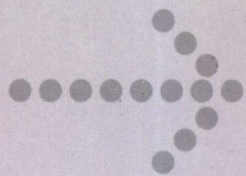
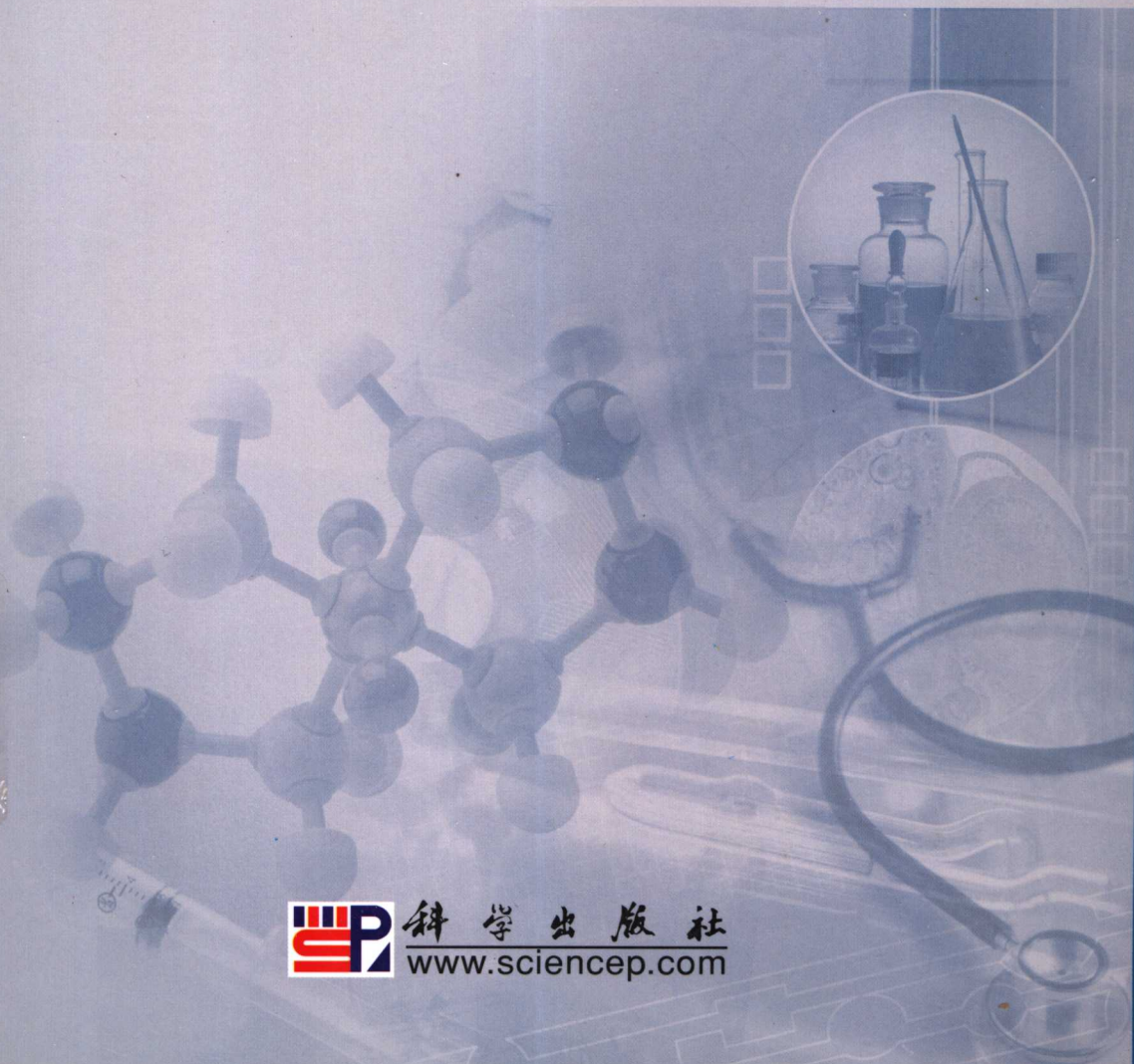


现代



# 临床检验技术与应用

辛晓敏 关秀茹 主编



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 现代临床检验技术与应用

辛晓敏 关秀茹 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书系统阐述了现代医学检验技术和临床应用。全书共九章,详细介绍了血细胞分析仪、凝血仪、血液流变学、生化技术、电泳技术、免疫学、微生物学、分子生物学和尿液分析仪的检验方法和临床应用。

本书可供临床检验技术人员和高等院校相关专业的师生及临床医生参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

现代临床检验技术与应用/辛晓敏,关秀茹主编. —北京:科学出版社, 2005

ISBN 7-03-015475-4

I. 现… II. ①辛…②关… III. 临床医学-医学检验 IV. R446.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 044595 号

责任编辑:李锋 盖宇 卜新/责任校对:朱光光

责任印制:钱玉芬/封面设计:王浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005年5月第一次印刷 印张:24 1/4

