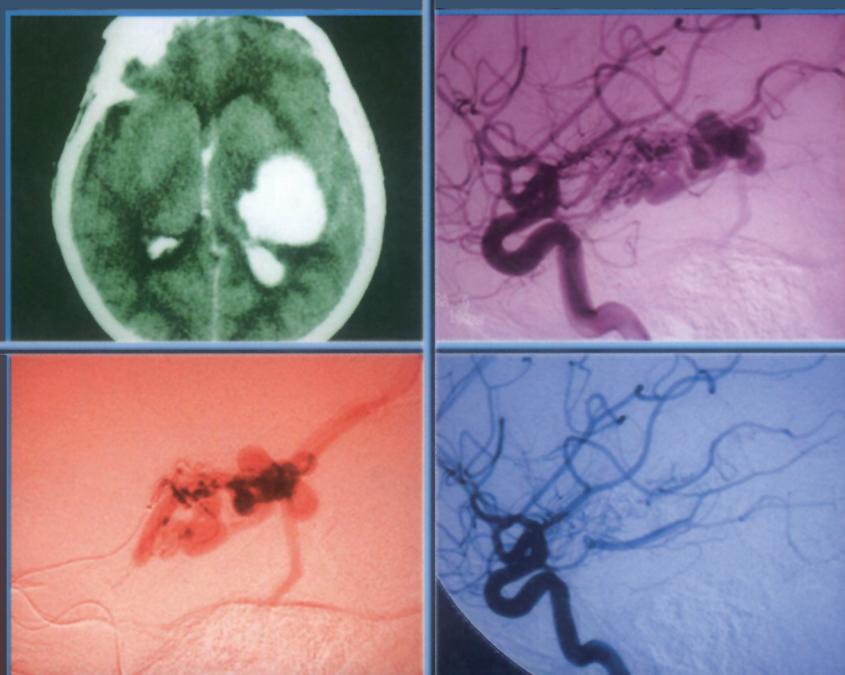


中文翻译版

介入神经放射学

Interventional Neuroradiology



主编 **Robert W. Hurst**

Robert H. Rosenwasser

主译 李佑祥 吕明

 科学出版社

中文翻译版

介入神经放射学

Interventional Neuroradiology

主 编 Robert W. Hurst

Robert H. Rosenwasser

主 译 李佑祥 吕 明

科学出版社

北京

图字:01-2009-2609号

内 容 简 介

介入神经放射学涉及神经外科学、神经放射学和神经病学等多门经典医学专业,借助先进的神经影像和血管内技术,指导头颈部和中枢神经系统疾病的血管内介入治疗。随着影像技术和器械材料的发展,神经介入技术已成为神经内科和神经外科多种常见疾病的开创性治疗手段。

本书以科学精练的语言阐释神经解剖、影像学、神经介入技术及相关手术操作过程,强调将现代神经影像学信息整合到神经介入手术的临床决策和操作实践中,关注临床技能的提高和最新的技术、材料进展。

本书可供神经介入放射科、神经外科及神经内科医师阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

介入神经放射学 / (美)赫斯特(Hurst, R. W.), (美)罗森瓦塞尔(Rosenwasser, R. H)主编;李佑祥,吕明主译. —北京:科学出版社,2011

Interventional Neuroradiology

ISBN 978-7-03-029560-6

I. 介… II. ①赫… ②罗… ③李… ④吕… III. 介入神经放射学 IV. R816.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 227839 号

责任编辑:向小峰 / 责任校对:朱光兰

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

本书封面贴有 Informa Healthcare 防伪标签,未贴防伪标签属未经授权的非法行为。

© 2008 by Informa Healthcare USA, Inc.

All Rights Reserved.

Authorized translation from English Language edition published by Informa Healthcare USA, Inc., part of Informa plc.

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 1 月第一次印刷 印张:30

印数:1—2 000 字数:711 000

定价:180.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《介入神经放射学》翻译人员

主 译 李佑祥 吕 明
译 者 (按姓氏汉语拼音排序)

白 晋	陈绪珠	高 坤	贺红卫	江裕华
姜 鹏	姜除寒	李传辉	李佑祥	刘 杰
刘 恋	刘爱华	刘冬梅	吕 明	吕宪利
毛 磊	穆士卿	孙 勇	孙际典	杨新健
张 耐	张静波	张义森		

主 审 吴中学
秘 书 江裕华

Contributors

Nabil M. Akkawi Division of Neuroimaging and Intervention, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts, U.S.A.

Riyadh N. Al-Okaili Department of Radiology, King Abdulaziz Medical City, Riyadh, Saudi Arabia.

Rocco A. Armonda Departments of Neurosurgery and Radiology, National Naval Medical Center, and Comprehensive Neurosciences Program, Uniformed Services University of Health Sciences, Bethesda, Maryland, U.S.A.

Linda J. Bagley Departments of Radiology and Neurosurgery, University of Pennsylvania Medical Center, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Tibor Beckske Departments of Neurology, Neurosurgery, and Radiology, New York University Medical Center, New York, New York, U.S.A.

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

Jonathan L. Brisman Department of Cerebrovascular and Endovascular Neurosurgery, Winthrop University Hospital, Mineola, Long Island, New York, U.S.A.

Michael L. DiLuna Department of Neurosurgery, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, U.S.A.

Robert D. Ecker Department of Neurosurgery and Toshiba Stroke Research Center, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, University at Buffalo, State University of New York, Buffalo, New York, U.S.A., and Department of Neurological Surgery, U.S. Naval Hospital, Okinawa, Japan.

Joseph M. Eskridge Department of Interventional Neuroradiology, Seattle Neuroscience Institute, Seattle, Washington, U.S.A.

Alexandros L. Georgiadis Department of Neurology, Zeenat Qureshi Stroke Research Center, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, U.S.A.

Y. Pierre Gobin Departments of Radiology and Neurosurgery, New York Presbyterian Hospital, Weill Medical College of Cornell University, New York, New York, U.S.A.

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

L. Nelson Hopkins Department of Neurosurgery and Toshiba Stroke Research Center, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, University at Buffalo, State University of New York, Buffalo, New York, U.S.A.

Robert W. Hurst Departments of Radiology, Neurology, and Neurosurgery, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Mary E. Jensen Departments of Radiology, and Neurosurgery, University of Virginia Health Systems, Charlottesville, Virginia, U.S.A.

Michele H. Johnson Interventional Neuroradiology, Departments of Diagnostic Radiology and Surgical Otolaryngology, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, U.S.A.

Charles A. Jungreis Temple University Hospital, Temple University School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Uday S. Kanamalla Temple University Hospital, Temple University School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Scott E. Kasner Department of Neurology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Jeffrey M. Katz Department of Radiology, New York Presbyterian Hospital, Weill Medical College of Cornell University, New York, New York, U.S.A.

Jeffrey P. Kochan Temple University Hospital, Temple University School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Jaroslaw Krejza Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.; Department of Nuclear Medicine, Medical University of Gdansk, Poland.

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

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

Neerav R. Mehta University of Pennsylvania Medical Center, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Elias R. Melhem University of Pennsylvania Medical Center, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Donald L. Miller Department of Radiology, National Naval Medical Center and Department of Radiology, Uniformed Services University of Health Sciences, Bethesda, Maryland, U.S.A.

Kieran Murphy Department of Radiology, Division of Interventional Neuroradiology, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, U.S.A.

Peter Kim Nelson Departments of Neurology, Neurosurgery, and Radiology, New York University Medical Center, New York, New York, U.S.A.

David W. Newell Department of Neurosurgery, Seattle Neuroscience Institute, Seattle, Washington, U.S.A.

Mayumi Oka Department of Radiology, Division of Interventional Neuroradiology, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, U.S.A.

Darren Orbach Departments of Neurology, Neurosurgery, and Radiology, New York University Medical Center, New York, New York, U.S.A.

Mayur A. Paralkar Department of Medicine, University of Medicine and Dentistry of New Jersey, Newark, New Jersey, U.S.A.

Nicholas J. Patronas Department of Radiology, National Institutes of Health Clinical Center, Bethesda, Maryland, U.S.A.

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

Adnan I. Qureshi Department of Neurology, Zeenat Qureshi Stroke Research Center, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, U.S.A.

Howard A. Riina Departments of Radiology and Neurosurgery, New York Presbyterian Hospital, Weill Medical College of Cornell University, New York, New York, U.S.A.

Eric Sauvageau Department of Neurosurgery and Toshiba Stroke Research Center, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, University at Buffalo, State University of New York, Buffalo, New York, U.S.A., and Department of Neurological Surgery, University of South Florida College of Medicine, Tampa, Florida, U.S.A.

Qaisar A. Shah Department of Neurology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A., and Department of Neurology, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, U.S.A.

Hjalti M. Thorisson Department of Diagnostic Radiology, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, U.S.A.

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

Ramachandra P. Tummala Department of Neurosurgery and Toshiba Stroke Research Center, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, University at Buffalo, State University of New York, Buffalo, New York, U.S.A.

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

Alexander H. Vo Departments of Neurosurgery and Radiology, National Naval Medical Center, and Comprehensive Neurosciences Program, Uniformed Services University of Health Sciences, Bethesda, Maryland, U.S.A.

Ajay K. Wakhloo Division of Neuroimaging and Intervention, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts, U.S.A.

John B. Weigle Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

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

Ronald L. Wolf Department of Radiology, Neuroradiology Section, University of Pennsylvania Medical Center, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.

Junichi Yamamoto Department of Neurosurgery and Toshiba Stroke Research Center, Millard Fillmore Gates Hospital, Kaleida Health, University at Buffalo, State University of New York, Buffalo, New York, U.S.A.

谨以此书献给我的导师、学生和患者,他们时刻警示我学无止境,人生短暂。同时将此书献给我的妻子 Marilyn、我的孩子 Jonathan 和 Katherine,他们使我的生命尽享天伦之乐。我必须感谢他们的奉献,使得这项努力付诸实现。

——Robert W. Hurst

我愿将此书献给我的妻子 Deborah August 博士,她是我搭档和精神支柱,她义无反顾地支持我所做的努力。另外,我要感谢 William A. Buchheit 博士,他是我的神经外科导师和朋友,一位在血管内治疗神经系统疾病的早期理念出现时就给予支持、走在时代前列的人。

——Robert H. Rosenwasser

前　　言

本书旨在为临床医师介绍在介入神经放射治疗中最常遇到的有关解剖、技术、疾病、手术和临床决策方面的背景信息和特定概念。在过去的10年内,介入神经放射技术为头颈部和中枢神经系统的血管性疾病的治疗带来了革命性的改观,它们为许多常见的神经系统疾病提供了一种无创的治疗方式,为无数以往没有很好治疗选择的病人提供了一种可能的治疗措施。

然而,这种技术的发展,必然要求有更多的知识和临床技巧去安全有效地开展这些治疗。神经介入放射学的基本知识领域跨越了传统意义上认定的内科学和外科学的界限,涉及神经外科、神经放射及神经内科等多个学科。需要熟悉血管性疾病的神经放射影像学,了解血管解剖学,透彻理解脑血管疾病及其血管内治疗。最重要的是,基本的介入技术、技巧必须与良好的临床判断力相结合,这些判断力体现在对病人的处理及临床决策中。

近年来,神经影像学的快速发展,意味着通过这些无创的神经影像工具,神经介入医师可以拥有娴熟的诊断能力,以明确脑血管病病变所在,评估其预后,确定哪些病人适合神经介入治疗以及印证治疗效果。CT、MR、超声对脑血管疾病的评估的独立章节强调目前对这些疾病的无创诊断模式,这也是神经介入医师的兴趣所在。除此之外,本书通篇不遗余力地阐述如何在神经介入诊疗过程中将目前的影像技术整合到实际操作和临床决策中去。

在所有基于放射科和外科的专业中,透彻理解相关的解剖是最基本的要求。对于神经介入医师来说,脑血管解剖就是他的工作平台。解剖知识对于理解大部分(如果不是全部)脑血管疾病至关重要,同时提供血管内治疗的路径,确定治疗选择的范畴。本书包含对神经介入诊疗有特殊意义的相关血管解剖的内容,这些章节主要着墨于头颈部、脑和脊髓血管构筑中重要的解剖概念以及特定的解剖特点。

治疗正是通过基本神经介入技术来传送给病人个体。在脑血管系统疾病的诊疗中,理论要与实践并重。对基本技术的讨论,辅以恰当的图示,能满足所有层次的学习者,从刚入门的学生到经验丰富的临床医师都能从这些综述及附加的技术要点中获益。

