

心血管监测图谱

Atlas of Cardiovascular Monitoring

[美] Jonathan B. Mark 著

颜红兵 译

柯元南 审

科学出版社

北京

图字:01-2001-0662 号

内 容 简 介

本书由美国杜克大学医学院 Jonathan B. Mark 博士所著。本书从各种心血管疾病监测设备的实际应用出发,搜集了血流动力学方面的二百多幅图片,并配有精辟的讲解和归纳,非常适合于手术室和重症监护病房参考使用,是心脏科临床医师、麻醉科医师、护士以及相关专业医学生的最佳读物。

图书在版编目(CIP)数据

心血管监测图谱/(美)马克(Mark, J. B.)著;颜红兵译.—北京:科学出版社,2003.1

ISBN 7-03-010952-X

I. 心… II. ①马…②颜… III. 心血管流体动力学-图谱 IV. R322.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 090443 号

责任编辑:杨瑰玉 张德亮 / 责任校对:刘婉筠

责任印制:刘士平 / 封面设计:卢秋红

出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003 年 1 月第一次印刷 印张:16 1/4

印数:1—3 000 字数:360 000

定价:69.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

译 者 序

如何正确地理解与判读心电图和压力曲线,是内科医生的基本功。前者是心电活动的表现,而后者是心脏收缩与舒张产生的心腔内压力变化。许多从事心内科临床工作的医生往往对心电图很熟悉,而对各种压力曲线一知半解,更谈不上利用监视器屏幕上提供的各种压力曲线变化辅助临床诊断。

《心血管监测图谱》是作者多年工作经验的总结。不仅对各种压力曲线形成机制做了详细阐述,而且对各种病理情况下的压力曲线,以及临床工作中经常可能遇到的各种情况(如呼吸机辅助呼吸、体外循环、主动脉气囊反搏等)对压力曲线的影响,都做了详细分析。因此,本书对从事心脏内、外科临床工作以及从事 CCU、ICU 工作的医生和护士来说,不失为一本优秀的基础读物,对麻醉科和从事体外循环工作的医生,本书也有很高的参考价值。

由于水平有限,而且本书的翻译和审校工作都是在繁忙的临床工作之余进行的,错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

柯元南 颜红兵

2002 年 11 月于北京

序

《心血管监测图谱》(Atlas of Cardiovascular Monitoring)是一本不平常的著作,它对于所有希望从标准心血管疾病监测设备中最大限度获得信息的人们,都有帮助。因此,它对现有的生理学、电生理学和心血管药理学方面的文献,是一个有益的补充。与其他图谱一样,其图例十分丰富,真是“一图值千言”。在监视器上经过适当处理后,将每幅图解与解剖学、生理学、药理学和技术学一并展示。《心血管监测图谱》没有遗漏任何一种常见的血流动力学观察,无论是真实的,还是伪差造成的。

这本书监测的主要规则之一就是“整体监测(integrated monitoring)”,简而言之,这就意味着人们不能并且不应当依赖某一个数字或记录做出最终的判断。相反,需要全部或多种资料、数值、波形分析、心电图等,以提高诊断正确的可能性。其范例就是对交界性心律的诊断:心电图上 P 波难以识别时,在中心静脉压记录上可以看到巨大 a 波,因而证实诊断。

《心血管监测图谱》的另一个特点是只有一个作者,这在其他著作极少见,这就给读者有一个内容连续性而没有重复的感觉。而且,Mark 医师对每一个细节都有真知灼见。在杜克大学医学院,Mark 医师以其“波形曲线与摆动(Squiggles and Wiggles)”的讲座而闻名。每天在显示器上看到的这些东西,都可以由 Mark 医师做出专业和精辟的解释。本书搜集的所有图例均来自于临床,没有一幅图是凭想像或是用计算机制作的,它们都是真实的。Mark 医师通过将其重点放在波形分析及其与患者临床状况的联系上而在杜克大学成为讲授血流动力学方面的传奇式人物,并且因此受到麻醉科医师、外科医师、实习医师和护士的称赞。

谁会从《心血管监测图谱》中受益?患者将从精通本书内容的医护人员提供更加专业的医疗中受益。编写《心血管监测图谱》的目的是供医师、护士、医学生和其他使用床旁监视器的临床有关人员学习。该书适用于手术室、重症监护病房、恢复室、过渡病房(step-down unit)和急诊室。充分理解本书所仔细搜集和清楚表达的内容,将使得监测所提供的信息更加富有内涵,并且为临床医护人员提供更多、更广泛和更确定的有关患者心血管状况的信息。在此谨对 Mark 医师所做出的杰出贡献表示感谢。

杜克大学医学院麻醉学系主任、教授

J. G. Reves 医学博士

于北卡罗琳那 Durham

前 言

《心血管监测图谱》的编写工作实际上开始于十多年前,当时我讲了一堂题为“波形与趋势图:心脏充盈压的最佳监测(Waves and Trends: Optimal Monitoring of Cardiac Filling Pressures)”的大课。其重点是详细阐述心血管的波形并予以图解。为了阐述这些内容,我展示了我从标准床旁监视器和记录仪搜集到的原始记录。随着时间的推移,随着我搜集到的资料越来越丰富,我继续这方面的授课,并且将重点放在手术室和重症监护病房。住院医师和其他同事使我确信,如果将这些讲授材料以更永久的形式复制出来,一定有用。《心血管监测图谱》正是适应这种需求的结果。

美国医师学会(American College of Physician)、美国心脏病学会(American College of Cardiology)和美国心脏协会(American Heart Association)联合工作组制订的实用指南强调了准确解释心血管监测波形的重要性^[4]。美国麻醉医师学会(American Society of Anesthesiologists)制订的类似指南也赞成这个建议:“理解和识别各种血流动力学状态下的脉搏波形”,是安全应用血流动力学监测所必备的技能^[10]。尽管有这些已经发表的指南,但是许多研究提示,从事血流动力学监测的医护人员^[5~8]仍然有严重的知识缺陷。事实上,不断进行的有关肺动脉导管术有效降低患者发病率和死亡率的临床争论^[1~3,9,10,12,13],部分原因是搜集和解释血流动力学资料不当所致^[1,9]。

鉴于上述情况,本人希望《心血管监测图谱》能够作为血流动力学监测训练的有用教材,并且使读者成为监测心血管波形的非常敏锐和严谨的研究者。仔细观察和详细分析,是临床专家的技能基本方法,无论这些技能是应用于采集病史和物理检查,还是解释血流动力学曲线。

本书紧接着将展示床旁监视器上所有标准的心血管波形,从监视屏底部的中心静脉压开始,然后向上依次到肺动脉和楔压、动脉血压,最后到心电图。《心血管监测图谱》的前半部分首先展示正常波形和常见的误差,以及正确记录心电图和压力的技术要求。后半部分重点讨论心血管疾病病理学,包括心肌缺血、呼吸-循环的相互作用、心瓣膜疾病和心包疾病的心电图和血流动力学监测。最后两章展示体外循环和主动脉内气囊反搏术的常见心血管波形,将对心脏麻醉医师这样的读者特别有用。

《心血管监测图谱》中的波形是已经对原始记录波形进行了手工加工的产物,然后进行扫描并以数字形式储存。当一图显示多种类型的压力波形时,这些波形通过不同密度的线条予以区分,尽可能在复制时提供清晰的图形。压力单位以毫米汞柱显示,并且将数值直接标在压力曲线旁。一般来说,标准心电图的走纸速度为 25mm/s,并且将其他记录速度清晰地标记在图中。大多数图与原始图同样大小进行复制,因此背景格栅上 1mm 距离与原始曲线上 1mm 距离相当。最后,所有例图均放在每一个章节的最后,并附以详细注释。只要可能,尽可能水平放置,以方便读者理解每一条曲线,而不需要翻来翻去。这样进行编辑的目的只有一个:清晰展示复

制并且与床旁记录曲线尽量逼真的图。我希望,《心血管监测图谱》能够对所有涉及床旁监测的临床工作者提供帮助,并且学会识别心血管波形所显示的诊断线索。

Jonathan B. Mark 医学博士
于北卡罗琳那 Durham

参 考 文 献

1. Connors AF, Speroff T, Dawson NM et al. 1996. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *JAMA*,276:889~897
2. Dalen JE, Bone RC. 1996. Is it time to pull the pulmonary artery catheter? *JAMA*,276:916~918
3. Fink MR. 1997. The flow-directed, pulmonary artery catheter and outcome in critically ill patients: have we heard the last word? *Crit Care Med*,25:902~903
4. Friesinger CC, Williams SM. 1990. Clinical competence in hemodynamic monitoring. *JACC*,15:1460~1464
5. Ginosar Y, Thijs LC, Sprung CL. 1997. Raising the standard of hemodynamic monitoring: targeting the practice or the practitioner? *Crit Care Med* ,25:209~211
6. Gnaegi A, Feihi F, Ferret C. 1997. Intensive care physicians insufficient knowledge of right-heart catheterization at the bedside: time to act? *Crit Care Med*,25:213~220
7. Iberti TJ, Fischer EP, Leibowitz AB et al. 1990. A multicenter study of physicians of knowledge of the pulmonary artery catheter. *JAMA*,264:2925~2932
8. Iberti TJ, Daily EK, Leihowitz AB et al. 1994. Assessment of critical care nurses knowledge of the pulmonary artery catheter. *Crit Care Med*,22:1674~1678
9. Pulmonary Artery Catheter Consensus Conference; Consensus statement. 1997. *Crit Care Med*,25:910~925
10. Rackow EC. 1997. Pulmonary Artery Catheter Consensus Conference. *Crit Care Med*,25:901
11. Roizen MF, Berger DL, Cahel RA et al. 1993. Practice guidelines for pulmonary artery catheterization. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Pulmonary Artery Catheterization. *Anesthesiology*,75:380~394
12. Soni N. 1996. Swan song for the Swan-Ganz catheter? *Brit Med J*,313:763~764
13. Tuman KJ, Roizen ME. 1997. Outcome assessment and pulmonary artery catheterization; why does the debate continue? *Anesth Analg*,84:1~4

