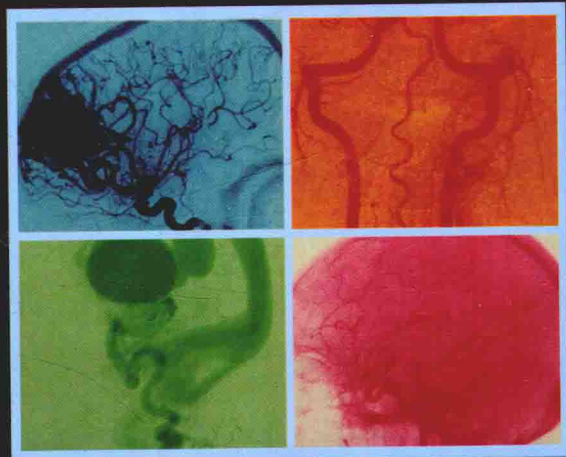


Neurointerventional
Management:
Diagnosis and
Treatment
Second Edition



神经介入
诊断与治疗
第2版
中文翻译版

主 编 Robert W. Hurst
Robert H. Rosenwasser

主 译 吕 明 孙 勇
主 审 李佑祥 杨新健



 CRC Press
Taylor & Francis Group

 时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

Neurointerventional
Management:
Diagnosis and
Treatment
Second Edition

神经介入
诊断与治疗

主编 Robert W. Hurst
Robert H. Rosenwasser
主译 吕 明 孙 勇
主审 李佑祥 杨新健

第2版

中文翻译版



 CRC Press
Taylor & Francis Group

 APC TIME
时代出版

时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

[皖] 版贸登记号:121414035

图书在版编目(CIP)数据

神经介入诊断与治疗 / (美) 罗伯特·W. 赫斯特
(Rebert W. Hurst), (美) 罗伯特·H. 罗森沃斯 (Rebert
H. Rosenwasser) 主编; 吕明, 孙勇译. —合肥: 安徽科学技术
出版社, 2018.5

ISBN 978-7-5337-7579-7

I. ①神… II. ①罗…②罗…③吕…④孙…
III. ①神经系统疾病-介入性治疗 IV. ①R741.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 076552 号

Neurointerventional Management Diagnosis and Treatment (Second Edition) Edited by
Robert W. Hurst, MD & Robert H. Rosenwasser, MD. All rights reserved.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of
Taylor & Francis Group LLC.

Anhui Science and Technology Publishing House is authorized to publish and distribute
exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized
for sale throughout Mainland of China. 本书中文简体翻译版权授权由安徽科学技术出版
社独家出版。限在中国大陆地区销售。

No part of the publication may be reproduced or distributed by any means or stored in a
database or retrieval system without the prior written permission of the publisher. 未经出
版者书面许可, 不得以任何形式复制或发行本书中的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized
and illegal. 本书封底贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

神经介入诊断与治疗

主编 Rebert W. Hurst
Rebert H. Rosenwasser
主译 吕明 孙勇

出版人: 丁凌云 责任编辑: 黄蕾 责任校对: 陈会兰
责任印制: 廖小青 封面设计: 武迪
出版发行: 时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>
安徽科学技术出版社 <http://www.ahstp.net>
(合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场, 邮编: 230071)
电话: (0551)63533330

印制: 安徽新华印刷股份有限公司 电话: (0551)65859178
(如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂商联系调换)

开本: 889×1194 1/16 印张: 42 字数: 1200 千
版次: 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5337-7579-7

定价: 298.00 元

版权所有, 侵权必究

Contributors

Azam S.Ahmed Barrow Neurological Institute, Phoenix, Arizona, USA

Felipe C.Albuquerque Barrow Neurological Institute, Phoenix, Arizona, USA

Riyadh N.Alokaili Department of Medical Imaging, King Abdul-Aziz Medical City, Riyadh, Saudi Arabia

Michal Arkuszewski Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA, and Department of Neurology, Medical University of Silesia, Central University Hospital, Katowice, Poland

Rocco A.Armonda Department of Neurosurgery, National Capital Consortium, Walter Reed National Military Medical Center, Bethesda, Maryland, USA

Issam A.Awad Section of Neurosurgery, University of Chicago Hospitals, Chicago, Illinois, USA

Linda J.Bagley Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Dimitry Baranov Department of Anesthesiology and Critical Care, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Randy S.Bell Departments of Neurosurgery and Radiology, National Naval Medical Center, and Comprehensive Neurosciences Program, Uniformed Services University of Health Sciences, Bethesda, Maryland, USA

Michael J.Cirivello Departments of Neurosurgery and Radiology, National Naval Medical Center, and Comprehensive Neurosciences Program, Uniformed Services University of Health Sciences, Bethesda, Maryland, USA

Brett L.Cucchiara Department of Neurology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Mahua Dey Section of Neurosurgery, University of Chicago Hospitals, Chicago, Illinois, USA

Michael L.DiLuna Department of Neurosurgery, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, USA

Aaron S.Dumont Department of Neurological Surgery, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, USA

