

主编◎唐光健 秦乃姗

XIANDAIQUANSHENCT

现代全身

CT

诊断学

ZHENDUAXUE

(第3版)

上卷



中国医药科技出版社

现代全身 CT 诊断学

(第 3 版)

上 卷

主编 唐光健 秦乃姗

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是《现代全身 CT 诊断学》的第 3 版,由一批国内权威专家根据多年的 CT 诊断经验及科研成果并参考国内外相关资料编写而成。除按系统阐明疾病的 CT 诊断外,还设置篇章论述 CT 在急诊中的应用,在口腔颌面科的应用,儿童疾病的 CT 诊断等。对 CT 在影像学中地位、CT 在诊断疾病所起的作用、CT 图像的质量控制与质量保证等问题给予了描述。本书强调了 CT 图像与病理的对照,重视 CT 与其他影像学检查方法的关联与评价,并注意探讨一些疑难疾病的诊断要点。

本书在第 2 版的基础上,增加介绍了因 CT 设备技术的进展对疾病诊断研究成果的应用,如 CT 灌注、能谱 CT 等;对口腔疾病,肝、胆、胰、脾疾病的 CT 诊断等均做了较大篇幅的改动,内容更为全面,更贴近临床实际需要。全书共 200 余万字,4000 余幅图,并编有主题词索引,易读易懂,好记好学,普及与提高兼顾,可作为新手入门的阶梯,也可供有一定工作经验的医师系统学习或应急查阅。适用于放射科医师及各科临床医师、研究生作为参考书及继续教育的教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代全身 CT 诊断学/唐光健等主编. —3 版. —北京:中国医药科技出版社,2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5067 - 6272 - 4

I. ①现… II. ①唐… III. ①计算机 X 线扫描体层摄影 - 诊断学 IV. ①R814. 42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 186721 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行:010 - 62227427 邮购:010 - 62236938

网址 [www. cmstp. com](http://www.cmstp.com)

规格 A4

印张 $119\frac{3}{4}$

字数 3095 千字

初版 2008 年 12 月第 1 版

版次 2013 年 11 月第 3 版

印次 2013 年 11 月第 3 版第 1 次印刷

印刷 三河市腾飞印务有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 6272 - 4

定价 498.00 元(上、下卷)

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换



汪绍训 (1907 ~ 1986)



李松年 (1922 ~ 2004)

谨以此书献给我国放射学先驱，伟大的医学教育家，我们敬爱的老师汪绍训教授、李松年教授！

主编 唐光健 秦乃姗

编委 (按姓氏笔画排序)

马大庆 首都医科大学附属北京友谊医院
马绪臣 北京大学口腔医院
王鸣鹏 上海华东医院
王振常 首都医科大学附属北京同仁医院
王照谦 大连医学院第一附属医院
石木兰 中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤医院
叶滨滨 广州中山大学附属第一医院
吕 滨 中国医科大学阜外医院
祁 吉 天津医科大学附属第一中心医院
刘怀军 河北医科大学第二医院
杨志刚 四川大学华西医院
李宏军 河南南阳医专附属医院
李健丁 山西医科大学第一医院
李铁一 首都医科大学附属北京友谊医院
余永强 安徽医科大学第一医院
宋 斌 四川大学华西医院
闵鹏秋 四川大学华西医院
张贵祥 上海交大附属上海市第一人民医院
张晓鹏 北京大学临床肿瘤学院
张雪哲 北京中日友好医院
陈九如 上海闸北区中心医院
陈金城 广州暨南大学医学院附属医院
周存昇 山东省立医院
金征宇 北京协和医科大学协和医院
屈 辉 北京积水潭医院
施增儒 上海第二军医大学长征医院
袁新宇 北京市儿科研究所
谢敬霞 北京大学第三医院
鲍润贤 天津肿瘤医院

参编人员

(按姓氏笔划排序)

于 红	马大庆	马绪臣	王 萱
王 鹤	王之龙	王夕富	王予生
王鸣鹏	王振光	王晓红	王继琛
王照谦	牛延涛	石木兰	石明国
叶兆祥	叶滨滨	冉慕光	仪晓立
白凤森	吕 滨	任 安	乔 英
全冠民	祁 吉	刘东明	刘怀军
闫涓淳	孙 昊	孙应实	孙志鹏
杨正汉	杨志刚	李 骋	李 辉
李宏军	李坤成	李松年	李健丁
李铁一	李雪丹	李惠民	吴 苾
邑晓东	余永强	沈 文	宋 彬
闵鹏秋	张 岩	张 晶	张 瑾
张 燕	张 旭	张少雄	张竹花
张林川	张贵祥	张晓鹏	张雪林
张雪哲	张薇薇	邵 恒	陈九如
陈步东	陈金城	陈燕萍	陈疆红
范 森	周 全	周存昇	屈 辉
荆宝莲	赵 霞	赵振军	南喜文
钟欢欢	禹纪红	洪荣寰	施增儒
宦 怡	姚树展	顾 翔	袁 放
袁新宇	秦乃姗	徐均超	徐赛英
钱银锋	高 艳	高志鹏	唐光健
曹 程	黄子星	程晓光	谢敬霞
鲍润贤	薛华丹	戴汝平	戴景蕊

