

HYPOTHERMAL MEDICINE

# 低温医学

HYPOTHERMAL  
MEDICINE

■ 主 编 / 邵同先 雷万军 赵文增



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

# 低温医学

HYPOOTHERMIA  
MEDICINE



低温医学



人民军医出版社  
RENMINGJUNYI PRESS

# 低温医学

HYPOTHERMAL MEDICINE

主 编 邵同先 雷万军 赵文增  
主 审 张苏亚 杨朝宽  
副主编 李建斌 赵晓武 李 江 付国伟  
姜 华 李玉山  
编 者 (以姓氏笔画为序)  
左艳君 付国伟 李 江 李 萍  
李玉山 李建斌 张苏亚 张晓兰  
陈晓霞 邵同先 赵文增 赵晓武  
姜 华 符志鹏 梁 皓 董 吉  
雷万军  
秘 书 董 吉 李 江



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

---

图书在版编目(CIP)数据

低温医学/邵同先,雷万军,赵文增主编. —北京:人民军医出版社,2013.4  
ISBN 978-7-5091-6523-2

I. ①低… II. ①邵…②雷…③赵… III. ①低温工程—生物医学工程—研究②冷冻疗法—研究 IV. ①R318.52②R454.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 061235 号

---

策划编辑:李玉梅 文字编辑:陈娟 责任审读:王三荣  
出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店  
通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036  
质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283  
邮购电话:(010)51927252  
策划编辑电话:(010)51927300—8746  
网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

---

印刷:三河市潮河印业有限公司 装订:恒兴印装有限公司  
开本:787mm×1092mm 1/16  
印张:21.75 字数:525千字  
版、印次:2013年4月第1版第1次印刷  
印数:0001—1500  
定价:110.00元

---

版权所有 侵权必究  
购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

## 内 容 提 要

本书较系统地阐述了低温医学的基础理论和临床应用。全书共 6 篇,重点介绍了 6 个方面的内容:低温医学基础、低温保存的关键技术(低温保护剂、常用冷源、组织器官库及组织低温保存等)、低温免疫基础与实验、低温临床治疗学(皮肤科疾病、妇产科疾病、眼科疾病、耳鼻喉科疾病及外科各专科疾病等)、低温医疗器械和设备及低温医学实验。本书较全面地反映了该领域的新进展、新技术、新方法,对临床低温治疗技术的广泛开展具有指导意义,适于临床医师、医学院校教师和科研人员及有关专业的医学生等阅读和参考。

## 序

现代低温医学的发展从 1949 年 Polge 发现甘油具有低温保护细胞的作用开始,已有 60 多年的历史。近年低温医学有了较快的发展,已经涉及医学和生物学的多个领域,如微生物、人体细胞和组织及器官的保存;体外循环和低温麻醉,寒冷适应和低体温;冷冻损伤的防治;低温免疫学和临床疾病的低温治疗等领域的研究,为人类防病治病提供了新的方法和技术。

本书由多名长期从事低温医学领域研究的专家学者参加编写。全书系统反映了低温医学的进展,低温医学的新知识和新技术,拓展和丰富了低温医学在该领域研究的内容,为基础医学、低温生物学、临床医学等教学、科研和临床医务人员提供了一本很好的参考书。

本书分为低温医学基础、低温保存、低温免疫基础、低温临床治疗学、低温医疗器械和设备及低温医学实验 6 个部分,循序渐进,从基础到临床,从理论到应用,从技能到方法,科学严谨,阅读后耳目一新,受益匪浅。值此该书出版之际,表示衷心祝贺,并向参编人员表示敬意,期望能进一步推动和促进低温医学的发展。

张水军

2012 年 10 月 18 日

## 前 言

低温医学是在生物学、医学和低温生物技术的基础上发展起来的一门新兴的边缘学科。低温医学主要包括低温生理学、低温保存学、低温治疗学和低温生物技术等内容。低温医学既是生命科学又是临床应用科学。低温技术作用于生命体是一把“双刃剑”，它可以利用低温或超低温保存生命体，也可以利用深低温破坏病变组织达到治疗疾病的目的。

