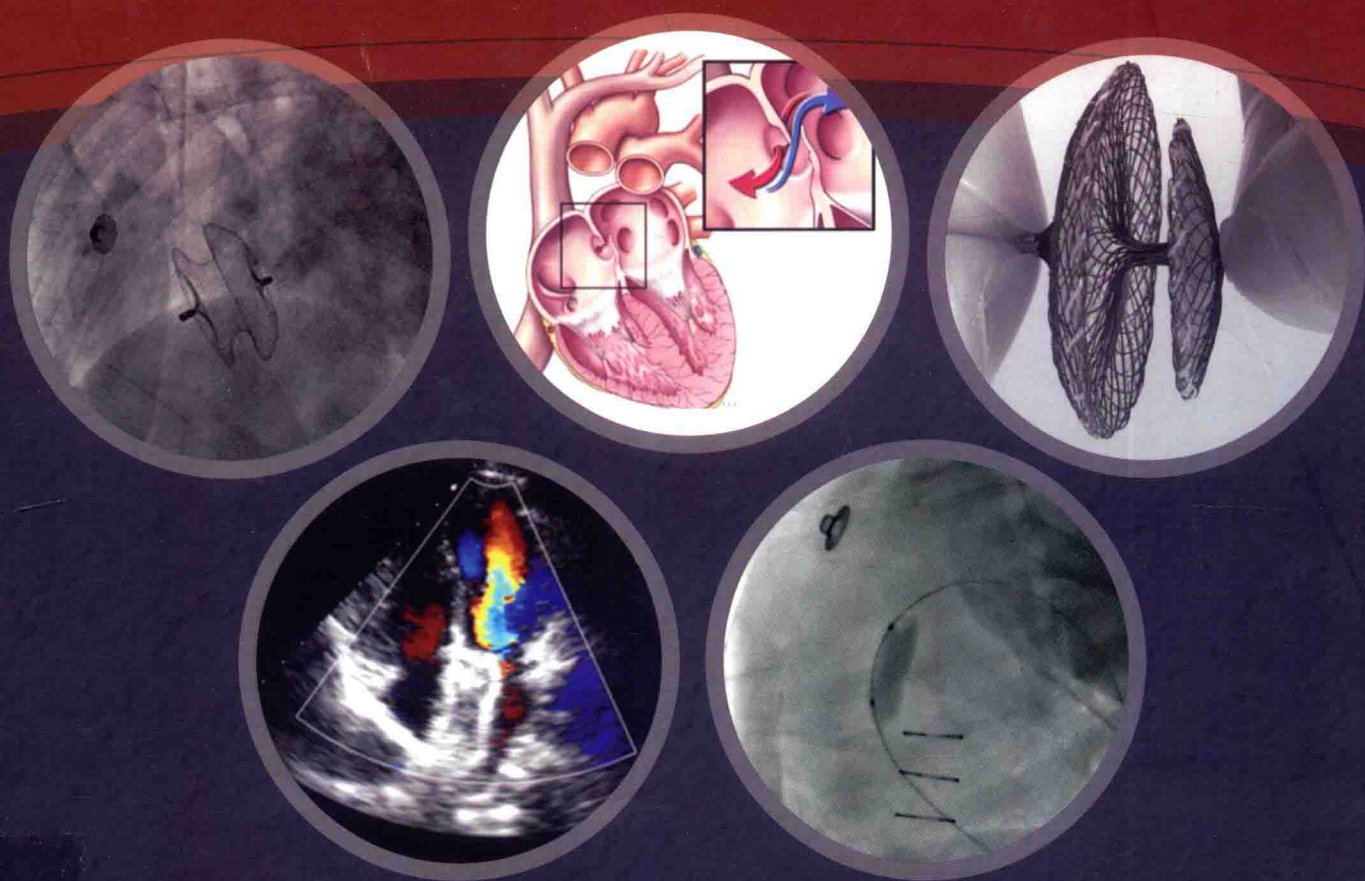


Imaging Analysis of Interventional
Treatment for Congenital Heart Disease

先天性心脏病 介入治疗影像解析



主编 张刚成



北京大学医学出版社

Imaging Analysis of Interventional
Treatment for Congenital Heart Disease

先天性心脏病 介入治疗影像解析

主 编 张刚成

副主编 沈群山 张长东 尚小珂

北京大学医学出版社

XIANTIANXING XINZANGBING JIERU ZHILIAO YINGXIANG JIEXI

图书在版编目 (CIP) 数据

先天性心脏病介入治疗影像解析/张刚成主编. —

北京: 北京大学医学出版社, 2017. 7

ISBN 978-7-5659-1596-3

I. ①先… II. ①张… III. ①先天性心脏病—介入性
治疗 IV. ①R541.105

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 092025 号

先天性心脏病介入治疗影像解析

主 编: 张刚成

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

经 销: 新华书店

策划编辑: 高 瑾

责任编辑: 畅晓燕 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 啸

开 本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 25.5 字数: 760 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1596-3

定 价: 196.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

主编简介



张刚成，主任医师，教授，硕士研究生导师。现任武汉亚洲心脏病医院先天性心脏病中心主任，心脏动力实验室负责人，国家卫计委先天性心脏病介入培训基地导师、负责人。中华医学会心血管病学分会肺血管病学组委员，中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病工作委员会委员，亚太心脏联盟结构性心脏病分会委员。长期工作在临床一线，以结构性心脏病及肺动脉高压领域的介入诊断和治疗为专业特色，在湖北省内率先大规模开展先天性心脏病的介入治疗。在国内较早进行复杂先天性心脏病内外科镶嵌治疗（杂交手术）、主动脉缩窄球囊扩张治疗、先天性心脏病复合畸形的介入治疗、冠状动脉瘘介入封堵治疗以及心源性脑卒中的研究和介入治疗。在华中地区较早开展肺动脉高压的专科诊断和治疗研究，建立肺动脉高压及先天性心脏病国家诊疗培训基地。近年来，与新加坡国立心脏中心合作共建心脏动力实验室，2016年作为访问学者赴新加坡中央医院国

立心脏中心工作，专注于右心室功能和肺动脉高压方面的血流动力学研究。带领中心每年完成介入治疗手术量800余例，迄今完成各种先天性心脏病的介入治疗5000余例，主持完成复杂先天性心脏病的介入诊断3000余例，年均400余例。每年举办国家级继续再教育会议2~3场，多次赴美国、澳大利亚、欧洲等地进行各种学术交流。承担国家、湖北省及武汉市基金课题4项。作为主要研究者（principal investigator, PI）主持国际多中心药物临床试验10项，医疗器械临床试验7项。取得发明专利4项。出版专著2部，发表论文40余篇。

编者名单

主 编 张刚成

副主编 沈群山 张长东 尚小珂

编 者 (按姓名汉语拼音排序)