George Ghobrial Department of Neurological Surgery, Thomas Jefferson University Hospital, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Y.Pierre Gobin Weill Cornell Medical College, New York Presbyterian Hospital, New York, New York, USA

L.Fernando Gonzalez Department of Neurological Surgery, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Matthew J.Gounis New England Center for Stroke Research, Department of Radiology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts, USA

Gregory G.Heuer Department of Neurosurgery, University of Pennsylvania, and, Division of Neurosurgery, Children's Hospital of Philadelphia, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Joshua A.Hirsch Department of Interventional Neuroradiology and Endovascular Neurosurgery, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, USA

L.Nelson Hopkins Department of Neurosurgery, University at Buffalo, The State University of New York, and Department of Neurosurgery, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, Buffalo, New York, USA

Robert W.Hurst Departments of Radiology, Neurology, and Neurosurgery, Hospital of the University of Pennsylvania,

Philadelphia, Pennsylvania, USA

Rebecca N. Ichord Department of Neurology, Children's Hospital of Philadelphia, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Pascal M. Jabbour Department of Neurological Surgery, Jefferson Medical College, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Shady Jahshan Department of Neurosurgery, University at Buffalo, The State University of New York, and Department of neurosurgery, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, Buffalo, New York, USA

Mary E. Jensen Departments of Radiology & Neurosurgery, University of Virginia Health Systems, Charlottesville, Virginia, USA

Michele H. Johnson Departments of Neurosurgery and Otolaryngology Surgery, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, USA

Charles A. Jungreis Departments of Radiology and Neurological Surgery, Temple University School of Medicine, Temple University Hospital, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Uday Shankar Kanamalla Department of Radiology, Temple University Hospital, Temple University School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Scott E. Kasner Department of Neurology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

W. Andrew Kofke Department of Neurointensive Care, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Jaroslaw Krejza Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 'IMAM University, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia'

Anna Luisa Kühn New England Center for Stroke Research, Department of Radiology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts, USA

Monisha A. Kumar Departments of Neurology, Neurosurgery and Anesthesiology & Critical Care, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Joshua M. Levine Departments of Neurology, Neurosurgery and Anesthesiology & Critical Care, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Elad I. Levy, Department of Neurosurgery, and Toshiba Stroke Research Center, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, University at Buffalo, The State University of New York, Buffalo, New York, New York, USA

David S. Liebeskind UCLA Stroke Center, University of California, Los Angeles, California, USA

James S. McKinney Department of Neurology, University of Medicine and Dentistry, New Jersey (UMDNJ), Robert Wood Johnson Medical School, and Robert Wood Johnson University Hospital Comprehensive Stroke Center, New Brunswick, New Jersey, USA

Neerav R. Mehta Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Elias R. Melhem Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Donald L. Miller Department of Radiology, Albert Einstein Medical Center, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Kieran Murphy Medical Imaging, Faculty of Medicine, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

Peter Kim Nelson Department of Radiology, New York University Medical Center, Tisch Hospital, New York, New York, USA

Mayumi Oka Radiology Department, Methodist Hospital, Merrillville, Indiana, USA

David Orion Department of Neurosurgery, University at Buffalo, The State University of New York, and Department of Neurosurgery, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, Buffalo, New York, USA

Neil V. Patel Russell H. Morgan Department of Radiology and Radiological Sciences, The Johns Hopkins Hospital, Baltimore, Maryland, USA

Nicholas J. Patronas Department of Radiology, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA

Athos Patsalides Weill Cornell Medical College, New York Presbyterian Hospital, New York, New York, USA

Johnny C. Pryor Department of Interventional Neuroradiology and Endovascular Neurosurgery, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, USA

Bryan A. Pukenas Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Ciro G. Randazzo Department of Neurological Surgery, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, USA, and Departments of Neurology, Neurosurgery, and Radiology, New York University Medical Center, New York, New York, USA

Howard A. Riina Departments of Neurological Surgery and Radiology, Weill Cornell Medical College, New York Presbyterian Hospital, New York, New York, US

Robert H. Rosenwasser Department of Neurological Surgery, Thomas Jefferson University, Jefferson Hospital for Neuroscience, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Igor Rybinnik Department of Neurology, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Alejandro Santillan Weill Cornell Medical College, New York Presbyterian Hospital, New York, New York, USA

Qaisar A. Shah Neurointerventional and Neurocritical Care Services, Neurosciences Institute, Abington Memorial Hospital, Abington, Pennsylvania, USA

Adnan H. Siddiqui Departments of Neurosurgery & Radiology, and Neuroendovascular Critical Care, University at Buffalo, The State University of New York, Buffalo, New York, New York, USA

Gabriela Spilberg New England Center for Stroke Research (NECStR), Department of Radiology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts, USA

Hjalte M. Thorisson Landspítali—University Hospital of Iceland, Reykjavik, Iceland, and Department of Diagnostic Radiology, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, USA

Armin K. Thron Department of Neuroradiology, University Hospital, RWTH Aachen University, Aachen, Germany

Stavropoula I. Tjoumakaris Departments of Neurological Surgery and Endovascular Neurosurgery, Jefferson Medical College, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, USA