印数:1—2 000 字数:557 000

定价:65.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 前 言

随着基础医学和临床医学的不断发展，检验医学在临床疾病的诊疗中起着重要的作用。自动化仪器的相继问世，拓宽了临床检验的范围，大大提高了工作效率。血细胞分析仪的出现促进了细胞生物学的临床应用，自动化凝血仪的应用扩展了检测项目，提高了准确率，模块组合式生化分析仪提高了工作效率，尤其是免疫学技术的发展使免疫学检测进入一个新的时代。不断涌现出的化学发光技术、核素标记技术、生物标记技术、金标记技术、荧光标记技术、流式细胞术等，丰富了临床检验的技术领域，对医学的发展和进步起着巨大的推动作用。

先进的自动化仪器的发展，要求检验技术人员不断提高业务素质和技术水平，以充分发挥仪器的功能和效率。编者参考了大量的国内外文献，编写了《现代临床检验技术与应用》。

全书共九章，详细介绍了各种仪器的检测原理、质量控制及临床应用。检测方法涉及细胞学、生物学、生物化学、免疫学、微生物学、遗传学、分子生物学等技术。本书坚持临床诊断与实验技术相结合，使广大临床医师和从事临床检验工作的技术人员从不同角度学习和参考书中的相关专业理论和技术知识，实用性强。

限于编者水平，书中难免有不妥之处。诚恳希望读者、专家批评指正。

辛晓敏

2005年3月15日

# 目 录

## 前言

<b>第一章 血细胞分析仪及其临床应用</b> .....	1
<b>第一节 血细胞分析仪的检测原理</b> .....	1
一、电阻抗法的检测原理 .....	1
二、利用 VCS 等技术分析细胞内部结构血细胞分析仪检测原理 .....	4
三、光散射法检测红细胞原理 .....	10
四、血红蛋白含量测定原理及红细胞各项指数原理 .....	11
<b>第二节 血细胞分析仪的质量控制</b> .....	12
一、血液标本的采取和储存 .....	12
二、仪器的校准 .....	13
三、血细胞分析仪的质控 .....	17
四、病理因素对检测结果的影响 .....	19
<b>第三节 血液分析仪的临床应用</b> .....	20
一、静脉血血液分析的参考值 .....	20
二、白细胞计数及分类的临床意义 .....	21
三、白细胞常见的病理形态 .....	25
四、红细胞系统各项指标检测的临床意义 .....	26
五、红细胞体积分布直方图临床病例分析 .....	31
六、血小板检测的临床意义 .....	33
<b>第二章 凝血仪及其临床应用</b> .....	35
<b>第一节 正常止血、凝血和抗凝血机理</b> .....	35
一、初步止血过程 .....	36
二、凝血机制 .....	36
三、抗凝机制 .....	38
四、纤维蛋白溶解 .....	40
<b>第二节 凝血仪的检测方法及原理</b> .....	41
一、生物学方法 .....	41
二、生物化学方法 .....	43
三、免疫学方法 .....	44
<b>第三节 凝血仪的测定项目</b> .....	45
一、凝血酶原时间 .....	45
二、部分活化的凝血活酶时间 .....	45
三、纤维蛋白原测定 .....	45
四、凝血酶凝固时间 .....	46
五、外源凝血途径各凝血因子活性的检测 .....	46
六、内源凝血途径各凝血因子活性的检测 .....	46

七、抗凝血酶Ⅲ的检测 .....	46
八、蛋白C的检测 .....	47
九、纤溶酶原的检测 .....	47
十、纤溶酶原激活物抑制剂 .....	47
第四节 各种凝血仪的简介 .....	47
第五节 血栓与止血试验的临床应用 .....	50
一、抗血栓治疗实验室检测临床应用 .....	50
二、抗凝治疗的监测 .....	50
三、溶栓治疗的监测 .....	53
四、溶栓后再梗塞治疗的监测 .....	53
五、易栓症 .....	53
六、出血性疾病 .....	59
七、弥散性血管内凝血 .....	61
第六节 血小板黏附和聚集功能的临床应用 .....	64
一、血小板黏附试验原理及检测方法 .....	64
二、血小板黏附率测定的临床意义 .....	66
三、血小板聚集试验原理及检测方法 .....	66
四、血小板黏附与聚集试验质量控制 .....	70
<b>第三章 血液流变学检测与临床应用</b> .....	72
第一节 血液黏度的测定原理 .....	72
一、概述 .....	72
二、血液黏度测定 .....	73
三、红细胞变形性 .....	75
四、红细胞聚集性 .....	75
五、红细胞沉降率 .....	76
第二节 血液黏度检测的质量控制 .....	76
一、建立实验室管理制度 .....	77
二、血液黏度的仪器选择 .....	77
三、试验前质量控制 .....	77
四、试验中质量控制 .....	78
五、试验后质量控制 .....	79
第三节 血液流变学的临床应用 .....	79
一、脑血管疾病 .....	80
二、心血管疾病 .....	81
三、糖尿病 .....	82
四、恶性肿瘤 .....	83
五、肾脏疾病 .....	83
六、血液系统疾病 .....	84
七、慢性肺源性心脏病 .....	85
<b>第四章 生化检测技术与临床应用</b> .....	86
第一节 自动生化分析仪的发展史及检测原理 .....	86
一、自动生化分析仪的发展历史 .....	86

