

成人心外科麻醉

主 编 石乃玉

副主编 王 强 赵圣钧 唐吉华

孙元芬 李淑华 金培善

编 委 (以姓氏笔划为序)

于 欣 马玉林 王 强 石乃玉

孙元芬 孙爱玲 应安欣 辛春美

李淑华 金培善 赵圣钧 赵 曜

唐吉华 梁桂荣

主 审 应诗达 徐天利 韩大树

序

麻醉学是一门新兴学科，近年来进展神速，尤其在心外科手术麻醉方面更有很大发展。它运用了相关边缘学科如外科、心内科、药理及分子生物学的理论知识和研究成果，既充实和丰富了心外科麻醉理论，也促进了麻醉技术的进步。

由青岛市人民医院麻醉科石乃玉、王强等编著的《成人心外科麻醉》一书既是麻醉医师的参考书，也是临床心内、外科医师的参考书。从中可以看出，麻醉的实施，一方面要与手术密切配合，特别要有全面的体外循环技术和有效的心肌保护措施作保证，更重要的是根据心脏病病人的病理生理特点提出合适的麻醉方案。编著者的目的是从麻醉角度提出成人心外科麻醉的处理原理，包括麻醉药物的选择、麻醉手术前准备、各种监测技术实施、手术中麻醉管理要点、与各种新型心外科手术的配合、体外循环的原则和细节、心肌保护措施以及手术后并发症的诊断与治疗等。无疑，这本专著的出版有利于提高麻醉医师对心外科疾病处理的认识，提高麻醉质量和麻醉的安全性，也有利于心外科医师对麻醉学的了解，从而促进心外科本身的发展。

应诗达

于山东医科大学附属医院

1996年6月

前 言

自 1953 年第一例心外科手术成功后, 40 多年来心外科领域的发展引人注目, 特别是外科技术和体外循环技术的改进以及对心肌保护领域新的认识, 使新型的心外科手术不断得以发展。而它的发展是建立在麻醉方法、镇痛技术及围术期治疗、护理技术的改善、发展、成熟的基础上的。目前心外科的麻醉与复苏已成为真正的专业性学科。

本书作为国内成人心外科麻醉专业的论著, 力求全面地介绍该专业的理论知识和实践经验。全书共 22 章, 主要内容包括: 围术期治疗及对麻醉的干扰; 成人心中常用麻醉药物及对心血管系的影响; 用于心外科手术中的各类监测技术; 有关施行手术的各种心脏病的病理生理、诊断、麻醉方法和监测技术的选择(包括心肺移植术及动力性心肌成形术等新型手术); 有关体外循环的知识及特别令人担心而又难以治疗的体外循环手术后并发症的诊断和治疗等方面的新知识。我们希望本书能对医学院校的学者有所帮助, 并对从事成人心外科临床麻醉的医师及外科医师在实际工作中能随时提供参考。同时也希望其有益于加速我国麻醉现代化的发展。

本书编写中, 很荣幸得到应诗达教授的热情指导。应教授为之作序, 并与徐天利、韩大树副教授审阅了全部书稿; 另外还得到雅培公司、捷利康医药开发公司和上海医疗设备厂的大力支持, 在此, 谨致衷心感谢。

心外科麻醉领域的进展迅速，本书内容和观点上难免有欠妥之处，恳请读者提出宝贵意见。

编 者

1996年2月

目 录

第一章 围手术期治疗用药及其对麻醉的影响	(1)
第一节 β -肾上腺素能阻滞药	(1)
第二节 钙通道阻滞药	(3)
第三节 血管扩张剂	(6)
第四节 强心药	(15)
第五节 利尿剂	(19)
第六节 血管加压药	(20)
第二章 麻醉剂和肌松剂	(25)
第一节 麻醉前用药	(25)
第二节 吸入性麻醉药	(26)
第三节 阿片类麻醉镇痛药	(31)
第四节 静脉麻醉药	(34)
第五节 肌松剂	(39)
第三章 心外科手术中的监测	(43)
第一节 血流动力学监测	(43)
第二节 体温监测	(57)
第三节 心电图	(58)
第四节 神经功能监测	(59)
第五节 其他监测	(61)
第四章 冠状动脉旁路手术与麻醉	(62)
第一节 冠状循环的解剖和生理	(62)
第二节 冠心病的病理解剖与病理生理	(66)
第三节 术前评估	(69)

