

“十二五”国家重点图书

瓦斯爆炸伤害学

白俊清 李树峰 主编



北京大学医学出版社

中国政法大学图书馆



犯罪被害人学

中国政法大学图书馆



“十二五”国家重点图书

瓦斯爆炸伤害学

主 编 白俊清 李树峰

副主编 张 柳 程 光

申立勇 田树文

主 审 李世波 程爱国

北京大学医学出版社

WASI BAOZHA SHANGHAIXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

瓦斯爆炸伤害学/白俊清, 李树峰主编. —北京:
北京大学医学出版社, 2011. 6
ISBN 978-7-5659-0160-7

I. ①瓦… II. ①白… ②李… III. ①瓦斯爆炸—爆
炸伤—研究 IV. ①R826. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 061200 号

瓦斯爆炸伤害学

主 编: 白俊清 李树峰

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

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

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京画中画印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 韩忠刚 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 23.5 字数: 699 千字

版 次: 2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷 印数: 1—2500 册

书 号: ISBN 978-7-5659-0160-7

定 价: 175.00 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)

序

2009年2月22日山西焦煤集团屯兰煤矿发生的瓦斯爆炸事故，据统计井下当班工人436人，有362人安全升井获救，井下遇难61人，送医院途中死亡13人，住院治疗114人（危重伤员5人）。由此说明两个问题：一是并不是每起瓦斯爆炸事故死亡率都惊人地高；二是应当加强现场救治和运送途中的高级生命支持。从“以人为本首先要以人的生命为本，科学发展首先要安全发展，和谐社会首先要关爱生命”的宗旨出发，只要有1%的希望，我们也要倾力相救。由河北联合大学、山西晋城煤业集团总医院编写的《瓦斯爆炸伤害学》就为“人的生命高于一切”的瓦斯爆炸事故后的医疗救治提出了具有划时代意义的指导价值。

《瓦斯爆炸伤害学》以他们独特的思维方式和理念，在总结对比1989—1998年和1999—2009年前后10年我国瓦斯爆炸伤害救治经验的基础上，提出了我国瓦斯爆炸伤害救治的先进经验和存在的问题，从而指出了今后发展的方向。它的实用性就在于我国安全生产应急救援体系的建立、矿山医疗救护体系与规范以及各部位伤的诊断和治疗；它的先进性就在于站在现代医学的高度去认识创伤免疫学、肠道屏障功能与伤后感染及其预后的关系；它的独特性就在于对煤矿仅有的自压伤与自压伤综合征、瓦斯爆炸伤后的心理干预与治疗、瓦斯爆炸伤后免疫抑制的论述。更可喜的是，随着我国经济状况的好转，近几年开展了瓦斯爆炸伤害后的基础研究，为深入研究瓦斯爆炸伤害的病理生理学、分子生物学、救治学、康复学等提供了一个平台。希望今后能在世界上独树一帜，为人类造福。

每一起重大瓦斯爆炸事故都会给人民生命财产造成巨大损失，在社会上产生恶劣影响，我们的心情自然也十分沉痛。安全生产是当前影响社会和谐突出矛盾和人民群众最关心、最直接、最现实的问题之一。以人为本首先要以人的生命为本，科学发展首先要安全发展，和谐社会首先要关爱生命。希望这本书能够成为煤矿应急救援培训的教材，成为制定全国瓦斯爆炸伤害救治指南的基础。

中国预防医学会煤炭系统分会主任委员
河北联合大学校长

袁聚祥
2011年3月于唐山

前 言

我国的煤矿均为瓦斯矿井，而且44%属于高瓦斯矿井。因此，瓦斯爆炸一直是中国煤矿安全生产的“第一杀手”，煤矿瓦斯爆炸所造成的伤亡当属煤矿创伤中的首位。据来自于新华社、媒体网公布的数字统计，2005年在115起重大的矿难中，伤亡人数共1911人，其中死亡1695人，受伤者216人。其中52起是煤矿瓦斯爆炸事故，死亡人数937人，受伤者为88人，死亡率达到了91%。2008年120起矿难事故死亡数为716人，其中因瓦斯爆炸、瓦斯突出、窒息、CO中毒死亡数为659人，占91.04%。2009年煤矿重大瓦斯爆炸事故所占比例高于80%，而且最大的特点是由小矿向国有大矿挺进，4起特别重大煤矿事故，其中3起发生在国有大型煤矿。就是送达到医院得到救治的伤员，也有10%左右的死亡率。据专家预测，随着煤矿开采深度的不断增加，机械化程度的不断提高，开采强度的不断增强，矿井内涌出的瓦斯量还会进一步增大，瓦斯灾难会越来越成为煤矿灾害防治的重点和难点。