为促进低温医学的发展，提高低温医学的研究水平，展示近年来低温医学领域新技术、新方法，我们组织有关专家编写了本书。

本书包括低温医学基础、低温保存、低温免疫基础、低温临床治疗学、低温医疗器械和设备及低温医学实验 6 篇。较详细介绍了寒冷适应、冬眠、低体温、低温保存的基本理论，细胞组织、器官的保存方法，低温治疗的技术和临床应用，低温免疫的概念，常用低温医疗器械的种类和用途，同时介绍了常用的低温医学实验。本书力求反映国内外近年来该领域的进展、新技术和新方法，为广大医学院校教师、科研人员、医学生和临床医务人员提供参考。

本书的完成是编写组全体同仁共同努力的结果，他们付出了大量艰辛的劳动，董吉老师和李江老师对书稿做了校对工作，在此一并表示衷心感谢。由于我们的经验和水平有限，书中的不妥之处，敬请读者在阅读和使用过程中批评指正。

河南卫生职工学院 邵同先

河南科技大学 雷万军

2012 年 11 月

# 目 录

绪论	1
----	---

## 第一篇 低温医学基础

第 1 章 寒冷适应与冬眠	3
第一节 寒冷适应	3
第二节 冬眠	4
第 2 章 低体温	7
第一节 低体温的病因	7
第二节 低体温时的病理生理变化	8
第三节 低体温时的临床表现	10
第四节 低体温的防治	10
第 3 章 冷冻损伤	13
第一节 冷冻的病因	13
第二节 冷冻时的病理生理变化	14
第三节 冷冻损伤的临床表现	16
第四节 冷冻损伤的防治	18
第 4 章 低温麻醉	22
第一节 低温麻醉的临床应用范围	22
第二节 低温麻醉的方法	23
第三节 低温麻醉的并发症及预防	24

## 第二篇 低温保存

第 5 章 低温生物物理学知识	26
第一节 生物体中水和溶液的某些性质	26
第二节 细胞内水与冰晶的变化	28
第三节 生物体热和温度	29
第四节 生物样品保存温度	29
第 6 章 生物细胞离体存活原理	30
第一节 细胞存活的条件	30
第二节 低温对细胞的影响	32
第 7 章 低温保护剂	34
第一节 细胞内低温保护剂	34
第二节 细胞外低温保护剂	36



第三节 低温保护剂的作用原理 .....	37
<b>第 8 章 细胞低温保存后的变化 .....</b>	<b>39</b>
第一节 低温保存后细胞形态学的变化 .....	39
第二节 细胞低温保存后的修复 .....	41
<b>第 9 章 低温医学中常用的冷源 .....</b>	<b>43</b>
第一节 常用的制冷剂 .....	43
第二节 冷源获得的方法 .....	44
<b>第 10 章 组织器官库 .....</b>	<b>46</b>
第一节 器官组织细胞的保存方法 .....	46
第二节 低温冷冻设备 .....	47
<b>第 11 章 细胞的低温保存 .....</b>	<b>50</b>
第一节 精子的低温保存 .....	50
第二节 卵细胞和胚胎的低温保存 .....	53
第三节 红细胞的低温保存 .....	57
第四节 白细胞的低温保存 .....	58
第五节 血小板的低温保存 .....	59
第六节 胎肝细胞的低温保存 .....	61
第七节 骨髓的低温保存及应用 .....	63
第八节 外周造血干细胞的低温保存 .....	64
<b>第 12 章 组织的低温保存 .....</b>	<b>66</b>
第一节 异体组织供体的选择 .....	66
第二节 组织的采集与保存 .....	66
第三节 皮肤的低温保存 .....	66
第四节 神经的低温保存 .....	74
第五节 肌腱的低温保存 .....	75
第六节 牙齿的低温保存 .....	76
第七节 骨膜与硬脑膜的低温保存 .....	77
第八节 角膜的低温保存 .....	78
第九节 骨的低温保存 .....	78
第十节 心脏瓣膜与大血管的低温保存 .....	79
第十一节 胰岛的低温保存 .....	80
第十二节 甲状旁腺的低温保存 .....	80
第十三节 胸腺组织的低温保存 .....	81
第十四节 肾上腺组织的低温保存 .....	82
<b>第 13 章 细胞株和菌种的低温保存 .....</b>	<b>84</b>
第一节 细胞株的低温保存 .....	84
第二节 杂交瘤的低温保存 .....	85
第三节 医用菌种的低温保存 .....	86
<b>第 14 章 器官的低温保存 .....</b>	<b>87</b>