第3版前言

首先请允许我代表本书所有的编者向广大的读者致以真诚的感谢，感谢你们多年来对本书的支持，对CT影像诊断学的追求，也感谢你们为本书提出的宝贵意见和建议，从而使本书能够不断的改进和更新。《现代全身CT诊断学》第3版经过广大编者一年多的努力终于完成了。在这里我们特别怀念为本书第1版与第2版呕心沥血，做出了巨大贡献的主编李松年教授。

在本书第1版编纂时，李松年教授就为全书定下了编写原则，即不拘泥于形式，由各作者自己发挥，将所撰写领域的精髓与自己的领悟分享给读者。第1版和第2版问世后，得到了广大读者与同仁的喜爱。第2版秉承了第1版的宗旨，并增加了多排螺旋CT，冠状动脉CTA，SARS与艾滋病、CTPET诊断等内容。与第2版相比，此次修订延续了文字的综述风格，便于读者深入了解相关方面的细节。在内容上，增加介绍了因CT设备技术的进展对疾病诊断研究成果的应用，如CT灌注、能谱CT等；本次修订对口腔疾病的CT诊断，肝、胆、胰、脾疾病的CT诊断等均做了较大篇幅的改动，内容更为全面，更贴近临床实际需要。本次修订更换了大量的图片，参考价值进一步提高，也最大限度地保证了向读者提供尽可能丰富和最新的知识与信息。各篇作者在撰写内容的领域内均有不同程度的造诣，读者能够通过本书提供的平台与作者分享他们的经验与体会，这也是本书期望能够达到的目的之一。随着CT、MRI技术的不断普及，系统为主线的综合影像诊断势必将成为医学影像的主流，也许“CT诊断”只是发展长河中一个短暂的阶段，转瞬即逝，但它毕竟是一定历史时期的需求，应该也能够在现阶段发挥其应有的作用。

再一次感谢为此书付出辛勤劳动的各位编者，感谢唐光健教授为本书撰写忙碌的日日夜夜。

愿以此书献给我的老师、前辈们，献给众多关心支持本书的作者与同仁。

秦乃姗
2013年初夏

第2版前言

《现代全身CT诊断学》第二版经过广大编者2年多的努力终于完成了。在这里我们特别怀念为本书第一版与第二版呕心沥血，做出了巨大贡献的主编李松年教授。就在病发的前一天晚上，他还在为第二版书稿的组织与作者电话联系，本书的出版，也可告慰李老的在天之灵了。

在组织第一版时，李教授就为本书定下了编写原则，就是不多给作者限定过多的条框，也大致不限定字数，由各作者自己发挥，充分介绍在所撰写领域的进展与自己的领悟，以求给读者以更全面的信息，既涉及各系统的病变的临床与诊断，也介绍相当的前沿内容，是不同层次的读者都能从书中获益。第一版问世后，逐渐得到了广大读者与同仁的喜爱，前后共三次印刷，印数达到了9000册，这在专业书籍中是不多见的。第二版秉承了第一版的宗旨，并增加了多排螺旋CT、冠状动脉CTA、SARS与艾滋病、CTPET诊断等内容，更换了大量的图片，使图书与时俱进、更接近目前的CT诊断状况，达到了200余万字，图片3600余幅，参考价值得到了进一步提高。虽然这种安排在表面上显得整部图书的格式不甚统一，但这种不统一却与各篇内容的要求相适应的，也最大限度地保证了向读者提供尽可能丰富的知识与信息。各篇作者在撰写内容的领域内均有不同程度的造诣，读者能够通过本书提供的平台与作者分享他们的经验与体会，这也是本书期望能够达到的目的之一。

全部书稿完成，掩卷搁笔，放眼窗外的夜空，仿佛看到汪老、李老以及众多前辈们的音容，感叹时光的流逝，技术进步的迅速，也深感自己肩上担当的责任。随着CT、MRI技术的不断普及，系统为主线的综合影像诊断势必将成为医学影像的主力，也许“CT诊断”只是发展长河中一个短暂的阶段，转瞬即逝，但它毕竟是一定历史时期的需求，应该也能够在现阶段发挥其应有的作用。