近10年来，我国瓦斯爆炸伤害的救治工作取得了长足的进步，主要表现在：确立了煤矿瓦斯爆炸伤害应急救援体系与程序，明确和提高了对煤矿瓦斯爆炸造成主要危害的认识，对瓦斯爆炸伤害概念、吸入性损伤、有害气体中毒、创伤急救“黄金一小时”和链式救治质量、煤矿瓦斯爆炸烧伤感染以及心理精神障碍干预与治疗都有了新的认识，还开展了瓦斯爆炸伤害的基础性研究、将高质量的辅助检查应用于临床诊治等。但是依然存在着诸多问题，主要是缺少一本指导性的专著，从而导致：①造成概念、救治方法不统一，救治水平不平衡，救治效果差异极大；②现场处理不规范、入院不及时、丧失了救治“黄金时间”；③由于伤情评分没有得到统一和规范，以致造成对群体伤员现场伤情辨别有误差，甚至轻重颠倒，延误急救与治疗；④对煤矿工人、救护人员、医护人员培训质量不规范，致使对出井后的伤员处理不当，有的用压力较高的水管冲洗，导致二次损伤；⑤煤矿瓦斯爆炸伤害造成全身脏器损害的序贯性不十分肯定，致使救治过程中重点先后顺序不明确，延误确切治疗；⑥对于瓦斯爆炸伤害的临床特点认识不够全面，往往只重视烧伤、休克和其他复合伤，而忽略了具有瓦斯爆炸伤害特点的呼吸道损伤、自体挤压伤或自体挤压性挤压综合征的早期发现与治疗，致使病情延误，或遗留重残，或导致死亡；⑦对伤者的创伤后心理应激反应重视不够，以致治疗期延迟，甚至导致创伤后精神障碍或精神分裂症。

因此，如何使我国瓦斯爆炸伤的救治整体提高到一个新水平？仍然是我们的长期而艰巨的任务。为了提高我国瓦斯爆炸伤害医疗救治的整体水平，在全国煤矿医疗卫生机构普

及现代救治知识，在总结近 10 年的进展、救治过程中存在的问题和明确今后发展方向的基础上，有必要编写一本当今世界上尚未问世的《瓦斯爆炸伤害学》的专著。

本书共二十三章，内容丰富，图文并茂、文字简练、易解易懂、实用性强。论述了我国煤矿瓦斯爆炸伤的特点、现场救治程序、现代救治方法，突出了我国煤矿瓦斯爆炸伤害救援体系、特有的呼吸性损伤、自体挤压伤与自体挤压伤综合征、瓦斯爆炸伤害的心理干预与治疗等这些都是一般创伤学所没有的。本书既包括有现代理论、又有实际病例介绍，既有线条图解、又有实际病例照片。对于指导全国矿山医院医务工作者从事瓦斯爆炸伤害救治有重要的意义。也可以作为相关定点医院参考书推广。

本书一个最大的特点是并不拘泥于“学”的限制，有很大篇幅内容是现实经验的总结，还以“创造性思维”方式综述了关于创伤免疫、肠道屏障、瓦斯爆炸伤害的实验性研究，目的在于启发从事瓦斯爆炸伤害的医护工作者不是着力寻找陈旧的知识，也不是去重踏别人走过的老路，而是把注意力引向发现新的事物、新的规律、新的理论、新的观点，促进人们向更高、更新、更复杂而广阔的方向开拓前进。期望能够在下次再版时变为“转化医学”的结晶。

编写此著作的基础是全国煤炭系统各医院的丰富经验和资料，也参考了诸多的论著，有些图片也都是引自于诸多医护人员的论著，尤其是瓦斯爆炸伤害的基础研究，主要引自于任文杰教授等的成果，在此表示诚挚地谢意！

在编写过程中得到了王正国院士、岳茂兴教授、周志道教授等的大力支持和指导，在此表示衷心地感谢！由于是第一次编撰本书，尽管几易其稿，问题在所难免，甚至有分歧意见，敬请同道们斧正。

白俊清
李树峰

内容提要

本书共分二十三章，概述了我国瓦斯爆炸的原因及其防治措施，论述了我国煤矿瓦斯爆炸伤的特点、现场救治程序、现代救治方法，突出了我国煤矿瓦斯爆炸伤害救援体系、特有的呼吸性损伤、自体挤压伤与自体挤压伤综合征、有害气体中毒、免疫力低下、以呼吸衰竭为首发的序贯性脏器功能损伤与衰竭、瓦斯爆炸伤害的心理干预与治疗等，这些都是创伤学所很少涉及的内容。其中第十章瓦斯爆炸性烧伤的救治中突出了“烧伤休克的迁延性复苏”的救治方法；第十五章瓦斯爆炸伤害合并胸部损伤的救治中突出了“肺爆震伤、吸入性损伤、有害气体中毒”的救治方法；第十七章瓦斯爆炸伤害后挤压综合征救治中突出了“自体挤压伤和自体挤压伤综合征”的救治方法；第二十一章煤矿瓦斯爆炸伤害的影像学诊断中描述了煤矿爆炸伤害后肺、脑、脊柱、腹部、挤压伤的特征性表现；第二十二章描述了具有特点的煤矿瓦斯爆炸伤害者的心理应激障碍及其预防和治疗措施；第二十三章综述了几年来煤矿瓦斯爆炸伤害的动物模型复制、基础研究及其今后研究的方向。

本书既包括有现代理论、又有实际病例介绍，既有线条图解、又有实际病例照片。本书内容较丰富，图文并茂、文字简练、易解易懂、实用性强，对于指导全国矿山医院医务工作者从事瓦斯爆炸伤害救治具有重要的意义，也可以作为相关定点医院参考书推广。在本书的最后还附注了英中、中英文对照一览表，以备查阅和参考。