致 谢

对于在编写此书过程中给予我帮助并做出特殊贡献的人们,谨表示感谢。在编写此书的早期,Brigham 和 Women 医院麻醉学系的住院医师和同事们给了我很多必要的鼓励,但我要特别感谢麻醉学系主任 Ben Covino 和 Gerry Ostheimer 的支持。那时,对我影响最大的是来自 Roy Vandam 精辟的见解(和大量用红笔修改的意见),这些帮助我开始了编写此书的征程。《心血管监测图谱》的内容,在经过与杜克大学医学院麻醉学系的同事们,尤其是与 Durham 退伍军人医疗中心的麻醉医师们的无数次讨论,得到了进一步的充实。Durham 退伍军人医疗中心的麻醉师们,不仅对我对血流动力学观察提出了真知灼见,而且他们精湛和艰苦的临床工作给我提供了非常重要和不受干扰的编写时间。在北卡罗琳那的同事中,我要特别感谢 Andrew Hilton,他审阅了心电图章节,并且特别感谢我的主任 Jerry Reves,正是他帮助我集中精力并且始终不渝地给予我支持。

杜克大学视听部对《心血管监测图谱》进行了专业技术处理。Jerry Schoendorf 帮助解决了许多数字图像处理上的初始问题。Stan Coffman 是本书的医学图解注释者,他解决了所有相关问题。本书包括了二百五十多幅 Stan 精心绘制并准确转化为数字的图像。还有许多我不认识的人们根据我的要求对图片进行了第 4 次甚至第 5 次修改,以客观反映原始波形、标注和背景格栅。尽管我对图解中的任何错误负有责任,但是 Stan 仍然将清晰的图解带给了本书读者。

Michael Houston 是我在 Churchill Livingstone 出版公司的编辑,在过去的两年里他使得我明智并且富有成效。对于他在本书最后编写与编辑的繁忙和紧张的日子里所表现出来的镇定自若,表示感谢。最后,我要深深地感谢 Jan Horrow,他是我在心脏麻醉领域第一批和最有影响力的良师之一。Jan 对全文的审阅,使得本书的形式和内容又进行了无数次的改进。

目 录

第一章 监测基本原理、显示与记录仪	(1)
第一节 监视器显示	(1)
第二节 记录仪	(2)
第三节 整体监测	(3)
监测基本原理、显示与记录仪图解	(3)
第二章 中心静脉压、左心房压	(10)
第一节 心动周期定义	(10)
第二节 中心静脉压	(10)
第三节 右心房压与左心房压	(12)
中心静脉压和左心房压图解	(13)
第三章 肺动脉压	(17)
第一节 肺动脉漂浮导管;波形形态	(17)
第二节 导管置入原则	(17)
第三节 与时间的关系;肺动脉压	(18)
肺动脉压图解	(19)
第四章 肺动脉楔压	(24)
第一节 何谓楔压	(24)
第二节 楔压与左心房压	(24)
第三节 楔压与右心房压	(25)
第四节 读出楔压	(25)
第五节 楔压、阻塞压和毛细血管压	(25)
第六节 在未楔嵌的肺动脉压力曲线识别楔压	(26)
肺动脉楔压图解	(26)
第五章 肺动脉压与楔压的伪差	(31)
肺动脉压和楔压的伪差图解	(32)
第六章 预测左心室舒张末压	(38)
第一节 平均压与相位压的区别	(38)
第二节 低估左心室舒张末压	(39)
一、左心室顺应性降低	(39)
二、主动脉瓣反流	(40)
三、肺动脉瓣反流	(40)
四、右束支传导阻滞	(40)

五、肺血管床减少	(40)
第三节 高估左心室舒张末压	(41)
一、呼气末正压	(41)
二、肺动脉高压	(42)
三、肺静脉阻塞性疾病	(42)
四、二尖瓣狭窄	(43)
五、二尖瓣反流	(43)
六、心动过速	(43)
七、室间隔缺损	(43)
第四节 小结:预测左心室舒张末压	(44)
预测左心室舒张末压图解	(44)
第七章 动脉血压:直接测量与间接测量	(54)
第一节 为什么要直接测量血压?	(54)
第二节 直接动脉血压与间接动脉血压	(55)
第三节 收缩压、舒张压或平均动脉压;测量哪一项? 真实还是伪差?	(55)
动脉血压图解	(57)
第八章 直接动脉血压监测:正常波形	(61)
第一节 波形成分	(61)
第二节 动脉压力波形的演变	(61)
第三节 重搏波切迹	(62)
直接动脉血压监测图解	(62)
第九章 直接测量血压的技术要求	(65)
第一节 动脉压力波形的频率内容	(65)
第二节 自然频率	(65)
第三节 衰减系数	(66)
第四节 适度的动态反应	(66)
第五节 测量自然频率和衰减系数	(67)
第六节 关于气泡	(67)
第七节 动态反应的临床重要性	(68)
第八节 传感器的设置:调零点、定标与定位	(68)
直接测量血压的技术要求图解	(70)
第十章 心电生理学基础	(84)
第一节 标准导联的放置	(84)
第二节 可选择的导联系统	(85)
第三节 有创心电图导联	(85)
第四节 导联选择与显示	(86)
第五节 滤波选择	(86)

第六节	增益调节	(87)
	心电生理学基础图解	(88)
第十一章	心肌缺血:心电图检测	(97)
第一节	缺血类型:ST段改变	(97)
第二节	缺血类型:心电图辅助线索	(98)
第三节	单导联监测的限度	(99)
第四节	围手术期的混杂影响	(99)
第五节	计算机辅助 ST 段监测	(100)
	心肌缺血图解	(102)
第十二章	心肌缺血:血流动力学检测	(121)
第一节	缺血的肺动脉导管检测:背景	(121)
第二节	舒张功能障碍:楔压升高和大 a 波	(121)
第三节	收缩功能失调:大 v 波	(122)
第四节	楔压用于发现缺血:原因还是结果?	(123)
第五节	缺血的血流动力学表现:是否存在缺血链?	(123)
第六节	右心室缺血	(124)
	心肌缺血图解	(125)
第十三章	监测心率	(140)
	脉率还是心率?	(141)
	监测心率图解	(142)
第十四章	心律失常:一种整合心电图和血流动力学的方法	(149)
第一节	心房颤动与扑动	(149)
第二节	房室分离	(150)
第三节	识别伪差	(151)
第四节	起搏与房室同步	(151)
第五节	体外循环期间的房室脱节	(152)
	心律失常图解	(153)
第十五章	压力-容积关系、跨壁压力和前负荷	(169)
第一节	舒张压-容积关系	(169)
第二节	中心静脉压预测左心室前负荷	(170)
第三节	跨壁压力	(171)
第四节	是最佳的前负荷吗? 使用液体的挑战	(171)
	压力-容积关系、跨壁压力和前负荷图解	(172)
第十六章	呼吸与循环的相互影响	(178)
第一节	判读呼吸周期中的中心血管压力:平均压还是呼气末压?	(178)
第二节	监测呼气末的压力	(179)
第三节	呼气末压力值:腔穴	(179)

第四节	自动测量楔压	(180)
第五节	正压通气:对前负荷的影响	(181)
第六节	正压通气:对后负荷的影响	(182)
第七节	收缩压变化:呼吸与循环相互作用的临床应用	(182)
	呼吸与循环的相互影响图解	(183)
第十七章	心瓣膜病的表现	(198)
第一节	v波:三尖瓣和二尖瓣反流的标志	(198)
第二节	v波高度作为二尖瓣反流严重程度的预测指标	(199)
第三节	三尖瓣狭窄和二尖瓣狭窄	(200)
第四节	主动脉瓣狭窄和反流	(201)
	心瓣膜病的表现图解	(202)
第十八章	心包缩窄与心脏压塞	(216)
第一节	缩窄与压塞的静脉波形	(216)
第二节	奇脉	(218)
	心包缩窄与心脏压塞图解	(219)
第十九章	体外循环期间的血流动力学观察	(226)
第一节	低温:Osborne波与其他心电图表现	(226)
第二节	识别左心室牵张	(226)
第三节	血压波	(227)
	体外循环期间的血流动力学观察图解	(228)
第二十章	主动脉内气囊反搏术	(236)
第一节	主动脉内气囊反搏术的时间确定	(236)
第二节	主动脉内气囊反搏术时间确定的问题	(237)
第三节	主动脉内气囊反搏术的时间确定:压力监测部位的影响	(238)
	主动脉内气囊反搏术图解	(239)

第一章 监测基本原理、显示与记录仪

可以想像:没有波形显示,没有心电图或血压波形的床旁监视器,只有数字显示压力与心率,就会丢失如此重要的诊断信息,就不能够鉴别心律失常、传导异常或心肌缺血的心电图表现。血流动力学异常,例如高“v”波、大炮“a”波和脉搏交替就会变得模糊不清。除了常常在手术室或重症监护表记录到的数值外,床旁监视器通过显示波形提供大量心血管方面的信息^[1]。

波形不仅可以提供诊断细节,还可以证实显示数值的正确与否,甚至可以对数值的准确性提出疑问。消除血管压力曲线即刻表现为正常的压力曲线突然消失后再次出现,同时数值依然保持一段时间的异常(图 1.1)。患者体位移动或电伪差可以使心电图波变形,并且导致心率读数错误(图 1.2)。波形记录使得临床医师对显示的数值有信心。

监测不同于测量,前者是一个连续的过程,而后者只是一个间歇性的观察。一个熟悉的例子就是直接有创监测动脉血压(arterial blood pressure, ABP)与使用水银柱血压表定期测量血压的结果之间的差异。同样,可以使用压力传感器连续监测中心静脉压(central venous pressure, CVP),也可以使用水柱仪间断测量 CVP。心血管波形监测可以提供各种详情、趋势以及实时变化情况,因而提供使用间断测量技术不可能提供的诊断信息。

为了解释心电图或血流动力学曲线,研究者必须熟知心脏在正常和病理情况下的解剖和生理学知识。具备足够知识与经验的临床医师会去寻找所期待的波形,迅速识别许多疾病状态的典型异常表现。准确解释这些异常表现,是建立在对潜在的生理机制理解的基础上的。举例而言,以此类推,初学物理诊断的医师可能难以区别复杂的心音,而有心脏听诊经验的临床医师则可以容易识别出异常的心脏杂音、拍击音、喀喇音和摩擦音^[3]。有关的理论知识和临床经验能够提高床旁诊断技术,无论临床医师是使用听诊器,还是分析心血管监视器上的曲线。

