

法医学进展与实践

第五卷

ADVANCES & PRACTICES
IN FORENSIC MEDICINE

5

主编 侯一平 廖志钢



四川大学出版社

责任编辑:韩 果
责任校对:王 平 周 颖
封面设计:罗 光
责任印制:杨丽贤

图书在版编目(CIP)数据

法医学进展与实践. 5 / 侯一平, 廖志钢主编. —成都: 四川大学出版社, 2005.10

ISBN 7-5614-3256-9

I. 法... II. ①侯...②廖... III. 法医学—进展—世界 IV. D919-11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 117435 号

书名 法医学进展与实践(第五卷)

主 编	侯一平 廖志钢
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
印 刷	郫县犀浦印刷厂
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	37.25
字 数	885 千字
版 次	2005 年 10 月第 1 版
印 次	2005 年 10 月第 1 次印刷
印 数	0 001~1 000 册
定 价	80.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电 话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究

前 言

四川省法医学会组织编写的《法医学进展与实践》已连续出版了四卷,在同行之间反响较好。按四川省法医学会两年一本的学术论文出版计划,我们将近两年来的论文汇编成《法医学进展与实践(第五卷)》正式出版,供同行们参考。

本书继续保持了前四卷学术论文的特色,设有法医学进展、法医病理学、交通医学、法医临床学、法医遗传学、毒物分析、司法精神病学、医疗纠纷、问题探讨九个栏目,汇集了法医学者们在各自研究领域的新进展和最新科研成果,交流了法医同行们在鉴定实践过程中的宝贵经验。随着司法鉴定体制改革的进一步深入,许多作者提出了自己的观点与建议,更有作者就法医学鉴定所涉及的范围,从不同层面提出了新的思路,为广大法医工作者提供了新知识,开拓了新视野。

本书在编辑过程中,得到了来自公安、检察、法院、司法行政机关同行们的大力协助,承蒙四川大学华西基础医学与法医学院大力合作,在此一并致谢!

由于编辑时间仓促,难免有疏漏之处,敬请广大读者指正。

编 者

2005年10月

目 录

法医学进展 (Advances in Forensic Medicine)

生物力学在法医学中的应用探讨

..... 闫红涛 廖生 蔡继峰 李斌 吴敬杰 廖志钢 (3)

脑红蛋白的研究进展 杜显刚 陈雪梅 官鹏 (8)

婴幼儿猝死综合征病因病理学的研究进展 金波 张云 廖志钢 (12)

玻璃体液研究进展及其法医学应用前景 潘洪富 王晔 刘敏 廖志钢 (19)

损伤与心脏疾病猝死关系分析 刘敏 龙成云 (27)

界限性损伤的特征、意义与评定原则 董兴建 (35)

多焦视觉诱发电位在视野检测中的应用 周晓蓉 常云峰 陈晓刚 邓振华 (41)

法医放射学研究概况 张红霞 谢娜 常云峰 周晓蓉 邓振华 (47)

MiniSTR 在法医学中的应用

..... 张海军 侯一平 杜宏 沈月华 江继平 魏伟 廖进 李云萍 (51)

人类线粒体 DNA 异质性研究进展及其在法医学上的应用价值

..... 周雪平 侯一平 吴谨 李英碧 (57)

RNA 的法医学研究新进展及其应用 云利兵 袁万安 侯一平 (62)

DNA 鉴定管理系统的开发应用 夏元松 朱少建 汪萍 臧源云 (67)

Y-STR 基因座的研究进展及应用 陈伟 邓世雄 (72)

SNP 研究概况及其法医学应用

..... 孙晓明 应斌武 袁万安 方月琴 李周儒 李开 侯一平 (77)

中药致药物性肝损害的概况 常云峰 周晓蓉 邓振华 (82)

苯丙胺类化合物在生物体内的过程及检测研究进展

..... 侯俊红 廖林川 颜有仪 王周丽 (88)

毒物分析实验室内部信息管理系统建立

..... 廖林川 沈敏 张大明 颜有仪 林岚 杨其帆 (94)

证据在司法精神病学鉴定中的应用 霍克均 胡峻梅 刘协和 (101)

我国精神病人的法律问题 张小宁 (103)

精神分裂症与违法犯罪 于晓东 胡泽卿 蔡伟雄 (110)

司法鉴定：一个亟待重塑的概念 尧刚 宋俊康 何俊 (115)

法医病理学 (Forensic Pathology)

