

影像诊断学

贾海涛 郭丽丽 司晓辉 主编



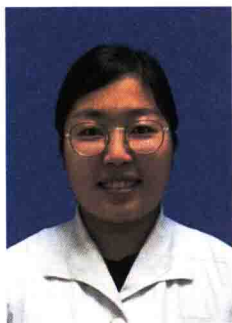
中国纺织出版社有限公司

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

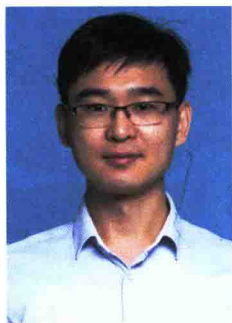
主编简介



贾海涛，男，1989年出生，毕业于长治医学院临床医学专业，医学学士学位。山西省晋城市人民医院医学影像科主治医师。从事医学影像诊断工作9年。临床上，对颅脑病变的影像诊断有较深的研究。



郭丽丽，女，1987年出生，毕业于天津医科大学医学影像学专业，医学学士学位。山西省晋城市人民医院医学影像科主治医师。从事影像科工作10余年。临床上，对影像科各种常见病、多发病的诊断与鉴别诊断有丰富经验，对中枢神经系统疾病的诊断有着独到见解。



司晓辉，男，1985年出生，毕业于山西医科大学医学影像学专业，医学学士学位。山西省晋城市人民医院主治医师。从事医学影像诊断工作10余年。临床上，对影像科常见病、多发病的诊断有丰富的经验，尤其对肺部疾病诊断有独到见解。

编 委 会

贾海涛 山西省晋城市人民医院

郭丽丽 山西省晋城市人民医院

司晓辉 山西省晋城市人民医院

前 言

随着医学科技的不断进步,高端医学影像设备越来越多地在临床得到普及、应用和推广,促进了医学影像技术向更科学、更严谨的专业化方向发展。在现代医学领域,疾病预防、诊断、治疗和康复的完整医疗行为链条中,影像诊断学的重要性日益受到重视,尤其近年来,人们对疾病诊断水平提出了更高的要求,而且出现了许多新的影像检查技术和先进的医学影像设备,说明正确的影像诊断在精准医疗中有着举足轻重的作用。

《影像诊断学》从各个系统的角度展开,在编写内容上,注重把握继承、发展与创新的关系,有所侧重,有所发展,有所创新,重视提高教学效果,增加新概念和新分类病种的介绍,使其更加符合实际工作的需要。在编写方式上,注重知识的全面性、代表性、系统性,结合近年来影像新技术组织素材,使本教材更加实用、有效,从而帮助教师和学生更好地学习医学影像诊断学专业知识。

尽管编者已尽全力,但由于影像技术的不断进步以及篇幅的限制,不能面面俱到,会有一些无法避免的缺点和疏漏,恳请广大读者批评和指正。

编者

2023年3月

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 医学影像学发展简史及临床地位与作用	(1)
第二节 常用成像方法和临床应用	(4)
第三节 医学影像学新进展	(10)
第二章 中枢神经系统	(13)
第一节 检查技术的应用	(13)
第二节 正常影像学表现	(15)
第三节 基本病变的影像学表现	(21)
第四节 颅脑先天性畸形及发育异常	(25)
第五节 颅脑损伤	(35)
第六节 脑血管疾病	(43)
第七节 颅内肿瘤	(55)
第八节 颅内感染性疾病	(71)
第九节 脊髓疾病	(77)
第三章 呼吸系统	(83)
第一节 检查技术的应用	(83)
第二节 正常影像学表现	(85)
第三节 基本病变的影像学表现	(95)
第四节 支气管疾病	(109)
第五节 肺先天性疾病	(115)
第六节 肺部炎症	(118)
第七节 肺结核	(123)
第八节 胸膜及胸壁病变	(134)
第四章 循环系统	(137)
第一节 检查技术的应用	(137)
第二节 正常影像学表现	(141)
第三节 基本病变的影像学表现	(148)
第四节 先天性心脏病	(157)
第五节 获得性心脏病	(165)

第六节	心肌疾病	(171)
第七节	心包疾病	(176)
第五章	消化系统	(179)
第一节	检查技术的应用	(179)
第二节	正常影像学表现	(196)
第三节	基本病变的影像学表现	(208)
第四节	食管与胃肠道病变	(219)
第五节	肝、胆囊、胰腺、脾病变	(250)
第六节	腹膜腔和肠系膜病变	(279)
第七节	急腹症病变	(284)
第六章	泌尿系统	(292)
第一节	检查技术的应用	(292)
第二节	正常影像学表现	(293)
第三节	基本病变的影像学表现	(296)
第四节	先天畸形	(300)
第五节	泌尿系统结石	(305)
第六节	泌尿系统结核	(309)
第七节	肿瘤与肿瘤样病变	(311)
第八节	肾上腺疾病	(316)
第七章	生殖系统	(323)
第一节	检查技术的应用	(323)
第二节	正常影像学表现	(325)
第三节	基本病变的影像学表现	(329)
第四节	前列腺疾病	(331)
第五节	女性生殖系统发育异常	(334)
第六节	子宫疾病	(335)
第七节	卵巢疾病	(340)
第八章	乳腺	(348)
第一节	检查技术的应用	(348)
第二节	正常影像学表现	(349)
第三节	基本病变的影像学表现	(351)
第四节	乳腺增生症	(358)
第五节	乳腺癌	(359)
第九章	骨骼肌肉系统	(365)
第一节	检查技术的应用	(365)
第二节	正常影像学表现	(368)
第三节	基本病变的影像学表现	(373)