第一节 监视器显示

现有的监视器可以提供尺寸、扫描速度、色彩和显示屏屏面设置等选择。当患者做全套有创血流动力学监测时,心电图、ABP、肺动脉压力(pulmonary artery pressure, PAP)和 CVP 均应同时显示,这样就可以综合所有变化,做出诊断。人们可能不能在心电图记录上识别 P 波突然消失,但是,结合突然发生的动脉低血压和 CVP 波形上出现大炮“a”波,则可以证实已经发生了房室分离(图 1.3)(详见第十四章)。

一般在监视器屏幕顶部显示 1 或 2 个心电图导联,而在下方依次显示 ABP、PAP 和 CVP。这些波形可以以几种形式显示。没有相邻标尺的单纯波形显示不能为研究者提供线索(图 1.4)。人们不能够通过监视器屏幕上的记录确定压力数值,因而不能获得定量资料。这种显示方式没有什么意义,因而一般不予采用。

最常用和有用的是分屏显示波形,它们分别均有各自的标尺(图 1.5)。选择具体标尺以获得最大尺寸的波形,或者每一个监测压力均选择标准的测量范围(例如,ABP 选择 0~120mmHg,PAP 选择 0~30mmHg)。此外屏幕上的水平网格标尺有助于观察某一时相的压力,例如肺动脉楔压(图 1.5)。但是,由于受整个屏幕尺寸的限制,分屏显示各个压力曲线,常常使得各时相波形太小而不易看清,异常波形也不容易识别。

能够提供最多信息的显示方式是标尺波形,它占据整个屏幕,可以监测有创压力(图 1.6)。由于屏幕显示相对较大,因此,可以清楚观察各种有创压力之间的时间关系以及波形细节。问题出现在有创压力曲线重叠时,许多临床工作者易于混淆。此时有几种解决方法。首先,许多显示器可以以不同的颜色显示波形,迅速区分各种曲线。单色显示器可以用不同的密度虚线显示不同的压力。如果临床工作者仍遇到压力曲线重叠,可以选择标尺,消除在具体患者所遇到的问题。这样做时,最好保持 ABP 标尺不变,并且调整 PAP 和 CVP 标尺以消除重叠。除非在极个别情况下,临床工作者应避免改变 ABP 标尺,正常的动脉血压曲线在监视屏上总是表现一致并且在同一位置。大体上,临床工作者可以通过动脉压力曲线的位置(在监视器的典型位置之上或之下,判断是严重的高血压或低血压)。打个比喻,就像小车司机看一眼速度表上的指针,就能知道小车的大致速度。如果速度表刻度每天都在变化,司机不能够一眼识别速度,因而需要每次总是看着速度刻度。

第二节 记录仪

“冻结显示”或“捕获显示屏”功能,可以长时间防止曲线移动,使得有时间分析波形,因而可以帮助解释监视器上的压力波形。当然,床旁硬盘拷贝记录仪是研究压力波异常表现并采用的最好方法。成功地解释压力波形,需要多通道记录仪,这样就可以同时记录心电图曲线和有关的有创压力曲线。心电图能够提供心动周期的时间标记(图 1.7),可以准确测量起源于收缩期或舒张期的压力波形。该概念将在第二章详述。

尽管准确监测最低的要求是使用双通道记录仪,但是优选 4 通道记录仪,因为后者可以同时显示心电图、ABP 和 CVP 曲线(图 1.6)。与监视屏一样,有些记录仪可以以图的形式分别显示各个尺度的曲线或全标尺显示曲线,后者存在的一个潜在问题是前述波形重叠。当波形重叠影响解释时,可以暂时关掉不需要的曲线,或者增大 PAP 和 CVP 标尺,以减少这些压力波的相对大小,从而克服这个问题。

床旁监视器屏幕上的心电图和压力波形一般以 25mm/s 走行。在标准 12 导联心电图记录上,以同样速度走纸,并且足以清晰显示心电图和压力波形。同样,25mm/s 是床旁常规记录的理想速度,此时心电图与标准曲线一致,压力波形也足以识别波形的各个时间成分(图 1.6 和图 1.7)。多数临床情况下不需要更快速度走行(例如,50mm/s),但是作为研究目的,可以优选。选择较慢的走纸速度(即 5mm/s)可以显示较慢的事件,例如呼吸周期对压力波形的影响(图 1.8)。更慢的走纸速度(即 1~5mm/min)可以显示血流动力学变化的连续趋势。尽管丧失了波形细节,但是变化的类型可以帮助阐明短暂的循环现象以及潜在有害的表现。图 1.8 中,较慢记录 ABP 和 CVP 显示突发持续约 30s 的低血压,稍前的 CVP 增高。切开胸骨时机械性压迫心脏,可以有此表现。

认识血流动力学改变的趋势,是一种有价值的监测功能,而不同于具体波形细节的辨认。从监测前景看,波形变化比绝对值变化可能更重要,因为患有进展性心血管疾病的患者在监测时,可能基线值明显异常。因为监视器的作用是提醒和警告,所以随访趋势和发现变化的能力,是一项重要的监测功能。

第三节 整体监测

后续章节的重点放在每一个主要受监测的波形,从监视屏底部的 CVP 到 PAP、ABP,再到心电图。在简要讨论监测屏上的每一个变化后,本书重点放在解释病理状态下的各种波形。这称为整体监测,在此每一种波形均结合其他可能的监测信息予以解释。这种方法可以提供最多的临床信息,并且做出某一种血流动力学状态下最准确的诊断性解释。临床工作者应当学习寻找诊断性表现和寻找所有确定信息的监测变化。此处的目的是模拟临床监测环境,因而临床工作者手头有心电图和压力曲线记录。如果临床医师能够正确回答几个问题,就能够实现该目标:我看什么?我寻找什么?我能够综合所有观察信息后做出诊断吗?

也许上述整体监测基本原理中最重要的部分,会被保留到最后。正如 Marriott 在其心电图教科书的介绍中所说,“总是应当以最清晰的临床观察判读心电图,判读者应当拥有所有有关资料”^[2]。与心电图一样,在由监测到的血流动力学变化做出任何诊断之前,临床工作者应当利用有关的病史和物理检查表现,才能够最好地完成床旁血流动力学监测。此点在图 1.9 中得到解释,它显示 CVP 升高(平均 15mmHg),并且有一个明显的 x 压力倾斜和钝挫的 y 倾斜。尽管这种典型的 CVP 波形见于心包压塞患者,但是作为一种孤立的表现,几乎不能提供一个确切的诊断。然而,由于该患者还有其他的物理体征(心音减弱、颈静脉怒张、动脉性低血压)、症状(呼吸困难)和病史(胸部创伤),所有这些符合心包压塞诊断。综合考虑其他资料时,CVP 曲线具有更大的诊断价值(有关心包压塞更详细的讨论见第十八章)。这一结果随后可以指导补充临床信息的心血管监测,但是监测观察得到的信息决不能替代临床。

监测基本原理、显示与记录仪图解

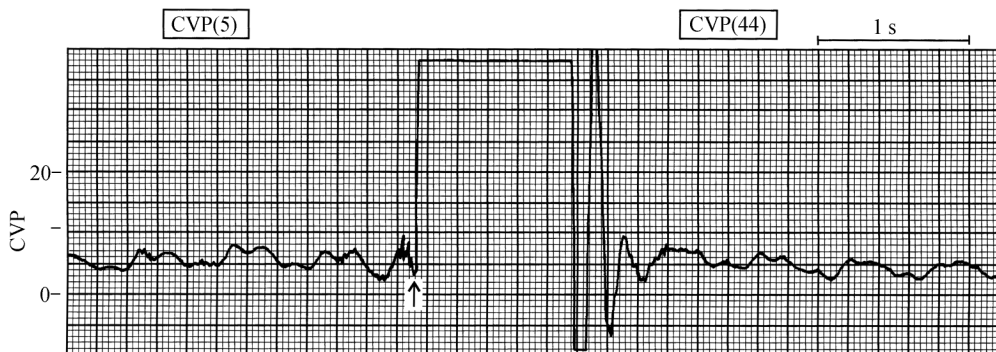


图 1.1 假性中心静脉压(CVP)数值。波形因冲洗的伪差(箭头)而变形。冲洗后即使再次出现了正常波形,CVP 的数值仍然异常(44mmHg),并且证实 CVP 没有变化(5mmHg)