愿以此书献给我的老师、前辈们，献给众多关心、支持本书的读者与同仁们。

唐光健
2006年夏

目 录

1	CT 成像技术概论	(1)
1.1	CT 的发明与发展	(3)
1.2	CT 成像	(7)
1.3	CT 扫描技术临床应用概述	(26)
1.4	CT 图像后处理	(31)
1.5	CT 图像的质量保证与质量控制	(36)
1.6	CT 的 X 线剂量规范与低剂量扫描	(52)
2	CT 用水溶性碘对比剂	(61)
2.1	水溶性含碘对比剂的发展沿革	(61)
2.2	水溶性碘对比剂的分类、性质与不良反应	(64)
2.3	水溶性碘对比剂不良反应、并发症的诊断与防治	(67)
3	颅脑疾病的 CT 诊断	(72)
3.1	检查方法	(74)
3.2	颅脑的正常 CT 解剖	(77)
3.3	脑先天性疾病	(90)
3.4	脑血管病	(127)
3.5	颅内肿瘤性病变	(160)
3.6	颅内感染性疾病	(208)
3.7	脑白质营养不良	(253)
3.8	基底节钙化和基底节 CT 低密度的诊断与鉴别	(265)
4	脊柱与脊髓疾病的 CT 诊断	(282)
4.1	脊柱与脊髓的 CT 检查方法与 CT 解剖	(283)
4.2	脊柱与脊髓的先天性异常	(294)
4.3	脊柱与脊髓炎症及感染性疾病	(314)
4.4	脊柱退行性病变	(320)
4.5	脊柱血管疾病	(338)
4.6	脊柱与脊髓肿瘤及肿瘤样病变	(340)
4.7	腰椎融合与内固定的术后 CT 评价	(370)
5	五官头颈病变的 CT 诊断	(375)
5.1	眼部病变的 CT 诊断	(377)
5.2	颞骨及耳部疾病的 CT 诊断	(414)

5.3	鼻和鼻窦疾病的 CT 诊断	(450)
5.4	咽部疾病的 CT 诊断	(511)
5.5	喉部疾病的 CT 诊断	(486)
5.6	颈部疾病的 CT 诊断	(525)
6	呼吸系统疾病的 CT 诊断	(556)
6.1	呼吸系统的 CT 检查方法	(557)
6.2	呼吸系统的正常 CT 表现	(558)
6.3	呼吸系统病变的 CT 基本表现	(564)
6.4	气管、支气管疾病	(579)
6.5	肺部疾病	(585)
6.6	胸膜、胸壁疾病	(621)
6.7	横膈疾病	(626)
6.8	胸部 CT 对于胸部疾病诊断的作用	(628)
7	纵隔疾病的 CT 诊断	(630)
7.1	纵隔 CT 扫描及其在纵隔疾病诊断中的作用	(630)
7.2	纵隔的正常解剖及纵隔分区	(634)
7.3	纵隔肿瘤的 CT 诊断	(641)
7.4	其他纵隔疾病	(655)
8	心脏大血管疾病的 CT 诊断	(659)
8.1	心脏大血管疾病的 CT 检查方法	(660)
8.2	正常心脏大血管的 CT 解剖	(661)
8.3	冠状动脉病变的 CT 诊断	(673)
8.4	心肌病的 CT 诊断	(700)
8.5	心脏瓣膜病的 CT 诊断	(703)
8.6	心脏肿瘤的 CT 诊断	(706)
8.7	先天性心脏病的 CT 诊断	(710)
8.8	心包病变的 CT 诊断	(721)
8.9	主动脉病变的 CT 诊断	(725)
9	乳腺疾病的 CT 诊断	(735)
9.1	概述	(736)
9.2	乳腺的 CT 检查方法	(737)
9.3	正常乳腺的 CT 表现	(737)
9.4	乳腺 CT 检查的适应证与限度	(743)
9.5	乳腺良性疾病的 CT 诊断	(747)
9.6	乳腺良性肿瘤的 CT 诊断	(753)
9.7	乳腺恶性肿瘤的 CT 诊断	(755)
9.8	男性乳腺病变	(767)
9.9	乳腺 CT 功能成像	(769)

