

· 全新第5版 ·

高分辨率肺部CT

HIGH-RESOLUTION

CT
OF THE
LUNG

原著 W. Richard Webb
Norval Müller
David P. Naidich

主译 潘纪成 胡荣剑

 Wolters Kluwer

 中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高分辨率肺部 CT

HIGH-RESOLUTION CT OF THE LUNG

(第5版)

原 著 W. Richard Webb Nestor L. Müller

David P. Naidich

主 译 潘纪成 胡荣剑

主 审 郑向鹏 张国楨

译 者 (以姓氏汉语拼音为序)

陈 涓 韩 哲 胡荣剑 姜 蕾 李 威

刘甫庚 潘纪成 谭 晔 王 蕊 张国楨

张 旻 郑向鹏 周意明

中国科学技术出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

高分辨率肺部CT / (美)W.理查德·韦伯(W. Richard Webb), (美)内斯特·L.穆勒(Nestor L. Mlillec), (美)戴维·P.耐迪(David P. Naidich)著; 潘纪戌译. —北京: 中国科学技术出版社, 2017.7

书名原文: high-resolution computed tomography

ISBN 978-7-5046-7509-5

I. ①高… II. ①W… ②内… ③戴… ④潘… III. ①肺疾病—计算机X线扫描体层摄影—诊断学 IV. ①R816.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第110454号

| | |
|------|---------|
| 策划编辑 | 焦健姿 |
| 责任编辑 | 黄维佳 王久红 |
| 装帧设计 | 华图文轩 |
| 责任校对 | 龚利霞 |
| 责任印制 | 马宇晨 |

| | |
|------|---|
| 出 版 | 中国科学技术出版社 |
| 发 行 | 科学普及出版社发行部 |
| 地 址 | 北京市海淀区中关村南大街16号 |
| 邮 编 | 100081 |
| 发行电话 | 010-62103130 |
| 传 真 | 010-62179148 |
| 网 址 | http://www.cspbooks.com.cn |

| | |
|------|-------------------------------|
| 开 本 | 889mm×1194mm 1/16 |
| 字 数 | 1345千字 |
| 印 张 | 50.25 |
| 版、印次 | 2017年7月第5版第1次印刷 |
| 印 数 | 0001—2000 |
| 印刷公司 | 北京威远印刷有限公司 |
| 书 号 | ISBN 978-7-5046-7509-5/R·2051 |
| 定 价 | 295.00元 |

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

著作权合同登记号：01-2017-1697

Wolters Kluwer Health did not participate in the translation of this title and therefore it does not take any responsibility for the inaccuracy or errors of this translation.

This is translation of High-resolution CT of the Lung.

免责声明：这本书提供药物的准确标识、不良反应和剂量表，但是它们有可能改变。请读者务必查看所提及药物生产商提供的包装信息数据。此书的作者、编辑、出版商、分销商对于应用该著作中的信息而导致错误、疏漏或所产生后果不承担任何责任，并不对此出版物内容做出任何明示或暗指的担保。此书的作者、编辑、出版商、分销商对出版物所引起的人员伤害或财产毁坏不承担任何责任。

Copyright © 2015 Wolters Kluwer Health

Two Commerce Square

2001 Market Street

Philadelphia, PA 19103 USA

LWW.com

4th edition © 2009 by LIPPINCOTT WILLIAMS WILKINS, a WOLTERS KLUWER business

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of this book may be reproduced in any form by any means, including photocopying, or utilized by any information storage and retrieval system without written permission from the copyright owner, except for brief quotations embodied in critical articles and reviews. Materials appearing in this book prepared by individuals as part of their official duties as U.S. government employees are not covered by above-mentioned copyright.

ISBN-13: 9781451176018

Published by arrangement with Wolters Kluwer Health Ins. ,USA.