- 心脏传导系统结构及常见病变 刘敏 龙成云 (129)
- 肌红蛋白、心脏型脂肪酸结合蛋白免疫组化研究在早期心肌梗死诊断中的应用
..... 蒋朴 邓世雄 (133)
- 兴奋性氨基酸诱导细胞凋亡及其信号转导机制 王亚琴 谭志巍 陈雪梅 官鹏 (135)
- 肝细胞生长因子与心血管疾病及其在法医学中的应用
..... 吴敬杰 朱卓立 闫红涛 李斌 陈伟杰 金波 廖志钢 (138)
- B型利尿钠素的研究进展 孙续禄 邓世雄 (142)
- c-Fos 蛋白的表达及法医学意义 王晔 金波 张云 刘敏 廖志钢 (144)
- 程序性细胞死亡中 MAPKs 信号传导的研究进展 谭志巍 陈雪梅 王亚琴 官鹏 (150)
- 基因沉默与 RNA 干扰 陈雪梅 杜显刚 谭志巍 王亚琴 官鹏 (154)
- 免疫组化在法医学脑损伤研究中的新进展 张奎 廖志钢 (158)
- 成都地区嗜尸性苍蝇数据库建设、尸体生物学分解及其与死亡时间的关系研究
..... 孙大宏 丁勇 杜强 聂波 杨晓忠 (161)
- 呼和浩特地区夏秋季嗜尸性苍蝇群落组成与演替 蔡继峰 廖志钢
- 王震侠 张嘉陵 应斌武 常云峰 陶涛 潘洪富 董建国 陈诗文 张林 陈国弟 刘敏 (167)
- 低压离子色谱法分析玻璃体液离子浓度推断死亡时间的初步研究 周斌 张新申
- 蒋小萍 苟航 徐永春 张更谦 杜斌 吕梅励 梁伟波 贾怡 陈文捷 张林 (174)
- 大鼠外伤性脑损伤后脑红蛋白表达的实验研究
..... 杜显刚 陈雪梅 官鹏 谭志巍 王亚琴 (177)
- 脑红蛋白在大鼠全身组织的分布及其法医学意义
..... 官鹏 杜显刚 陈雪梅 谭志巍 王亚琴 (178)
- 资阳市 2000—2003 年法医学尸体检验 1083 例比较分析 杜江 陈建州
- 陈波 李强 代浪 江顺忠 吴光成 刘松涛 李凤培 刘伟 吴传义 鄢文学 (179)
- 成都市成华区 2001 年全年 222 例尸体检验分析讨论
..... 马军 谢文江 吕茂群 胡华子 (185)
- 资阳市 2000—2004 年 329 例无名尸体法医学检验分析
..... 杜江 陈建州 陈波 李强 代浪 江顺忠 吴光成 刘松涛 李凤培 刘伟 吴传义 (188)
- 426 例法医尸检案例分析 胡文 (189)
- 28 例产妇死亡纠纷的法医病理学鉴定分析
..... 李凡 马书玲 廖志钢 秦豪杰 刘敏 王晔 王星明 (194)
- 19 例缢吊案件的法医学鉴定分析 高世勇 (196)
- 维生素 B₁ 缺乏症死亡的法医学鉴定 王延红 王和斌 (198)
- 钝性暴力致心及大血管破裂 20 例法医尸检分析 李海威 (200)
- 南充特大系列杀人碎尸案法医现场分析 沈月华 吴松 李育 何山 何健伟 万红 (201)
- 典型慢性硬膜下血肿致死案例分析 吴敬杰 李育兵 郭立创 闫红涛 李斌 廖志钢 (204)

液氮中毒死亡的法医学检验 2 例	徐康兴 (206)
特大杀人碎尸案的法医学分析	张世华 郭昭全 (207)
3 具无名尸骨法医学检验的体会	戴君益 (209)
他杀命案定性勘验原则与方法	荣华 王智华 蒋兴礼 (211)
虐待儿童致死案 2 例	郑绍军 麻林广 (216)
从两起案例浅谈死因分析	黄璐瑶 古厚隆 廖林川 (217)
奇特的杀人案现场重建分析 1 例	杜江 (220)
1 例多方式自杀案例探讨	郑清 (223)
利用技术手段侦破“3.17”杀人碎尸案	杜海 (224)
外伤性颈总动脉破裂出血致窒息死亡 1 例	王晔 刘敏 (226)
自杀伪装他杀现场 1 例	张勇 彭小东 (227)
纵火焚尸的法医学检验	徐康兴 (229)
急性间质性肺炎猝死 1 例	徐康兴 (230)
结核性升主动脉瘤破裂致心包填塞死亡 1 例	向健 陈显章 (231)
急性粒细胞性白血病继发颅内出血死亡 1 例	田志永 (232)
电击死白骨化后开棺检验 1 例	卢小渝 李剑波 (234)
蜡烛燃烧致人一氧化碳中毒死亡	杨琦 李小林 (235)
杀人毁容抛尸案分析 1 例	戴君益 (236)
胸腹联合伤误诊死亡 1 例	郝文学 (238)
死亡时间与尸体现象明显差异 1 例	江顺忠 (239)
大脑中动脉瘤破裂出血死亡 1 例	杜江 李强 (240)
特殊尸体现象的法医现场分析	沈月华 陈志雄 杜宏 张海军 廖进 (242)
利用嗜尸性蝇蛆生长发育规律推断死亡时间	丁勇 孙大宏 (244)
轻微外力钝性打击致蛛网膜下腔出血死亡的法医学鉴定	李海威 (246)
单羊膜囊双胞胎所致死胎	谭志巍 陈雪梅 王亚琴 官鹏 (248)
杀人后自杀 1 例	麻林广 黄勤 (249)
尸体白骨化时间判定的探讨	杨晓忠 (251)
围产期死亡与脐带病变关系分析研究	易旭夫 陈晓刚 林霞 谢英 郭少峰 (253)
喉头水肿猝死 1 例	郭立创 冯长俊 徐三明 (256)
抑制死的法医学鉴定	杨明 张丽华 木尔扎尔 吴松 (257)
饮酒伴颅脑损伤延误诊治致死 1 例分析	许春芬 (259)
氯胺酮过量协同机械性窒息死亡 1 例	卞戈 颜有仪 (261)
体位性窒息合并机械性损伤 1 例	蒋婧 胡建辉 (263)
死亡时间推断差异的原因分析及对策	白小刚 唐杰 (264)