目 录

第一章 损伤概论	1	第一节 现场与院前急救	140
第一节 概述	1	第二节 入院后早期处理	140
第二节 开放性损伤的处理	6	第三节 抗休克治疗	141
第三节 战伤的处理	8	第四节 烧伤的延迟复苏	145
第四节 创伤病	9	第五节 吸入性损伤	146
第二章 我国煤矿瓦斯爆炸的原因及防治措施	21	第六节 烧伤创面的治疗	150
第三章 我国瓦斯爆炸伤害医疗救治的现状与思考	29	第七节 深度烧伤焦痂的处理	155
第四章 瓦斯爆炸伤害的特点及诊断性概念	36	第十一章 瓦斯爆炸有害气体中毒	163
第五章 我国安全生产应急救援体系的建立	45	第一节 甲烷 (CH ₄) 中毒	163
第一节 生产安全事故应急救援的理论基础	45	第二节 一氧化碳 (CO) 中毒	164
第二节 矿山应急救援	51	第三节 硫化氢 (H ₂ S) 中毒	167
第六章 矿山医疗救护体系与规范	60	第四节 氮氧化物中毒	170
第一节 灾害医学救援的分级救治和后送体系	60	第五节 二氧化硫 (SO ₂) 中毒	174
第二节 矿山医疗救护体系特点	62	第六节 氨中毒	177
第三节 国有煤炭企业 (集团) 三级工伤急救体系建设	65	第十二章 瓦斯爆炸伤害合并骨折的救治	181
第四节 人员教育与培训	76	第一节 现场救治原则与技术	181
第五节 演练与检查	79	第二节 创伤控制性治疗	193
第七章 瓦斯爆炸现场高级生命支持技术	82	第三节 外固定架技术与微创技术	206
第八章 瓦斯爆炸伤害者的 ICU 内管理与治疗	103	第十三章 瓦斯爆炸伤害合并颅脑外伤的救治	213
第九章 创伤-失液性休克	121	第十四章 瓦斯爆炸伤害合并胸部外伤的救治	217
第一节 概述	121	第十五章 瓦斯爆炸伤害合并腹部外伤的救治	226
第二节 发病原因	122	第一节 肝损伤	226
第三节 发病机制	123	第二节 脾损伤	228
第四节 休克时机体的代谢和功能变化	132	第三节 胰腺损伤	230
第五节 临床表现	134	第四节 胃损伤	231
第六节 诊断	135	第五节 十二指肠损伤	232
第七节 休克的救治原则	135	第六节 小肠损伤	234
第十章 瓦斯爆炸性烧伤的救治	140	第七节 结肠损伤	237
		第八节 直肠肛管损伤	238
		第十六章 瓦斯爆炸伤害性泌尿系损伤	241
		第十七章 瓦斯爆炸伤害后挤压综合征与急性肾损伤	246
		第一节 挤压综合征与急性肾损伤	246

第二节	自体挤压伤与自体挤压综合征 ...	254	第五节	挤压综合征	320
第十八章	高压氧在瓦斯爆炸伤害救治中的应用	258	第二十二章	瓦斯爆炸伤害后的心理干预与 治疗	323
第十九章	创伤免疫与感染	265	第一节	创伤后应激障碍	323
第一节	抗感染免疫基础	265	第二节	瓦斯爆炸伤害后应激障碍	325
第二节	创伤后感染与免疫的相关性	276	第三节	瓦斯爆炸伤害后应激障碍的预防	326
第二十章	创伤后肠道黏膜损伤的发生机制 及其保护	283	第四节	瓦斯爆炸伤害后应激障碍的治疗	327
第一节	肠道组织结构的特点与屏障功能	283	第二十三章	瓦斯爆炸伤害的基础性研究 ...	331
第二节	肠黏膜损伤的原因与内毒素、细菌 移位	291	第一节	动物模型的建立	331
第三节	肠黏膜的保护	294	第二节	肺、心、脑脏器病理学特征及其 分子生物学机制	333
第二十一章	煤矿瓦斯爆炸伤害的影像学诊断	298	第三节	基础研究方向思考	338
第一节	肺部影像学诊断	298	附录 1	国家突发公共事件总体应急预案 ...	341
第二节	脑部影像学诊断	305	附录 2	国务院关于全面加强应急管理工作 的意见	346
第三节	脊柱影像学诊断	316	附录 3	矿山事故灾难应急预案	351
第四节	腹部脏器损伤影像学诊断	319	后记		360

第一章 损伤概论

第一节 概 述

一、损伤的定义

损伤 (injury) 是一个通称名词, 它是指人体受各种致伤因子作用后发生组织结构的破坏和功能的障碍。其中因不同致伤因素而分为创伤、战伤、烧伤、电击伤、化学性损伤、生物性损伤等。

二、致伤因素

1. 由机械因素所致的损伤称之为创伤 (或称外伤) (trauma), 如锐器切割、钝器打击、重力挤压、火器射击等。
2. 由物理因素所致的损伤各分别有称谓, 如高温、低温、电流、放射线、激光等所造成相应的烧伤 (burn)、冻伤 (frostbite)、电击伤 (electrical injury)、放射伤 (radiation damage) 等。
3. 在战争条件下所发生的损伤通称为战伤 (war wounds)。
4. 化学因素如强酸、强碱所致的损伤为化学性烧伤 (chemistry injury)。
5. 生物因素所致的损伤为生物性损伤 (biological injury)。如咬伤或螫伤, 可带入毒素或病原微生物致病。

