

法医物证学理论与实践丛书②

法医分子生物学基础理论问答

叶健 丛斌 · 编著



中国人民公安大学出版社

法医物证学理论与实践丛书②

法医分子 生物学基础理论问答

叶 健 丛 斌 编著

中国人民公安大学出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

法医分子生物学基础理论问答/叶健, 丛斌编著. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2007. 1

(法医物证学理论与实践丛书; 2)

ISBN 978 - 7 - 81109 - 626 - 2

I. 法… II. ①叶…②丛… III. 法医学: 分子生物学—问答

IV. D919. 1 - 44 Q7 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 013672 号

法医分子生物学基础理论问答

FAYI FENZI SHENGWUXUE JICHULILUN WENDA

叶 健 丛 斌 编 著

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

经 销: 新华书店

邮政编码: 100038

印 刷: 三河市利兴印刷有限公司

版 次: 2007 年 1 月第 1 版

印 次: 2007 年 1 月第 1 次

印 张: 10.125

开 本: 880 毫米×1230 毫米 1/32

字 数: 272 千字

印 数: 0001 ~ 2000 册

ISBN 978 - 7 - 81109 - 626 - 2/D · 586

定 价: 35.00 元

本社图书出现印装质量问题, 由发行部负责调换

联系电话: (010) 83903254

版权所有 侵权必究

E-mail: cpep@public.bta.net.cn

www.phcpps.com.cn

www.porclub.com.cn

法医物证学理论与实践丛书

编 委 会

丛书主编：丛 斌 裴 黎 叶 健

丛书编委：丛 斌 裴 黎 叶 健

葛百川 朱抚刚 陈真宁

申成斌 赵兴春 陈和军

刘 冰 曾发明 王海生

朱传红

法医物证学理论与实践丛书

撰 稿 人

丛 斌	裴 黎	叶 健	申成斌
陈真宁	赵兴春	王海生	刘 冰
朱传红	王翠花	王基锋	孔铭华
牛慧媛	郝金萍	马 原	

序

司法公正乃依法治国方略的基础工程。在实践中，刑事侦查和司法审判需要确实可靠的证据予以支持。法医物证学是以生物学检材（如血液、血痕、精液、毛发、实质器官、组织块、指甲、唾液等）为研究和检验对象，解决司法实践中个体识别和亲权鉴定的一门法医学分支学科。杀人、伤害、强奸、民事纠纷、意外事故及群体性灾难案件的处理无一不需要法医物证学的技术支持，以检验检材的遗传标记与当事人个体相关遗传性状是否同一，检验可疑双亲和子代之间的相关遗传性状（标记）的传递是否符合孟德尔遗传规律，从而为案件的侦审提供科学、客观、真实的证据。

法医物证学的历史可追溯到三国时代谢承所著的《会稽先贤传》，书中有“以弟血滴兄骨验亲”的记载。20世纪以来，随着现代科学的不断发展，法医物证学逐渐成为一门学科。1900年，Landsteiner发现人类ABO血型以后，法医物证学检验以免疫学理论和技术为核心进入了科学时代。在现代免疫学技术、酶学技术和蛋白质分析技术的推动下，白细胞血型、红细胞酶型、血清蛋白型先后为法医物证学所应用，而一度成为该领域的主要人类遗传标记，

为司法实践解决了诸多疑难案例。然而，这个时代的法医物证学检验结论还只能用排除法协助司法机关对某些事件的有或无做出判断。人类 DNA 分子结构的发现以及分子生物学理论和技术的飞速发展将法医物证学带入了又一个新时代。1985 年，英国遗传学家 Jeffreys 首次在人类肌红蛋白基因的第一内含子中发现了一个由 33 个碱基对串联重复的小卫星序列，将其作为探针，为一桩移民纠纷案的亲子关系进行了成功鉴定。此称为 DNA 指纹技术，使个体识别和亲子鉴定达到了“认定”的水平。利用多聚酶链反应（PCR）可以高效简捷地检测人类基因组中的高多态性 DNA 遗传位点，人们可以对个体识别和亲权纠纷案例进行更加快速与准确的鉴定。2003 年 4 月完成的人类基因组计划表明，在人类 31.65 亿碱基对基因组的序列中存在着大量的具有较高个体差异的 DNA 多态性位点，如 VN-TR、STR、MVR、SNP 等遗传标记，这将使法医物证学研究 and 应用得到更大的拓宽和向纵深发展。