鲍 云	邓晓娴	李 筠	李丁扬
李珊珊	刘 洋	龙 恺	聂 林
尚小珂	沈群山	宋来春	宋艳清
王利军	肖书娜	姚 艺	袁 辉
张长东	张刚成	郑 璇	周红梅

(编者单位均为武汉亚洲心脏病医院)

序 一

结构性心脏病是心血管领域中涌现出的新的亚专科。特别是近年来，结构性心脏病的介入治疗获得了重大的进展——适应证不断拓宽、新技术层出不穷，各种先天性心脏病复合畸形的内外科镶嵌治疗、严重心脏瓣膜疾病的经皮介入瓣膜置换、心源性脑卒中的介入治疗等的临床应用，转变了传统的治疗模式，展现了结构性心脏病介入治疗的广泛前景。另外，传统先天性心脏病的介入治疗也趋于患者低龄、低体重和复杂畸形，治疗方式更是日趋成熟。

为了在结构性心脏病领域做进一步的有益探索，也让更多患者体验到微创、高效的诊疗服务，武汉亚洲心脏病医院先天性心脏病中心的专家们根据他们多年的探索，归纳、总结、编撰了这本《先天性心脏病介入治疗影像解析》。

该中心创建十余年来，始终以先天性心脏病介入诊断与治疗、心脏瓣膜疾病介入治疗、肺动脉高压诊疗为专科特色，是湖北省首家也是唯一一家国家先天性心脏病介入治疗培训基地。该中心现已完成各种先天性心脏病介入治疗 5000 余例，先天性心脏病介入检查 3000 余例。通过大量实践工作和坚持不懈的学习，该中心对各种先天性心脏病从诊断到治疗，从术前评估及准备到术后监护与康复，从治疗心脏疾病到全身多器官综合管理，都有了更全面深入的理解和应用，诊断和治疗水平均位居全国前列。

披阅全书，深觉内容详尽、构思新颖，心意甚殷。相信本书能为广大心血管专科医师包括心内科和心外科临床工作者，提供内容新颖且实用的参考，值得推荐并欣然为序。



沈阳军区总医院 朱鲜阳

2017 年 6 月

序 二

武汉亚洲心脏病医院先天性心脏病中心是湖北省最早开展先天性心脏病介入诊断与治疗的单位之一，是湖北省首家也是唯一一家国家先天性心脏病介入治疗培训基地。2000年1月成功实施了第一例先天性心脏病介入治疗手术——经皮主动脉瓣上隔膜球囊扩张术。先天性心脏病中心历经多位心血管病专家的不懈努力，目前已经发展成为包括先天性心脏病外科、内科、儿科、重症医学科以及心脏动力实验室等多学科跨专业的国内一流的心血管疾病诊疗中心。

先天性心脏病中心在张刚成主任的带领下，一直致力于采用介入治疗方法让更多的先天性心脏病患者重获健康。他们在湖北省最早大规模开展各种先天性心脏病的介入治疗，包括经皮瓣膜球囊扩张术、经皮房间隔缺损介入封堵术、经皮室间隔缺损介入封堵术、经皮动脉导管未闭介入封堵术等，2008年他们率先在湖北省开展了复杂先天性心脏病内外科镶嵌治疗（杂交手术），并先后完成湖北省首例冠状动脉瘘经导管封堵术、首例肺隔离症的介入封堵术、首例肺动静脉瘘的介入治疗等。临床工作基本覆盖所有先天性心脏病的介入诊治，尤其对低龄、低体重、生长发育低下、缺损大且合并肺动脉高压的婴幼儿患者的介入治疗技术积累了丰富的经验，是目前国内较有影响力的先天性心脏病介入诊断和治疗的心血管专科之一。

本书是先天性心脏病中心同仁们在临床实际工作中经验的总结，以典型病例和图片阐述了先天性心脏病介入治疗的具体问题和难点，以及常见并发症的处理等，既体现了该中心医疗专家在先天性心脏病介入治疗十余年的经验，也反映了先天性心脏病介入治疗技术和材料的新动态和前沿水平。相信能为有志于投身结构性心脏病介入诊断与治疗领域的临床医生提供有价值的参考，并为我国先天性心脏病介入治疗的规范化起到有力的推动作用。



武汉亚洲心脏病医院 陶凉

2017年6月

前言

先天性心脏病是我国最常见的出生缺陷，也是导致婴幼儿死亡或残疾的主要原因之一，严重影响人口素质和生存质量。据我国围产儿先天缺陷流行病学调查，先天性心脏病患病率为 0.69%~1.44%，在早产儿、死产或流产的病例中发病率更高。据此推算，我国每年有 12 万~20 万的先天性心脏病患儿出生，其中 80% 为单纯先天性心脏病，大多数都可以通过介入治疗达到治愈的目的。

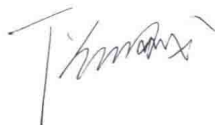
近年来，随着器械的改进和技术方法的提高，特别是介入封堵器材的国产化和个体化，先天性心脏病的介入治疗得到了快速的发展。进入 21 世纪，以先天性心脏病为标志的结构性心脏病的介入诊治达到了一个全盛时期，常规先天性心脏病的介入适应证越来越广泛，年龄越来越小，疾病的种类越来越多，还发展出跨学科跨专业的介入治疗，如复杂先天性心脏病的镶嵌治疗、心源性脑卒中的介入治疗以及心脏瓣膜疾病的介入治疗等。在大多数情况下，介入治疗因其创伤性小，恢复时间快，已逐渐成为具备适应证的先天性心脏病患者首选的矫治方法。

我国的先天性心脏病介入治疗，特别是室间隔缺损的介入治疗几乎与国外同步，在新型封堵器研制和个体化治疗方面处于国际领先地位。武汉亚洲心脏病医院先天性心脏病中心在国内较早开展先天性心脏病介入治疗，是国内介入治疗先天性心脏病病例数最多的医院之一，累计收治病例已达 3000 余例，积累了丰富的临床经验。多年来，中心在自我发展的基础上，通过接收进修人员，举办各种学习班、培训班以及学术论坛等方式，致力于先天性心脏病新技术、新项目的推广和完善。在此基础上，中心组织编写了《先天性心脏病介入治疗影像解析》这本专著。该书全面系统地论述了各种常见先天性心脏病介入治疗的基础理论、基本技术和最新进展，以及介入操作技巧和个体化治疗的体会。全书共分为 20 章，图片近 1800 幅，文风简洁，图文并茂，内容翔实，不仅是一本精湛的专题参考书，还是一本可靠的工作指南，相信会对我国先天性心脏病介入治疗的规范化及推广起到有力的推进作用。