三、创伤分类与评分

(一) 创伤分类

1. 按伤口是否开放分类 以体表结构的完整性是否受到破坏, 可将创伤分为开放性和闭合性两大类。开放性创伤 (open injury) 的伤口或创面易受到污染。而闭合性创伤 (closed injury) 无伤口和外界相通, 损伤局部污染少见。但闭合性腹部伤时, 肠破裂可能发生严重的腹腔污染。
2. 按致伤部位、组织器官分类 如分为颅脑伤、胸部伤、腹部伤、肢体伤等。诊治中可进一步按组织器官区分, 如心脏挫伤、软组织损伤、肠破裂等。
3. 按致伤原因分类 如刀剑等冷兵器所致的刃器伤 (bayonet injury); 枪弹、弹片等投射物所致的火器伤; 冲击波所致的冲击伤; 锐器所致切割伤、刺伤; 钝性暴力作用组织发生挤压伤 (crush injury) 机动车辆撞击所致的交通事故伤等。
4. 按伤情轻重分类 依据对组织器官损伤程度及其对全身的影响划分轻、中、重。轻度伤无内脏伤, 仅体表轻微擦伤和挫伤或小的开放性软组织伤。重度伤多为重要脏器和部位的严重损伤, 呼吸、循环、意识等重要生理功能发生障碍, 伤员有生命危险。

(二) 创伤评分

对创伤伤员生理和 (或) 解剖参数进行数学计算, 通过定量评分显示伤情的方法为创伤评分。创伤评分又可分为院前评分和院内评分。院前评分系指从受伤现场至医院确定性诊断、治疗这段时间内, 对创伤伤员主要采用呼吸、脉搏、血压和意识等生理参数评分, 择重优先急救、快速转运。常用的有院前指数 (prehospital index, PHI)、创伤指数 (trauma index, TI)、Glasgow 昏迷分级 (Glasgow coma

scale)、CRAMS 分级标准 (circulation, respiration, abdomen, motor, speech Scale) 等。院内评分是指伤员到达医院后, 主要依据损伤的解剖学特征对伤员严重程度定级, 从量化角度对伤员预后进行预测。常用的有简明损伤定级 (abbreviated injury scale, AIS), 损伤严重程度评分 (injury severity score, ISS) 等。

四、创伤后机体反应

创伤后机体会发生局部和全身反应。局部损伤表现为炎症反应和细胞增殖, 全身反应包括神经内分泌、细胞因子和炎症介质、代谢和器官功能变化。创伤后机体局部和全身反应与创伤严重程度有关, 本质上是机体动员自身能力, 尽可能保存生命和恢复结构功能完整性的自限性过程, 然而较重创伤引起的急剧反应常可能损害机体自身, 如目前认为创伤后过度炎症反应是导致多器官功能障碍综合征的重要原因, 因此需要在治疗时加以调整。

(一) 局部反应

组织损伤后, 破损小血管通过神经轴突反射立即收缩, 血小板在受损血管局部黏附、聚集, 凝血系统活化生成的纤维蛋白与血小板、其他血细胞组成栓子阻塞伤口以止血。随后收缩的小血管扩张, 毛细血管壁通透性增加, 血浆蛋白渗出至组织间隙, 从而发生肿胀。中性粒细胞是最先进入伤口吞噬细菌的炎性细胞, 继而由单核细胞代替, 后者在纤维结合蛋白和细胞因子的作用下分化为巨噬细胞, 以吞噬和消化细菌、组织碎片和衰老的中性粒细胞, 释放大量的生长因子和细胞因子, 趋化炎性细胞在伤口聚集, 刺激内皮细胞、成纤维细胞迁移、增殖。损伤局部可出现红、肿、热、痛、功能障碍。伤员也可出现发热、循环血白细胞增多等全身症状。

损伤组织的炎症反应取决于局部的炎症介质和细胞因子代谢。损伤组织以及侵入细菌的毒素可激活凝血、补体和激肽系统, 释放补体碎片 (C3a、C5a)、缓激肽等, 活化血小板, 组织细胞以及趋化至损伤组织的中性粒细胞、巨噬细胞, 释放组胺、5-羟色胺、花生四烯酸代谢产物、血小板激活因子、氧自由基、肿瘤坏死因子、白介素等, 从而引起炎症反应的病理变化。

创伤炎症反应是机体对创伤的自限过程, 浸润伤口的免疫细胞可吞噬细菌和清除失活组织, 局部渗出物能稀释存在于局部的毒素与有害因子, 血浆抗体能中和毒素, 激活的巨噬细胞释放生长因子与细胞因子调控炎症反应与伤口愈合。例如, 在创伤救治中如果使用大量肾上腺皮质激素过度抑制炎症反应, 则会使伤口愈合延迟并易发生感染。