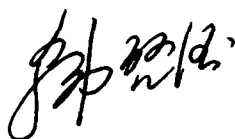
半个世纪以来，中国的法医物证学从理论到技术均取得了可喜的成绩，1989 年，公安部已将 DNA 指纹技术用于解决实际案例，为司法鉴定的规范性和科学性提供了重要的技术手段。《法医物证学理论与实践丛书》就蛋白质和 DNA 水平的理论和技术及其在实际检案中的应用等内容进行了系统和较全面的编写。该丛书的作者是从从事法医物证学科研及实践多年的专家和技术人员，作者力求从实践入手，阐述了蛋白质及核酸的基本理论与技术，由浅入深，介绍了法医物证学之核心内容和新进展，并对基本理论问题进行了释义，图文并茂，浅显易懂；针对实际工作

序

中遇到的某些疑难案件，在检材提取、检验程序、结果分析等诸多理论和技术上进行了讨论和解析。该书也融入了作者的部分科研成果和办案经验。相信这套丛书的出版能够对我国广大基层法医和初学者在学习掌握法医物证学的新理论、新技术及规范性检验操作上有所裨益，也有助于推动我国司法鉴定在法医物证学方面的科学化、规范化进程。

该套丛书由于编者较多，各部分编写格式、内容深度略有差异，但我觉得值得广大法医工作者、大专院校法医专业的学生，乃至公安、检察、审判工作人员及律师参考阅读。是故，乐以此为序。

全国人大常委会副委员长
中国科学院院士



2006年11月16日

前 言

法医物证学是法医学领域内的支柱学科。20 世纪 80 年代以前，大多利用免疫学、血清学、电泳技术等方法在蛋白质水平检测遗传标记多态性。

20 世纪 80 年代中期，DNA 分析技术在法庭科学中的首次应用，标志着法医物证检验技术新纪元的开始，实现了物证检验从否定到认定的飞跃。但是，对于这一新的前沿科学，目前还尚未普及。为了使更多的人了解和掌握法医物证学的理论与新技术，编写人员结合自己多年从事这方面工作的经验和实践，融入一些科研成果，并参考了国内外一些文献、著作编写了这套丛书。使将近一个世纪以来的法医物证学中经典的血型血清学和 DNA 分析技术的新进展、新成果尽可能多地反映给读者。

本丛书编写的宗旨在于将法医物证学的内容理论化、系统化，以简单易懂的形式传授给基层从事医学或法医学技术的人员、司法机关的侦查办案人员、审判员、律师及大专院校学生。也可供从事生物化学、生物技术及分子生物学方面的人员使用与参考。目前，我国公、检、法、司部门的法医队伍已初具规模。基层工作人员困于学习条件的限制及现场工作的繁忙，携带大本的理论书籍不便阅读。到目前为止，国内还没有一套法医物证学的理论与实践方面的丛书。本丛书具有深入浅出、图文并茂、可读性

强、便于携带等特点，在撰写内容的选材上，注重其理论性、科学性和实用性，力求内容丰富、通俗易懂、结构合理、重点突出。

全套丛书分四册，第一册和第二册是以问答的形式向读者阐述了法医血型血清学及法医分子生物学的基础理论知识，由浅入深，可读性强。第三册为法医物证实验手册，介绍了血型血清学和 DNA 分析技术的基本技能和经典检验方法，也有部分最新的技术进展。第四册为法医物证案例疑难解析，是编者在多年工作中积累的典型案例，其中个别案例摘自报刊与杂志。从特殊生物检材提取的案例解析、检验程序中典型案例的解析、检验结果疑难点评等诸方面加以阐述，对基层技术人员和刑侦人员侦破案件极为有用。这套丛书理论与实践并重，益于基层法医工作者使用。