二、自动生化分析仪工作原理 .....	87
三、自动生化分析仪的光学测定原理 .....	88
四、自动生化分析仪的主要部件 .....	91
五、自动生化分析仪常用分析方法 .....	93
六、自动生化分析仪的校准方法 .....	96
<b>第二节 生化检测项目的病理生理改变与临床</b> .....	97
一、脂代谢紊乱与高脂血症诊断 .....	97
二、蛋白代谢紊乱与蛋白血症诊断 .....	101
三、糖代谢紊乱与疾病诊断 .....	105
四、心肌和骨骼肌 .....	111
五、肝脏功能紊乱与肝脏疾病诊断 .....	114
六、肾脏功能紊乱与疾病诊断 .....	119
七、氯和阴离子隙 .....	124
八、水和钠 .....	129
九、钙、镁、磷 .....	137
十、钾 .....	148
<b>第三节 干化学生化分析仪检测原理</b> .....	156
一、干化学的定义 .....	156
二、干化学试剂载体的基本结构 .....	156
三、干化学分析的理论基础 .....	161
四、干化学分析的质量控制 .....	162
五、干化学分析的特点 .....	163
六、干化学分析的应用 .....	163
<b>第四节 生化分析的全程质量控制</b> .....	164
一、分析前的质量控制 .....	164
二、室内质量控制 .....	171
三、实验室间质量控制计划 .....	176
<b>第五章 电泳技术及其临床应用</b> .....	177
<b>第一节 电泳技术的发展</b> .....	177
<b>第二节 电泳技术的基本原理</b> .....	178
一、电泳的基本原理 .....	178
二、影响电泳的外界因素 .....	179
三、电泳分类 .....	179
四、常用电泳技术 .....	181
<b>第三节 电泳技术的临床应用</b> .....	186
一、血清蛋白电泳的临床应用 .....	186
二、尿蛋白电泳的临床应用 .....	190
三、利用电泳技术进行同工酶谱分析 .....	193
四、利用电泳技术诊断免疫球蛋白增殖性疾病 .....	195
<b>第六章 免疫学检验与临床应用</b> .....	200
<b>第一节 免疫荧光技术与临床应用</b> .....	200
一、免疫荧光技术原理与类型 .....	200

二、荧光抗体制备技术 .....	201
三、免疫荧光技术的发展与临床应用 .....	202
第二节 时间分辨荧光技术与临床应用 .....	204
一、概述 .....	204
二、时间分辨免疫荧光原理 .....	204
三、时间分辨荧光技术的临床应用 .....	206
第三节 放射免疫分析技术与临床应用 .....	207
一、放射免疫分析技术的基本原理 .....	207
二、放射免疫技术分类 .....	208
三、放射免疫分析技术的临床应用 .....	210
第四节 胶体金技术与临床应用 .....	210
一、基本原理及类型 .....	210
二、免疫渗滤试验 .....	210
三、免疫层析试验 .....	211
四、临床应用 .....	212
第五节 酶免疫技术与临床应用 .....	212
一、酶免疫技术的原理和分类 .....	212
二、固相酶免疫测定的原理和类型 .....	213
三、固相酶免疫测定的技术要点 .....	216
四、酶免疫测定发展和应用 .....	223
五、常用的固相酶免疫测定仪器 .....	226
第六节 免疫比浊技术与临床应用 .....	229
一、概述 .....	229
二、免疫浊度法分类 .....	231
三、免疫比浊法的临床应用 .....	233
第七节 流式细胞术与临床应用 .....	237
一、流式细胞仪的发展简史 .....	237
二、流式细胞仪的组成及工作原理 .....	238
三、流式细胞仪的临床应用 .....	242
四、流式细胞术的质量控制 .....	261
第八节 移植免疫的检验 .....	263
一、移植的类型 .....	263
二、组织相容性抗原 .....	264
三、移植排斥反应 .....	265
四、组织器官移植的检验 .....	267
第九节 免疫学检验质量控制 .....	273
一、免疫学检验质量 .....	273
二、常用免疫学试验 .....	278
三、免疫学检验的标准化 .....	281
四、质量控制的计算 .....	283



<b>第七章 微生物检验与临床</b> .....	286
<b>第一节 临床常见的病原微生物与疾病</b> .....	286
一、病原微生物与感染性疾病 .....	286
二、医院感染 .....	294
<b>第二节 常见临床标本的细菌学检验</b> .....	296
一、分离细菌的基本要领 .....	296
二、血液及骨髓标本的细菌学检验 .....	297
三、痰液及支气管分泌物标本的细菌学检验 .....	300
四、尿液标本的细菌学检验 .....	303
五、生殖器官标本的细菌学检验 .....	306
六、粪便标本的细菌学检验 .....	308
七、皮肤、软组织(脓肿)标本的细菌学检验 .....	310
八、眼部标本的细菌学检验 .....	311
九、脑脊液标本的细菌学检验 .....	313
<b>第三节 临床细菌检验的质量控制</b> .....	315
一、致病菌分离鉴定 .....	315
二、药物敏感试验 .....	318
<b>第四节 细菌药敏试验方法</b> .....	319
一、药敏试验的指征 .....	319
二、常规抗菌药物的选择和报告 .....	320
三、药敏试验方法 .....	321
四、耐药细菌的筛选 .....	326
<b>第五节 真菌的常规检验法</b> .....	328
一、标本的采集及运送 .....	328
二、检验常规 .....	328
三、药敏试验 .....	330
<b>第六节 衣原体、支原体及立克次氏体微生物学检验法</b> .....	331
一、衣原体的微生物学检验法 .....	331
二、支原体的微生物学检验法 .....	333
三、立克次氏体的微生物学检验法 .....	335
<b>第八章 临床分子生物学技术与应用</b> .....	338
<b>第一节 聚合酶链反应的原理及应用</b> .....	338
一、PCR技术的原理及基本操作 .....	338
二、PCR的成分和作用 .....	340
三、引物设计一般性原则 .....	342
四、PCR扩增产物的分析法 .....	344
五、反转录PCR .....	346
六、PCR其他相关技术 .....	347
<b>第二节 PCR技术在医学中的应用</b> .....	349
一、在感染疾病中的应用 .....	349
二、PCR在诊断病原体感染时的优缺点 .....	350
<b>第三节 临床基因扩增检验标本的处理、保存</b> .....	350