本书在系统介绍各种先天性心脏病介入治疗相关理论知识的基础上，结合我们临床实际工作中积累的经验、教训和体会，重点阐述了先天性心脏病介入治疗所涉及的一些具体问题和难题，如婴幼儿房间隔缺损的封堵、特殊类型动脉导管未闭的介入操作、室间隔缺损个体化治疗方案，以及部分罕见病例、并发症的处理等。全书既体现了典型病例的介入治疗方法，也突出了特殊技术操作的具体细节和技巧，同时配以精心挑选的典型图片资料。书中病例全部来自武汉亚洲心脏病医院，力求全面、实用，点评精炼，反映先天性心脏病介入治疗规范及新材料、新技术应用的最新动态和前沿水平。

本书的作者均是长期从事临床一线工作的医师，在完成繁重的日常工作的同时，不辞辛劳，收集资料，精心编撰，为本书早日与广大读者见面付出了巨大的努力和汗水，在此一并表示衷心的感谢！

由于本书内容较多，涉及病例量大，病例点评多为笔者的实践经验和感悟，加上本人能力有限，尽管做了不懈努力，但仍然可能有疏漏和谬误之处，望诸多读者和学界同道们不吝赐教！



武汉亚洲心脏病医院 张刚成

2017 年 5 月

目 录

第一章	先天性心脏病介入治疗概述	1	第十一章	房间隔缺损	202
第二章	心导管检查常用药物	11	第十二章	肺动脉瓣狭窄	272
第三章	心脏介入导管室设备及其相关应用	18	第十三章	卵圆孔未闭	289
第四章	心脏应用解剖	28	第十四章	体-肺侧支血管	302
第五章	先天性心脏病介入治疗中的麻醉	33	第十五章	肺动静脉瘘	316
第六章	先天性心脏病介入治疗围术期护理	40	第十六章	主-肺动脉间隔缺损	333
第七章	先天性心脏病心导管术	43	第十七章	冠状动脉瘘	345
第八章	先天性心脏病心血管造影	71	第十八章	主动脉瓣狭窄	367
第九章	室间隔缺损	93	第十九章	瓣周漏	375
第十章	动脉导管未闭	164	第二十章	先天性心脏病介入治疗展望	385
			索引		390

先天性心脏病介入治疗概述

我国是全球先天性心脏病发病率较高的国家之一，每年有 15 万~17 万先天性心脏病新生儿患者，其中约 10 万患者需手术治疗^[1]。几十年来，外科手术是治疗先天性心脏病的传统方法，但存在住院时间长、需要体外循环、手术创伤大、手术本身及输血后有种种并发症、具有一定的死亡率，以及术后美容问题等不利因素，因此人们渴望通过非开胸途径来替代外科手术治疗先天性心脏病。因此，介入性心导管术应运而生，此方法将特制的导管及装置由外周血管插入至所需治疗的心血管腔内，以替代外科手术治疗，目前已成为先天性心脏病治疗的重要手段。近年来随着心血管病介入治疗技术的提高及器械的不断改进，先天性心脏病的治疗方法随之不断拓宽，有不少以往需要开胸手术治疗的先天性心脏病患者目前可由非开胸介入治疗替代，先天性心脏病介入治疗的病种仍在不断拓宽，病例也逐年增加。介入性心导管术技术的提高和各种封堵装置及导管的改进与发明，使得这一技术日臻成熟。尤其是 20 世纪 90 年代后期，先天性心脏病的介入治疗范围日趋扩大，目前国内已有多家医院开展了这项工作，但心导管介入治疗的迅速发展目前尚无法与外科手术竞争。先天性心脏病介入治疗在部分心脏病研究中心逐步发展成治疗单纯先天性心脏病的首选方法，并成为外科镶嵌治疗复杂先天性心脏病的一种重要补充手段。

先天性心脏病经导管介入治疗始于 20 世纪中期，Rashkind 和 Miller 等人于 1966 年开展球囊房间隔造口术，以姑息方式治疗大动脉转位。1967 年，Porstmann 首次开展了动脉导管未闭的介入治疗。1976 年，Rash Kind 发明了伞状闭合器，并成功地完成了房间隔缺损封堵治疗。1982 年，Kan 首次报道了利

用球囊扩张术治疗肺动脉瓣狭窄。1984 年，Lababidi 成功地完成了主动脉瓣球囊扩张术。1992 年，Combiar 等首次利用弹簧圈堵塞动脉导管，并取得成功，随后在国内外相继得以推广。1997 年，Amplatzer 公司研发了镍钛合金编织的新一代封堵器并应用于临床，显著提升了先天性心脏病介入治疗的安全性与成功率。此外，先天性心脏病介入治疗器材的国产化则对我国先天性心脏病介入治疗工作起到了积极的推动作用。

20 世纪 70 年代，我国于北京、上海等地先后开展了球囊导管房间隔造口术，但作为一种成熟技术，先天性心脏病介入治疗始于 20 世纪 80 年代中期，至 90 年代末期逐渐形成规模，现已成功开展了球囊瓣膜成形术、血管球囊扩张术、封堵术、栓塞术、血管支架置入术、左心耳封堵术等。2003 年我国研制国产封堵器，应用到临床，由于质量好、价格低廉，使许多患者受益。据初步统计，2013 年我国共完成各种先天性心脏病介入治疗约 15 000 例，其死亡率不到 0.1%。下文将简要介绍先天性心脏病介入治疗的概况。

一、先天性心脏病介入治疗种类的多样化与复杂化

先天性心脏病介入治疗技术种类繁多，包括房间隔造口术、球囊扩张术、瓣膜成形术、瓣膜植入术、血管成形术、封堵术、内外科联合治疗（镶嵌治疗）等。目前通过介入治疗方法得以根治的先天性心脏病种类繁多，其中动脉导管未闭、房间隔缺损、室间隔缺损等常见先天性心脏病的介入治疗已

经进入成熟阶段，国内已出版《先天性心脏病经导管介入治疗指南》（《中华儿科杂志》）、《常见先天性心脏病介入治疗操作规范》（《介入放射学杂志》）等指导文章。

二、先天性心脏病介入治疗技术日益成熟

（一）瓣膜成形术

1. 经皮球囊肺动脉瓣成形术

右心室流出道梗阻疾病是较为常见的先天性心脏病，约占先天性心脏病发病率的8%。为了防止右心室流出道梗阻进一步加重、右心室进行性肥厚及继发性右心功能衰竭，需要对轻度以上的右心室流出道梗阻的患者进行治疗。目前经皮球囊肺动脉瓣成形术（percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty, PBPV）已成为治疗单纯肺动脉瓣狭窄的首选方法，在大部分病例中，经皮球囊肺动脉瓣成形术可替代外科开胸手术^[2]。此外对于先天性肺动脉分支狭窄的患者也可进行球囊扩张术。1981年，Lock等首先进行动物实验表明，肺动脉分支狭窄可进行球囊血管成形术的治疗，并于1983年首次应用于临床并取得成功。由于外科手术难以达到这些病变部位，因此球囊扩张术仍是目前主要的治疗方法，早期报道表明球囊扩张术的成功率为50%。1993年，随着高压球囊的使用，球囊扩张的成功率上升至63%~80%，但有报道表明球囊血管成形术对严重的Alagille或Williams综合症的疗效不佳。尽管手术方法及技巧在不断改进，但与其他瓣膜或血管成形术相比较，肺动脉分支的球囊扩张术成功率低，并发症多，危险性大，因此应严格掌握手术适应证、手术方法的选择，以求达到良好的疗效，减少并发症的发生。