由于时间仓促及编者水平所限，书中疏漏之处在所难免，敬请读者不吝指正。

编 者
2006 年 9 月

目 录

第一部分 概 论	(1)
1.1 分子生物学的基本含义是什么?	(1)
1.2 分子生物学与其他学科有什么关系?	(1)
1.3 什么是法医分子生物学?	(3)
1.4 法医分子生物学研究和分析的对象是什么?	(3)
1.5 法医分子生物学的主要任务是什么?	(3)
1.6 在法医分子生物学中主要应用哪些 DNA 分析 技术?	(3)
1.7 法医 DNA 分析技术的应用范围是什么?	(4)
1.8 法医 DNA 分析技术有哪些特点?	(4)
1.9 国外法医 DNA 分析的研究历史过程怎样?	(5)
1.10 中国法医 DNA 分析的研究历史过程怎样?	(5)
1.11 法医分子生物学和 DNA 证据在侦查破案中的 作用是什么?	(13)
第二部分 细胞的分子生物学	(15)
2.1 什么是细胞?	(15)
2.2 细胞核的形态如何?	(15)
2.3 细胞核的化学成分及分子结构如何?	(16)
2.4 核仁的结构及功能如何?	(16)
2.5 细胞质的化学成分及分子结构如何?	(17)
2.6 细胞膜的化学成分及分子结构如何?	(18)
2.7 细胞膜主要有哪些功能?	(21)
2.8 细胞生命活动所需能量的主要来源是什么?	(22)

2.9	线粒体主要有哪几种酶?各分布在什么部位? ...	(23)
2.10	叶绿体的基本结构是什么?	(24)
2.11	叶绿体有什么功能?	(24)
2.12	内质网的结构如何?	(25)
2.13	溶酶体的结构如何?	(25)
2.14	高尔基复合体的形态结构如何?	(26)
2.15	什么是细胞周期?	(27)
2.16	何谓细胞的减数分裂?	(30)
2.17	什么是染色质和染色体?	(34)
2.18	人类染色体的形态结构如何?	(35)
2.19	染色体的分子结构如何?	(38)
2.20	什么是同源染色体?	(39)
2.21	染色体突变有哪些类型?	(40)
2.22	什么叫基因组?	(41)
2.23	什么叫基因?	(42)
2.24	什么叫等位基因?	(43)
2.25	染色体对疾病诊断和环境检测有何意义?	(43)
2.26	什么是原核细胞?	(44)
2.27	什么是真核细胞?	(45)
2.28	原核细胞与真核细胞的区别是什么?	(45)
第三部分	核酸和蛋白质的结构与功能	(46)
3.1	核酸是怎样被发现的?	(46)
3.2	核酸为什么是遗传物质?	(46)
3.3	双螺旋是怎样被发现的?	(46)
3.4	核酸的研究进展如何?	(47)
3.5	核酸的化学成分是什么?	(48)
3.6	什么是DNA的一级结构?	(50)
3.7	什么是DNA的二级结构?	(51)
3.8	什么是DNA的三级结构?	(53)