<b>第九章 尿液分析仪的检测原理及临床应用</b> .....	355
<b>第一节 尿液分析仪检测原理</b> .....	355
一、干化学尿液分析仪检测原理 .....	355
二、尿沉渣检测方法 & 仪器检测原理 .....	361
<b>第二节 尿液分析仪的质量控制</b> .....	363
一、尿液标本采集 & 存放 .....	363
二、干化学尿液分析仪质量控制 .....	364
三、全自动尿沉渣分析仪质量控制 .....	365
<b>第三节 尿液分析仪检测项目 &amp; 临床应用</b> .....	367
一、干化学尿液分析仪检测项目 .....	367
二、全自动尿沉渣检测项目 & 临床应用 .....	372
<b>主要参考文献</b> .....	376

# 第一章 血细胞分析仪及其临床应用

## 第一节 血细胞分析仪的检测原理

20世纪50年代,美国库尔特(W.H.Coulter)利用电阻抗原理设计了世界第一台血细胞计数仪,使细胞计数精密度大大提高,避免了繁重的手工法、目测计数。随着各种高新技术在血细胞分析仪上的应用,血细胞检测技术不断完善,血细胞分析仪发展迅速,生产厂家均有各自的专利技术,现已广泛应用于临床。

目前,临床上应用的血细胞分析仪其原理从根本上讲大致分为两部分,一部分是利用电阻抗(bioelectrical impedance analysis, BIA)技术检测细胞数和体积;另一部分是利用容量(volume, V)、电导(conductivity, C)、光散射(light scatter, S)——VCS等技术分析细胞的内部结构。

### 一、电阻抗法的检测原理

#### (一) 电阻抗法白细胞检测原理

##### 1. 电阻抗法白细胞计数

把等渗电解质溶液(被称为稀释液)稀释的细胞悬液倒入一个不导电的容器中,将小孔管(板)插到细胞悬液中,其内侧充满了稀释液,并有一个内电极,其外侧细胞悬液中有一个外电极。检测期间,当电流接通后,位于小孔两侧的电极产生稳定的电流,稀释液通过有固定直径和厚度的小孔向小孔内部流动,计数孔直径一般 $<100\mu\text{m}$ ,厚度为 $75\mu\text{m}$ 左右。因为小孔周围充满了具有传导性的液体,其电子脉冲是稳定的。如果供给的电流 $I$ 和阻抗 $Z$ 是稳定的,根据欧姆定律通过小孔的电压 $U$ 也是不变的(这时 $U=IZ$ )。当一个细胞通过小孔时,由于血细胞有极小的传导性,细胞的导电性质比等

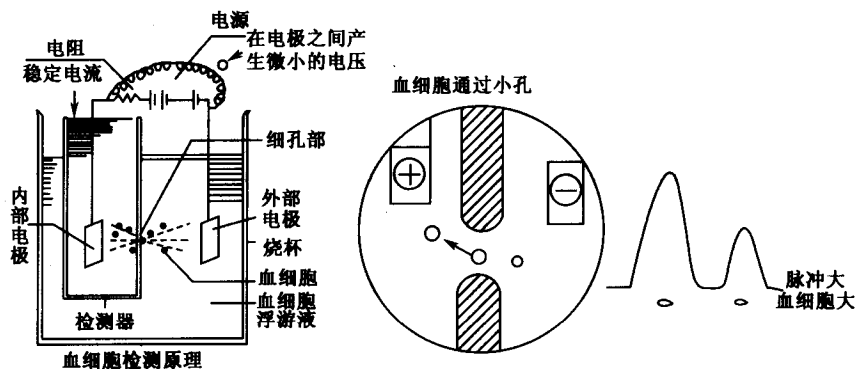


图 1-1 细胞计数电阻抗原理

渗的稀释液要低，在电路中小孔感应区内电阻增加，于瞬间引起了电压变化而出现一个脉冲信号，这被称为通过脉冲，电压增加的程度取决于细胞体积，细胞体积越大，引起的电压变化越大，产生脉冲振幅越高。通过对脉冲大小的测量可以测定出细胞体积，记录脉冲的数目可以得到细胞计数的结果。图 1-1 显示出血细胞计数仪应用电阻抗原理（即库尔特原理）进行细胞计数及体积分析的方法及过程。

