

国家计量技术法规统一宣贯教材

# 无创自动测量血压计

国家质量监督检验检疫总局计量司 审定

朱俊杰 高 杨 屠立猛 主编

**JJG692-2010**

**JJG692-2010**

**JJG692-2010**



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

国家计量技术法规统一宣贯教材

# 无创自动测量血压计

国家质量监督检验检疫总局计量司 审定

朱俊杰 高 杨 屠立猛 主编

中国计量出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

无创自动测量血压计/朱俊杰,高杨,屠立猛主编. —北京:中国计量出版社,2010.9  
国家计量技术法规统一宣贯教材  
ISBN 978-7-5026-3320-2

I. ①无… II. ①朱… ②高… ③屠… III. ①血压表—教材 IV. ①TH776

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 145360 号

## 内 容 提 要

本书是 JJG 692—2010《无创自动测量血压计检定规程》的统一宣贯教材,内容包括该检定规程的解读、无创自动测量血压计静态压力示值的不确定度评定实例、多种无创自动测量血压计静态压力的检定方法、无创自动测量血压计临床试验评估方法以及相关的基础知识介绍。

本书可作为规程的宣贯培训教材,供从事医学计量专业的检定人员、医疗机构中与无创自动测量血压计有关的工作人员以及无创自动测量血压计的生产者、消费者使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

\*

880 mm×1230 mm 16 开本 印张 6.5 字数 124 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

\*

印数 1—2 000 定价:28.00 元

## 编 委 会

主 编：朱俊杰 高 杨 屠立猛

编 委：张 男 张汉聊 郭 建 高树华

# 序

无创自动测量血压计在临床医学和公众健康方面都有着十分重要的地位，它包括血压监护仪和数字电子血压计两大类产品，广泛应用于医疗机构中的临床诊断和重症监护以及人们的日常健康保健。作为量大面广、重要的医学计量器具，无创自动测量血压计具有测量方便、读数直观、安全环保等优点。正确评价和检定无创自动测量血压计，保证血压测量值的准确和统一，直接与人们的生活密切相关，血压计一旦失准，将会影响到人们的身体健康和生命安全。为此，血压计被列入中华人民共和国强制检定的工作计量器具管理范围。

无创自动测量血压计新规程的宣贯，可以帮助承担电子血压计新产品型式评价的技术机构，电子血压计的制造单位、计量检定人员、使用单位及个人了解其基本知识、技术要求、试验方法，对于电子血压计的正确检定、合理使用具有重要的指导意义。本书是配合宣贯新规程 JJG 692—2010《无创自动测量血压计》的培训教材。

本书较全面系统地介绍了与无创自动测量血压计相关的基础知识，无创自动测量血压计的工作原理、计量检定方法、型式评价试验、临床试验评估方法以及测量不确定度评定等内容，对相关技术人员及普通使用者均具有较大的参考价值。

国家质量监督检验检疫总局计量司

2010年9月

# 前 言

血压是表征人体生命体征的一个重要生理参数。随着生物医学工程学的发展,有关血压的无创自动测量技术迅速地发展起来。目前,我国使用的无创自动测量血压计按使用对象的不同可分为两部分:一部分是面向医院,如我们大家所熟悉的自动循环无创血压监护设备和动态血压监护仪,它们被广泛用于医院的急诊室、手术室、ICU和CCU等部门,是临床诊断与监护危重病人血压的重要生理参数的仪器;另一部分是面向公众,用于个人健康保健的电子血压计。拥有电子血压计,已成为现代人医疗保健的时尚。因此,电子血压计测量是否准确,是高血压患者十分关注的热点问题。不论医院或公众,大家都非常关注血压测量是否准确的问题。

鉴于无创自动测量血压计在临床医学和公众健康方面都有着十分重要的地位,国家质量监督检验检疫总局于2010年5月批准颁布了JJG 692—2010《无创自动测量血压计检定规程》。规程的实施,对提高无创自动测量血压计的产品质量,让医院及公众用上符合国际标准的血压计具有重要意义,这是一件利国利民的大事。

