

*Arterial Stiffness
and Pulse Wave Velocity
clinical applications*

动脉僵硬度 和脉搏波速度的 临床应用

原著 [法] Roland Asmar

主译 / 王宏宇



人民军医出版社
People's Military Medical Press

动脉僵硬度和脉搏波速度的临床应用

Arterial Stiffness and Pulse Wave Velocity Clinical Applications

原 著 [法] Roland Asmar

主 审 Michael O'Rourke

Michel Safar

主 译 王宏宇



人 民 军 医 出 版 社

People's Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

动脉僵硬度和脉搏波速度的临床应用/(法)阿斯玛(Asmar,R.)著;王宏宇主译.
—北京:人民军医出版社,2005.11
ISBN 7-80194-966-8

I. 动… II. ①阿…②王… III. ①动脉—硬度—测量—临床应用②脉搏—速度—测量—临床应用 IV. R54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 105192 号

策划编辑:马 莉 文字编辑:霍红梅 责任审读:周晓洲

出 版 人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号 邮编:100842

电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)

网址:www.pmmp.com.cn

印刷:三河市春园印刷有限公司 装订:春园装订厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:10 字数:202 千字

版次:2005 年 11 月第 1 版 印次:2005 年 11 月第 1 次印刷

印数:0001~3000

定价:49.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585、51927252

内 容 提 要

为了提高心脑血管疾病预防保健的水平,作者几十年来一直致力于动脉血管硬度的研究,提出了一些早期预防和检测的方法,包括脉搏波速度测量、动脉硬度测量等,并对这些方法如何应用于高血压、糖尿病、冠心病、脑血管病、外周血管病等做了大量的研究,其中所描述的无创检测为早期诊断、治疗心血管病提供了依据。本书适于心血管病研究人员和临床医师阅读参考。

责任编辑 马 莉 霍红梅

译者序

2004年深秋,从法国来京讲学的 Asmar 教授与我在北京会晤,共同交流了动脉功能在心血管疾病防治领域中的前景。目前,全世界心血管疾病的流行趋势已使得世界各国对心血管疾病致死、致残的重视程度大增,我们越来越认识到,只有早期发现亚临床血管病变,才能真正有效地预防晚期临床事件的发生,并从根本上降低心脑血管疾病的致死、致残率,提高我国的整体人口素质。

Asmar 教授是世界知名的心脏病学专家,几十年来,他一直致力于动脉僵硬度的研究。我非常高兴地受 Asmar 教授之托,将其著作《动脉僵硬度和脉搏波速度的临床应用》翻译成中文在我国出版。

相信此书的出版,将有利于提高我国动脉系统病变的早期诊断和系统干预的水平,有利于广大临床医师,包括心内科、神经内科、内分泌科、肾内科等专业医务人员就血管病变的防治策略形成共识,并作为临床工作参考。

感谢多年来在学术上给我指导的老师:刘望彭教授、龚兰生教授、张维忠教授、胡大一教授、许玉韵教授、邵耕教授。

感谢芦娜硕士、倪永斌博士和赵红薇女士在本书翻译过程中所做出的巨大贡献。

由于时间仓促,书中尚有不妥之处,敬请广大读者指正。

王宏宇

2005年7月于北京

前 言

随着对单纯收缩期高血压作为心力衰竭主要前提因素的高度关注,使脉压而不是平均压成为当前的焦点,临床注意力正在从外周阻力转向大动脉硬化,从小动脉转向大动脉。

尽管临床学家和临床生理学家在世纪之交(20 世纪一译者注)已经认识到了动脉硬度的重要性并发展了测量方法,但对多数临床医师而言,动脉硬化仍是新概念。

本书是第一本专门讨论动脉硬化应用于临床实践的专著,Roland Asmar 教授进行了精彩的工作,在书中回顾了旧有的概念,并将他和他的同事在过去 20 年中进行的新工作以及全球这一领域的进展与之结合。

本书的重点是脉搏波速度,这是测量动脉硬化最早并仍然是最好的方法。在主要的流行病学研究中,脉压预测心血管事件正显示出比收缩压或舒张压更大的重要性。脉搏波速度很可能是动脉疾病及其预后的极佳指标。