2. 经皮球囊主动脉瓣成形术

先天性主动脉瓣狭窄占有先天性心脏病的3%~6%，对于跨主动脉瓣压差在50 mmHg以上的患儿，应进行外科瓣膜切开或介入治疗。经皮球囊主动脉瓣成形术（percutaneous balloon aortic valvuloplasty, PBAV）与经皮球囊肺动脉瓣成形术的研发时间几近相同，1984年，Lababidi等首次利用经

皮球囊主动脉瓣成形术成功治疗先天性主动脉瓣狭窄。但因此手术的并发症较多，临床开展数量有限，近二十年来，只有国外一些有条件的儿童心脏病治疗中心及国内一、二家医院在继续开展此项工作。经皮球囊主动脉瓣成形术由于技术操作较难，且可能会引起严重的并发症，包括动脉栓塞、明显主动脉瓣反流、心律失常、心功能不全、心脏穿孔等并发症，因此需慎重操作。而在有条件的儿童心脏病治疗中心可作为姑息治疗开展此项技术。二瓣畸形导致的主动脉瓣狭窄常见于青少年期和成人期，是主动脉瓣狭窄的最主要类型。主动脉瓣（环）发育良好伴瓣膜狭窄是指瓣环直径大致正常，瓣膜呈幕顶状运动，在超声心动图及心血管造影检查时可见射流征，瓣膜狭窄后升主动脉扩张，此类病理改变适合开展球囊扩张术。

（二）腔内血管成形术

1964年，Dotter和Judkins首次论述了经皮腔内血管成形术，10年之后，Gruentzig利用球囊扩张导管成功进行了血管成形术。1982年，Singer等首先对主动脉缩窄的患者开展了球囊扩张术。此后，Lock等人于1983年将这一技术成功地应用于肺动脉分支狭窄、主动脉缩窄、静脉狭窄和心房内板障狭窄等。随着临床经验的不断积累、技术和方法学的改进，以及形态更小、更高效的导管和导丝的出现，使得该项技术在应用过程中，出现的并发症越来越少，即使在新生儿中。目前，血管成形术已成为治疗不同种类先天性和外科手术后的狭窄性血管病变的常规方法之一，尤其是20世纪80年代后期，高压球囊扩张导管和血管内支架的诞生，更是大大提高了血管成形术的成功率。20世纪90年代以前，主动脉缩窄主要通过外科手术治疗，主要包括旁路血管移植术或缩窄段切除合并近远端的端-端吻合术，尽管术后患者血压明显下降，但术中死亡率高，术后并发症严重，且术后再狭窄及动脉瘤的发生率也较高。正是由于上述原因，介入治疗技术应运而生。早期主要应用球囊血管成形术的方法，近年来又发展了血管内支架植入术，大大减少了手术创伤及术中死亡率。经皮球囊血管成形术的原则是应用非膨胀性扩张器械使狭窄的血管腔产生半控制性血管损伤，从而扩大血管腔。1989年，Singer等人首次采用该技术对1例外科术后再狭窄的7周婴儿进行球囊

扩张并取得成功,随后很多学者报道了对未经外科手术治疗的主动脉缩窄及外科术后再狭窄患者进行球囊扩张。近20年来的临床应用表明外科术后再狭窄为球囊扩张术最好的适应证之一,较外科手术安全、有效、并发症少。对未经外科手术的主动脉缩窄球囊扩张术的应用尚有争议,尤其是对于伴有主动脉弓发育不良和长段型的主动脉缩窄效果不佳,术后即期效果较满意,但随访发现,动脉瘤、残余狭窄及主动脉撕裂发生率仍较高^[3]。

(三) 先天性心脏缺损及异常血管堵塞术

自1939年Gross和Hubbard首次报道外科成功结扎动脉导管,后至1967年Porstmann首次应用海绵塞法成功堵塞动脉导管未闭,其间经历了众多科学家近三十年的努力。随后陆续出现了不少堵塞装置,研制并应用于临床。先后研制的堵塞装置有明胶海绵、弹簧圈、可脱卸球囊、伞状封堵器、Amplatzer堵塞器等。至20世纪90年代末期,经导管心腔内缺损及异常血管封堵术在先天性心脏病介入治疗中已占非常重要地位。目前使用的封堵装置主要是弹簧圈和伞状封堵器。

1. 应用弹簧圈治疗儿童常见心血管异常交通或心内缺损的介入治疗

(1) 主动脉至肺动脉侧支血管弹簧圈封堵

主动脉至肺动脉侧支血管主要指发绀型先天性心脏病,如法洛四联症或肺动脉闭锁,伴有异常的主动脉至肺动脉侧支血管,通过手推造影剂进行选择侧支血管造影,了解侧支血管的大小、形态和长度。弹簧圈的直径一般比侧支血管的直径大10%~20%,输送导管内径一般等于或稍大于弹簧圈钢丝口径。弹簧圈可直接塞入大多数较长的侧支血管对其进行封堵,但对于一些较短的侧支血管则需通过弹簧圈骑跨技术来封堵。如果需要2个以上弹簧圈,一般第一个弹簧圈可选择稍大一些,然后再送入稍小的弹簧圈。发绀型先天性心脏病侧支血管被封堵之后,部分患儿可能会出现发绀加重的症状,甚至可能危及生命,因此在完全封堵前需作封堵试验。如果封堵试验显示动脉血氧饱和度降低的幅度小于10%或动脉血氧饱和度大于75%,则该患儿可接受完全封堵。如果封堵后在机械通气下动脉血氧饱和度低于75%,则需考虑行急诊手术纠治心脏畸

形。如果遇到无法封堵所有侧支血管的情况,一般尽可能封堵外科手术不易处理的侧支血管。并发症包括弹簧圈移位、溶血、动脉血管内膜炎等。国外资料统计侧支血管封堵术完全封堵或微量残余分流达96%,而再通发生率为5%。作者单位近期侧支血管封堵术未发现有任何并发症。

(2) 经导管弹簧圈动脉导管未闭堵塞术

自20世纪70年代中期以来,弹簧圈堵塞血管技术逐渐广泛应用于周围血管的异常交通。弹簧圈及其表面的纤维织物可通过机械作用阻塞异常的血管通道,而纤维织物的促凝性质又可促进随之发生的血栓形成,最终达到完全阻断异常血流通道的目的。