目前血管内治疗的适应证日益扩大,要理解适合血管内治疗的日益增多的脑血管疾病的流行病学、病理生理学及临床特点,就要求解剖知识和技术知识兼备。本书中,神经介入领域的知名专家将和神经介入医师讨论一些以临床为导向的共同关心的话题,所有关于治疗的讨论均配有最新的图像以强调相关技术及解剖的细节要点。每个章节均附最新及既往的参考文献,以便进一步研究。

很大程度上,成功的神经介入实践的基本要求是将知识和技术合理运用到病人身上。本书旨在阐述及强调整合临床信息、疾病变化过程及技术技巧的重要性,通过运用正确的临床判断,规范和实施安全有效的神经介入诊疗。

Robert W. Hurst

Robert H. Rosenwasser

目 录

前言		
第 1 章	头颈部和颅底的血管解剖.....	(1)
第 2 章	颅脑神经血管应用解剖学	(25)
第 3 章	脊柱和脊髓血管解剖	(41)
第 4 章	介入神经放射学中的颅内侧支通路与吻合	(58)
第 5 章	介入神经放射学中的 CT 影像和生理学技术	(89)
第 6 章	MR 血管造影,在介入神经放射学中的应用和原则	(119)
第 7 章	介入神经放射学中的超声影像和生理学技术.....	(144)
第 8 章	介入神经放射的技术和设备.....	(174)
第 9 章	球囊闭塞试验、Wada 试验和药理试验	(198)
第 10 章	头颈部血管畸形和肿瘤的血管内治疗	(211)
第 11 章	颈内动脉和椎动脉夹层	(232)
第 12 章	直接颈动脉海绵窦瘘.....	(25)
第 13 章	颅内动脉瘤的血管内治疗	(261)
第 14 章	蛛网膜下腔出血后血管痉挛的血管内治疗	(287)
第 15 章	脑动静脉畸形的血管内治疗	(301)
第 16 章	急性缺血性卒中的血管内治疗	(342)
第 17 章	血管内治疗颅外段颈动脉粥样硬化疾病	(350)
第 18 章	颅内动脉粥样硬化血管闭塞性疾患的支架术和血管成形术	(367)
第 19 章	硬脑膜动静脉瘘的血管内治疗	(379)
第 20 章	岩下窦采样在垂体腺瘤诊断中的应用	(400)
第 21 章	脊髓血管畸形的介入治疗	(411)
第 22 章	经皮椎体成形术	(440)

第1章 头颈部和颅底的血管解剖

Michele H. Johnson, Hjalti M. Thorisson, 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,以期达到单纯的诊断学目的。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四原始弓动脉。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]。在少数病例中,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行性右侧锁骨下动脉(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,最后发出迷行的 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)。邻近迷行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 3 个大分支:BCA、LCCA、LSUB(图 1-1A)。BCA 斜向头侧走行,在气管右前方、胸锁关节后方分叉为右侧颈总动脉(the right common carotid artery, RCCA)和 RSUB。在对 RCCA 和 RSUB 选择性插管时锁骨头可作为 BCA 分叉的骨性标志(图 1-2)。在对 RSUB 选择性插管时,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)

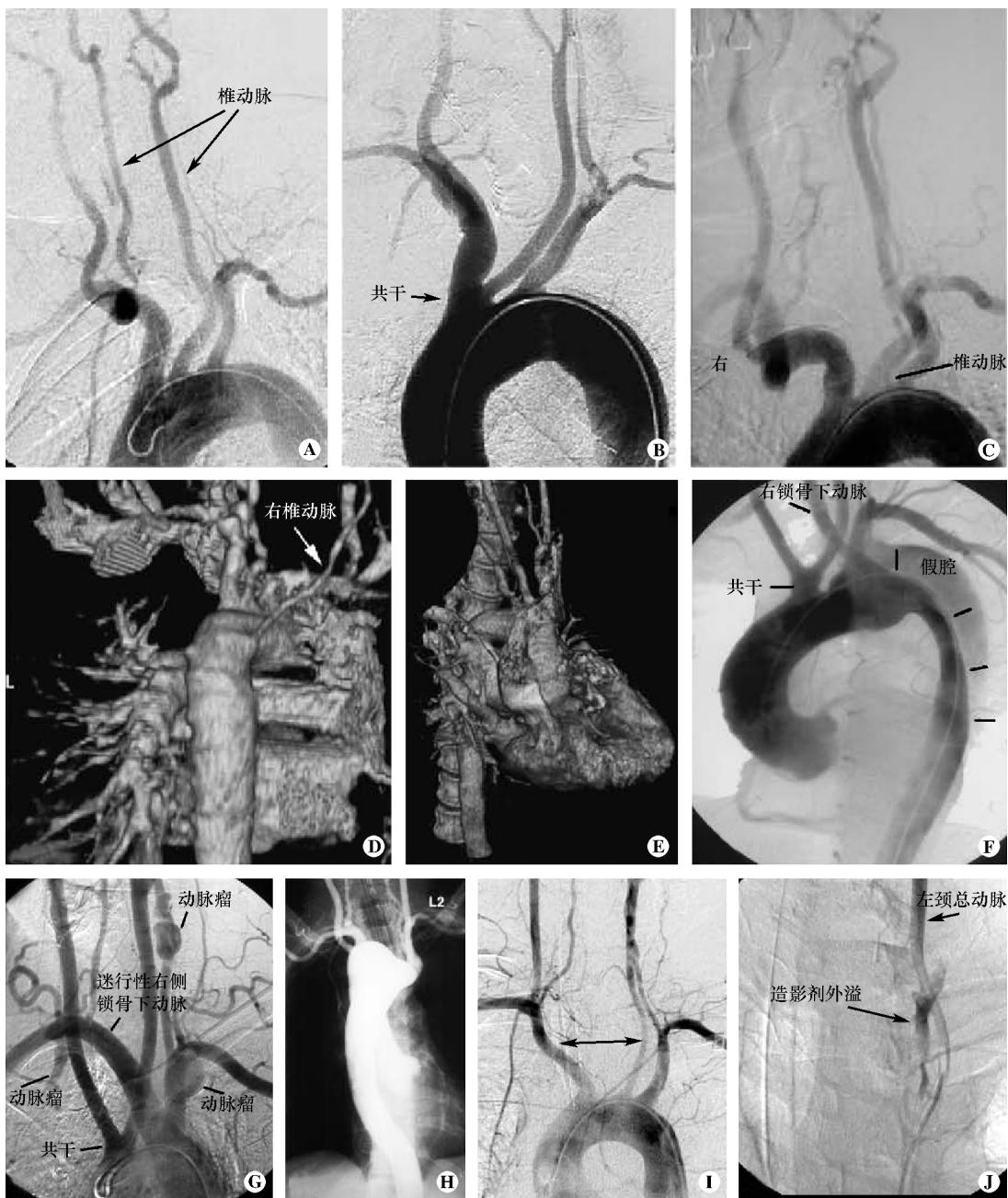


图 1-1 正常主动脉弓 LAO 位造影 (A)。注意大血管的典型形态, 双侧椎动脉发育不对称(右>左)。牛角状主动脉弓(B)。注意 BCA 和 LCCA 共干。左侧椎动脉比右侧发达。主动脉弓 LAO 位造影显示左椎动脉直接起于主动脉弓, 其开口位于 LCCA 和左 SUB 之间(C)。注意左 SUB 未见椎动脉发出。3D CTA 后面观和右侧面观显示右椎动脉直接起于弓(D、E)。自发性主动脉夹层病例, 迷行性右侧锁骨下动脉和牛角状主动脉弓(F)。该病例主诉胸和右臂疼痛。注意假腔(FL)和夹层瓣(箭头)。Ehlers-Danlos 病, 迷行性右侧锁骨下动脉, 牛角状弓, 伴多发动脉瘤(G)(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

缩略语: 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

开口的对侧起于RSUB。在5%的病例中左侧椎动脉直接起于主动脉弓^[9]。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。

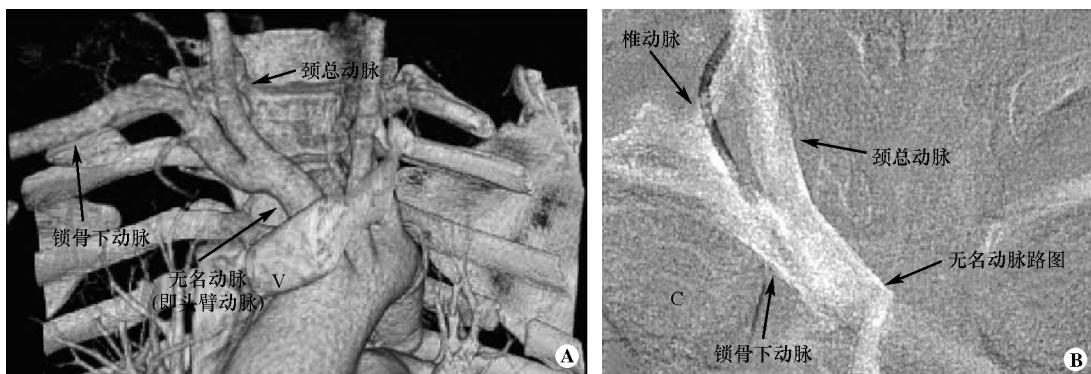


图1-2 3D CTA显示头臂动脉(BCA)在右侧锁骨头处分叉为锁骨下动脉和右颈总动脉。BCA前后位路图显示锁骨可作为BCA分叉的骨性标志

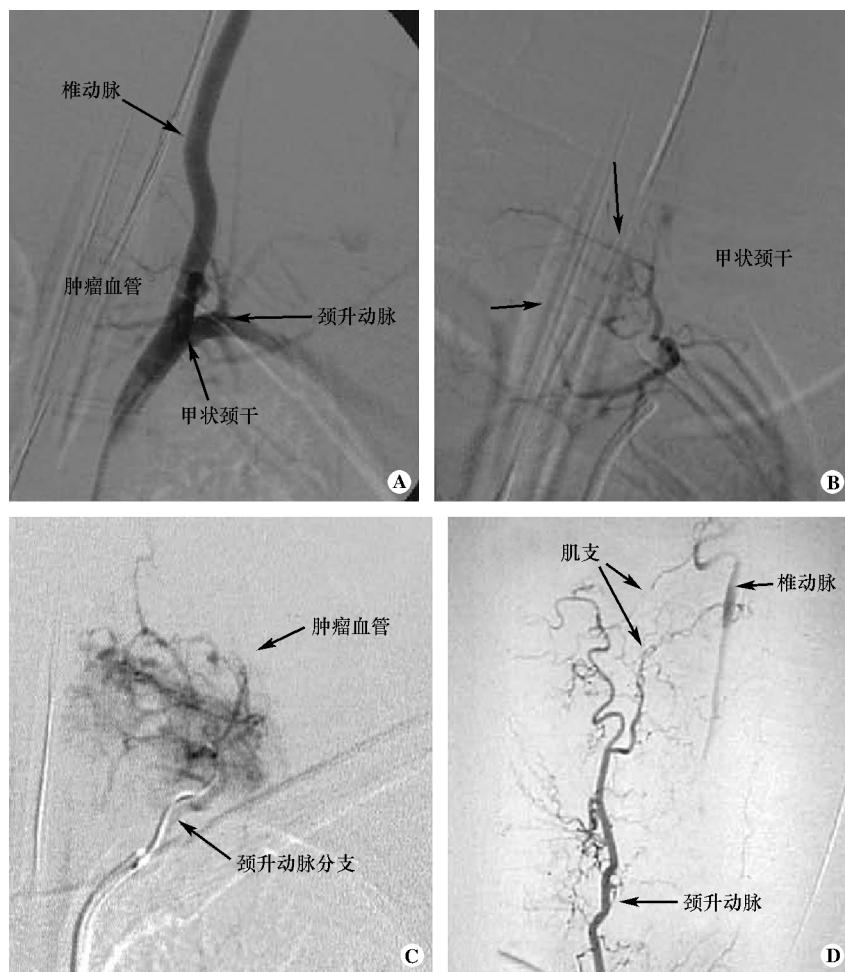


图1-3 锁骨下动脉的近心端分支(A~C)。SUB造影显示其近心端血管分支供应T₂脊椎肿瘤。
颈升动脉通过肌支与椎动脉形成侧支吻合(D)。缩略语:SUB,锁骨下动脉