Asmar 教授在书中对本领域的当前状况进行了极好的总结。

Michael O'Rourke

致 谢

谨以本书献给 19 世纪尽管技术条件有限但仍为压力波的记录方法和脉搏波速度的概念研究作出卓越贡献的前辈。

感谢将作者带入血流动力学领域、提供方法上的支持和协助实现主要研究的每一位师长和同事：

G. Amah, A. Benetos, J. Blacher, P. Boutouyrie, A. M. Brisac, O. Crisan, J. Duchier, X. Girerd, S. Haddad, C. Hugue, P. Lacolley, N. Lahlou, B. Labloux, P. Laurent, S. Laurent, B. Levy, G. London, J. J. Mourad, B. Pannier, M. Safar, F. Sayegh, J. Topouchian, J. Toto-Moukoko, S. Vascorian.

感谢施维雅教育基金会为本书的顺利出版给予的大力帮助。

Roland Asmar

动脉硬度术语

- “扩张性”指扩张的能力和容易程度。
- “硬度”和“僵硬度”与扩张性相反。
- “弹性”用于定量扩张性。
- 容积顺应性=动脉树舒张压指数衰减过程中压力降低与容积降低间的关系。

$$\Delta V / \Delta P \text{ (cm}^3 \text{ / mmHg)}$$

- 顺应性=压力改变后容积的绝对改变。

顺应性表示压力/容积曲线的斜率。

$$C = \Delta V / \Delta P \text{ (cm}^3 \text{ / mmHg)}$$

其中 ΔV =容积的改变, ΔP =压力的改变。

对于单位长度而言, 容积=依赖于直径的横截面积, 因此:

$$C = \Delta D / \Delta P \text{ (cm}^3 \text{ / mmHg)}。$$

其中 ΔD =直径的改变, ΔP =压力的改变。

- 扩张性=某一压力改变下容积或直径的相对改变。

$$\Delta V / \Delta P \cdot V \text{ (mmHg}^{-1} \text{)}$$

其中 ΔV =容积的改变, ΔP =压力的改变, V =基线容积。

对于单位长度而言, 容积=依赖于直径的横截面积, 因此:

$$\text{扩张性} = \Delta D / \Delta P \cdot D \text{ (mmHg}^{-1} \text{)}。$$

●弹性模量(Peterson)=扩张性的倒数; 如(理论上)牵张 100%时需要的压力改变(直径增加 100%的壁压力)。

$$EP = \Delta P \cdot D / \Delta D \text{ (mmHg)}$$

●振荡顺应性=舒张压指数衰减过程中振荡的压力改变与振荡的容积改变间的关系。

$$\Delta V / \Delta P \text{ (cm}^3 \text{ / mmHg)}$$

- 脉搏波速度=在一定距离的动脉节段上脉搏波传播的速度。

$$PWV = \text{距离} / \text{时间延搁 (m/s)}$$

● 硬度指数(β) = $\log$ (收缩压/舒张压) 与直径相对改变的比值。

$$\beta = \ln (P_s / P_d) / [(D_s - D_d) / D_d]$$

● 应变 = $\Delta l / l$

其中 l = 基线长度, Δl = 某一应力下长度的改变。

● 应力 = $P \times R / h$ (mmHg)

其中 P = 跨壁压, R = 半径, h = 壁厚度。

● 杨氏弹性模量 = 直径增加 100% 时每厘米壁厚度上的壁张力。

$$E = \Delta P \cdot D / h \cdot \Delta D (\text{cm}^3 / \text{mmHg})$$

其中 h = 壁厚度。

杨氏弹性模量表示应力—应变曲线的斜率。

Roland Asmar, M. D.

心血管研究所

21, boulevard Delessert

75016 Paris, 法国

Michael O'Rourke, M. D.

新南威尔士大学圣文森特医院

Darlinghurst NSW 2010, 澳大利亚

Michel Safar, M. D.