内容提要

本书是由三位美国著名胸部影像学家联合编著的国际权威名著，自 1991 年初版以来，已多次再版。本书是最新的第 5 版，内容更加丰富、完善。全书共三部分，从正常解剖、病理生理到常见病、罕见病，对每一种肺部疾病都系统地从术语、影像表现、鉴别诊断、病理、临床、鉴别要点等方面做了详尽描述。对常见 HRCT 征象也分类做了详细阐述，罗列了每一征象的常见疾病，对鉴别诊断非常有帮助。书末还附有 HRCT 回顾的相关介绍。原著思路清晰、重点突出，译文准确流畅，易于通读。本书权威、前沿、实用，具有很强的临床和研究参考价值，可供广大影像科、呼吸科、胸外科医师及医学院校师生学习参考。



译者的话

由 Webb W. R. 等三位教授原著的《高分辨率肺部 CT》一书自 1991 年的第 1 版问世后，在国际上受到放射科医师，特别是胸部放射科医师的重视。随着 HRCT 技术的进展，本书已经多次再版，第 5 版又已在今年发行，每一版都向读者呈现了当时肺部 HRCT 的最新成果。我们曾在 2007 年翻译了本书的第 3 版，以满足国内读者的需要。在已经过去的 10 年中，肺部 HRCT 技术又有了长足的进步，尤其是多排螺旋 CT 在肺部 HRCT 上的应用，以及辐射剂量控制等，这些在本书第 5 版中都有相应的反映。与第 3 版比较，篇幅和图片都有增加，除了仍保持了以各种主要 CT 特征为纲的诊断和鉴别诊断外，新版的较大变化是增加了单独成章的多种常见而又重要的弥漫性肺病，从临床、病理及影像等多方面做了较深入的讨论，描述了它们当前的进展或存在的不同的观点，有的还提出了著者自己的看法。每章后都附有详尽的包括最新的参考文献，这也是本书的一大特色，它大大有利于读者，特别是有志于肺部 HRCT 研究者掌握当前的有关动态。在中国科学技术出版社的大力支持下，我们在参考此前第 3 版的翻译经验基础上，翻译了本书的第 5 版，以飨国内读者。

与第 3 版的翻译一样，本次仍主要由北京医院放射科一批中青年医师合力翻译，虽经校阅，并由复旦大学华东医院放射科郑向鹏、张国桢两位教授总审，但限于业务和翻译的能力，错误之处，还望同道不吝指正为感。

潘纪戌 胡荣剑



前言

经过 25 年的发展，高分辨率 CT（HRCT）已经成为弥漫性肺病患者检查评估不可或缺的重要工具之一。今天，在临床工作中 HRCT 常用以发现各种肺内异常，并对其性质加以分析判断。本书第 4 版发行已近 5 年。其间，对于弥漫性肺疾病的认识和研究都取得了相当的进展，包括新的疾病类型及其病因、病理和临床影像特征等。毫无疑问，HRCT 在其中发挥了至关重要的作用，是众多弥漫性肺疾病诊断的必要检查手段。

第 5 版延续了我们三人始于 30 年前的工作。30 年来，无论是独立工作，还是协力合作，我们一直互相鼓励、互相支持。下面这张照片摄于 1989 年，当时我们正在 Davos 参加影像诊断课程。那是抵达瑞士的第一天，我们沿步行道散步的时候，一个当地的居民给我们拍摄了这张合影。作为年轻的教员，我们为能够与一些当时著名的胸部放射学者（包括 Fraser、Felson、Greenspan、Milne、Flowers、Heitzman 等）同台讲课而备感兴奋。

在那次会议上，我们分别谈到了 HRCT 技术。此技术在当时尚未引起重视，甚至受到许多放射学者的质疑。尽管如此，我们互相交流学习，在备课室内研究课件，我们都对 HRCT 技术充满了信心。那次会议期间，我们开始考虑进行合作，以将我们应用这一新型影像技术的经验及其潜在的用途加以整合出版。遂之有了本书的第 1 版，发行于 1991 年下半年，共 159 页，1/4 英尺厚，参考了我们所知全部与 HRCT 有关的研究论文。对我们而言，那是我们所做的最为重要的事情。

这就是事情的起端。或许这也是事情开始的最好方法。过程充满乐趣，而且我们都获益匪浅。过去的这些年，我们三人志同道合，尊敬有加，享受彼此的友谊和幽默。我们知道，我们所讲授的仅仅是我们从合作中所学到的内容的一小部分。