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 C₆ 水平进入颈椎体横突孔在 C₆ ~ C₂ 之间的横突孔内走行。椎动脉在 C₂ 水平出横突孔后向后外侧走行,再折向上进入 C₁ 横突孔,在 C₁ 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 1-4 A、B)。椎动脉的颈部走行往往是直的,有时也会有迂曲,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和(或)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^[12],并可能与临床上的低灌注症状(如头晕、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 1-6 A、B)^[13,14]。

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 32% 的病例中右侧椎动脉为优势动脉;余者双侧椎动脉管径或血流大致相当^[12,15~17]。椎动脉与颈外动脉(the external carotid artery, ECA)、甲状腺干、肋颈干在多个水平存在吻合。

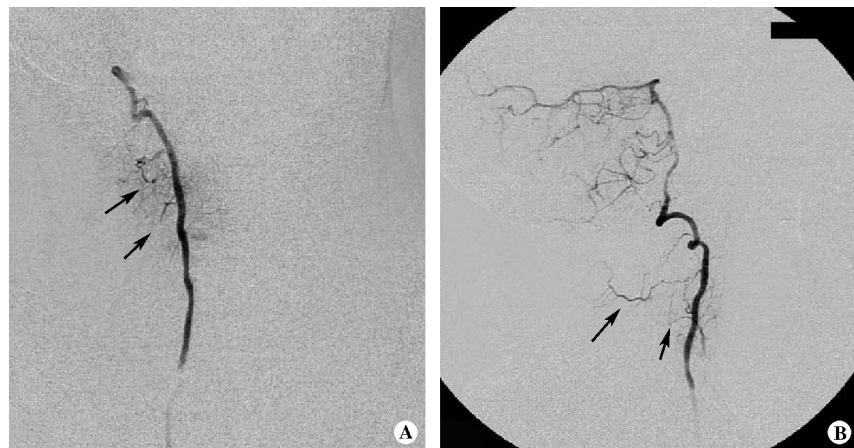


图 1-4 椎动脉颈支。椎动脉颈段前后位(A)和侧位(B)显示小的肌支和椎体支(箭头)

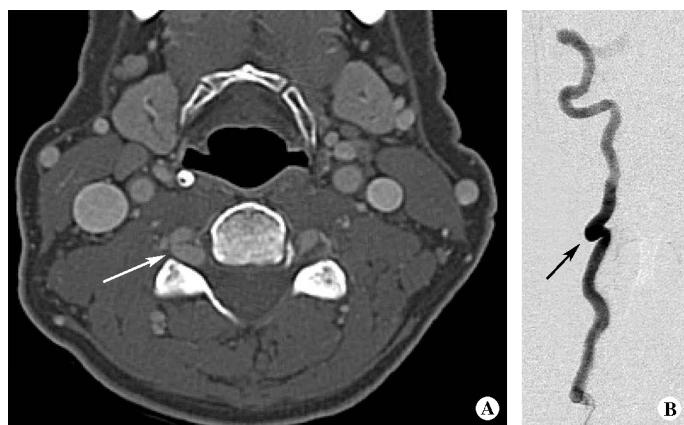


图 1-5 CTA 上显示椎动脉迂曲而不是夹层(A)。注意椎动脉前后位造影显示局部迂曲,没有夹层瓣(B)

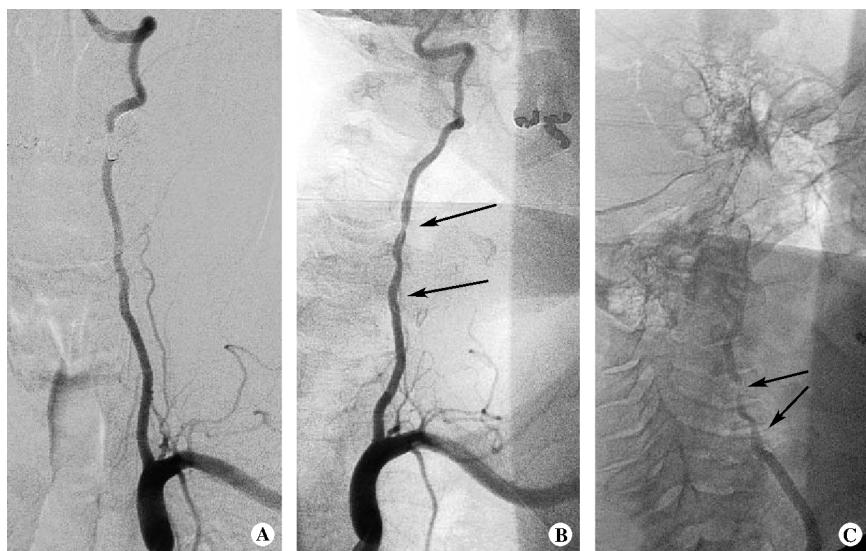


图 1-6 转头性晕厥。左侧椎动脉:正常体位(A)。注意在轻微转头(B)和极度转头(C)时椎动脉颈段被钩椎关节退行性骨质增生明显压迫

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 cerebellar artery, PICA)是椎动脉的最大分支,位于基底动脉起始点的近心端,变异较多。PICA 可能为单干,也可能为双干,有时椎动脉止于 PICA^[18,19]。PICA 的远端分支和小脑前下动脉(the anterior inferior cerebellar artery, AICA)的小脑半球分支之间存在血流动力平衡,有时存在 AICA-PICA 共干变异,可以表现为 PICA 缺如,其供血区由 AICA 的远端分支供应,反之亦可^[18~20](图 1-7A、B)。

脊髓后动脉在延髓水平起于椎动脉或起于 PICA,向后走行分为前支和后支,并与来自椎动脉的微小穿支吻合。颈升动脉、肋间后动脉和腰动脉在各自水平为脊髓后动脉提供阶段性侧支吻合。脊髓前动脉起于椎动脉远心端,在延髓前方双侧汇合成一条血管下行,在下行过程中接受来自节段性穿支的吻合(类似脊髓后动脉),供应前部脊髓和终丝。脑膜后动脉起于颈段椎动脉,供应后颅窝的骨质和硬脑膜^[12]。颈段椎动脉尚发出多个小的脊髓支通过椎间孔进入椎管供应脊髓;在寰椎侧块水平发出的肌支供应深部颈肌。

颈总动脉

颈总动脉在颈动脉鞘内与颈内静脉、迷走神经和颈袢伴行走向头侧。在颈动脉分叉之前颈总动脉一般不发出分支,但也会出现少见的变异(图 1-8A、B)^[20]。颈总动脉末端扩张成颈动脉球,并分叉为 ICA 和 ECA。颈动脉分叉一般位于甲状软骨和舌骨大角水平之间,但也存在变异,据报道可位于 C₁~C₂ 至 C₆~C₇ 之间的任一水平^[21,22]。确定颈动脉分叉的解剖水平对于规划颈动脉粥样硬化的外科治疗非常重要。在大约 80% 的病例中分叉位于 C₃ 和 C₅ 水平之间,其次常见的位置是 C₅~C₆ 水平(13%)^[22,23]。颈内动脉(the internal carotid artery, ICA)在 ECA 后外侧走行,后转向内侧进入颅底的颈动脉管(图 1-8C、D)。

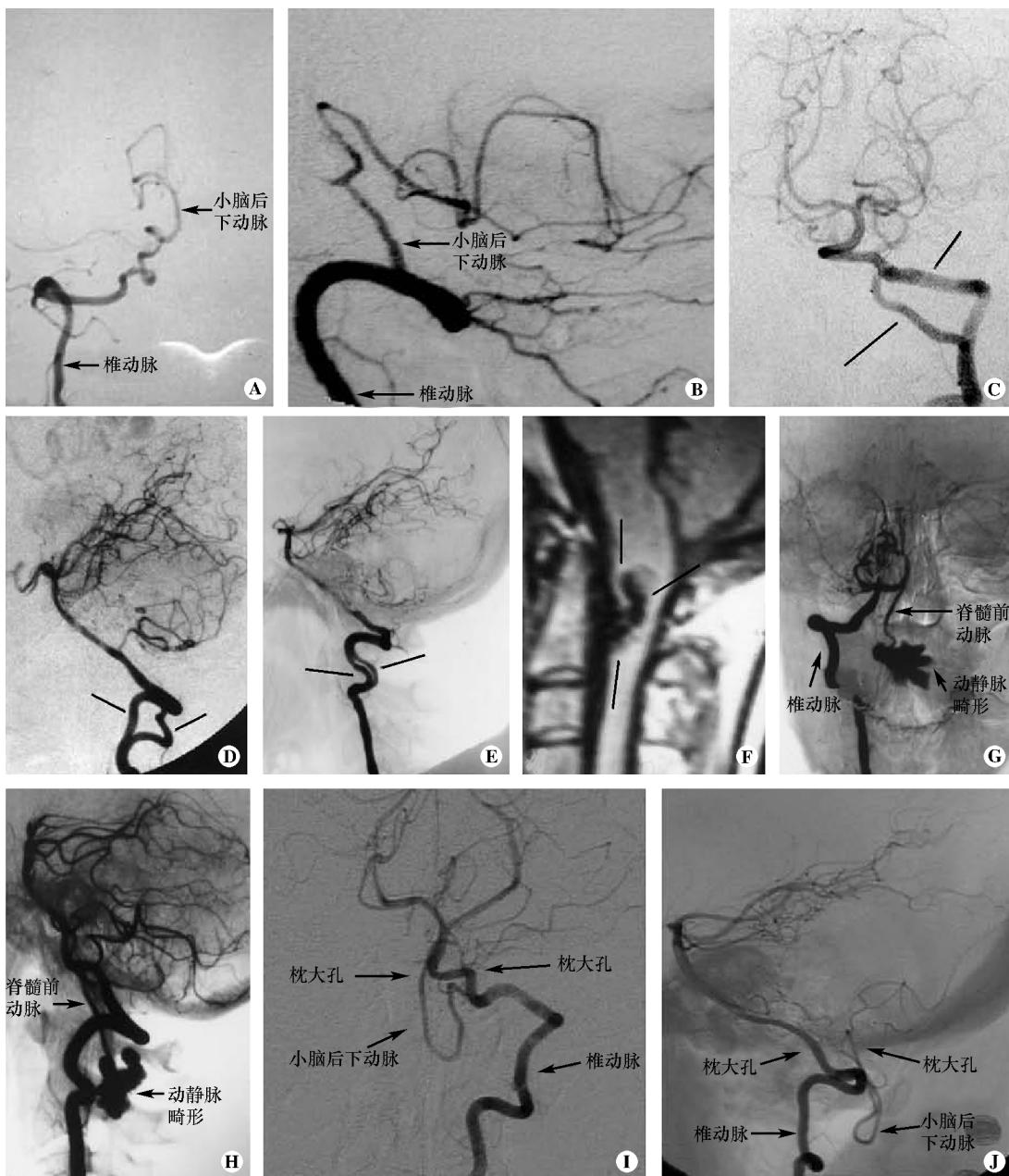


图 1-7 椎动脉远心端变异。前后位(A)和侧位(B)造影显示椎动脉止于 PICA。椎动脉开窗(C~E); MRI 矢状位 T₁ 加权像(F)、椎动脉造影前后位(G)和侧位(H)显示由 ASA 供血的 AVM; 前后位(I)和侧位(J)造影显示 PICA 开口位于枕骨大孔水平以下。缩略语: AVM, 动静脉畸形; ASA, 脊髓前动脉; PICA, 小脑后下动脉

颈外动脉

颈总动脉在颈部发出 ECA, 主要供应面部、头皮和硬脑膜, 并为脑实质、眶内容物提供潜在的侧支循环^[23]。ECA 分支变异较多(图 1-9), 但真正的 ECA 异常并不多见。相

对最常见的一种变异是所谓的无分叉型颈动脉,即 ECA 分支直接起于颈总动脉干^[24,25]。ECA 直接起于主动脉弓也是非常罕见的一种变异^[26]。ECA 自起点沿咽外侧壁行向前外侧,经二腹肌后腹和茎突舌骨肌的下方穿入腮腺筋膜。腮腺深叶将 ECA 和 ICA 相分隔^[1,4,5]。

