

主 编 刘长文 徐淑秀

# 危重症脏器 支持与护理

WEI ZHONG ZHENG ZANG QI  
ZHI CHI YU HU LI



人民卫生出版社

# 危重症脏器支持与护理

主 编 刘长文 徐淑秀

副主编 秦宗和 王海燕 祖狄冲

主 审 黄泳齐 冯慧勤

副主审 汪文玲 王若彬

编写人员 (按姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王海燕 | 刘长文 | 孙雪芹 | 汪吉平 | 李 虹 |
| 李秀川 | 李菊萍 | 张 利 | 张 静 | 陈桂华 |
| 庞书勤 | 杨 茹 | 金 莉 | 周明根 | 祖狄冲 |
| 高 莉 | 徐秀月 | 徐淑秀 | 秦宗和 | 陶方萍 |
| 谢 虹 | 谢 晖 |     |     |     |

人 民 卫 生 出 版 社

### 图书在版编目 (CIP) 数据

危重症脏器支持与护理/刘长文等主编. —北京:  
人民卫生出版社, 2001  
ISBN 7-117-04396-2

I. 危… II. 刘… III. 险症-脏器-护理  
IV. R459.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 028243 号

### 危重症脏器支持与护理

主 编: 刘长文 徐淑秀  
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)  
地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼  
网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)  
E - mail: [pmph@pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)  
印 刷: 北京市卫顺印刷厂  
经 销: 新华书店  
开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.25  
字 数: 424 千字  
版 次: 2001 年 6 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 版第 2 次印刷  
印 数: 4 001—8 015  
标准书号: ISBN 7-117-04396-2/R·4397  
定 价: 26.50 元

版权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

# 前 言

危重症医学是近 20 年来迅速发展起来的一门医学新学科，是由一批受过专门培训的医护人员，在备有先进监护设备和急救设备的加强治疗病房（Intensive Care Unit, ICU）对多种严重疾病和复杂并发症进行全面监护及治疗的新专业。

疾病，无论其原始病如何，一旦发展到危重阶段，均表现出单个或多个脏器功能的障碍及各系统间相互影响、相互制约所构成的恶性循环。处理上要求及时、果断，并需要较多的技术操作。蚌埠医学院附属医院 ICU 医护人员与护理学系全体同仁在认真总结多年来危重症抢救工作实践和查阅大量有关资料的基础上，撰写了这本《危重症脏器支持与护理》，其目的是将我们在危重症脏器支持、监测和护理中的经验及最新进展介绍给大家，并向广大 ICU 工作者提供一套较为详尽的危重症脏器支持、监测和护理程序。我们真诚希望此书能对培养 ICU 专业技术人员和有志于 ICU 专业的青年学生有所裨益，对 ICU 的建设、管理和对危重病人的救治有所帮助，对提高我国 ICU 的水平起到积极作用。

全书内容包括中枢神经、呼吸系统、循环系统、泌尿系统、消化系统和血液系统障碍的支持及代谢与营养支持、多脏器功能障碍综合征、多发性创伤、水电解质平衡和 ICU 获得性感染的治疗预防等。

本书在编写过程中得到祝延、陆松柳、柏佩华、严发萍、蒋玉敏和李俊等同志的帮助，在此表示由衷的感谢。

由于时间仓促，水平有限，书中难免会有不当或遗漏之处，诚请同道和读者指正，期望再版时能更成熟，以飨读者。

编 者

2000 年 8 月 9 日

# 目 录

|          |   |
|----------|---|
| 绪论 ..... | 1 |
|----------|---|

## 第一篇 基本知识

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一节 ICU 的组建 .....         | 5  |
| 第二节 ICU 的性质和任务 .....      | 5  |
| 第三节 ICU 的位置与布局 .....      | 7  |
| 第四节 ICU 的主要设备 .....       | 8  |
| 第五节 ICU 的组织管理 .....       | 12 |
| 第六节 ICU 评分系统的发展及应用 .....  | 12 |
| 第七节 ICU 优先研究的科研课题 .....   | 17 |
| 第八节 计算机系统在 ICU 中的应用 ..... | 21 |
| 第九节 危重症的医学伦理学 .....       | 21 |