(3) 弹簧圈封堵冠状动脉瘘

首先通过升主动脉或选择性冠状动脉造影,全面系统地评价冠状动脉瘘的解剖类型、冠状动脉的走行、有无相关侧支血管,及精确测量瘘口的大小和数量。对有侧支血管者,需用球囊或可控弹簧圈做堵塞试验,了解堵塞后有无心肌缺血改变。弹簧圈可用可控或非可控二种,所选弹簧圈直径一般大于所需封堵冠状动脉直径的20%以上,弹簧圈的位置尽量释放在瘘口。一般第一只弹簧圈宜大一些,第二、第三或随后的弹簧圈可稍小。对于粗大的冠状动脉瘘,也可选用Amplatzer动脉导管封堵器或Amplatzer无聚酯纤维栓子(Amplatzer Plug)。

(4) 弹簧圈封堵先天性肺动静脉瘘

肺动静脉瘘是一种少见的疾病,绝大多数是先天性所得,也可以是继发性的,患者往往有肝病史或是先天性心脏病行外科Glenn术后并发。影像上分为局限性和弥漫性二种。对于弥漫性肺动静脉瘘目前尚无手术或介入治疗指征,而对局限性肺动静脉瘘往往采用介入治疗方法。通常封堵方法为经肺动脉释放弹簧圈至病变部位,但也可经病变肺静脉处释放弹簧圈,但风险较大。

(5) 弹簧圈封堵室间隔缺损

通常室间隔缺损封堵术都需要建立通过室间隔缺损的轨迹,而且输送鞘需通过室间隔缺损口方能完成封堵,但在实际操作中往往会碰到一些小的膜周室间隔缺损(大多有室隔瘤形成)或肌部室间隔缺损,6F输送鞘不能通过室间隔缺损,故一些伞状封堵装置就无法应用,而此时往往可以应用弹簧圈来封堵。因为其输送鞘往往为4F或5F导管即可。本文作者曾应用PFM的Nit-Occlud弹簧圈封堵2例有室隔瘤形成的膜周室间隔缺损,随访一年未发现

任何并发症。作者认为 PFM 的 Nit-Occlud 弹簧圈的硬度、致密性及可控稳定性较 Cook 弹簧圈好,故封堵室间隔缺损较安全,且残余分流的发生率可能也低,尤其是新型双蝶型弹簧圈可能用于无室隔瘤形成的小室间隔缺损,效果也将很好。由于目前报道很少,故尚需病例的积累和远期随访。

2. 应用封堵器装置治疗儿童心血管畸形

(1) 经导管 Amplatzer 自膨性蘑菇伞动脉导管封堵术

1967 年, Porstmann 首次应用海绵塞法成功堵塞动脉导管未闭以来,有不少堵塞装置研制并有限地应用于临床,特别是 Rashkind 设计的双盘堵塞装置,包括其改良型,如蚌壳状关闭式 (LOCK)、纽扣式双盘装置 (SIDERIS) 等,但其由于堵塞装置本身的诸多不足、需要较粗的递送导管、术后残余分流发生率高、较难适用于小婴儿及过小的或过大的动脉导管未闭等,因此直至 20 世纪 90 年代前动脉导管未闭的介入治疗未被广泛接受。1992 年, Combier 等首先报道应用 Gianturco 弹簧圈 (Cook Inc., USA) 堵塞小型动脉导管未闭获得成功。1996 年又有 Duct-Occlud 弹簧圈 (PFM, Germany) 面世。上海交通大学医学院附属新华医院也于 1995 年国内最早报告用该法堵塞动脉导管未闭。由于弹簧圈封堵术具有操作简便、疗效好、递送导管细、损伤小及可用于小婴儿等优点,其疗效获一致肯定。但对于中等以上的动脉导管未闭仍无合适、简便、有效的堵塞装置。1996 年 Amplatzer 自膨性蘑菇伞堵塞装置 (AGA Medical Corp., MN) 始用于临床堵塞动脉导管未闭,1998 年, Masura 等报道较大数量病例应用自膨性蘑菇伞堵塞装置成功堵塞动脉导管未闭。该法安全、简便、几乎无残余分流,可应用于中、大型动脉导管未闭,使动脉导管未闭的介入治疗获得突破性进展。

(2) 经导管房间隔缺损封堵术

继发孔型房间隔缺损 (atrial septal defect, ASD) 通过外科矫治,病死率及并发症发生率大幅降低, Galal 等人报道的结果仅为 0.4%。故介入治疗封堵 ASD 若得以推广并为患者所接受,必须具备外科手术的优缺点,如围术期即刻安全性、房间隔缺损关闭成功率高、长期随访的安全稳定等,尤其是降低晚期并发症的发生率;其次还需具备本身的优势,如创伤小、恢复期短、无需输血等^[4]。1976 年, King 等人首次利用双伞堵塞装置关闭成人继发

孔型房间隔缺损取得成功,但递送导管粗大,仅适用于小型房间隔缺损;20 世纪 80 年代 Rashkind 采用新的双伞堵塞装置治疗小型房间隔缺损获得成功, Lock 等人进一步将其改进成壳状夹式闭合器以及随后的 CardioSEAL 房隔堵塞器,但存在骨架断裂及残余分流问题,目前仅有限应用;20 世纪 90 年代以后 Sideris 纽扣式补片堵塞装置应用于临床,但残余分流多,操作相对困难,不适用于较大的房间隔缺损,目前应用较少。因此,直至 1998 年经导管关闭房间隔缺损未获得广泛推广。1998 年, Amplatzer 双盘自膨性、自向心性房间隔缺损堵塞装置 (AGA Corp) 研制成功,由于操作方便、递送导管小、完全封堵率高、并发症少、可回收等优点,获较大范围的应用。同时另一房间隔缺损封堵器 Helex (Gore associates) 也开始应用于临床,它是由单股镍丝和聚四氟乙烯多微孔薄片螺旋组成的可回收系统,一般用于 20 mm 以下的房间隔缺损,它的优点是金属含量少。