ECA 分支有两种分类法,一种是按照自颅侧至尾侧的解剖位置分类,一种是按前后位置分类。第一种分类将 ECA 分支从概念上划分为 3 个节段:低位颈段、中位节段(平下颌角)和高位节段(平腮腺)。第二种分类是把 ECA 分支分为前组和后组。前组自近心端至远心端依次为甲状腺上动脉、舌动脉和面动脉。后组自近及远依次为咽升动脉(the ascending pharyngeal artery, APA)、枕动脉和耳后动脉。各分支的命名均来源于相邻软组织结构。ECA 最后分叉为领内动脉和颞浅动脉(图 1-10A、B)^[23]。

甲状腺上动脉

甲状腺上动脉一般是 ECA 前组中最近心端的分支,注射造影剂时可见明显的甲状腺染色,以资鉴别。该动脉也可起于颈动脉分叉,偶尔直接发自颈总动脉颈段(图 1-11)^[23,27]。甲状腺上动脉自 ECA 前部发出,直接向下沿甲状腺走行供应腺体和喉部上极。双侧甲状腺上动脉相互之间以及起于甲状腺干的甲状腺下动脉之间具有广泛的侧支吻合。在少见情况下,气管切开或喉部手术会损伤甲状腺上动脉,造成出血和(或)假性动脉瘤形成(图 1-12A、B)。

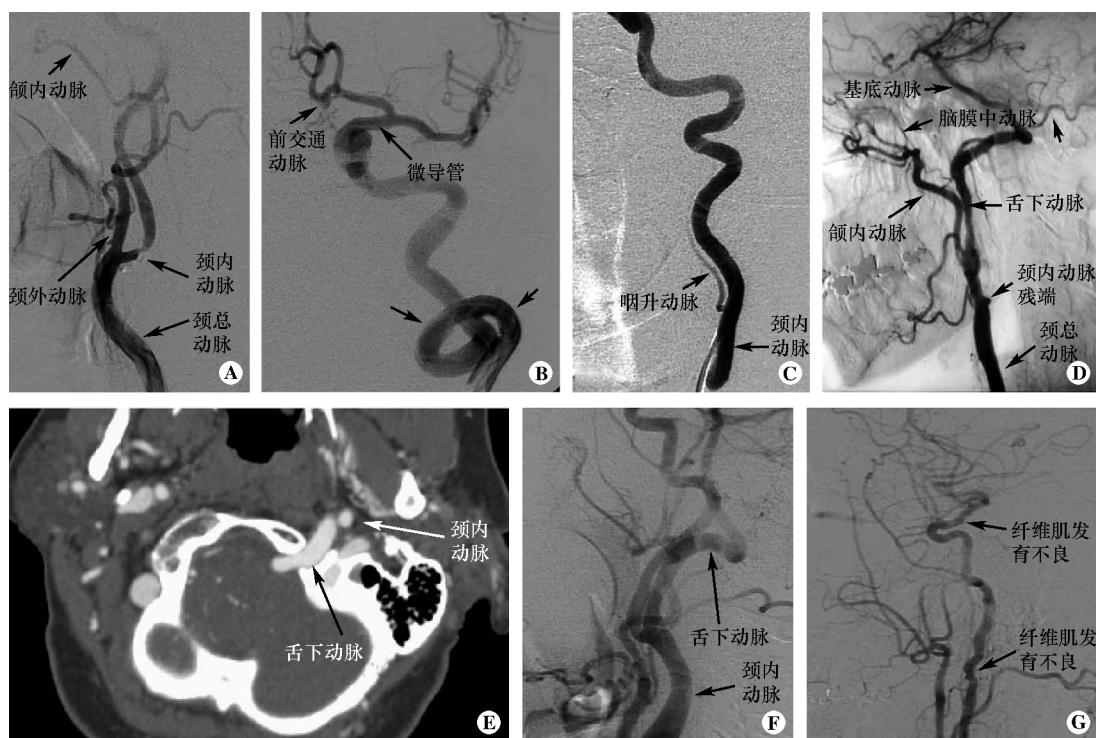


图 1-8 颈动脉颈段变异。A. 正常分叉。B. 颈环。C. 咽升动脉起于 ICA。D. 舌下动脉伴 ICA 闭塞。E. 舌下动脉 CT。F. 舌下动脉造影。G. 纤维肌发育不良(FMD)。缩略语: ICA, 颈内动脉

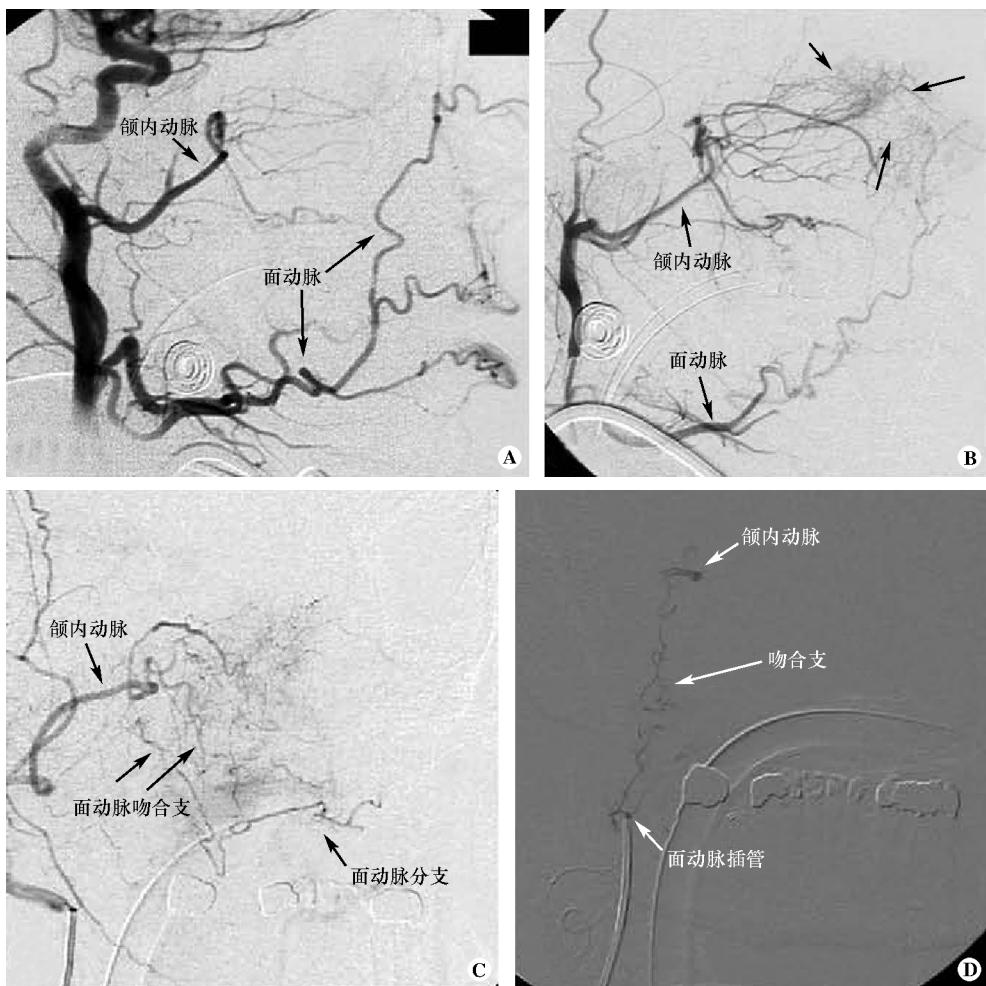


图 1-9 CCA 造影侧位像显示面动脉(FAC)发达,而 IMA 较细小,前者是鼻腔血供的重要来源。注意该例鼻出血患者的明显的鼻腔染色(A)(箭头)。另一例患者左侧 CCA 造影显示 IMA 发达而 FAC 细小(B)对两例鼻出血患者进行栓塞治疗,一例栓塞 FAC 后可见面动脉供应区被来自 IMA 的侧支循环所代偿,而另一例为 FAC 代偿 IMA 供血区。缩略语:CCA,颈总动脉;IMA,领内动脉

咽升动脉

APA 是 ECA 后组中的第一个分支^[23]。APA 前组分支供应咽部和咽鼓管。APA 后组分支供应鼓室和椎前肌(图 1-13A、B)。APA 主干与 ICA 行程平行,在颈内动脉闭塞时 APA 偶尔可能会被超声误判为 ICA(图 1-14A、B)^[28]。APA 位置邻近咽黏膜间隙,当被肿瘤侵犯时可能成为顽固性出血的来源(图 1-15A、B)。APA 发出的一个小的但是临幊上十分重要的分支叫做神经脑膜支,它供应硬脑膜和后组脑神经。APA 和颈内血管之间具有广泛吻合,包括与颈外动脉系统的脑膜中动脉和脑膜副动脉之间的侧支吻合^[23,29]。APA 可通过鼓室下动脉与颈内动脉岩骨段颈鼓支的吻合构成与颈内动脉系统的联系。APA 也可能与翼管动脉、海绵窦下外侧干相吻合,并可能通过齿弓动脉与椎动脉颈部分支相吻合(图 1-16)。在进行 APA 供应区的栓塞治疗时必须牢记这些潜在的侧支吻合途径^[23,29]。在进行介入治疗前一定要对 APA 的分支模式进行详尽的造影评价。

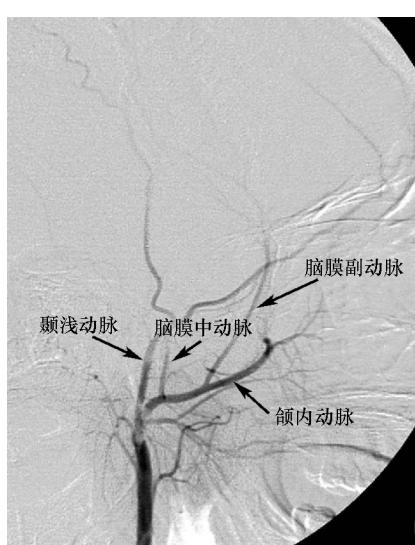


图 1-10 ECA 末端分支。侧位像显示 ECA 的末端分支 IMA 和 STA。注意 MMA 和 AMA 正常起于 IMA。缩略语: ECA, 颈外动脉; IMA, 领内动脉; STA, 颞浅动脉; MMA, 脑膜中动脉; AMA, 脑膜副动脉



图 1-11 甲状腺上动脉(SUT)。正常 SUT(箭头)是 ECA 的第一个分支, 为血运丰富的甲状腺提供浓集的染色。注意 SUT 有多个分支, 以及偶然发现的前交通动脉瘤。缩略语: ECA, 颈外动脉

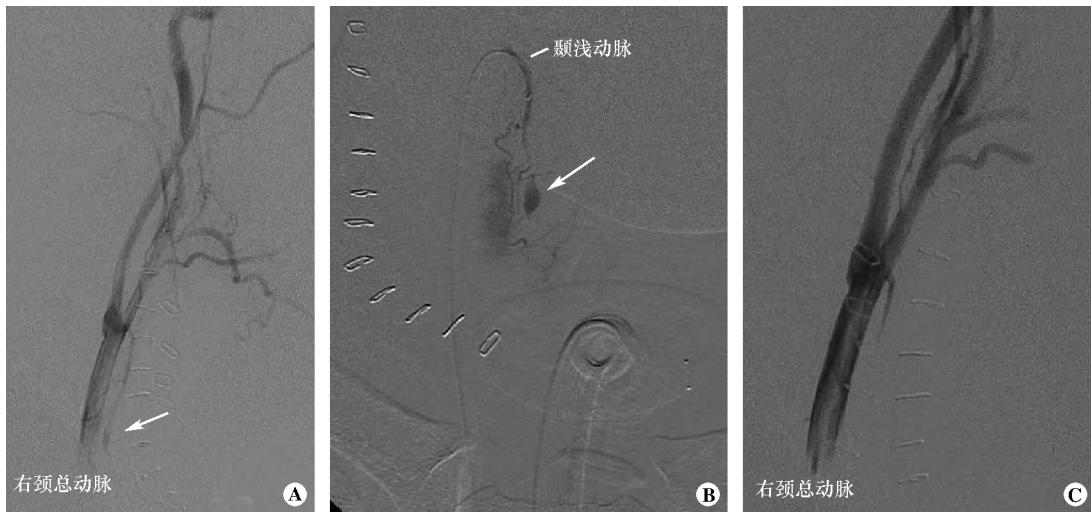


图 1-12 甲状腺上动脉(SUT)假性动脉瘤:根治性颈部手术、喉切除术、气管切开术后 9 天气管周围出血。RCCA 斜位造影显示来自 SUT 远端的轻微染色(A), 在 SUT 选择性微量造影时更为明显(B)。用丙烯酸成功栓塞 SUT 远心端(C)。缩略语: RCCA, 右颈总动脉。引自《Endovascular Today and Neurosurgical Clinics》

