

龙村 主 编
李庶 副主编

体外循环

研究与实践



北京医科大学出版社

体外循环研究与实践

主 编 龙 村

副 主 编 李 庶

参加编写人员 (以姓名汉语拼音为序)

曹新来	冯正义	管玉龙	黑飞龙
吉冰洋	李景文	李 庶	李文涛
李志强	刘晋萍	龙 村	吕志前
梅运清	齐文安	孙秀梅	谭江宁
杨九光	杨太宇	于 坤	袁 媛
赵 举	郑 红	朱 斌	

北京医科大学出版社

TIWAI XUNHUAN YANJIU YU SHIJIAN

图书在版编目 (CIP) 数据

体外循环研究与实践/龙村主编. - 北京: 北京医科大学出版社, 2000.6

ISBN 7-81034-624-5

I. 体… II. 龙… III. 体外循环 - 研究
IV. R654.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 05209 号

北京医科大学出版社出版发行

(100083 北京学院路 38 号 北京大学医学部院内)

责任编辑: 安 林

责任校对: 齐 欣

责任印制: 郭桂兰

山东省莱芜市印刷厂印刷 新华书店经销

* * *

开本: 850mm × 1168mm 1/32 印张: 16.25 字数: 418 千字

2000 年 6 月第 1 版 2000 年 6 月山东第 1 次印刷 印数: 1—3000 册

定价: 34.50 元

前 言

体外循环开展到现在已有四十多年的历史。在这段时间内,随着科学技术的飞速发展,体外循环的理论和实践均发生了很大变化,其本身亦从最初的简单技术逐渐发展为一门综合性临床应用学科。目前,世界上平均每小时进行 100 例心血管外科手术,大量的心血管直视手术直接推动了体外循环及其相关学科和产业的发展;相反,体外循环学的进步同样是心血管外科发展的前提和重要保证。为了在二十一世纪进一步加快体外循环的发展,我们编写了《体外循环研究与实践》一书。

本书概括了当今有关体外循环学的前沿研究。其内容不仅包括体外循环在临床实践中的进展,尚涉及到生理学、病理生理学、药理学、生物化学、细胞生物学、分子生物学、免疫学、生物医学工程等多种基础学科,同时还介绍了体外循环新技术的开展状况,如自体输血、改良超滤、体外膜肺氧合、静脉内氧合、体外循环在非心血管手术中的应用等。希望本书能够从基础研究和临床实践两个方面,给从事体外循环的医务工作者以及其他相关科室人员如心血管外科医师、麻醉科医师、监护室医师以一定的启发。

由于本书介绍的内容主要是体外循环的新观念和新技术,必然有许多问题需要进一步的探讨和论证。衷心地盼望各位读者及同道能够和我们一起讨论,并提出宝贵意见,共同促进我国体外循环及心血管外科事业的发展

编者

1999 年 12 月 2 日

本书常见缩略词

缩略词	译意	源词
AA	花生四烯酸	arachidonic acid
AC	腺苷酸环化酶	adenylate cyclase
ACE	血管紧张素转换酶	angiotensin-converting enzyme
ACEI	血管紧张素转换酶抑制剂	angiotensin-converting enzyme inhibitor
Ach	乙酰胆碱	acetylcholine
ACP	经冠状动脉窦顺行灌注	antegrade coronary perfusion
ACT	激活凝血时间	activated clotting time
ACTH	促肾上腺皮质激素	adrenocorticotrophic hormone
Ad	腺苷	adenosine
ADP	二磷酸腺苷	adenosine diphosphate
AGE	琼脂糖凝胶电泳	agarose gel electrophoresis
ALP	碱性磷酸酶	alkaline phosphatase
AMI	急性心肌梗塞	acute myocardial infarction
ANF	心钠素、心房利钠因子	atrium natriuretic factor
Ang	血管紧张素	angiotensin
APP	急性术前血小板分离技术	acute preoperative platelet-pheresis
APTT	激活部分凝血酶原时间	activated partial thrombo-plastin time
ARDS	急性呼吸窘迫综合征	acute respiratory distress syndrome
ARF	急性肾功能衰竭	acute renal failure