10	肝、胆、胰、脾疾病的 CT 诊断	(779)
10.1	肝脏疾病的 CT 诊断	(780)
10.2	胆囊、胆管疾病的 CT 诊断	(847)
10.3	胰腺疾病的 CT 诊断	(866)
10.4	胆胰管十二指肠连接区疾病的 CT 诊断	(922)
10.5	脾脏疾病的 CT 诊断	(927)
11	泌尿系统疾病的 CT 诊断	(951)
11.1	泌尿系统的 CT 检查	(953)
11.2	泌尿系统先天发育异常	(954)
11.3	泌尿系统肿瘤	(972)
11.4	肾、输尿管及膀胱结核	(1009)
11.5	肾的囊性病变	(1019)
11.6	泌尿系统感染性疾病	(1031)
11.7	泌尿系统结石	(1044)
11.8	肾血管疾病的 CT 诊断	(1051)
11.9	反流性肾病和梗阻性肾病	(1070)
12	胃肠道疾病的 CT 诊断	(1079)
12.1	概述	(1081)
12.2	食管疾病的 CT 诊断	(1089)
12.3	胃部疾病的 CT 诊断	(1099)
12.4	十二指肠疾病的 CT 诊断	(1125)
12.5	小肠疾病的 CT 诊断	(1140)
12.6	结肠疾病的 CT 诊断	(1156)
12.7	直肠疾病的 CT 诊断	(1173)
12.8	阑尾病变的 CT 诊断	(1188)
12.9	前腹壁与腹膜病变的 CT 诊断	(1192)
13	腹膜腔及腹膜后间隙疾病的 CT 诊断	(1210)
13.1	腹膜腔及腹膜后间隙疾病的 CT 检查方法	(1210)
13.2	腹膜腔与腹膜后间隙的放射解剖学研究及其与影像诊断的相关性	(1212)
13.3	腹膜腔疾病的 CT 诊断	(1222)
13.4	腹膜后间隙疾病的 CT 诊断	(1227)
14	腹盆部淋巴结病变的 CT 诊断	(1238)
14.1	腹盆部淋巴结的 CT 检查	(1238)
14.2	腹盆部主要淋巴结的解剖分布	(1239)
14.3	腹盆部淋巴结与脏器淋巴系之间的联系	(1241)
14.4	腹盆部淋巴结的正常 CT 表现	(1243)
14.5	腹盆部淋巴结病变的 CT 表现特征及其病理学基础	(1243)

14.6	腹盆部淋巴结主要病变的 CT 鉴别诊断	(1257)
15	女性盆腔疾病的 CT 诊断	(1260)
15.1	女性盆腔的 CT 检查方法	(1261)
15.2	女性盆腔器官的正常 CT 解剖	(1262)
15.3	女性生殖系统先天异常	(1264)
15.5	子宫内膜异常	(1273)
15.6	输卵管妊娠	(1279)
15.7	卵巢良性囊性病变	(1286)
15.8	卵巢与输卵管肿瘤	(1297)
15.9	子宫肿瘤	(1315)
16	男性盆腔疾病的 CT 诊断	(1341)
16.1	男性盆腔的 CT 检查方法与解剖	(1341)
16.2	前列腺病变的 CT 诊断	(1348)
16.3	睾丸病变的 CT 诊断	(1358)
16.4	精囊病变的 CT 诊断	(1368)
16.5	盆腔其他少见病变的 CT 诊断	(1369)
17	肌肉与骨关节系统疾病的 CT 诊断	(1374)
17.1	骨关节创伤	(1375)
17.2	CT 三维影像后处理技术在骨关节中的应用	(1387)
17.3	骨骼肌肉系统肿瘤与肿瘤样病变	(1392)
17.4	骨关节感染性疾病	(1425)
17.5	骨坏死	(1429)
17.6	骨定量 CT	(1432)
18	口腔颌面部疾病 CT 诊断	(1436)
18.1	概述	(1437)
18.2	口腔颌面部正常影像学表现	(1439)
18.3	口腔颌面部发育性疾病	(1450)
18.4	颌面部炎症	(1455)
18.6	唾液腺疾病	(1479)
18.7	口腔癌	(1492)
18.8	血管瘤与脉管畸形	(1497)
18.9	口腔颌面部其他常见软组织肿瘤及瘤样病变	(1502)
18.10	颌面部骨折	(1509)
18.11	颞下颌关节疾病	(1516)
19	内分泌系统疾病的 CT 诊断	(1523)
19.1	垂体	(1524)
19.2	甲状腺与甲状旁腺	(1534)