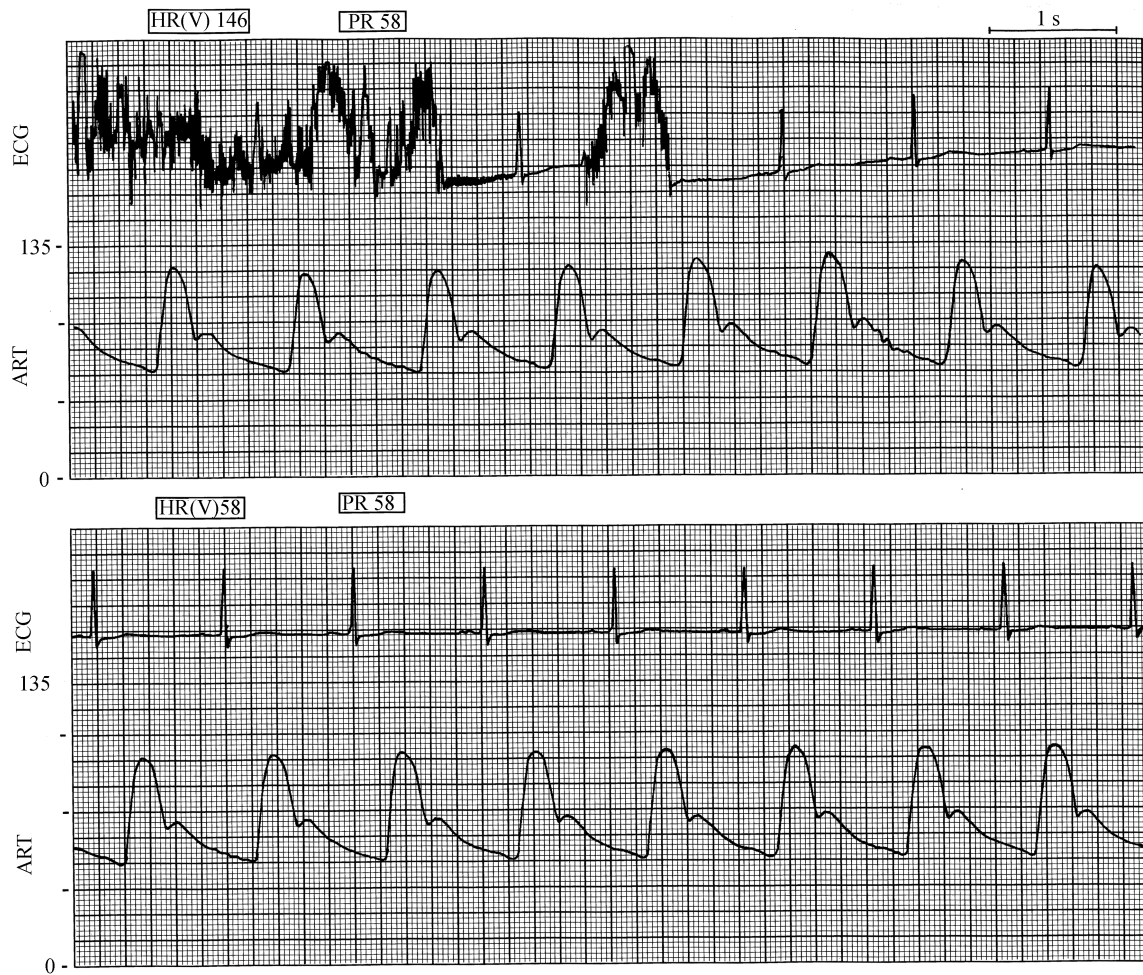


图 1.2 外科电刀对依据心电图测量心率的影响(上图)。V 导联上心电图信号受外科电刀的影响而变形。结果,心率(HR)的数值出现错误(146 次/min),但是从动脉血压波形能够准确测量脉率(PR)(58 次/min)。(下图)监视器显示正确 HR 和 PR 数值

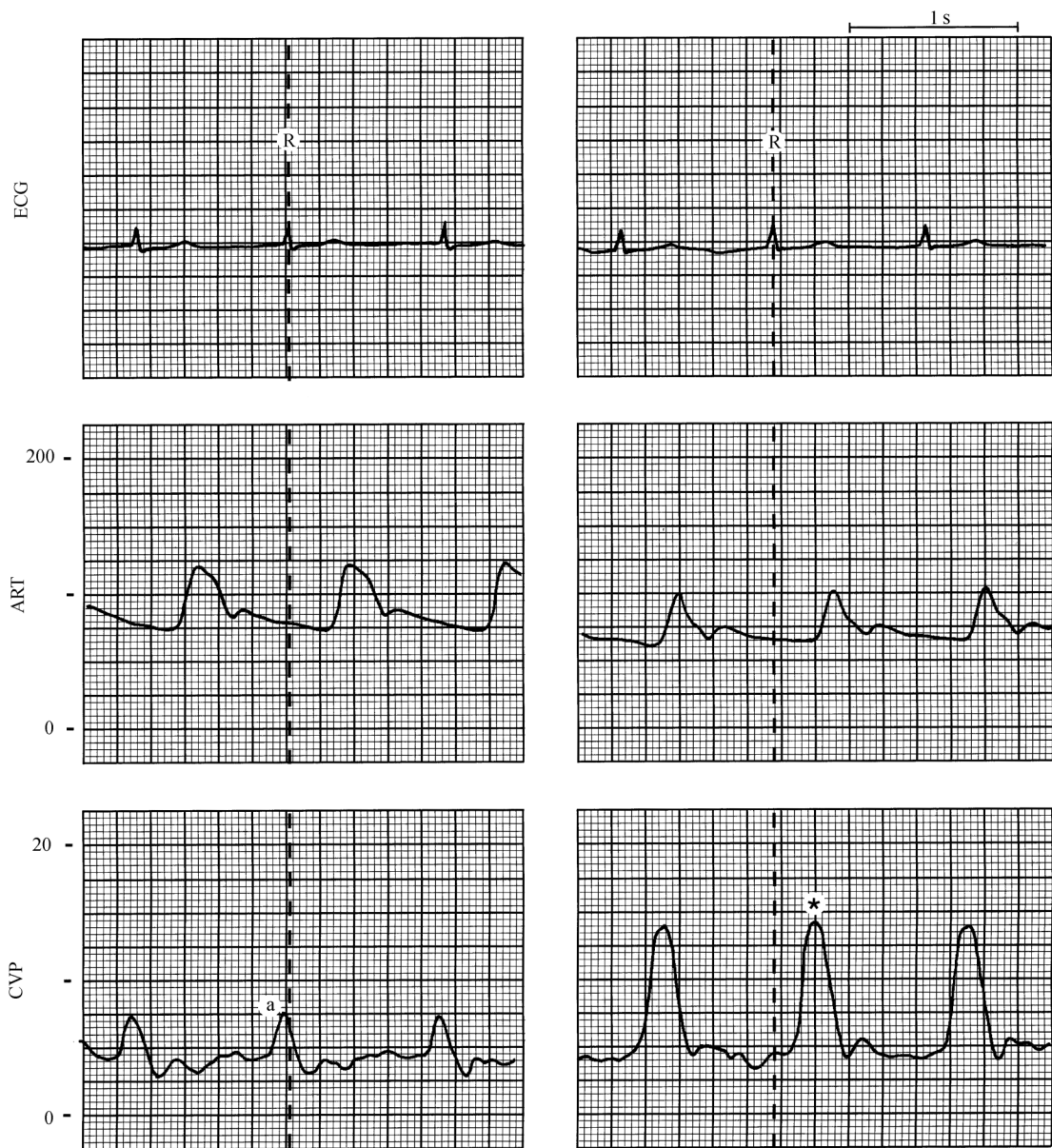


图 1.3 同时观察多个心血管波形可以帮助诊断。与左图相比,右图显示动脉血压(ART)降低,同时正常的中心静脉舒张末压(CVP)a波(a)和CVP曲线上产生一个高大收缩期大炮波(*)。心电图记录不能显示是正常的窦性节律(左侧)还是房室脱节(右侧),因为心电图的P波太小,不能识别

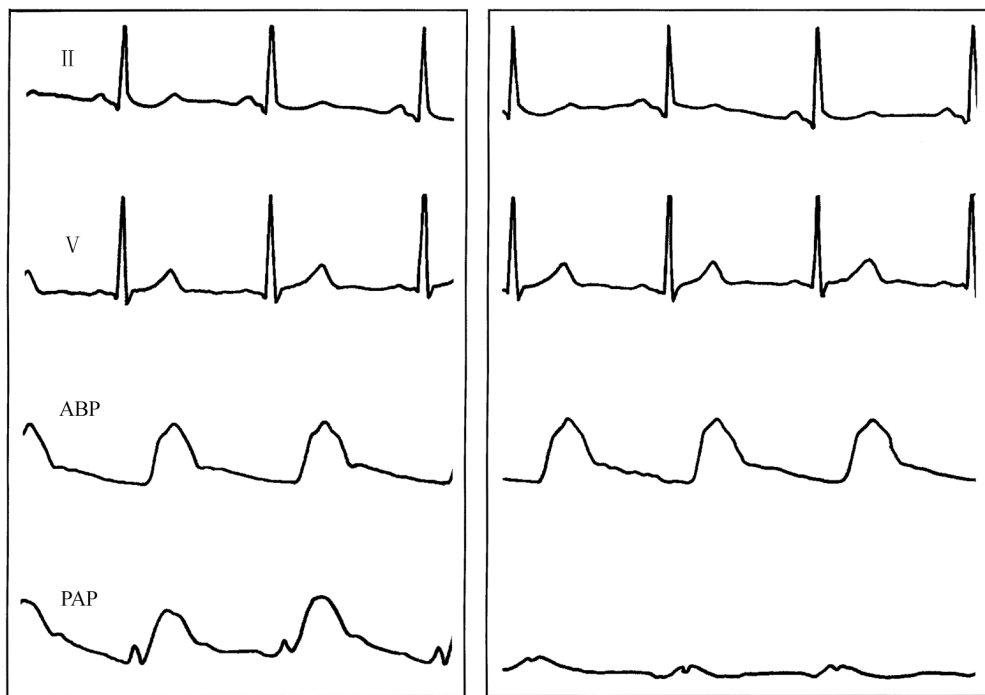


图 1.4 单纯波形显示。上面两条曲线显示心电图的II导联和V导联,随后是动脉血压(ABP)和肺动脉压力(PAP)曲线。波形清楚,但是由于没有压力标尺,因而从模拟显示上难以确定压力值。右图的曲线是 PAP 楔压曲线

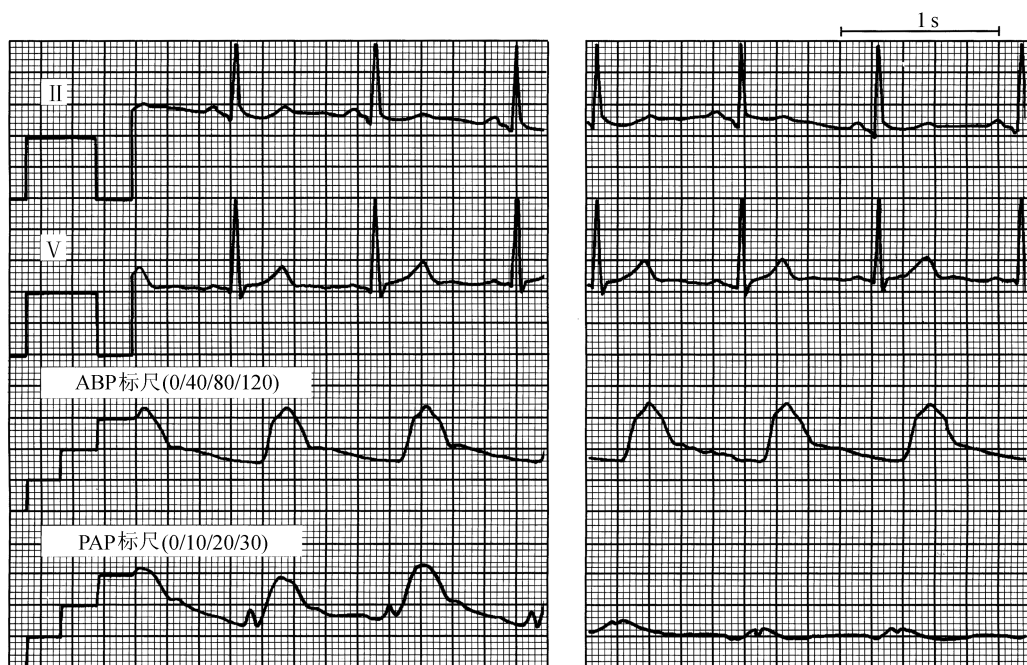


图 1.5 独立波形显示。上面两条曲线显示心电图的II导联和V导联,随后是动脉血压(ABP)和肺动脉压力(PAP)曲线。图的左边是定标的方波;心电图为10mm/mV,ABP为5mm/40mmHg,PAP为5mm/10mmHg。这些标尺可以用于在显示屏上直接准确估测压力值。右图记录的是PAP楔压曲线。从这一曲线,可以判读楔压大约为11mmHg