交通医学 (Traffic Medicine)

成都市 2003—2004 年涉嫌酒后驾车人员情况分析	白璐 廖林川 颜有仪 (269)
-----------------------------------	------------------

车祸致颅脑外伤儿童的智力特点分析	刘宽林 孔斌 郭田友	(271)
预防疲劳驾驶,减少交通事故	黄思兴 孔斌 张先国 翟敏	(274)
飞石致特大交通意外1例	刘宽林 孔斌 张先国 冯亚海 黄思兴	(277)

法医临床学 (Forensic Clinical Medicine)

法医伤残评定与生存质量评价	蔡继峰 王震侠	
张嘉陵 应斌武 常云峰 陶涛 刘敏 潘洪富 董建国 陈诗文 张林 陈国弟 廖志钢		(283)
肢体缺失后功能丧失的定量评定概况	常云峰 周晓蓉 邓振华	(285)
体视学技术在医学影像学中的应用及其法医临床学价值	谭秋丰 高淑红 黄飞骏	(295)
561例眼外伤损伤特征的研究	张志威 陈晓刚 张红霞 谢娜 刘陇黔 邓振华	(299)
成华区2003—2004年重伤鉴定的流行病学调查	吕茂群 胡华子 马军 谢文江	(302)
26例手损伤的法医临床学鉴定	田生荣	(304)
皮肤创口长度法医学鉴定14例分析	云利兵 赖跃 徐振波	(306)
2例开放性颅脑损伤的法医临床学鉴定	余良	(309)
对3例法医鉴定的错误案例的原因分析	朱代福	(310)
轻击颈部、腹部致抑制死2例报道	徐瑛	(311)
胸部损伤剖胸探查后损伤程度的法医临床学鉴定探讨	张嘉陵	(314)
指甲伤的类型与形成机制研究	荣华 王智华 蒋兴礼	(315)
损伤成因分析1例	徐嘉才	(319)
损伤性流产法医学鉴定1例	张勇 王亮 彭小东 陈洪明	(320)
肝包膜破裂损伤程度鉴定1例	彭小东 张勇	(321)
1例切腕自杀未遂后自缢二次死亡的法医学鉴定	高世勇	(322)
肱骨骨折不愈合伤残程度的法医学鉴定	周忠山	(324)
空气中CO ₂ 浓度过高致机体缺氧死亡1例	骆万强	(325)
损伤性假性胰腺囊肿漏诊1例	骆万强	(326)
1例臆造部分病历的法医学文证审查	周明	(327)
未婚女青年两次宫外孕手术后残疾评定的探讨	林裕枫	(329)
浅谈X线摄影在法医检案中的应用	王永平	(330)
肺挫伤迟发死亡1例报告	蒲久元 田志明	(332)
外伤诱发缺血性视神经病变法医学鉴定1例	刘昱	(334)
性窒息死亡法医学鉴定1例	冯军	(335)
颅脑损伤推定致伤方式1例	李盛江	(337)
对1例非法行医案件鉴定的体会	税卫平	(338)
子宫脱垂、阴道膨出法医学鉴定1例	符云 荣华 王智华	(339)
直肠手术操作不规范引发术后破伤风1例	雷雨云 徐云德	(340)
迪厅内服食摇头丸致死1例	李建川 曾强宗 云利兵	(341)
1例较大范围阴茎皮肤撕裂伤的法医学鉴定	云利兵 黄进	(342)

车祸致左主支气管断裂 1 月术后痊愈 1 例	易旭夫 陈晓刚 谢英 林霞 郭少峰 (344)
跃起的鱼射破人眼球 1 例	易旭夫 陈晓刚 郭少峰 谢英 林霞 (345)
脚踢腹部致胆囊破裂死亡 1 例	易旭夫 (346)
口服亚硝酸钠自杀 1 例	刘柏松 邱光烈 郭华军 尹路 (347)
自伤或他伤法医学鉴定 1 例	谭秋丰 高淑红 刘渊 官鹏 黄飞骏 (349)
醉酒倒地致颅脑严重损伤死亡 1 例	聂忠宇 (350)
手指刺出完整眼球 1 例	于正辉 聂波 (351)
1 例断肢再植法医学鉴定的思考	王军 (352)
小脑出血的法医学检验	左力行 郑昕 周青锋 (353)
产后大出血引起席汉综合征 1 例	雷雨云 刘勇 (354)
特发性心肌炎急死 1 例分析	田志永 (355)
移植角膜损伤的法医临床学鉴定 1 例	周晓蓉 常云峰 陈晓刚 邓振华 (356)
颅内血肿的法医学鉴定 1 例	李育兵 杨源 吴敬杰 闫红涛 李斌 廖志刚 (358)
钝器致闭合性大网膜损伤 1 例	许普 (359)
无晶状体眼视网膜脱离与眼外伤关系法医学鉴定 1 例	陈晓刚 易旭夫 田志永 刘敏 (360)
腹部闭合伤致十二指肠全层横断 1 例	张淑侠 周毅 (361)
眼部伤病并存伤残评定 1 例	陈晓刚 易旭夫 邓振华 刘敏 (362)
跨部位皮肤软组织裂伤的鉴定	张嘉陵 赵志章 (364)
眼损伤致伤方式鉴定 1 例	简兴怀 (365)