为更好地贯彻执行JJG 692—2010《无创自动测量血压计检定规程》,我们编写了这本宣贯教材。本书全面介绍了无创自动测量血压计产品质量与计量的控制,作为医学计量技术检测的指南,它的出版将填补我国无创自动测量血压计医学计量的空白。本书介绍的JJG 692—2010规程,是一部具有积极意义的医学计量技术法规,它主要体现了传统计量与临床医学的有机结合,反映了医学计量某些不同于传统计量的特点,如无法在传统意义上进行量值溯源等。本书的出版,旨在推进健康计量进医院,同时也是计量惠民的基础工作,符合国家质检总局2010年计量工作的总体思路。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中疏漏和错误之处在所难免,敬请指正。

编 者

2010年6月

# 目 录

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| 第一章 概述                             | ( 1 )  |
| 第一节 血压测量的历史                        | ( 1 )  |
| 第二节 血压计的分类                         | ( 3 )  |
| 第三节 血压测量方法                         | ( 6 )  |
| 第四节 无创自动测量血压计的相关标准和要求              | ( 13 ) |
| 第二章 JJG 692—2010《无创自动测量血压计检定规程》的解读 | ( 15 ) |
| 第一节 规程总体解读                         | ( 15 ) |
| 第二节 适用范围、概述及引用文献                   | ( 16 ) |
| 第三节 术语和定义                          | ( 17 ) |
| 第四节 计量性能及通用技术要求                    | ( 18 ) |
| 第五节 计量器具控制                         | ( 20 ) |
| 第六节 型式评价要求及其试验方法                   | ( 24 ) |
| 第三章 无创自动测量血压计静态压力示值的不确定度评定实例       | ( 52 ) |
| 第四章 多种无创自动测量血压计静态压力的检定方法           | ( 55 ) |
| 第一节 电子血压计                          | ( 55 ) |
| 第二节 无创血压监护仪                        | ( 58 ) |
| 第五章 无创自动测量血压计临床试验评估方法              | ( 62 ) |
| 第一节 以听诊法为参考标准的临床试验方法               | ( 62 ) |
| 第二节 以有创法为参考标准的临床试验方法               | ( 67 ) |
| 第三节 适用于孕妇（包括先兆子痫）的血压计的临床试验方法       | ( 70 ) |
| 第四节 电子血压计的临床试验报告                   | ( 71 ) |
| 第六章 相关知识介绍                         | ( 74 ) |
| 第一节 压力的基本概念及其检测                    | ( 74 ) |
| 第二节 无创自动测量血压计检测设备介绍                | ( 78 ) |
| 第三节 无创自动测量血压计在临床应用中值得关注的问题         | ( 80 ) |
| 第四节 高血压知识                          | ( 83 ) |
| 第五节 电子血压计并非人人适用                    | ( 86 ) |

附录..... ( 88 )

    压力单位换算表..... ( 88 )

    压力计量器具检定系统框图..... ( 89 )

    无创自动测量血压计考核试题..... ( 90 )

# 第一章 概 述

## 第一节 血压测量的历史

### 一、有创血压测量的历史

1733 年，英国牧师斯蒂芬·海尔斯（Stephen Hales）为了测量马的血压，用一根长 9 英尺（1 英尺=0.3048 米）的玻璃管连接在铜管上，然后插入马腿动脉内，测出了这匹马的血压在垂直的玻璃管内上升到 8.3 英尺的高度，且高度会因马的心跳而稍微升高或降低，心脏收缩时血压升高（收缩压），心脏松弛时血压下降（舒张压）。这揭开了人类历史上血压测量的首页。

1828 年，法国生理学家让·路易斯·马里·波易赛尔（Jean Louis Marie Poiseuille）采用 U 形水银柱替代了使用不方便的长铜管——只需 20cm 长的水银柱即可测量动脉血压。此后，各种各样的血压计被陆续发明出来。1856 年，法国外科医生法弗里（Faivre）分别将两名患者切断的肱动脉和一名患者的股动脉接到水银测压计上，首次测量到人的动脉血压。1860 年，艾蒂安·朱尔·马雷研制成了一个当时最好的血压计，可以将脉搏的搏动放大，并将搏动的轨迹记录在卷筒纸上。这个血压计也能随身携带。马雷用这个血压计来研究心脏的异常跳动。1881 年，奥地利人冯·巴施发明了一种装置，它可以灵敏地测得动脉搏动的情况。1889 年，法国人普当发明了传感式血压描记器。