布鲁塞医院内科

96, rue Didot

75764 Paris cedex 14, 法国

目 录

第 1 章	引言和历史回顾	(1)
	引言	(1)
	历史回顾	(2)
第 2 章	动脉脉搏波	(9)
	压力波	(9)
	流速波	(9)
	直径波	(9)
	压力波的特性	(10)
	压力波和流速波的关系	(10)
	不同动脉中压力波随年龄的变化	(11)
第 3 章	脉搏波速度的原理和测量	(15)
	定义	(15)
	原理	(15)
	脉搏波速度的测量	(21)
	局部和节段动脉僵硬度的 consistency	(35)
第 4 章	影响脉搏波速度的因素	(41)
	年龄	(41)
	血压	(46)
	性别	(50)
	心率	(52)
	盐摄入量	(56)
	基因因素	(58)
	其他	(62)
第 5 章	脉搏波传导速度在不同临床状态下的变化	(71)
	高血压	(71)
	糖尿病	(74)
	血脂异常	(79)
	动脉粥样硬化	(84)
	冠状动脉粥样硬化性心脏病	(87)
	脑血管疾病	(90)
	充血性心力衰竭	(91)

外周血管疾病·····	(93)
肾衰竭与透析·····	(96)
其他·····	(98)
第 6 章 脉搏波速度与预后 ·····	(113)
心血管危险因素 ·····	(113)
靶器官损害—替代指标 ·····	(113)
脉搏波速度作为一个信号 ·····	(114)
第 7 章 脉搏波速度与治疗 ·····	(120)
脉搏波速度与药物治疗 ·····	(120)
脉搏波速度与非药物治疗 ·····	(132)
第 8 章 脉搏波速度临床应用前景展望 ·····	(138)
技术改进 ·····	(138)
在病理生理学方面的作用 ·····	(139)
在诊断方面的应用 ·····	(139)
在预后方面的应用 ·····	(140)
在治疗方面的应用 ·····	(140)
关键词索引 ·····	(141)

第 1 章 引言和历史回顾

引 言

心血管疾病是多数工业化国家人群的首要死因。大动脉病变是心血管疾病发病和死亡的主要原因。大动脉功能和结构病理性改变的启动和进展目前尚未完全被掌握,如动脉粥样硬化。另外,由于多数心血管危险因素和动脉硬化-动脉粥样硬化过程的隐袭性,早期识别动脉改变和病变[功能性和(或)结构性]可能有助于确定并发症危险较高的个体。因此,全面地理解心血管疾病中动脉病变的病因学作用及其作为临床前动脉硬化-动脉粥样硬化危险标志所产生的潜在公共卫生益处是非常重要的^[1~3]。

过去认为大动脉是被动的血液传输和分配管道。近来一些研究表明,大动脉是有传输和分配功能(也有内分泌和旁分泌功能)的以及有血液脉动性缓冲能力的复杂的、功能完整的器官。大动脉的力学特性是健康人和疾病中循环生理学的重要决定因素;弹性大动脉在脉动血流的收缩相可吸收能量,从而对某一心排血量可降低心脏做功。由于血流的脉动特性、血管壁的复杂结构和平滑肌持续改变的张力,使对大动脉动力学的研究非常困难。下面一些方法用于评价大动脉的结构和功能^[4~7]。

有创方法

血管造影或其他成像技术等方法可精确评价动脉管腔或分析动脉壁结构。但这些方法操作复杂、费用高昂,需要非常精密的技术设备,限制了其在大型临床实验中的应用。

无创方法

这些方法主要根据超声技术(高分辨率超声、超声多普勒、超声示踪)和计算机分析图像信号和(或)超声信号来研究某些动脉轴和位点的功能和(或)结构。这些相对复杂的技术仅用于某些临床研究实验室^[7~10]。

在这些无创方法中,脉搏波速度(PWV)的测定已经在较长的时间内广泛用于评价动脉壁扩张性和硬度。该方法无创伤、操作简单、结果准确、重复性好,因此,广泛用于大型治疗和流行病学的研究中^[11~14]。本书总的目的是:

- 解释动脉硬度,脉搏波速度(PWV)及其原理;
- 描述其测量方法;
- 分析其决定因素;