在本版中，我们融入了弥漫性肺疾病及其 HRCT 特征在分类和认识方面的许多最新研究进展和述评；同时也概括了最近的 HRCT 技术更新，特别是螺旋 HRCT 的应用和扫描剂量控制技术，我们希望读者从中获益。讨论部分进行了重新组织，形成了新的章节，以便更好地讨论 HRCT 诊断中一些至为重要的内容，有助于读者的学习和

参考。

在本书末新加入了一篇，对 HRCT 予以总括概述，共分两章。一章以图解的形式归纳解释了 HRCT 的常用术语；另一章则汇集了临床上最为常见的弥漫性肺疾病的典型影像学表现。此外，这两个章节也具有索引全书的作用，读者可以根据文内所列信息参阅本书他处相关的详细内容。

我们非常荣幸地看到第 5 版的顺利发行。这本书浸透了我们的心血和思想，耗占了我们过去几年的大部分时间。我们也希望本书能够激励未来的胸部影像学者与朋友和同事去构建行之有效的合作关系，进一步探索和解决那些困扰我们评估肺部疾病的影像学方面的问题。

最后，衷心感谢参与本书编著的三位同事（Brett M. Elicker, Myrna C.B. Godoy, C. Isabela S. Müller），感谢我们过去的合作伙伴，他们撰写了本书的部分章节，正是他们的努力极大地鼓舞着和激励着我们，使得本书终成正果，以飨读者。

W. Richard Webb Nestor L. Müller

David P. Naidich

（郑向鹏 张国桢 译）



目 录

第一部分 HRCT 技术和正常解剖

▶ 第 1 章 HRCT 的技术

| | |
|---------------------------|----|
| 高分辨率 CT: 基本技术 | 3 |
| 扫描采集技术: 间隔轴位扫描对容积扫描 | 11 |
| 辐射剂量 | 22 |
| 呼气 HRCT | 26 |
| 定量 CT | 32 |
| 其他技术修改 | 33 |
| 图像显示 | 34 |
| 高分辨率 CT 协议方案 | 38 |
| HRCT 的空间分辨率 | 40 |
| HRCT 伪影 | 41 |

▶ 第 2 章 正常肺解剖

| | |
|--------------------|----|
| 肺间质 | 51 |
| 大支气管和动脉 | 52 |
| 次级肺小叶和腺泡 | 55 |
| 次级肺小叶的解剖及其组成 | 60 |
| 皮质与髓质肺的概念 | 64 |
| 胸膜下间质和胸膜面 | 65 |
| 正常肺衰减 | 66 |
| 正常呼气 HRCT | 67 |

第二部分 HRCT 诊断方法和肺部病变的表现

▶ 第 3 章 HRCT 表现：线影及网影

| | |
|-------------------------|-----|
| 小叶间隔增厚····· | 80 |
| 蜂窝····· | 90 |
| 小叶内间质增厚（小叶内线）····· | 97 |
| 非特异性网影····· | 100 |
| 界面征····· | 101 |
| 牵引性支气管扩张和牵引性细支气管扩张····· | 101 |
| 支气管血管周围间质增厚····· | 102 |
| 实质带····· | 105 |
| 胸膜下间质增厚····· | 107 |
| 胸膜下弧线····· | 107 |
| 老年人中的正常网影····· | 109 |
| 肺部疾病诊断中线影和网影的分布····· | 109 |

▶ 第 4 章 HRCT 表现：多发结节和结节状影

| | |
|---------------------|-----|
| 结节的大小····· | 116 |
| 结节的表现和衰减····· | 117 |
| 结节的分布和类型····· | 118 |
| 结节形态分型和诊断的算法步骤····· | 142 |
| 大结节和肿块····· | 145 |

▶ 第 5 章 HRCT 表现：实质致密影

| | |
|-----------------|-----|
| 磨玻璃影····· | 155 |
| 实变····· | 168 |
| 肺钙化和高衰减致密影····· | 175 |