(二) 全身反应

1. 神经、内分泌反应

创伤时, 疼痛、失血、缺氧可通过神经通路和多种感受器 (压力、容量、化学) 传导至中枢神经系统, 兴奋交感神经-肾上腺髓质、下丘脑-垂体系统。伤后交感神经兴奋, 其轴突释放去甲肾上腺素进入血液循环, 同时交感神经促使肾上腺髓质释放儿茶酚胺 (肾上腺素、去甲肾上腺素), 与组织器官 α 受体、 β 受体结合可调节心血管功能, 提高心率, 加强心肌收缩, 使皮肤、骨骼肌、肾、胃肠道血管收缩, 以保证心、脑、肺等生命器官的血流供给; 刺激肝和骨骼肌糖原分解, 增加糖异生和游离脂肪酸氧化。

伤后下丘脑-垂体系统释放促肾上腺皮质激素 (adrenocorticotrophic hormone, ACTH)、促甲状腺素释放激素 (thyrotropic hormone, TRH)、生长激素 (growth hormone, GH)、抗利尿激素 (antidiuretic hormone, ADH) 增加。ACTH 促进肾上腺皮质合成和释放糖皮质激素, 糖皮质激素协同儿茶酚胺发挥对心血管的调节作用, 抑制炎症反应, 参与机体能源的动用。TRH 具有促进甲状腺分泌甲状腺素 (T_4), 增加机体氧耗量和糖酵解、糖异生, 增强交感神经的作用。GH 可增加机体对氨基酸的摄入和肝脏蛋白质的合成, 减少肝脏葡萄糖的输出。ADH 可加速肾远曲小管和集合管对水分的重

吸收。

伤员血容量下降可引起的肾脏动脉血流量和肾小管钠离子浓度的下降，以及 β -肾上腺素能神经冲动增加，刺激肾脏动脉的球旁器分泌肾素，促使血管紧张素 I 转化为血管紧张素 II，后者调控肾上腺皮质分泌醛固酮，与 ADH 协同发挥维持血容量的作用。

此外，创伤时胰高血糖素和胰岛素释放增加，血糖水平升高。

2. 炎症介质、细胞因子的变化

损伤组织、侵入细菌毒素、异物可刺激机体组织细胞和免疫细胞释放大量的炎症介质和细胞因子，不仅可以引起局部的炎症反应，同时可进入血液循环引起全身反应。氧自由基有显著的细胞毒性作用，补体系统活化产生的补体片段可导致白细胞黏附、激活、损伤内皮细胞，细胞因子可引起发热、急性时相蛋白合成等。严重创伤时全身炎症反应剧烈，炎症介质和细胞因子的大量释放对机体组织细胞产生直接性损伤，机体抗感染能力减弱，易出现全身炎症反应综合征（SIRS），并发感染可发生多脏器功能障碍（MODS）的严重后果。

3. 代谢变化

伤后的自主神经张力、激素、细胞因子的变化，参与创伤后机体代谢改变的调控。创伤后立即发生氧耗量抑制、心输出量低于正常、体温降低，血中葡萄糖、乳酸、游离脂肪酸水平升高，但葡萄糖生成无明显改变。上述变化在创伤后立即发生，由于创伤程度不一，可持续数小时至数天不等，这是机体在低血容量和组织灌流不足时的代偿反应。在成功地采用复苏措施后，伤员机体分解代谢加强，体温升高，葡萄糖生成增加，血中葡萄糖、游离脂肪酸浓度升高，这一期可持续数天至数月。分解代谢亢进一方面可以提供能量，提供氨基酸重新组成修复创伤所需的蛋白质；另一方面可导致细胞群减少、体重减低、肌力下降、免疫力降低等，这显然不利于机体，为此需要适当的营养支持。

五、损伤的修复

损伤愈合可分为两种基本形式，一是由结构与功能相同的组织再生来完成，修复后的组织与原来的完全相同或基本相同，称为完全再生（修复），如肝、骨骼；二是由成纤维细胞、毛细血管构成的肉芽组织充填伤口，继而转变为瘢痕组织，称为不完全再生（修复），这是创伤愈合常见的形式。

胎儿创伤愈合不同于成人，伤口愈合中无炎症反应和瘢痕形成，损伤的组织可完全再生。

1. 创伤愈合的类型

（1）一期愈合（原发愈合）：为切缘对合良好的闭合性伤口，如缝合的清洁皮肤切口，肉芽组织少，形成极小的瘢痕。愈合后功能良好。

（2）二期愈合（瘢痕愈合）：多发生于组织创面范围较大，坏死组织较多，伤口感染明显，初期外科处理不及时或不正确的伤口，需经肉芽组织填充组织缺损，瘢痕化明显是该期愈合的重要特征。

延迟愈合：

在临床上，伤口愈合后拆线的基本规律大致如下：头面部 4~5 天拆线，胸腹部 7~8 天拆线，腰背部 10~12 天拆线，四肢关节部 14 天拆线。若患者的伤口在上述时间内未能完全愈合，这在医学上被称为伤口延迟愈合。招致延期愈合的原因有：感染、异物存留、营养不良、创口缺血等。

2. 创伤修复的过程

此过程可分为三个阶段。

（1）炎症期：损伤组织的止血与炎症反应是此期的重要特征，由于凝血和炎症反应，损伤组织中沉积的纤维蛋白和糖蛋白、骨连接素或玻基结合素（Bone matrix combining element）、纤维结合蛋白为修复细胞移行进入损伤部位提供了临时性基质，血小板脱颗粒和移入损伤组织的巨噬细胞释放各种因子，启动了修复细胞的迁移和增殖。