J. Marc C. van Dijk Department of Neurosurgery, University Medical Center Groningen, Groningen, the Netherlands

Ajay K. Wakhloo Department of Radiology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts, USA

Sharon Webb Department of Neurosurgery, University at Buffalo, The State University of New York, and Department of Neurosurgery, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, Buffalo New York, USA

John B. Weigle Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Robert A. Willinsky Department of Medical Imaging, The Toronto Western Hospital, Toronto, Ontario, Canada

Ronald L. Wolf Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

Walter Zink South Texas Radiology Group, Methodist Hospital, San Antonio, Texas, USA



吕明,首都医科大学附属北京天坛医院神经介入科主任医师、医学博士、首都医科大学硕士研究生导师、教授。专门从事神经系统血管病的介入治疗,主攻颅内动脉瘤、脑血管畸形、颈动脉海绵窦瘘、硬脑膜动静脉瘘、脊髓血管畸形等出血性脑脊髓血管病。承担首都医科大学附属北京天坛医院部分协作单位的会诊工作,带动和促进国内多个省市医院神经介入技术的开展。目前的科研方向为颅内动脉瘤介入治疗的规范化和个体化,受“北京市科技新星计划”“北京市优秀人才项目”和“北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养计划”资助。

孙勇,主任医师、医学博士、副教授,现任连云港市第一人民医院神经介入科主任、南京医科大学和徐州医科大学硕士研究生导师、江苏省卒中学会理事、江苏省卒中学会神经介入专业委员会委员、江苏省中西医结合学会神经外科专业委员会青年委员。入选“江苏省 333 高层次人才培养工程”、连云港市卫计委“十三五”医学领军人才。主攻脑血管病的血管内治疗,发表 SCI 论文等 10 余篇,擅长颅内动脉瘤血管内栓塞术、脑动静脉畸形血管内栓塞术、颅内外血管狭窄球囊扩张加支架成形术、急性缺血性脑卒中急诊取栓术等神经介入手术。



李佑祥,主任医师、医学博士、教授,现任首都医科大学附属北京天坛医院神经介入科主任、北京市神经外科研究所神经介入研究室主任、首都医科大学博士研究生导师、中华医学会介入专业协会秘书长、神经外科学会介入组副组长。参与并完成多项国家“八五”攻关课题、国家“九五”攻关课题、国家自然科学基金医学科技攻关课题,目前主持多项国家及省部级科研项目,参与在研国家自然科学基金项目3项。近年来在国内外各类核心期刊发表论文80余篇,研究论文先后发表在 *AJNR*, *Surgical Neurology*, *Neurology Reseach* 等脑血管病介入领域著名学术期刊。带领的团队自1985年开始在国内开创性地进行了颅内疾病血管内治疗研究,所在神经介入科设置了国内第一个专门的神经外科介入治疗病房,已治疗病人逾8000例。使得多项栓塞材料实现了国产化,为降低治疗成本、普及血管内治疗做出了突出贡献。先后获得卫生行业科技进步一等奖、北京市科技进步二、三等奖、教育部科技成果奖和卫生部科技进步三等奖共5项。其对颅内动脉瘤、颈动脉海绵窦瘘及颅内血管畸形等疾病的综合治疗及研究具国内领先、世界先进水平。

杨新健,主任医师、教授、博士研究生导师。主要从事神经外科介入治疗的临床与科研工作。现任首都医科大学附属北京天坛医院神经介入科副主任、天坛脑血管病中心首席专家、中国医师协会神经介入分会出血疾病治疗组主任委员、中国卒中协会神经介入专业委员会副主任委员。入选2017年国家“万人计划科技创新领军人才”,并且作为负责人带领出血性脑血管病血管内治疗创新团队入选2016年科技部“创新人才推进计划重点领域创新团队”。作为第一负责人承担1项国家自然科学基金重大国际(地区)合作与交流项目,作为课题负责人承担国家重点研发计划研究项目课题1项。在所从事领域的医疗技术、科研创新上取得了重大创新性和系统性的成果,解决了关键技术难题。其中,夹层动脉瘤预后转归关键因素和利用血流动力学方法多角度综合探讨动脉瘤栓塞后转归机理的相关研究成果发表于该领域顶级杂志 *Stroke*, *Journal of Neurosurgery* 等。

译者名单

主译 吕 明 孙 勇

主审 李佑祥 杨新健

译者(按姓氏汉语拼音排序)