第四节	骨与关节创伤	(381)
第五节	骨与关节感染性疾病	(395)
第六节	慢性骨关节病	(402)
第七节	骨缺血坏死	(408)
第八节	骨肿瘤与软组织肿瘤	(414)
参考文献	(425)

第一章 总论

第一节 医学影像学发展简史及临床地位与作用

一、医学影像学发展简史

1895年,德国物理学家伦琴在研究阴极射线时,偶然发现一种能穿透物体并能使荧光物质发光、胶片感光的射线,因当时不知其性质,故命名为“X射线”。伦琴为其夫人拍摄了世界上第一张手的X线照片,标志着人类无须解剖就可以在活体观察体内结构。该发现创造了一门新的医学学科——放射学,1901年,伦琴也成为首位诺贝尔物理学奖获得者。

1957年,美国物理学家Allan M. Cormack建立了人体组织对X线吸收量的数学计算模型,并在1963年制造了X线断层成像原型机。1967年,英国工程师Godfrey N. Hounsfield萌生了X射线计算机断层摄影(CT)成像的想法,并在1972年实现了人脑的CT成像。为此,Allan M. Cormack和Godfrey N. Hounsfield荣获了1979年诺贝尔生理学或医学奖。

1946年,美国物理学家Felix Bloch和Edward Purcell发现了磁共振现象。1971年,美国Raymond Damadian教授报道了大鼠的正常组织与肿瘤组织存在磁共振信号差异。1973年,美国化学家Paul C. Lauterbur和英国物理学家Peter Mansfield提出了应用梯度场获取磁共振信号的方法。1976年,首次实现了活体手指磁共振成像(MRI);1980年,实现了人类头部磁共振成像。为此,Paul C. Lauterbur和Peter Mansfield荣获了2003年诺贝尔生理学或医学奖。

20世纪80年代,研究者们研发出具有光电转换特性的非晶硒成像板,从而诞生了不以X线胶片为成像载体的数字X射线摄影(DR)技术。DR的出现不仅使图像质量提高、辐射剂量降低,更重要的是使医学影像学全面进入数字化时代。

现代医学影像学成像手段包括常规X线成像、计算机X线成像(CR)、DR、数字减影血管造影(DSA)、CT、MRI、超声成像(USG)、单光子发射计算机断层成像(SPECT)、正电子发射断层成像(PET)、PET-CT和PET-MRI等。这些医学成像技术在临床疾病诊断中发挥着不可替代的作用。

介入放射学是指在医学成像技术引导下,应用介入器材对人体疾病进行微创性诊断和治疗的医学学科。目前,介入放射学已经渗透到临床医学的各个学科,成为人类疾病微创性诊断和治疗的重要手段。

医学图像数字化不仅推动了图像存储与传输系统(PACS)的发展,也推动了信息放射学(info-RAD)和远程放射学等新兴学科的成立,这标志着医学影像学已经率先进入数字化时代和互联网时代。

自改革开放以来,我国引进了大量先进的医学影像学设备,配备于我国不同级别的医疗机构,实现了与世界发达国家的同步发展。目前,我国自主研发的高端DR、USG、CT及MRI等设备相继问世,推动了我国医学影像学的快速发展。

二、医学影像学的临床应用价值

1. 影像诊断学的临床应用价值

随着医学影像设备和检查技术的不断创新与发展,影像学检查在临床疾病诊断中的作用愈发重要。其应用价值主要体现在以下几个方面:①临床上仅据患者的临床表现及实验室检查,难以明确诊断时(如急性脑血管疾病、胸痛三联征等),经常需要借助影像学检查,以明确病变的性质和类型,这对于患者尤其是急诊患者是否能够获得及时有效治疗至关重要;②临床上疑似或需除外某些疾病时(如创伤后的骨折、肺癌的脑转移等),也常依赖影像学检查;③临床已确诊的疾病(如经实验室检查诊断的急性胰腺炎、经支气管镜活检诊断的中心型肺癌等),影像学检查可以进一步明确病变的范围、类型和分期,以利于制订合理的治疗方案及评估预后;④某些疾病(如骨折、胃癌等)在治疗中或治疗后,影像学检查对于评估疗效、判断肿瘤有无复发和转移,具有重要价值;⑤对于易发某些疾病的高危人群(如肝硬化患者、重度吸烟者、遗传性肾癌综合征的家族成员等),定期影像学检查有助于疾病(肝细胞癌、肺癌、肾细胞癌等)的早期发现和早期治疗;⑥影像学检查也常用于健康体检,能够早期发现病变尤其是某些恶性肿瘤(如早期肾细胞癌、早期乳腺癌),这对于疾病的及时治疗、改善预后均具有重要的临床意义;⑦影像学检查时,偶可意外发现未曾怀疑且具有重要临床意义的病变(如冠状动脉CTA检查时意外发现周围型肺癌)。