法医遗传学 (Forensic Genetics)

法庭科学 DNA 数据库建设	杜宏 刘晓蓉 李云萍 张海军 廖进 沈月华 冯艳伟 (369)
线粒体 DNA 点突变的法医遗传学研究检测方法和思路	张伟娟 徐洁杰 王浩明 吴谨 侯一平 (373)
法科学亲子鉴定的研究现状	刘志勇 陈国弟 余琳 韩军鸽 张林 (376)
SNPs 与 DNA 芯片技术及其法医学应用	白鹏 田力 吴谨 (381)
四川省法庭科学 DNA 数据库建设的现状及思考	凌光昀 沈月华 廖进 王庆红 杜宏 张海军 江继平 魏伟 (387)
成都地区 D6S2418、D2S1327、GATA156D11 基因座的遗传多态性研究及其法医学应用	刘志勇 陈国弟 余琳 韩军鸽 龙兵 廖森 吕梅励 张林 (388)
D13S1807 和 D22S693 基因座在成都汉族人群和泰国人群中的群体遗传学研究	杜冰 张更谦 周斌 吕梅励 朱银华 张林 (391)
DYS390、DYS391 及 DYS393 基因座的复合扩增及其单倍型研究	贾怡 张林 梁伟波 吕梅励 陈文捷 (393)
新 STR 基因座 D5S819 的遗传多态性及其法科学应用研究	王闯 张林 周斌 梁伟波 吕梅励 贾怡 (395)

D11S1390 和 D11S2008 基因座在泰国人群和成都汉族人群中的遗传学研究

..... 朱银华 周斌 徐永春 梁伟波 吕梅励 吴梅筠 张林 (397)

西藏昌都地区藏族人群 9 个 STR 基因座的遗传多态性

..... 杜宏 梁伟波 陈国弟 沈月华 张海军 张林 (400)

输血后受者血液循环内供者血细胞的检出方法

..... 韩军鸽 陈国弟 余琳 刘志勇 廖森 梁伟波 徐永春 (402)

海洛因成瘾与多巴胺 - D3 基因的研究

..... 徐振波 杜舟 胡海洋 陈林 李晓斌 王欣 赖跃 (406)

大样本量的海洛因成瘾者多巴胺 - D2 基因的研究

..... 徐振波 陈林 胡海洋 杜舟 王凤宽 李晓斌 王伟海 (408)

SELDI - TOF MS 在医学中的应用 张更谦 张林 (410)

植物物证检验及其应用 皮建华 (413)

从 DNA 检验角度看轮奸案现场勘查 江继平 李云萍 潘洪富 王晔 (421)

强奸案中的法医物证分析 白小刚 王惠 (423)

浅谈法医物证的合法收集与保存送检 刘松涛 (423)

命案现场的血迹观察内容与方法 荣华 黄小洁 (424)

凶杀案件现场血迹的分析 白小刚 (425)

少见的杀人骗保案报道 1 例 白小刚 王惠 (428)

强奸案的 DNA 检验 1 例 李庆庆 白小刚 肖向宇 (432)

毒物分析 (Forensic Toxicology)

大鼠血浆中马兜铃酸 A 的高效液相色谱检测方法研究

..... 廖林川 林岚 颜有仪 杨林 (435)

乌头生物碱的心脏毒性和检测研究现状 陈渝 廖林川 颜有仪 延君丽 (438)

滥用物质的特殊代谢动力学与耐受行为相关的研究趋势

..... 廖林川 颜有仪 林岚 王周丽 (441)

气 - 质联用检验兴奋剂、抑制剂、麻醉剂混合毒品 胡世澄 孙容怀 (442)

胃内容物中蔗糖的快速筛查 白璐 廖林川 颜有仪 (444)

酒的种类对乙醇代谢动力学的影响

..... 白璐 廖林川 颜有仪 张先国 孔斌 黄思兴 刘宽林 (445)

对 967 例中毒检验结果的分析 毛志华 (449)

马兜铃酸的肾毒性及机制研究回顾 黄红 廖林川 (451)

利用 GC/MS 对新型毒品“麻古 (麻果)”的分析

..... 廖敬 冯剑 黄思成 周达江 纪勇翔 叶波 罗毅 苏飒 (455)

回收率在生物分析方法评价中的意义及应用 颜有仪 廖林川 (456)