## 第二篇 脏器支持与护理

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第一章 呼吸功能障碍的支持与护理 .....     | 23  |
| 第一节 呼吸衰竭 .....             | 23  |
| 第二节 急性呼吸窘迫综合征 .....        | 28  |
| 第三节 呼吸功能监测 .....           | 33  |
| 第四节 急性呼吸衰竭的护理 .....        | 39  |
| 第二章 循环功能障碍的支持与护理 .....     | 45  |
| 第一节 心功能不全 .....            | 45  |
| 第二节 休克 .....               | 71  |
| 第三节 循环功能监测 .....           | 82  |
| 第四节 急性心功能不全的护理 .....       | 90  |
| 第三章 中枢神经系统功能障碍的支持与护理 ..... | 96  |
| 第一节 中枢神经系统功能障碍的支持 .....    | 96  |
| 第二节 中枢神经系统的监测 .....        | 107 |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| 第三节    中枢神经系统功能障碍的护理 .....           | 112        |
| <b>第四章    肾脏功能障碍的支持与护理 .....</b>     | <b>117</b> |
| 第一节    急性肾脏功能障碍的支持 .....             | 117        |
| 第二节    急性肾脏功能障碍的监测 .....             | 123        |
| 第三节    急性肾脏功能障碍的护理 .....             | 125        |
| <b>第五章    肝、胃肠功能障碍的支持与护理 .....</b>   | <b>130</b> |
| 第一节    应激性溃疡 .....                   | 130        |
| 第二节    应激性溃疡的监测 .....                | 136        |
| 第三节    应激性溃疡的护理 .....                | 139        |
| 第四节    急性肝衰竭的支持 .....                | 142        |
| 第五节    急性肝衰竭的监测 .....                | 149        |
| 第六节    急性肝衰竭的护理 .....                | 152        |
| <b>第六章    急性血液系统功能障碍的支持与护理 .....</b> | <b>156</b> |
| 第一节    弥散性血管内凝血的支持 .....             | 156        |
| 第二节    弥散性血管内凝血的监测 .....             | 165        |
| 第三节    弥散性血管内凝血的护理 .....             | 167        |
| <b>第七章    危重症的特异性营养、代谢支持 .....</b>   | <b>169</b> |
| 第一节    特异性营养和代谢支持 .....              | 169        |
| 第二节    营养和代谢支持的监测 .....              | 175        |
| 第三节    特异性营养、代谢支持的护理 .....           | 178        |
| <b>第八章    多器官功能障碍综合征 .....</b>       | <b>182</b> |
| 第一节    多器官功能障碍综合征的支持 .....           | 182        |
| 第二节    多脏器功能障碍综合征的监测 .....           | 193        |
| 第三节    多器官功能障碍综合征的护理 .....           | 197        |
| <b>第九章    多发性创伤 .....</b>            | <b>201</b> |
| 第一节    多发性创伤的支持 .....                | 201        |
| 第二节    多发性创伤的监测 .....                | 213        |
| 第三节    多发性创伤的护理 .....                | 217        |
| <b>第十章    水与电解质、酸碱平衡的管理 .....</b>    | <b>220</b> |
| <b>第十一章    ICU 获得性感染的预防和治疗 .....</b> | <b>233</b> |

### 第三篇 基本治疗技术

|      |                  |     |
|------|------------------|-----|
| 第一节  | 心肺脑复苏术 .....     | 241 |
| 第二节  | 侧脑室引流术 .....     | 251 |
| 第三节  | 床边血液滤过技术 .....   | 252 |
| 第四节  | 深静脉置管术 .....     | 256 |
| 第五节  | 脑窥镜的临床应用 .....   | 261 |
| 第六节  | 人工气道建立 .....     | 263 |
| 第七节  | 呼吸机的临床应用 .....   | 269 |
| 第八节  | 全胃肠外营养的配制 .....  | 277 |
| 第九节  | 主动脉内气囊反搏术 .....  | 279 |
| 第十节  | 临时心脏起搏 .....     | 281 |
| 附录 1 | 呼吸机常见故障及处理 ..... | 283 |
| 附录 2 | 心导管检查正常参考值 ..... | 285 |

## 绪 论

危重症医学 (Critical Care Medicine) 是近 20 多年发展起来的一门新学科。这个新学科不同于分别隶属于各学科、各专业的重危病人抢救, 亦不同于为抢救而临时组成的抢救组, 而是由受过专门培训的医护人员, 在备有先进监护设备和急救设备的加强治疗病房 (Intensive Care Unit, ICU) 中对继发于多种严重疾病 (如严重感染或创伤等) 的复杂并发症 (如急性器官损害等) 进行全面监护及治疗的新专业。