ASA	全美麻醉协会	American Society of Anaesthesiologists
AT	抗凝血酶	antithrombin
ATP	三磷酸腺苷	adenosine triphosphate
BBB	血脑屏障	blood-brain barrier
BK	缓激肽	bradykinin
BM	生化标志物	biochemistry marker
BO	鼓泡式氧合器	bubble oxygenator
BSA	体表面积	body surface area
BT	出血时间	bleeding time
CA	儿茶酚胺	catecholamine
CABC	冠状动脉旁路移植术（搭桥术）	coronary artery bypass graft
cAMP	环磷酸腺苷	cyclic adenosine monophosphate
CAT	过氧化氢酶	catalase
CBF	脑血流量	cerebral blood flow
CBFV	脑血流速度	cerebral blood flow velocity
CFR	冠状动脉血流储备	coronary flow reserve
CHF	充血性心力衰竭	congestive heart failure
cGMP	环磷酸鸟苷	cyclic guanosine monophosphate
CI	心脏指数	cardiac index
CK	肌酸磷酸激酶	creatine phosphate kinase
CK-MB	肌酸磷酸激酶同工酶	creatine kinase MB
CMRO ₂	脑氧代谢率	cerebral metabolic rate for oxygen
CNS	中枢神经系统	central nervous system
CO	心输出量	cardiac output

COP	胶体渗透压	colloid osmotic pressure
CPB	体外循环、心肺转流	cardiopulmonary bypass
CPP	脑灌注压	cerebral perfusion pressure
CR	侧支循环	collateral circulation
CRCP	持续性逆行脑灌注	continuous retrograde cerebral perfusion
CRH	促皮质激素释放激素	corticotrophin releasing hormone
CRP	C 反应蛋白	C-reactive protein
CSF	脑脊液	cerebrospinal fluid
cTnI	心肌肌钙蛋白 I	cardiac troponin I
cTnT	心肌肌钙蛋白 T	cardiac troponin T
CUF	常规超滤	conventional ultrafilter
CVP	中心静脉压	central venous pressure
CVR	冠脉血管阻力	coronary vascular resistance
DA	多巴胺	dopamine
DAG	甘油二酯	diacylglycerol
DHCA	深低温停循环	deep hypothermic circulatory arrest
DIC	弥散性血管内凝血	disseminated intravascular coagulation
DNA	脱氧核糖核酸	deoxyribose nucleic acid
2, 3-DPG	2, 3-二磷酸甘油酸	2, 3-diphosphoglycerate
E	肾上腺素	epinephrine
E ₂	雌二醇	estradiol
EAA	兴奋性氨基酸	excitatory amino acid
EC	内皮细胞	endothelial cell
ECC	体外循环	extracorporeal circulation
ECG	心电图	electrocardiogram

ECMO	体外膜肺氧合	extracorporeal membrane oxygenation
EDCF	内皮细胞收缩因子	endothelium-derived contracting factor
EDHF	内皮源性超极化因子	endothelium-derived hyperpolarizing factor
EDRF	内皮源性舒张因子、一氧化氮	endothelium-derived relaxing factor, NO
EEG	脑电图	electroencephalogram
EF	射血分数	ejection fraction
ELAM-1	内皮细胞-白细胞粘附分子-1	endothelial leukocyte adhesion molecule-1
EPO	促红细胞生成素	erythropoietin
EPR	电子顺磁共振	electron paramagnetic resonance
E/P/L-selectin	E/P/L选择素	E/P/L-selectin
ET	内皮素	endothelin
FDP	纤维蛋白(原)降解产物	fibrin(nogen)degradation products
FFA	游离脂肪酸	free fatty acid
FFP	新鲜冰冻血浆	fresh frozen plasma
FGF	成纤维细胞生长因子	fibroblast growth factor
FHb	游离血红蛋白	free hemoglobin
FiO ₂	吸入氧浓度	fractional inspired oxygen
FN	纤维连接蛋白	fibronectin
FPA	纤维蛋白肽 A	fibrinopeptide A
G蛋白	鸟苷酸调节蛋白	G protein
GC	鸟苷酸环化酶	guanylate cyclase
GH	生长激素	growth hormone

