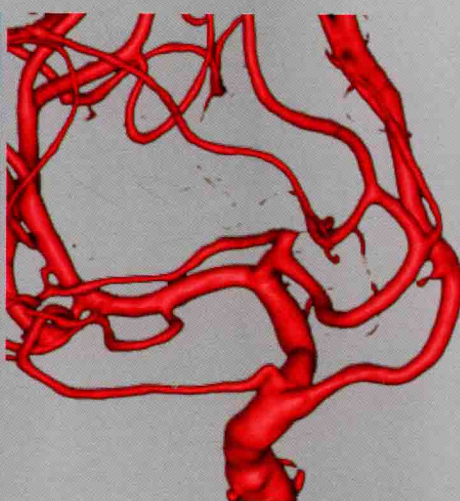
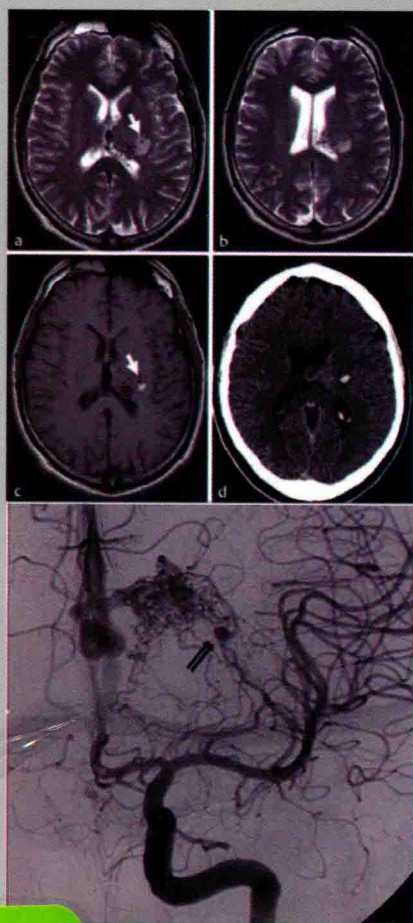


Neurovascular Anatomy in Interventional Neuroradiology

A Case-Based Approach

神经血管介入解剖 ——临床案例分析



Timo Krings
Sasikhan Geibprasert
Juan Pablo Cruz
Karel G. terBrugge

〔加〕提莫·克林斯
〔泰〕萨斯克汗·吉伯帕泽特
〔智〕胡安·巴勃罗·克鲁兹
〔加〕卡雷尔·G. 特布瑞格
主 编
主 译 毛更生 杜世伟 刘爱华
主 审 吴中学 马廉亭 李铁林

Neurovascular Anatomy in
Interventional Neuroradiology

A Case-Based Approach

Timo Krings
Sasikhan Geibprasert
Juan Pablo Cruz
Karel G. terBrugge

神经血管介入解剖 ——临床案例分析

主 编 [加] 提莫·克林斯
[泰] 萨斯克汗·吉伯帕泽特
[智] 胡安·巴勃罗·克鲁兹
[加] 卡雷尔·G. 特布瑞格
主 译 毛更生 杜世伟 刘爱华
主 审 吴中学 马廉亭 李铁林

天津出版传媒集团

 天津科技翻译出版有限公司

著作权合同登记号:图字:02-2015-203

图书在版编目(CIP)数据

神经血管介入解剖:临床案例分析/(加)提莫·克林斯(Timo Krings)等主编;毛更生,杜世伟,刘爱华主译. —天津:天津科技翻译出版有限公司,2017.12

书名原文:Neurovascular Anatomy in Interventional Neuroradiology: A Case-Based Approach
ISBN 978-7-5433-3773-2

I. ①神… II. ①提… ②毛… ③杜… ④刘…
III. ①神经外科手术-血管外科手术-介入性治疗
IV. ①R651

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第271328号

Copyright © 2015 of the original English language edition
by Thieme Medical Publishers, Inc., New York, USA.

Original title: Neurovascular Anatomy in Interventional Neuroradiology: A Case-Based Approach by Timo Krings/Sasikhan Geibprasert/Juan Pablo Cruz/ Karel G. terBrugge

中文简体字版权属天津科技翻译出版有限公司。

授权单位:Thieme Medical Publishers, Inc.