19.3	肾上腺·····	(1548)
19.4	内分泌腺·····	(1576)
19.5	APUD 系统·····	(1590)
20	儿童常见疾病的 CT 诊断·····	(1602)
20.1	儿童 CT 检查方法·····	(1603)
20.2	儿童颅脑疾病的 CT 诊断·····	(1605)
20.3	儿童颈、胸部疾病的 CT 诊断·····	(1627)
20.4	儿童腹部、盆腔疾病的 CT 诊断·····	(1641)
21	创伤的 CT 诊断·····	(1682)
21.1	头部创伤·····	(1683)
21.2	胸部创伤·····	(1712)
21.3	腹部创伤·····	(1718)
21.4	脊柱创伤·····	(1735)
21.5	骨盆创伤·····	(1747)
21.6	四肢骨与关节创伤·····	(1757)
22	艾滋病合并脑内、肺内机遇性病变的 CT 诊断·····	(1765)
22.1	概述·····	(1765)
22.2	艾滋病发病机制及病理·····	(1766)
22.3	艾滋病的临床表现特点·····	(1768)
22.4	艾滋病神经系统病变与 CT 表现·····	(1769)
22.5	艾滋病肺部感染与肿瘤性病变的 CT 表现·····	(1782)
23	CT 介入放射技术的临床应用·····	(1791)
23.1	概述·····	(1792)
23.2	胸部 CT 介入放射技术·····	(1795)
23.3	腹部 CT 介入放射技术·····	(1799)
23.4	肌肉骨骼 CT 介入放射技术·····	(1806)
23.5	CT 导引下颅脑介入放射技术·····	(1810)
24	PET - CT 在肿瘤临床诊疗中的应用·····	(1814)
24.1	概述·····	(1815)
24.2	检查前准备·····	(1819)
24.3	PET - CT 图像正常表现·····	(1819)
24.4	肿瘤的 PET - CT 检查与诊断·····	(1821)
	关键词索引 (中文)·····	(1855)
	关键词索引 (英文)·····	(1882)

1 CT 成像技术概论

1.1 CT 的发明与发展	(3)	1.2.2.15 部分容积效应	(17)
1.1.1 CT 的发明	(3)	1.2.2.16 周围间隙现象	(17)
1.1.2 CT 的发展	(3)	1.2.2.17 常规 CT、普通 CT 与螺旋 CT 扫描方式	(17)
1.1.2.1 第一代 CT 扫描机	(3)	1.2.2.18 逐层扫描与容积扫描	(17)
1.1.2.2 第二代 CT 扫描机	(3)	1.2.2.19 纵向分辨率	(18)
1.1.2.3 第三代 CT 扫描机	(4)	1.2.2.20 物体对比度和图像对比度	(18)
1.1.2.4 第四代 CT 扫描机	(4)	1.2.2.21 接受器分辨率	(18)
1.1.2.5 第五代 CT 扫描机	(5)	1.2.2.22 动态范围	(18)
1.1.2.6 螺旋 CT 扫描机	(5)	1.2.2.23 零点漂移	(18)
1.1.2.7 CT 未来的发展	(7)	1.2.3 螺旋 CT 的基本原理	(18)
1.2 CT 成像	(7)	1.2.3.1 单层螺旋 CT	(18)
1.2.1 CT 成像原理	(7)	1.2.3.2 多层螺旋 CT	(21)
1.2.1.1 X 线的衰减及其衰减系数	(7)	1.2.3.3 数据的预处理	(22)
1.2.1.2 数据采集	(8)	1.2.3.4 64 层及以上螺旋 CT	(23)
1.2.1.3 CT 图像的重建	(9)	1.3 CT 扫描技术临床应用概述	(26)
1.2.1.4 CT 的窗口技术	(11)	1.3.1 CT 扫描的模式	(26)
1.2.1.5 CT 值的计算和人体不同组织的 CT 值	(13)	1.3.1.1 轴位扫描模式	(26)
1.2.2 CT 成像的相关概念	(15)	1.3.1.2 定位扫描模式	(26)
1.2.2.1 体素与像素	(15)	1.3.1.3 可变速扫描模式	(27)
1.2.2.2 采集矩阵与显示矩阵	(15)	1.3.1.4 螺旋扫描模式	(27)
1.2.2.3 重建与重组	(15)	1.3.1.5 定量骨密度测定	(27)
1.2.2.4 算法、重建函数核 (滤波函数)	(15)	1.3.1.6 胆系造影 CT 扫描	(27)
1.2.2.5 卷积	(15)	1.3.1.7 多期扫描	(27)
1.2.2.6 内插	(15)	1.3.1.8 灌注成像	(27)
1.2.2.7 准直宽度、层厚与有效层厚	(16)	1.3.1.9 心脏的心电门控成像	(29)
1.2.2.8 螺距	(16)	1.3.1.10 CT 血管成像 (CTA)	(29)
1.2.2.9 扫描时间和周期时间	(16)	1.4 CT 图像后处理	(31)
1.2.2.10 重建间隔	(16)	1.4.1 多平面重组	(31)
1.2.2.11 重建时间	(16)	1.4.2 表面阴影显示	(32)
1.2.2.12 扫描野和重建视野	(17)	1.4.3 最大密度投影	(34)
1.2.2.13 时间分辨率	(17)	1.4.4 容积再现三维成像	(35)
1.2.2.14 层厚响应曲线	(17)	1.4.5 CT 仿真内镜	(35)
		1.4.5.1 患者的准备和扫描重建参数	(36)