第一节	肾脏原位降温法 .....	87
第二节	离体肾脏的低温保存 .....	89
第三节	肝脏的低温保存 .....	90
第四节	心脏的低温保存 .....	91

### 第三篇 低温免疫基础

<b>第 15 章</b>	<b>低温免疫学的概念</b> .....	94
第一节	免疫器官与功能 .....	94
第二节	体液免疫 .....	95
第三节	细胞免疫 .....	96
第四节	冷冻与免疫反应 .....	97
第五节	免疫状态与冷冻疗法的选择 .....	98
第六节	影响冷冻免疫反应效率的若干因素 .....	99
<b>第 16 章</b>	<b>低温免疫的实验研究</b> .....	101
第一节	低温免疫的特异性 .....	101
第二节	宿主免疫力增强 .....	102
第三节	低温损伤产生抗体的机制 .....	102
第四节	冷冻技术在转基因动物中的应用 .....	103
第五节	冷冻技术在法医学中的应用 .....	103
第六节	冷冻技术在人体冷冻学中的应用 .....	103
<b>第 17 章</b>	<b>实验肿瘤与低温免疫</b> .....	105
第一节	实验肿瘤模型的建立 .....	105
第二节	实验肿瘤低温治疗的仪器设备 .....	106
第三节	实验肿瘤低温冷冻的方法 .....	106
第四节	肿瘤的部位与冷冻效应 .....	107
第五节	肿瘤的低温免疫 .....	108
第六节	低温免疫的临床观察 .....	109

### 第四篇 低温临床治疗学

<b>第 18 章</b>	<b>冷冻治疗(皮肤)基础知识</b> .....	111
第一节	概述 .....	111
第二节	冷冻治疗机制 .....	111
第三节	冷冻治疗皮肤的组织学改变 .....	113
第四节	影响冷冻疗效的因素 .....	114
第五节	冷冻治疗方法与操作 .....	115
第六节	冷冻治疗适应证与禁忌证 .....	116
第七节	冷冻治疗并发症 .....	117
<b>第 19 章</b>	<b>皮肤疾病的冷冻治疗</b> .....	118
第一节	皮肤寻常疣 .....	118

第二节	扁平疣	118
第三节	传染性软疣	119
第四节	色素痣	119
第五节	鲜红斑痣	119
第六节	疣状痣	120
第七节	雀斑	120
第八节	单纯性血管瘤	120
第九节	海绵状血管瘤	121
第十节	淋巴管瘤	121
第十一节	瘢痕疙瘩	122
第十二节	酒渣鼻	122
第十三节	脂溢角化病	122
第十四节	慢性瘙痒性皮肤病	123
第十五节	神经性皮炎	123
第十六节	扁平苔藓	124
第十七节	老年角化病	124
第十八节	黏膜白斑	124
第十九节	化脓性肉芽肿	125
第二十节	皮肤癌	125
<b>第 20 章</b>	<b>妇科疾病</b> 的低温治疗	127
第一节	尖锐湿疣	127
第二节	外阴良性肿瘤	128
第三节	外阴恶性肿瘤	128
第四节	慢性宫颈炎	131
第五节	宫颈癌	132
第六节	功能失调性子宫出血	135
<b>第 21 章</b>	<b>泌尿科疾病</b> 的低温治疗	140
第一节	前列腺疾病	140
第二节	膀胱肿瘤	141
第三节	肾 癌	142
第四节	阴茎癌	143
第五节	尿道肉阜	143
<b>第 22 章</b>	<b>骨科疾病</b> 的低温治疗	145
第一节	骨肿瘤	145
第二节	血源性骨髓炎	146
第三节	低温骨贮存骨移植	147
第四节	骨科软组织病	150
<b>第 23 章</b>	<b>胸部疾病</b> 的低温治疗	151
第一节	肺癌	151