出版:天津科技翻译出版有限公司

出版人:刘庆

地址:天津市南开区白堤路244号

邮政编码:300192

电话:(022)87894896

传真:(022)87895650

网址:www.tsttpc.com

印刷:高教社(天津)印务有限公司

发行:全国新华书店

版本记录:889×1194 16开本 16.5印张 0.25印张彩插 350千字

2017年12月第1版 2017年12月第1次印刷

定价:128.00元

(如发现印装问题,可与出版社调换)

译者名单

主 译 毛更生 杜世伟 刘爱华

主 审 吴中学 北京天坛医院
马廉亭 广州军区武汉总医院
李铁林 南方医科大学附属珠江医院

译 者 (按姓氏汉语拼音排序)

杜世伟 宣武医院
纪文军 西安交通大学附属榆林医院
刘爱华 北京天坛医院
路 华 江苏省人民医院
吕 明 北京天坛医院
马 宁 北京天坛医院
毛更生 中国武警总医院
毛国华 南昌大学第二附属医院
毛雨坤 武汉大学医学部
聂庆彬 中国武警总医院
牛晓旺 南京鼓楼医院集团宿迁市人民医院
王宏磊 吉林大学第一医院
王 君 解放军总医院
王云飞 中国武警总医院
徐 祎 中国武警总医院
杨 杨 中国武警总医院
张 强 陆军总医院
赵 兵 安徽医科大学附属第二医院

编者名单

Ronit Agid, MD, FRCPC

Staff Neuroradiologist and Associate Professor of Radiology
Division of Neuroradiology
University of Toronto, Toronto Western Hospital
Toronto, Ontario, Canada

Karel G. terBrugge, MD, FRCPC

The David Braley and Nancy Gordon Chair in Interventional
Neuroradiology
Professor of Radiology and Surgery
Head, Division of Neuroradiology
University of Toronto, Toronto Western Hospital
Toronto, Ontario, Canada

Juan Pablo Cruz, MD

Staff Neuroradiologist and Assistant Professor
Department of Radiology
Hospital Clínico de la Pontifica Universidad Católica de Chile
Santiago, Chile

Richard I. Farb, MD, FRCPC

Staff Neuroradiologist and Associate Professor of Radiology
Division of Neuroradiology
University of Toronto, Toronto Western Hospital
Toronto, Ontario, Canada

Sasikhan Geibprasert, MD

Staff Neurointerventionalist and Lecturer
Department of Radiology
Ramathibodi Hospital, Mahidol University
Bangkok, Thailand

Pakorn Jiarakongmun, MD

Staff Neuroradiologist and Associate Professor
Department of Radiology
Ramathibodi Hospital, Mahidol University
Bangkok, Thailand

Timo Krings, MD, PhD, FRCPC

Professor of Radiology and Surgery
Director, Neuroradiology Program
University of Toronto, Toronto Western Hospital
Toronto, Ontario, Canada

Pradeep Krishnan MD

Clinical and Research Fellow - Pediatric Neuroradiology
Hospital for Sick Children
Toronto, Ontario, Canada

Emanuele Orrù, MD

Endovascular Surgical Neuroradiology Fellow
The Russell H. Morgan Department of Radiology
Division of Interventional Neuroradiology
The Johns Hopkins Hospital
Baltimore, Maryland

Vitor Mendes Pereira, MD MSc

Staff Interventional Neuroradiologist and Associate Professor
of Radiology and Surgery
Division of Neuroradiology
University of Toronto, Toronto Western Hospital
Toronto, Ontario, Canada

Sirintara Pongpech, MD

Professor and Head of Radiology
Ramathibodi Hospital, Mahidol University
Bangkok, Thailand

Sarah Power, MB, PhD, FFR (RCSI)

Diagnostic and Interventional Neuroradiology Fellow
University of Toronto, Toronto Western Hospital
Toronto, Ontario, Canada

Tiago Rodrigues, MD

Assistant Professor
Neuroradiology Department
Centro Hospitalar do Porto
Porto, Portugal

Robert A. Willinsky, MD, FRCPC

Staff Neuroradiologist and Professor of Radiology
Division of Neuroradiology
University of Toronto, Toronto Western Hospital
Toronto, Ontario, Canada

Christopher D. Witiw, MD

Neurosurgery Resident
Department of Neurosurgery
University of Toronto
Toronto, Ontario, Canada

序 言

近 20 年来,伴随着对脑血管疾病病理生理学的理解加深和相关新技术的发展,各种类型的脑血管疾病的治疗取得了巨大的进展。自 20 世纪 70 年代,神经介入放射学作为一门独立的学科开始,许多创新的研究不断推动着脑血管疾病血管内治疗的发展,如 1974 年 Serbinenko 使用可脱球囊经血管内途径治疗外伤性颈动脉海绵窦瘘;又如 1986 年研制的各种硬度的微导管让我们能到达脑循环的远端;再如 1991 年可脱式弹簧圈发明,改变了颅内动脉瘤的治疗策略。