(3) 经导管室间隔缺损封堵术封堵单纯室间隔缺损

1988 年 Lock 首先采用 Rashkind 双伞封堵器关闭室间隔缺损,后改良成蛤壳状封堵器,多用于肌部和外科手术后残余分流。但由于伞面直径大,易损伤瓣膜组织,且双伞连接点小,移动度大,易出现残余分流,此外尚可出现支架臂断裂等并发症。另外输送鞘管大限制了在室间隔缺损较大的婴幼儿中使用,故目前临床已很少应用。1996 年 Sideris 应用纽扣补片式封堵器封堵室间隔缺损,虽然其补片较薄,很少影响瓣膜的功能,输送鞘管也较小,但由于封堵器正反面补片间空隙大,扣合不够紧密,补片易移位,残余分流多,操作较繁琐,因此也未获广泛开展。1999 年 Kalra 和 Latiff 分别应用弹簧圈封堵了一例膜周伴有假性室隔瘤的小室间隔缺损和一例多发肌部室间隔缺损的病例,这为封堵小室间隔缺损提供了一个新的手段。1999 年和 2002 年 Amplatzer 肌部与膜周部室间隔缺损封堵装置分别面世,它避免了以往的双伞法及 Sideris 法的缺点,其腰部直径与缺损大小一致,有利于缺损堵塞和装置的固定,减少移动度和残余分流,其伞面小,不易影响瓣膜组织,由于自膨性特点,其输送导管小。这一装置的出现使室间隔缺损的介入治疗获得突破性进展。

（四）血管内支架的应用

十余年来，在球囊血管成形术应用的基础上，血管内支架的研制与临床应用是新诞生的研发领域。Palmaz 等发明了不锈钢球囊扩张支架。Mullins、Benson 和 Rocchini 等描述了在动物模型的肺动脉分支狭窄处安置这些支架的可行性。自 1989 年第一枚支架成功应用于一名肺动脉分支狭窄的儿童患者后，经过十余年的研发与临床应用，经验证明支架治疗目前已成为一些先天性心脏病对常规球囊扩张术疗效不明显时最好的补充治疗方法。在国外一些心脏病治疗中心，支架目前已逐渐由应用于肺动脉分支狭窄、体静脉狭窄、先天性心脏病术后同种异体管道或人工管道狭窄、先天性主动脉缩窄和外科手术后狭窄，发展到左心室或右心室流出道狭窄、主动脉至肺动脉侧支血管和外科分流术管道狭窄、肺静脉狭窄等疾病^[3]。同时还可利用支架来维持心房、心室和大动脉水平的交通开放等。此外已有报道在 Fontan 术后病例中，应用将聚四氟乙烯缝制在支架上制成的覆膜支架，可以扩张狭窄的板障，并起到封堵 Fontan 等手术时留有的房间隔交通等。而由于国情因素，国内目前尚未广泛开展。

临床上应用的支架一般为自膨胀型支架及球囊扩张型支架。由于球囊扩张型支架具有可再扩张和不同程度扩张后直径可变性的特点，并且内膜增生发生率也低，因此儿科病例多用此型支架。近年来研制的 BIB (balloon in balloon) 导管，可使球囊扩张型支架的递送及定位更方便及精确，并可减少并发症的发生。适应证包括：主动脉狭窄、肺动脉分支狭窄、Fontan 与 Gleen 术后致肺动脉狭窄、肺静脉狭窄、腔静脉狭窄、全腔静脉与肺动脉吻合口狭窄、体-肺循环分流术后吻合口狭窄、术后管道狭窄，及左、右心室流出道狭窄。

（五）镶嵌治疗

先天性心脏病镶嵌治疗是外科和介入相结合的一种治疗先天性心脏病的新方法，可最大程度发挥二者优势，也是今后复杂先天性心脏病治疗的发展趋势和发展方向。镶嵌治疗可分为三种方式^[6]。第一种是由心脏外科在患者身上做小切口，在直视下将封堵器植入到患者心脏缺损部位，该技术减少了手术创伤，包括肌部室间隔缺损封堵术、房间隔缺损

封堵术镶嵌治疗。第二种方式先由外科医师开胸，再由介入医师实施介入治疗，包括新生儿主动脉瓣球囊扩张术镶嵌治疗、新生儿房间隔缺损造口术镶嵌治疗。第三种方式主要用于复杂先天性心脏病的介入治疗，主要是肺动脉闭锁、重症法洛四联症的主动脉肺动脉侧支血管封堵术镶嵌治疗。由于这些侧支血管起源部位不定，位置较深，手术结扎难度较大，采用介入方法行侧支血管栓塞术可有效减少出血，缩短手术时间，降低手术难度和风险，提高手术成功率。由于大的侧支栓塞后肺血流减少，血氧饱和度明显下降，因此应在介入治疗后立即进行外科手术治疗。用于侧支封堵术的材料包括弹簧圈、封堵器。

三、先天性心脏病介入治疗目前存在的问题

先天性心脏病介入治疗无法治愈所有先天性心脏病，有严格的适应证。先天性心脏病由于病种多，病理类型、血流动力学、年龄及病情轻重程度不一，给先天性心脏病介入治疗的适应证、材料选择及方法学应用带来一些新的问题。与诊断性心导管术相比，先天性心脏病介入治疗更复杂、并发症更多、风险更大。正确选择其适应证、规范的操作以及良好的设备条件，是该技术安全、有效进行的重要保证。近几年来，先天性心脏病介入治疗在国内的发展也较快，成为小儿心血管专业的重要热点，不少医院相继开展了该项技术。但由于国内开展时间相对较短，积累经验不足，以及设备和条件的限制，因而存在着一些问题及某些隐患，因此应当充分了解先天性心脏病介入治疗的并发症及如何减少和预防并发症的发生，从而促进该技术在国内外健康发展。

（一）先天性心脏病介入治疗的并发症

先天性心脏病介入治疗时，通常包括进行介入治疗前，先行诊断性导管术，包括血流动力学及心血管造影检查，以提供先天性心脏病的解剖、血流动力学及功能方面的资料，从而为先天性心脏病介入治疗的适应证提供选择依据，再进行先天性心脏病介入治疗。因此，在诊断性与治疗性导管术过程中发生的任何并发症都列入先天性心脏病介入治疗

的并发症，通常分为严重并发症及轻微并发症，后者如果未经及时处理亦有可能转化为严重并发症。

1. 先天性心脏病介入治疗的严重并发症

根据多伦多儿童医院 1987—1993 年的统计，其发生率为 3.2%，以心律失常最常见^[7]。①死亡为最严重的先天性心脏病介入治疗并发症。②威胁生命的血流动力学障碍：最常见为严重的心律失常，如室性心动过速、高度房室传导阻滞、心动过缓，及低血压、缺氧发作等^[8]。③需外科手术的并发症：心脏及大血管穿孔、心脏压塞、瓣膜撕裂引起急性血流动力学障碍、堵塞装置脱落堵塞重要部位影响脏器功能、大血管栓塞等。④心导管操作引起永久性解剖及功能障碍：介入导管术引起永久性房室传导阻滞（需安装永久性心脏起搏器）^[9]、由于介入治疗术引起中枢神经系统较严重的缺氧后遗症、先天性心脏病介入治疗装置引起瓣膜撕裂和严重损伤等。