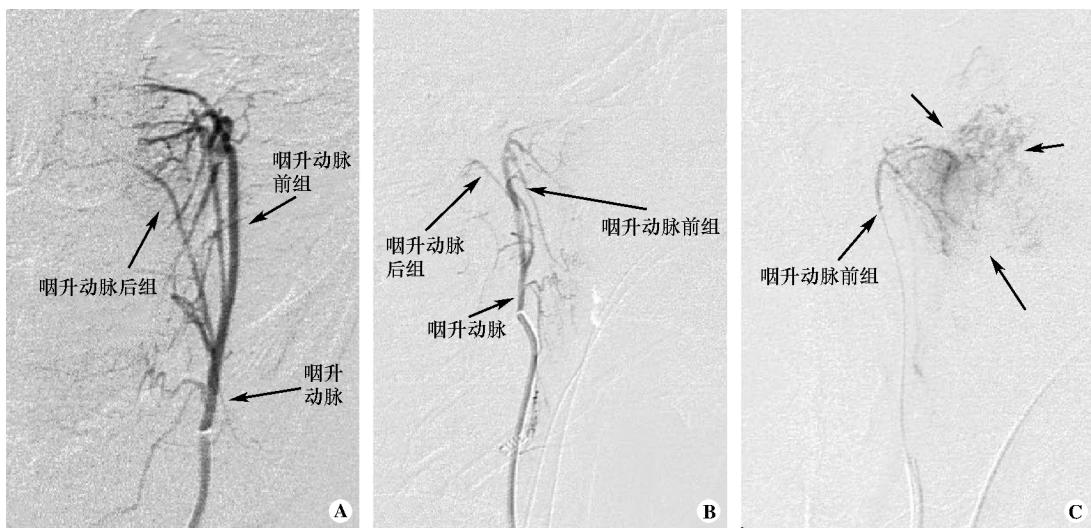


图 1-13 咽升动脉。前后位(A)和侧位(B)血管造影显示正常 APA 分为前组(咽组)和后组。后组和椎动脉、前组和颈内动脉之间均存在侧支吻合。(C)注意来自 APA 前组的大量新生血管(箭头)供应 JNA。

缩略语: APA, 咽升动脉; JNA, 幼稚型鼻腔纤维血管瘤

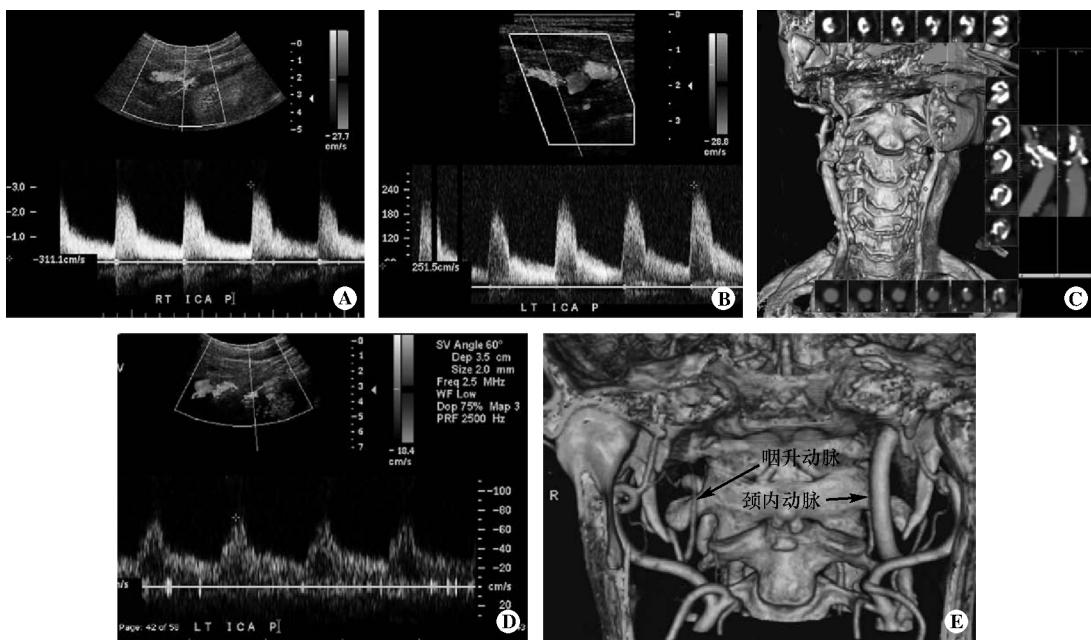


图 1-14 超声缺陷。A~C. 高度颈动脉狭窄被超声误诊为 ICA 闭塞。80岁女性已知罹患双侧颈动脉狭窄,5个月前超声评估右侧狭窄90%。右侧 ICA 脉冲多普勒超声(A)显示收缩期速度峰值增加和显著的舒张期血流。更远端的 ICA 未被探测到,诊断颈动脉闭塞。相比之下,左侧 ICA 脉冲多普勒(B)显示与右侧对称的舒张期血流。RICA 真正闭塞,则在闭塞近心端不应存在舒张期血流(C)。CTA 三维曲面改良容积显示图像证实右 ICA 严重狭窄,但未闭塞(D、E)。超声将 APA 误作 ICA。在一个先天性左侧 ICA 缺如的患者(图 1-32 C~E 显示的是同一患者),脉冲多普勒超声图像(D)在 ICA 的预期位置发现一根低流阻的动脉。该血管在一开始的超声诊断中被误作 ICA。CTA 三维容积显示图像证实 ICA 缺如(E)。APA 与颈动脉鞘平行走行,因而易被超声误诊为 ICA。缩略语: ICA, 颈内动脉; APA, 咽升动脉; RICA, 右侧颈内动脉

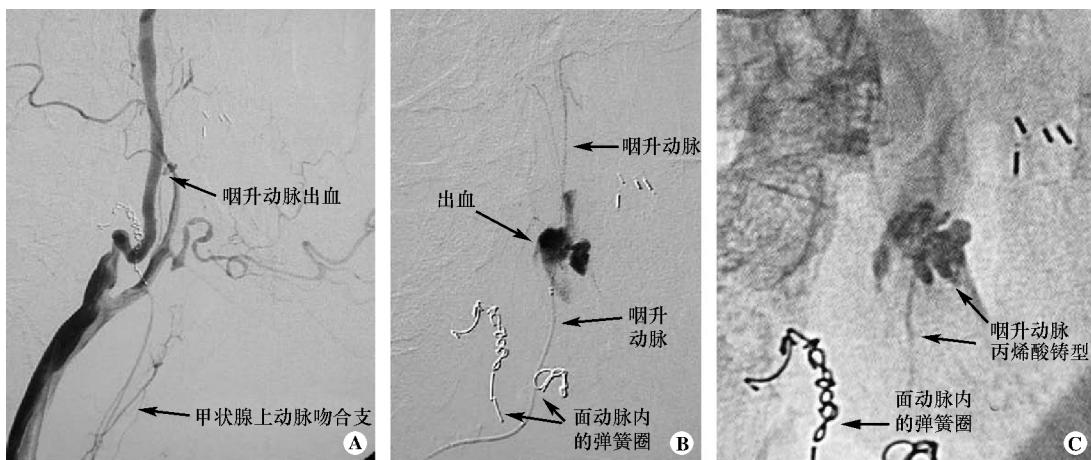


图 1-15 APA 出血。A. CCA 侧位造影显示 APA 区域微量造影剂外溢。B. 微量造影显示明显的造影剂外溢。C. 注射丙烯酸止血。缩略语: APA, 咽升动脉; CCA, 颈总动脉。引自《Endovascular Today》

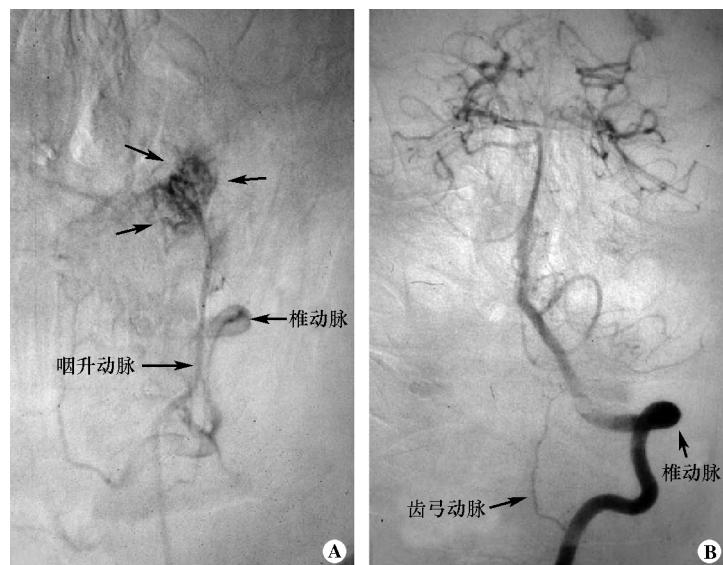


图 1-16 齿弓动脉。A. 在栓塞颅底巨细胞瘤(箭头)之前 APA 选择性造影显示有一中线血管使椎动脉显影。B. 注意椎动脉选择性造影时该血管显影。安全栓塞要求导管定位到侧支的远心端。缩略语: APA, 咽升动脉

舌动脉

舌动脉属于 ECA 前组分支, 向上成环, 沿舌骨向前行进深入舌肌, 供应同侧舌、舌下腺、咽部和舌骨肌群^[1,23]。舌动脉偶尔和面动脉共干(图 1-17)。舌动脉在前后位和侧位造影上都呈典型的“U”形。舌动脉外伤、受肿瘤侵犯或撕裂可能导致假性动脉瘤形成和大量出血(图 1-18A、B)。



图 1-17 正常舌动脉。A. 前后位造影,B、C. 侧位造影早期和晚期

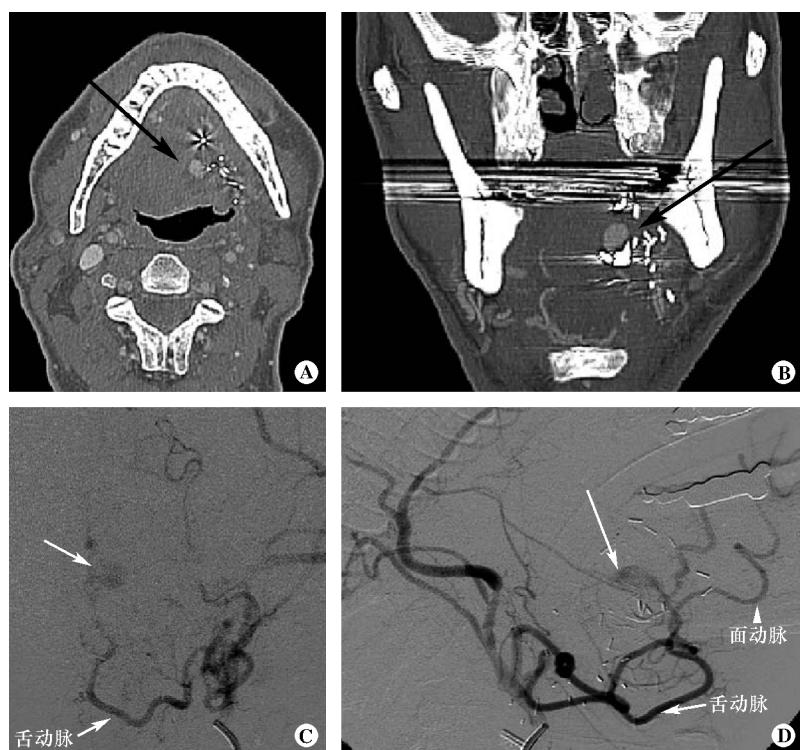


图 1-18 A. 大量口腔出血。轴位 CTA 显示左侧口腔底舌内放射性粒子。舌内圆形造影剂聚集符合舌动脉假性动脉瘤(箭头)。B. CTA 冠状位重建显示假性动脉瘤(箭头)。C. ECA 前后位造影证实为起于舌动脉的假性动脉瘤。D. ECA 侧位造影显示明显不规则走行的舌动脉及其假性动脉瘤显影(箭头)。缩略语:ECA, 颈外动脉; LIN, 舌动脉; FAC, 面动脉