▶ 第 6 章 HRCT 表现：含气囊性病变

| | |
|-------------|-----|
| 肺囊肿：定义····· | 183 |
| 蜂窝····· | 184 |
| 囊性肺病····· | 185 |
| 偶发性肺囊肿····· | 191 |

| | |
|------------------|-----|
| 肺气肿..... | 191 |
| 肺气囊..... | 196 |
| 空洞性结节..... | 197 |
| 支气管扩张..... | 198 |
| 囊性气腔诊断的算法步骤..... | 202 |

► 第 7 章 HRCT 表现：肺衰减减低

| | |
|----------------------------|-----|
| 马赛克灌注..... | 207 |
| 马赛克衰减模式：马赛克灌注与磨玻璃影的鉴别..... | 210 |
| 混合性疾病和猪头乳酪征..... | 211 |
| 呼气 HRCT 上的空气潴留 | 214 |

第三部分 弥漫性肺病的 HRCT 诊断

► 第 8 章 特发性间质性肺炎（第 1 部分）

| | |
|-----------------------|-----|
| 特发性间质性肺炎..... | 230 |
| 寻常性间质性肺炎和特发性肺纤维化..... | 232 |
| 非特异性间质性肺炎..... | 243 |

► 第 9 章 特发性间质性肺炎（第 2 部分）

| | |
|-------------------------------|-----|
| 隐源性机化性肺炎..... | 257 |
| 急性间质性肺炎..... | 263 |
| 呼吸细支气管炎和呼吸细支气管炎 - 间质性肺病 | 266 |
| 脱屑性间质性肺炎..... | 269 |
| 淋巴样间质性肺炎..... | 272 |
| 胸膜实质弹性纤维组织增生症..... | 276 |

► 第 10 章 胶原血管病

| | |
|--------------------------|-----|
| 类风湿关节炎..... | 282 |
| 进行性系统性硬化症（硬皮病） | 287 |
| 系统性红斑狼疮..... | 292 |
| 多发性肌炎 - 皮肌炎（PM-DM） | 295 |
| 混合性结缔组织病..... | 297 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| Sjögren 综合征 | 299 |
| 强直性脊柱炎 | 301 |
| ▶ 第 11 章 弥漫性肺肿瘤和肺淋巴增生性病变 | |
| 肺淋巴管癌病 | 309 |
| 血源性转移 | 314 |
| 浸润性黏液腺癌 | 317 |
| Kaposi 肉瘤 | 323 |
| 淋巴增生性疾病、淋巴瘤和白血病 | 326 |
| ▶ 第 12 章 结节病 | |
| 病理表现 | 344 |
| 胸片表现 | 344 |
| HRCT 表现 | 345 |
| HRCT 的应用 | 367 |
| 相关情况和肉瘤样反应 | 370 |
| 鉴别诊断 | 372 |
| ▶ 第 13 章 尘肺病及职业性和环境性肺病 | |
| 石棉肺及石棉有关疾病 | 378 |
| 矽肺 | 394 |
| 煤工尘肺 | 401 |
| 石墨工人尘肺 | 403 |
| 混合粉尘尘肺 | 403 |
| 滑石肺 | 403 |
| 铝尘肺 | 405 |
| 硬金属尘肺 | 406 |
| 铍病（铍尘肺） | 406 |
| 惰性粉尘尘肺 | 407 |
| 焊工尘肺（肺铁末沉积症） | 407 |
| 镉暴露 | 408 |
| 棉束工肺 | 408 |
| 化学性肺炎和烟尘吸入 | 408 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 生物燃料暴露····· | 409 |
| ▶ 第 14 章 过敏性肺泡炎和嗜酸性细胞增多性肺病 | |
| 过敏性肺炎····· | 414 |
| 嗜酸性细胞肺病····· | 428 |
| 特发性嗜酸性细胞肺病····· | 428 |
| 特殊原因的嗜酸性细胞肺病····· | 434 |
| ▶ 第 15 章 药源性肺病和放射性肺炎 | |
| 药源性肺病····· | 438 |
| 放射性肺病····· | 447 |
| ▶ 第 16 章 几种各具特点的浸润性肺病 | |
| 肺泡蛋白沉着症····· | 453 |
| 外源性类脂性肺炎····· | 458 |
| 淀粉样变性····· | 461 |
| 轻链沉着症····· | 465 |
| 肺泡微结石症····· | 466 |
| ▶ 第 17 章 感染 | |
| 结核····· | 472 |
| HIV 阳性病例中的结核····· | 480 |
| 非结核性分枝杆菌感染····· | 482 |
| HIV 阳性病例中的非结核分枝杆菌感染····· | 488 |
| 粟粒性卡介苗感染····· | 489 |
| 肺炎支原体肺炎····· | 490 |
| 支气管肺炎····· | 492 |
| 机会性感染····· | 494 |
| 曲霉菌相关肺病····· | 506 |
| 曲霉菌以外的其他真菌感染····· | 513 |
| 败血性肺栓塞和梗死····· | 516 |
| ▶ 第 18 章 肺水肿和急性呼吸窘迫综合征 | |
| 肺水肿····· | 528 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 急性呼吸窘迫综合征和弥漫性肺泡损伤····· | 533 |
| ▶ 第 19 章 囊性肺部疾病 | |
| 肺朗格汉斯细胞组织细胞增多症····· | 541 |
| 淋巴管肌瘤病和结节性硬化综合征····· | 549 |
| 淋巴样间质性肺炎····· | 561 |
| BIRT-HOGG-DUBÉ 综合征····· | 561 |
| ▶ 第 20 章 肺气肿和慢性阻塞性肺病 | |
| 肺气肿····· | 568 |
| 慢性阻塞性肺疾病····· | 580 |
| ▶ 第 21 章 气道疾病 | |
| 支气管扩张····· | 608 |
| 与支气管扩张有关的疾病····· | 630 |
| 细支气管炎····· | 653 |
| ▶ 第 22 章 肺高压和肺血管疾病 | |
| 肺血管疾病的 HRCT 表现····· | 687 |
| 肺高压····· | 692 |
| 肝肺综合征····· | 705 |
| 肺血管炎····· | 708 |
| 弥漫性肺泡出血····· | 715 |

