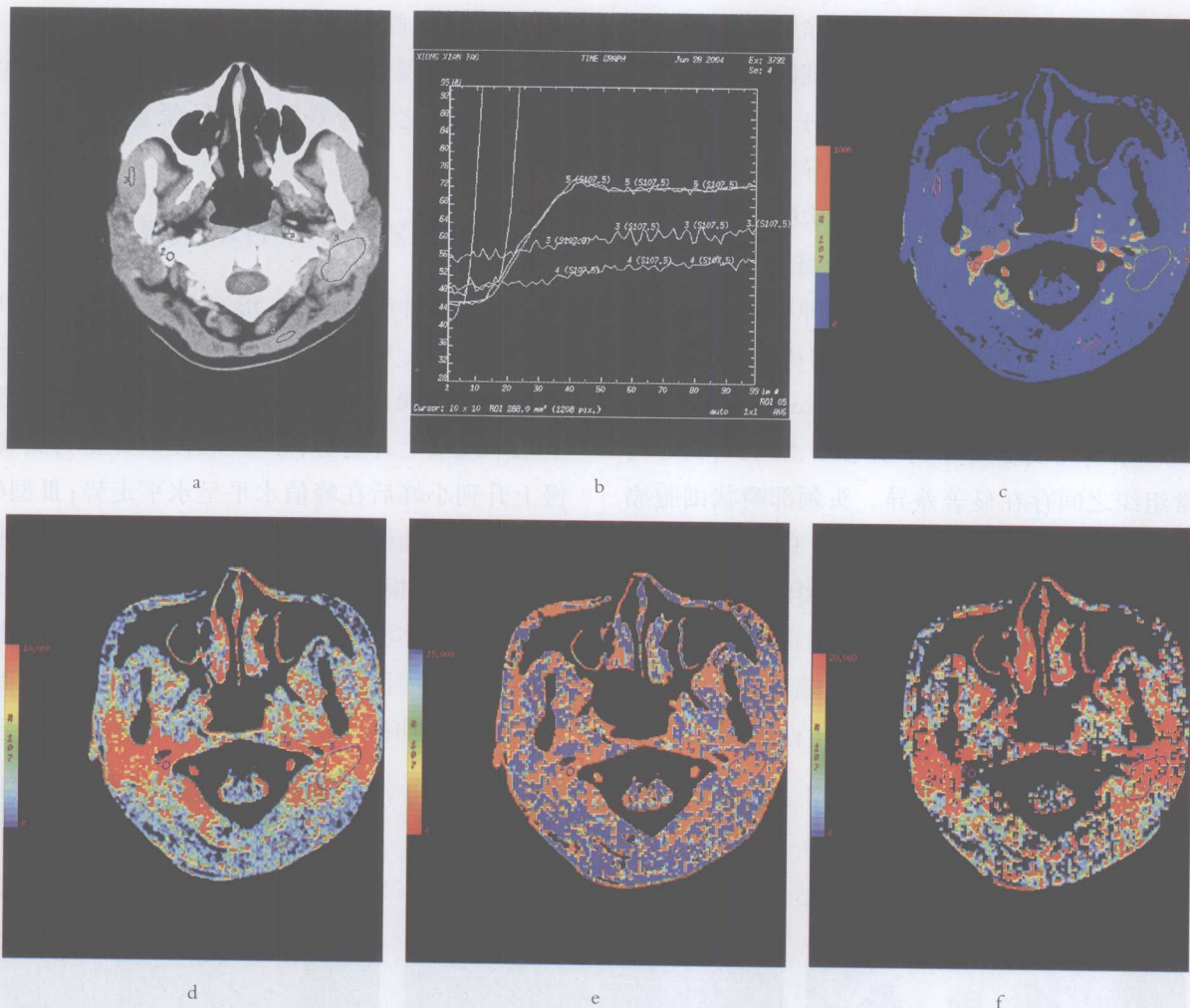


图 1-2 左腮腺淋巴上皮癌(CT 灌注图)(lymphoepithelial carcinoma in the left parotid gland)