范吉星 北京清华长庚医院

葛慧剑 首都医科大学附属北京天坛医院

高 坤 首都医科大学附属北京天坛医院

霍晓川 首都医科大学附属北京天坛医院

胡秀兰 首都医科大学附属北京天坛医院

姜除寒 首都医科大学附属北京天坛医院

金恒伟 首都医科大学附属北京天坛医院

姜 鹏 首都医科大学附属北京天坛医院

纪文军 西安交通大学附属榆林市第二医院

江裕华 首都医科大学附属北京天坛医院

刘爱华 首都医科大学附属北京天坛医院

李 锦 首都医科大学附属北京天坛医院

刘 恋 首都医科大学附属北京天坛医院

吕 明 首都医科大学附属北京天坛医院

刘 鹏 首都医科大学附属北京天坛医院

刘 杰 青岛大学附属医院

李佑祥 首都医科大学附属北京天坛医院

任 艺 首都医科大学附属北京天坛医院

孙 勇 徐州医科大学附属连云港医院

孙胜军 首都医科大学附属北京天坛医院

沈 寻 煤炭总医院

王 坤 首都医科大学附属北京天坛医院

肖福顺 天津医科大学总医院

徐晓彤 首都医科大学附属北京天坛医院

杨洪超 首都医科大学附属北京朝阳医院

杨新健 首都医科大学附属北京天坛医院

岳树源 天津医科大学总医院

张 耐 天津医科大学总医院

张义森 首都医科大学附属北京天坛医院

此次再版,已将《介入神经放射学》更名为《神经介入诊断与治疗》。新的书名更能体现神经介入领域的飞速发展,强调了神经介入领域革命性的变化。本书旨在为神经介入医师提供神经介入放射学的相关背景知识,并对神经介入手术时最常遇见的一些问题(诸如解剖结构、技术技巧、疾病特点、手术流程、治疗决策等)进行详细的描述。在过去的数十年中,血管内神经介入治疗已经彻底改变了头、颈和中枢神经系统疾病的治疗方式,成为大多数常见神经血管疾病的标准治疗模式,并且使许多在此前尚无合适治疗方案的患者现在能够得到治疗。

随着神经介入技术的快速发展,为了使血管内神经介入治疗更加安全有效,我们必须不断更新理论知识与技术。神经介入策略的基础理论知识跨越了传统医学与外科专业(包括神经外科学、神经放射学和神经病学)。从事神经介入治疗必须掌握脑血管疾病的神经放射影像学、血管解剖学知识,并对其血管内治疗有彻底的理解。最重要的是,在管理患者与做出临床决策时,必须将熟练的神经介入基础操作技术与正确的临床思维相结合。

神经影像技术正在不断发展,神经介入医师必须掌握多种非侵袭性神经影像诊断技能,以便更好地诊断脑血管疾病、评估神经介入治疗效果、筛选适合神经介入治疗的患者,并通过治疗证实治疗效果。各章节中有关CT、MRI、血管超声等对于脑血管疾病的评估,体现了非侵袭性诊断技术对于神经介入治疗的重要意义与价值。此外,本书还详细地举例说明了当前神经影像融合技术在神经介入手术决策与手术操作中发挥的重大作用。

在所有以放射学或外科学为基础的专业中,良好地掌握解剖学知识是必须的。对于神经介入医师来说,必须很好地掌握脑血管的解剖结构,这些解剖学知识是认识许多脑血管疾病的基础,可以提供血管内治疗的路径并确定治疗的范围。本书许多章节介绍了对神经介入手术特别重要的血管解剖知识,并对第一版的相关知识进行了更新。这些章节着重阐述了关键的解剖概念,并对头、颈、脑和脊髓血管的特殊解剖特征进行了描述。

全面而娴熟的神​​经介入操作技术是个体化治疗的基石,尤其是在面对不能出现一丝

差错的脑血管系统疾病时,再丰富的理论知识也弥补不了拙劣的操作技巧带来的可怕后果。本书以图解的形式对神经介入基础技术进行了阐述及讨论,适合从事神经介入工作的各层次医学人员阅读。不论是刚入门的医学生,还是经验丰富的神经介入医师,相信都能从病例回顾或备选方案的讨论中受益。

对于从事血管内介入治疗的医师而言,除了要掌握良好的解剖学知识和娴熟的操作技巧外,对脑血管疾病的流行病学、病理生理学以及临床特点等知识的掌握也是必不可少的。对于神经介入医师在临床上会遇到的诸多问题,本书阐述了权威专家的指导意见。本书以病例及插图的形式对神经介入治疗的相关技术与解剖学细节进行了讨论和阐述,并引用了大量最新的参考文献作为进一步研究的基础。

神经介入治疗的成功可能最主要取决于理论知识的合理应用、熟练的技术技能和对患者的精心护理。本书重点强调通过正确的临床思维,将患者的临床资料、疾病的病理过程、专业技术和技巧进行整合,制定神经介入策略,实施有效的神经介入手术。

Robert W.Hurst
Robert H.Rosenwasser



第 1 章	头颈部和颅底的血管解剖	1
第 2 章	颅脑神经血管的应用解剖	24
第 3 章	脊柱和脊髓的血管解剖	47
第 4 章	介入神经放射学中的颅内侧支通路和吻合	69
第 5 章	脑血管变异的处理	99
第 6 章	CT 技术与神经介入	120
第 7 章	MR 血管成像的基本原理及在中枢神经系统的应用	147
第 8 章	超声检查在介入神经放射学中的应用	171
第 9 章	非分流脑血管异常:脑海绵状血管畸形、 毛细血管畸形和静脉畸形	203
第 10 章	脑血管炎的诊断与治疗	220
第 11 章	介入神经放射的技术和器械	246
第 12 章	球囊闭塞试验、Wada 试验和药理试验	276
第 13 章	头颈部血管畸形和肿瘤的血管内治疗	290
第 14 章	颈内动脉和椎动脉夹层动脉瘤	308
第 15 章	直接颈动脉海绵窦瘘	334
第 16 章	颅内动脉瘤的血管内治疗	346
第 17 章	蛛网膜下隙出血后脑血管痉挛的血管内治疗	384
第 18 章	脑动静脉畸形的血管内治疗	391
第 19 章	急性缺血性卒中的血管内治疗	425