然而，当时的血压测量都是侵入性的，测量时带给受试者巨大的痛苦，难以在临床上进行普遍应用。有创测量技术发展到今天已经成为成熟而可靠的技术，该方法不仅用来测量动脉压，还用来测量和监护中心静脉压、肺动脉和肺毛细血管楔入压以及左心房、左心室的压力。由于该方法有创伤性，一般用于危重患者及大手术的血压测量。但是，由于有创血压是最真实的人体血压，直至今日，它一直是临床上判断血压准确与否的“金标准”。

### 二、无创血压测量的历史

真正意义上的血压计诞生在 1896 年。那时，有一位叫瑞瓦·罗茨（Sciopione Riva Rocci）的意大利人，发明了世界上第一只不损伤血管的血压测定计（图 1-1）。这只血压计由橡皮球、橡皮囊袖带和装有水银的玻璃管三部分组成。测量血压时只需将橡皮囊袖带围于上臂，捏压橡皮球，观察玻璃管水银高度，即可测出血压数值。与今天的血压计相比，只差一副听诊器，这在当时已经十分先进了。

1905 年，俄国克罗特科夫（N. S. Korotkoff）（图 1-2）革命性地认识到脉搏音与收缩压、舒张压之间的关系，进一步改进了这种裹臂式血压计，用听诊器放置于橡皮囊

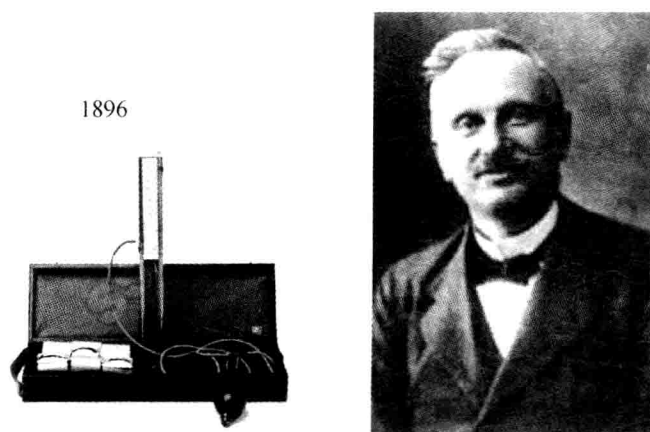


图 1-1

左：早期基于 Scipione Riva Rocci 想法设计的血压计 右：Scipione Riva Rocci

带之内，以第一个脉搏声以及其后脉搏突然减弱作为动脉收缩压和舒张压的测定法，后来人们把在阻塞袖带时听到的脉搏音称之为柯氏音（Korotkoff sound）。至此，血压的测定从设备和知识上都得到了完善，使其成为临床上血压测量事实上的金标准，无创血压测量从此在临床上也得到了广泛的接受和应用。目前，临床上测量血压还在采用这种间接测量法，与当初直接测量马的血压不同，用间接法测得的血压是一个近似值，我们把这种测量方法称为听诊法（或柯氏音法）。