第二节	气管内良性肿瘤	154
第三节	肺结核球	154
第四节	贲门癌	155
第五节	食管癌	156
第六节	食管息肉和食管乳头状瘤	157
第七节	食管血管瘤	158
第八节	乳腺癌	158
第九节	快速性心律失常	160
<b>第 24 章</b>	<b>腹部疾病的低温治疗</b>	161
第一节	胃溃疡	161
第二节	胃息肉	161
第三节	胃癌	162
第四节	肝血管瘤	164
第五节	原发性肝癌	165
第六节	腹膜后肿瘤	166
<b>第 25 章</b>	<b>肛肠疾病的低温治疗</b>	168
第一节	痔	168
第二节	肛瘘与肛裂	171
第三节	直肠息肉	173
第四节	直肠癌	175
第五节	肛管和肛周区尖锐湿疣	179
第六节	肛周脓肿	180
第七节	潜毛病	180
第八节	黏膜白斑	180
<b>第 26 章</b>	<b>神经外科疾病的低温治疗</b>	182
第一节	脑肿瘤	182
第二节	垂体瘤	184
第三节	帕金森病	186
第四节	脑部血管畸形及其他	188
第五节	三叉神经痛	189
第六节	偏头痛	190
第七节	周围神经损伤	192
<b>第 27 章</b>	<b>眼科疾病的低温治疗</b>	195
第一节	倒 睫	195
第二节	眼睑良性肿瘤	195
第三节	眼睑恶性肿瘤	197
第四节	翼状胬肉	199
第五节	春季结膜炎	200
第六节	沙 眼	201

第七节	巩膜炎	203
第八节	单纯疱疹性角膜炎	204
第九节	蚕蚀性角膜溃疡	205
第十节	匍行性角膜溃疡	206
第十一节	葡萄膜炎	207
第十二节	青光眼	208
第十三节	白内障	213
第十四节	视网膜脱离	216
第十五节	糖尿病性视网膜病变	219
第十六节	视网膜母细胞瘤	220
第十七节	眼外伤	222
第十八节	低温治疗对眼组织的影响	223
<b>第 28 章</b>	<b>耳鼻咽喉科疾病的低温治疗</b>	<b>227</b>
第一节	非化脓性耳郭软骨膜炎	227
第二节	膜迷路积水	228
第三节	乳突术后眩晕	231
第四节	乳突术腔内严重感染	232
第五节	中耳颈静脉球瘤	232
第六节	外耳色素痣	233
第七节	中耳癌	233
第八节	鼻前庭疔和鼻前庭炎	234
第九节	鼻出血	235
第十节	慢性鼻炎	237
第十一节	慢性上颌窦炎	242
第十二节	鼻息肉和鼻息肉病	243
第十三节	鼻部血管瘤	245
第十四节	鼻乳头状瘤	246
第十五节	外鼻癌	248
第十六节	慢性颗粒性咽炎及咽侧炎	249
第十七节	慢性扁桃体炎	251
第十八节	咽腭部血管瘤	253
第十九节	舌根小血管扩张	254
第二十节	鼻咽纤维瘤	254
第二十一节	口咽乳头状瘤	255
第二十二节	增殖体肥大	256
第二十三节	鼻腔鼻窦恶性肿瘤	256
第二十四节	鼻咽癌	258
第二十五节	口咽部癌	259
第二十六节	喉接触性溃疡	261