第 20 章	颅外段颈动脉粥样硬化性疾病的血管内治疗	437
第 21 章	颅内动脉粥样硬化血管闭塞性疾病的支架术和血管成形术	460
第 22 章	硬脑膜动静脉瘘的血管内治疗	478
第 23 章	脑静脉和静脉窦血栓形成的诊断和治疗	499
第 24 章	岩下窦采样在垂体腺瘤诊断中的应用	517
第 25 章	小儿脑血管病的诊断与治疗	527
第 26 章	罕见及遗传性脑血管病的诊断和治疗	540
第 27 章	脊髓血管畸形的介入治疗	556
第 28 章	妊娠期脑血管病的神经血管内治疗特点	582
第 29 章	经皮椎体成形术	594
第 30 章	经血管内治疗患者的神经危重症护理	623
第 31 章	神经介入手术的麻醉	640

第 1 章 头颈部和颅底的血管解剖

Michele H. Johnson, Hjalti M. Thorisson, and Michael L. DiLuna

引言

本章重点讲解头颈部自主动脉弓水平向上至颅底水平血管结构的解剖和变异。选择性插管能够确切了解这些解剖结构。包括 CTA 和 MRA 在内的断面血管成像能够替代导管研究,以期获得清晰的解剖学诊断。神经介入医生在实施介入治疗之前要对断层影像进行评估,此时必须能够确认常见和罕见的血管变异及其与邻近软组织的解剖关系。我们将联合利用 CTA、MRA、常规血管造影以及个体案例的资料来探讨和阐述头颈部血管解剖,熟悉这些解剖特点对于神经介入医生至关重要^[1]。

胚胎学

主动脉弓发育的胚胎学是复杂的,不在本章讨论之列,但掌握一些相关的胚胎学知识有助于理解重要的生理变异,这些变异会影响到我们的插管操作和对影像学资料的阐释^[2~6]。主动脉弓凸面起源于左侧第 4 原始弓动脉。无名动脉或头臂动脉(the brachiocephalic artery,BCA)、左侧颈总动脉(the left common carotid artery,LCCA)和左侧锁骨下动脉(the left subclavian artery,LSUB)自近心端至远心端顺序起于主动脉弓(图 1-1A)。在大多数情况下,LCCA 和 BCA 的起点在主动脉弓上是分开的,但在大约 20%的病例中,LCCA 和 BCA 呈牛角状共干发出(图 1-1B)^[7,8]。在 5%的病例中,左侧椎动脉直接起于主动脉弓(图 1-1C)。更少见的是右侧椎动脉直接起于主动脉弓(图 1-1D、E)^[9]。

在少数病例中,主动脉弓起源于右侧原始弓动脉(右位主动脉弓),而头臂干则以镜像形式发出(图 1-1F)。较为常见的主动脉弓变异是迷走性右侧锁骨下动脉(the right subclavian artery,RSUB),此时右侧颈总动脉是主动脉弓发出的第一支血管,继而发出 LCCA、LSUB,最后发出迷走性 RSUB,后者起于主动脉弓的最远端并在食管后面向右走行,发出右侧椎动脉和后续锁骨下动脉分支(图 1-1G)。邻近迷走性右侧锁骨下动脉开口的主动脉弓的局限性扩张被称为 Kommerell 憩室,有时形成动脉瘤,需要进行外科修补(图 1-1H)^[10,11]。

主动脉弓和分支

主动脉起于左心室,在前纵隔内出心包,在胸骨柄水平气管前方形成升主动脉弓(the ascending aortic arch,AOA)。AOA 发出三个大分支:BCA、LCCA、LSUB(图 1-1A)。BCA 斜向头侧走行,在气管右前方、胸锁关节后方分为右侧颈总动脉(the right common carotid artery,RCCA)和 RSUB。在对 RCCA 和 RSUB 进行选择插管时,锁骨头可作为 BCA 分叉的骨性标志(图 1-2)。在对 RSUB 进行选择插管时,使患者头部偏向左侧并伸展右臂有助于区分 RSUB 和 RCCA 的走行。右侧椎动脉在乳内动脉(the internal mammary artery,INM)开口的对侧起于 RSUB。锁骨下动脉的其他分支包括颈升动脉、甲状颈干和肋颈干(图 1-3A~C)。在分析累及下颈部、上胸部椎体和脊髓的血管畸形以及其他病变时,辨识这些分支是必要的。