高效毛细管电泳在毒物分析中的应用 宋宇 廖林川 延君丽 (459)

49 例毒鼠强中毒死亡的法医学分析 郑绍军 黄勤 (462)

血液中乙醇及其干扰物的 GC 分离	陈渝 廖林川 颜有仪 杨林 (463)
关于毒鼠强中毒案的思考	何山 李育 (466)
服用朱砂致急性铅中毒 1 例	雷雨云 (466)
毒物分析样品采取方法	龙成云 刘敏 吴家驹 (467)
如何正确评价中毒案件毒物分析结果	龙成云 刘敏 吴家驹 (471)
一氧化碳中毒检验案例分析 1 例	刘萨日娜 杨林 (472)
建设环保型毒物分析实验室	杨林 颜有仪 廖林川 (474)
用 GC/MS 检出斑蝥素 1 例	冯艳伟 (475)
毒品检验在打击毒品犯罪中的作用	胡世澄 (477)
几例用特殊方式投毒案引发的思考	魏小波 罗云霞 (479)

司法精神病学 (Forensic Psychiatry)

精神发育迟滞与违法犯罪	尚庆娟 胡泽卿 蔡伟雄 (483)
抑郁障碍与违法犯罪	江明君 胡泽卿 蔡伟雄 (488)
精神病人的部分责任能力	顾艳 胡泽卿 蔡伟雄 (494)
186 例司法精神病学鉴定为无精神病刑事案件初步分析	胡峻梅 李焱 霍克均 刘协和 (498)
抑郁症的相关基因研究进展	方月琴 应斌武 周雪平 孙晓明 云利兵 石美森 张霖 吴谨 李英碧 侯一平 (503)
7 例大学生自杀案件分析	谢文江 马军 吕茂群 胡华子 (507)
精神病人自伤死后被动物啃食 1 例	刘伟 (512)

医疗纠纷 (Medical Malpractice)

医疗纠纷中涉及的常见药物分析以及取材中应注意的问题	颜有仪 廖林川 (517)
论医疗事故之明显人身损害	雷雨云 (523)
排除法在法医鉴定中的运用	王和斌 许中 (525)
置换人工关节法医学评定相关问题探讨	宋明武 李阳华 (528)
浅谈医疗费用的法医学审查	何洪 (530)
产后大出血致席汉氏综合征医疗损害诉讼 1 例分析	周继华 孙邦锦 (533)
左下肢外伤因治疗不当后遗残疾 1 例报告	孙邦锦 (535)
非法行医肌注安痛定过量致人死亡 1 例分析	向健 (535)
石骨症骨折引起医疗纠纷的法医学鉴定	马文坤 (537)

问题探讨 (Question and Discussion)

浅谈司法鉴定体制的改革	卢建华 瞿晖 李阳华 (541)
浅谈法医在现场勘查中的作用	许普 肖炬 (543)
浅谈现场心理痕迹在命案现场中的应用	何生龙 (545)
多人致伤案件中如何评定损伤程度	张淑侠 王玲 葛燕 (548)
法医现场分析在案件侦破中的作用	沈月华 甘国英 黄克勤 高世勇 冯军 李元福 (549)
法医职能在检察监督中的地位与作用	蒲久元 (551)
简述法医学鉴定中存在的问题	贺军 (552)
刑事技术的案侦定位	古厚隆 朱晚春 袁峰 (554)
对《人体重伤鉴定标准》中有关足部缺失条款的探讨	杨正凯 (555)
论公安司法鉴定的现状与对策	乐天斌 (556)
评法院司法鉴定技术工作的公正性	李军 张继锋 李剑波 (556)
试论法医学文证审查之要点	陈天海 (558)
碎尸案的法医学检验应注意的问题	白小刚 唐杰 (561)
试论法医学鉴定结论存在的问题及对策	骆万强 (562)
浅析保外就医制度存在的问题及司法探讨	骆万强 (565)
对《人体轻伤鉴定标准》第二十一条的思考	杨越人 (567)
浅谈鉴定人出庭	梁思桥 钱名馨 (568)
对损伤后多次鉴定结论不一致的原因及对策探讨	张启禄 黄健 王霞 (569)
对现行的多种(类)人体伤残鉴定标准中程序性条文的比较	黄健 (570)
谈法医在涉及人身伤亡案件立案侦查中的作用	王晔 李凡 陈继梁 金波 刘敏 廖志钢 (573)
浅谈法医学鉴定人出庭质证	周青锋 王军 (577)
浅析有关尸体勘验的法律规定在实践中的运用	马军 胡华子 谢文江 吕茂群 (578)
浅析 PCR 实验室的污染及对策	王惠 (580)
现场信息在法医检案中的综合运用	张敏 喻甫焱 (581)
浅谈法医学文证审查	李盛江 (581)