## 2. 电阻抗法白细胞分群原理

从电阻抗的原理可以看出不同体积的白细胞（white blood cell, WBC）通过小孔时产生的脉冲大小不同，而不同类型的白细胞（如中性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞）经溶血剂作用后有明显的差异，因此根据脉冲的大小，即可人为地将血内白细胞分成几群（二分群、三分群）。电阻抗法白细胞“分类”实际上是根据体积大小的分群。那么，仪器是如何进行细胞分群呢？目前很多仪器在给出细胞数据结果外，同时提供出细胞体积分布图形，这些可以表示出细胞群体分布情况的图形被称为直方图。它可以显示出一定细胞群中的平均细胞体积、细胞分布情况和是否存在明显的异常细胞群。直方图是由测量通过感应区的每个细胞脉冲累计得到，根据库尔特原理可以在计数的同时进行分群测量。如图 1-2 所示，左图为示波器显示的所分析细胞的脉冲大小，右图为相应的体积分布直方图，横坐标为体积，纵坐标为相对数量。被统计出的相对细胞数表示在 Y 轴上，体积数据以 fL 为单位表示在 X 轴上，如图 1-3 所示。

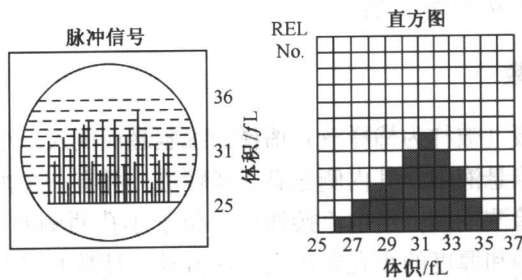


图 1-2 直方图与脉冲信号的关系

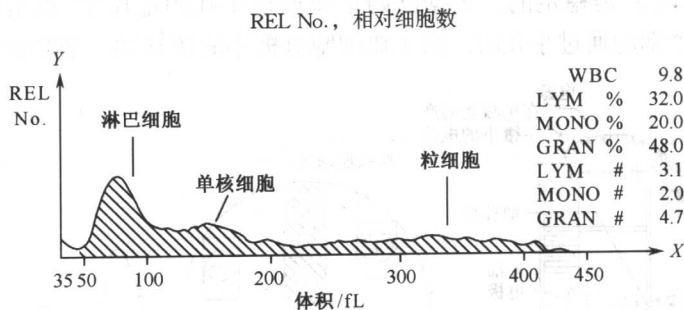


图 1-3 白细胞体积分布直方图

电阻抗测定方法得到的白细胞分类数据是根据白细胞体积直方图计算得来的，如图 1-4 所示。

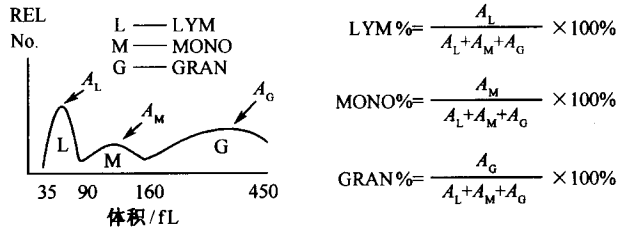


图 1-4 白细胞分类计数计算方法示意图

经过溶血剂处理后的白细胞根据体积大小初步确认其相应的种类：第一亚群（小细胞群）是淋巴细胞（lymphocyte, LYM）；第二亚群是单核细胞（monocyte, MONO），也被称为中间细胞（midcyte, MID）；粒细胞（granulocyte, GRAN）位于第三亚群（大细胞群）。图 1-4 中位于 35~90fL 的颗粒被计算为 LYM，90~160fL 的颗粒计数为 MONO，160fL 以上的颗粒计数为 GRAN。仪器根据各细胞群占总体的比例计算出各细胞群的百分比，如果与该标本的白细胞总数相乘，即得到各项的绝对值。需要注意的是，由于各厂家血细胞分析仪使用的稀释液和溶血剂成分不完全相同，对白细胞膜的作用程度不同，所以仪器对各种类白细胞区分界限的规定有所不同，在使用时不应随意更换生产厂家试剂，防止造成错误的报告。

由于白细胞计数池中除加入一定量的稀释液外还加入了溶血剂，此溶血剂一方面使红细胞迅速溶解；另一方面使白细胞浆经细胞膜渗出，胞膜紧裹在细胞核或存在的颗粒物质周围。经此处理后的白细胞体积与其自然体积无关，含有颗粒的 GRAN 经溶血剂处理后比无颗粒的 MONO 和 LYM 体积要大些，虽然其真实体积与 MONO 相等或更小。白血病细胞、异形淋巴细胞、嗜酸性粒细胞、浆细胞、嗜碱性粒细胞等多出现在 MONO 区域，少数也可见于淋巴细胞或粒细胞区。所以白细胞直方图并不能代表其自然状况，但可以用于判断白细胞各亚群分布情况。