——探讨其在病理生理学、诊断、预后和治疗中的临床应用。

历史回顾

在动脉脉搏检查作为血液循环的血流动力学参数以前,哲学家、医生、解剖学家和尸体防腐者都力求解释脉搏波的生理学。公元前数世纪,埃及人将脉搏波描述为心脏到血管的“命令”;后来,中国人分析了脉搏的质量,并用神秘的仪式对其进行了检查。他们认为,明显有力的脉搏是积极健康的体征,而低动力或微弱的脉搏是虚弱的征象。因此,脉搏的幅度被用作活力、元气和健康的指标。据传说,中国的脉搏学由黄帝创立,他是公元前约2 500年多本关于脉搏的书籍的作者,并非常精于此道。患者的手臂放在衬垫上,医生用食指、中指和无名指分别在三个不同的部位触诊脉搏。在每个位置分别用轻、中、重3种压力引出表浅和深部脉搏。不同的脉搏用各种象征来表示,如青蛙的跳动、鱼的尾巴、落在屋顶的雨滴等。至今脉搏诊断学的使用仍然是中医的一部分。在希波克拉底(公元前460—前377)和亚里士多德(公元前384—前322)时代,并未认识到脉搏和心跳间的关系,动脉被认为是容纳空气并与器官相连的。后来,加伦(公元前384—前322)第一个注意到了心脏和动脉间的关系,他指出动脉是容纳血液而不是空气的。他是古代最重要的脉搏学家,不仅因为他撰写了多部这一主题的书籍,而且因为他就脉搏的教诲统治了临床医疗约16个世纪。他认识到动脉脉搏依赖于心脏并与心脏同步,但他相信动脉本身拥有脉动或搏动的能力。最后讲述由于年龄、性别、季节、国籍、睡眠、妊娠、运动等引起的脉搏变化。

Struthius在1540年首次尝试用绘图来表示脉搏,类似于现在的脉搏描记法,他通过把树叶放在动脉上观察其颤动来研究脉搏波。

Miguel Serveto(1511—1553)在1553年描述了肺循环,William Harvey(1578—1657)在1628年描述了血液循环。Harvey的工作把脉搏波确立为心脏射血的表现,强调了心脏收缩期对应于动脉舒张期,极大地改善了对动脉脉搏的理解及其临床应用。一百多年后,Reverend Stephens Hales(1677—1761)在1731年记录了第一个无创动脉压力测量。在18世纪和19世纪建立了液体和波传播理论,Etienne Marey(1830—1904)使用脉搏描记法首次精确记录了人类动脉脉搏(图1-1)。脉搏描记法和以后的动脉脉搏及血压记录引入临床医学标志着动脉血液动力学方法的开始(图1-2至图1-6)。1896年Riva Rocci肱动脉袖带和血压计的引入和1905年柯氏音的描述,使测量压力搏动的最大值(收缩压)和最小值(舒张压)成为可能,由此导致脉搏描记法和脉搏波分析从临床医疗中的消失(图1-7,图1-8)。尽管这是过于简单并且是不完全的压力波评价方法,但由于其易于测量,医生开始记录收缩压和舒张压,而把压力波分析留给心脏病和血管疾病的专家^[15,16]。