ICU 以严密的临床监护、先进的治疗手段, 对患者实施全身各脏器功能的加强治疗和护理, 以力求及时、有力地阻断和逆转危重症的进程。ICU 作为一个特殊的组织结构出现在医院中, 则是在 70 年代由欧美国家兴起。因收治对象不同、脏器监护不同而分为外科 ICU (SICU)、儿科 ICU (PICU)、急诊 ICU (EICU)、心脏病 ICU (CCU)、呼吸 ICU (RICU) 和血液病 ICU (BICU)。近代医学的发展, 促进了专科水平的提高, 但伴随而来的是使从事专科的医师难以有较多的机会去熟悉和实践专科以外的脏器以及全身的处理, 于是就要求出现整体治疗或称综合治疗专业。

1983 年美国医学专业委员会 (American Board of Medical Specialty) 确立在麻醉、内科、外科和儿科四大医学专科中设立危重症医学专业。此学科的成立, 确认了危重症医学的多学科性, 也肯定了危重症医学作为一种专业, 有着临床与技术上的特殊性, 它更加强调整体治疗。国外有由专科 ICU 发展为综合 ICU 的趋势或专科 ICU 与综合 ICU 并存, 而以综合 ICU 居多。因综合 ICU 可集中使用仪器和人力, 更有利于将危重症医学作为一个独立的专业发展。

疾病, 无论其原始病因如何, 当其发展到危重阶段, 其病理改变和临床表现都具有几乎相同的特点, 表现为单个或多个脏器系统的功能低下, 以及各脏器系统间的功能相互影响, 加强治疗就是对各脏器功能的支持及对各脏器间平衡的调整, 使病人渡过生命危险期, 为原发病继续治疗提供可能。总之 ICU 的任务就是采用先进的医疗技术, 对脏器进行有力的支持以逆转病情。

危重症医学与其他任何学科一样, 都是随客观需要, 在有关学科条件成熟的基础上发展起来的, 危重症医学作为一个特殊的医学专业已被临床认可。多年的实践使人们认识到尽管危重症医学已为救治危重症做出了贡献, 但也面临着新的挑战。近年来, 随着科学研究水平的提高, 危重症发病机制的研究已有重大突破, 并发现了许多内源性有害介质, 如肿瘤坏死因子、血小板活化因子、白三烯、白介素和  $\beta$ -内啡肽等。晚近提出的“自家摧毁学说”、“全身炎症反应综合征”、“再灌注损伤”、“细胞凋亡”等新理论、新学说将危重症发病机制的研究提高到细胞分子生物学水平。在 ARDS、脓毒血症、多脏器功能不全综合征方面的治疗已取得一定的进展, 但临床治疗还停留在传统的治疗手段上, 较有前途的抗介质治疗如受体拮抗剂和其他炎症反应抑制剂, 目前还未在临床广

泛应用,使 ARDS、脓毒血症、多脏器功能障碍综合征 (multiple organ dysfunction syndrome, MODS) 死亡率持高不下,这些都是 ICU 面临亟须研究的课题。

近年来随着危重症医学研究的深入,人们认识到在危重病人中存在着组织对氧需求和氧供给的不平衡,这种不平衡的发展可伴随组织低氧血症,血乳酸值高,进而发生器官功能障碍导致多脏器功能衰竭,正确地估价氧消耗 ( $VO_2$ ) 和氧供给 ( $DO_2$ ) 对指导危重症抢救和判断预后有着重要意义。

目前人们已经发现生理性氧供依赖与病理性氧供依赖的关系,并认识到生理性氧供依赖在安静基础代谢状态下  $DO_2$  接近  $330\text{ml}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ , 对应的  $VO_2$  稳定在  $85\text{ml}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ , 同时认识到在严重感染、ARDS 和 MODS 时这种关系被打破,  $DO_2$  增加  $VO_2$  也随着增加,氧摄取率不增加,这种不正常关系被称为病理性氧供依赖。它提示可能在感染、创伤、休克、应激和炎性介质释放的同时,存在着组织灌注不足,局部微循环障碍,细胞对氧需求增加,周围组织氧摄取和利用障碍,使氧摄取率下降并产生氧债,这种氧债的持续存在将发生不可逆转的 MODS,以致死亡。临床实践证明提高全身  $DO_2$  及  $VO_2$  可改善细胞氧的摄取和利用功能,纠正组织缺氧,提高生存率。但因对病例选择和测定方法上的不同,  $DO_2$  和  $VO_2$  的波动范围较大,  $DO_2$  与  $VO_2$  的关系也有作者提出不同观点,如何更好地解释这种  $DO_2$  与  $VO_2$  的关系,其临床治疗价值尚待更深入地研究。