第四节 外科手术	(74)
第五节 麻 醉	(76)
第六节 特殊体质下的冠脉搭桥术	(82)
* 急症冠心病外科与麻醉	(83)
第五章 心脏瓣膜病外科与麻醉	(87)
第一节 主动脉瓣狭窄	(87)
第二节 主动脉瓣关闭不全	(91)
第三节 二尖瓣狭窄	(95)
第四节 二尖瓣关闭不全	(99)
第五节 三尖瓣关闭不全	(102)
第六节 三尖瓣狭窄	(104)
第七节 多瓣膜病变	(105)
第六章 心包疾病与麻醉	(106)
第一节 心包填塞	(106)
第二节 慢性缩窄性心包炎	(109)
第七章 肺栓塞与麻醉	(112)
第八章 心脏肿瘤与麻醉	(117)
第一节 心脏粘液瘤	(117)
第二节 心脏恶性肿瘤	(119)
第九章 成人先天性心脏病与麻醉	(121)
第一节 非紫绀型心脏病	(121)
第二节 紫绀型心脏病	(125)
第十章 心律失常的外科治疗与麻醉	(127)
第一节 慢心律失常的外科治疗	(127)
第二节 快心律失常的外科治疗	(131)
第十一章 主动脉病变与麻醉	(135)
第一节 主动脉疾患类型	(135)
第二节 麻醉处理原则	(137)

第三节	不同部位主动脉手术与麻醉	(139)
第十二章	心脏移植与麻醉	(143)
第一节	终末期衰竭心脏与供体心脏	(143)
第二节	受体与供体的选择	(145)
第三节	麻 醉	(146)
第四节	术后监护和治疗	(150)
第十三章	心肺移植与麻醉	(152)
第十四章	动力性心肌成形术及其麻醉管理	(159)
第十五章	成人体外循环	(163)
第一节	体外循环的设备	(163)
第二节	体外循环液体需求	(166)
第三节	体外循环中的监测	(170)
第四节	体外循环和药物的动力学	(173)
第五节	体外循环方法	(175)
第六节	体外循环停止转流指标	(177)
第七节	体外循环主要并发症及原因	(178)
第八节	体外循环意外	(181)
第十六章	体外循环的病理生理	(184)
第一节	重要脏器的病理生理	(184)
第二节	水电解质平衡紊乱	(187)
第三节	全身性炎性反应	(190)
第四节	微循环的改变	(191)
第五节	其他系统的病理生理	(192)
第十七章	心肌保护与体外循环	(195)
第一节	心肌缺血的病理生理	(195)
第二节	体外循环中心肌保护	(198)
第十八章	体外循环手术各阶段基本操作及麻醉工作要点	(204)

第十九章	心外科术后监测	(211)
第二十章	心外科术后并发症及处理	(216)
第一节	心血管系统并发症	(216)
第二节	心跳骤停与心肺脑复苏	(226)
第三节	呼吸系统并发症	(235)
第四节	神经系统并发症	(240)
第五节	出血	(243)
第六节	肾脏系统并发症	(248)
第七节	栓塞	(251)
第八节	术后黄疸	(253)
第九节	多脏器功能衰竭	(255)
第二十一章	围手术期急性循环功能不全的药物治疗	(261)
第一节	病理生理学	(261)
第二节	发病机理	(264)
第三节	治疗	(264)
第二十二章	辅助循环	(276)
第一节	主动脉内气囊反搏	(276)
第二节	心室辅助	(281)
第三节	人工心脏移植术	(282)
附录 I	人体检查正常值	(285)
附录 II	常用度量衡等单位汉英对照表	(309)
附录 III	常用英文缩写符号	(312)