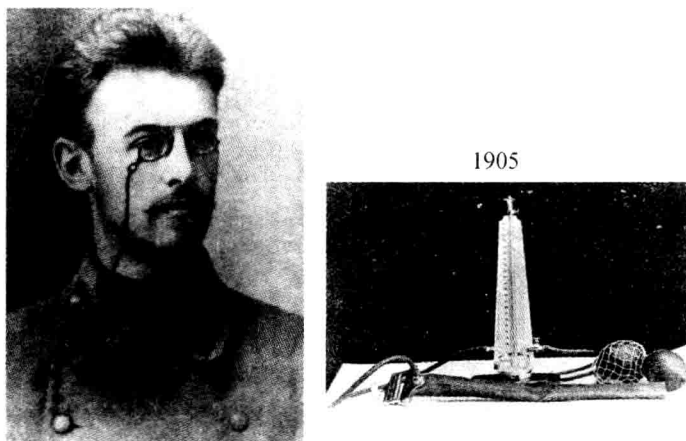


图 1-2

左：N. S. Korotkoff 右：Korotkoff 在论文采用的 Riva Rocci 血压计（听诊器没有在图片中）

无创血压测量技术发展的 100 多年里，出现了各种测量技术：1876 年，Marey 提出了恒定容积法的技术原形（indirect unloading technique），1973 年，捷克生理学家 Jan Penaz 进一步发展了恒定容积法（vascular unloading technique）血压测量技术，给出了该方法中最为重要的随动系统参考值，商品含产品 Finapres（for Finger Arterial Pressure）于 20 世纪 80 年代中期问世，实现了血压的连续测量，Portapres 为其更新换代产品。1896 年，Von Recklinghausen 首先发现了在现今无创血压测量中广泛使用的技术——示波法血压测量技术；Posey 等人于 1969 年通过动物实验首先发现并提出振动波幅度最大时对应

动脉平均压, Ramsey (1979 年) 和 Yelderman 及 Ream (1979 年) 用示波法测量人体血压, 指出示波法与直接法测得平均压具有高度的相关性, 验证了平均压测量标准, 20 世纪 70 年代末 80 年代初, 微处理器技术应用于示波法血压测量, 实现了血压的快速、自动、无创测量; 第一台商用示波法血压监护仪于 1973 年由美国一家公司开始设计, 1976 年投入市场, 取名为 Dinamap; 1963 年, Pressman 和 Newgard 提出张力测定法, 后来经过很多人的研究, 1976 年有商品化产品问世; 1965 年, DeDobbeleer 提出双袖带法测量技术; 1981 年, Geddes 等人提出利用心电图 R 波和脉搏波之间的传导时间间隔 ( $T$ ), 来推算收缩压和舒张压数值的脉搏延时法……

无创血压测量发展到今天, 出现了各种技术和商品化产品。无创测量方式因其测量方便, 相对于有创测量病人无创伤痛苦, 因而在临床医疗上获得了广泛的应用。

## 第二节 血压计的分类

血压是血管内流动的血液对单位面积血管壁的侧压力, 血压计就是用来测量血压的装置。根据测量原理、使用方式以及应用对象的不同, 血压计可分为以下几类。

根据血压测量过程对人体有无创伤, 血压计可分为两大类, 即有创 (侵入式) 测量血压计和无创 (非侵入式) 测量血压计。

### 一、有创测量血压计

顾名思义, 有创 (侵入式) 血压测量即通过将导管插入血管内由压力传感器获得血压值, 测量得到的最大值即为收缩压, 最小值即为舒张压。有创测量技术发展到今天已经成为成熟而可靠的技术, 该方法不仅用来测量动脉压, 还用来测量和监护中心静脉压、肺动脉和肺毛细血管楔入压以及左心房、左心室的压力。但由于该方法有创伤性, 一般用于危重患者及大手术的血压测量。

### 二、无创测量血压计

无创 (非侵入式) 血压测量是间接测量获得血压收缩压、舒张压的方法。

根据血压测量结果是否由血压计自动判断显示获得, 无创测量血压计又可分为非自动测量血压计和自动测量血压计。

#### 1. 无创非自动测量血压计

非自动测量血压计一般由水银柱压力计或弹性敏感元件式压力表、加压皮球、袖带和听诊器组成, 测量者必须经过严格的训练, 借助听诊器获得被测者的血压。这种通过阻塞袖带放气过程中听取柯氏音来间接测量血压的方法被称作听诊法 (或称科氏音法, auscultatory method)。

听诊法已有上百年历史, 最典型的设备就是水银柱血压计 (图 1-3), 水银柱式血压计主要是医用仪器。因为它的准确性和稳定性较高, 所以医院一般选用此类血压计, 以