CT 横断面图 a 示左腮腺软组织肿块,边界模糊。TDC 图 b。BF 图 c。BV 图 d。MTT 图 e。PS 图 f。

反映的是对比剂在组织血管内的分布;曲线的后期主要体现对比剂在组织间隙的分布。TDC 峰值前段曲线的斜率反映了对比剂进入组织血管内的速度,间接反映了其内微血管的数量和密度。峰值后段曲线主要体现了对比剂从血管内向组织间隙弥散的情况。一般情况下,恶性肿瘤多为 I 型 TDC 表现,这反映了肿瘤内新生血管丰富,血管内皮细胞连接松散和内皮基底膜发育不完善的状态。灌注前期,对比剂快速进入后又快速流出形成明显的曲线波峰;灌注后期,对比剂漏入细胞间质。由于淋巴回流受阻和对比剂的逆流,曲线维持在同一水平阶段或呈微升走势。与

一般恶性肿瘤不同,淋巴瘤的 TDC 以低平曲线为主。此与淋巴瘤内缺乏血供、瘤内血管数量少和细胞紧密有关。良性肿瘤的 TDC 也以低平和缓升曲线为主。此种表现与以下因素有关:大多数良性肿瘤瘤内血供少,血管基膜发育相对完善,对比剂进入血管后弥散至组织间隙相对缓慢,一定时间后由于再循环可致曲线持续低平和缓慢上升。

甲状腺肿瘤的 TDC 与其他头颈部正常组织或肿瘤组织有所不同。正常甲状腺组织多表现为 I 型 TDC;结节性甲状腺肿以 III 型 TDC 居多;各类甲状腺肿瘤多以 II 型 TDC 表现为主(此型少见于

正常甲状腺组织)。与其他实体性肿瘤一样,甲状腺肿瘤的生成也依赖于新生血管。Turner 等认为,甲状腺肿瘤较正常甲状腺组织具有更多的血管。肿瘤内的血管一般起源于已存在的血管,这些血管在血管内皮生长因子作用下,具有较高的通透性。当对比剂渗透至肿瘤血管的细胞外间隙,其弥散速度一般慢于其在血管内的流动。此外,肿瘤的占位效应能使组织间质内流体静压增高,回流变慢,因此对比剂在肿瘤内的滞留时间可以相对较长。这基本解释了甲状腺肿瘤 TDC 呈慢进慢出表现的原因。结节性甲状腺肿的强化较为复杂,变化多样。血管变化的特征与结节的发生方式、病变过程和继发改变密切相关。其 CT 增强亦多为慢出趋势。甲状腺癌及其转移性淋巴结的 TDC 表现和其他部位恶性肿瘤的 TDC 表现基本一致,多以速升速降型(I型)为主。

腮腺肿瘤是颌面部常见肿瘤。有研究发现腮腺 Warthin 瘤和恶性肿瘤的 TDC 曲线多呈 I 型表现;其他良性肿瘤(除外 Warthin 瘤)的 TDC 曲线多呈 II 型或 III 型表现。其间差异对腮腺良性和恶性肿瘤之间的鉴别具有一定参考价值。此外,不同恶性肿瘤之间其 TDC 类型也可以各不相同。即使是同一病灶内的不同区域也可出现不同的 TDC 类型。Cenic 等发现恶性程度高的脑部胶质瘤,不但灌注量高,表面通透性大,而且函数图也可呈明显不均一性。恶性肿瘤 TDC 表现的差异反映了恶性肿瘤内部微血管密度分布的不同。而肿瘤生长的不均衡性是恶性肿瘤生物学特性表现之一。总之, TDC 的走势在一定程度上反映了肿瘤的血供情况。结合肿瘤的 CT 形态表现和 TDC 类型可以帮助我们提高对头颈部良性肿瘤和恶性肿瘤的鉴别水平。