(2) 增殖期：成纤维细胞、血管内皮细胞在血小板、巨噬细胞释放的生长因子刺激下，迁移进入伤口，这一进程在伤后 2~3 天已较明显。成纤维细胞和由内皮细胞分化和移行形成的毛细血管网构成肉芽组织，充填组织裂隙。位于伤缘、表皮基底层和皮肤附属器的上皮细胞，也以每天 1 mm 的速度迁移，一期愈合的伤口在伤后 24~48 小时形成上皮层。

在各种生长因子的刺激作用下，迁移至损伤组织的成纤维细胞开始合成并释放胶原蛋白、粘连蛋白和蛋白多糖等细胞间质成分。胶原蛋白在细胞外形成胶原纤维。随着细胞间质胶原纤维的增加，以及成纤维细胞和毛细血管减少，肉芽组织最终转化为瘢痕组织。伤后 4~5 天肉芽组织中出现肌成纤维细胞，这是由成纤维细胞、平滑肌细胞以及血管周细胞分化而来的。肌成纤维细胞收缩会使伤口面积缩小。

(3) 重塑期：最初形成的瘢痕组织由于胶原过多，排列紊乱，因而硬度和张力都不适应生理需要，需要经过较长时间的改建、重塑，胶原酶和其他酶降解多余的胶原纤维，最终形成按应力方向排列的胶原纤维束，这一过程将持续 12~18 个月，但瘢痕组织难以恢复到未损伤组织的强度和弹性。

3. 影响创伤修复的因素

(1) 感染：损伤组织感染后，细菌的外毒素、内毒素和蛋白水解酶都可损伤细胞和基质，使局部组织成为化脓性病灶，肉芽组织生长缓慢。严重贫血、低蛋白血症、血管疾患、糖尿病等代谢疾病以及全身免疫功能抑制，均可继发造成感染的发生和加重。引起感染的局部因素包括伤道内异物存留、残存的坏死组织、血肿与凝血块以及关闭伤口后形成的死腔等。

(2) 血液循环障碍：损伤组织氧分压低于 30 mmHg 时，成纤维细胞合成和分泌胶原蛋白的功能被抑制、休克、伤前患有闭塞性脉管炎、静脉曲张、闭塞性动脉硬化症、结节性多动脉炎等周围性血管疾患和静脉功能不全，以及伤口包扎过紧都可能引起局部灌流障碍，组织修复延迟。

(3) 营养状况：营养不良者伤口愈合延缓。维生素 C 以及铁、钙、镁、锌等离子的缺乏，也会影响胶原和其他蛋白合成。

(4) 免疫抑制：艾滋病患者免疫功能缺陷，组织创伤后易发生感染或出现多发性特发性出血性肉瘤 (Kaposi 肉瘤)。糖尿病、肝硬化、尿毒症、白血病时，机体功能被抑制，会影响组织的愈合过程。

(5) 药物及其他物理、化学因素：糖皮质激素、消炎痛等抑制炎症反应的药物、细胞毒性药物、放射线等均可抑制创伤性炎症反应和修复细胞合成蛋白。

六、损伤的临床表现及诊断

(一) 临床表现

由于损伤的原因、部位和程度不同，其临床表现也各不相同，各部位损伤请参考有关章节的叙述，损伤的一般临床表现可分为全身、局部和并发伤或并发症三个方面：

1. 全身表现严重者可发生外伤性休克。一般有代谢功能改变。由于出血损伤组织分解产物的吸收，体温可增高；如并发感染，体温可更高。脉搏、呼吸、血压均可有改变。尿量常减少。并有疲乏、精神及食欲不振等表现。

2. 局部表现常有疼痛、肿胀、淤斑、压痛和功能障碍。开放伤者则有伤口，可有出血，如并发感染，局部疼痛、肿胀、压痛等炎症征象更为显著，伤口还会出现分泌物。

3. 并发伤或并发症 不同部位可以并发各部位的重要脏器伤、血管伤和神经的损伤。常见的并发症有休克、感染、肾衰竭等。

(二) 诊断

对创伤实施正确的治疗，需了解创伤的部位、性质、程度、全身病理生理变化以及并发症，应迅速完成对危重伤员的病史询问和初步检查，了解循环、呼吸、神经系统的功能状况和损伤特点，以便及时开展复苏治疗，待伤员生命体征基本稳定后，再进行较详细的后继检查，以了解是否存在其他合并损

伤，确定下一步治疗计划。

1. 病史询问

(1) 致伤原因、机制、作用部位、受伤时的体位：如火器伤时由于投射物飞行速度快、动能大，因而击中机体造成的损伤远较刀伤重。高处直立位坠落时，可造成跟骨、股骨和脊柱压缩性骨折。又如高速行驶的汽车前端撞击时，驾驶员膝部与车内仪表盘相撞，可能发生髌骨骨折、膝关节后脱位、腠动脉损伤、股骨干骨折、髌臼后缘骨折等。

(2) 伤后症状：运动障碍、感觉障碍、排尿障碍是判定损伤部位或合并症的重要线索。头部受伤后出现意识障碍常存在脑实质损伤，寒战、发热伤员常有较严重的感染，大量体液缺失的伤员常诉口渴。