便能准确地掌握病人的情况。但由于使用时需要配合听诊器来监听声音测量血压，所以对使用者的技术要求较高，需要一定的专业知识，如果技术不到位、操作不当，很容易使测得的血压产生误差。另外，水银还会对环境造成一定污染，且不适合儿童接触，因此不主张在家庭内使用水银柱式血压计。

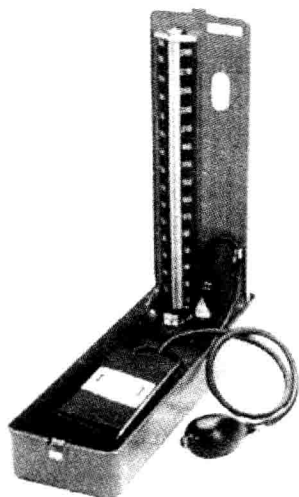


图 1-3 水银柱血压计



图 1-4 气压表式血压计

将水银柱式压力计换作普通压力计，就是气压表式血压计（图 1-4）。气压表式血压计（又称无液测压计）形如钟表，是用表头指针的机械转动来表示血压读数的。这种血压计的其余部分与水银柱式血压计基本相同，且没有水银污染的可能，完成的功能相同，但其准确度不如水银柱式血压计，在市场上很少见，在医院和家庭中也较少使用。

## 2. 无创自动测量血压计

无创自动测量血压计一般由压力显示装置、袖带组成，在测得血压的过程中不需要受测者自行判断就可自动给出结果。目前，一般采用听诊法与示波法（或称振荡法，oscillometric method）原理，其中示波法（或称振荡法）应用最为广泛，技术相对成熟。常见的无创自动测量血压计有无创血压监护仪（non-invasive blood pressure monitor, NIBP）、多参数监护仪（multi-parameter patient monitor）（无创血压部分）、动态血压监护仪（ambulatory blood pressure monitor, ABPM）、电子血压计（digital electronic sphygmomanometer）等。

### （1）无创血压监护仪

无创血压监护仪是一种可自动定时启动血压测量和记录人体血压的无创自动测量血压计，是多参数监护仪的一种特殊情况。它针对血压关注度比较高、需连续监测的患者设计，比如妇产科室。目前，更多是以多参数监护仪中无创血压部分来出现。

### （2）多参数监护仪

多参数监护仪（图 1-5）是能够对病人的多种基本生命体征参数进行实时监测和记录的仪器，一般包括心电、无创血压、血氧等或更多参数，主要用于医院手术室、急诊室、ICU、CCU 等部门对危重病人重要生命体征进行观测。

### （3）动态血压监护仪

动态血压监护仪（图 1-6）是在日常起居或活动过程中，血压测量者可随身佩戴或携

带进行血压实时监控的无创血压监护仪，可以动态观察受试者 24 小时血压波动，及不同体位和活动状态下的血压波动情况；可靠地反映血压平均水平，排除白大衣性高血压；并可用来指导治疗和判断预后，有助于医生对病人的诊断和治疗。

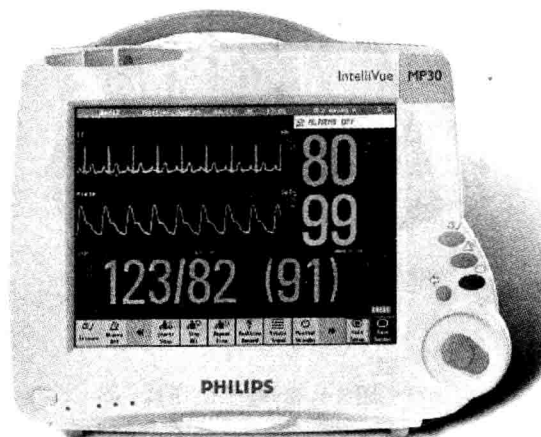


图 1-5 多参数监护仪



图 1-6 动态血压监护仪

#### （4）电子血压计

电子血压计（图 1-7）是无创自动测量血压计的一种，袖带的充气过程是由使用者手动或血压计自动加压来完成的，并以数字形式显示出收缩压和舒张压。目前，电子血压计一般采用示波法测量血压。