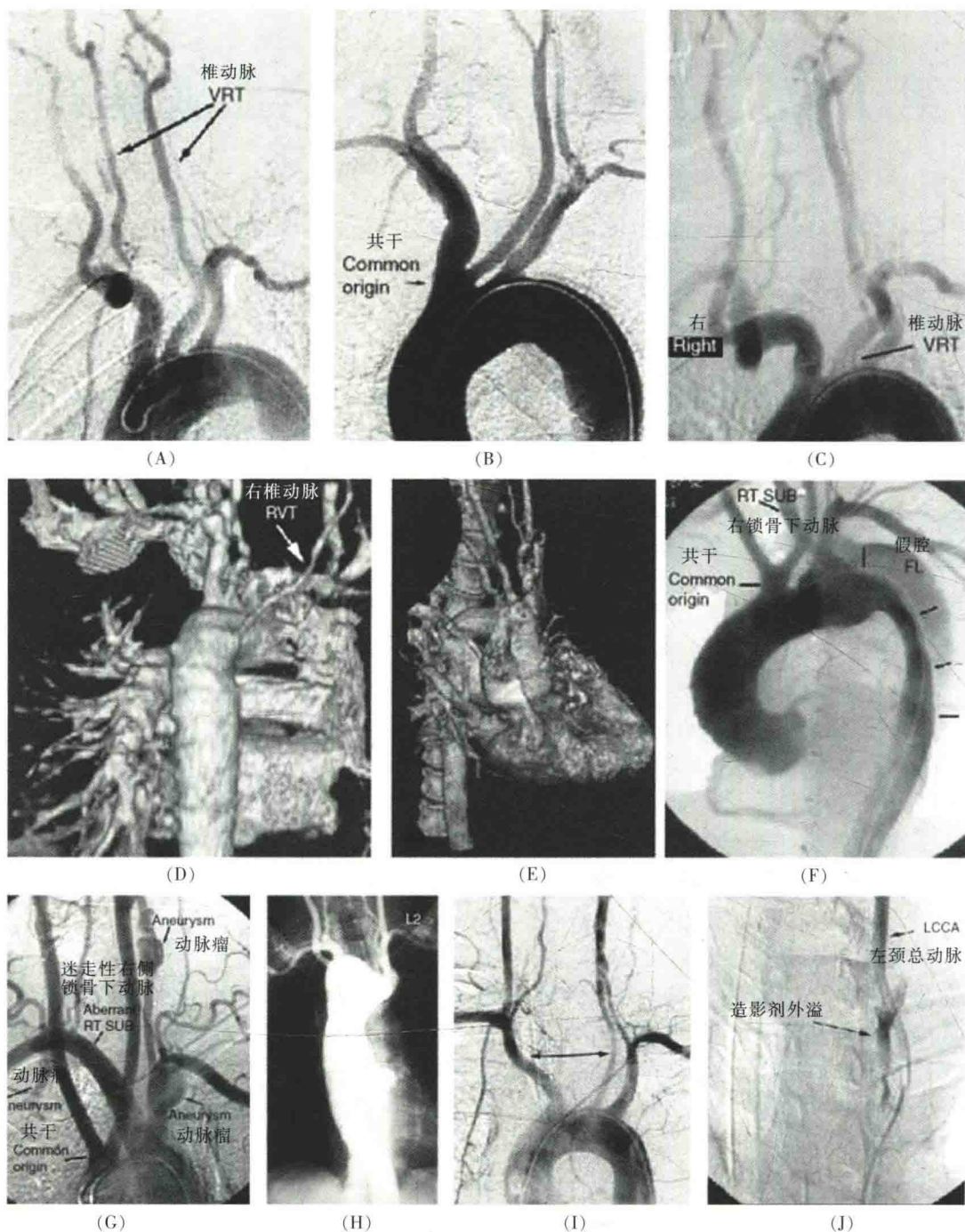


图 1-1 (A)正常主动脉弓 LAO 位造影。注意大血管的典型形态, 双侧椎动脉发育不对称(右>左)。(B)牛角状主动脉弓。注意 BCA 和 LCCA 共干。左侧椎动脉比右侧发达。(C)主动脉弓 LAO 位造影显示左椎动脉直接起于主动脉弓, 其开口位于 LCCA 和左 SUB 之间。注意左 SUB 未见椎动脉发出。(D、E)3D CTA 后面观和右侧面观显示右椎动脉直接起于主动脉弓。(F)自发性主动脉夹层病例, 迷走性右侧锁骨下动脉和牛角状主动脉弓。该病例主诉胸和右臂疼痛。注意假腔(FL)和夹层瓣(箭头)。(G)Ehlers-Danlos 病, 迷走性右侧锁骨下动脉, 牛角状主动脉弓, 伴多发动脉瘤(箭头)。(H)右位主动脉弓, 迷走性左侧锁骨下动脉和气管环。注意 Kommerell 憩室(箭头)。(I)大量口腔出血。主动脉弓造影显示正常弓结构, 但 BCA、RCCA 和 LCCA 之间的距离(箭头)增大, 继发于纵隔血肿。(J)大量口腔出血, 造影显示左颈总动脉造影剂外溢。造影显示左颈总动脉造影剂外溢。缩略词: BCA, 头臂动脉; LCCA, 左颈总动脉; SUB, 锁骨下动脉; RCCA, 右颈总动脉; LAO, 左前斜位