目 录

3.9	DNA 有哪些理化性质?	(53)
3.10	DNA 的变性、复性、杂交的生物学意义是什么?	(54)
3.11	何谓 DNA 右手螺旋的几种构象及动态平衡?	(55)
3.12	什么是 Z-DNA?	(56)
3.13	Z-DNA 有什么生物学意义?	(58)
3.14	RNA 有几类?	(58)
3.15	何谓核蛋白体 RNA(rRNA)?	(59)
3.16	何谓转运 RNA(tRNA)?	(59)
3.17	何谓信使 RNA(mRNA)?	(59)
3.18	何谓 RNA 的碱基组成?	(60)
3.19	RNA 的分子结构如何?	(61)
3.20	什么是蛋白质?	(63)
3.21	什么是蛋白质的一级结构?	(64)
3.22	蛋白质的结构与功能的意义如何?	(65)
3.23	基因的特点是什么?	(67)
3.24	基因的结构如何?	(68)
3.25	何谓基因表达?	(69)
3.26	何谓基因突变?	(70)
3.27	何谓重组与交换?	(71)
第四部分	原核生物与真核生物的基因组结构	(73)
4.1	什么是原核生物?	(73)
4.2	什么叫噬菌体?	(73)
4.3	什么叫病毒?	(73)
4.4	病毒基因组核酸的主要类型有几种?	(73)
4.5	病毒基因组的结构特点是什么?	(74)
4.6	细菌基因组的结构和功能是什么?	(76)
4.7	什么是转位因子?	(78)

4.8	什么是插入序列?	(79)
4.9	插入序列是如何被发现的?	(79)
4.10	什么是转座子?	(79)
4.11	转座子的结构与特征是什么?	(80)
4.12	转座子是如何移动的?	(81)
4.13	什么是真核生物?	(82)
4.14	真核生物基因组有哪些特点?	(82)
4.15	什么是高度重复序列?	(82)
4.16	什么是中度重复序列?	(84)
4.17	什么是单拷贝顺序(低度重复顺序)?	(86)
4.18	什么是多基因家族与假基因?	(87)
4.19	什么是自私 DNA?	(88)
4.20	人类基因组的结构特征有哪些?	(88)
4.21	什么是卫星 DNA?	(89)
4.22	什么是小卫星 DNA?	(89)
4.23	什么是微卫星 DNA?	(89)
4.24	什么是人类多态性 DNA 遗传标记?	(89)
4.25	人类 DNA 多态性分几类?	(93)
4.26	DNA 多态性是怎样产生的?	(94)
4.27	什么是人类基因组计划?	(96)
4.28	人类基因组计划有哪些主要步骤?	(96)
4.29	人类基因组计划涉及了哪些主要理论与技术?	(97)
4.30	人类基因组计划完成后有什么意义?	(98)
4.31	人类基因组计划在生物医学研究中有什么 应用?	(99)
第五部分	遗传信息的复制	(100)
5.1	DNA 复制的特点是什么?	(100)
5.2	DNA 怎样进行半保留复制?	(100)

目 录

5.3	何谓复制子?	(101)
5.4	何谓复制的起始点?	(101)
5.5	何谓复制的终点?	(103)
5.6	进行复制的方向是怎样的?	(103)
5.7	参与复制过程的重要酶与因子有哪些?	(105)
5.8	DNA 如何进行复制?	(112)
5.9	DNA 复制模型有几类?	(114)
5.10	DNA 损伤与修复的意义是什么?	(117)
5.11	DNA 损伤的原因是什么?	(118)
5.12	DNA 是怎样修复的?	(121)
5.13	DNA 损伤有什么后果?	(124)
第六部分	遗传信息的转录与表达	(125)
6.1	何谓遗传信息的转录?	(125)
6.2	转录作用及其特点有哪些?	(125)
6.3	原核细胞 RNA 聚合酶有哪些功能?	(127)
6.4	原核细胞 RNA 聚合酶的结构如何?	(128)
6.5	真核细胞 RNA 聚合酶的结构如何?	(129)
6.6	什么是启动子?	(129)
6.7	原核细胞启动子的结构如何?	(130)
6.8	真核细胞 mRNA 基因启动子的结构如何?	(131)
6.9	真核细胞 tRNA 基因启动子的结构如何?	(132)
6.10	什么是转录终止信号?	(132)
6.11	转录过程有哪些?	(133)
6.12	为什么要进行转录初始产物的加工?	(137)
6.13	tRNA 的前体加工有哪些步骤?	(137)
6.14	mRNA 的前体加工有哪些步骤?	(140)
6.15	什么是遗传密码?	(143)
6.16	遗传密码有什么特性?	(143)
6.17	密码与反密码子是怎样相互识别的?	(144)