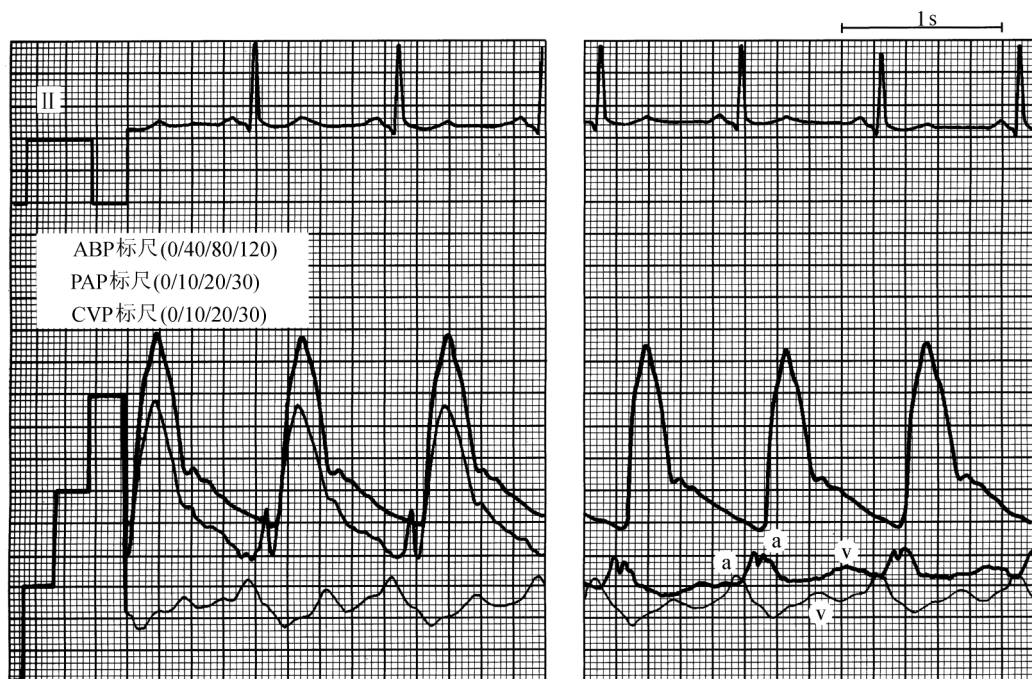


图 1.6 全标尺波形显示。顶部曲线是心电图的 II 导联,随后以从上到下分别是动脉血压(ABP)、肺动脉压(PAP)和中心静脉压(CVP)曲线。不同颜色或密度的线条可以帮助区分显示屏上重叠的压力波形。采用放大显示,易于观察波形细节:ABP 为 15mm/40mmHg, PAP 为 15mm/10mmHg, CVP 为 15mm/10mmHg。右图中的 CVP 和 PAP 楔压曲线 a 波(a)和 v 波(v)清晰可辨,这些压力波形之间的时间关系易于确定

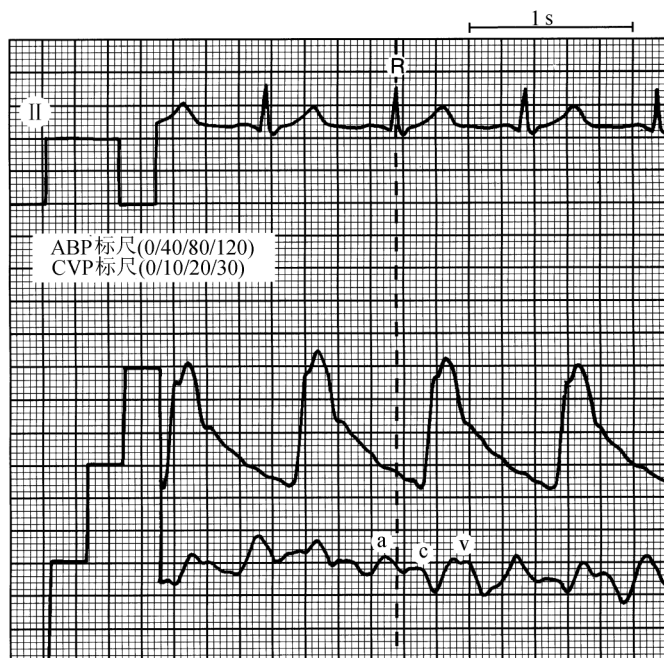


图 1.7 多通道记录心电图 II 导联、动脉血压(ABP)和中心静脉压(CVP)。左侧是 ABP (15mm/40mmHg) 和 CVP (15mm/10mmHg) 的压力标尺。心电图可以提供时间标记,R 波代表舒张期末和收缩期开始。通过在心动周期舒张期(a 波)或收缩期(c 波和 v 波)的位置,可以帮助识别 CVP 曲线上 a 波、c 波和 v 波

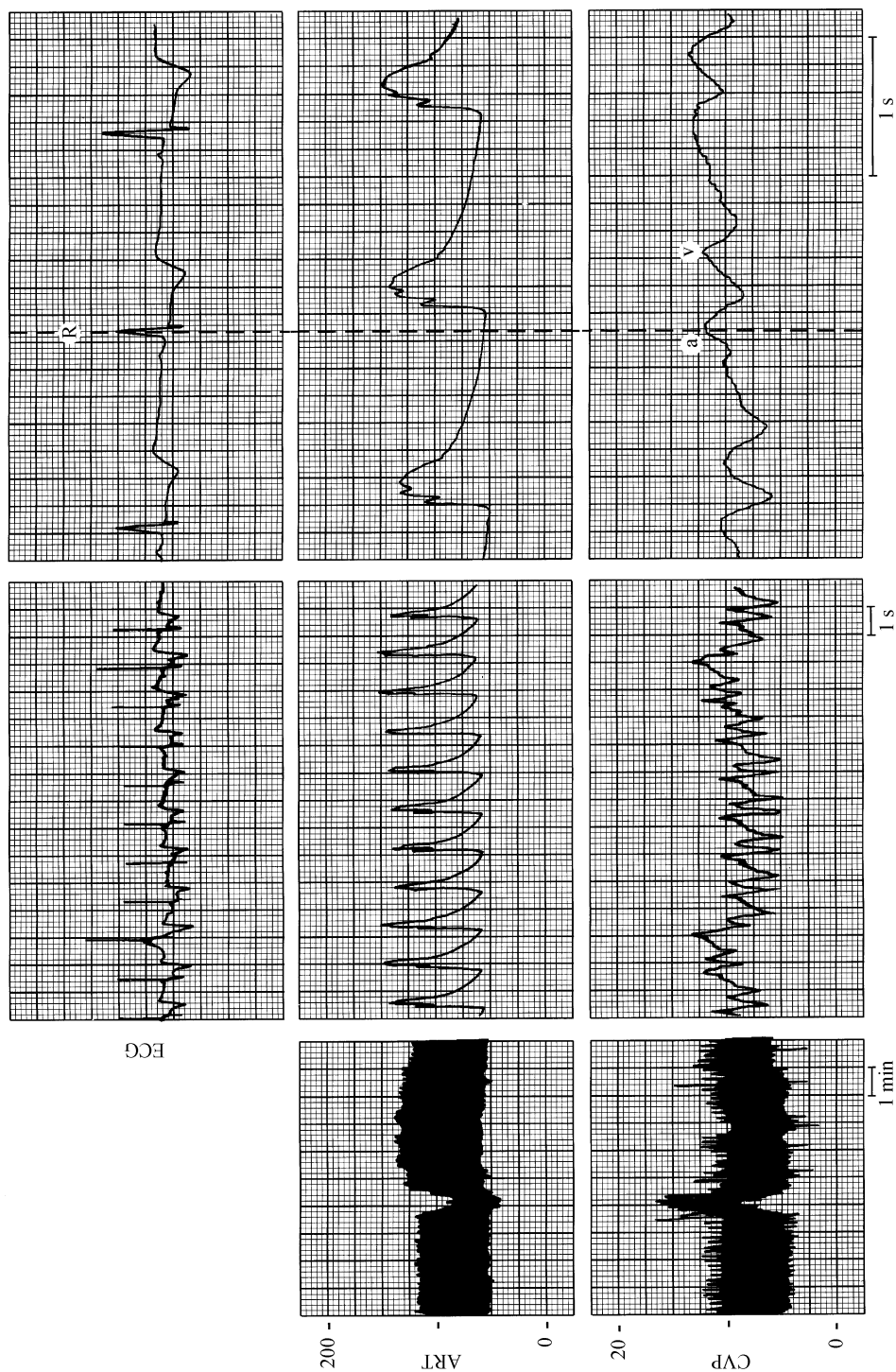


图 1.8 因不同的目的,选择不同的波形记录速度。非常慢的记录速度(左图,5mm/min)记录心血管事件的类型与持续时间,例如机械性压迫心脏30s,表现为中心静脉压(CVP)升高,动脉血压(ART)降低。选择较慢的记录速度(中图,5mm/s)显示呼吸周期对循环的时相影响。正压通气时吸气,使中图左侧的CVP一过性升高,中图右侧10s后再次升高。标准速度记录(右图,25mm/s)常用于12导联心电图或床旁监视器记录。通过提高分辨率,可以帮助识别波形,因而容易识别