可脱式弹簧圈系统刚刚进入临床的时候,一些临床医生,尤其是神经外科领域的专家都质疑此项技术和最初的治疗结果,并声称:“这种技术只适合手术困难和无法治疗的动脉瘤,并且治疗效果不如动脉瘤夹闭。”然而,大量的临床和基础研究证明,动脉瘤血管内治疗比手术夹闭更加安全,并且同样有效。此外,随着医疗器械的进一步改进,使得到达病变部位更加容易,治疗结果甚至优于手术。如今,甚至是当初对动脉瘤血管内治疗质疑的人也确信介入治疗的有效性,并积极投身于这一领域。

随着技术的进步,全世界范围培养了越来越多的介入医生,但是神经介入的重要基础,即血管解剖知识,却被严重忽视。影像工具的发展,如 CTA、MRI/A 和 3D 血管成像,使得动脉瘤和血管畸形的诊断越来越容易。很多的培训项目主要关注于器械使用技术,以及参与培训病例的数量,而对基础知识和血管解剖则缺乏兴趣或缺乏相关的知识。很多年轻的介入医生由于没有足够的基础血管解剖训练,因而无法为他们将来的职业发展打下很好的基础。

1982 年,我在纽约大学医学中心开始神经介入放射学的学习和培训。直到现在,我仍清晰地记得 Alejandro Berenstein 教授对我说的话。他形象地向我形容他和 Pierre Lasjaunias 教授之间的关系,Berenstein 教授如同有驾驶技术但不认识路的司机,而 Pierre 教授拥有到达目的地的地图。他们两个人的合作极大推动了对脑血管疾病的理解 and 治疗进展,并且为神经介入放射学成为神经科学必不可少的一部分做出了巨大贡献。

Pierre 教授在 *Surgical Neuroangiography* 第 2 版的前言中写到:“解剖是一种语言,也是治疗中枢系统血管疾病的相关医师必须掌握的语言。”他教会我们功能解剖,他改变了血管解剖的理解方式,从胚胎发育学的角度,全新解释和阐述所有血管变异的发生。

我非常高兴能看到 Timo、Sasikhan、Juan-Pablo 和 Karel 能一起以临床病案的形式来阐

述颅内和颅外循环的功能解剖。我也希望年轻的介入医生能积极地研究每一个病例。我确信这本书将有助于读者为更好地理解功能解剖而打下良好基础。

In Sup Choi

医学博士

美国放射学会会员

美国塔夫茨大学医学院放射学教授

莱希医院和医疗中心介入神经放射科主任

前言

30 多年前, Pierre Lasjaunias 等神经解剖学家就强调了神经血管解剖在血管内治疗过程中的重要性。多年来, 很多神经介入治疗专家对很多与治疗安全相关的神经血管解剖知识细节了解不清, 因此常导致栓塞术后出现很多“意想不到”的神经系统并发症, 而且, 为了避免这些并发症, 栓塞前需要进行很多测试性操作。但是, 如果有着丰富的神经血管解剖知识, 很多这些测试性操作是不需要的。事实上, 这些测试性操作结果常常是假阴性, 因为动静脉瘘相关的高血流可以直接将测试物质从评价区域带走。

近 20 年, 器械的发展越来越精巧, 到达头颈部血管的远端在技术上是可行的。毫无疑问, 如果可以达到这些血管的部位, 使用液体栓塞材料治愈一些目标病灶是可行的。但由于这些远端的供应血管仍包含一些侧支循环, 完全栓塞仍可以导致神经系统的并发症, 例如, 经动脉途径栓塞海绵窦区域病灶可能导致供应颅神经的动脉受损。这也是为什么一些神经介入治疗专家不使用动脉途径, 转而采用更加安全的静脉途径的原因。

临床上认识这些动脉变异的表现有重要意义:

- 动脉血管解剖变异可能与发生在载瘤血管非典型分布区的“意外”神经症状相关, 因此常规检查区域性的血管解剖在临床实践中有重要意义, 有助于更好地理解临床症状和指导治疗。

- 动脉血管的解剖变异间接提示血管发育的不完全成熟, 因此血管壁发育异常, 易损, 如动脉瘤形成。

- 血管解剖变异, 如存在或缺乏软脑膜侧支吻合, 将显著影响急性脑梗死患者的预后, 因此评价侧支循环血流非常重要。

理解人类神经血管的演化具有重要意义, 它可以解释尽管血管表现为连续的管腔, 但每一节段血管壁的系统发育可能存在不同的背景, 某些血管节段对某一特定疾病的不同易感性, 也有助于更好理解和推测造成血管变化的各种原因。