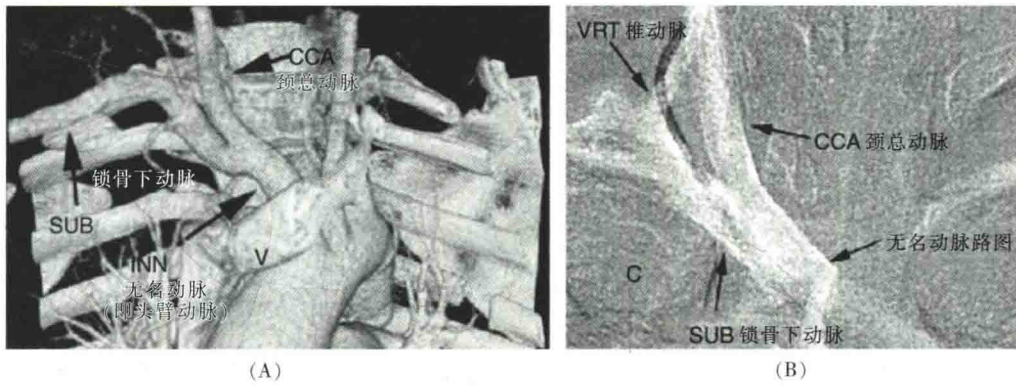


图 1-2 (A,B)3D CTA 显示 BCA 在右侧锁骨头处分为锁骨下动脉和右颈总动脉。BCA 前后位路线图显示锁骨可作为 BCA 分叉的骨性标志。缩略词:BCA,头臂动脉

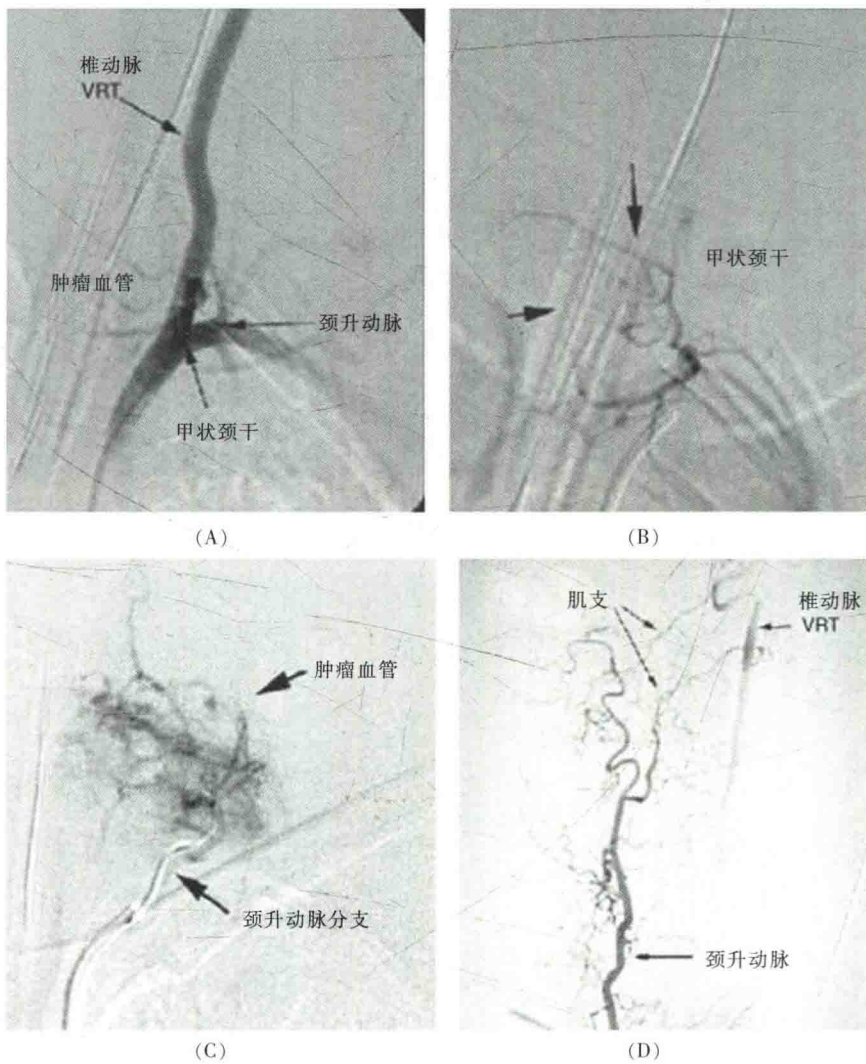


图 1-3 锁骨下动脉的近心端血管分支(A~C)。SUB 造影显示其近心端血管分支供应 T₂ 脊椎肿瘤。(D)颈升动脉通过肌支与椎动脉形成侧支吻合。缩略词:SUB,锁骨下动脉