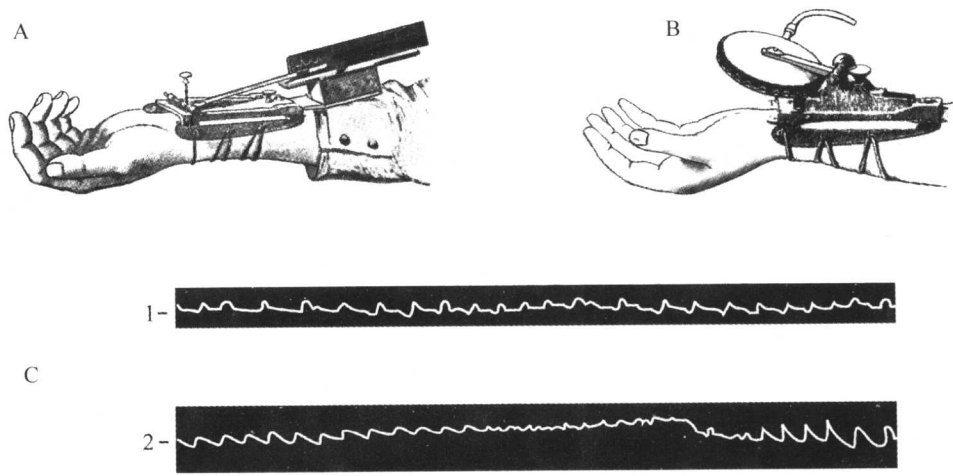


图 1-1 E. J. Marey(1830—1904)的脉搏波描记图

A. 力学脉搏描记器。B. 充气传递脉搏描记器。C. 1-脉搏的呼吸变异;2-运动实验后脉搏特征的变异。

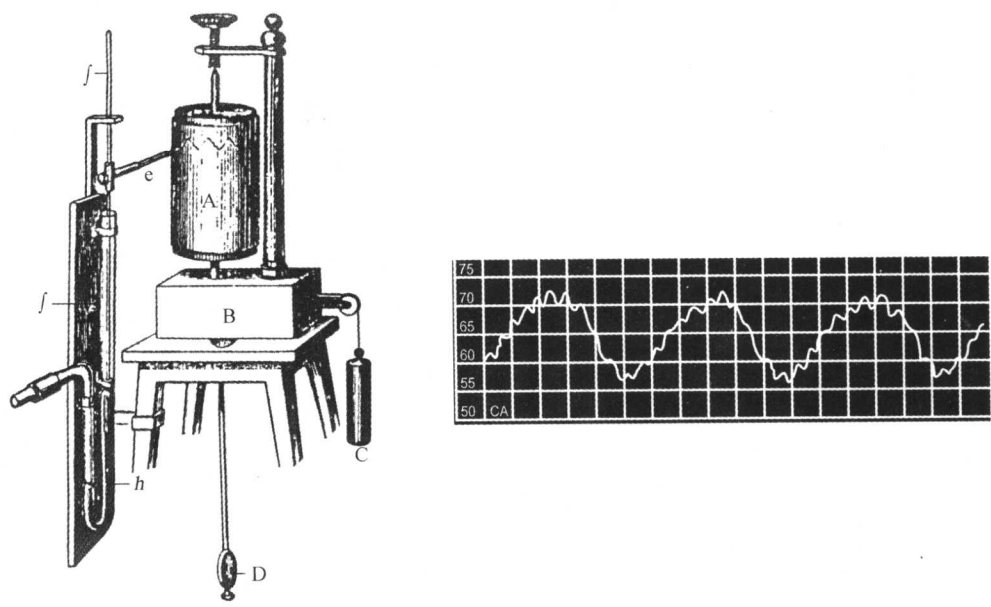


图 1-2 K. F. Ludwig(1816—1895)用脉搏记录器记录的血压变化

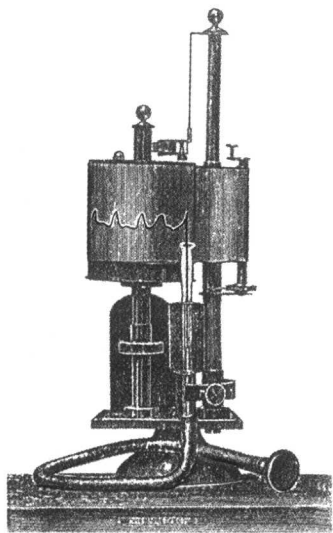


图 1-3 C. Ozanam(1824—1890)的脉搏描记器

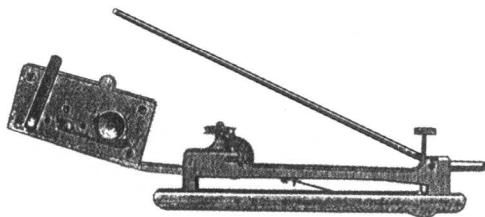


图 1-4 A. Mahomed(1849—1884)的脉搏描记器

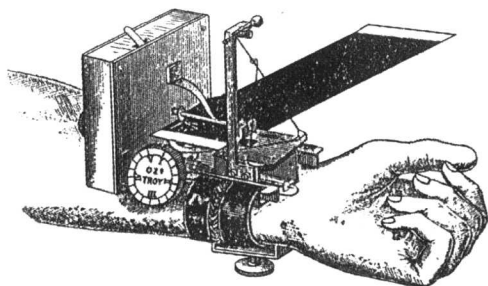


图 1-5 Dudgeon(1881)的脉搏描记器

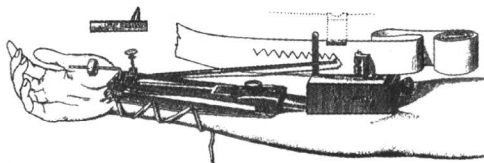


图 1-6 Brondel(1879)的脉搏描记器

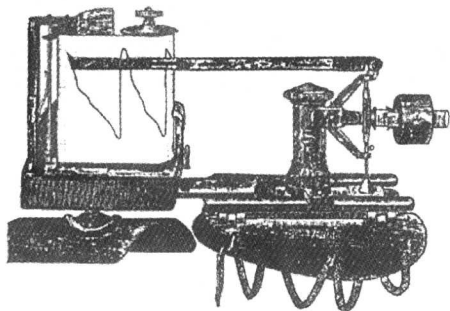


图 1-7 M. A. Philadelphien(1896)的血压描记器



图 1-8 P. C. Potin(1825—1901)的脉搏描记器