2. 先天性心脏病介入治疗的轻微并发症

即一过性或经相应治疗后可消除的并发症。根据多伦多儿童医院 1987—1993 年的统计，其发病率为 10%，血管并发症最常见，包括一过性心律失常、一过性低血压、局部出血及血肿、假性动脉瘤、轻的缺氧发作、造影剂过敏反应等。

（二）先天性心脏病介入治疗出现并发症的主观因素

国内外研究表明，在有条件、有良好工作基础的心血管中心，由具备相当经验的心血管医师进行先天性心脏病介入治疗，有利于提高其疗效，减少并发症。

1. 人员

应由具备良好的专业基础及心导管操作技术，并经过先天性心脏病介入治疗严格培训的专科医师操作，目前我国已建立介入心脏专科医师资格认定工作。

2. 先天性心脏病介入治疗设备

包括心导管室及其他相应诊疗设备的配置。

3. 相关科室的协作能力

包括麻醉科、放射科、超声心动图、重症监护室等。

4. 心脏外科

具备相当专业水平与条件的心脏外科，能进行先天性心脏病外科手术，具有先天性心脏病介入治

疗发生重症并发症后就地进行外科手术的能力。

（三）先天性心脏病介入治疗出现并发症的客观危险因素

1. 年龄与体重

大量的临床资料表明小婴儿（尤其是新生儿）心导管术包括诊断及治疗性导管术，其并发症的发生率及死亡率明显高于其他年龄组，早期报告新生儿心导管术后 24 h 死亡率达 29%，这是由于新生儿复杂心脏畸形多、心脏及血管腔小、循环容量小、心肾调节功能差。另一方面这些小儿在心导管术前全身情况不良或处于濒死状态。近年来由于心导管技术及监护技术的提高、介入性导管术对异常血流动力学的改善、调节动脉导管开放与闭合药物的应用、对低氧血症及异常血流动力学状态的明显纠正，使心导管术的死亡率下降。

鉴于新生儿及小婴儿期出现症状的先天性心脏病都比较严重或多为复杂性心脏病，因此选择介入性导管术进行治疗时，需要权衡先天性心脏病介入治疗和外科手术的结果，以选择最有利于先天性心脏病疗效的方法。通常在新生儿期需进行先天性心脏病介入治疗的患者，都需在有相当条件和经验的小儿心脏中心进行，并和外科密切配合，以做出最优的选择及对患者进行及时的急诊处理。

除新生儿期先天性心脏病具有以上特点外，对于 <6 个月婴儿有明显症状出现的先天性心脏病，在进行先天性心脏病介入治疗时，由于病情较重，都要在术前仔细评价先天性心脏病解剖及血流动力学状态以决定治疗方式。所有在新生儿及小婴儿，尤其是年龄小于 6 个月行先天性心脏病介入治疗的婴儿，其并发症发生率都较幼儿及年长者高，尤其需进行经动脉操作者。

2. 先天性心脏病介入治疗手术类型

根据多伦多儿童医院统计，经皮球囊主动脉瓣扩张术的并发症发生率为 42%，四联症并发症发生率为 40%，主动脉缩窄球囊血管成形术的并发症发生率为 30%，其他经动脉进行操作的先天性心脏病介入治疗并发症发生率都较高。

3. 原发疾病的严重程度

与外科手术一样，原发疾病的严重程度都加重术时、术后并发症的发生，及术后经过是否顺利。另外，重症先天性心脏病直接影响介入性治疗方法

的实施,例如婴儿重度主动脉瓣狭窄伴有左心功能不全,重度肺动脉瓣狭窄伴有右心发育不良等进行球囊扩张术,术前、术中及术后都可发生并发症。对于婴儿大管型动脉导管未闭伴肺高压者,不适当安放封堵器引起降主动脉或左肺动脉血流受阻,或封堵器脱落,随血流漂至周围血管,容易引起股动脉血管并发症等。对于伴有左或右心室功能不全的心肌病、伴有二尖瓣或三尖瓣关闭不全者,一旦房间隔缺损关闭,可加重左心、右心功能不全。对于这些患者都需要在术前进行严格的超声心动图或心导管术评价,并进行内科药物综合治疗,权衡先天性心脏病介入治疗与外科手术的利弊。

4. 先天性心脏病介入治疗出现并发症的其他相关因素

影响并发症发生的因素除以上提到的独立危险因素外,以下的相关因素也影响并发症的发生。这些对当前先天性心脏病介入治疗手术规范的建立与并发症的预防是十分重要的,先天性心脏病介入治疗指南的制订和实施是必需的。

(1) 先天性心脏病介入治疗适应证的选择

先天性心脏病外科手术,已经过较长时间的实践,术后中长期随访证实其已成为一种成熟的治疗先天性心脏病方法,这些包括外科手术技术、体外循环转流、麻醉、术后监护及材料研究等方面,目前仍为先天性心脏病的主要治疗方法。但外科手术需开胸、体外循环,具有住院时间长及发生与开胸手术有关的并发症等问题,还有美容问题。而非开胸的先天性心脏病介入治疗,可以减少或克服以上由于外科手术所引起的种种不足。但另一方面,目前先天性心脏病介入治疗的疾病,大部分为目前外科可常规进行开胸手术的简单先天性心脏病,一部分为复杂先天性心脏病分期手术中替代外科进行的姑息治疗。

应指出介入性治疗是借助于X线透视、各种超声(二维、多普勒、三维)指引下通过心导管操作对先天性心脏病进行介入性治疗,因此外科手术是真正意义上的直视手术,除少数病变外都可在开胸直视下进行解剖或生理纠治。而先天性心脏病介入治疗术是有条件的,其适应证范围较外科手术为小,如果适应证及介入材料选择不当可引起并发症,因此对每例需进行介入治疗的先天性心脏病,术前需进行系统的非侵入性及心导管术检查以提供先天性心脏病的病理解剖、血流动力学及心功能情况,必

要时还需电生理资料,以供先天性心脏病介入治疗适应证的选择。通常无需外科手术的轻度先天性心血管畸形,亦不需经导管先天性心脏病介入治疗。反之外科手术禁忌证除心血管因素的原因外,通常亦为介入性治疗的禁忌证,如伴有器质性肺动脉高压。