面动脉

面动脉是 ECA 前组分支中的第三支。它沿咽上缩肌上行,深入茎突舌骨肌和二腹肌内,环形绕过下颌下腺,越过下颌骨前侧向下发出颈下动脉,供应口腔底部和下颌下腺。面动脉及其上部分支自面部下外侧斜行向上,供应唇、面部、腮、咽部和鼻腔底,最后在眼内眦终止于角动脉(图 1-19)^[1,23]。

枕动脉

枕动脉是 ECA 后组分支中的第二支,与面动脉开口相对发出。它在二腹肌后腹和胸

锁乳突肌下方行进,沿途发出肌支。向上进入后枕部皮下组织,供应后枕头皮、肌肉和后颅窝硬脑膜^[1,24,30]。枕动脉和椎动脉的肌支之间存在吻合,尤在锁骨下动脉存在狭窄或闭塞时表现明显(图 1-20A、B)。辨识经舌下神经管、茎乳孔以及颈静脉孔进入颅内的脑膜支是重要的,这些分支在存在硬脑膜动静脉瘘的时候会扩张(图 1-21)。

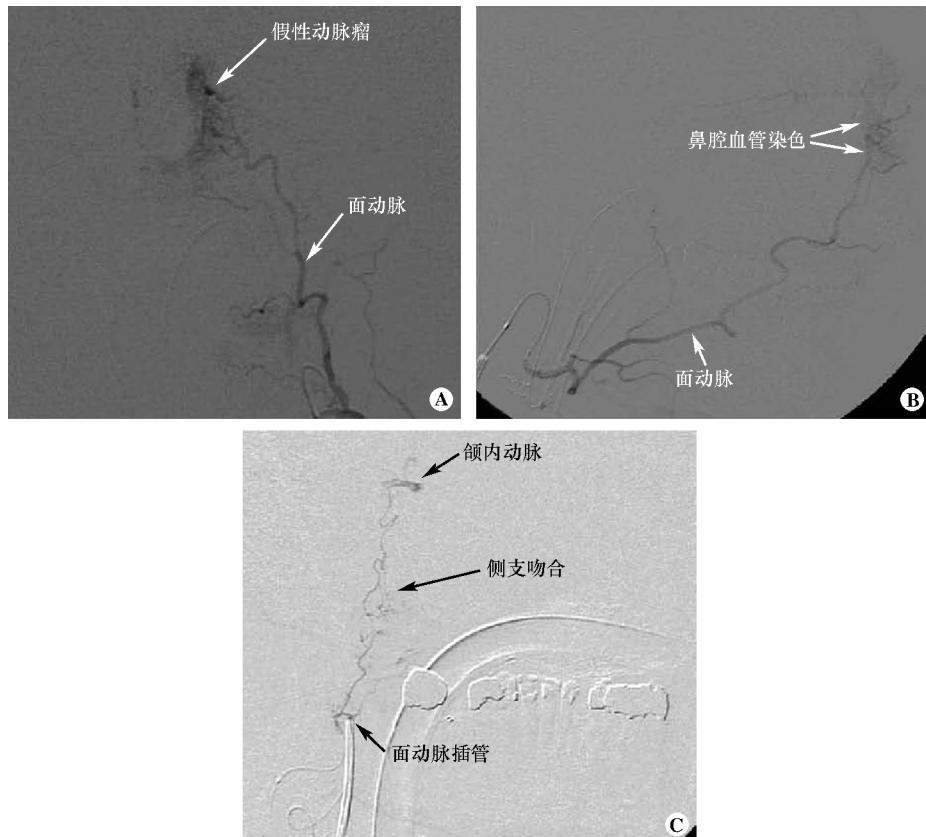


图 1-19 面动脉的鼻腔血供。该鼻出血患者的 FAC 造影前后位(A)和侧位(B)显示明显的鼻腔内血管染色并局灶性 PSA。缩略语:FAC,面动脉;PSA,假性动脉瘤

耳后动脉

耳后动脉在高于枕动脉水平起于 ECA 后组^[23],偶尔会与枕动脉共干^[30]。耳后动脉的茎乳支进入茎乳孔 在鼓室、乳突和半规管内发出分支供应鼓索(图 1-22)。乳突动脉与发自脑膜中动脉的岩支相吻合。

颞浅动脉

ECA 在腮腺内终止于颞浅动脉(the superficial temporal artery, STA)和领内动脉。STA 自腮腺内起源后向头侧走行越过颧弓分为额支和顶支。STA 是供应头皮前 2/3 及其下的颅骨和肌肉、腮腺分叶、耳和颞下颌关节的主要的皮下血管^[1,23]。其微小的局部分支与面上部的领内动脉和面动脉相吻合。STA 在造影学上的典型表现是其在颧骨上方呈“发卡”样转折(图 1-23)。STA 的表浅行程使之容易遭受直接的外伤并形成假性动脉瘤,常表现为前额或头皮上的搏动性肿块(图 1-24)。

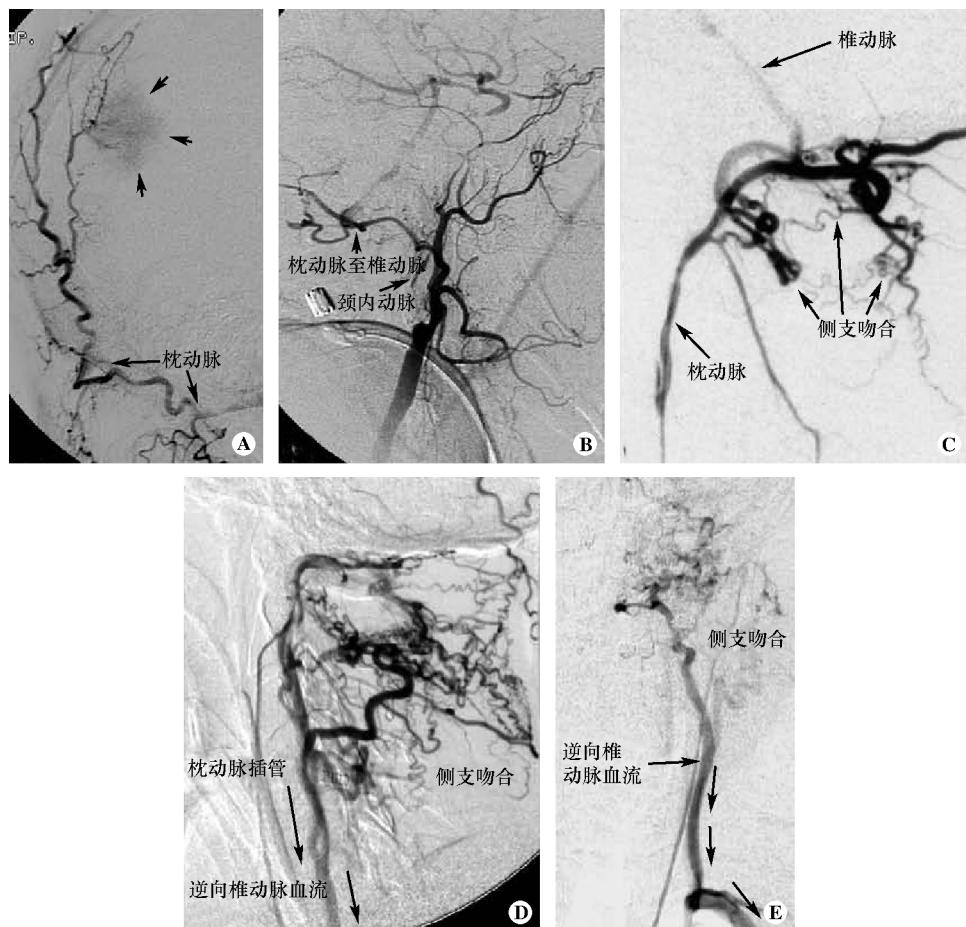


图 1-20 枕动脉。A. 选择性枕动脉造影侧位显示头皮支和远端脑膜支供应一富血管性脑膜瘤(箭头)。B. 颈总动脉造影侧位显示椎动脉通过枕动脉肌支的吻合显影。该患者颈内动脉闭塞,其前循环通过后交通动脉代偿。C~E. OCC通过肌支与椎动脉相吻合,并向下行充盈锁骨下动脉远心端,该患者锁骨下动脉开口闭塞。C显示椎动脉颈段通过侧支吻合而重建,D和E为枕动脉造影侧位晚期,显示椎动脉颈段和锁骨下动脉远心段的重建。缩略语: OCC, 枕动脉

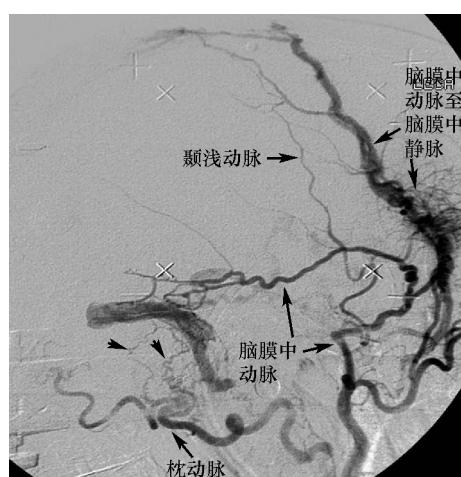


图 1-21 在硬脑膜动静脉瘘中扩张的脑膜支。ECA造影侧位显示脑膜中动脉扩张并与横窦和脑膜中静脉形成短路。另外,扩张的枕动脉脑膜支也供应瘘。横窦远心端闭塞。缩略语: ECA, 颈外动脉

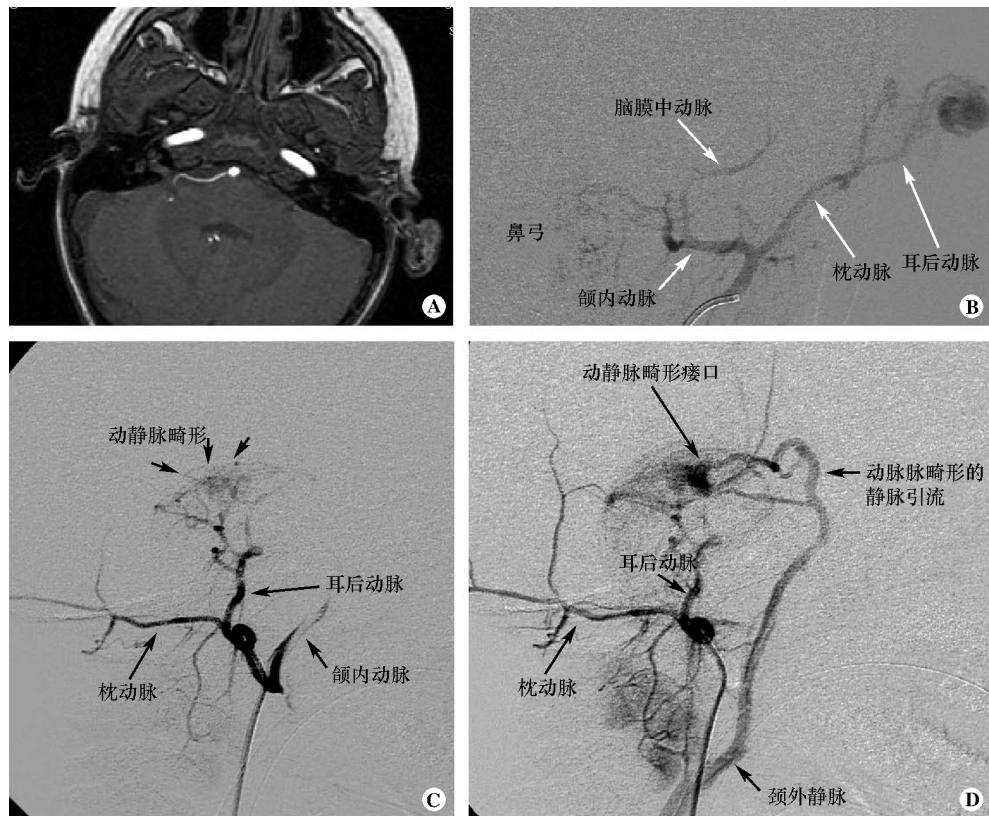


图 1-22 PAA 供应的 AVM。MRA 3D TOF 轴位像(A)显示左耳道扩大,信号增高符合高血流病变。OCC 选择性造影正位(B)、侧位早期(C)和侧位晚期(D)显示 PAA 起于 OCC(生理变异),供应耳道高流量的小 AVM,伴早期静脉引流到达颈外静脉系统。缩略语: AVM, 动静脉畸形; OCC, 枕动脉; PAA, 耳后动脉; TOF, 时间飞跃