#### 4. 头颈部肿瘤间 CT 灌注参数的比较

根据 TDC 曲线可利用不同的数学模型计算出组织的灌注参数 BF、BV、PF、MTT 和 PS。Sahani

等认为恶性肿瘤的 PF 和 BV 高于良性肿瘤, MTT 低于良性肿瘤。Zoran 等认为头颈部良性肿瘤和恶性肿瘤之间的 CT 灌注参数 BF 和 MTT 具有显著差异,而灌注参数 BV 和 PS 无明显差异。Zoran、Hermans 和 Gandhi 等报道的 182 例头颈部鳞状细胞癌的 CT 灌注参数与良性肿瘤的 CT 灌注参数之间存在明显差异。事实上,尽管存在一定的差异,但头颈部良性肿瘤和恶性肿瘤之间的灌注参数 BF、BV 和 PS 仍存在部分重叠。相对而言,MTT 对鉴别头颈部良性和恶性肿瘤的作用较大。范卫君等认为腮腺良性肿瘤(除外 Warthin 瘤)与恶性肿瘤之间的 PF、BV 和 MTT 存在显著性差异。通常表现为前者的 PF 和 BV 低于后者,而前者的 MTT 高于后者。王平仲等的研究结果显示:腮腺良性肿瘤和恶性肿瘤的灌注参数 BF、BV、和 PS 之间存在显著差异,而 MTT 之间无差异。有学者推测肿瘤性病变的灌注参数变化与肿瘤内的新生血管形成密切相关。梁颖等认为 CT 灌注成像对颈部各种恶性肿瘤间的鉴别具有一定的参考价值。甲状腺癌与其他头颈部原发性癌之间的灌注参数也存在显著性差异,其中前者的 PF 明显高于后者,而 MTT 较短。这可能与甲状腺癌血供丰富,注入对比剂后甲状腺癌快速强化,并达到较高的强化峰值有关。甲状腺癌血供丰富,较头颈部其他癌瘤有较高的强化峰值和灌注量,对鉴别诊断具有一定的参考意义。同理,甲状腺癌的淋巴结转移性病变的 PF 与头颈部其他癌瘤的淋巴结转移之间也存在明显不同。淋巴瘤主要表现为低灌注,灌注量 PF 较低,而 MTT 相对延长,此与一般恶性肿瘤的灌注表现有所不同。然而与淋巴结炎和淋巴结结核相比,淋巴瘤的灌注表现与之并无显著性差异。因此,可以认为不同病理类型的恶性淋巴结的灌注表现具有不同的特点,利用灌注参数可以帮助区分不同病理类型的恶性淋巴结。

由于肿瘤组织内复杂的血管分布特点决定了肿瘤灌注的多样性与复杂性,因此用分析脑缺血的方式评价一般肿瘤性病变的灌注状况可能并不适宜。对肿瘤内部的血管情况应全面分析,不仅应观察 BF、BV、MTT 和 PS 参数,还需对肿瘤的整体状况进行评价。Ma 等认为肿瘤内部的血管密度和结构可能存有差异,如恶性肿瘤边缘的血管化程度可能高于其中心区域。有作者在研究肌肉和骨骼系统肿瘤中发现肿瘤边缘与中心的灌注差异率在良性和恶性肿瘤之间有明显不同,并认为肿瘤边缘与中心的灌注差异率对良性和恶性肿瘤的鉴别具有较大的价值。

#### 5. CT 灌注对头颈部肿瘤术后评价的作用

组织的灌注和局部氧传输状况可以影响肿瘤对手术和非手术治疗的反应,而局部组织的氧供应由灌注和动脉血浓度决定。目前测量组织氧含量方法是有创的,并且不适用于位置深在的头颈部肿瘤。无创而量化的组织灌注量评估可以提供组织氧含量和血管生成的信息。有研究证明在动物和人类肿瘤中存在着低氧和灌注量之间的联系。CT 灌注成像是评价头颈部肿瘤灌注量的合适方法。在 CT 灌注参数中,BF、BV、PS 和 MTT 代表了肿瘤内血管的生成指标。研究证实 BF 和 BV 增高与肿瘤内的新生血管密切相关。由此推测,BF 和 BV 的高水平与肿瘤内较好的氧传输相关,并可据此预测肿瘤对放疗和化疗的反应。肿瘤组织的体积变化是头颈部恶性肿瘤控制的重要预测指标。但有研究证实肿瘤灌注与肿瘤体积并不相关。Hermans 等认为灌注量是评价癌放疗后效果的独立预测指标。该作者对 18 例头颈部鳞状细胞癌患者的 CT 灌注分析表明:灌注量低的肿瘤对放疗不敏感,而灌注量高的肿瘤对放疗敏感。同时,Hermans 等还认为肿瘤中存在一些耗氧量低的细胞,其对放疗