1.4.5.2 CTVE 成像的技术要点	(36)	1.5.6.4 检测结果的评价	(45)
1.5 CT 图像的质量保证与质量控制	(36)	1.5.6.5 检测中应注意的事项	(45)
1.5.1 密度分辨率的检测	(37)	1.5.7 螺旋 CT 的相关检测	(45)
1.5.1.1 检测目的	(37)	1.5.7.1 基础理论	(45)
1.5.1.2 检测器材	(37)	1.5.7.2 螺旋 CT 扫描层厚响应曲线与有效层 厚的检测	(46)
1.5.1.3 检测方法	(38)	1.5.8 伪影	(48)
1.5.1.4 检测结果的评价	(38)	1.5.8.1 患者运动伪影	(50)
1.5.1.5 检测中应注意的事项	(39)	1.5.8.2 金属伪影	(50)
1.5.1.6 密度分辨率的影响因素	(39)	1.5.8.3 射线束硬化伪影	(50)
1.5.2 空间分辨率的检测	(39)	1.5.8.4 部分容积伪影	(50)
1.5.2.1 检测目的	(39)	1.5.8.5 周围间隙现象	(50)
1.5.2.2 检测器材	(39)	1.5.8.6 采样或测量系统误差	(50)
1.5.2.3 检测方法	(40)	1.5.8.7 扫描系统误差	(51)
1.5.2.4 检测结果的评价	(40)	1.5.8.8 噪声引起的伪影	(51)
1.5.2.5 检测中应注意的事项	(40)	1.5.9 影像图像质量的因素及其相互关系	(51)
1.5.2.6 空间分辨率的影响因素	(41)	1.5.9.1 X 射线源的影响	(51)
1.5.3 CT 值及其线性的检测	(41)	1.5.9.2 影响图像质量的几何因素	(51)
1.5.3.1 检测目的	(41)	1.5.9.3 与图像质量有关的重建算法	(52)
1.5.3.2 检测器材	(41)	1.6 CT 的 X 线剂量规范与低剂量扫描	(52)
1.5.3.3 检测方法	(41)	1.6.1 CT 的辐射风险	(52)
1.5.3.4 检测结果的评价	(41)	1.6.1.1 确定性风险	(52)
1.5.3.5 检测中应注意的事项	(42)	1.6.1.2 随机性风险	(52)
1.5.4 CT 影像噪声的检测	(42)	1.6.2 CT 辐射剂量的表达方式	(53)
1.5.4.1 检测目的	(42)	1.6.2.1 CT 剂量指数	(53)
1.5.4.2 检测器材	(42)	1.6.2.2 剂量长度乘积	(53)
1.5.4.3 检测方法	(42)	1.6.2.3 器官剂量和有效剂量	(54)
1.5.4.4 检测结果的评价	(42)	1.6.3 CT 辐射剂量的影响因素	(55)
1.5.4.5 检测中应注意的事项	(43)	1.6.3.1 MDCT 剂量增加的因素	(55)
1.5.4.6 影响噪声的主要因素	(43)	1.6.3.2 MDCT 剂量降低的因素	(55)
1.5.5 CT 扫描辐射剂量的检测	(43)	1.6.3.3 临床成像要求对患者剂量的 影响	(55)
1.5.5.1 检测目的	(43)	1.6.3.4 不同成像设备对患者剂量的 影响	(56)
1.5.5.2 检测器材	(44)	1.6.3.5 管电流量的调节	(56)
1.5.5.3 检测方法	(44)	1.6.3.6 管电压的调节	(57)
1.5.5.4 检测结果的评价	(44)	1.6.3.7 扫描范围和适应证	(57)
1.5.5.5 检测中应注意的事项	(44)	1.6.4 CT 检查的辐射剂量优化	(57)
1.5.6 CT 影像均匀性的检测	(44)	1.6.4.1 检查的正当化	(57)
1.5.6.1 检测目的	(44)	1.6.4.2 医务人员的辐射风险培训	(58)
1.5.6.2 检测器材	(44)	1.6.4.3 特殊 CT 检查的技术和剂量	(58)
1.5.6.3 检测方法	(44)		