综上所述,影像学诊断具有很高的临床应用价值,然而,还存在一些局限性:①影像学诊断的主要依据是图像上的异常表现,而这些异常表现大多反映的是病变的大体形态学改变,并非组织病理学所见,往往缺乏特异性,致使某些疾病(如孤立性肺结节)的诊断和鉴别诊断常发生困难;②一些疾病发生、发展至产生异常影像学表现,需要一定的时间(如急性骨髓炎),从而使这部分疾病的早期检出和诊断受到限制;③影像学检查并非适用于所有疾病诊断,某些疾病并不具有确切的异常影像表现(如急性肾小球肾炎);④影像学检查的应用还有一定的禁忌证,如孕妇和儿童应慎用或禁用X线和CT检查,肾功能严重受损者则禁用含碘对比剂检查。应当指出,随着成像技术和检查方法的不断创新,上述的一些局限性正在不断被克服,如MRI的扩散加权成像对超急性期脑梗死的诊断、磁敏感加权成像对脑内小静脉发育畸形的检出、磁共振波谱对前列腺癌的诊断、超声弹性成像对乳腺病变的鉴别诊断等,这就进一步扩大了影像诊断学的应用领域,显著提升了其临床应用价值。

2. 介入放射学的临床应用价值

近年来,介入放射学作为微创诊疗的主要方法,以其创伤小、并发症少、适应证广、疗效确

切等优势,迅速发展为继内、外科之后的第三大临床治疗手段,并且在肿瘤及血管与非血管腔道疾病的诊断及治疗中发挥着越来越重要的作用。其主要临床应用价值为:①对于一些已不适合行手术治疗的疾病或患者(如中晚期肿瘤、患有某些疾病的高龄体弱者等),介入治疗依然可以发挥较好的治疗作用;②对于某些不愿意或不直接接受手术治疗的患者(如某些主动脉夹层、腹主动脉瘤、颈腰椎间盘突出、子宫肌瘤等),介入治疗可作为一种损伤小、疗效确切的有益选择;③某些暂时不适合外科手术治疗的疾病(如中晚期肝癌等),经介入治疗后可为二期外科手术创造良好的条件;④临床应用证实,某些疾病的介入治疗效果已经等同或优于其他治疗方法,如布加综合征、动脉硬化闭塞症、某些脑动脉瘤、颈内动脉海绵窦瘘等,介入治疗已成为这些疾病的首选治疗手段;⑤对于某些急性疾病,如深静脉血栓形成合并肺栓塞、支气管扩张咯血、化脓性胆囊炎/胆管炎等,介入治疗也已经成为首选治疗;⑥穿刺活检作为介入诊断学的重要组成部分,可为一些临床上难以确定性质病变的病理诊断提供确切的组织病理学标本,这对于最终明确诊断和选择治疗方案具有重要意义。

综上所述,介入诊疗与内、外科治疗已经成为三足鼎立的重要临床手段,明显扩大了临床治疗的适应证范围,并显示出很大的临床应用价值。然而,介入放射学作为一门新兴学科,依然存在许多亟待完善和解决的问题,特别是某些疾病介入治疗的中远期疗效尚有一定的限度:①恶性肿瘤的介入治疗(如原发性肝细胞癌),尽管有许多介入治疗新技术相继用于临床,并取得良好的近期临床效果,但都因存在治疗的不彻底性而于治疗后不同程度地出现复发或转移,因此需要进行反复多次的重复治疗;②某些狭窄、闭塞性血管疾病的介入治疗,尽管可以收到立竿见影的效果,但因存在一定程度的“治疗后管腔再狭窄”问题而影响中远期疗效;③对于某些恶性肿瘤(如食管癌和胆管癌等),以往的一些介入治疗技术仅仅是改善患者症状的姑息疗法,而对疾病本身并无治疗作用。

三、如何学习和运用医学影像学

就临床医师培养而言,认真学习并正确掌握和运用医学影像学对于实现培养目标,具有十分重要的意义。

1. 如何学习和运用影像诊断学

与培养从事影像诊断专业的医师不同,在临床医师培养中,学习影像诊断学应有如下侧重点:①熟悉各种成像技术的基本原理及检查方法,明确其各自的优势和不足,以便在临床工作中进行合理选用;②掌握各种成像技术和检查方法的图像特点,识别图像,即明确其属于何种成像技术和检查方法的基础;③熟悉不同成像技术和检查方法所获取图像上的正常所见和异常表现,这是进行影像诊断的主要依据,也是临床医师依影像诊断报告在图像上进行比对的关键;④重点掌握各系统部位的一些常见病和多发病的影像诊断要点,不但有利于理解影像诊断报告的内容,而且可依据图像上的表现评估疾病的严重程度和预后,以便及时与患者及其家属进行沟通。