如果标本中有未成熟细胞、异常细胞或非典型细胞，有些三分群的血细胞分析仪在报告单上可打出警告信号（flag），并能指出哪一个区域有异常细胞及异常细胞的种类等。

三分群血细胞分析仪报警功能可以提高结果的准确性，这类仪器可以用于对血常规检查标本白细胞分类的筛选。国内外有很多文章介绍三项分类准确性及临床应用，与人工显微镜白细胞分类计数结果相比，LYM 和 GRAN 有良好的相关性，相关系数 > 0.9，警报提示系统也较可靠。认为此类仪器对综合性医院病人的分析结果准确、可靠，可以作为人工分类的筛选手段。它操作简便，检测速度快，在计数血细胞的同时得到分类结果，可大大提高工作效率。对于仪器检测出的阳性标本应该做进一步的显微镜检查，对一些特殊病例，如怀疑有血液病者，即使仪器没打出警告信号，也应做人工涂片检查。为使结果更加准确、可靠，应该根据医院的具体情况定出白细胞分类筛选的规则，如除有警告信号外，白细胞计数、仪器分类结果异常或其他血细胞指标有异常时，也应做人工分类显微镜检查，以免漏诊。

## (二) 电阻抗法红细胞和红细胞比积分析原理

大多数血细胞分析仪使用电阻抗法进行红细胞 (red blood cell, RBC) 计数和红细胞比积测定, 其原理同白细胞检测一样。红细胞通过小孔时, 形成相应大小的脉冲, 脉冲的多少即红细胞的数目, 脉冲的高度代表单个脉冲细胞的体积。脉冲高叠加, 经换算即可得红细胞的比积。有的仪器先以单个细胞高度计算红细胞平均体积, 再乘以红细胞数, 得出红细胞比积。仪器根据所测单个细胞体积及相同体积细胞占总体的比例, 可打印出红细胞体积分布直方图。稀释的血液进入红细胞检测通道时, 其中含有白细胞, 红细胞检测的各项参数均含有白细胞因素。由于正常血液有形成分中白细胞比例很少 (红细胞: 白细胞为 750:1), 故白细胞因素可忽略不计。在某些病理情况下, 如白血病, 白细胞明显增加而又伴严重贫血时, 均可使所得各项参数产生明显误差。

## (三) 电阻抗法血小板分析原理

血小板 (platelet) 随红细胞一起在一个系统中进行检测, 根据不同的域值, 计算机分别给出血小板与红细胞数目。血小板直方图范围为 2~28fL。不过, 不同仪器的血小板直方图范围不一。平均血小板体积 (mean platelet volume, MPV) 就是此平整曲线所含的群体算术平均体积, 所以, MPV 也就是血小板体积分布直方图的产物。为了使血小板计数更准确, 有些仪器专门设置了增加血小板准确性的技术, 如鞘流技术、浮动界标 (floating threshold)、拟合曲线 (fitting curve) 等。

## 二、利用 VCS 等技术分析细胞内部结构血细胞分析仪检测原理

### (一) VCS 测量法原理

1987 年 Coulter 公司发明 VCS 法血细胞分析仪, 早期仅用于白细胞分类计数, 20 世纪 90 年代初发展到可进行网织细胞计数, 最近生产的 Coulter STKS 可同时进行各项细胞参数测定、白细胞五步法分类、T-淋巴细胞免疫分型 (CD4/CD8) 及网织红细胞计数。

VCS 技术可使血细胞未经任何处理, 在与体内形态完全相同的自然状态下得出检测结果, 在 24h 内保存的血液试验结果均保持稳定。此类技术首先在标本内加入只作用于红细胞的溶血剂使红细胞溶解, 然后加入稳定剂起中和此前溶血剂的作用, 使白细胞表面、胞浆及细胞大小等特征仍然保持体内相同状态。体积的测定仍采用电阻抗法。当细胞进入小孔管时, 产生脉冲峰的大小依细胞体积而定, 脉冲的数量决定于细胞的数量, 但是小淋巴细胞与成熟的嗜酸性粒细胞 (eosinophil) 大小相似, 直径为 9~12 $\mu\text{m}$ , 未成熟的淋巴细胞 (幼稚淋巴细胞) 和成熟的嗜中性粒细胞 (neutrophil) 体积相似, 直径为 12~14 $\mu\text{m}$ , 因此仅用体积测量法还不能准确地进行白细胞分类, 那么就要借助下面两种方法完成白细胞五分类。

电导法是根据细胞壁能产生高频电流的性能采用高频电磁探针测量细胞内部结构, 及检测细胞核、细胞浆的比例及细胞内的化学成分来鉴别细胞, 如小淋巴和嗜酸性粒细胞, 两者直径均为 9~12 $\mu\text{m}$ , 当高频电流通过这两种细胞时, 由于它们的核浆比例不

同而呈现出不同的信号，借此可把它们分开。

光散射是利用除了体积和电导性以外，细胞表面光散射的特点提供了另一种细胞类型的鉴别方式。来自激光光源的单色光束直接进入计数池的敏感区，在  $10^{\circ} \sim 70^{\circ}$  对每一个细胞进行扫描分析，可提供细胞结构（如核分叶的情况、核的形态），光散射特别具有对细胞颗粒的构型和颗粒质量的鉴别能力，细胞内粗颗粒的光散射要比细颗粒更强，这种光散射可帮助仪器确保 GRAN [嗜中性粒细胞、嗜碱性粒细胞 (basophil)、嗜酸性粒细胞] 分开。VCS 原理见图 1-5。