脉搏波作为诊断工具,吸引了人们的注意力达几千年。通常认为大多数心血管疾病与动脉壁僵硬度升高有关,而且很早人们就认识到动脉弹性与动脉上传播的脉搏波速度有关。Moens(1878)推导出脉搏波传播前行速度的表达式,是包含弹性系数、动脉壁厚度和管腔舒张末期直径的函数。Moens 也通过弹性管道的实验证实了该公式的有效性。

Bramwell 和 Hill 在 1922 年将脉搏波传播速度用作动脉弹性的临床指标,以后大量作者采用了不同的方法,这些作者是:1922 年 Bazett 等,1922 年 Beyerholm,1924 年 Hickson,1925 年 Sands,1927 年 Turner,1934 年 Hallock,1936 年 Haynes,1937 年 Steele 等。从理论和实验的观点广泛研究了弹性管道的 PWV 和管壁弹性的关系(图 1-9,图 1-10)。尽管 PWV 的测定无创、敏感、重复性好,但因为它的记录和计算困难并且耗时,所以未应用于临床实践。事实上,脉搏波记录简单快速,但手工测定脉搏波上升相转折点、测定两个波之间的时间延搁和计算平均值却乏味且耗时^[12,14,17~25]。

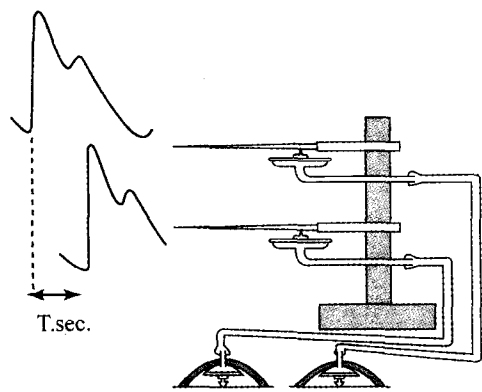


图 1-9 可描绘两条理想脉搏曲线的双鼓法(1958)

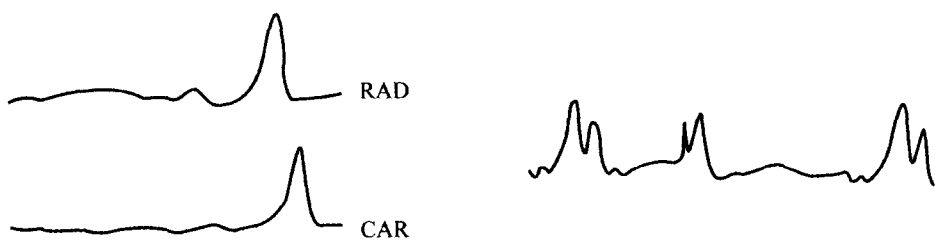


图 1-10 Bramwell 和 Hill(1922)的 PWV 测定

不同导联上记录的桡动脉(RAD)脉搏图和颈动脉(CAR)脉搏图;同一导联上记录的桡动脉和颈动脉脉搏图