由于先天性心脏病的病理解剖类型、病情轻重及年龄不一,所应用介入性治疗材料不一,其应用有一定限度。根据不同的介入材料及方法,并经长短不一的应用后随访结果,方能做出适应证的选择。例如肺动脉瓣狭窄及主动脉瓣狭窄可分为典型的及发育不良型,前者为球囊扩张术的指征,后者效果不佳。对于依赖动脉导管开放方能生存的先天性心脏病,为动脉导管封堵术的反指征。室间隔缺损的肺动脉下型,由于封堵术后影响主动脉瓣功能,目前不是先天性心脏病介入治疗指征等。另外适应证选择需考虑到患者年龄,年龄愈小,体重愈轻,先天性心脏病介入治疗插入的血管内径及心腔亦愈小,给操作及先天性心脏病介入治疗的装置安放带来困难,并且引起的严重并发症亦多^[10]。应指出在婴儿期即早期出现症状的先天性心脏病多为重症,常伴有多发畸形,因此术前需对这些患者进行精确的心脏畸形的解剖及生理评价,以选择最合适的治疗方式。适应证的选择需要有较多病例的术后随访,以确定最有效、安全的适应证,并进行不断的修正。同时每一心脏中心需根据各自的专业特点、专业医师的技术水平、设备条件及内外科医师合作的习惯等决定先天性心脏病介入治疗及内外科镶嵌治疗的开展。

(2) 先天性心脏病介入治疗装置及方法的选择

先天性心脏病介入治疗的发展是不断地改进先天性心脏病介入治疗装置及递送系统,以达到安全、有效及减少并发症的目的。动脉导管未闭早期应用Porstmann法,由于导管鞘及递送导管粗,选择塞子大小和动脉导管直径匹配要求高,操作复杂、并发症多,无法应用于6岁以下小儿,因此该法未获推广应用。以后研究的双盘堵塞装置、蚌壳状堵塞装置及纽扣式补片装置,由于递送导管粗、操作不便,对于直径较小及较大的动脉导管不适用,并且有较高的术后残余分流发生率。因此在20世纪90年代前动脉导管未闭的先天性心脏病介入治疗未被广泛接受。1992年弹簧圈堵塞中、小型动脉导管(主要是2.5 mm直径以下)获得成功。随着可控性装置研制成功,弹簧圈脱落等并发症的发生率明显减少。

1996年Amplatzer自膨性蘑菇伞封堵器应用于临床,适用于中、大型动脉导管的封堵,但对于 ≤ 6 个月的大型粗短及窗型的伴有肺动脉高压的动脉导管未闭,目前堵塞装置及递送导管还不完全适合进行封堵,容易引起并发症,因此尚需研制专用的堵塞装置。

另外经导管关闭房间隔缺损,经过20余年材料学及实验和临床应用的研究,由于封堵装置安置较困难、骨架断裂、难以回收、残余分流多,且不适合应用于大的房间隔缺损,未获广泛应用。1998年Amplatzer房间隔缺损堵塞(ASO)装置的研究成功由于操作方便、递送导管小、安全堵塞率高、并发症少、可回收等优点,经术后随访显示该法可克服以往堵塞装置的一些缺点,其远期随访正在进行中。有关该堵塞装置引起的另外一些并发症,将导致对该封堵材料及方法学方面的进一步改进,同样Amplatzer偏心膜部室间隔缺损封堵器的研制成功,使它除具有Amplatzer系列封堵装置的优点外,又采用左盘不对称设计,避免堵塞装置释放后引起主动脉瓣的损伤。这样克服以往膜部室间隔缺损封堵后引起主动脉瓣损伤、主动脉瓣关闭不全等严重并发症。目前对室间隔缺损进行规范的先天性心脏病介入治疗封堵术,初步的结果令人鼓舞,但术后引起的房室传导阻滞及主动脉瓣损伤等一些令人忧虑的并发症,尚需要进一步观察研究。

(3) 心导管术的熟练程度

先天性心脏病介入治疗技术是建立在熟练规范的诊断性心导管术基础上,包括术前准备、麻醉、左右心导管术、插入方式、导管操作与手法、异常途径识别及插管方法、压力测定及压力曲线的分析、血氧测定,最后进行血流动力学评价。另一方面心脏科医师应熟知心导管造影方法及其在先天性心脏病中的应用,并掌握特种心血管造影技术。心脏专科医师通过这些严格的训练,再经先天性心脏病介入治疗的系统理论与技术操作训练,方能达到合格的先天性心脏病介入治疗的专业医师水平。临床实践表明每一心脏中心先天性心脏病介入治疗的并发症和心导管技术的熟练程度密切相关。

(4) 先天性心脏病介入治疗规范的建立与并发症

随着先天性心脏病介入治疗的病种及数量增加,尤其是近年来介入材料发展较快,并且治疗的病理类型不同、病情轻重和年龄不一,其疗效和并发症发生也不尽相同。目前已建立的先天性心脏病介入治疗指南或规范,将有助于指导先天性心脏病介入

治疗工作的开展,这在当前新的先天性心脏病介入治疗材料不断更新的情况下尤为重要。因此,先天性心脏病介入治疗指南或规范的建立,有助于新技术、新材料的有效性及安全性评价,有助于已有介入材料治疗效果的随访总结,有助于建立良好的管理及监护机制。

(5) 手术前生理状态异常的调整与治疗

重症先天性心脏病的新生儿、小婴儿在接受先天性心脏病介入治疗前,必须注意异常生理状态的调整与治疗,其中包括:

①低温:常见于重症新生儿先天性心脏病,如完全性大动脉转位、重症肺动脉瓣狭窄、主动脉瓣狭窄、左或右心室发育不良综合征等,由于保暖不力、冷天、转运等极易引起低温,在低温状态下引起循环、代谢等一系列改变,加重酸中毒,患儿可呈低血压、心动过缓状态,加之患儿严重心脏病畸形引起低氧血症、心功能不全状态,在这种状态下进行心导管术,容易引起严重并发症,增加心导管术的死亡率。

②低血压:除了排除心导管术时失血、心脏及大血管穿孔、缺氧发作及严重心律失常等引起的低血压外,尤其需引起注意的是新生儿及小婴儿心导管术前心功能不全伴酸中毒,再加上术前禁食,未及时补充适量的液体、葡萄糖及电解质等都可引起低血压,另外心血管造影后约有四分之一发生一过性低血压。低血压状态常为严重并发症的先兆,如心搏骤停、心室颤动等,需密切观察,及时治疗。

③低氧血症:重症先天性心脏病中,引起严重低氧血症的先天性心脏病以右心室流出道梗阻及完全性大动脉转位最为常见。以上疾病应用吸氧疗法难以奏效,而持续性低氧血症常引发酸中毒、心功能不全及循环不良等并发症。最有效的方法是应用前列腺素E静脉滴注。对于右心室流出道梗阻,由于扩张动脉导管未闭,增加肺血流量而明显改善动脉低氧血症;而对于完全性大动脉转位,在新生儿期,由于扩张动脉导管及肺小动脉,使回流至左心房的血流增多,增加心房水平左向右分流,使全身系统动脉血氧饱和度增加。

④低血糖:重症先天性心脏病的新生儿及婴儿,术前禁食时间较长,未补充适量的液体、葡萄糖及电解质,左心室发育不良综合征等都容易发生低血糖,在低血糖状态下,影响心肌收缩及血压,因此对6个月以下婴儿禁食时间不超过4h。心导管术前、