1.1 CT 的发明与发展

1.1.1 CT 的发明

CT 是计算机体层成像 (computed tomography, CT) 的简称, 是继 1895 年伦琴发现 X 线以来, 医学影像学发展史上的一次革命。

CT 的发明可以追溯到 1917 年。当时, 奥地利数学家雷登 (J. Radon) 提出了对二维或三维的物体可以通过从各个方向投影, 用数学方法计算出一幅重建图像的理论。

1967 年, 由考迈克 (Allan Macleod Cormack) 完成了 CT 图像重建相关的数学问题。亨斯菲尔德 (Godfrey Newbold Hounsfield) 在英国 EMI 实验中心进行了相关的计算机和重建技术的研究 (图 1-1-1), 在一个用同位素作射线源的实验装置中作试验, 用 9 天时间获得数据组, 2.5h 成功地重建出一幅图像。



Godfrey Hounsfield

图 1-1-1 亨斯菲尔德 (Godfrey Newbold Hounsfield) 在英国 EMI 实验中心

1971 年 9 月, 第一台 CT 装置安装在 Atkinson - Morley 医院。同年 10 月 4 日在安普鲁斯 (Ambrose) 医师的指导下做临床实验, 检查了第一位患者。此时, 每一幅图像的处理时间减少到 20min 左右。后来, 借助微处理器使一幅图像的处理时间减少到 4.5min, CT 的临床实验获得了成功。

1972 年 4 月, 在英国放射学研究院年会上亨

斯菲尔德和安普鲁斯宣读了关于 CT 的第一篇论文, 宣告了 CT 机的诞生。同年 10 月, 在北美放射学会年会 (RSNA) 上向全世界宣布了这一在放射学史上具有划时代意义的发明。

为此, 亨斯菲尔德于 1972 年获得了与工程学诺贝尔奖齐名的 McRobert 奖。1979 年亨斯菲尔德和在塔夫茨大学从事 CT 图像重建研究工作的考迈克教授一起, 获得了诺贝尔医学生理学奖。

1974 年, 美国 George Town 医学中心的工程师莱德雷 (Ledley) 设计出了全身 CT 扫描机, 使 CT 不仅可用于颅脑, 而且还可用于全身各个部位的影像学检查。

1.1.2 CT 的发展

自 20 世纪 70 年代初 CT 机问世以来, 根据其发展的时序和构造性能, 大致可分成五代 (图 1-1-2, 图 1-1-3), 而发展到螺旋扫描方式的 CT 机则一般不再以代称呼。

现将各代 CT 机的主要特点叙述如下。

1.1.2.1 第一代 CT 扫描机

第一代 CT 机为旋转 - 平移扫描方式, 多属头颅专用机。X 射线管是油冷固定阳极, 扫描 X 射线束为笔形束, 又称线束式扫描, 探测器一般是 2~3 个。扫描时, X 射线管和探测器环绕患者作旋转和同步直线平移运动, X 射线管每次旋转 1° , 同时沿旋转反方向作直线运动扫描。下一次扫描, 再旋转 1° 并重复前述扫描动作, 直至完成 180° 以内的 180 个平行投影值。这种 CT 机结构的缺点是扫描时间长, 一个断面需 3~5min。

1.1.2.2 第二代 CT 扫描机

第二代 CT 机仍为旋转 - 平移扫描方式, 扫描 X 射线束由笔形改为 $5^\circ \sim 20^\circ$ 的窄扇形束, 称为窄扇束式扫描, 探测器增加到 3~30 个, 平移扫描后的旋转角度由 1° 提高到扇形射线束夹角的度数, 扫描的时间缩短到 20~90s。第二代 CT 与第一代 CT 机相比缩小了探测器的孔径、加大了矩阵和提高了采样的精确性等, 使图像质量有了明显的改善。

这种扫描方式的主要缺点是：由于探测器排列成直线，对于扇形的射线束而言，其中心和边缘部分的测量值不相等，需要作扫描后的校正，以避免伪影的出现而影响图像的质量。

1.1.2.3 第三代 CT 扫描机

第三代 CT 机改变了扫描方式，为旋转-旋转方式。X 射线束是 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 较宽的扇形束，又称扇形束式扫描，探测器数目增加到 300 ~ 800 个，扫描时间进一步缩短到 2 ~ 9s 或更短。这种方式的探测器或探测器阵列排列成彼此无空隙的弧形，数据的采集以 X 线管为焦点，随着 X 线管的旋转得到不同方位的投影，这种排列使扇形束的中心和边缘与探测器的距离相等，无需作距离测量差的校正。