(3) 了解经过的处理和既往史、药物过敏史。

2. 检查

(1) 初步检查：对危及生命的创伤病人的初步检查，按照检查气道（airway）、呼吸（breathing）、循环（circulation）、神经功能障碍（disability）和暴露（exposure）伤员身体，完成体检的流程（ABCDE），以便及时开展复苏治疗。存在大批量创伤病人时，尤其应注意那些不出声者，这些伤员常因窒息、深度休克或昏迷而不能呻吟。

具体的操作方法是：

首先查明病人气道是否通畅，有无呼吸道阻塞。出血、异物吸入、舌后坠、呼吸道水肿都可能引起呼吸道阻塞。听诊判定肺有无异常的呼吸音，观察胸壁运动状况。如呼吸音消失、叩诊时过度回响、心尖搏动，气管偏向健侧或胸壁反常运动，可能是危及生命的张力性气胸或连枷胸。血、气胸时肺呼吸音减弱或消失。观察动脉收缩压、脉率、皮肤温度、毛细血管充盈时间、颈静脉显露的变化，以了解全身血液循环情况。如发现皮肤苍白、温度低、脉率快、血压降低，应检查有无活动性出血。监测中心静脉压、每小时尿量，以了解血容量不足和/或心功能不全。神经功能的评估依据为意识状态、瞳孔大小、对光反应以及对疼痛刺激的运动反应、肌张力等，如受伤人员不能完成简单的自主动作、双侧瞳孔不等，肢体对疼痛刺激反应不对称是神经系统受损的表现。在完成上述对生命体征的评估后，应在保暖的情况下脱去病人的衣物，认真检查包括背部、会阴、腋下等体表各部位，以免遗漏损伤。

(2) 后续（二期）检查：在危及生命的情况得到初步处理后，应认真进行全面系统的体检和其他辅助检查，以确定损伤部位、性质。如对开放性损伤，应详细检查伤口或创面形状、大小、污染、出血、异物、外露组织的性质，伤道走向；头部伤需要观察头皮、颅骨、瞳孔、耳道、鼻腔、反射、肢体运动和肌张力，进行X线、CT检查等；腹部检查需要了解有无腹肌紧张、压痛、反跳痛，观察移动性浊音、肝浊音区、肠鸣音是否存在等，开展CT、B超检查，进行腹腔灌洗和其他实验室检查。

(3) 辅助检查：对创伤诊断有一定意义，但切记不能因此延误救治。实验室检查有血常规、尿常规、凝血功能、动脉血气分析、血电解质和pH、肝、肾功能等，了解创伤对血液系统和脏器功能的变化，评价复苏效果。体检后尚不能明确的组织损伤，可进行影像学检查，X线平片或透视检查可明确骨折、血胸、气胸、纵隔扩张、膈下游离气体等。CT检查可辅助诊断颅脑损伤，发现硬膜外和硬膜下血肿。有条件的医院使用多层螺旋CT加三维成像可以诊断多发性肋骨骨折。对腹部创伤采用CT检查可确定腹腔实质器官、腹膜后损伤。超声波检查可发现胸、腹腔的积血和肝、脾包膜破裂等。

七、创伤的处理原则

（一）处理原则

1. 把保存伤员生命放在第一位。
2. 尽可能保存或修复损伤的组织与器官，并恢复其功能。
3. 积极防治全身与局部各种并发症。

（二）现场急救

1. 除去致伤因素避免继续损伤，如衣服着火应立即灭火；对因隧道塌方或建筑物倒塌受挤压的伤员应立即移去挤压的物体，并迅速搬离现场至较安全的地方等。

2. 优先抢救心搏骤停、窒息、大出血、开放性气胸、休克、内脏脱出等，以挽救生命。

3. 伤口包扎与止血 对开放伤用消毒敷料或干净布类覆盖包扎伤口，以防进一步污染。对一般伤口出血，用较多敷料加压包扎即可，只有在四肢大动脉损伤用加压包扎无效时才慎重采用止血带止血。

4. 临时固定 对有骨折或关节损伤的肢体用夹板或就便器材做临时固定。

5. 止痛 注射或口服止痛剂。

6. 后送 根据伤情采用适当运输工具迅速送到就近的医疗单位进行治疗。

（三）全身治疗

着重维持伤员的循环及呼吸功能，补充血容量，保持呼吸道通畅，维持体液及电解质平衡和能量代谢，保护肾功能等。

（四）局部处理

1. 闭合伤处理原则

除合并有重要脏器伤或血管伤需紧急手术处理外，一般采用对症处理，如局部休息，抬高患肢，制动，早期用冷敷以减轻肿胀，1~2日后用热敷、理疗等，以促进消肿和损伤愈合。可口服或局部外敷活血化淤、消肿止痛的中草药等。