CVP的a波和v波的细节

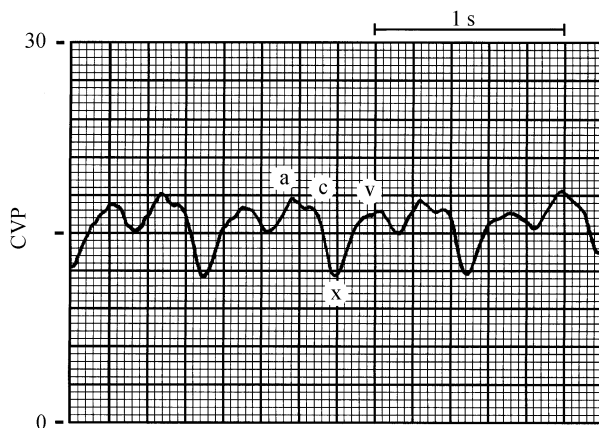


图 1.9 从一例 45 岁创伤患者记录到的中心静脉压(CVP)。

CVP 升高同时有一个顿挫的 y 倾斜,是心包压塞的特征,但是还需要有其他临床资料帮助做出诊断

参 考 文 献

1. Gurushanthaiah K, Weinger MB, Englund CE. 1995. Visual display format affects the ability of anesthesiologists to detect acute physiologic changes. A laboratory study employing a clinical display simulator. *Anesthesiology*, 83: 1184~1193
2. Marriott HJL. 1968. *Practical Electrocardiography* (4th ed). Baltimore: Williams & Wilkins, VIII
3. Perloff JK. 1987. *The Clinical Recognition of Congenital Heart Disease* (3rd ed). Philadelphia: WB Saunders

第二章 中心静脉压、左心房压

第一节 心动周期定义

为了解释有创的心血管压力波形,必须对心动周期有一个较深入的理解。传统上,心动周期分为收缩期和舒张期。收缩期是指心脏收缩,舒张期是指心脏松弛。尽管这些术语频繁地应用于心房和心室,但是,若心房和心室收缩与舒张不是以正常顺序发生的话,可以产生混淆。正常窦性节律时,心房收缩出现在心室舒张期末。但是,当出现房室分离时,心房和心室可以同时收缩。

如将心室活动称为收缩期和舒张期,心房收缩期描述为心房收缩,这样就可以避免判读与交流时遇到困难。因此,所有波形成分只与心室收缩与舒张有关,并且无论压力波是出现在心室收缩期,还是在舒张期。结果,心房收缩产生压力 a 波,描述为舒张末压事件。

表 2.1 心脏电活动与机械活动的时间关系

测 量	平均值(毫秒)
P 波开始至右心房收缩	65
P 波开始至左心房收缩	85
右心房至左心房收缩开始	20
Q 波至右心室收缩	65
Q 波至左心室收缩	52
左心室至右心室收缩开始	13
Q 波至右心室射血开始	80
Q 波至左心室射血开始	115
右心室至左心室射血开始	35
右心室等容收缩时间	16
左心室等容收缩时间	61

准确识别压力波形成分,需要明确该压力是出现在心动周期收缩期,还是在舒张期。心电图可以用于鉴别,因而它总是与压力曲线一起记录。心电图上的 P 波反映心房除极,R 波反映心室除极,T 波反映心室复极。心脏的机械活动总是在这些电信号之后(图 2.1)。电活动与机械活动之间存在正常短暂的间歇,牢记这些正常值非常有用(表 2.1 和图 2.2)^[1]。将心电图作为时间标记并且想到电机械延迟,可以准确确定相位压波形成分。

第二节 中心静脉压

最常从上腔静脉导管的前端或肺动脉导管的近端(右心房)腔记录中心静脉压(central venous pressure,CVP)。两种方法记录到的压力波形相似。从临床实用角度考虑,认为 CVP 和右心房压力相等,因而这两个术语相互替代使用。

正常的 CVP 压力波形有 5 个相位、3 个峰(a、c、v)和 2 个倾斜(x、y)(表 2.2,图 2.3 和图 2.4)^[3]。a 波位于舒张期末,是心房收缩的结果,导致心房压升高,产生“心房反冲(atrial kick)”使血液经三尖瓣充盈心室。a 波在心电图 P 波之后。由于心房舒张,a 波之后心房压力降低。这种平滑降低的压力曲线受到下一个压力峰(c 波)的影响而中断,该波是由于心室等容收缩使

心房压力暂时性增高所致,此时三尖瓣关闭并向心房移位。由于 c 波产生于心室收缩期开始时,所以总是位于心电图的 R 波之后。

表 2.2 正常的 CVP

波形成分	心动周期时间	机械活动
a 波	舒张期末	心房收缩
c 波	收缩早期	心室等容收缩,三尖瓣移向右心房
v 波	收缩后期	心房收缩期充盈
x 倾斜	收缩中期	心房松弛,心底部降低,收缩期塌陷
y 倾斜	舒张早期	心室早期充盈,舒张期塌陷

颈静脉压力曲线上 c 波起源稍微复杂一些。该波是由于邻近的颈动脉收缩早期压力传导所致,因而称为颈动脉冲击波(carotid impact wave)^[4]。然而,由于颈静脉压力也反映了右心房压(RAP),该 c 波也可能反映其起源来自动脉(颈动脉)和静脉(三尖瓣运动)两个方面。

心房压力在心室收缩期持续降低,部分原因是心房持续舒张,还有部分原因是由于心室收缩与射血导致心房几何构型变化所致。这就是心房压的 x 倾斜或收缩性塌陷。x 倾斜可以分为两部分 x 和 x',与 c 波前和 c 波后的一段相应(图 2.4)。尽管产生 x 和 x'的机制尚不清楚,但是临床最有用的方法是考虑心房压单个 x 收缩切迹。

心房压力的最后一个峰是 v 波,是收缩后期心房静脉充盈所致,此时三尖瓣仍然关闭。v 波峰通常在心电图上 T 波之后。随着三尖瓣开放和血液从心房进入心室,心房压然后降低,产生 y 倾斜或舒张期塌陷。

应用下列方法很容易记忆这种命名。a 波是由于心房(atrial)收缩产生,c 波是由于房室瓣关闭(closure)和心室等容收缩(contraction)产生,v 波是心室(ventricular)射血驱使静脉(venous)充盈心房的結果。

从与心动周期和心室的机械活动的关系来看,心房压力波形有 3 个收缩期成分(c 波、x 倾斜、v 波)和 2 个舒张期成分(y 倾斜、a 波)。通过回忆产生压力波峰和波谷的机械活动,将心房压力波和心电图记录排列起来,再将心电图的 R 波对准舒张期末和收缩期始,这样就容易识别这些波形的成分(尽管人们对舒张期末和收缩期始的心电图准确参考点有争议,但是,R 波最大的优点是能够提供一个清晰、容易重复的时间标记,因而临床普遍采用这种方法)。本书中采用这种方法进行分析。而且,这是一种用于床旁解释压力曲线的简单和可靠的技术:找到心电图的 R 波,参考该时间标记,分析压力波形。

如果用动脉压力曲线而不是心电图做时间标记,试图识别 CVP 曲线的时间成分非常困难。所遇到的难题如图 2.5 所示;可见心电图的 R 波之后,延迟约 200ms 出现桡动脉压力上升支。4 个因素与该延迟有关:①整个心室的除极化传播产生延迟(大约 60ms);②左心室等容收缩(大约 60ms);③主动脉压力传导至桡动脉(大约 50ms);④桡动脉压力通过含有液体的管道传导至传感器(大约 10ms)(表 2.1)^[1,5]。上述总的结果是桡动脉收缩压上升支相对晚于 RAP 收

缩性 c 波,因为后者是由于右心室等容收缩所致,前者产生于左心室射血(图 2.2 和图 2.5)。

根据心动周期的时间(压力波开始),正常的心房压力波峰显示出收缩期波(c 波、v 波)和舒张期波(a 波)。然而,一般识别这些心房压力波不是通过其起始或上升支,而是通过压力波峰的位置。例如,a 波一般开始并且在舒张期末达到峰值,但是波峰延迟,正好与心电图上的 R 波一致,尤其是在短 PR 间期的患者。此时,a 波和 c 波融合,这种复合波称为 a-c 波(图 2.6)。尽管关系密切,但是 a 波和 c 波来源于心动周期的不同时间。a 波代表舒张期末心房收缩,而 c 波是在心室等容收缩早期产生。

作为收缩期或舒张期起源的心房压力波,v 波更加混乱。v 波是由于收缩晚期心房充盈所致,同时房室瓣关闭。很清楚,v 波在收缩晚期开始明显。然而,v 波峰值出现在等容舒张期,正好在房室瓣打开和舒张期的 y 倾斜前(图 2.1)。因此,最准确的描述应当是 v 波始于收缩晚期,但是峰值在心室等容舒张期,即舒张期最早部分。从临床角度来看,最简单的方法是将 v 波看做收缩期波,并且多数作者采用这种方法^[2,4]。

尽管在心房压力曲线上通常可以看到 3 个波峰(a、c、v)和 2 个明显的倾斜(x、y),但是,心率异常可以改变这种表现。窦性心动过缓时舒张期延长,在舒张中期可见一个附加平台,称为 h 波(图 2.7)^[4]。而且分离的 x 和 x' 倾斜在 PR 间期延长或心动过缓使得所有波形成分更清楚、更明显。相反,心动过速使心房压力波融合,就像使 S₃ 和 S₄ 融合成为奔马律^[4]。此时,a-c 波趋于单向波,x 和 y 倾斜缩短(图 2.6),因而给波形分析造成困难。

第三节 右心房压与左心房压

直接测量左心房压力(LAP),远不如测量 RAP 常见。通常限于患者留有心脏手术后的经胸左心房导管,并且限于在心导管室或心脏外科手术室和重症监护病房(图 2.8)。尽管临床较少测量 LAP,但是,理解 LAP 与 PAP 之间的异同以及关系非常重要(第四章讨论肺楔压时将更清楚地阐述 LAP 的价值)。

尽管正常情况下,平均 LAP 大于平均 RAP,但是,许多人在心动周期尤其是心房收缩产生 a 波时,能看到这种压力梯度的一过性逆转(图 2.9)^[1]。这种情况提醒,在卵圆孔未闭者中,可能会有气体或固体物质引起栓塞。

正常的 RAP 和 LAP 波形之间有典型的时间关系和细微的形态差异。由于心房除极化起源于上腔静脉与右心房交界区的窦房结,因此右半侧 a 波早于左半侧 a 波(表 2.1 和图 2.9)。而且,a 波是正常 RAP 曲线上最明显的压力波,而正常 LAP 曲线上的 v 波高于 a 波。这些观察提示,舒张末期右心房收缩较左心房更加有力,并且在被动的收缩期充盈时,左心房不如右心房容易扩张^[1]。最后,右心房收缩和右心室收缩的间期,要比左心房收缩和左心室收缩的间期长 40ms(表 2.1 和图 2.2)。因此,与 LAP 曲线比较,RAP 曲线上更多见到 a 波和 c 波。