因为高度变异性, 静脉血管解剖一直很难理解, 静脉的病理性改变也很难辨认, 经常造成诊断的滞后。随着认识的进步和早期非侵袭性检查的合理应用, 我们诊断静脉血管病的能力明显提高。

随着对静脉血管解剖和功能理解的进步, 我们已经清晰地认识到很多患者的临床症状与静脉高压相关, 如伴有软脑膜皮质静脉反流的硬脑膜动静脉瘘同时会干扰这一区域

的正常的静脉引流。根据个体的静脉解剖分布不同,反流的血可以通过经大脑静脉或皮层静脉系统引流,从而产生一些远离血管巢部位的症状。这些情况给我们的临床实践提供了很好的提示,当我们临床上发现颅内出血或缺血的情况时,静脉原因需要排除,而且颈外动脉造影也应该作为血管常规检查。

静脉血管解剖变异(发育性静脉异常)一直被认为是对深静脉或浅静脉系统发育不良的一种代偿形式,因此不认为它们是血管畸形,也不会产生临床症状。但是我们现在知道,在一些特定的环境下(静脉流出道梗阻或者存在相关的小的动静脉瘘),这些区域内的正常变异静脉也可能和一些临床症状相关。

本书的目的在于强调神经血管解剖在神经介入治疗的日常临床实践中的重要性,强化读者神经血管解剖方面的知识,从而使临床实践更加安全。

目 录

第 1 部分	主动脉弓	1
第 1 章	头臂干与左颈总动脉的共同起源	3
第 2 章	异常锁骨下动脉	7
第 2 部分	颈内动脉	11
第 3 章	颈动脉段,异常 ICA 和存留的镫骨动脉	13
第 4 章	存留的颈动脉-椎基底动脉吻合	19
第 5 章	下外侧干和脑膜垂体干	25
第 6 章	硬脑膜环和颈动脉窝	30
第 7 章	背侧和腹侧眼动脉	34
第 8 章	眼动脉的分支	38
第 9 章	脉络膜前动脉	41
第 3 部分	前循环	47
第 10 章	视神经下大脑前动脉	49
第 11 章	前交通动脉复合体	53
第 12 章	单一大脑前动脉	58
第 13 章	大脑前动脉皮层支	62
第 14 章	大脑中动脉主干	66
第 15 章	豆纹动脉和 Heubner 回返动脉	72
第 16 章	大脑中动脉的皮层支	81
第 17 章	软脑膜吻合	89
第 4 部分	后循环	95
第 18 章	PICA 起源的变异	97
第 19 章	小脑动脉	101
第 20 章	基底动脉干	108
第 21 章	脑干的穿支动脉	114
第 22 章	基底动脉尖	119
第 23 章	丘脑穿支动脉	123
第 24 章	大脑后动脉皮层支	129

第 5 部分 颈外动脉 135

第 25 章 “危险”吻合Ⅰ：眼动脉吻合 137

第 26 章 “危险”吻合Ⅱ：岩骨和海绵窦吻合 141

第 27 章 “危险”吻合Ⅲ：上颈部吻合 147

第 28 章 颅神经的供血 150

第 29 章 鼻部血管解剖 157

第 30 章 咽升动脉 162

第 31 章 硬脑膜的血液供应 167

第 6 部分 大脑静脉 177

第 32 章 上矢状窦和横窦 179

第 33 章 海绵窦 185

第 34 章 浅表皮层静脉 194

第 35 章 穿髓静脉 198

第 36 章 深静脉系统Ⅰ：大脑内静脉、分支和引流 204

第 37 章 深静脉系统Ⅱ：基底静脉和静脉环 208

第 38 章 幕下静脉 213

第 7 部分 脊髓 219

第 39 章 节段性脊髓动脉 221

第 40 章 根软膜和根髓动脉 226

第 41 章 脊髓固有动脉 233

第 42 章 终丝动脉 238

第 43 章 脊髓静脉 242

索引 251

第 **1** 部分
主动脉弓

1

头臂干与左颈总动脉的共同起源

1.1 病例描述

1.1.1 临床表现

女性患者,33岁,婴儿期患有头部与颈部的淋巴瘤,接受放化疗后,出现双侧颈动脉狭窄。患者在出现了左侧短暂性脑缺血发作(TIA)后,在其他医疗机构

行双侧颈总动脉(CCA)支架成形术。几个月后,患者出现视力丧失。磁共振成像(MRI)显示,右侧颈总动脉(RCCA)的支架区域人为信号消失,左侧颈总动脉(LCCA)有弥散性狭窄病灶。