申请影像学检查时,选择成像技术和检查方法是临床医师运用影像诊断学的首要环节,进行合理地选择,无疑能为临床医师及时提供重要的诊断资料,且可获得最佳经济/诊断效能比,

反之亦然。而这种合理的选择,就需要全面掌握各种成像技术和检查方法的适用范围及限度。如何正确对待影像诊断报告是临床医师运用影像诊断学的另一重要环节,影像诊断报告的结果可与临床最初拟诊的疾病相同或者相佐,甚至不能作出诊断。这就需要临床医师结合患者临床具体情况并参考这一诊断结果,必要时应及时与影像诊断专业医师进行沟通,以便在疾病后续临床处理中最大限度地发挥影像诊断的作用。

2. 如何学习和运用介入放射学

对于临床医师来说,学习介入放射学应主要侧重于全面了解和熟悉介入放射学所包含的各种诊疗技术的基本概念与基本原理、适应证与禁忌证、常见并发症与临床疗效,以及与其他临床治疗方法相比的优势与特点等,以便在临床工作中根据不同疾病及其不同病期,科学合理地选择适宜的介入诊疗方法,提出并确定最优治疗方案,使患者获得最佳治疗效果。

(贾海涛)

第二节 常用成像方法和临床应用

一、常规 X 线图像特点和临床应用

1. 常规 X 线的图像特点

基于 X 线的穿透性和人体组织器官密度及厚度的差异, X 线穿透人体不同组织会发生不同程度的衰减,在胶片、荧光屏、成像板或平板探测器上形成不同灰度的影像,从而让我们能够分辨器官的界限以及正常组织与病变组织的差别。因此, X 线图像是模拟灰度图像,人体组织器官密度和厚度的差别是产生影像对比的基础。

不同密度的人体组织在 X 线图像上具有不同的表现(图 1-1):①高密度的骨组织和钙化灶在 X 线图像上表现为白影;②中等密度的肌肉、软骨、实质器官、结缔组织和体液在 X 线图像上表现为灰影;③低密度的脂肪组织和气体在 X 线图像上表现为黑影。当病变与正常组织密度差别较大时, X 线检查可以显示病变,例如,实变的肺组织表现为密度增高,坏死的骨组织表现为密度减低。由此可见,要识别出组织器官的病变,首先应熟悉正常组织器官的 X 线解剖和密度特点,结合病理学知识解释 X 线图像上的改变并结合临床表现才能作出正确诊断。

人体空腔脏器在 X 线图像上显示不佳,但引入人工对比剂可显示其形态与功能。依据原子序数,对比剂可分为高密度对比剂和低密度对比剂。医用硫酸钡是高密度对比剂,主要用于食管和胃肠道造影检查。水溶性有机碘是最常用的高密度对比剂,分为离子型和非离子型。碘对比剂可引起不良反应,因此,肝肾功能严重受损、甲状腺功能亢进、恶病质,婴幼儿、高龄者和过敏体质者应慎用。空气、氧气、二氧化碳是常用的低密度对比剂。

对比剂的引入方式分为直接引入法和间接引入法。直接引入法包括:①通过口服引入钡剂的消化道造影;②通过灌肠引入钡剂的结肠造影;③通过肛门插管引入钡剂和气体的结肠气钡双重造影;④通过穿刺胆管注入碘对比剂的胆道造影;⑤通过穿刺血管注入碘对比剂的血管

造影。间接引入法是利用器官对碘剂的特异性排泄和浓聚来显示器官的形态和功能,例如,排泄性尿路造影通过注入含碘对比剂可显示泌尿系统的形态,再根据对比剂排泄的程度和速度大致评估肾脏的功能。

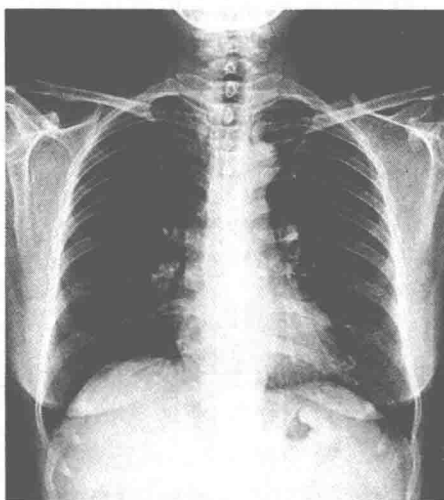


图 1-1 胸部后前位 X 线图像

注 X 线图像为模拟灰度图像,肋骨、锁骨等骨组织密度高,呈白影;纵隔内的心脏和大血管密度较高,也呈白影;肺组织密度低,呈黑影;两侧乳房密度中等,呈灰影。

2. X 线摄影检查的临床应用

普通 X 线摄影主要的适用范围:①具有良好自然对比的器官和部位所发生的病变,如胸部、骨关节和乳腺疾病等;②与周围结构有明显密度对比的病变,如胆系和泌尿系统阳性结石、气腹和肠梗阻等。X 线造影主要适用于消化系统、泌尿系统和心血管系统疾病的诊断。影像数字化是 X 线成像最新及最重要的进展,目前,以模拟图像为特点的传统 X 线成像已经逐渐过渡为数字化成像,计算机 X 线摄影(CR)和数字 X 线摄影(DR)是主要的 X 线数字化成像方式。