第四部分 HRCT 回顾

| | |
|-------------------------------------|------------|
| ▶ 第 23 章 高分辨率 CT 术语词汇说明····· | 728 |
| ▶ 第 24 章 常见疾病的表现和特征····· | 748 |



第一部分
SECTION I

HRCT 技术和正常解剖

High-Resolution CT Techniques and Normal Anatomy



第 1 章 HRCT 的技术

Technical Aspects of High-Resolution CT

要 点 IMPORTANT TOPICS

- 高分辨率 CT: 基本技术 / 3
- 扫描采集技术: 间隔轴位扫描对容积扫描 / 11
- 辐射剂量 / 22
- 呼气 HRCT / 26
- 定量 CT / 32
- 其他技术修改 / 33
- 图像显示 / 34
- 高分辨率 CT 协议方案 / 38
- HRCT 的空间分辨率 / 40
- HRCT 伪影 / 41

本章所用缩略词 Abbreviations

| | | | |
|--------|-------------|---------|-------------|
| ASIR | 自适应统计迭代重建 | mA | 毫安 |
| BOS | 闭塞性细支气管炎综合征 | mAs | 毫安秒 |
| COPD | 慢性阻塞性肺病 | mGy | 毫戈瑞 |
| CTDI | CT 剂量指数 | mSv | 毫希沃特 |
| DLP | 剂量长度乘积 | MinIP | 最小密度投影 |
| ECG | 心电图 | MBIR | 基于模式的迭代重建 |
| FBP | 滤波反投影 | MDCT | 多探测器螺旋 CT |
| FOV | 视野 | MD-HRCT | 多探测器螺旋 HRCT |
| HU | 亨斯菲尔德单位 | NSIP | 非特异性间质性肺炎 |
| kV | 千伏 | ROI | 感兴趣区 |
| kV (p) | 千伏峰值 | 3D | 三维 |
| MIP | 最大密度投影 | 2D | 二维 |

高分辨率 CT (HRCT) 能够取得具有优良空间分辨率的肺部图像, 提供与大体病理标本或纸上固定切片相似的解剖细节^[1-4]。HRCT 能显示正常肺间质, 以及局灶性和弥漫性实质异常的形态学特征; 在这方面, HRCT 明显优于胸片。