医学的发展要求对危重症进行加强治疗,其手段是用现代高科技技术,对危重症进行全面的监护与治疗。在 ICU 呼吸机支持治疗,是 ICU 医护人员的基本功, Thormer 把它称为生命的中心支持,这是因为多脏器功能不全首先受到攻击的靶器官是肺脏,因此呼吸机支持,努力改善肺的通气和氧合能力是逆转病情的关键。肾脏替代疗法是 ICU 的另一特色。危重症伴有肾功能衰竭者,因限制入量影响了药物及营养摄入,治疗尤为棘手,血液滤过 (HF) 和血透 (HD) 是必不可少的辅助治疗措施,在血透基础上发展起来的床旁血液滤过技术,1973 年由 Henderson 首先应用于临床,目前已被 ICU 广泛采用。已发展到血液滤过系列如:连续动-静脉血液滤过 [CAVH],持续静-静脉血液滤过 (CVVH),持续静-静脉血液透析滤过 (CVVHDF),超滤泵辅助 (CAVH-pCAVn) 等新技术。

营养和代谢支持是 ICU 的又一特点。目前人们已经认识到疾病与损伤、营养状态及免疫反应之间存在复杂的关系,创伤、大手术后、感染性休克和脓毒血症,可损害营养状态的宿主防御机制,引起代谢紊乱和营养缺乏。其共同表现为:全身分解代谢包括负氮平衡、高血糖、糖原异生和脂肪分解代谢增加,机体瘦肉组织群氧消耗  $VO_2$ 、 $CO_2$  增加,以及持续的炎症和发热等,如不进行大胆的对因治疗、恢复血液循环及营养支持,持续的高分解代谢状态会导致蛋白质的消耗和营养不良,最终发展成多脏器衰竭和死亡。

系统的监护和加强治疗使一些危重症得到逆转,从而使专科的治疗获得机会。显然,加强治疗不能代替专科治疗,ICU 的发展也不会阻碍专科的进步,相反专科的不断提高,将对 ICU 有新的要求和促进,ICU 的不断完善也为专科提供更多的治疗对象和机会,彼此互补互促存在于医学整体中。

总之,进入 90 年代以来,随着危重症医学和 ICU 等先进学科理论、技术引进中

国，我国 ICU 目前已有了很大的发展，但与西方先进的医疗技术和设施相比，我们还存在很大差距，国外已有治疗干预评分系统（TISS）、急性生理和慢性健康评估系统（APACHE<sub>II-III</sub>）、简化急性生理评分（SAP）、死亡率预测模型（MPM）等，对 ICU 病员的病情、治疗措施和治疗质量进行评估，这将对 ICU 的发展有进一步的指导意义，当代先进的医学技术和理论使 ICU 正面临着新的机遇与挑战。

（刘长文）



# 第一篇 基本知识

## 第一节 ICU 的组建

危重症加强治疗医学与其他学科一样，都是随客观需要在有关学科条件成熟基础上发展起来的。50 年代初，在一些发达国家开始出现初步形式的加强监护病房（ICU），主要由术后麻醉复苏室组成。60 年代北美建立了第一批冠心病监护病房（CCU），CCU 作用的资料证明，冠心病死亡率由 35% 下降到 17%，并发现死亡率的降低主要是由心律失常所致的死亡率减少，这一报告促进了 CCU 的激增。70 年代以 ARDS 的深入研究，促使呼吸机技术的迅速提高，为了提高治疗效果，国外开展组建呼吸衰竭加强治疗病房（RICU）并受到临床重视。80 年代人们更加认识到当疾病发展到危重阶段，均表现为单个或多个脏器系统的功能低下，因此国外近几年趋向由专科 ICU 向综合 ICU 发展，集中使用仪器和人力，将危重症作为一个专业来发展。国家卫生部 1989 年制定的等级医院评定标准中，特别将 ICU 列为评级内容，它无疑将对我国危重症医学和 ICU 发展的有力促进。根据全国危重症会议资料，结合我国实际情况，在 400 张床位以上的医院建立综合 ICU 较为合适，大于 800 张以上的床位医院可适当增加专科 ICU 或专科与综合 ICU 并存。其床位比保持在 100 : 1 或 100 : 1.5 的范围内，要讲究资金的合理使用和提高医疗质量，以最大限度地发挥 ICU 的效益，防止出现使用一流设备，进行二流、三流的工作，使 ICU 内高新的仪器设备不能充分发挥作用，造成资源浪费，同时也要防止不顾资金、技术条件和病员来源的情况一拥而上，争相成立 ICU 的局面。