法医学进展

Advances in Forensic Medicine



Advances & Practices in Forensic Medicine 5

生物力学在法医学中的应用探讨

闫红涛^{1,2} 廖生¹ 蔡继峰¹ 李斌¹ 吴敬杰¹ 廖志钢¹

¹ 四川大学华西基础医学与法医学院; ² 郑州大学基础医学院

生物力学是研究生物体内力学问题的科学,是力学、生物学、医学等学科之间相互渗透的边缘学科。它将这些学科的基本原理和方法有机结合起来,并广泛应用了物理学和数学的概念及方法。在法医学实践工作中,机械性损伤而导致的死亡、伤残是最常见的。在这些损伤中,部分成伤机制是比较清楚的,但也有部分损伤,如弥漫性轴索损伤、挥鞭样损伤、心脏震荡等的成分机制并不是很清楚,而且由于这些损伤本身的特殊性,使得法医学检验及鉴定比较困难,这也是法医学研究中的难点。生物力学研究的介入给这一类损伤的研究开辟了一个新的天地,一方面可以更清楚了解成伤机制及生物力学特点,另一方面对这类损伤的检验及鉴定也提供了一个新的途径。

1 脑弥漫性轴索损伤的生物力学研究

脑弥漫性轴索损伤(diffuse axonal injury, DAI)是一种由机械性暴力造成的原发弥漫性脑白质损伤。在机械性颅脑损伤所致的死亡案例中,DAI的发生率相当高。据统计,由交通工具所致的颅脑损伤中,有超过85%的病员存在DAI改变^[1];在重型闭合性颅脑损伤中,中度弥漫性轴索损伤占20%^[2]。DAI的病变是以脑白质广泛变性为特征,可发生于脑组织任何部位,特别是脑室旁、胼胝体、脑干等脑中线部位,表现为局灶性病变及脑白质广泛性轴索损伤。临床特征主要表现为原发昏迷时间长而又缺乏神经定位体征。尸体检查时,可无任何明显的肉眼可见的病变,有时可以见到因小血管撕裂而形成的大脑白质的点状出血。组织学检查在受伤早期可以见到损伤部位纵向轴索呈不规则变粗、皱褶,呈波浪状,随损伤时间的延长,轴索断端呈囊状、球状并增粗,称为收缩球,其是诊断DAI最可靠的病理形态学指标^[3]。

关于DAI发生的生物力学机制,有关学者进行了一些研究,但认识尚未统一。在临床上观察到,DAI的发生并不与损伤暴力大小成比例,而与损伤暴力的性质和作用方式密切相关。显然,同其他类型颅脑损伤比较,DAI有其独特的致伤机制。多数学者认为,这是由于外力直接或间接的作用以及神经组织受损伤后而导致的继发改变和损伤后修复反应等因素共同参与的结果。Strich^[4]用人体尸体材料进行研究,发现DAI的病理学特征是损伤分布于胼胝体、脑干和弥漫性白质三个部位,认为外力作用引起的旋转加速运动对脑组织的直接效应和伤后脑组织的脂质代谢障碍是造成DAI的主要因素。实验证明^[5],在头部损伤而导致的意识丧失及脑弥漫性轴索损伤中,旋转加速度比直线加速度危害更大。撞伤后颅内压的升高主要由直线加速度引起,而旋转加速度主要引起脑的原发性剪切创。Holbourn^[6]认为,头颅遭受外力打击而引起脑损伤的机制,主要是因为旋转加速力和剪力同时作用于易于变形的粘弹性脑组织,通过滑动和旋转运动发生扭曲变形,从而导致脑

损伤。Maxwell等^[7]经过实验证明,轴索断裂并不是在外伤当时由剪切力造成的,而是在伤后经过渐进性的病理生理改变造成的。他们发现在轴索受牵拉后6~12小时内神经纤维丝断片在轴索内聚集,12小时后轴索在该处发生断裂,收缩球形成。Adams等^[8]认为,DAI的程度与头部受力作用后形成的加速度和力的作用方向以及头部运动的方向有关。当具有同等大小的加速度时,在冠状面力的作用方向上DAI程度比水平面旋转的外力引起的DAI程度重,随着损伤程度的增加,昏迷时间可延长,神经损伤症状更重。头部在旋转运动时,脑组织可做非线性加速或减速运动,此时,脑组织受到切应力的作用,这是引起DAI的始动因素。Gultekin等^[9]指出,当头部受到外力作用后,牵拉轴索骨架,从而启动钙离子通道,使钙离子大量内流,造成轴索骨架机能及结构的破坏。Buki等^[10]认为,受外力作用后,线粒体损伤导致的caspase-3激活在轴索的崩解过程中起重要作用。

由于导致DAI的暴力特征是瞬时的三维旋转加速或减速暴力,因此使研究DAI发生的生物力学分析更为复杂。近年来,随着计算机技术的发展,有限元的数学模型分析已成为颅脑损伤生物力学分析的一种有效方法。Kumaresan^[11]建立了人头颅的有限元模型,分析了大脑镰、小脑幕、颈部对撞击产生的压应力在脑内分布的影响。Ueno等^[12]把在模拟人靶混合Ⅲ型上测到的撞击后产生的直线和旋转加速度数据用有限元方法,分析了这两种方式施载脑内应力分布特征,认为直线加速时产生压应力,旋转加速时产生剪应力。国内陈革等^[13]在猫脑弥漫性轴索损伤的生物力学分析实验中,用猫头颅CT确定各层面节点并数字化,结果发现颅骨纵轴各层面应力在施载点同侧前后最高,并向颅底延伸,在颅脑内,脑表浅应力分布最高,但由于小脑幕、大脑镰及隆起的岩锥、鞍床突等结构,应力并非均匀向脑深部递减,而邻近这些结构的脑组织,大小脑脚、脑干、胼胝体、基底节区有很高的应力分布,这种应力分布特征与动物实验的病理损害分布一致,从而认为脑内质点应力差值致脑组织剪应变损伤,猫颅骨不规则的几何形状、小脑幕、大脑镰结构是导致旋转暴力向脑内传递广泛而不均一的主要原因。