根据是否需手动充气，电子血压计分为半自动式和全自动式；根据袖带充气加压部位，又可分为上臂式、手腕式和指套式。优点是不需要掌握柯氏音听诊技术，可以比较方便地自我测量血压。但不是人人适用，不适合过度肥胖、心律失常、严重呼吸困难和低体温病人。手腕式和指套式血压计仅是指端脉搏压力值，不适用于患有血液循环障碍的病人，糖尿病、高血脂、高血压等患者以及老年人。电子血压计由于其操作简便、携带保养容易，近年来作为一种家庭用保健仪器深受欢迎。



图 1-7 电子血压计

### 第三节 血压测量方法

#### 一、有创法 (invasive method)

##### 1. 有创法测量原理

最早出现的血压测量方法就是有创测量法。有创血压测量特别适合各种重症休克、低血压病人（低于 50mmHg）、危重手术患者、重症监护患者和新生儿等需要进行血压连续监测的情况，具有响应时间快、结果准确、抗干扰强和应用范围宽的特点。有创血压测量不受人工加压、袖带宽度及松紧度影响，其数值准确可靠，随时可以取值，还可以根据动脉血压形变化来判断分析心肌收缩能力。其不足是有创伤、应用条件高、存在感染的风险以及需要较贵的耗材等。

有创血压测量又称为直接血压测量，是通过与患者的测量部位建立直接的通道，借助于液体连通将血压传递到外部的压力传感器上获得压力信号，从而计算出相关的参数值，主要包含收缩压、舒张压、平均压和脉率等。有创压的测量一般出现在多参数监护仪中，下面对有创血压的测量原理与实现进行介绍。

人的血压主要依据压力的特点而分成动脉血压和静脉血压两类。动脉血压是由于心脏的周期射血以及血管的弹性存储而在血管内形成的周期性变化的液态压力，其典型的周期波形如图 1-8 所示。其中，收缩压对应于收缩期内的压力波的波峰，舒张压对应于舒张期内的压力波的波谷，平均压对应于波峰与波谷之间的压力波的平均，相邻波峰之间的时间差等于心脏搏动的周期。动脉血压根据测量部位的不同，又分成动脉压、肢体动脉压（如桡动脉压、腋下动脉压、肱动脉压等）、肺动脉压和脐动脉压等。静脉压是由于血液回流而在静脉血管内形成的压力，其典型的波形如图 1-9 所示。这种波形基本是非动态的波形，直接进行平均计算而获得静脉压。上述两种动脉和静脉压力存在的载体是血液。

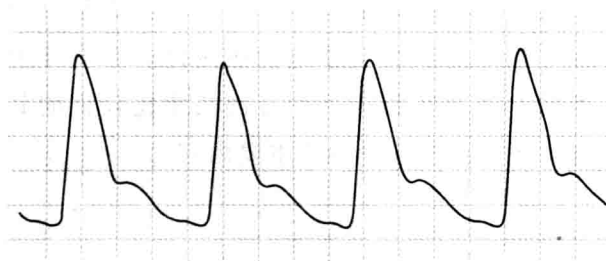


图 1-8 有创动脉压示意图



图 1-9 有创静脉压示意图

在进行有创血压测量时，需将导管通过穿刺，植入被测部位的血管内，导管的体外端口直接与压力传感器连接，在导管内注入生理盐水。由于流体具有压力传递作用，血管内压力将直接通过导管内的液体被传递到外部的压力传感器上，经过模拟电路和数字电路对传感器上压力信号进行放大和数字化，从而进行压力数字信号的处理，包括信号滤波、特征识别和相关参数的计算，获得清晰的压力波形、准确的收缩压、舒张压、平均压和脉率。

一般收缩压显示值为  $N$  组收缩压的平均值，舒张压显示值为  $N$  组舒张压的平均值，同理平均压和脉率值也是如此。静压一般是计算  $N$  秒静态压求平均而得。这里的  $N$  是指参与最终输出结果计算的周期波形数或秒数， $N$  设置的越大，计算出血压的稳定性越高，但是响应时间将增长； $N$  设置的越小，计算出血压的稳定性越低，但是响应时间将缩短。常规使用中一般设置  $N$  为 6~8 之间的数值，具有较好的平稳性和响应时间，可以满足大多数的临床应用。