这种扫描方式的缺点是：扫描时需要每一个相邻探测器的灵敏度差异进行校正，否则由于同步旋转的扫描运动会产生环形伪影。

所谓的旋转-旋转方式是 X 射线管作 360° 顺时针方向的旋转扫描后，第二次扫描为逆时针方向，扫描机架的起动，停止，再起动的耗时，限制了扫描速度的提高。近年发展的螺旋 CT 扫描

方式，其基本结构仍归类为第三代 CT 扫描机，但它采用了滑环技术，取消了往复式的旋转，是单向的连续旋转。

1.1.2.4 第四代 CT 扫描机

第四代 CT 机的扫描方式只有球管的旋转。X 射线束的扇形角比第三代 CT 扫描机更大，达 $50^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，因此也减少了 X 线球管的负载，使扫描速度可达 1 ~ 5s。这一类的 CT 机具有更多的探测器，可达 600 ~ 1500 个，全部分布在扫描机架 360° 的圆周上。扫描时，没有探测器运动，只有球管围绕患者作 360° 的旋转。第四代扫描方式与第三代不同的是，对于每一个探测器来说所得的投影值，相当于以该探测器为焦点，由 X 射线管旋转扫描一个扇形面而获得，故此扫描方式也被称为反扇束扫描。

第四代 CT 机的探测器可获得多个方向的投影数据，故能较好地克服环形伪影。但随着第三代 CT 机探测器稳定性的提高，并在软件上采用了相应的措施后，第四代 CT 机探测器数量多且在扫描中不能充分发挥作用，相对于第三代 CT 机它已无明显的优势。

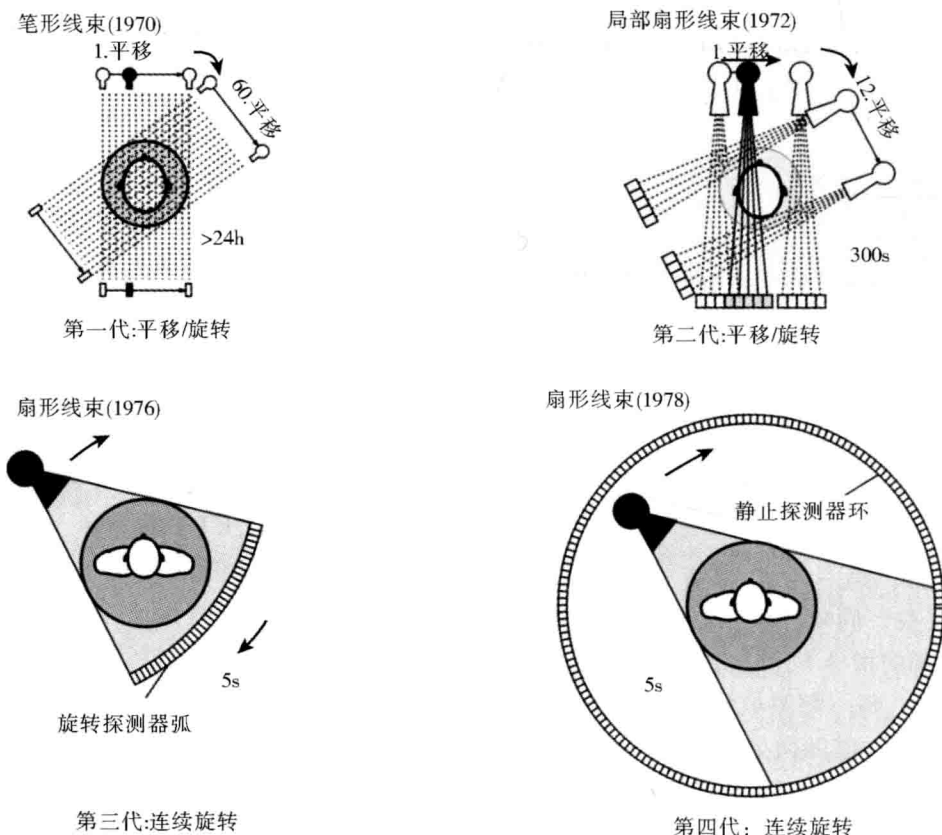


图 1-1-2 第一代到第四代 CT 扫描机