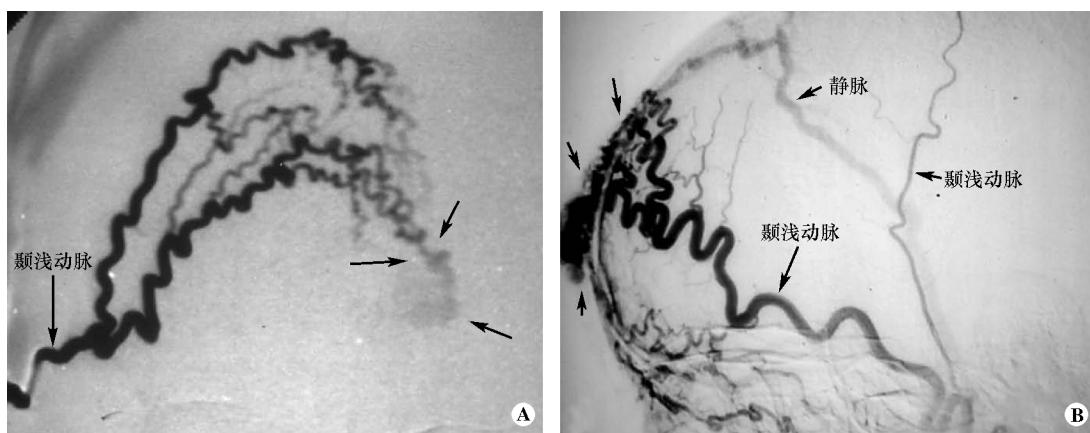


图 1-23 头皮 AVM。STA 选择性造影正位(A)和侧位(B)显示 STA 扩张的前支供应头皮 AVM。注意正常管径的 STA 后支及早期的静脉引流。缩略语: STA, 颞浅动脉; AVM, 动静脉畸形

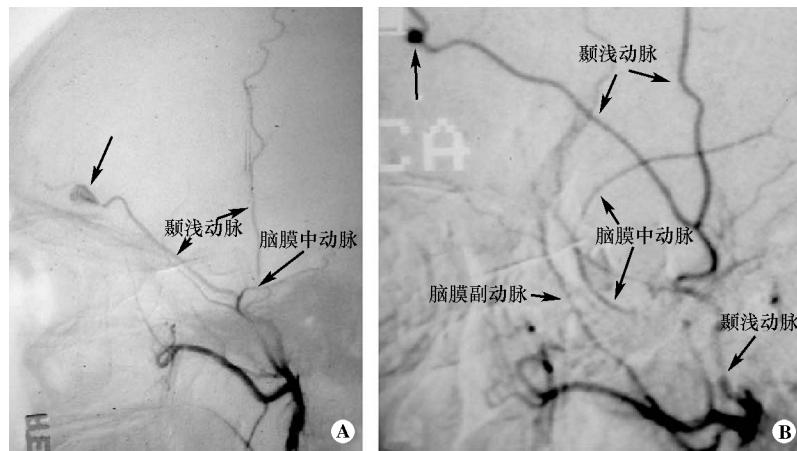


图 1-24 STA 假性动脉瘤。A、B. 来自两个患者, 具有典型的创伤性 STA 动脉瘤 (箭头)。缩略语: STA, 颞浅动脉; MMA, 脑膜中动脉

颌内动脉

颌内动脉行向下颌颈深部进入颞下窝。它往往在翼内肌和翼外肌之间水平走行, 穿过翼裂进入翼腭窝^[1,4,5,23]。根据颌内动脉与翼肌的相对位置将该动脉划分为三段。第一段发出牙槽下动脉, 向下与下颌神经伴行进入下颌孔(图 1-25)。脑膜中和脑膜副动脉各自行经棘孔和卵圆孔入颅。脑膜中动脉出棘孔时在侧位造影中呈现与鞍底平行的典型弧线。脑膜动脉走行较直, 借此可与行程迂曲的头皮血管相鉴别。打个比方, 你能皱起前额, 但不能皱起硬脑膜, 因此就很容易理解为什么头皮动脉要比脑膜动脉有更多的折皱(图 1-26)。脑膜中动脉管径多变, 偶尔发出或发自眼动脉^[31]。颌内动脉第一段尚发出供应外耳道的深听动脉和供应鼓膜的鼓室前动脉。颌内动脉第二段(翼肌段)位于深部咀嚼肌间隙, 发出咬肌动脉、颊动脉和颞深动脉, 供应翼肌、颞肌以及舌神经和颊神经。颌内动脉第三段亦即蝶腭段位于翼腭窝内, 发出分支沿翼腭神经节的神经纤维走行(图 1-27)。其在鼻腔内发出多个终支供应鼻腔内壁和鼻中隔。牙槽上动脉供应腭和上颌骨后壁。眶下动脉在眶底穿经眶下裂。

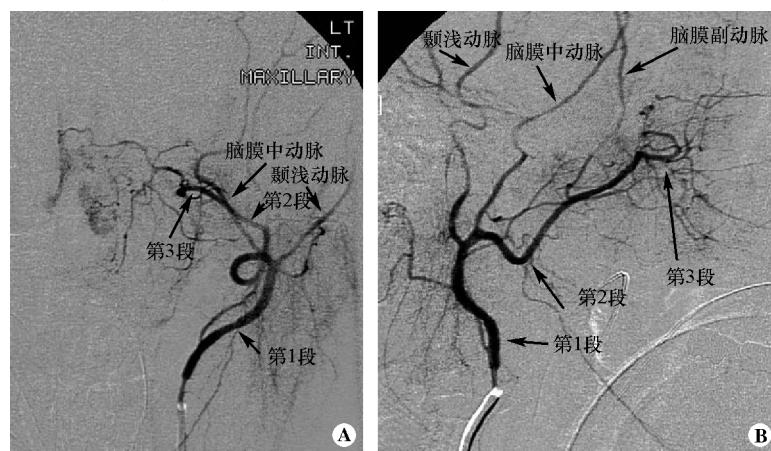


图 1-25 颌内动脉。IMA 选择性造影正位(A)和侧位(B)显示其三分段和重要分支。缩略语: IMA, 颌内动脉; MMA, 脑膜中动脉; ACM, 脑膜副动脉; STA, 颞浅动脉

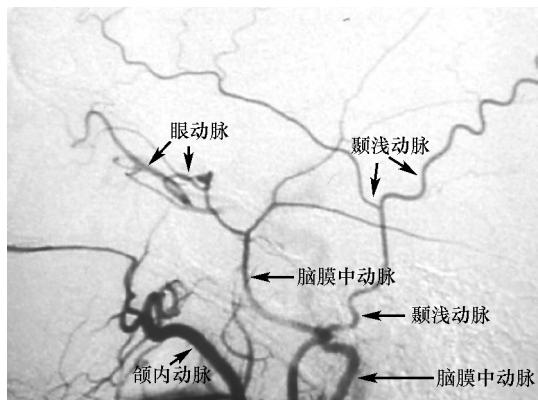


图 1-26 脑膜中动脉变异。在该患者中眼动脉起于 MMA。MMA 亦可发出眼动脉。在栓塞手术中应予注意。缩略语: MMA, 脑膜中动脉

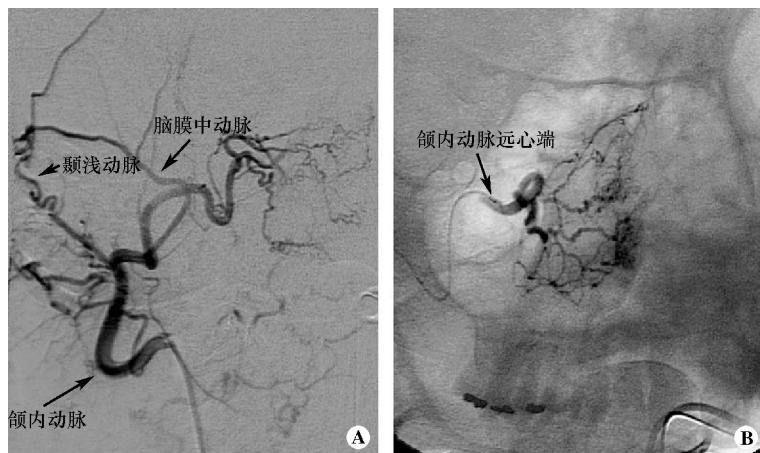


图 1-27 IMA 鼻腔分支。ECA 远心端 DSA 造影正位(A)显示领内动脉鼻腔分支(箭头)。注意 STA 和 MMA。(B)鼻出血患者的选择性 MMA 远心端造影正位放大像显示明显的鼻腔黏膜染色。缩略语: IMA, 领内动脉; DSA, 数字减影血管造影; ECA, 颈外动脉; STA, 颞浅动脉; MMA, 脑膜中动脉

颈外动脉吻合网

充分了解颈内、外动脉系统之间潜在的侧支吻合对于神经介入治疗的重要性和必要性是不言自明的^[23,29,30,32]。这些交互联系是血流动力学相关的,在介入手术操作中其形态和流量可能发生变化,因而在手术接近尾声时可能会招致巨大风险。领内动脉(the internal maxillary, IMA)与其他 ECA 分支在面部具有大量广泛的侧支吻合,这有助于临幊上解释舌动脉、面动脉和领内动脉之间广泛的侧支网络。这些血管之间存在复杂的血流动力学平衡。如果面动脉发育低下,则领内动脉的颊支和咬肌支会很发达,反之亦然。在鼻出血的栓塞治疗中,侧支吻合常常会造成被栓塞区域的血流重建(图 1-28)。

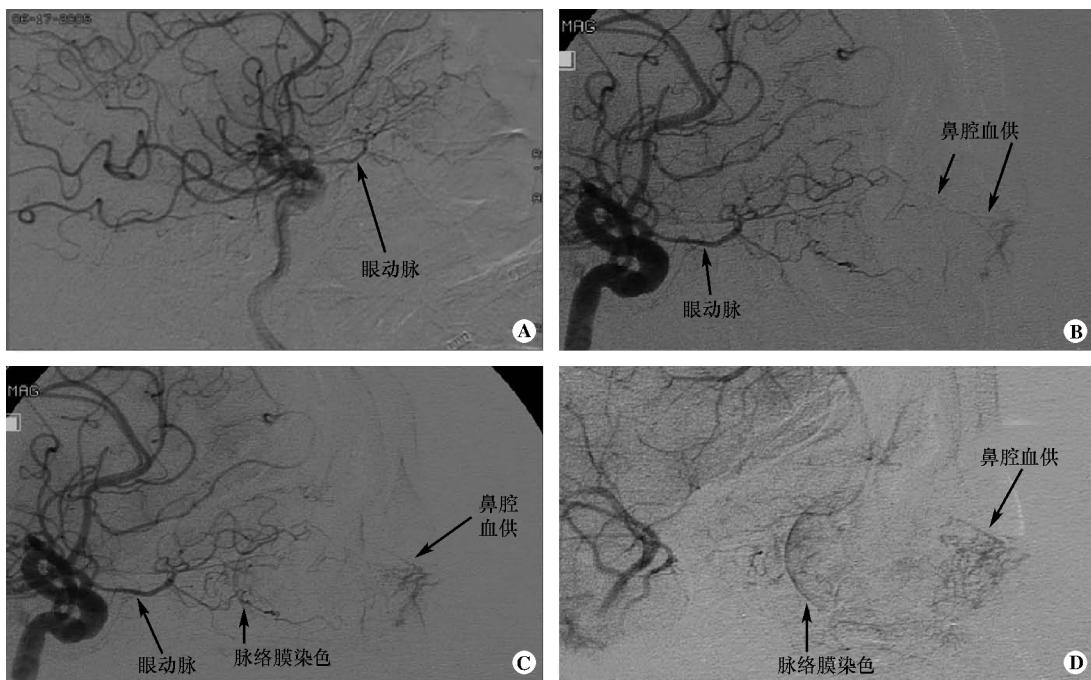


图 1-28 鼻出血:眼动脉吻合支的重要性。首次鼻出血栓塞时 ICA 造影显示正常的眼动脉终末分支(A)。1 个月后患者鼻出血复发,随后的 ICA 造影显示眼动脉侧支重建鼻腔血供(B~D)。缩略语:ICA,颈内动脉