2 挥鞭样损伤的生物力学研究

在车辆急骤加速或减速时,因惯性作用,车内人员颈部过度伸展或屈曲而引起的颈椎、颈髓及脑组织的损伤称挥鞭样损伤。挥鞭样损伤多发生于第5和第6颈椎,其次是第1颈椎,主要为颈椎脱位与骨折,颈髓震荡或挫伤,严重者可导致死亡。随着现代化建设和交通运输业的迅猛发展,挥鞭样损伤的发生数急剧上升,对挥鞭样损伤的研究也逐渐增多,其中生物力学研究对其损伤机制做了阐述。

Spitzer等^[14]认为挥鞭样损伤机制是由于能量传递至颈部的加速和减速所致,可由从后方或侧方车辆的撞击所致,也可见于跳水或其他事故。撞击可造成颈椎或软组织损伤,也可能导致其他与挥鞭样损伤相关的临床表现。据统计,85%以上的挥鞭样损伤发生于低速的追尾交通事故中^[15]。以前认为其损伤机制主要是颈椎的屈曲性损伤,但以后的研究结果却提示其损伤机制主要是相撞后颈椎开始时有一个过伸性运动,然后因反弹而产生屈曲运动。Kaneoka等^[16]对颈椎在挥鞭样损伤时的运动情况做了动作分析,在对10个健康的男性志愿者采用滑动碰撞模拟低速时汽车追尾事故的实验中,用X线电影造影术观察撞击瞬间颈椎的旋转情况。结果发现,开始时第6颈椎首先发生后伸,此时其上方的颈椎仍保持静止,当其达到最大旋转角度时,导致第5颈椎伸展,然后上方的颈椎开始屈曲,

使颈椎呈 S 形曲线,第 5、第 6 颈椎是此运动的轴心,表现为典型的过伸性过程,结果造成椎体的前方发生分离,后方的关节突相互撞击。因此认为,这种运动的形式是造成挥鞭样损伤的机制。另外,脊髓受压后损伤程度除与压迫载荷量及作用时间密切相关外,也受致压速度的影响。Kearney 等^[17]在脊髓损伤实验中发现外力作用的打击速度及压迫的深度与脊髓损伤的严重程度有明显的相关性,同时,随着速度的加快,脊髓对受压迫的耐受性下降。国内陈德玉等^[18]用人的尸体做研究,发现随颈椎运动速度的加快,颈脊膜脊髓前部承受的压力增幅加大,脊髓本身所承受的压力也将随之增加,而且,脊髓在快速运动过程中来不及代偿,从而加重脊髓损伤。

肌肉收缩可以防止挥鞭样损伤,但是当肌肉收缩程度超过其耐受限度时也可造成损伤。以往的研究主要关注颈髓组织损伤,对颈部肌肉损伤研究较少,除了一些数学模型考虑颈部肌肉的影响外,其他的研究很少考虑。Brault 等^[19]为了研究汽车追尾碰撞时颈部肌肉损伤的情况,用志愿者做实验,发现在速度为 8km/h 时,女性志愿者即开始出现肌肉的活动,而胸锁乳突肌的运动要早于脊柱旁肌肉的运动,肌肉活动的大小与速度的变化、移动的状态及肌群有明显的关系;头与躯干的相对运动导致胸锁乳突肌的伸长,而收缩与伸长均可造成肌肉的损伤。Svensson 等^[20]认为,椎管内压力的改变会对相关组织产生应力和应变,从而导致挥鞭样损伤的某些表现。Eichberger 等^[21]用人的尸体作对象,采用雪橇滑动模拟汽车碰撞,控制速度和加速度的变化与实际事故中相似,将两个小的压力传感器放在椎管内测量压力的变化,发现脑脊液压力的改变与颈部损伤标准(NIC)有很好的相关性。