GP	糖蛋白	glucoprotein
HA	组织胺	histamine
Hb	血红蛋白	haemoglobin
Hct	红细胞压积	hematocrit
HCS	肝素涂抹表面	heparin-coated surface
HES	羟乙基淀粉	hydroxyethyl starch
HMWK	高分子量激肽原	high molecular weight kinin -ogen
HP	轴流泵	hemopump
HSP	热休克蛋白	heat shock protein
5-HT	5-羟色胺	5-hydroxytryptamine
IABP	主动脉内球囊反搏	intra-aortic balloon pump
ICAM	细胞间粘附分子	intercellular adhesion mole -cule
ICP	颅内压	intracranial pressure
ICU	重症监护室	intensive care unit
IL	白细胞介素	interleukin
IMA	乳内动脉	internal mammary artery
IP ₃	三磷酸肌醇	inositol 1, 4, 5-trisphos- phate
IPC	缺血预处理	ischemic preconditioning
IR	胰岛素抵抗	insulin resistance
I-R	缺血-再灌注	ischemia-reperfusion
IRI	缺血-再灌注损伤	ischemia-reperfusion injury
IS	梗塞范围	ischemic surface
IVC	下腔静脉	inferior vena cava
IVOX	静脉内氧合	intravenous oxygenator
KK	激肽释放酶	kallikrein
KKS	激肽释放酶-激肽系统	kallikrein-kinin system

L-arg	L-精氨酸	L-arginine
LAM	白细胞粘附分子	leukocyte adhesion molecule
LAP	左房压	left atrial pressure
LDF	白细胞滤器	leukocyte-depleting filter
LDH	乳酸脱氢酶	lactic dehydrogenase
LDL	低密度脂蛋白	low-density lipoprotein
LEH	脂质体包裹血红蛋白	liposome-encapsulated haemoglobin
LHA	左心辅助循环	left heart assist
LPS	脂多糖	lipopolysaccharide
LR	乳酸林格氏液	lactated Ringer's solution
LT	白细胞三烯	leukotriene
LVAD	左心室辅助（装置）	left ventricular assist device
LVEDP	左室舒张末压	left ventricular end-diastolic pressure
LVEF	左室射血分数	left ventricular ejection frac- tion
MAP	平均动脉压	mean arterial pressure
MAPK	丝裂素活化蛋白激酶	mitogen-activated protein ki- nase
MDA	丙二醛	malondialdehyde
MDF	心肌抑制因子	myocardial depressant factor
MIDCAB	微创冠状动脉搭桥术	minimally invasive direct coro- nary artery bypass
MIP-1	巨噬细胞炎症蛋白-1	macrophage inflammatory pro- tein-1
MLA	单磷酸脂 A	monophosphoryl lipid A
MO	膜式氧合器	membrane oxygenator

MPAP	平均肺动脉压	mean pulmonary arterial pressure
MPO	髓过氧化物酶	myeloperoxidase
MS	心肌顿抑	myocardial stunning
MSOF	多系统器官衰竭	multiple system organ failure
MUF	改良性超滤	modified ultrafilter
NDS	神经损害评分	neural damage score
NE	去甲肾上腺素	norepinephrine
NF-kB	k 基因结合因子	nuclear factor-k gene binding
NIDDM	非胰岛素依赖性糖尿病	non insulin-dependent diabetes
NIH	美国国立健康学会	National Institutes of Health
NIRS	近红外分光法	near infrared spectroscopy
NMDA	N-甲基-D-天冬氨酸	N-methyl-D-aspartic acid
NOS	一氧化氮合酶	nitricoxide synthetase
NPL	血浆亚硝酸盐水平	nitrite plasma level
NSE	神经元特异性烯醇化酶	neuron-special enolase
NT	核苷酸酶	nudeotidase
OFR	氧自由基	oxygen free radical
PAF	血小板激活因子	platelet activationg factor
PC	预处理	preconditioning
PCD	程序化细胞死亡	programmed cell death
PCWP	肺毛细血管楔压	pulmonary capillarial wedge pressure
PCR	多聚酶链反应	polymerase chain reaction
PDE	磷酸二酯酶	phosphodiesterase
PDGF	血小板衍生长因子	platelet-derived growth factor
PECAM-1	血小板-内皮细胞粘附分子-1	platelet endothelial cell adhesion molecule-1