第二十七节 喉部血管瘤	261
第二十八节 喉乳头状瘤	262
第二十九节 声带白斑	264
第三十节 喉 癌	264
<b>第 29 章 口腔颌面科疾病的低温治疗</b>	266
第一节 口腔颌面部的解剖生理	266
第二节 口腔疾病的冷冻操作	266
第三节 牙髓炎	270
第四节 黏液腺囊肿	271
第五节 牙龈瘤	273
第六节 血管瘤	274
第七节 造釉细胞瘤	278
第八节 涎腺混合瘤	279
第九节 口腔黏膜白斑	279
第十节 口腔黏膜扁平苔藓	280
第十一节 淋巴管瘤	282
第十二节 口腔癌	282
第十三节 腮腺肿瘤	284
第十四节 乳头状瘤	285
第十五节 颌骨巨细胞瘤	285
第十六节 颌骨恶性肿瘤	286
第十七节 面部雀斑	288
第十八节 扁平疣	288
第十九节 面部色素斑痣	289
第二十节 老年斑疣	290
第二十一节 复发性阿弗他溃疡	290
第二十二节 口腔黏膜寻常疣	291

## 第五篇 低温医疗器械和设备

<b>第 30 章 医用制冷剂</b>	293
第一节 液态二氧化碳	293
第二节 氟利昂	294
第三节 液氮	295
<b>第 31 章 液氮及液氧的制取和贮存</b>	297
第一节 液氮和液氧的制取	297
第二节 液氮和液氧的贮存	297
<b>第 32 章 生物材料低温保存设备</b>	300
第一节 低温保存的基本设备	300
第二节 低温生物显微镜	301

<b>第 33 章 医用低温治疗器</b> .....	302
第一节 概述 .....	302
第二节 冷冻器械 .....	304
第三节 冷冻治疗设备的开发 .....	307
<b>第 34 章 液氮治疗器的工作原理及主要部件</b> .....	310
第一节 工作原理和装置系统 .....	310
第二节 主要部件 .....	310

## 第六篇 低温医学实验

实验 1 动物寒冷适应的观察 .....	313
实验 2 家兔冻伤的变化及观察 .....	313
实验 3 动物生殖细胞的低温保存和观察 .....	314
实验 4 红细胞的低温保存和观察 .....	315
实验 5 家兔骨髓细胞的低温保存 .....	317
实验 6 皮肤的低温保存和观察 .....	318
实验 7 家兔角膜的低温保存和观察 .....	320
实验 8 家兔胰岛组织的低温保存和观察 .....	321
实验 9 皮肤色素痣的低温治疗和观察 .....	322
实验 10 扁平疣的低温治疗和观察 .....	323
低温医学有关名词英汉对照 .....	325
参考文献 .....	332

# 绪 论

低温医学与低温生物学是随着生物学、医学和低温制冷技术的发展而逐渐形成的一门边缘学科。低温医学是研究在自然和人工低温条件下生命或组织、细胞不同层次的活动规律及其应用的学科。具体地说,它是研究低温对人体的影响,冷冻损伤的防治以及利用低温技术实现或达到医疗目的的一门学科。

## 一、低温医学的内容和任务

低温医学是一门新颖和重要的边缘学科,也隶属于生命科学、应用科学和基础科学。它适用范围很广,运用恰当时显示出不同的效果,既可杀伤破坏病变组织,又可长期保存生物细胞组织、病毒和细菌等。低温医学的主要内容包括:低温生理、寒冷损伤、冷冻外科和低温医疗及医用生物材料的低温保存和应用。低温生理包括寒冷适应、冬眠、低体温和低温麻醉等;寒冷损伤包括在体的冷冻损伤如体温过低、冻伤和离体生物材料的冷冻损伤;低温保存包括细胞、组织和器官的冷冻保存和应用,以至于人类实现保存生命个体的愿望。所以低温医学造福于人类是巨大的,前景是广阔的。

## 二、低温医学在医学中的地位和作用

医学科学与其他自然科学一样,发展到今天已形成很多分支,但归根结底,它的任务是从不同角度,用不同方法,去研究正常和患病机体的生命活动,为人类预防保健服务。

低温医学既是一门应用科学,又是一门基础科学和桥梁科学,涉及面广,如涉及生物学、生理学、免疫学、低温物理学、临床医学等学科,构成了以低温生理学和低温损伤、低温保存为基础理论,以临床移植为主要应用的两大部分。近年来,在基础研究和应用方面取得了很大进展,对推动现代医学的发展起到了积极作用。