2. 开放伤处理原则

对新鲜污染伤口主要是早期彻底清创，使之转化为闭合伤。对感染伤口主要在于保持引流通畅，根据需要换药直到愈合。

（五）特殊情况处理

如多发伤、复合伤、放射伤、化学伤等，应分清主次，统筹兼顾，妥善处理。战伤则要适应战伤实际，实行分级救治。

（六）防治并发症

包括全身和局部的并发症，如休克、肾衰竭、感染等。

第二节 开放性损伤的处理

开放性损伤不论平时或战时都较多见，因伤口多有污染，如处理不及时或不当，易发生感染，影响愈合和功能恢复，严重者可造成残废甚至危及伤员的生命。

一般暴力所致的开放性损伤其病变可分为三区，第一区为表面或中心部直接接触区，可有异物存留和组织坏死。第二区为周围区域，各层组织损伤可引起坏死，如不切除，易引起感染。第三区为外周组织震荡反应，有水肿、渗出、血管痉挛、细胞活力下降，如不发生感染，可以恢复正常，如发生感染，则使反应加重。由火器伤所致的伤道由内而外也可分为三区，原发伤道区系直接损伤，有失活组织、异物、血块及渗出。紧靠伤道外周为挫伤区，组织可发生部分或全部坏死。再外为震荡区，可有血液循环障碍、水肿、渗出、淤血等改变。

开放性损伤的处理，目的在于改善修复条件，促使及早愈合。根据伤情，分别处理清洁、污染、感染的伤口。

一、清洁伤口

系指未被细菌污染的伤口，包括无菌手术切口，一般经对合缝合后，都可达到一期愈合。

二、污染伤口

系指沾染细菌但未发展成感染的伤口。污染伤口的处理主要是清创术。

1. 清创术的目的 在伤口未发生感染前,清除坏死或失活组织、异物、血块和彻底止血,将污染伤口转变为清洁伤口,预防感染,争取伤口达到一期愈合。

2. 清创术的时机 一般应争取在伤后 6~8 小时以内进行清创。但在头面部损伤、切割伤,清创时间可延至 8~12 小时。

3. 术前准备 包括①对伤员全身和局部作全面检查以及必要的辅助检查,以明确诊断和对伤情做出准确估计,订出初步处理方案。②对有休克或重要脏器伤的伤员,应优先处理休克和脏器损伤,待病情稳定后尽早行清创术。③早期使用有效广谱抗生素,对未做破伤风预防注射者,给肌内注射破伤风抗毒素 1500~3000 国际单位。④对伤情严重复杂的清创术,要配备足够的全血,准备术中使用。⑤选用适当的麻醉。⑥对四肢损伤的清创可在充气止血带下进行,使手术野清晰便于辨认解剖关系,减少出血,在完成清创和彻底止血后,在修复组织时即可停用止血带。

4. 清创术的步骤与方法

(1) 皮肤清洗和伤口冲洗:先用无菌纱布覆盖伤口,然后剃去伤口周围毛发,如有油污,可先用汽油或乙醚擦去,再用肥皂水刷洗皮肤,冲洗干净后擦干。第二步:取去覆盖伤口的纱布,先用肥皂水(加双氧水)反复多次蘸洗伤口,后用生理盐水冲洗创面及伤道,清除明显的异物、血块和脱落的坏死组织。经上述处理后,用碘酒、酒精按常规消毒皮肤和铺无菌手术巾,术者换手套准备进行伤口扩大和彻底清创。

(2) 伤口扩大和清创:对较深的伤口需扩大伤口,以便充分显露伤道深部。伤口延长的方向应与皮纹方向一致,在四肢一般可沿其纵轴切开;经过关节部位的切口应做 S 形切开,以免瘢痕挛缩影响功能。要尽可能彻底切除失去活力的组织,清除异物和血块。操作要由浅入深,先外而内,分片分层切除,有次序进行,以免遗漏。要彻底止血。对贯通伤应在入口和出口两处分别进行处理。对较深的盲管伤,必要时可从侧面切开进行清创或引流,以便清除所有异物和坏死组织。对离开伤道较远较小的金属异物,如取出有困难,可暂不取出,以免过多地损伤健康组织。在清创过程中用生理盐水反复冲洗伤道,最后再彻底冲洗一次。

由河北晓示医疗器械有限公司生产的“医用脉冲冲洗器”,具有有效清除创面上的微生物、污物、坏死组织作用,对减少手术感染、术后粘连、促进伤口愈合、防止脂肪栓塞等有明显效果,值得推广使用。

(3) 各种组织处理原则

1) 皮肤:可切除皮缘 2~3mm,对头、面、手和外阴部皮肤可不切除。

2) 皮下组织和筋膜:凡失活的均应切除,筋膜切开要够大,必要时可用十字或 I 字形切开,或做菱形切除,以减少筋膜腔压力。

3) 肌肉:要彻底切除一切失活的肌肉组织,凡见颜色暗红,失去正常张力,刺激肌纤维不收缩,切开时不出血的肌肉组织均应切除。

4) 骨骼:对完全游离的小骨片应去除,较大的游离骨片清洗后放回原位,以免发生骨缺损;一切与骨膜或软组织相连的骨片均应保留,彻底清创后即将骨折断端复位,并可应用简单有效的内固定。但对火器伤骨折不宜做内固定,术后采用牵引或石膏固定。

5) 肌腱:在平时对伤口整齐的切割伤,如污染不重,在伤后 6~8 小时内获得彻底清创者,可做肌腱初期缝合术,否则留待做二期缝合。火器伤一律不做肌腱初期缝合术。

6) 神经:处理原则与肌腱相同。

7) 血管:对四肢主要动脉伤,清创后应将主要血管修复,以免肢体坏死或缺血。对非主要血管要