本书各个章节中可以见到异常 CVP、LAP 和肺动脉楔压曲线例子,但是,主要集中在第十二、十四、十七和十八章。

中心静脉压和左心房压图解

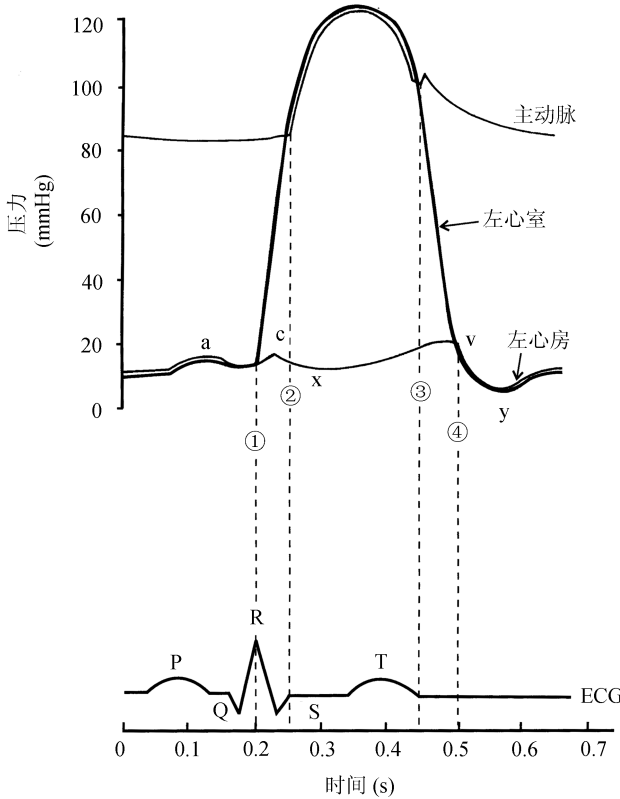


图 2.1 心动周期和心电图与主动脉压力、左心室压力以及左心房压力之间的时间关系。正常左心房压力(LAP)波形(a、c和v)和倾斜(x和y)以及心电图的各个部分(P、Q、R、S和T波)。左侧心脏瓣膜的活动是：①二尖瓣关闭；②主动脉瓣开放；③主动脉瓣关闭；④二尖瓣开放。心动周期的各个时相是：①到②是心室等容收缩，②到③是心室射血，③到④是心室等容舒张，④到①是心室充盈。一般心室收缩包括1期至3期，心室舒张包括3期至1期。同样，LAP波形可以区分为与心动周期时相有关的收缩事件(c、x和v)或舒张事件(y和a)（详见正文）。心电图记录电活动先于压力波形显示的机械活动。心电图的P波先于LAP的a波，心电图的R波先于LAP的c波和左心室及主动脉压力增高，心电图的T波先于左心室和主动脉压力降低以及左心房压力的y倾斜。简而言之，这不仅解释了左半心腔的压力，而且除了右半心腔的等容期短和射血期及充盈期长之外，也阐明了心电图与右半心腔压力和心瓣膜活动的关系(详见图 2.2)

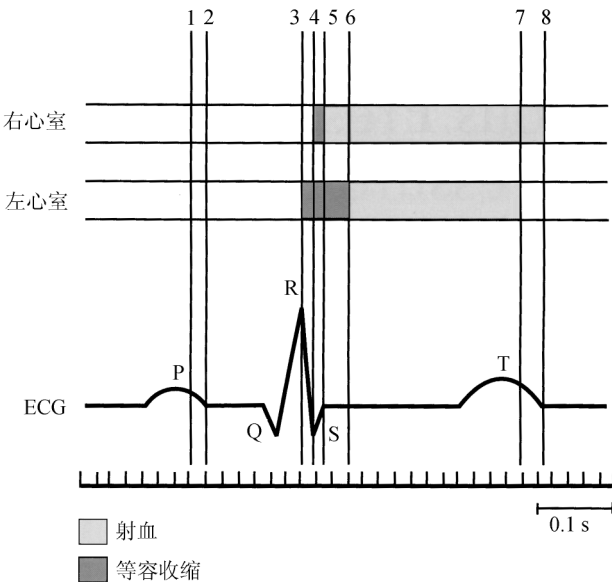


图 2.2 心脏电活动与机械活动的时间关系。正常的心电图波形(P、Q、R、S、T)先于其相应的机械活动。1. 右心房开始收缩；2. 左心房开始收缩；3. 左心室开始收缩；4. 右心室开始收缩；5. 右心室开始射血；6. 左心室开始射血；7. 左心室射血末；8. 右心室射血末

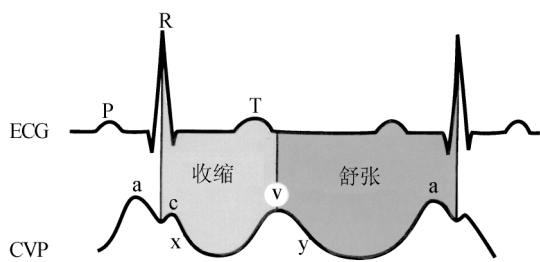


图 2.3 正常的中心静脉波(CVP)有 3 个收缩期成分(c 波、x 倾斜和 v 波)和 2 个舒张期成分(y 倾斜和 a 波)