在进行有创血压测量时要注意：监测开始时，首先要对仪器进行校零处理，监测过程中，要随时保持压力传感器部分与心脏在同一水平上。如果对坐着的病人进行颅内压测量（ICP），请将传感器与病人的耳朵顶部持平，水平不正确会得出错误的测量值。为防止导管被血凝堵塞，要不断注入肝素盐水冲洗导管。由于运动可能会使导管移动位置或退出，因此要牢牢固定导管，并注意检查，必须及时进行调整。

## 2. 有创法测量与无创法测量之间的关系

有创压被称为是血压的“金标准”，因为它是真正意义上对血压的直接测量，并且具有连续可监测性，然而由于其使用条件的特殊性，一般出现在危重症病人的监护上，与日常生活中的无创或间接测量血压法得到的血压值之间是有差距的。但是大量实验证明有创法测量血压值与传统水银柱血压计听诊法测得临床数据具有高度相关性，一般认为有创血压比无创血压高（5~20）mmHg。

另外，采用示波法原理的无创自动测量血压计一般有两种参考标准，即听诊法和有创法。也就是说采用听诊法为参考标准的示波法原理的血压计，在设计上血压的测量值与

听诊法的测量值应该是一致的，在实际定型中需要在临床上和听诊法相比较证明其测量准确性；采用有创法为参考标准的示波法原理的血压计，在设计上血压的测量值与有创法的测量值也应该是一致的，需要在临床上和有创法相比较证明其测量准确性。这也是临床上验证无创自动测量血压计测量准确性的重要内容。

## 二、听诊法 (auscultatory method)

### 1. 柯氏音

Korotkoff 在 1905 年首先描述了听诊法中用来决定动脉血压的声音，因此这种声音被称作柯氏音 (Korotkoff sound)。当袖带里的压力从大于收缩压减小至大气压或零压力时，在袖带压迫下的动脉上听到的声音就是柯氏音。它们可以分为几个相，第一相开始于突然出现的微弱、清楚的拍打声或重击声，其强度逐渐增强。当声音变成低沉连续的嗖嗖声时，第一相结束，第二相开始。当声音呈现高调清楚的敲击声时，第二相结束，第三相开始，第三相比第一相声音柔和很多。当声音突然变成微弱的、压低了的敲击声时，第四相开始了。当声音逐渐消失时，第四相结束，第五项开始了。

### 2. 听诊法测量原理

血液在血管内流动和水在平整光滑的河道内流动一样，通常是没有声音的，但当血液或水通过狭窄的管道形成涡流时，则可发出声音，听诊法的水银血压计就是根据这个原理设计的 (图 1-10)。水银血压计所用的血压计由气球、袖带和水银柱压力计三部分组成。袖带的气囊两管分别与气球和水银柱压力计相连，三者形成一个密闭的管道系统。测量血压时先用气球向缠绕于上臂的袖带内充气加压，压力经软组织作用于肱动脉。当所加压力高于心收缩压力时，由气球慢慢向外放气，袖带内的压力即随之下降，当袖带内的压力等于或稍低于心收缩压时，随着心收缩射血，血液即可冲开被阻断的血管形成涡流，用听诊器便开始听到搏动的声音，我们把这种在袖带压迫下在动脉上听到的声音称之为柯氏音 (Korotkoff sound)。当柯氏音被第一次听到时，此时水银柱压力计所指示的压力值即相当于收缩压。继续缓慢放气，使袖带内压力逐渐降低，当袖带内压力低于心收缩压，但高于心舒张压这一段时间内，心脏每收缩一次，均可听到一次声音，且音调在逐渐变化。当袖带压力降低到等于或稍低于舒张压时，血流复又畅通，柯氏音便突然变弱或消失，此时水银柱压力计所指示的压力值即相当于舒张压。