PEEP	呼气终末正压通气	positive end-expiratory pressure
PF4	血小板第 4 因子	platelet factor 4
PFC	全氟碳化合物	perfluorocarbon compounds
PG	前列腺素	prostaglandin
PGI ₂	前列环素	prostacyclin
PH	肺动脉高压	pulmonary hypertension
PK	前激肽释放酶	prekallikrein
PKA	蛋白激酶 A	protein kinase A
PKC	蛋白激酶 C	protein kinase C
PLC	磷脂酶 C	phospholipase C
PMI	围术期心肌梗塞	perioperative myocardial infarction
PMN	中性粒细胞、多形核白细胞	polymorphonuclear leukocyte
PmO ₂	心肌组织氧分压	myocardial oxygen tension
PO ₂	氧分压	partial pressure of oxygen
PPHN	新生儿持续性肺高血	persistent pulmonary hypertension of the newborn
PRP	富血小板血浆	platelet-rich plasma
PTCA	经皮冠状动脉腔内成形术	percutaneous transluminal coronary angioplasty
PVR	肺血管阻力	pulmonary vascular resistance
RA	再灌注性心律失常	reperfusion arrhythmia
RAA (S)	肾素-血管紧张素-醛固酮 (系统)	renin-angiotensin-aldosterone (system)
RBC	红细胞	red blood cell

RCSP	经冠状静脉窦逆行灌注	retrograde coronary sinus perfusion
RNA	核糖核酸	ribonucleic acid
RP	静息电位	static potential
rSO ₂	局部脑组织氧饱和度	regional cerebral oxygen saturation
RT-PCR	反转录 PCR	reverse-transcriptase polymerase chain reaction
SaO ₂	动脉血氧饱和度	arterial oxygen saturation
SC	表面相容性	surface compatibility
SCP	选择性脑灌注	selective cerebral perfusion
SFH	无基质血红蛋白	stroma free hemoglobin
SIRS	全身炎症反应综合征	systemic inflammatory response syndrome
SjVO ₂	颈静脉内血氧饱和度	internal jugular venous oxygen saturation
SOD	超氧化物歧化酶	superoxide dismutase
SV	隐静脉	saphenous vein
SVC	上腔静脉	superior vena cava
SvO ₂	静脉血氧饱和度	venous oxygen saturation
SVR	全身血管阻力	systemic vascular resistance
Swan-Ganz	经肺动脉漂浮导管	Swan-Ganz catheter
TCD	经颅多普勒	transcranial Doppler
TEE	经食道超声	transesophageal echocardiography
TF	组织因子	tissue factor
TG	甘油三酯	triglyceride
β-TG	β-血栓蛋白	β-thromboglobulin
TF	转化生长因子	transforming growth factor

TMP	跨膜压	transmembrane pressure
TMZ	三甲氧苄嗪、心康宁、曲美它嗪	trimetazidine
TNF	肿瘤坏死因子	tumor necrosis factor
TNP	鼻咽温	temperature of nasopharynx
tPA	组织型纤溶酶原激活物	tissue plasminogen activator
TPO	促血小板生成素	thrombopoietin
TXA ₂	血栓素	thromboxane A ₂
UCG	超声心动	ultrasonic cardiogram
VCAM	血管细胞粘附分子	vascular cellular adhesion molecule
VEC	血管内皮细胞	vascular endothelial cell
V _{max}	最大收缩速度	maximum velocity
vWF	血管性假血友病因子	von Willebrand factor
WBC	白细胞	white blood cell
WHS	温心外科	warm heart surgery

注

本书中血压的单位均按国际惯例使用毫米汞柱 (mmHg), 未使用千帕斯卡 (kPa)。1kPa $\approx$ 7.5mmHg

目 录

前言.....	(1)
本书常见缩略词.....	(1)