颈内、外动脉系统之间也存在侧支吻合,其血流方向取决于病变血管结构的位置和性质。IMA 的末端筛支和眼动脉的末端筛支相吻合,因而 IMA 可能会通过这些筛支吻合经眼动脉逆向通往 ICA 床突上段。翼管动脉与 ICA 岩骨段相吻合。圆孔动脉通过下外侧干与 ICA 海绵窦段相吻合。这些 ECA-ICA 吻合的个体差异性很大,颈内、外动脉系统的侧支交通尤在闭塞性血管疾病中显而易见(图 1-29 A、B)^[23,29]。在 ECA 闭塞时,ICA 可以通过侧支交通维持颈外动脉系统的血供(图 1-30)^[23,29]。

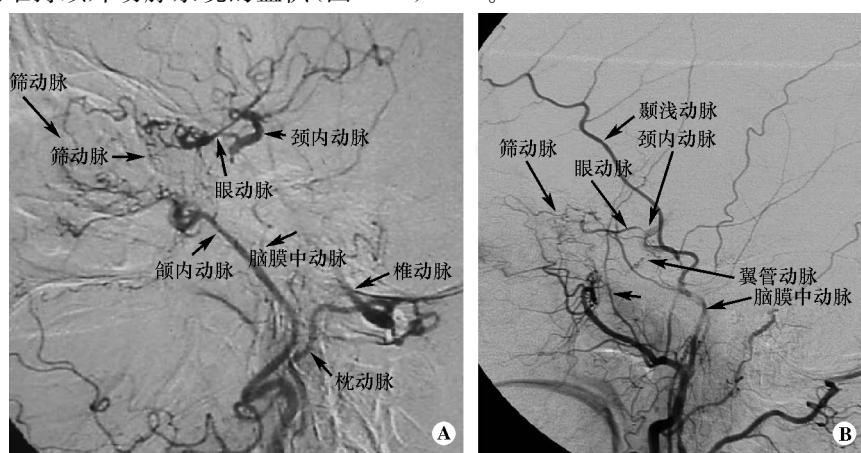


图 1-29 颈内动脉分支与 ICA 岩骨段、海绵窦段和床突上段具有广泛的侧支吻合。A. IMA 到 OPH 再到 ICA 的筛骨侧支。B. 翼管动脉和下外侧干到 ICA 岩骨段。注意枕动脉和椎动脉肌支的吻合。缩略语:ICA, 颈内动脉; AIA, 脑膜副动脉; MMA, 脑膜中动脉; OPH, 眼动脉; IMA, 颈内动脉; STA, 颅浅动脉

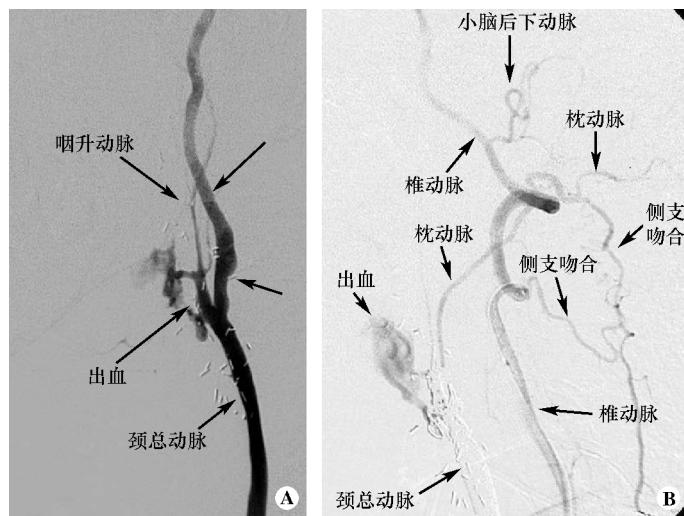


图 1-30 ECA 血流的恢复。A. CCA 侧位造影显示颈动脉球处的 ECA 开口造影剂外溢。注意放射性粒子和栓塞前细小的枕动脉。B. 部分栓塞 ECA 并闭塞右侧 CCA 后, 同侧椎动脉造影显示其通过一粗大的肌支吻合使枕动脉血流重建并逆行性充盈 ECA, 导致咽部继续出血。需要用微粒闭塞和打断椎动脉与枕动脉之间的肌支吻合才能控制出血。缩略语: ECA, 颈外动脉; CCA, 颈总动脉

颈内动脉

ICA 在颈静脉球前方和咽鼓管后方上行, 经颈动脉管进入颅底^[1,4,5,33]。ICA 岩骨段向前内侧走行进入鼓室, 发出颈鼓动脉、翼管动脉和微小骨膜支^[34]。ICA 继续向上走行, 在破裂孔上方穿透硬脑膜入颅到达海绵窦后部(图 1-31)。有时 ICA 先天性缺如, 其特点是颅底不存在颈动脉管, 可借此与后天获得性 ICA 闭塞相鉴别(图 1-32A、B)^[35]。

ICA 分段的命名法不统一, 放射科和外科所常用的四分段法将 ICA 划分为 C₁ ~ C₄ 段。颈段(C₁ 段)是指从 ICA 起始部到颈动脉管外口。岩骨段(C₂ 段)是指 ICA 在颈动脉管内走行的部分。海绵窦段(C₃ 段)是指 ICA 出颈动脉管内口或破裂孔后走行在海绵窦内的部分。床突上段(C₄ 段)是指 ICA 自海绵窦顶穿出硬膜环进入蛛网膜下腔至 ICA 分叉(分为大脑前动脉和大脑中动脉)之间的部分^[34,36]。床突上段向内侧行向前床突并位于视神经下方。C₃ 和 C₄ 段在脑血管造影侧位和斜位相上呈典型的“S”形。C₁ 段一般不发出分支。C₂ 段发出 3 个潜在分支: 供应中耳和内耳的颈鼓支; 穿经破裂孔的翼管动脉; 以及圆孔动脉^[35,36]。C₃ 段发出 3 个干支。后干即脑膜垂体干, 分支为小脑幕动脉(供应小脑幕)、垂体下动脉(供应垂体后部)和脑膜背侧动脉(供应外展神经和斜坡)^[35,36]。海绵窦下外侧干供应海绵窦下外侧壁、卵圆孔和棘孔。内侧干又称 McConnel 囊动脉, 供应垂体前下部, 仅在 28% 的病例中存在^[33,34,36]。在颈内动脉侧位相常能看到垂体染色。这些小分支常供应颅底肿瘤, 并且在某些疾病中与颈外动脉分支形成潜在吻合(图 1-32 和图 1-33)^[33,34,36]。

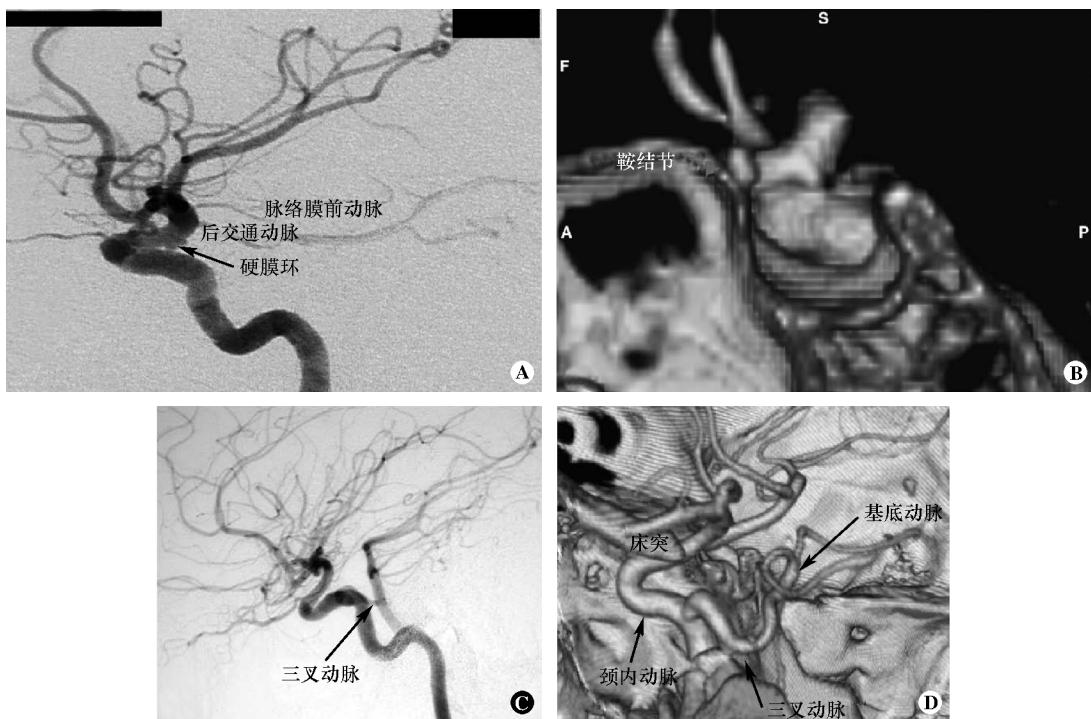


图 1-31 硬膜环。ICA 进入海绵窦硬脑膜, 穿过海绵窦, 出硬膜环进入颅内。该 SAH 患者造影显示 ICA 后壁动脉瘤。常规造影(A)和 3D CTA(B)上的箭头标识硬膜环的位置。常规造影(C)和 3D CTA(D)显示三叉动脉——颈内动脉海绵窦段和基底动脉远侧 1/3 之间的原始吻合。缩略语: ICA, 颈内动脉; SAH, 蛛网膜下腔出血

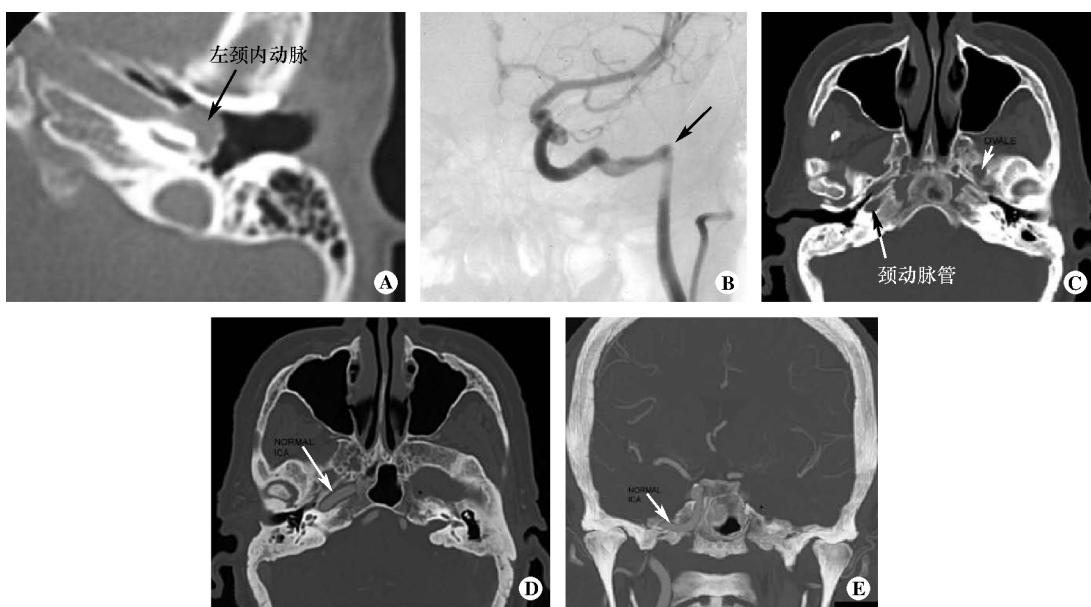


图 1-32 ICA 异常。迷行性 ICA 的侧方在鼓膜后方突入中耳道。颈动脉管不完整, 颈内动脉在中耳段远心端往往有狭窄。ICA 发育不全的 CT(C)和 CTA(D、E)显示颈动脉管缺如(*)伴 ICA 缺如。缩略语: ICA, 颈内动脉