并不敏感。此外,CT 灌注成像也可用于评价经动脉介入化疗栓塞后的肿瘤供血情况。栓塞能使肿瘤发生凝固性坏死,但完全坏死者少见。肿瘤栓塞后,其新生血管的分布可呈不均匀表现,多表现为肿瘤中心血管量少;肿瘤周边包膜下的血管则相对密集。此分布特点可为 CT 灌注成像识别。Gandhi 等前瞻性地观察了 9 例口咽高分化鳞状细胞癌患者诱导性化疗的 CT 灌注结果,提示 CT 灌注参数 BV 下降的百分比与诱导性化疗的反应结果密切相关。

区别残余肿瘤和治疗后的纤维化具有十分重要的临床意义。通常,仅根据 CT 或 MRI 的形态表现很难在两者之间做出准确区别。一般认为肿瘤生长需要丰富的毛细血管网。肿瘤与周围正常组织之间的血供差别为进一步鉴别提供了可能。大多数肿瘤的毛细血管密度高于正常组织,单位容积血流灌注多,且新生血管内皮细胞间连接疏松,基底膜发育不成熟,毛细血管通透性增高。Dugdale 等研究表明,活动性淋巴瘤的灌注较高,淋巴瘤内的灌注量及通透性变化有可能成为监测其治疗反应的有效手段。

尽管 CT 灌注有一定的表现特点和临床应用价值,但在实际应用中该技术尚存有不足。首先,灌注成像所能选取的层面不多。目前多层螺旋 CT 的最大观察范围不超过 10 cm,而所选层面的感兴趣区(ROI)也不一定能完全代表肿瘤内血管生成的最旺盛部分,从而影响了计算的精确性。其次,目前 CT 灌注所测量的组织器官为其某一断面的局部区域,易受呼吸运动以及部分容积效应的影响,尚难精确测量整个脏器或肿瘤的容积灌注及通透性,测量值具有一定的相对性,限制了其在临床上的应用范围。最后,由于许多肿瘤具有双血供特点,采用“一进一出”模型计算尚不能准确反映肿瘤的实际灌注状况。