1.1.2 影像学检查

见图 1.1。

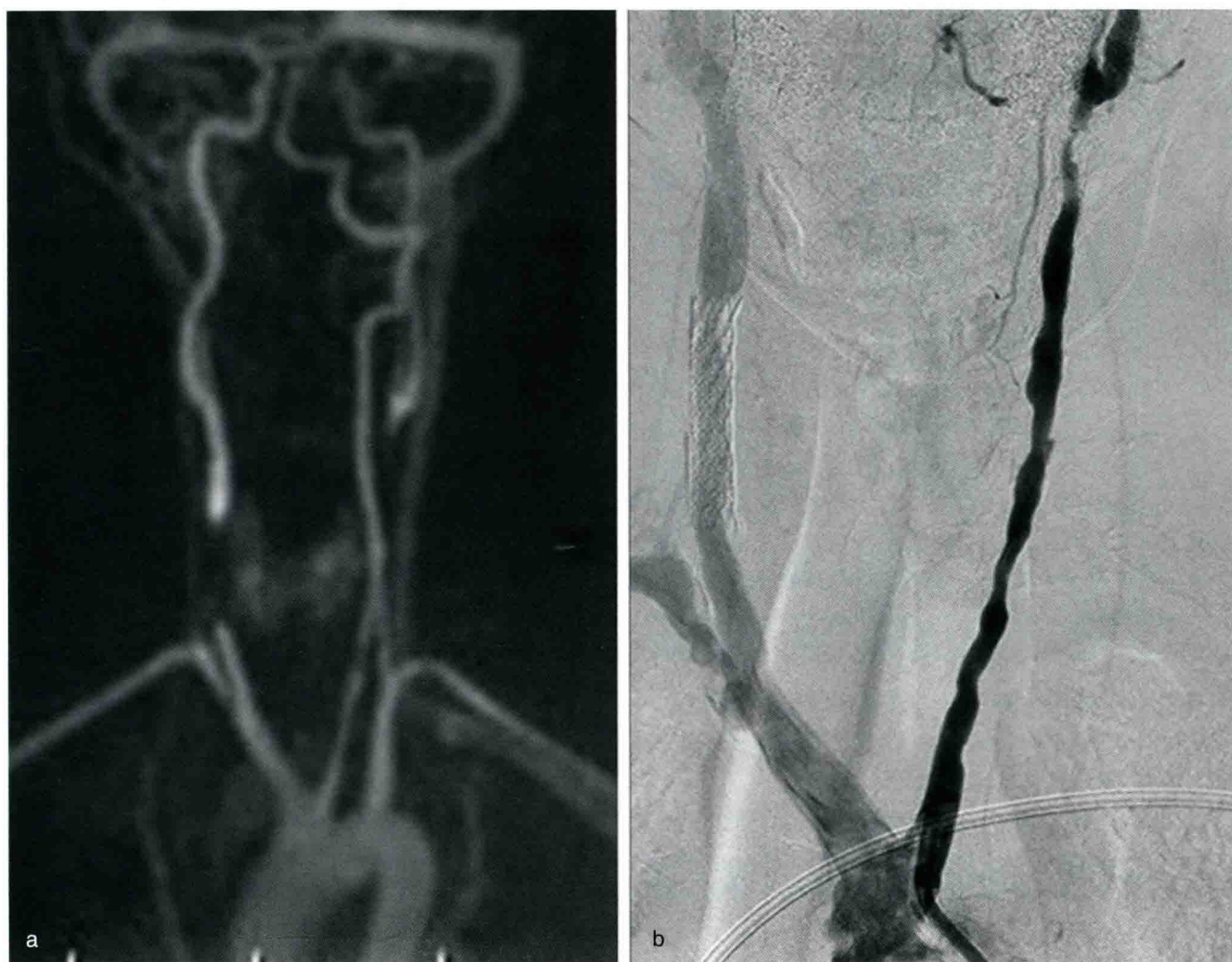


图 1.1 主动脉弓和颈部血管对比剂增强 MRA(a)以及主动脉弓与颈部血管水平的左侧颈总动脉的正位(AP)造影(b)显示,头臂干与左颈总动脉共同起源于主动脉弓,也称“牛角弓”。左侧颈总动脉多灶性狭窄。可以观察到造影剂从左颈总动脉反流到主干及右侧颈总动脉。注意支架内局部信号不均一导致的 MRA 信号间隙(右侧颈总动脉内)。