二、CT 图像的特点和临床应用

(一) CT 图像的特点

1. CT 图像是数字化模拟灰度图像

CT 图像上的灰度代表组织和病变的密度,反映的是 X 线吸收系数。含气的肺组织吸收 X 线少,在 CT 图像上呈黑影,即低密度;肌肉等软组织吸收中等剂量的 X 线,呈灰影,即中等密度;骨组织吸收 X 线多,呈白影,即高密度。

2. CT 图像具有较高的密度分辨力

CT 图像的密度分辨力明显高于常规 X 线图像,可区分对 X 线吸收差别较小的软组织,能清楚显示脑、肝、胰、脾、肾等软组织器官及其病变。虽然 CT 图像的空间分辨力不及常规 X 线图像,但是高密度分辨力所产生的诊断价值远远超过空间分辨力不足的负面影响。CT 增强检查是通过静脉注射高密度碘对比剂以增加病变与周围组织结构的密度对比,有利于病变的

检出和诊断。

3. CT 图像的密度能够进行量化评估

CT 图像上组织器官和病变的密度可以用 X 线吸收系数量化评估,临床上常用 CT 值表示,单位为亨氏单位(HU)。X 线吸收系数与 CT 值的换算关系如下:水的吸收系数为 1,CT 值定为 0HU;人体内密度最高的骨皮质吸收系数为 2,CT 值定为 +1000HU;人体内密度最低的气体吸收系数为 0,CT 值定为 -1000HU,因此,人体组织的 CT 值位于 -1000~+1000HU 的 2000 个分度之间。临床上常使用窗技术,通过调整窗宽和窗位,以最佳显示组织和病变。提高窗位,荧光屏上所显示的图像变黑;降低窗位,则图像变白。增大窗宽,图像的层次增多,组织间对比度下降;缩小窗宽,图像的层次减少,组织间对比度增加。

4. CT 图像为断层图像

CT 图像是横轴位断层图像,各组织结构影像无重叠,提高了病灶的检出率。然而,断层图像不利于器官和病灶的整体显示。CT 断层图像是由一定厚度的组织结构重建而成的图像。当一个扫描层面厚度内只含有一种组织时,所测量的 CT 值代表该组织的密度。但是,在一个扫描层面的厚度内同时含有两种或两种以上不同密度的组织时,其所显示的密度并不代表任何一种组织,所测得的 CT 值为平均值。这种现象被称为部分容积效应或部分容积现象,可影响微小病变的显示和诊断。可采用更薄的准直、更小的重建层厚和特殊算法进行图像重建,如高分辨率 CT(HRCT),以利于微小结构和病变的显示。

(二) CT 检查的临床应用

CT 检查的密度分辨率高,易于发现病变;检查时间短,增加了受检者的流动量,尤其对危重患者更为适用;能一次快速完成全身扫描,实现运动器官的成像和动态观察;经过计算机处理后,可行图像的三维重建;静脉注射对比剂后,可连续动态观察感兴趣区内组织结构多期相表现特征;CT 灌注成像可评估正常和病变组织的血流灌注状态,目前主要适用于急性和超急性脑缺血的诊断、脑梗死后缺血半暗带的诊断及肿瘤新生血管的观察、疾病治疗后疗效的评估等;能谱 CT 成像可行物质的定性、定量分析,有助于鉴别肿瘤的良好、恶性以及积液性质的量化成分;低剂量 CT 成像已逐渐应用于肺癌、结肠癌、冠心病等多种疾病的筛查。CT 检查的临床应用较广,包括人体多个系统和解剖部位,其中在中枢神经系统、头颈部、胸部、心血管系统、腹盆腔和骨骼肌肉系统等应用较为广泛。

三、MRI 图像的特点和临床应用

(一) MRI 图像的特点

1. MRI 图像是数字化模拟灰度图像

MRI 图像上的灰度代表组织和病变的信号强度,反映的是弛豫时间的长短。

2. MRI 图像具有多个成像参数

MRI 成像参数主要包括 T_1 弛豫时间、 T_2 弛豫时间和质子密度弛豫时间,反映相应弛豫时间差别的 MRI 图像分别称为 T_1 加权像(T_1WI)、 T_2 加权像(T_2WI)和质子密度加权像(PdWI)。人体不同组织及其病变具有不同的弛豫时间,因此,在相应加权像上产生不同的信