### 3. 影响听诊法测量准确性的因素

#### (1) 仪器误差

水银柱血压计在使用或放置一段时间后，血压计示值会出现误差，这有产品质量问题，也有自然损耗问题，还与人为因素有关。常见问题主要有：水银柱的最低点不在“0”点，可能是漏汞，如不补充，测出血压值会偏低；水银柱玻璃管上端通气小孔阻塞，使空气进出受阻，或水银柱中出现气泡、断汞等现象可引起测出的收缩压偏低、舒张压偏高；加压橡皮球的螺旋开关过紧，使进气和放气速度难以控制等。这些都需要定期维护，否则会影响血压计的正确使用。

#### (2) 放气速率

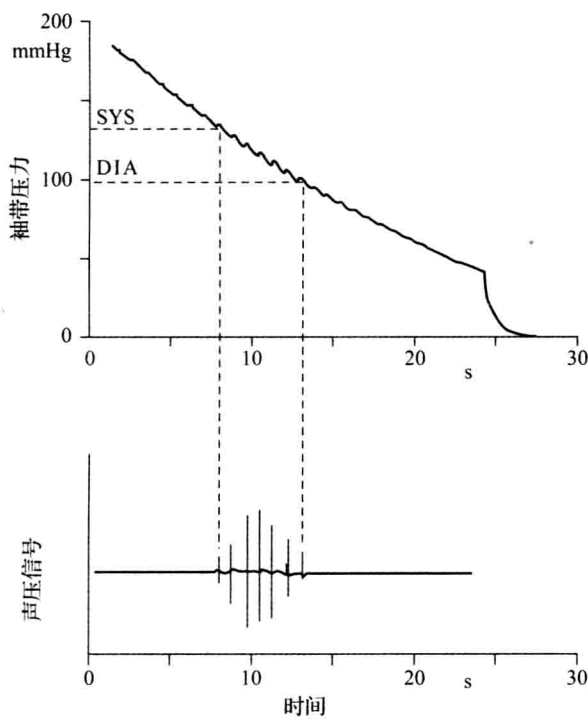


图 1-10 听诊法原理图解

上图：血压计中袖带压力随时间逐渐减小的曲线

下图：随时间变化的声压信号（柯氏音）

柯氏音的开始和结束是收缩压（SYS）和舒张压（DIA）的标志

放气速率是影响听诊法测量准确性最重要的因素，因为决定收缩压和舒张压主要基于对柯氏音的辨识。当血管内压力（血压）只比影响血管的袖带压力略高一些的时候，第一柯氏音会被听到。如果此时刻的放气速率很高（远大于 3mmHg/s），第一柯氏音的探测准确性会受到影响，出现的最大误差与放气速率直接相关。

因此，建议采用非常低的放气速率来减少这种误差。但是反过来又会产生另一种问题，过低的放气速率（小于 2 mmHg/s）会导致过长时间的测量以及在小臂处造成血液的滞留。血液滞留是因为静脉血压太低（小于 30 mmHg）不能通过袖带回到右心室，这种临时的生理状态会使被测手臂中实际的血压升高，而与受测者的真实血压产生偏离。同样的情况也适用于舒张压的判定。因此，作为一种折中的考虑，采用（2~3）mmHg/s 的放气速率会能得到最佳测量结果。

（3）袖带尺寸

袖带由布或合成纤维制品的袖套包裹一个气囊组成，一次性的袖带，特别是用于新生儿的这种袖带一般采用袖套、袖囊一体式的设计。由于袖带压力直接影响通过肱动脉或其他动脉的血流（组织、肌肉和骨骼可以认为几乎是不可被压缩的），上臂周长与袖带宽度的比值会对血压测量准确度产生重要影响。按照国际标准 ISO 81060-1《无创非自动测量血压计》中对袖带的要求：袖囊长度应当接近于袖带适用范围中点处周长的 0.8 倍，袖囊的宽度应当为袖带测量范围中点处臂周长的 0.4 倍。国际医学协会组织起草了关于适宜尺寸袖带的建议，表 1-1 就是美国心脏协会对袖囊尺寸的建议。