## 第二节 ICU 的性质和任务

综合 ICU 是全院危重症集中加强治疗的科室，它不同于分别隶属于各学科、各专业的危重病人抢救，也不同于为抢救而临时组成的抢救组，在这里应集中设置医院最先进的监测和治疗设备，由有一定脏器支持经验的医师和经过专门培训的护士，对危重症患者进行全面的脏器支持和监测，以力求及时、有力地阻断危重症进展，因此它不同于某个脏器的单一支持治疗，它需要临床医师在原有的专科知识基础上，更加重视专科以外的脏器及全身处理，综合治疗。当危重症患者病情相对稳定后应及时转出 ICU，为原发病提供进一步治疗的机会，因此综合 ICU 又是一个阶段性的治疗。

综合 ICU 应接受由急诊科和院内有关科室或专科 ICU 转来的危重病人，在综合 ICU 接受全面脏器支持和监测治疗，病情稳定后再转回原科室，因此综合 ICU 以危重

症监护病房为工作场所，不担负急救医疗的任务（如现场急救、运送病人等）。

综合 ICU 的性质决定了这一专业新的要求。80 年代以来，部分国家已试行对重症治疗主治医师进行多学科培训，他们除接受过三年普通内科和有关重症的监护、治疗知识外，还需经麻醉科、心脏科、呼吸及耳鼻喉科等多学科培训，同时还需具备外科病人的内科管理知识等。综合 ICU 的护士筛选也十分严格，在欧洲，英国护士从专科毕业后再进行 6~12 个月 ICU 专业培训，瑞典为一年，奥地利是 9 个月，丹麦一年半。目前我国尚未有 ICU 医师、护士培训中心，这与国际危重症医学的发展有很大差距。

ICU 的任务则是运用危重症医学理论，采纳一切最先进的手段，中断疾病的发展，维护全身器官的正常功能和内环境的稳定，从而争取尽可能提高存活率和生存质量。因此，在医学高度专业化发展的今天，ICU 势必成为独立于传统专科之外的一个新的专业科室，如手术必然要在手术室进行一样，各专科的危重病人亦将顺理成章地进入 ICU，渡过其最危险的阶段。

ICU 的收治对象来自各临床科室的危重病人，即呼吸、循环等重要脏器和代谢有严重功能不全或可能发生急性功能衰竭，随时可能有生命危险的病人。在 ICU 收治病人的选择上明确以下两点：①病人是否有危重症存在或有潜在的危重症或严重的生理紊乱。②疾病的严重程度和严重生理紊乱经积极处理后是否有获得成功的可能。因此，ICU 收治病人应有适应证和非适应证。

适应证：

1. 各种术后危重症（尤其是有严重合并症者）
2. 必须作呼吸支持的病人
3. CPR
4. 心力衰竭，各种原因的低排综合征或有严重心律失常的病人
5. 脑衰竭
6. MODS
7. 胃、肠衰竭
8. 严重代谢障碍
9. 急性肾功能衰竭
10. 脏器移植病人
11. 急性药物中毒
12. 急性心肌梗死
13. 严重酸碱、水、电解质失衡等内环境紊乱
14. 多发伤、复合伤的收治
15. 其他经短期强化治疗可望逆转的急性衰竭病人

非适应证：

1. 脑死亡病人
2. 急性传染病
3. 无急性症状的慢性疾病、无望或因某种原因放弃治疗的患者
4. 恶性肿瘤晚期

### 5. 老龄自然死亡过程

总之，凡生命器官受损则应收入 ICU 监护救治。其收治范围尚应结合医院实际情况来确定。

## 第三节 ICU 的位置与布局

综合 ICU 是全院抢救危重症的中心，应设置在医院内最适中的位置，要特别适应于各专科危重病人的转入与转出，根据我们临床经验该位置应与手术室、检验科、急诊科、脑外科等科室相距最近，以利及时转送病人。

ICU 的合理布局应保证能最大限度满足临床抢救需要，最好有一个相对封闭的工作小区，成为一个独立的医护单元。ICU 的病床数一般取决于医院总床位数，一般来说约占总床位的 1%~1.5%，一个病区设置 4~8 张较为合理，每张床应占有最低限度的足够面积，以便放置呼吸机、监护仪、除颤仪以及其他临时抢救设备。此外尚需要有足够的空间，有利于抢救人员活动。