号强度,表现为不同的灰度。因此,正常组织与病变之间弛豫时间的差别是磁共振成像诊断疾病的基础。在 T_1 WI 和 T_2 WI 上, T_1 和 T_2 弛豫时间与信号强度的关系不同:短的 T_1 值(简称短 T_1)呈高信号,如脂肪组织;长的 T_1 值(简称长 T_1)呈低信号,如脑脊液;短的 T_2 值(简称短 T_2)呈低信号,如骨皮质;长的 T_2 值(简称长 T_2)呈高信号,如脑脊液(图 1-2)。表 1-1 列举了一些正常组织和病理组织在 T_1 WI 和 T_2 WI 上的信号强度。

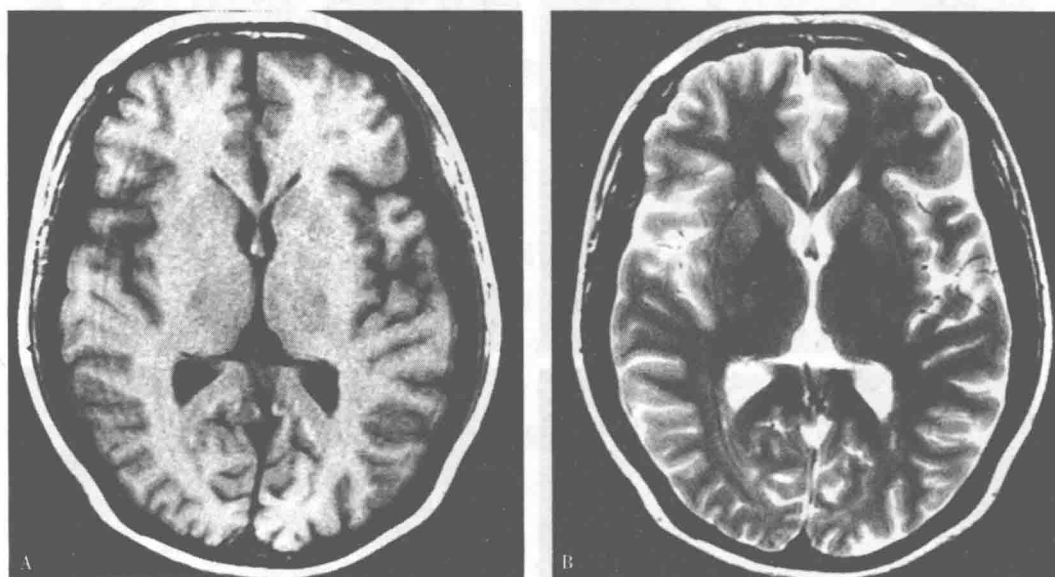


图 1-2 颅脑 MRI 检查图像

注 A.自旋回波(SE) T_1 WI 检查,脑白质和脑灰质分别为中高和中低信号,脑脊液为低信号;B.SE T_2 WI 检查,脑白质和脑灰质分别为中低和中高信号,脑脊液为高信号。

表 1-1 人体正常组织和病理组织的信号强度

组织	T_1 WI	T_2 WI
脑白质	中高	中低
脑灰质	中低	中高
脑脊液	低	高
脂肪	高	中高
骨皮质	低	低
水肿	低	高
含水囊肿	低	高
亚急性血肿	高	高
瘤结节	中低	中高
钙化	低	低

MRI 增强检查通过静脉注射对比剂,改变组织与病变在 T_1 WI 或 T_2 WI 图像上的信号强度对比,以利于病变的检出和诊断。MRI 常用对比剂为含钆(Gd)的顺磁性螯合物,主要缩短 T_1 值,增加 T_1 WI 图像上病变的信号强度,提高与正常组织间的信号强度对比。

3. MRI 图像具有多种成像序列

最常用的 MRI 成像序列是自旋回波序列和快速自旋回波序列,梯度回波、反转恢复和平面回波成像等成像序列也经常应用。这些成像序列具有不同的成像速度和不同的组织对比,因此具有不同的临床应用价值(图 1-3)。