3 心脏振荡的生物力学研究

心脏振荡(commotio cordis)是指在胸部遭受低能量的钝性打击后,突然发生心脏骤停,但未见胸骨、肋骨骨折,其心脏和其他内脏没有肉眼可见的结构损伤的病理过程^[22]。心脏震荡主要表现为胸部钝性击伤后的心脏性猝死,现已明确,其心电图表现形式为心室颤动或心脏停搏,其死因被认为是由于呼吸暂停而导致的心室纤颤或严重的心律失常。胸部闭合性损伤对心脏的直接损害分为心脏挫伤和心脏震荡两种类型。前者是指外力导致的的心脏结构损害,如心脏破裂、心肌挫伤等,这种情况较多见,而后者较为罕见,但有关这方面的报道在不断增加。据报道心脏震荡在美国中学生运动员中危险率约为 1/20 万,多发生在运动时受撞击而致,年龄多在 14~18 岁,但也可以发生在成年人。死亡多表现为在胸壁受撞击后瞬间发生或死前有一个很短暂的头晕的表现,而且成功的复苏也较困难^[23]。国内在法医学实际检案中也有发生,但对其机制尚不清楚。近年来,不少学者已开始对本病展开探索性的工作,并用动物实验在生物力学方面做了探索性的研究,其生物力学特点表现为胸壁受打击的部位与心脏震荡的发生有密切关系。在临床上,报道的心脏震荡病例均由胸壁受钝性物体击伤而致。

Link 等用心脏震荡的动物模型,对由于胸壁受冲击而导致的急速死亡做了一系列的研究,系统地评价了棒球冲击胸壁而导致的心室纤颤中,冲击速度及冲击物的硬度的重要性。他们以 8kg~25kg 重的小猪作心脏震荡的动物模型,用棒球撞击小猪胸壁,结果发现当用 40m/h 的速度撞击时,心室纤颤发生率最高,因此认为,在胸壁受到撞击而产生心室纤颤时,撞击的速度是一个重要的因素^[24]。另外,他们用不同质地的棒球撞击心前区,

结果发现在同等速度下,随着撞击胸壁的物体硬度的增大,导致心室纤颤的几率也增大^[25],其原因是由于坚硬的物体在撞击时更容易传递机械能。另外,直接作用于相对应于心脏中央的胸壁时也更容易导致心室纤颤,打击胸壁而造成的左心室压力的增高与心室纤颤的发生相关联,钾离子通道的激活可能是击打胸壁后造成心室纤颤的原因,早期的除颤有助于复苏的成功^[23]。Bir等^[26]提出胸壁粘性标准(viscous criterion)可作为心脏震荡和心室纤颤最好的预测指标($\chi^2=7.69$, $P=0.006$),经过分析认为粘性标准是与生物力学响应有关的,在发生高速的钝器冲击伤时,可用来评价心脏震荡和更严重的胸部损伤,甚至有人^[27]在研究保护棒球手不受损害的保护服时,即用此标准作为一个判断标准。

4 其他方面

4.1 腰椎损伤的生物力学因素

椎体主要是承受压缩载荷,当高坠损伤为臀部先着地时,瞬间冲击力可沿纵向挤压,产生椎体的压缩性骨折,因此,压缩载荷所导致的骨折常见于椎体^[28]。为研究腰椎损伤的发生机制,刘雷等^[29]用三维有限元方法建立人体胸腰椎活动节段的力学模型,根据脊柱损伤的力学分类,施加不同方向的破坏性载荷,对胸腰椎的应力进行分析。结果发现,垂直压缩载荷下,胸椎上、下终板的中央及松质骨邻近终板的中央部位应力值最高,同时椎间盘纤维环的后外侧、胸腰椎体的前后部、密质骨的椎弓根、峡部及小关节也存在应力集中区;压缩屈曲载荷下,终板前方及椎体前下方应力集中;分离屈曲载荷下,椎体后部结构的棘突上缘、棘间韧带、椎间盘纤维环后部等均是应力集中的部位。因此认为,生物力学因素在胸腰椎脊柱损伤的发生机制中占有重要地位,其损伤类型与所受外载荷力的方式有密切关系。

4.2 汽车保险杠撞击伤的生物力学因素

程秀生等^[30]根据汽车与行人侧向碰撞时人体腿和膝关节部位的生物力学特性以及计算机模拟碰撞结果,以腿部仿形器为模拟对象,应用有限元法定性、定量地分析了汽车保险杠高度及形状等因素对人体腿及膝关节损伤程度的影响。分析结果表明,对于一定形状的保险杠,当碰撞位置接近膝关节中心时,将会增加膝关节的剪切变形、弯曲变形和损伤程度;当碰撞位置在胫骨中段时,将会增加腿及膝关节遭受“二次碰撞”而造成严重损伤的可能性。该研究对于法医学交通损伤的检验及鉴定有一定的参考价值。

5 应用前景展望

综上所述,由于生物力学本身独特的研究手段,并广泛应用了物理学和数学的概念及方法,因此在法医学领域有着广泛的应用前景,其对机械性损伤中力学特点的进一步深入研究,不仅能解决损伤机制的问题,而且可能会为法医学检验鉴定提供一个新的途径。当然,由于法医学工作的特殊性,其研究目标应为更进一步全面深入地了解造成不同损伤的生物力学特点,然后,反过来,根据检验对象的损伤特点,如损伤的部位、性质、特点等,判断其损伤当时的情况,如致伤物性质、施力方向及大小、加害者个人特征等,即着力于研究发案事件的重建。随着计算机技术的飞速发展及其在生物力学中的广泛应用,相信这种研究方法将成为可能,并会在法医学检验及鉴定中起到巨大作用。

随着我国社会主义法制建设的健全和完善,证据的作用越来越受到重视,同时也面临