病床最好带有可控制高低的床头，以利在紧急救治时不需要过多搬动病人。床尾及两侧床体有床档保护，以防昏迷、躁动病人发生意外。床腿应有可移动式角轮，以便在调整病人时不需要反复搬动病人，这在 ICU 往往是经常性的工作。各床单元均应安置中心供氧输出口、负压吸引接口、压缩空气接口及足够的多头电源插座，床头上方墙壁应安装支架，以便放置床头监护仪。床位上方天花板设 U 形滑轨，供悬吊输液瓶用。整个危重病区应设置空气层流装置，或各病房入口安装层流装置，使泵入的新鲜空气压力略大于大气压 0.3~0.5mmHg (0.0399~0.0655kPa)，保证空气的单向流动，以达到空气净化和消毒作用。

护士站的设置应能满足从中心站就可以观察到所有床位的要求。护士站周围应有充分的面积，以便运送病人及各种设备和仪器。工作人员与病人通道和病人家属探视通道均应分开，以防交叉感染。其次，在房间布局方面，敞开式的病房较单间病房具有投入少、便于观察以及工作人员、设备能快速流动等优点，缺点是增加交叉感染的机会。因此，在敞开式病房内，每张病床占地面积应在 15~20m<sup>2</sup>，保证有足够的空间做到相对隔离。单间病房则需要 20~30m<sup>2</sup>。

无菌技术在 ICU 内相当重要。ICU 内的感染主要来源是工作人员的手和漂浮在空中的粉尘，因此，工作人员在与病人接触时，尤其在行有创操作前要洗手。在隔离或保护性隔离区内，一般不允许一个护士同时处理 2 个病人。必需处理时，交换操作前要认真洗手。工作人员不准佩带各种饰物，着装应整齐，尤其应用帽子把头发全部包埋。严禁将任何与加强治疗无关的物品带入病房，并谢绝家属探视。

ICU 的隔离措施极为重要，因绝大多数病人病情危重，免疫功能低下，易于感染，还有一部分病人本身就属于感染性疾病，在 ICU 中设置隔离病区单元十分重要。为了处理好隔离病人应有单间隔离床，其面向中央台的墙壁最好选用玻璃间隔，以便医护人员能直接观察到病人。

新建病区的整体可为长方形、正方形或是圆形。大病室中床位不宜过多，一般 3~4 张，中间以布帘相隔，便于监护而且占地面积少。如能建成活动隔墙，需要时推开隔

板，而将单间病房变成大病房，可减少病人之间干扰，又易防止交叉感染。

整个病区面积的40%可作为辅助病区，如床边血液滤过室、全胃肠外营养液配制室、导管室、呼吸机治疗准备室及库房、医生办公室和护士值班室等。

## 第四节 ICU的主要设备

现代高科技的发展不断推出各种先进的监测技术，也不断更新对生命进行功能支持的手段，为ICU的存在与发展提供了必要的条件，因此ICU需要配备各种监测和治疗设备。由于这些设备的投资相当可观，各医院应根据自己的治疗对象和条件谨慎而准确地选择。基本必需的设备为：呼吸机、心电监测仪和除颤仪。利用这些仪器即可开展初期的生命监测和支持。随着工作的开展，还可增添其他必要的仪器。

1 呼吸机 呼吸机是ICU必备的设备之一，并且最好是能提供各种呼吸模式和监测功能为一体的多功能呼吸机。呼吸机主要用于呼吸功能不全的治疗。其主要功能是维持通气，改善气体交换，从而保证组织氧供和二氧化碳排出，同时可以减少呼吸肌做功。在ICU应用呼吸机时必须考虑两个主要问题：一是病人自主呼吸的目前情况，需要让呼吸机完成哪方面的不足。若自主呼吸完全停止，毫无疑问需要呼吸机完成替代；若尚有自主呼吸，则需要呼吸机辅助自主呼吸；若肺泡气体交换障碍，需用呼吸机提高功能残气量。二是呼吸机本身的功能是否满足病人的需要，怎样调节呼吸机才能保证既解决病人的通气不足，又能减少对病人的生理干扰，这些都涉及呼吸机的通气方式问题。

目前临床使用的呼吸机种类较多，电子计算机的开发、利用，使呼吸机工作性能趋于完善。尽管许多呼吸机的设计、结构和操作方法各有特点，但它们基本都能作到：产生呼吸驱动力；调节呼、吸气时间和平台，完成吸气和呼气之间的切换；调节吸入气体的流速、压力和容量；变换通气方式和混合氧浓度。另外，还具备报警、监测、记录系统以及加温、加湿和压力安全装置。随着机械通气治疗技术的发展，各种监测手段也更加完善，渐趋于复杂化，能否进行必要、适当的监测，也是决定呼吸机治疗成功的条件之一。一般来说，功能越完备（具有多种通气方式），监测项目越齐全，临床治疗效果越好。