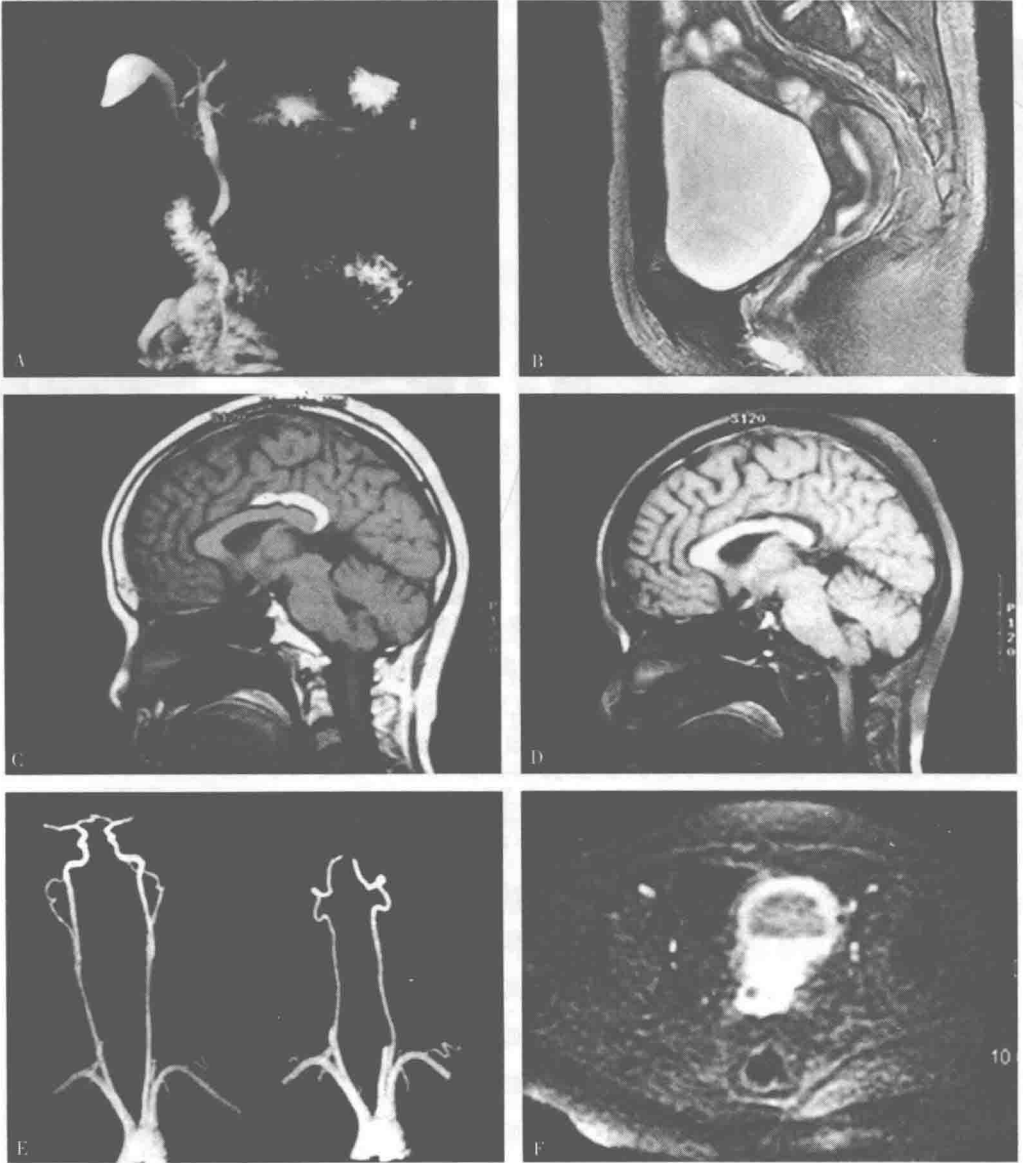


图 1-3 MRI 的检查技术和图像特点

注 A.正常磁共振胆管成像(MRCP),胆囊、左右肝管、肝总管、胆总管、主胰管显影,未见异常;B.盆腔矢状面脂肪抑制 T_2 WI,清楚显示子宫各解剖带及子宫与膀胱关系;C、D.胼胝体脂肪瘤,常规 T_1 WI(C)胼胝体体部及压部上方可见弯曲条带状高信号,于脂肪抑制 T_1 WI(D)上高信号脂肪被抑制成低信号;E.正常颈部 MRA,双侧颈总动脉、颈内动脉颈段、双侧锁骨下动脉近段、双侧椎动脉颅内段走行自然,信号均匀,管腔未见局限性狭窄、扩张;F.宫颈癌,子宫颈于扩散加权成像(DWI)上可见团块状高信号,是由于肿瘤内水分子扩散运动受限所致。

4. MRI 图像为直接获取的多方位断层图像

MRI 检查可以根据需要,直接进行横轴位、冠状位、矢状位以及其他方位的斜面断层成像(图 1-3B)。获得的多方位图像有利于显示组织结构间的解剖关系,也有利于明确病变的起源部位及范围。

5. MRI 图像具有较高的软组织分辨力

在不同成像序列所获得的 MRI 图像上,不同组织和病变具有不同的信号强度,不仅有助于病变的检出,还有助于确认病变的组织学类型。例如,亚急性出血和脂肪组织在 T_1 WI、 T_2 WI 上均呈高信号,在脂肪抑制序列图像上,脂肪组织呈低信号(图 1-3C、D),而亚急性出血依然为高信号。

6. MRI 图像受流动效应影响

血液、脑脊液等流动液体的 MRI 信号表现复杂,与流速、流动类型和成像序列等因素有关。例如,在自旋回波(SE)序列图像上,高速血流由于流空效应表现为低信号;而在梯度回波脉冲(GRE)序列图像上,血流因流入相关增强效应而呈高信号。此外,流体的流速还可诱导流动的质子发生相位改变。流入相关增强效应和流速诱导的流动质子的相位改变分别为磁共振血管成像(MRA)时间飞跃法和相位对比法成像的物理基础。MRA 检查不仅能显示血管形态,还能提供血流方向和流速信息(图 1-3E)。