第一章 围手术期治疗用药及其对麻醉的影响

心外科围手术期药物治疗与麻醉有密切关系。本章主要讨论较常用的心血管系药物的药理作用及其对麻醉的干扰，包括 β -受体阻滞药、钙离子拮抗剂、血管扩张药、强心药、利尿药等。了解以上药物对麻醉的干扰或影响，是心外科麻醉医师必须具备的基本知识，以便麻醉医师在实施麻醉时能选择更合理的药物和麻醉方法。

第一节 β -肾上腺素能阻滞药

β -肾上腺素能阻滞药（简称 β -受体阻滞药）目前主要用于防治心绞痛、心律失常、高血压等。它有四个主要特征：①是 β -受体水平的竞争性抑制剂；②具有部分激动药的特征（即ISA作用）；③稳定膜结构作用；④对受体亚型的选择性。

β -受体阻滞药既具有确切的疗效，又存在某些不良反应。如长效 β -受体阻滞药，一方面能有效地治疗急性心肌缺血、心律失常和高血压；另一方面又抑制心脏功能，加重充血性心功能衰竭，引起窦性心动过缓或重度房室传导阻滞，对支气管疾病患者易诱发哮喘。故近年研制了一种超短效 β -受体阻滞药，当出现副作用时，只要停药便可迅速中止。

另外，新型的 α 、 β -受体阻滞药具有正性心肌收缩力作用，可用于心功能不全的治疗。

一、 β -受体亚型

β 受体分为 β_1 和 β_2 两个亚型，是两种不同基因所产生的两种不同的蛋白质，但两个亚型都是通过激活腺苷酸环化酶系统参与心脏的正性变力、变时效应。

β_1 受体主要分布于心脏，少量在肺部等其他组织，该受体受交感神经支配。兴奋心脏 β_1 -受体将使心率增快、传导加速、心肌收缩力增强，并促使肾脏释放肾素。

β_2 受体主要分布在平滑肌上，不属交感神经支配。该受体兴奋可使交感神经末梢突触前膜释放去甲肾上腺素。

正常人心脏含80% β_1 -受体和20% β_2 -受体。

二、 β -受体阻滞药的分类

根据结构不同将 β -受体阻滞剂分为4种类型：①非特异性阻滞药。即对 β_1 和 β_2 -受体均有作用，如普萘洛尔（Propranolol 心得安）、索他洛尔（Sotalol）等。②特异性 β_1 -受体阻滞药。如阿替洛尔（Atimolol 氨酰心安）、美托洛尔（Metoprolol 或Betalo 倍他乐克）、醋丁洛尔（Acebutolol 醋丁酰心安）等。③特异性 β_2 -受体拮抗药。如ICI118551等。④对 α -受体和 β -受体都有阻滞作用的药。如拉贝洛尔（Labetalol 柳安苳心定）等。

三、 β -受体阻滞药和麻醉

β -受体阻滞药在麻醉中的作用最近又被重新认识，从Prys-Roberts等的研究工作中证明， β -受体阻滞药不但不减少高血压患者在全麻中的心输出量，而且使得循环更稳定，故被认为对高血压和冠心病病人的麻醉管理是有利的。

1. 有些 β -受体阻滞药与麻醉药对心血管系统的影响呈相加现象，如：与吸入麻醉药的主要相互作用是降低血压和心输出量。

而对心率影响轻微。

术前用心得安的病人不宜使用甲氧氟烷，选用麻醉药的顺序是：异氟醚、麻醉性镇痛药、氟烷。

2. 具有 α 和 β -受体阻滞作用的拉贝洛尔现多用于高血压病人的术前准备以及嗜铬细胞瘤病人围术期高血压和心律失常的处理。它的 α -受体阻滞作用可抵消冠状动脉阻力增高，防止心律失常，同时减慢心率，减少心肌耗氧，有利于麻醉诱导时的血流动力学稳定。