2 心电监测仪 床旁监护仪是实施对危重病人进行循环、心电监测的主要仪器。较简单的监护仪备有心电、心律和无创血压监测功能，能进行心律失常诊断和S-T分析。ICU内的危重病人，几乎不同程度地存在循环、呼吸紊乱，因此，功能较完备的监护仪还应具有脉搏血氧饱和度（ $SpO_2\%$ ）和体温监测。对一些极危重病人一般还应具备心排量监测功能，并能计算血流动力学参数。由于新的监测项目不断出现，目前较高级的监护仪还可满足呼出气二氧化碳和呼吸力学监测，已超出心电监测的范围。较多的监测仪为做到一机多用和满足发展的需要，多采用插件式，具有很强的拓展功能。在这种改进下，其他一些监测，如B超和脑电图显示可以通过专门的插件整合到监护仪中来，并可通过联网，传送和接收各种参数。因此，新的监护仪已不仅仅只针对循环系统，而且可处理各种临床信息。

3 除颤仪 室性心动过速及心室纤颤是危及生命的最严重的心律失常，一旦发生

应紧急处理。在 ICU 大多数病人存在着内环境紊乱、血流动力学不稳定,极易发生心律失常。直流电击是最有效的治疗方法。其理论基础为除颤器电击时,持续折返引起的心律失常可由一次短暂的电击而消除,这种电击是使心脏在瞬间去极化,并均匀一致地进行复极,从而消除异常的折返环。窦房结在心脏内自律性最高,然后由窦房结或房室结发出冲动,从而恢复有规律的、协调一致的收缩。所以除颤可以纠正致命性的心律失常,即室性心动过速或室颤。但是,窦房结自律性低下的病人,例如有病态窦房结综合征者,因为窦房结对整个心脏传导系统不能起支配作用,易发生心脏停搏。故目前较先进的除颤仪已具备体外起搏功能。

目前常用的直流电心脏除颤器,由心电图示波仪、记录仪、胸内外除颤器、体外起搏功能以及同步触发电极和电源等部件组成。对除颤器的基本要求是:①同步转复性能良好,可在机内和人体释放电,脉冲电流应落在心电图 R 波的下降支上,因为 R 波下降支到 T 波开始为绝对不应期,对病人较安全,如落在 T 波顶峰前 20~30ms 以内的易损期上,即心室相对不应期,则电击后可能发生心室颤动。②能将 50Hz 的交流电转变为 4~7kV 的高压直流电贮存在 16~32UF 的大电容中,在 2~4ms 以内向心脏放电,电功率可达 360~400J。③非同步除颤可在任何时间放电,终止室颤。室性心动过速及心室纤颤直流电击是最有效的治疗方法,但电击时应考虑到心肌缺血的严重程度、酸碱及电解质状态、心脏大小、体重以及局部电阻等。此外药物的影响也不容忽视,如利多卡因和奎尼丁虽对除颤效果无显著影响,但可使除颤阈值升高;溴苄胺可降低除颤阈,通过交感神经阻滞可影响血流动力学的稳定,故应用这些药物时应权衡利弊。

除颤仪目前都较多采用颜色编号提示的三部法操作,部分还有血氧饱和度及呼气末二氧化碳监测和 12 导联心电图分析系统,临床使用十分方便。

4 床边血液滤过仪 床边血液滤过是血液净化的一门新技术,是血液透析的进一步发展。1955 年 Alwall 应用单纯超滤治疗水肿病人,移除过多的水和钠。作为晚期肾功能衰竭病人的替代治疗,1967 年由 Bluemle 提出,1973 年 Henderson 首次应用于临床。1977 年在赫尔辛基召开的欧洲透析移植学会(EDTA)第十四届大会上,受到广泛重视。近年来部分学者发现血液滤过可清除部分细胞因子,其中炎症性细胞因子(TNF $\alpha$ 、IL-1、IL-2、IL-8 等)在全身炎症反应综合征和多器官功能障碍综合征形成中起核心作用。临床初步研究认为血液滤过对脓毒血症、多器官功能障碍和重症胰腺炎可改善病情。目前血液滤过技术已被 ICU 广泛地采用。血滤器的基本结构和透析器相似,有平板型和空心纤维型。滤过膜是用高分子聚合材料制成的非对称膜,即由微孔基础所支持的超薄膜。膜上各孔径大小和长度都相等,中、小分子的溶质清除率相差不大。经过近 20 年的临床实践证实,血液滤过在控制顽固性高血压、纠正心功能不全、清除过多的液体、治疗期间副反应(如低血压和肌肉痉挛)少、心血管状态稳定性和中分子物质清除等方面均优于血透。目前认为血液滤过是一种安全、有效的肾替代疗法。