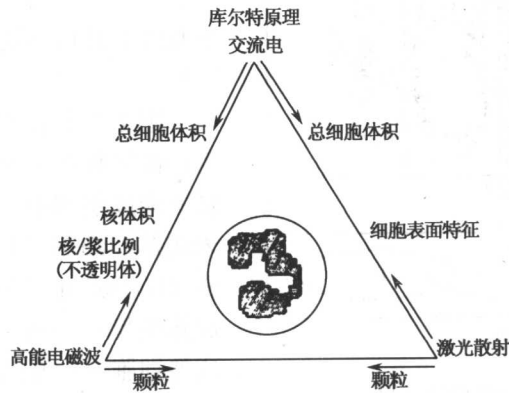


图 1-5 三种技术检测细胞原理

由 VCS 技术提供的细胞群和亚群基本上是一个三维直方图，它实际上是对数以千计的细胞进行 VCS 技术分析后得出的数据的体现。这些数据在散射区内的 DMS 屏幕上被显示出来，每个散射区都描述了三维直方图的不同现象，虽然一次只能描述一个视像，但实际上有三个视像，归类为  $DF_1$ 、 $DF_2$ 、 $DF_3$ ，见图 1-6 (a) (b) (c)。

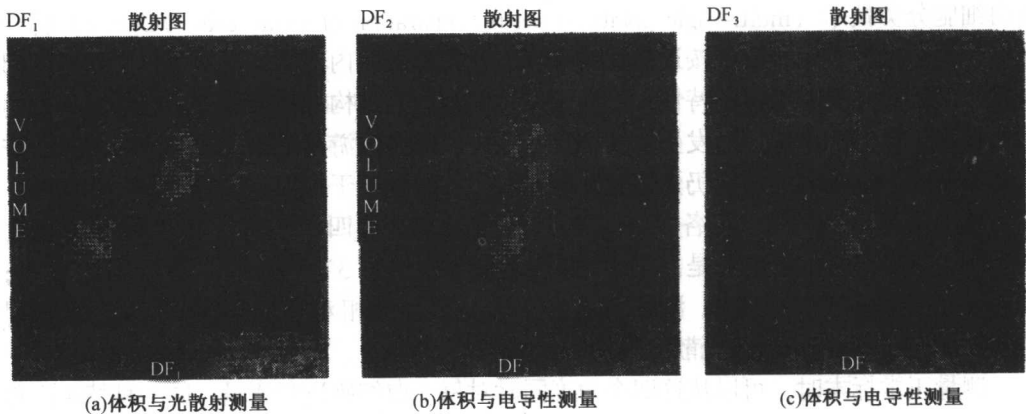


图 1-6 测定嗜中性粒细胞示意图

在图 1-6 中散射区的纵轴表示体积，横轴表示另外两种技术（电导性和光散射）。 $DF_1$  光散区在 DMS 屏幕上自动呈现标本数据，它主要从横轴上新显示的光散射衍生而

来，高分辨显示了 LYM、MONO、嗜中性粒细胞和嗜酸性粒细胞。DF<sub>2</sub> 主要从电导性衍生而来，为了使横轴即刻显示，电导性三维区被旋转了 90°，根据这种透视作用，呈现 LYM、MONO 和 GRAN，包括嗜中性粒细胞、嗜碱性粒细胞和嗜酸性粒细胞。DF<sub>3</sub> 和 DF<sub>2</sub> 所显示的数据相同，只不过删除了嗜中性粒细胞和嗜酸性粒细胞，从这个角度

可见 LYM、MONO 和嗜碱性粒细胞群的明显特点。综合分析同一个细胞核 V、C、S 的检测资料，定位在实验结果细胞分布上产生了白细胞分类结果，不同的细胞由于结构不同，在三维图的位置也不同。

图 1-7 显示了抗凝全血可能出现的各种血细胞在实验报告图的位置：①可疑的未成熟细胞——髓细胞；②可疑的未成熟粒细胞 (IG/BAND)；③可疑区带 (IG/BAND) 单核细胞；④可疑的未成熟细胞——MONO, LYM；⑤可疑未成熟细胞——淋巴系统；⑥变异淋巴细胞——病毒反应；⑦变异淋巴细胞——小型非典型异常红细胞和血小板；⑧有核红细胞；⑨巨大血小板；⑩血小板凝块 (核群)。

因此，根据图形变化和提示信号的分析对各种病理变化即可作出各种判断。

## (二) 多角度偏振光散射白细胞分类技术

Abbott 公司生产的 CD-3500、CD-4000 等高档血细胞分析仪是利用多角度偏振光散射白细胞分类技术 (multi-angle polarised scatter separation of white cell, MAPSS) 将一定体积的全血标本用鞘液按适当比例稀释，使其白细胞内部结构近似于自然状态，因嗜碱性细胞颗粒具有吸湿的特性，所以嗜碱性粒细胞的结构有轻微改变。红细胞内部的渗透压高于鞘液的渗透压而发生改变。血红蛋白从细胞内游离出来，而鞘液内的水分进入红细胞中，细胞膜的结构仍然完整，但此时的红细胞不干扰白细胞的检测。

单个通过激光束时，在各个方向都有其散射光，从四个角度测定散射光的密度 (图 1-8)。这四个角度分别是：① 0°前角光散射 (1°~3°)，粗略地测定细胞大小；② 10°狭角光散射 (7°~11°)，测细胞结构及其复杂性的相对指征；③ 90°垂直光散射 (70°~110°)；④ 90°消偏振光散射 (70°~110°)。