首次使用术语“高分辨率 CT (HRCT)”的是 Todo 等^[5], 他们在 1982 年描述了这种技术在评估肺部疾病中的潜在作用。最初的 HRCT 英文报道可上溯至 1985 年, 其中包括 Nakata 等、Naidich 等和 Zerhouni 等的里程碑式的 HRCT 表

现的描述^[6-8]。自此, HRCT 成为肺科医学的重要诊断工具, 并对我们理解弥漫性肺病有着重要的贡献。虽然许多用于最初研究的 HRCT 的技术仍适用于今天, 但是近来发展的能够进行高分辨率容积扫描的多排探测器螺旋 CT (MDCT) 扫描机, 已经显著改变了 HRCT 获取图像的方式。

在本章中, 我们复习了在疑有肺病病例中取得 HRCT 的适当的 CT 技术, 推荐用于特殊临床情况时的扫描模式, 空间分辨率和与 HRCT 有关的辐射剂量及常见的 HRCT 伪影。

高分辨率 CT: 基本技术

这部分复习了各种技术因素对 HRCT 表现的影响, 总结了 we 推荐的为取得满意检查的

HRCT 方法。虽然每个作者在实施 HRCT 的方法上有所不同, 但我们通常同意那些构成“高分辨率”CT 研究的基本技术。简言之, 它们包括: ①使用薄准直轴位扫描或用 MDCT 及小的探测器宽度 (0.5 ~ 1.25 mm) 采集的容积性数据进行薄层重建; ②使用高空间频率 (锐利或高分辨率) 算法进行图像重建。一定要用足够的辐射 [毫安秒 (mAs) 或有效毫安秒 (mAs/用于螺旋扫描的螺距)]^[9] 保持足够低水平的图像噪声, 以允许对图像作正确的解释, 同时保持病例的暴露剂量在适当的水平。需要牢记的是在获取诊断性扫描时使用减低剂量技术 (表 1-1)^[1-4,10-12]。靶图像重建可用于降低像素大小, 但在多数情况的临床诊断中并非是必需的 (表 1-1)^[1-4,10-12]。

表 1-1 HRCT 技术摘要

推荐的

层厚: 可用的最薄厚度 (0.5 ~ 1.5mm)

重建算法: 高空间频率或“锐利”算法

kV (p) 120; 对瘦小或儿科病例是 100 或 80

mA 小于 250; mAs (有效) 100 或更低

扫描 (旋转) 时间: 尽可能短 (例如 0.3 ~ 0.5s)

螺距 (MD-HRCT): 1 ~ 1.5

吸气水平: 深吸气

位置: 仰卧位; 疑似间质性肺病的病例做常规俯卧扫描; 在胸片显示轻度异常或不知晓异常的病例中; 或对坠积密度作监测

采集: 间隔轴位成像或 MD-HRCT

呼气成像: 在阻塞性疾病病例中, 在 3 个或更多层面做呼气后扫描

重建: 横断面; 全胸腔

窗: 必须至少有一套固定的肺窗设置。窗位/窗宽值 - 600 ~ - 700HU/1000 ~ 1500HU 是适宜的。好的组合是 - 700/1000HU 或 - 600/1500HU。软组织窗约 50/350HU, 也用于纵隔、肺门及胸膜。(译者注: 此条原文有误, 已改正)

图像显示: 工作站 (最理想) 或 12 张肺窗照片显示在 1 张胶片上

任选的

减少 mAs: 随访研究最好用低剂量轴位 HRCT 或 MD-HRCT

采集: 心电门控或分段重建以减少运动伪影

呼气成像: 动态性、容积性、或肺量计触发呼气扫描

对比剂注射: 疑为血管疾病的病例

重建: 靶 (15 ~ 25cmFOV, 2D 或 3D 重建, MIP 或 MinIP 重建)

窗: 可按需要设窗, 低窗位 (- 800 ~ - 900HU) 对诊断肺气肿满意。观察纵隔时, 推荐使用 50/350HU。

观察胸膜实质病变, 推荐用 - 600/2000HU (译者注: 此条中有误, 已改正)