滤过膜应具备以下特点:①由无毒、无致热源、具有与血液生物相容性好的材料制成;②截留分子量明确,使代谢产物(包括中分子物质)顺利通过,而大分子物质如蛋白质等仍留在血液内;③高通透性和高滤过率;④不易粘合蛋白,以避免形成覆盖膜影

响滤过率；⑤物理性能高度稳定，能耐受压力。

血滤机主要是由血泵、负压泵和输液泵组成。机器上有肝素泵、空气探测器、漏血探测器和各种压力监护器。本方法的最大优点为：①用置换液替代透析液，不要水处理系统；②不要专业人员并可在床边完成全部操作；③适合用呼吸机支持的急性肾脏衰竭的病人。

5 Swan-Ganz 导管 肺动脉导管常用的为 Swan-Ganz 球囊漂浮导管。这类导管由 PVC 制成，顶端有一个可充气的气囊。充气后（1.0~1.5ml）能顺血流携带导管通过右心房、右心室进入肺动脉。根据临床不同需要，可选用 2~5 腔导管。通常使用较多的是 4 腔导管。2 腔导管的一个管腔开口于远端，用于监测肺动脉压及肺动脉楔压；3 腔导管的第 3 个腔开口于近端，位于右房内，可测量右房压；4 腔导管的第 4 个腔实为与远端热敏电阻相连接的导线；5 腔导管的第 5 个腔亦开口于右房，用于测定心输出量的同时，进行输液或给药。通过压力传感器可很方便地测量右室压（RVP）、肺动脉收缩压（PASP）、肺动脉压（PAP）及肺毛细血管楔压（pulmonary arterial wedge pressure, PAWP）。当肺与二尖瓣无病变时，PAWP 与左房压（LAP）、左室舒张期末压（LVEDP）相近似。因此，监测 PAWP，可准确反映左心室前负荷和右心室后负荷，以估价左、右心室功能。通过近端开口注射 0~4℃ 生理盐水，可测定心排血量（cardiac output, CO），并计算每搏量（SV）、每搏指数（SI）、心脏指数（CI），此法称之为温度稀释法或热稀释法。从 CO、平均动脉压（MAP）和 PAP 等可计算体循环血管阻力（SVR）和肺循环血管阻力（PVR）。80 年代初，在 Swan-Ganz 导管中加入光纤导管，制成光纤肺动脉导管（opticath），能持续监测混合静脉血氧饱和度（ $SvO_2\%$ ），并计算氧运输（即氧供， $DO_2$ ）和其氧耗（ $VO_2$ ），故通过 Swan-Ganz 不仅可反映循环变化，同时能监测呼吸功能，更深刻和全面地反映循环状态，从而进一步完善循环监测。

6 无创脉搏血氧饱和度（ $SpO_2\%$ ）测量仪 脉搏血氧饱和度仪由于能无创连续经皮监测血氧饱和度，因而广泛应用于各专科病人的监护，尤在 ICU 中被看作是病人必备的常规监测手段之一。其主要根据血红蛋白的光吸收特性，依据光电比色原理，利用不同组织吸收光线的波长差异设计而成。血红蛋白和还原血红蛋白的分子可吸收不同波长的光线，血红蛋白吸收可见红光（波长 660nm），还原血红蛋白吸收红外线（波长 940nm），用可以穿透血液的红光（660nm）和红外光（940nm）照射组织，并以发光二极管接收照射后的光线，传到分光光度计探头，通过微机处理后将光强度数据换算成氧饱和度百分比值，起到间接测定血氧分压作用。为了排除动脉血以外其他组织，如骨骼、脂肪、静脉血的影响，只取有搏动的信号。

脉搏血氧饱和度仪使用十分方便，使用者无需特殊训练。仪器不需定标，可随时使用，只要将不同规格和形状的传感器，固定在毛细血管搏动部位（如指、趾端甲床）开机数秒钟即可数字显示脉率及  $SpO_2$ 。 $SpO_2$  可用波形及数字显示。

脉搏血氧饱和度仪可灵敏地反映  $PaO_2$  的变化，特别当缺氧时， $PaO_2$  在 7.98kPa（60mmHg）以下，此时氧离曲线在陡直部  $SpO_2$  急剧下降，比  $PaO_2$  的下降更为灵敏。由于氧离曲线的影响，脉搏血氧饱和度仪对高氧分压的测量时灵敏度下降，故不适合氧中毒的监测。脉搏血氧饱和度与  $PaO_2$  的对应关系为：