6. 18	什么是核糖体?	(145)
6. 19	rRNA 有什么基本特点?	(146)
6. 20	原核生物怎样进行蛋白质生物合成?	(146)
第七部分	原核与真核生物基因表达调控	(150)
7. 1	什么是基因表达?	(150)
7. 2	什么是操纵子?	(151)
7. 3	什么是乳糖操纵子?	(151)
7. 4	乳糖操纵子是如何进行调控的?	(152)
7. 5	基因表达在翻译水平上如何调节?	(153)
7. 6	真核生物的基因表达与调控是如何进行的?	(154)
7. 7	真核生物与原核生物表达调控的规律有何 异同?	(156)
第八部分	基因工程技术原理	(158)
8. 1	什么是基因工程?	(158)
8. 2	什么是重组 DNA 技术?	(158)
8. 3	什么是克隆?	(158)
8. 4	什么是限制性核酸内切酶?	(159)
8. 5	限制性核酸内切酶是如何命名和分类的?	(159)
8. 6	限制性核酸内切酶的基本特性是什么?	(160)
8. 7	大肠杆菌 DNA 聚合酶 I 的特征是什么?	(162)
8. 8	T4 聚合酶的特征是什么?	(162)
8. 9	Taq DNA 聚合酶的特征是什么?	(162)
8. 10	什么是 DNA 连接酶?	(162)
8. 11	什么是反转录酶?	(163)
8. 12	什么是甲基化酶?	(163)
8. 13	什么是碱性磷酸酶?	(164)
8. 14	什么是核酸外切酶?	(164)
8. 15	什么是载体? 有什么共同特点?	(164)
8. 16	什么是质粒?	(165)

目 录

8.17	什么是 λ 噬菌体?	(166)
8.18	什么是黏粒载体?	(166)
8.19	什么是人工染色体载体?	(167)
8.20	基因工程有哪些步骤?	(167)
8.21	什么叫基因文库?	(168)
8.22	什么叫 cDNA?	(169)
8.23	什么叫 cDNA 文库?	(169)
8.24	目的基因和载体是怎样进行连接的?	(169)
8.25	进行重组体构建时应当注意什么?	(172)
8.26	怎样将重组 DNA 导入宿主细胞?	(172)
8.27	怎样筛选和鉴定重组子?	(173)
8.28	什么是基因表达?	(175)
8.29	重组体在宿主细胞中是如何表达的?	(176)
第九部分	DNA 序列测定与线粒体 DNA	(178)
9.1	双脱氧链终止法测序的原理是什么?	(178)
9.2	化学降解测序法的原理是什么?	(179)
9.3	DNA 自动测序的化学原理是什么?	(180)
9.4	荧光基团以怎样的方式掺入?	(181)
9.5	DNA 自动测序仪器原理是什么?	(183)
9.6	什么是直接 PCR 测序——循环测序?	(184)
9.7	什么是线粒体?	(186)
9.8	人类线粒体基因组的结构是什么?	(186)
9.9	线粒体遗传系统的特点是什么?	(187)
9.10	线粒体 DNA 在法医学上有什么应用价值?	(189)
9.11	线粒体 DNA 分析技术发展的历史如何?	(189)
9.12	线粒体 DNA 分析技术有哪些?	(190)
9.13	mtDNA 分型原则有哪些?	(191)
9.14	线粒体 DNA 分析的不足之处有哪些?	(192)
第十部分	核酸的体外扩增(PCR 技术)	(194)