3. 现多主张麻醉前单次给予 β -受体阻滞剂，可完全消除心肌缺血的危险及减少心律失常的发生率。

4. 麻醉诱导时，同时单次给予 β -受体阻滞药（如拉贝洛尔 0.5mg/kg、艾司洛尔 100~200mg），可减轻或消除气管插管过程中的心动过速和其他心血管反应。

5. 极短效 β -受体阻滞剂艾司洛尔用于麻醉及手术中心动过速及高血压的治疗，有明显效果。它优于硝普钠或硝酸甘油，因为它不增加心肌耗氧量，不降低动脉氧分压及混合静脉血氧饱和度，并且减慢心率。特别适合冠状动脉搭桥术后高血压的预防。

6. 艾司洛尔 200 μ g/kg/min 于体外循环前输入，可减少冠状动脉搭桥术中病人心动过速和心肌缺血的发生率。

第二节 钙通道阻滞药（CEB）

钙通道阻滞药的特点是作用于钙通道上的功能受体，从而产生特异性的心血管效应。

一、临床围手术期间的应用

（一）抗心律失常

用于治疗阵发性室上性心动过速（PSVT）、心房纤颤、心房

扑动及室性心动过速。

（二）防治心肌缺血

特别是对血管痉挛的病人有效。另外已证明它能保护心肌来抵抗急性缺血的影响，并减少体外循环中重灌注的损伤。

（三）抗高血压和控制性降压

抗高血压效应与高血压水平呈比例，大剂量可用于控制性降压，其优点是保护肾灌注。

二、作用机制

钙通道阻滞药选择性作用于心肌和血管平滑肌细胞膜上的钙通道，阻断细胞外钙离子向细胞内转移，从而抑制细胞的活动。其结果是直接影响心脏收缩和窦房结及房室结的传导以及血管张力。

三、常用药物特性

围手术期常用的钙通道阻滞药有维拉帕米（Verapamil 异搏定）、地尔硫草（Diltiazem 硫氮草酮）、硝苯地平（Nifedipine 硝苯吡啶，心痛定）等，其特性见表 1-1。

表 1-1 常用钙通道阻滞药的特性

药 名	传 导	收缩性	血管紧张性
维拉帕米	抑 制	抑 制	很少影响
地尔硫草	抑 制	抑 制	降 低
硝苯地平	很少影响	很少影响	降 低

四、钙通道阻滞药与麻醉

（一）钙通道阻滞药与吸入性麻醉剂

吸入性麻醉剂与钙通道阻滞药的相互作用是最近才被发现的，麻醉医师应予以重视。

氟类吸入麻醉剂抑制心肌和血管平滑肌细胞外的钙离子通过钙通道内流，它具有负性肌力和直接扩张血管作用。其作用机制和钙通道阻滞药相似，故两药合用时对心血管功能可产生显著的协同作用，即对心肌的抑制加重，降低平均动脉压。其作用强度依次为：安氟醚>氟烷>异氟醚。

维拉帕米和地尔硫草使心房至布氏束间的传导（A-H 间期）明显延长，氟烷和安氟醚同样也延长 A-H 间期，而氟烷、安氟醚、异氟醚又均明显延长希氏束-心室间期（H-V 间期）和心房内传导时间。如术前应用地尔硫草治疗的病人，在安氟醚和芬太尼麻醉中可出现严重性心动过缓。另外安氟醚与维拉帕米同用时不仅严重抑制心功能，还显著抑制血浆肾上腺素和去甲肾上腺素的浓度。

目前认为，术前应用钙通道阻滞药治疗的病人，麻醉中虽能采用吸入性麻醉剂，但对氟烷或安氟醚麻醉的病人则不主张静注维拉帕米或地尔硫草，尤其病人有心衰或传导紊乱时则更甚。