目前,低温医学中有许多亟待解决的问题,如冷冻损伤的发生机制;低温保护剂的具体作用机制;冷冻治疗中如何使病变组织降温均一,破坏彻底,同时不伤及正常组织;如何解决器官的冷冻保存问题等。随着这些问题的逐步解决,低温医学将取得更大成就,造福于全人类,尤其推动移植医学的发展。

## 三、低温医学的历史

寒冷与人类的关系同人类的历史一样悠久。人类对寒冷的认识在医学领域,首先是寒冷对人体的不良影响及危害与如何避免这种影响和防治其损伤;而后是如何利用低温实现医疗目的;再者是利用低温保存医用生物材料,为临床移植应用提供条件。

冷冻损伤,尤其是以组织坏死的冻伤是人们长期面临的问题,直到第二次世界大战以前,冻结肢体的复温方法仍未解决。后来,Harkins、Harmon等学者用温热条件复温肢体,发现效果良好。Fuhrman和Crismon等做了进一步研究,肯定了冻结肢体温水快速融化复温的效用,使冻结性冻伤的急救处理前进了一大步。20世纪70年代末,张中兴等研究发现,双氯苯双呱己烷多次温浸治疗实验性重度冻伤的效应,冻伤后72h仍可明显地提高冻肢的存活面积。



意外性体温过低是低温医学中的重要问题,病情重,死亡率高,治疗的关键是合理的复温和防止复温后的休克。目前,研究的主要进展是实行人体中心复温。

冷冻保存医学生物材料并进行移植是近几十年的事情,它是低温医学中最活跃的领域,也是低温医学中的重要内容。利用低温保存生物样品的设想可以追溯到18世纪,人们就进行了许多研究,但未取得进展。

1949年,英国学者 Polge 发现了甘油具有低温保护细胞的作用,开创了低温医学发展史上的里程碑,他用含有甘油的冷冻保存液保存精子获得成功。1952年和1954年 Sherm 用含10%甘油的保存液在干冰中保存精子,存活率为67%,给5名妇女人工授精获得成功。

在甘油低温保护作用的启示下,许多学者寻找高效、低毒、容易代谢的低温保护剂,至今已发现50多种。以后许多学者又对低温保护剂种类的选择、添加适当的浓度,选择不同的方法加入和清除与低温保存保护效用的关系进行了深入的研究。

近年冷冻保存医用生物样品取得了很大的成绩,促进了移植医学的发展。细胞和小组织块的冷冻保存比较成功,如血细胞、造血干细胞、生殖细胞等的冷冻保存已广泛应用于临床;皮肤、角膜、骨骼、胰岛及其他内分泌腺体的小组织块的冷冻保存也相当成功,并应用于临床医学中。

国内的低温医学研究和应用工作虽然起步较晚,但进展较快。关于重度冻伤的治疗在局部用药方面有较大突破。冷冻治疗应用面比较广,冷冻保存医用生物样品也有了较大进展。

早在2500年前,埃及人已知冷敷可以减轻炎症。Hippocrates 研究过寒冷可以减轻某些骨与关节疼痛。寒冷还可以用于控制出血和水肿。1661年 Thorns Bartholin 发表的《Surgical Memorirs of Militarg Canpagnes》,指出冷冻肢体可使手术时疼痛较轻,人们利用低温进行消炎、镇痛已有很久的历史。

利用低温治疗疾病历史很短,1928年 GiralJdeau 首次使用“Cryotherapy”一词。1930年 Lortat—Jacobs 和 Solente 发表了《La Cryotherapie》一书,介绍了冻结温度在医学中的应用。1950年 Allington 介绍了液氮在医学中的应用,特别是液氮在皮肤科、眼科、口腔科、耳鼻喉科、妇科、泌尿外科、骨科、普通外科等临床科室的应用,取得了良好效果。对肿瘤以及用其他方法无法治疗的疾病而用此法治疗显示了优越性。近年来,与各种窥镜相结合的冷冻装置的问世使冷冻治疗深入到体腔内,具有广阔的应用前景。各种冷冻仪器和医疗器械的研制成功对推动低温医学的发展起到了重要作用。

(邵同先)