1.1.3 诊断

起源于头臂动脉干与左侧颈总动脉的上主动脉总干的放疗后多灶性狭窄。

1.2 胚胎学和解剖学

主动脉弓和大血管的发育由成对的血管弓形成和选择性退化引起,这些血管弓连接胚胎期主动脉囊(腹侧主动脉)与成对的背侧主动脉。

妊娠第二周到第七周,鳃器开始发育,在前肠壁形成六对鳃弓,按照从头端到尾端的顺序编号。胚胎主动脉血管弓按照自头端向尾端的顺序出现,围绕咽弓形成原始动脉弓。有些血管弓会退化或消失,其他血管弓会持续存在并重塑,这样就形成了胸主动脉及其主要分支。第一对和第二对血管弓分别出现在第24天和第26天;第三对和第四对血管弓出现在第28天;第六对血管弓出现在第29天。第五对血管弓从来没有完全发育或者短暂出现,然后退化。在第六对血管弓出现时,第一对和第二对血管弓已经大大退化。

升主动脉弓是由动脉干近端和主动脉囊/腹侧主动脉干远端构成。主动脉囊形成左角和右角。右角随后形成头臂动脉干,而左角形成头臂干与左侧颈总动脉之间的近端部分。腹侧主动脉干和第三对血管弓形成成对的原始颈动脉,主要派生出发育早期的颅内脑血流。颈总动脉起自这些原始血管的近端部分。

在第三对和第四对血管弓之间的背侧主动脉干消失,第四对和第六对血管弓进行不对称的重塑。在左侧,第四对血管弓和背侧主动脉干形成发育成熟的主动脉弓(在左侧颈总动脉与左锁骨下动脉之间)和降主动脉最近端的部分。在右侧,第四对血管弓和背侧主动脉干的一部分构成右侧锁骨下动脉的近端部分,与中线的降主动脉逐渐失去连接。第六对血管弓的腹侧部分产生肺动脉。第六对血管弓的背侧部分右侧退化,左侧永存形成动脉导管。

在颈部,椎动脉(VA)来自胚胎期七对颈部节段性动脉与背侧主动脉干之间丛状的纵行吻合。第七对颈部节段性动脉双侧扩大到发育的肢芽并迁移形成双侧锁骨下动脉,保留它们与背侧主动脉干的连接,并最终在右侧接受来自头臂干和在左侧来自主动脉弓的血液供应。前六对颈部节间动脉和背侧主动脉干间的连接往往完全退化。

人的主动脉弓通常是从弓的上方起源,其有三个主要分支,它们依次为头臂干、左侧颈总动脉和左侧锁骨下动脉。然而,分支模式的变异是常见的,典型的分支模式出现概率只有大约三分之二。最常见的分支模式变异是共同起源的头臂干和左侧颈总动脉,发生率大约为25%。如果发生这种变异,在血管弓的发育过程中,第三对主动脉弓的近端部分被吸收到主动脉囊的右角(正常情况下被吸收到主动脉囊的左角)。它被错误的称为“牛角弓”,并且是由影像学或造影附带发现的。真正的“牛角弓”与人身上遇到的任何主动脉弓的变异没有相似之处,它是由起自主动脉弓的单一血管构成,并发出右侧锁骨下动脉、双侧颈动脉干及左侧锁骨下动脉。

1.3 临床影响

尽管没有症状,头臂干与左侧颈总动脉的共同起源会在左侧颈总动脉导管插入中产生额外的挑战。解剖变异可以在术前诊断性血管造影、CT血管成像(CTA)或磁共振血管成像(MRA)上识别。如果常规使用的标准导管(多功能的或直的)不能到达左侧颈总动脉,使用复杂的带弯度的导管(如sidewinder)可能实现,它的弯度常规在左侧锁骨下动脉塑形。头臂干和左侧颈总动脉共干时,可能需要反折或者使用“8”字形的弯度到达左侧颈总动脉。在这种情况下,导管的弯度可以在头臂干形成。由于左侧颈总动脉常常呈锐角自共同的起点发出,在介入手术操作中,使用长鞘可能不可行,可能需要一个更加柔软的支撑导管(如8F sidewinder导管)。也可以考虑经右侧桡动脉或肱动脉路径到达左侧颈总动脉行介入治疗。

1.4 补充信息和病例

在头臂干和左侧颈总动脉共同起源的病例中,有接近9%的病例的左侧颈总动脉起源于头臂干的远端,即距离主动脉弓1~2.5cm(见图1.2)。

主动脉弓其他分支模式变异,包括:左侧头臂干与左侧颈总动脉、左侧锁骨下动脉共同起源于主动脉弓的,在病例中占1%~2%;左侧椎动脉直接起源于主动脉弓的,在病例中占0.5%~1%(见图1.3和图1.4)。