7. MRI 图像可显示组织磁敏感性差异

梯度回波序列和磁敏感加权成像(SWI)可显示正常组织之间或组织与病变之间磁敏感性的差异。可用于显示小静脉、微出血、铁沉积和钙化等。

8. MRI 图像可直接显示含水的管道系统

磁共振水成像可以利用重 T_2 WI 序列,无须使用对比剂,就能显示含有液体的管道系统。例如,MR 胰胆管成像(MRCP)可以显示胆总管、胰管、胆囊、胆囊管及肝内、外胆管的管腔形态;MR 尿路成像(MRU)可显示肾盂、肾盏、输尿管及膀胱的形态。

9. MRI 可活体检测组织化学成分

磁共振波谱成像(MRS)是利用化学位移现象来测定活体组织化学成分和含量的检查方法,常用的是氢质子(^1H)波谱技术。由于不同化合物中 ^1H 的共振频率存在差异,导致其在 MRS 谱线中共振峰的位置不同,据此可判断化合物的性质;峰下面积反映了化合物的浓度,据此可进行定量分析。

10. MRI 图像可显示水分子扩散运动

扩散加权成像(DWI)是通过特定成像序列对组织和病变内水分子扩散运动及其受限程度进行成像的方法(图 1-3F)。扩散张量成像(DTI)可更全面、准确地显示水分子的扩散运动,亦可用于重建脑白质纤维束。

11. MRI 图像可反映组织血流灌注信息

动态磁敏感对比(DSC)和动脉自旋标记(ASL)是目前常用的两种 MRI 灌注加权成像(PWI)方法。前者需要注射对比剂,利用顺磁性对比剂所引起的磁敏感效应进行成像;后者无须注射对比剂,通过标记动脉内 ^1H 进行成像。

12. MRI 图像可显示脑区功能与连接

功能磁共振成像 (fMRI) 可反映人脑功能信息以及病变导致的功能变化, 包括任务态 fMRI 和静息态 fMRI。前者显示特定任务所引起的脑区激活, 临床上常被用于运动和语言区定位; 后者可通过分析脑区之间活动的相关性研究脑区之间的功能连接。

(二) MRI 检查的临床应用

MRI 检查的组织分辨力高, 对于病变的检出和特征显示有一定优势, 且可行弥散成像、灌注成像、氢质子磁共振波谱 ($^1\text{H}-\text{MRS}$) 成像、MR 波谱成像和磁敏感加权成像检查, 极大地拓展了其临床应用范围。目前临床上主要用于: ① 中枢神经系统、头颈部、乳腺、纵隔、心脏大血管、腹盆腔、肌肉软组织和骨髓等病变的诊断和鉴别诊断; ② 一些 X 线、CT 和超声检查难以发现的疾病, 如脑内微小转移瘤、骨挫伤、关节软骨退变和韧带损伤; ③ fMRI 和 $^1\text{H}-\text{MRS}$ 成像有利于疾病的早期发现、诊断及鉴别诊断, 如应用 DWI 早期检出超急性期脑梗死、鉴别脑脓肿和脑转移瘤, 应用 $^1\text{H}-\text{MRS}$ 成像诊断及鉴别前列腺疾病等。

(贾海涛)

第三节 医学影像学新进展

一、分子影像学的发展概况

分子影像学是在活体状态下, 运用影像学技术对细胞、亚细胞和分子水平的生物学事件进行成像, 直观反映活体内基因、蛋白质等分子水平的变化, 对相应的病理生理改变进行定性和定量研究的一门新学科, 是医学影像学技术与分子生物学、病理学、化学、物理学和计算机科学相结合的产物。分子影像学技术包括成像技术和分子探针技术。成像技术包括放射性核素成像、CT、磁共振成像、超声成像、光学成像以及由上述成像模式组合而成的多模态成像。分子探针是指能与靶分子或靶细胞特异性结合, 经过标记后可被特定成像技术显示的分子, 如核素标记分子探针、荧光标记分子探针、超声微泡标记分子探针、金属纳米颗粒标记分子探针等。分子影像学已广泛应用于肿瘤、心血管疾病、神经系统疾病等多个领域的研究。

与传统分子生物学技术相比, 分子影像学具有如下特征与优势: ① 直观, 可以将复杂的分子生物学信息转换成直观的图像呈现; ② 动态, 可以在同一活体中连续多次观察生物学事件的发生、发展过程; ③ 空间定位, 利用图像融合技术, 可以同时定位生物学事件的解剖位置和范围。与传统影像学相比, 分子影像学不仅可以提供形态学信息, 还可以对活体内特定的生物学事件进行成像, 可用于疾病的超早期诊断、分子分型、精确分期、靶向治疗、药物疗效预测和治疗效果监测等。

分子影像学可以在分子水平上对活体直观、动态地显示疾病病理生理改变中的关键生物学事件, 为疾病的发生、发展研究及早期精准诊疗提供重要的工具, 并有利于缩短新药的研发进程, 降低研发成本。但是, 分子影像学的大多数技术尚处于实验阶段, 需要加速研究, 并促进其临床转化。