椎动脉

椎动脉在颈长肌和前斜角肌之间、颈总动脉后方上行,平 C_6 水平进入颈椎体横突孔,在 $C_2 \sim C_6$ 之间的横突孔内走行。椎动脉在 C_2 水平出横突孔后向后外侧走行,再折向上进入 C_1 横突孔,在 C_1 和枕骨之间向后内侧走行进入枕骨大孔^[1,4,5]。颈段椎动脉发出分支供应椎体和相邻颈部肌肉(图 1-4A、B)。椎动脉的颈部走行往往是直的,有时有迂曲,后者会限制远心端的微导管操作(图 1-5)。正常头部转动可能引起椎动脉内腔狭窄、血流改变,当横突孔存在骨赘侵犯椎动脉时这种现象尤其明显^[1,2],并可能与临床上的低灌注症状(如头昏、眩晕)有关。在血管造影或无创性血管成像过程中,转头试验能揭示这种现象(图 1-6A、B)^[13,14]。

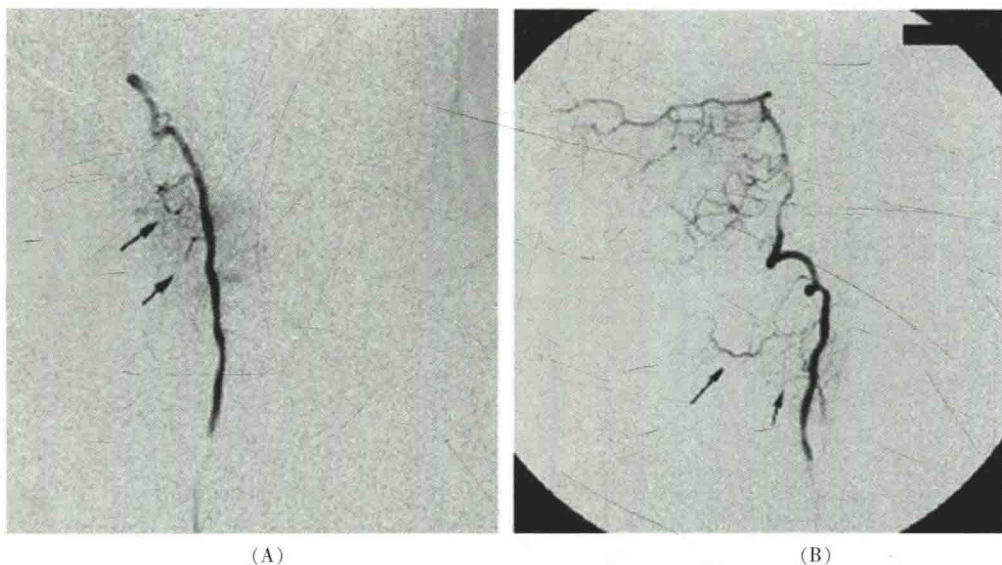


图 1-4 椎动脉颈支。椎动脉颈段前后位(A)和侧位(B)显示小的肌支和椎体支(箭头)

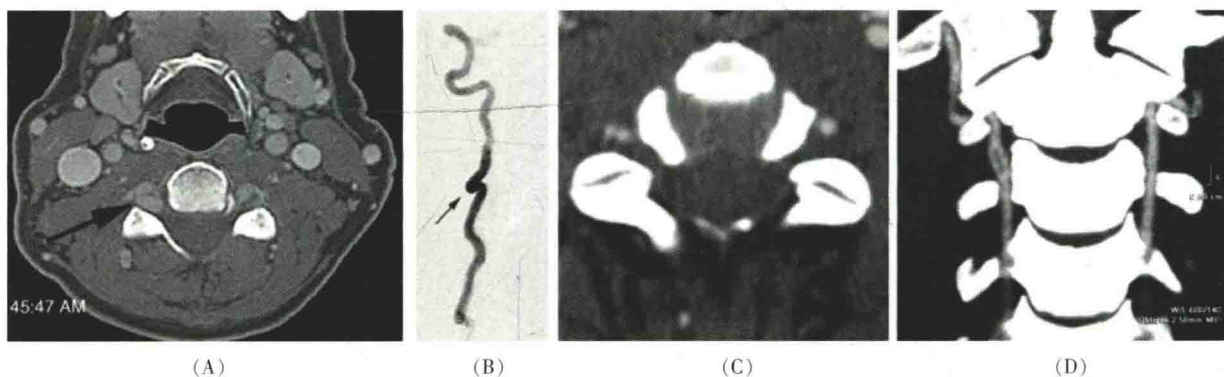


图 1-5 椎动脉变异类似夹层表现

CTA 上显示椎动脉迂曲而不是夹层(A)。注意椎动脉前后位造影显示局部迂曲,没有夹层(B)。CTA 显示夹层或开窗(C),三维重建证实为开窗(D)

在几乎一半的病例中左侧椎动脉较右侧椎动脉粗大,为后颅窝提供优势血流;在 25% 的病例中右侧椎动脉为优势动脉;其余病例双侧椎动脉管径或血流大致相当^[12,15~17]。椎动脉跟颈外动脉(the external carotid artery, ECA)、甲状颈干、肋颈干在多个颈椎水平存在吻合。

双侧椎动脉在枕骨大孔处进入硬脑膜,上行汇合为基底动脉。小脑后下动脉(the posterior inferior