## 参考文献

- Miles KA, Kelley BB. CT measurements of capillary permeability within nodal masses: a potential technique for assessing the activity of lymphoma. *Br J Radiology*, 1997, 70: 74-79.
- Koenig M, Klotz E, Luka B. Perfusion CT of the brain: diagnostic approach for early detection of ischemia stroke. *Radiology*, 1998, 209: 85-93.
- Zoran Rumboldt, Riyadh Al-Okaili, John P. Perfusion CT for Head and Neck Tumors: Pilot Study. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26: 1178-1185.
- 王平仲, 余强, 石慧敏等. CT灌注诊断腮腺肿瘤的临床价值评价. *上海口腔医学*, 2005, 14: 573-577.
- Cenic A, Nabavi DG, Graen RA, et al. Dynamic CT measurement of cerebral blood flow: A validation study. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1999, 20: 63-73.
- Gandhi D, Hoeffner EG, Carlos RC, et al. Computed tomography perfusion of squamous cell carcinoma of the upper aerodigestive tract. Initial results. *J Comput Assist Tomogr*, 2003, 27: 687-693.
- Brix G, Bahner ML, Hoffmann C, et al. Regional blood flow, capillary permeability, and compartmental volumes: measurement with dynamic CT-initial experience. *Radiology*, 1999, 210: 269-276.
- Sotirios Bisdas, Mehran Baghi, Agnieszka Smolarz, et al. Quantitative Measurements of Perfusion and Permeability of Oropharyngeal and Oral Cavity Cancer, Recurrent Disease, and Associated Lymph Nodes Using First-Pass Contrast-Enhanced Computed Tomography Studies. *Invest Radiol*, 2007, 42: 172-179.
- Folkman J. Tumor angiogenesis: Therapeutic implication. *N Engl J Med*, 1971, 285: 1182-1186.
- Turner HE, Harris AL, Melmed S, et al. Angiogenesis in endocrine tumors. *Endocr Rev*, 2003, 24: 600-632.
- Carmeliet P. Mechanisms of angiogenesis and arteriogenesis. *Nat Med*, 2000, 6: 389-395.
- Eastwood JD, Provenzale JM. Cerebral blood flow, blood volume, and vascular permeability perfusion of cerebral glioma assessed with dynamic CT imaging. *Neuroradiology*, 2003, 45: 373-376.
- Zhang MM, Kono M. Solitary Pulmonary nodules: evaluation of blood flow Patterns with dynamic CT. *Radiology*, 1997, 205: 471-478.
- 范卫君, 吕衍春, 肖鹏等. CT灌注成像在腮腺肿瘤鉴别诊断中的临床价值. *中华放射学杂志*, 2007, 41: 921-925.
- Cenic A, Nabavi D G, Graen R A, et al. A CT method to measure hemodynamics in brain tumors: validation and application of cerebral blood flow maps. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2000, 21: 462-470.
- Sahani DV, Kalva SP, Hamberg LM, et al. Assessing tumor perfusion and treatment response in rectal cancer with multisection CT: initial observation. *Radiology*, 2005, 234: 785-792.
- Robbins KT, Storniolo AM, Kerber C, et al. Rapid superselective high-dose cisplatin infusion for advanced head and neck malignancies. *Head Neck*, 1992, 14: 364-371.
- Robbins KT, Fontanesi J, Wong FS, et al. A novel organ preservation protocol for advanced carcinoma of the larynx and pharynx. *Head Neck*, 1996, 122: 853-857.
- Zatterstrom UK, Brun E, Willen R, et al. Tumor angiogenesis and prognosis in squamous cell carcinoma of the head and neck. *Head Neck*, 1995, 17: 312-318.
- Carrau RL, Barnes EL, Snyderman CH, et al. Tumor angiogenesis as a predictor of tumor aggressiveness and metastatic potential in squamous cell carcinoma of the head and neck. *Invasion Metastasis*, 1995, 15: 197-202.
- 梁颖, 罗德红, 吴宇等. 颈部恶性淋巴结的多层螺旋 CT灌注研究. *中华放射学杂志*, 2004, 38: 1193-1197.
- Ma LD, Frassica FJ, McCarthy EF, et al. Benign and malignant musculoskeletal masses: MR imaging differentiation with rim-to-center differential enhancement ratios. *Radiology*, 1997, 202: 739-744.
- Jain RK. Determinants of tumor blood flow: a review. *Cancer Res*, 1988, 48: 2641-2658.
- Hermans R, Meijerhik M, Van den Bogaert W, et al. Tumor perfusion rate determined noninvasively by dynamic computed tomography predicts outcome in head and neck cancer after radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2003, 57: 1351-1356.
- Schmitt P, Kotas M, Tobermann A, et al. Quantitative tissue perfusion measurements in head and neck carcinoma patients before and during radiation therapy with a non-invasive MR imaging spin-labeling technique. *Radiother Oncol*, 2003, 67: 27-34.
- Ressel A, Weiss C, Feyerabend T. Tumor oxygenation after radiotherapy, chemotherapy, and/or hyperthermia predicts tumor free survival. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2001, 49: 1119-1125.
- Nordmark M, Overgaard J. A confirmatory prognostic study on oxygenation status and loco-regional control in advanced head and neck squamous cell carcinoma treated by radiation therapy. *Radiother Oncol*, 2000, 57: 39-43.
- Goda F, Bacic G, O'Hara JA, et al. The relationship between partial pressure of oxygen and perfusion in two murine tumors after X-ray irradiation: a combined gadopentetate dimeglumine dynamic magnetic resonance imaging and in vivo electron paramagnetic resonance oximetry study. *Cancer Res*, 1996, 56: 3344-3349.
- Groshar D, McEwan AJ, Parliament MB, et al. Imaging tumor hypoxia and tumor perfusion. *J Nucl Med*, 1993, 34: 885-888.
- Wintermark M, Thiran JP, Maeder P, et al. Simultaneous measurement of regional cerebral blood flow by perfusion CT and stable xenon CT: a validation study. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2001, 22: 905-914.
- Aksoy FG, Lev MH. Dynamic contrast-enhanced brain perfusion imaging:

- technique and clinical applications. Semin Ultrasound CT MR, 2000, 21: 462-477.
- 32 Miles KA. Tumour angiogenesis and its relation to contrast enhancement on computed tomography: a review. Eur J Radiol, 1999, 30: 198-205.
  - 33 Martin L, Lartigau L, Weeger P, et al. Changes in the oxygenation of head and neck tumors during carbogen breathing. Radiother Oncol, 1993, 27: 123-130.
  - 34 Lartigau E, Le Ridant A, Lambin P, et al. Oxygenation of head and neck tumors. Cancer, 1993, 71: 2319-2325.
  - 35 Rijpkema M, Kaanders J, Joosten F, et al. Method for quantitative mapping of dynamic MRI contrast agent uptake in human tumors. J Magn Reson Imaging, 2001, 14: 457-463.
  - 36 Eastwood JD, Lev MH, Wintermark M, et al. Correlation of early dynamic CT perfusion imaging with whole-brain MR diffusion and perfusion imaging in acute hemispheric stroke. AJNR Am J Neuroradiol, 2003, 24: 1869-1875.
  - 37 Gandhi, D.B. Chepeha, T. Miller, et al. Correlation between Initial and Early Follow-Up CT Perfusion Parameters with Endoscopic Tumor Response in Patients with Advanced Squamous Cell Carcinomas of the Oropharynx Treated with Organ-Preservation Therapy. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27: 101-106.
  - 38 Dugdale PE, Miles KA, Bunce T, et al. CT measurement of perfusion and permeability within lymphoma masses and its ability to assess grade activity and chemotherapeutic response. JCAT, 1999, 23: 540-547.

(艾松涛 余 强)

## 第二节 磁共振功能成像在头颈部肿瘤的应用进展

目前,普遍认为属于磁共振功能成像的技术主要包括动态增强 MRI (dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)、磁共振弥散加权成像(diffusion-weighted MR imaging, MR-DWI)和磁共振波谱成像(MR spectroscopy, MRS)。这些技术已于近几年先后被应用于头颈部肿瘤的评价。以下将对此作简要回顾和介绍。

### 1. 动态增强 MRI 在头颈部肿瘤中的应用

目前, MRI 的临床应用已不再局限于根据病变的部位、形态和信号强度来评价病变的性质。使用 MR 功能成像技术评价病变已日趋普及。动态增强 MRI(DCE-MRI)是一种 MR 功能成像技术,也是目前应用最为广泛、技术最为成熟的外源性示踪法灌注成像技术之一。动态增强磁共振灌注成像又称为磁敏感性对比剂首过团注示踪磁共振成像(dynamic first-pass bolus tracking of susceptibility contrast agent magnetic resonance imaging)。

1988 年, Villringer 等首次报道了脑部顺磁性非弥散性对比剂磁共振血流灌注成像的临床应用。

动态增强 MRI 是经静脉团注对比剂后, 利用快速扫描序列对受检的组织进行成像。顺磁性对比剂进入受检组织的毛细血管后, 会引起血管与周围组织局部一过性磁敏感性的变化。血管内质子的 T1 及 T2\* 弛豫时间缩短。动态测量对比剂首次通过受检组织时引起组织内磁共振信号强度的变化, 可以获得组织微血管分布及血流灌注等血液动力学信息。应用于 DCE-MRI 的顺磁性对比剂 Gd-DTPA 是一种细胞外间隙小分子对比剂。在正常成熟的血管内, Gd-DTPA 扩散到细胞外血管外间隙(extracellular extravascular space)的过程非常缓慢。但对肿瘤组织而言, 由于其内的新生血管具有高渗透性, 能使 Gd-DTPA 快速扩散到细胞外血管外间隙。Gd-DTPA 分布的容量与细胞外血管外间隙基本一致, 从而可使 DCE-MRI 准确地反映细胞外血管外间隙的容量、灌注状况和毛细血管通透性的改变, 进而揭示肿瘤内的血管生物学特性。目前在 DCE-MRI 中较为常用的序列有自旋回波平面回波序列、梯度回波平面回波序列和自由衰减平面回波序列。Escott 等认为在显示肿瘤边界和范围方面, 动态梯度回波图像优于动态自旋回波图像。

DCE-MRI 的评价方法包括回顾法、减影法、感兴趣区法和首过成像法。感兴趣区法既可对病变进行定性分析,又可进行定量分析。这种方法能够估计不同组织的血流动力学改变,显示不同病理组织内对比剂的时间和空间分布。通过测量 1 个或多个感兴趣区的信号强度,可绘制出该区域的信号强度-时间曲线(time-signal intensity curve, SI-Time 曲线)。