主动脉弓的先天性异常或畸形可解释成胚胎期

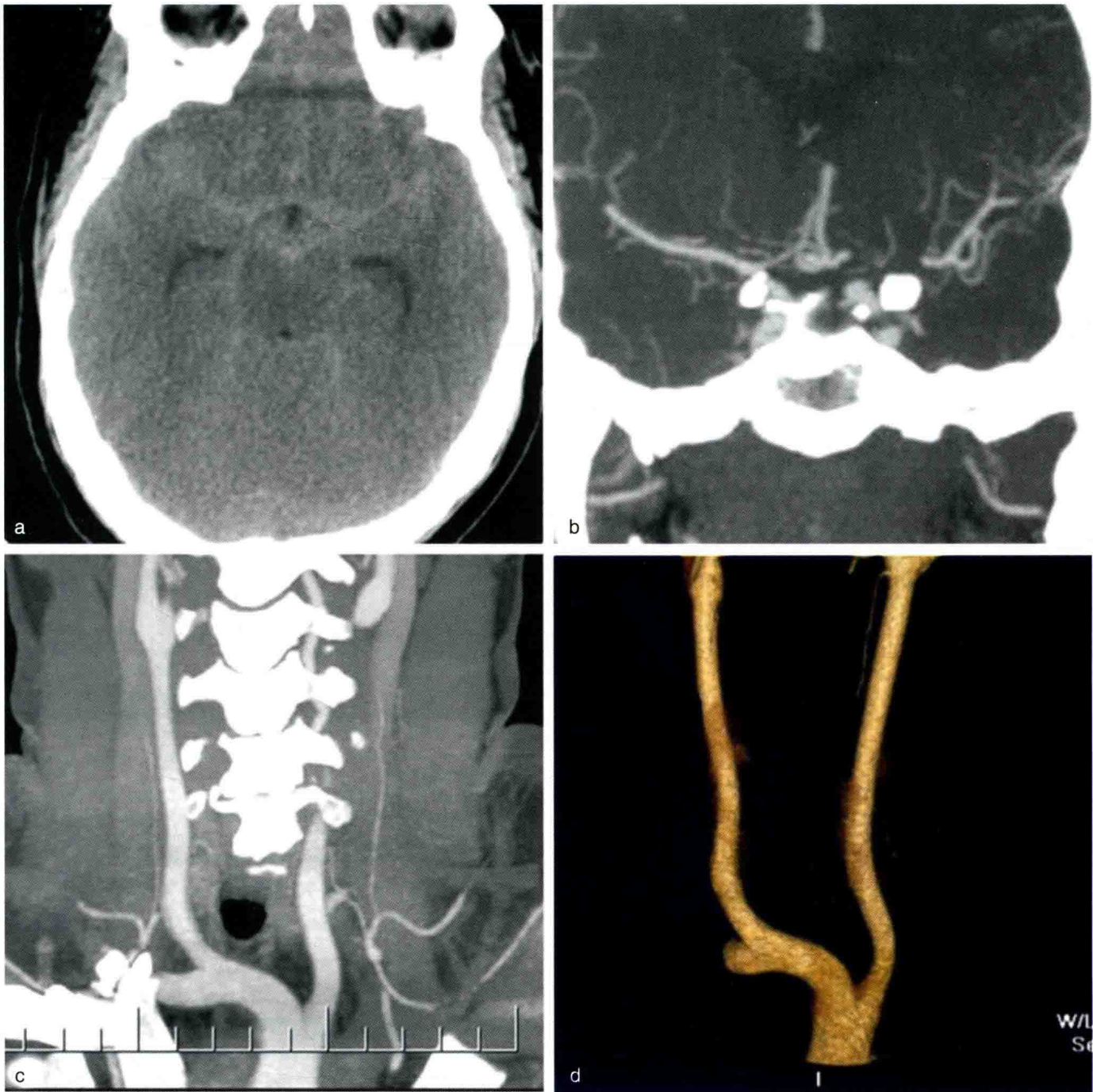


图 1.2 女性患者,39 岁,患有蛛网膜下隙出血。非增强 CT(a)显示,蛛网膜下隙基底池急性出血。对比剂增强 CT 冠状位重建(b, c)显示,有一个 3mm 的前交通动脉瘤。有一支长段的主动脉总干起源于头臂干和左侧颈总动脉。颈总动脉三维重建 CTA(d)能更好地显示出此解剖变异。