（二）钙通道阻滞剂与麻醉镇痛药

钙通道阻滞药与阿片类药的相互作用目前尚不确实。有报道证实左室功能良好的冠状动脉疾病病人，用大剂量芬太尼麻醉，静注维拉帕米 0.075~0.15mg/kg 无不良反应。也有报道长期口服硝苯地平冠状动脉旁路术病人用了大剂量芬太尼麻醉时，对心肌有显著抑制。故关于钙通道阻滞药和大剂量芬太尼并用时对心血管系统的影响，尚待继续深入研究。

在冠状动脉搭桥术中，有报道麻醉用吗啡、地西洋和氧化亚氮时，静注 0.075mg/kg 的维拉帕米，其左室每搏功指数（SWI）、平均动脉压和外周血管阻力下降，而心排血量、心率和心律、平均肺动脉压和肺毛细血管楔压均无变化。

（三）钙通道阻滞药与静脉麻醉剂

硫贲妥钠对维拉帕米的药代动力学没有影响，但可加重维拉帕米对心肌的抑制。临床上应用硫贲妥钠、地西泮、芬太尼静脉麻醉时，通常可以使用钙通道阻滞剂。

(四) 钙通道阻滞剂与肌松药

钙通道阻滞剂对所有去极化、非去极化肌松药均能增加其肌松作用。文献报道，钙通道阻滞剂治疗的病人，在应用常规剂量的新斯的明拮抗肌松药的残余效应时，其效果不佳。

临床麻醉中同时应用钙通道阻滞剂和肌松药时，应警惕肌松程度加重和肌张力恢复延迟的可能性。对已用肌松药的病人，待呼吸恢复后，若再给钙通道阻滞剂，也可能出现呼吸再抑制的潜在危险。

第三节 血管扩张剂

成人心外科手术中血管扩张药的应用已日趋广泛，其优点是降低心脏后负荷，增加心输出量，减少心肌氧耗量，降低室壁张力，使冠脉血流增加或保持不变。但血管扩张药也有不良作用，即降低舒张压的同时，也导致冠脉血流减少。另外，当出现反射性心动过速时，也可使心肌氧耗量增加。因此，心外科麻醉医师掌握血管扩张药的药理学十分重要。

从广义上讲，血管扩张药分为七类：①直接血管扩张剂。如硝酸酯、肼苯哒嗪、硝普钠、氯苯甲噻二嗪（二氮嗪）、米诺地尔（敏乐定）等。②作用于 α -受体的药物。 α_1 -受体抑制剂：哌唑嗪、吲哚乙基哌啶苯酰胺（Indoramine）； α -受体阻滞剂：酚妥拉明、苯氧苄胺；中枢性 α_2 -受体兴奋剂：可乐定、甲基多巴。③ β -受体兴奋剂：异丙肾上腺素、多巴胺、舒喘灵、丁胺吡啶。④血管紧张素转换酶抑制剂（ACEIS）。⑤神经节或神经元阻滞剂。三甲噻方（阿方那特）、胍乙啶。⑥慢通道阻断剂：异搏停、硝苯吡啶、硫

氮草酮。⑦ 其他类。利尿剂：速尿；5-HT₂受体阻滞剂：R₄₁、468 (Ketanserin)。

本章主要介绍心外科围手术期较常用的血管扩张药及其对麻醉的影响。

一、硝酸甘油 (NTG)

硝酸甘油是一种短效血管扩张药。对容量血管扩张最敏感，其次是心外膜动脉，大剂量时对其他动脉有作用。其主要优点是舒张压下降较收缩压少，能增加冠脉血流，降低心室容量和室壁张力，并且不产生“冠脉窃血”。

(一) 作用机理

硝酸甘油作用于血管平滑肌的特异性硝酸甘油受体与血管平滑肌SH-基作用，形成S-S-键及释放无机硝酸盐使平滑肌弛缓。它主要作用于静脉，由此血液淤积于外周，回心血量减少，左室收缩末及舒张末容量减少，肺动脉、左房及左室内压均降低，前负荷亦降低。