DCE-MRI 研究的是病变内的血液动力学变化。病变的强化程度和强化时间主要取决于以下 3 个因素:①病变的血管化程度;②病变内血管的通透性;③肿瘤与其间质之间的渗透压力差。病变的血管化程度决定了其早期强化程度,即病变的灌注情况;其他两个因素则与病变的后期强化有关。血管化程度高和血流灌注丰富的病变组织在 SI-

Time 图上表现为曲线斜率陡峭,峰值出现早;反之,则表现为曲线斜率小,峰值出现晚。虽然头颈部肿瘤的 SI-Time 曲线形态表现多样,但大致可分为 3 型。I 型:早期快速强化后仍稳定强化或缓慢强化(图 1-3、1-4);II 型:早期快速强化后出现平台期(图 1-5);III 型:早期快速强化后信号强度随即下降(图 1-6、1-7)。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。从各型 SI-Time 曲线中,我们可以获得以下定量或半定量信息:峰值增强率(enhancement rate of maximum,  $E_{max}$ )、峰值时间(time of maximum,  $T_{max}$ , 为动态增强后达到最大信号强度所需的时间)、最大强化速率(maximum slope,  $Slop_{max}$ )、强化峰值(peak height, PH)和最

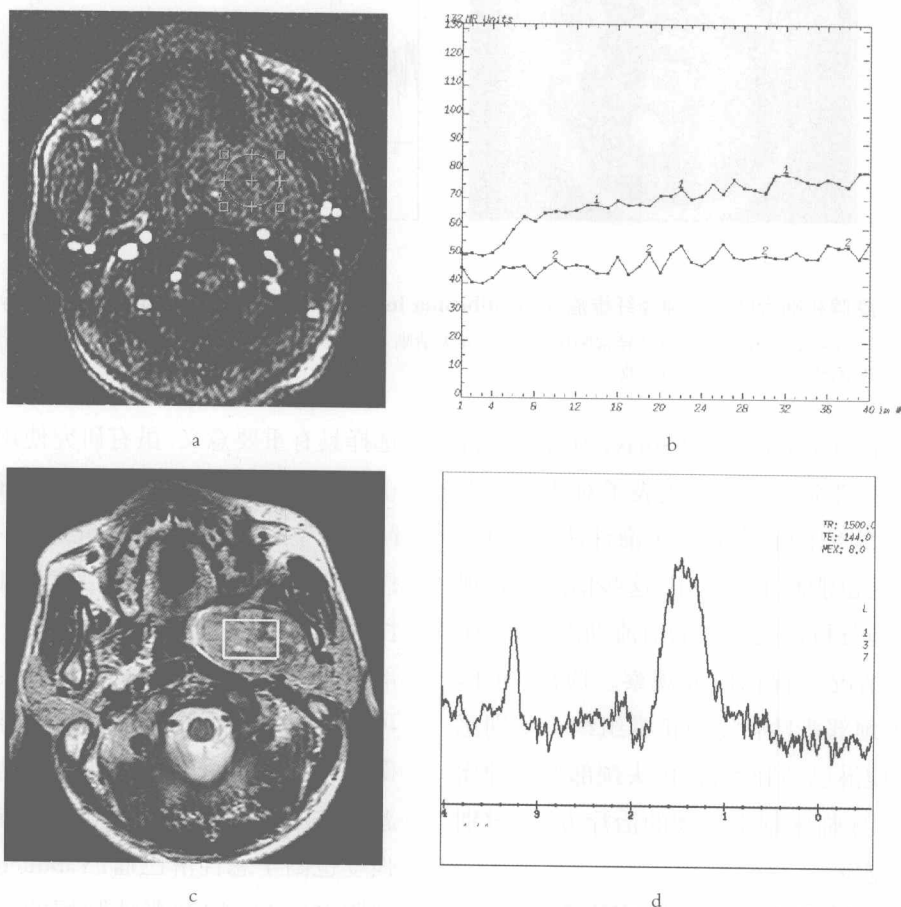


图 1-3 左腮腺深叶多形性腺瘤(pleomorphic adenoma in the left parotid gland)

GRE 横断面图 a 示左腮腺深叶异常肿块信号,边界清晰。SI-Time 曲线图 b 呈 I 型表现。T2WI 波谱定位图 c 示病变呈高信号。<sup>1</sup>H-MR 波谱图 d 示病变内有 Lip 波和 Cho 波。