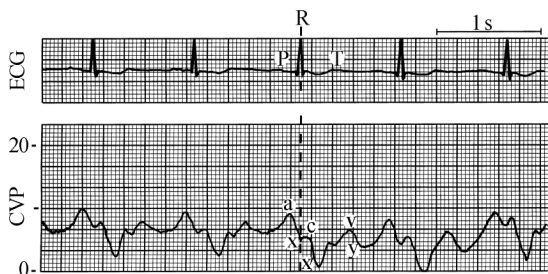


图 2.4 正常的中心静脉压(CVP)波形显示收缩性切迹分为 x 和 x' 成分,与 c 波的前段和后段相应

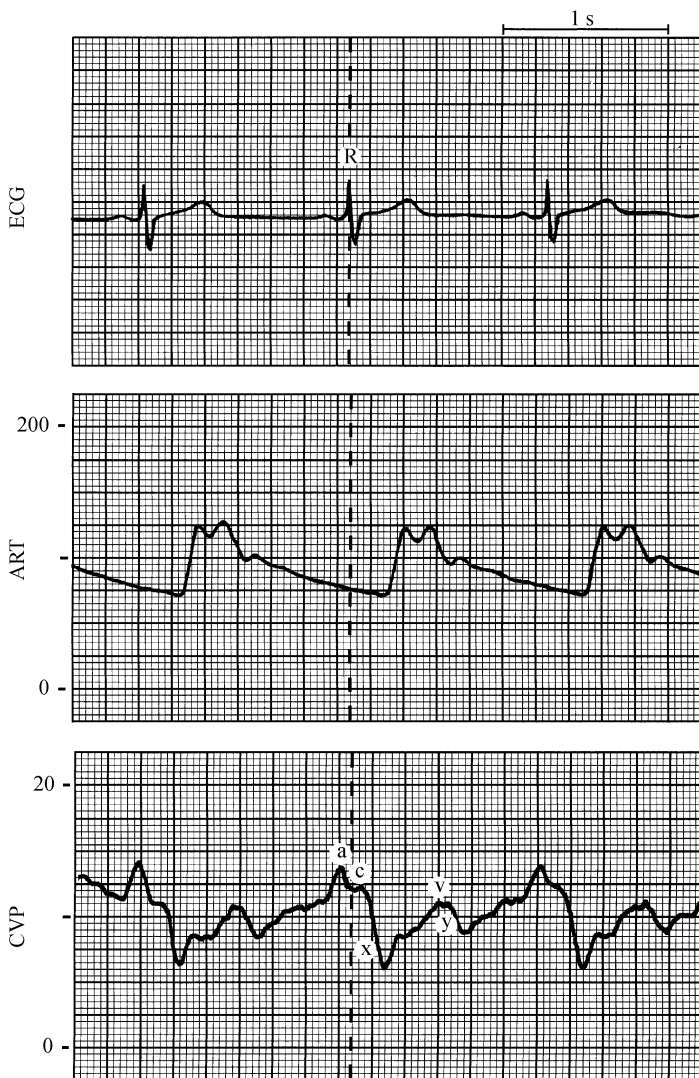


图 2.5 动脉压(ART)上升支位于心电图的 R 波之后约 200ms。通过 ART 波形鉴别静脉波形成分时,必须考虑这种收缩开始时的明显延迟

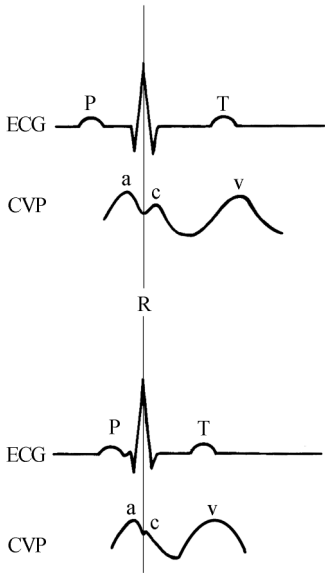


图 2.6 心动过速和 PR 间期缩短使 CVP 的各个成分融合,尤其是 a 波和 c 波

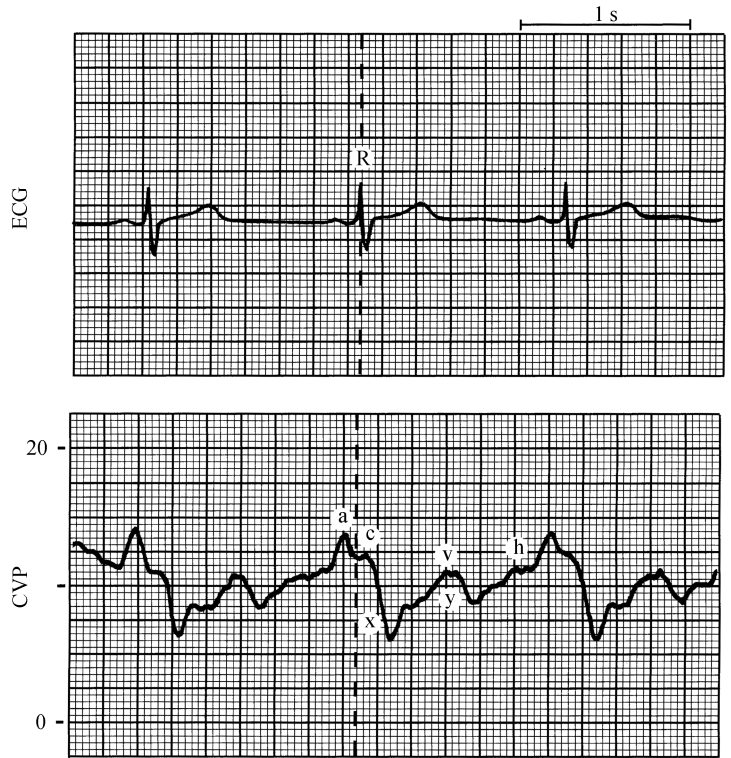


图 2.7 舒张中期平台压力波(h),在心率减慢时的 CVP 曲线上明显

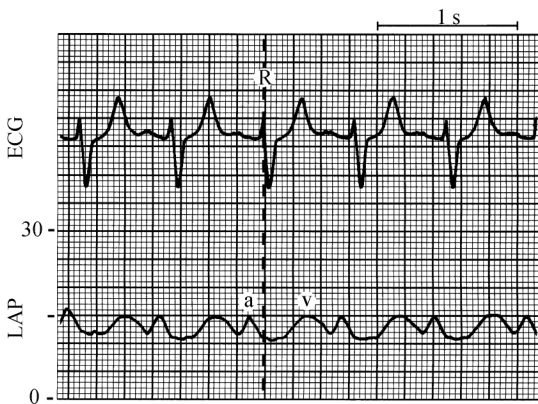


图 2.8 正常的左心房压力(LAP)波形貌似中心静脉压波形,表现为明确的舒张期末 a 波和收缩期末 v 波。平均 LAP 为 13mmHg

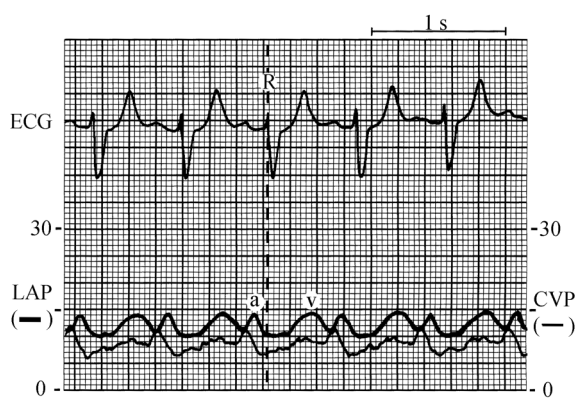


图 2.9 心电图与正常中心静脉压(CVP)和左心房压力(LAP)波形的关系。CVP 的 a 波稍领先于 LAP 的 a 波,因为窦房结位于右心房

参 考 文 献

1. Braunwald E, Fishman AQ, Cournand A. 1956. Time relationship of dynamic events in the cardiac chambers, pulmonary artery and aorta in man. *Circ Res*,4;100~107
2. Mark JB. 1991. The cardiac cycle. Response. *J Cardiothorac Vasc Anesth*,5;651
3. Mark JB. 1995. Getting the most from your central venous pressure catheter, 157~175. In: Barash PC, ed; *ASA Refresher Courses in Anesthesiology (vol 23)*. Philadelphia; Lippincott-Raven
4. O'Rourke RA, Silverman ME, Schlant RC. 1994. General examination of the patient. In: Schlant RC Alexander RW, eds. *The Heart Arteries and Veins*. New York; McGraw-Hill, 238~241
5. Shinozaki T, Deane RS, Mazuzan JE. 1980. The dynamic responses of liquid-filled catheter systems for direct measurements of blood pressure. *Anesthesiology*,53;498~504

第三章 肺动脉压

第一节 肺动脉漂浮导管:波形形态

随着血流的方向,前端有气囊的肺动脉导管可以从中心静脉漂浮进入到肺动脉的适当部位,同时可以记录到具有特征性的压力波形(图 3.1)。开始时,肺动脉导管通过导引鞘插入,直到其头端到达右心房。此时的中心静脉压力或右心房压力(right atrial pressure,RAP)表现为特征性的 a 波、c 波、v 波以及低平均压。一旦导管头端到达右心房,使用 1.5ml 气体完全充盈肺动脉导管气囊,然后前送导管跨过三尖瓣。

此时记录右心室压力。该波形表现为收缩压明显增高和近似于 RAP 的低舒张压。舒张早期,右心室压降低至其重搏波切迹,然后在舒张期随着右心室充盈而压力升高。在心电图的 R 波处测得右心室舒张末压(right ventricular end-diastolic pressure,RVEDP)。尽管右心室舒张压近似于平均 RAP,但是,RVEDP 受右心房舒张末期收缩的影响,因而在右心房 a 波波峰测量最佳(图 3.1 的阴影部分)。

随后肺动脉导管进入右心室流出道,经肺动脉瓣漂入主肺动脉(图 3.1)。这一过程往往出现心律失常,尤其是当头端有气囊的导管刺激右心室漏斗部时会出现室性过早搏动。肺动脉收缩压应当近似于右心室收缩压,但是,肺动脉舒张压一般高于右心室舒张压。这种“舒张压增高(diastolic pressure step-up)”,一般认为是导管从右心室成功地进入肺动脉的证据。

有时,难以区分右心室压力与肺动脉压力(pulmonary artery pressure,PAP),尤其只是数字显示这些压力时。图 3.1 的例子中,无论是肺动脉还是在右心室,都只能记录到压力为 30/10mmHg。然而,观察舒张压曲线可以发现右心室压力和肺动脉压力的区别。随着血液从肺动脉流向左心房,肺动脉压力在舒张期也随着时间逐渐降低。相反,随着血流经开放的三尖瓣进入右心室,右心室压力在舒张期随着时间而增高(图 3.2)。

随着气囊漂浮,肺动脉导管最终到达其楔嵌部位(图 3.1 和图 3.3)。波形再次发生变化,肺动脉楔压(pulmonary artery wedge pressure,PAWP)与左心房压相似,表现为典型的 a 波、c 波和 v 波。平均 PAWP 永远低于平均 PAP,否则血流不会向前流动。

第二节 导管置入原则

从右颈内静脉穿刺部位,导管插入 20cm 时应当达到右心房,插入 30~35cm 时到达右心室,插入 40~45cm 时到达肺动脉,插入 50cm 时到达楔嵌部位。选择其他血管穿刺部位插管时,需要增加距离(表 3.1)。记录从皮肤到右心房、右心室和肺动脉的标准距离,可以帮助识别波形,避免因导管打褶和打结引起的并发症。这些距离也只是作为一种初步的估计;波形必须

从床旁监视器上的连续显示来证实,而导管位置则使用胸部 X 线片来证实。

在肺动脉导管漂浮前,必须检查导管以及压力监视器。应当检查每一个血管腔并且检查气囊,以证实气囊能够对称充盈,包绕头端的气囊没有阻塞远端管腔。目前,有一个简单的方法可以检查导管监测系统(图 3.4)^[3]。首先将压力传感器调整至患者心脏水平。然后,将肺动脉导管头端放在心脏水平,检查显示器屏幕,保证记录到 0mmHg 压力。最后,在 30cm 标记处手持导管,抬高导管头端,使垂直的液柱达 30cm 高,这样产生的压力应当近似于 22mmHg(图 3.4)(水银的密度等于水的 13.6 倍,因此,液体充盈肺动脉导管远端 30cm 产生的“水柱”,近似于 22mmHg 的定标压力信号。详细讨论见第九章)。

还有几点需要考虑,以帮助成功地放置肺动脉导管。重要的是要认识到,充盈气体的气囊在通过心脏进入肺动脉血管时多自由漂浮。因此,保持患者头低位有助于气囊漂浮通过三尖瓣环,将患者向右侧倾斜或头抬高,可以帮助气囊漂浮出右心室。而且,头高位可以减少插管期间心律失常的发生频率^[4]。由于重力因素和解剖形态因素,多数导管漂浮入右肺动脉^[2]。因此,为了选择性地插入左肺动脉,应当将患者右侧朝下^[6]。自发性通气时深吸气,可以暂时增加静脉回流和右心室输出量。在心排量低的患者,这种方法可以帮助导管漂浮。有时,经远端管腔注射 10~20ml 用于测量心排血量的冰水,增加导管僵硬性,可以帮助导管漂浮到适当部位。最后,血流动力学发生变化时,开始插入困难的导管后来易于插入,这常常发生在诱导全身麻醉和开始正压通气时。

第三节 与时间的关系:肺动脉压

正常情况下,PAP 上升支稍早于桡动脉压力上升支(图 3.3 和 3.5),反映了左心室较长时间等容收缩^[1](见第二章图 2.2 和表 2.1)以及从中央主动脉压力上升支的血流流至桡动脉记录部位的传导时间。尽管 PAP 上升支早于桡动脉压力上升支 50ms,但是,PAP 峰值先于桡动脉压力峰值 10ms^[5]。作为一个实际问题,PAP 和体循环动脉压波形在床旁监视器上重叠,这些压力的上升点、峰值点和下降点大致相同(图 3.3 和图 3.5)。

心脏传导异常可以改变 PAP 与体循环动脉血压之间的正常时间关系。左束支传导阻滞延缓左心室收缩,因而桡动脉压力较 PAP 更加延迟(图 3.6)。右束支传导阻滞具有相反的影响(图 3.7)。在区分 PAP 波形和伴高 v 波的 PAWP 波形时,记住这些时间很重要。PAP 曲线与体循环动脉压力曲线重合(图 3.3 和图 3.5)或者峰值较体循环动脉压稍提前(图 3.6)或拖后(图 3.7)。相反,收缩压峰值是由于 PAWP 曲线收缩期高大反流 v 波所致压力峰值,在心动周期中明显晚得多(图 3.8)(见第十七章图 17.5~图 17.13)。

肺动脉压图解



图 3.1 肺动脉导管通过右心房、右心室到肺动脉和楔嵌位置时记录到的压力波形。在心电图的 R 波位置测得右心室舒张末压,并且在右心房压力波 a 峰时估测最佳。在右心房和肺动脉楔嵌位置,均可以记录到 a 波、c 波和 v 波