血管弓段正常退化和(或)血管弓段正常消失。更常见的先天性主动脉弓异常包括:异常右侧锁骨下动脉起自主动脉弓左侧(0.4%~2%)、异常左侧锁骨下动脉起自主动脉弓右侧、带有镜像分支的右主动脉弓,以及双主动脉弓。

要点及注意事项

- 头臂干动脉和左侧颈总动脉的共同起源是一种常见的无症状表现,与胚胎期主动脉弓发育异常有关。
- 左侧颈总动脉插管过程中会遇到挑战。

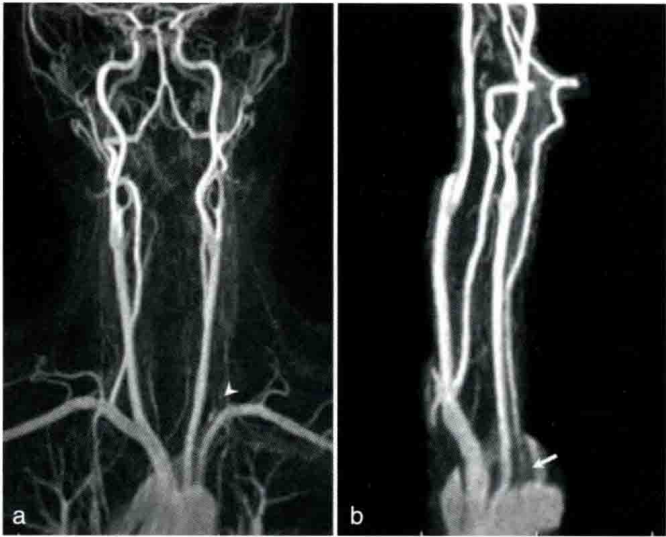


图 1.3 女性患者,48 岁, 因为颈部推拿后出现枕部头痛和眩晕来就诊。对比剂增强剂 MRA(a,b)显示,在正位像预期的左锁骨下动脉近端上没有左侧椎动脉的起源 (短的白色箭头所示)。斜位像显示,左侧椎动脉直接起自左侧颈总动脉与左侧锁骨下动脉之间的主动脉弓(白色箭头所示)。

推荐读物

[1] Kau T, Sinzig M, Gasser J et al. Aortic development and anomalies. *Semin Intervent Radiol* 2007; 24: 141-152

[2] Layton KF, Kallmes DF, Cloft HJ, Lindell EP, Cox VS. Bovine aortic arch variant in humans: clarification of a common misnomer. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27: 1541-1542

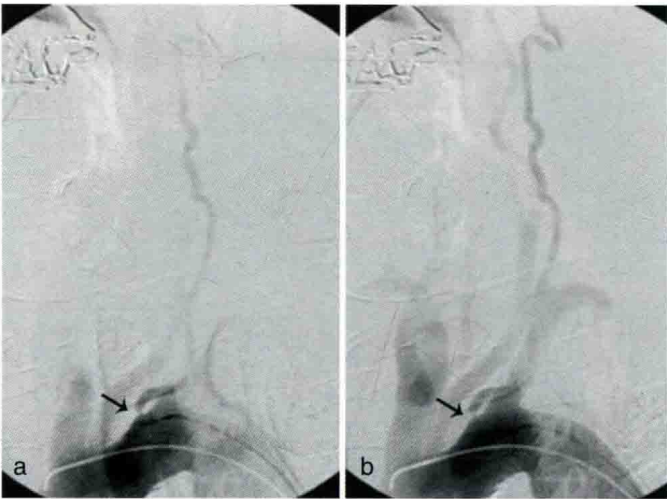


图 1.4 (a,b)主动脉弓造影显示,左侧椎动脉的直接起源,伴有左侧椎动脉起始处狭窄,其与动脉粥样硬化疾病有关(黑色箭头所示)。

[3] Müller M, Schmitz BL, Pauls S et al. Variations of the aortic arch – a study on the most common branching patterns. *Acta Radiol* 2011; 52: 738-742

[4] Osborn AG. The aortic arch and great vessels. In: *Diagnostic Cerebral Angiography*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 1999:3-29

[5] Sadler TW. Cardiovascular system. In: *Langman's Medical Embryology*. 11th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2010:165-196

[6] Shaw JA, Gravereaux EC, Eisenhauer AC. Carotid stenting in the bovine arch. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 60: 566-569

[7] Stojanovska J, Cascade PN, Chong S, Quint LE, Sundaram B. Embryology and imaging review of aortic arch anomalies. *J Thorac Imaging* 2012; 27: 73-84