I 围体外循环期的病理生理

1. 体外循环对肾上腺素能系统的影响	(2)
2. 体外循环中自由基的产生和预防	(7)
3. 体外循环与微循环	(15)
4. 体外循环与免疫	(22)
5. 体外循环对消化系统的影响	(28)
6. 体外循环与血液流变学	(34)
7. 体外循环与内皮素	(40)
8. 一氧化氮与体外循环	(46)
9. 血管麻痹综合征	(52)
10. 体外循环与胰岛素抵抗	(57)
11. 体外循环中血栓素和前列环素的变化异常及其防治 ...	(63)
12. 肿瘤坏死因子- α 在心脏手术体外循环中的变化	(68)

II 心肌保护

13. 冠脉搭桥术的心肌保护和体外循环	(76)
14. 胰岛素抵抗与冠心病	(86)
15. 冠脉搭桥术后的血管舒缩功能改变	(92)
16. 动脉重建术后的内膜增厚	(99)
17. 冠状动脉血管张力的内皮源性调节	(108)
18. 老年心肌保护的研究进展	(117)
19. 婴幼儿心肌保护	(123)

20. 缺血再灌注对心肌电生理特性的影响	(131)
21. 缺血再灌注心律失常机制探讨	(141)
22. 细胞凋亡的概念及其在心血管系统中的意义	(149)
23. 心肌肌钙蛋白与心血管外科临床	(157)
24. 心肌顿抑的基础和临床	(162)
25. 冠状动脉血管内膜顿抑与心血管疾病	(172)
26. 缺血预处理保护心肌机制的研究进展	(178)
27. 人类心肌缺血预处理的临床研究应用	(184)
28. 缺血预处理应用的研究进展	(191)
29. 三甲氧苄啶对心肌缺血的保护作用研究进展	(199)
30. 血管紧张素与心肌缺血再灌注损伤研究进展	(207)
31. 雌二醇对心肌细胞的直接保护作用	(214)
32. 单磷脂酯 A 预处理的心脏保护研究	(218)

III 脑保护

33. 体外循环围术期神经精神评价手段	(230)
34. 体外循环中脑血流自主调节功能的变化	(245)
35. 体外循环和脑保护 (一)	(249)
36. 体外循环和脑保护 (二)	(259)
37. 大动脉瘤体外循环特点	(271)
38. 内啡肽系统和体外循环心脏手术	(278)
39. 一氧化氮与深低温停循环后神经系统缺血再灌注损伤	(284)

IV 血液保护

40. 体外循环对血液细胞的影响	(292)
41. 血小板功能异常与体外循环术后出血并发症	(305)
42. 血小板膜糖蛋白与体外循环	(313)
43. 急性血细胞分离技术在心血管外科中的应用	(319)

44. 体外循环中的内皮细胞保护	(325)
45. 肝素抗凝带来的问题及其预防对策	(331)
46. 血液接触面的抗凝技术——肝素涂抹	(337)
47. 自体输血	(345)
48. 二次心脏手术患者出血并发症的控制	(351)

\ 肺脏保护

49. 体外循环中肺脏损伤的机制	(356)
50. 体外循环肺脏损伤的防治原则	(365)

\| 体外循环新技术及心血管外科进展

51. 体外循环在非心脏手术的应用	(376)
52. 体外循环在肝移植手术中的应用	(383)
53. 左心辅助装置的临床应用	(388)
54. 左心机械辅助装置及发展前景	(400)
55. 左心室辅助对右心功能的影响	(407)
56. 体外膜肺氧合	(411)
57. 静脉内氧合	(423)
58. 超滤及改良超滤在婴幼儿体外循环中的应用	(429)
59. 体外循环新一代驱动装置——离心泵	(436)
60. 新型左室辅助装置——轴流泵	(443)
61. 搏动灌注	(450)
62. 膜肺——新一代氧合器	(456)
63. 可携氧的液体——人工血液	(467)
64. 白细胞滤器在体外循环中的应用	(477)
65. 微创心脏外科	(483)
66. 胎儿心脏外科研究进展	(489)
67. 孕妇心脏外科进展	(495)