(二) 围手术期应用

1. 该药是抗心绞痛的基本药。硝酸甘油能使心肌缺血病人心肌需氧量减少，增加冠脉血流。

由于心内膜下心肌冠脉灌注压取决于主动脉舒张压和左心室舒张压的压差，如果舒张终末期充盈压降低就影响心内膜下灌注。而小剂量的硝酸甘油可使左室舒张压降低，而不影响主动脉平均舒张压，所以心内膜下血流量可增加。

2. 治疗心力衰竭

由于该药降低前负荷，使左室充盈压 (LVFP) 下降，可解除急性肺水肿。

(三) 硝酸甘油与麻醉

目前认为，硝酸甘油有利于治疗体外循环前的高血压、肺动

脉高压、心肌缺血和左室衰竭等，但对体外循环中和术后高血压的疗效不确实。

气管插管前 30~60 秒静注硝酸甘油 $4\mu\text{g}/\text{kg}$ ，可有效地预防射血分数下降和左室容量的增加。

该药可延长潘库溴铵的阻滞作用，但对琥珀胆碱和箭毒无影响。

二、硝普钠 (SNP)

硝普钠是一强烈的快速短效动脉血管扩张剂。它在严重高血压的治疗和控制性降压方面有其显著效果，因有氰化物的形成而出现的毒性危险，故需在用药剂量上严加监控。

(一) 药理作用

其作用机制同其他硝酸酯，药理活性成分是亚硝基(NO)，静脉滴入后 2~5 分钟即可见到血液动力学的改变，停止静滴后 2~5 分钟其作用也随之消失。

硝普钠对血管平滑肌的作用是非特异性的，它可同时扩张阻力血管和容量血管，从而降低心脏的前后负荷，但以扩张小动脉优先降低后负荷为主，故有心肌保护作用。硝普钠还能降低肺动脉压和肺血管阻力，缓和肺循环的应激反应。另外，硝普钠可引起冠状血管扩张、冠脉阻力降低，而产生冠脉盗流现象。

(二) 临床应用

1. 冠心病

硝普钠既降低前负荷，使左室舒张末压及容量降低，又降低后负荷，使左室壁张力明显降低。由于在心率及心肌收缩状态并不怎么受影响、心排量明显增加的情况下，心肌最大耗氧量(MVO_2)可以不增加，而且甚至降低，因此对急性心肌梗病人有改善缺血部位血流灌注的作用。

硝普钠对急性心梗的应用指标，主要是控制心衰及心源性休

克，提高早期存活率。

在重症心衰，特别是心源性休克时，应合用拟交感药如多巴胺或多巴酚丁胺。

2. 慢性心衰及瓣膜回流

硝普钠可减少二尖瓣及主动脉瓣回流，特别对细菌性心内膜炎、急性瓣膜破裂、心梗的室间隔穿破和乳头肌急性坏死，可减轻返流或异常通道。可使病人情况稳定，渡过危急关头，创造手术条件。

3. 高血压危象

这是该药最能使之立竿见影的临床情况。

(三) 硝普钠与麻醉

1. 麻醉下硝普钠用量一般不超过 $5 \sim 10 \mu\text{g/kg/min}$ ，从 $0.5 \sim 1 \mu\text{g/kg/min}$ 开始，仔细观察病人反应，然后逐渐增加，防止血压骤降。

2. 麻醉或手术中，如果降压效果不好，用量越来越大时，应检查是否产生快速耐药性，麻醉是否偏浅或镇痛不全，有无通气不足或钠石灰失效，而导致了二氧化碳蓄积。

3. 术中需阻断主动脉时，硝普钠可预防上半身血压增高，但同时也可加重下半身低血压，如下半身血流减少时间过长，则又可引起肾和脊髓损伤，故麻醉医师应监测下半身血压，使平均动脉压不低于 5.3 kPa (40 mmHg)。

三、血管紧张素转换酶抑制剂 (ACEIS)

在心血管疾病治疗中，血管紧张素转换酶抑制剂的应用越来越广泛，但其对麻醉的影响应得到重视。

(一) 药理作用

肾素、血管紧张素及醛固酮对水电解质平衡调节、肾和外周血管紧张度的调控都起着重要作用。