测量正常标本时，可以从这四个角度同时对每个白细胞进行测量，同一种特定的程序自动储存和分析数据，将白细胞分为嗜酸细胞、中性粒细胞、嗜碱细胞、LYM 和 MONO 五种，见图 [1-9(a)]。高分辨率的细胞计数仪对每个白细胞都测量其在四个区域的散射光，微处理仪收集这些数据，并对此进行整理。在这一步所有细胞分类都是未知的。图 1-9 (b) 对从结构复杂性 (10°) 和分叶 (90°) 两个角度所收集的散射光数据进行分析，将细胞分为 MONO 或分叶核细胞群，一个浮动界标用于对此进行区分，每

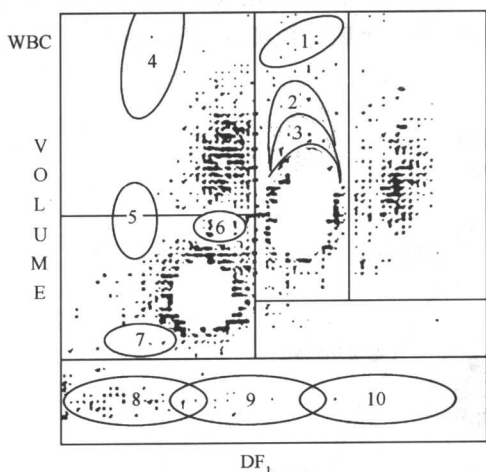


图 1-7 各种细胞在光散射法血细胞分析仪图形的位置



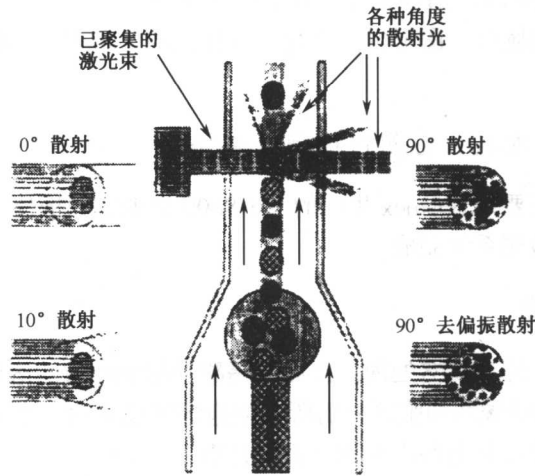


图 1-8 MAPSS 测量原理

个细胞都被分为单核或多核并绘出一种明确的颜色。图 1-9 (c) 通过颗粒 (90°) 和分叶 (90°) 特性来确定多叶核细胞, 然后用一个浮动界标来对这些细胞属进行最佳分类, 每个细胞都被分为中性粒细胞或嗜酸性粒细胞, 并给出明确的颜色。图 1-9 (d) 用测大小 (0°) 和测复杂性 (10°) 两个角度的散射光对 MONO 进行进一步分析, 细胞被分为 LYM、MONO 和嗜碱细胞 (其已被脱颗粒), 用一个浮动界标对此分类。图 1-9 (e) 中每个细胞都被分为 LYM、MONO 和嗜碱细胞, 并给出一个明确的颜色加以区分。

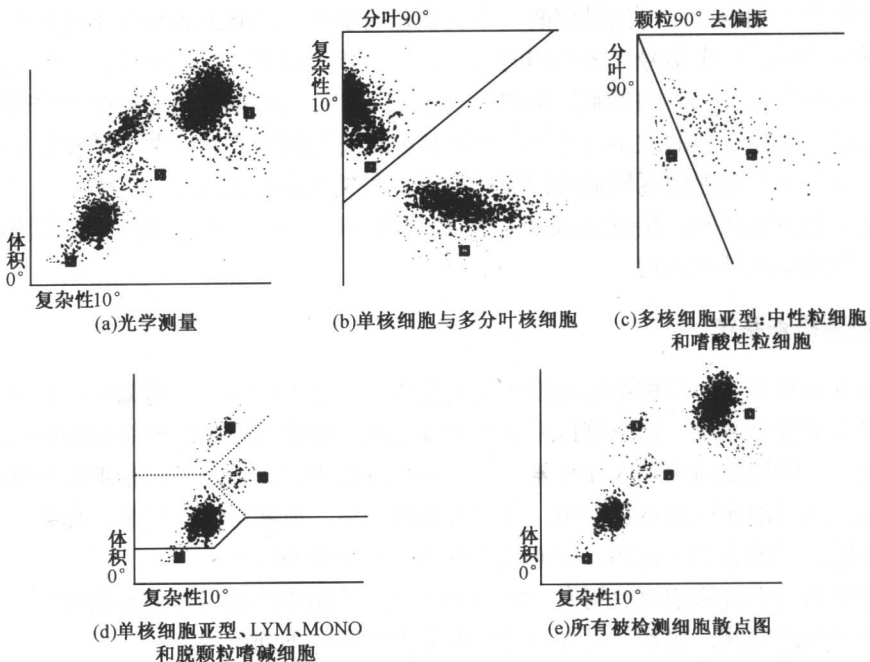


图 1-9 各种细胞在 MAPSS 测定示意图