

Research Progress of Blood Pressure Measurement Technology

Yan Zhang^{1*}, Rongze Yang^{1*}, Qing'an Jiang^{2#}

¹Outpatient Department, The Second Affiliated Hospital of Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang Guizhou

²Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang Guizhou

Email: #jiangqingan22@163.com

Received: May 20th, 2020; accepted: Jun. 3rd, 2020; published: Jun. 10th, 2020

Abstract

Arterial blood pressure measurement has a long history. It is still the gold standard to use the mercury sphygmomanometer and the stethoscope to measure arterial blood pressure manually. However, this method usually leads to wrong measurement. Although the automatic equipment is helpful for technical improvement and simplification, its effectiveness in clinical practice is still limited due to the problem of comparable measurements. Techniques such as ambulatory blood pressure measurement, home blood pressure measurement and automated blood pressure measurement in consulting rooms may help to reveal whether the patient's measurement values of arterial hypertension have been overestimated or unidentified. This paper summarizes the advantages and disadvantages of each of the above aspects.

Keywords

Arterial Blood Pressure, Mercury Sphygmomanometer, Electronic Sphygmomanometer, Ambulatory Blood Pressure, Family Blood Pressure

血压测量技术研究进展

张艳^{1*}, 杨容泽^{1*}, 蒋清安^{2#}

¹贵州中医药大学第二附属医院门诊部, 贵州 贵阳

²贵州中医药大学第二附属医院心血管内科, 贵州 贵阳

Email: #jiangqingan22@163.com

收稿日期: 2020年5月20日; 录用日期: 2020年6月3日; 发布日期: 2020年6月10日

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 张艳, 杨容泽, 蒋清安. 血压测量技术研究进展[J]. 医学诊断, 2020, 10(2): 71-82.

DOI: 10.12677/md.2020.102011

摘要

动脉血压测量历史悠久，采用水银血压计和听诊器手工测量仍然是金标准，然而这种方法通常会导致错误的测值。虽然自动设备有助于技术方面的改善和简化，但仍因可比性的测量值问题而限制其在临床实践中的有效性。动态血压测量、家庭血压测量和自动化诊室血压测量等技术可能有助于揭示患者是否存在未确认或高估的动脉高血压。本文综述了上述诸多方面尤其是各自的优势和缺点。

关键词

动脉血压, 水银血压计, 电子血压计, 动态血压, 家庭血压

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

血压测量有着悠久的历史，在临床医学中起着至关重要的作用。采用水银血压计和听诊器手工测量仍然是金标准。然而，这种方法由于技术上的苛刻，通常会导致错误的测值。自动设备有助于技术方面的改善和简化，但采用一种标准化程序获得有可比性的测量值依然存在问题，因此可能会限制其在临床实践中的有效性。值得强调不易出错的测量方法的重要性，如动态血压测量、家庭血压测量和自动化诊室血压测量。这些技术可能有助于揭示患者是否存在未确认或高估的动脉高血压。此外，这些技术可能会产生一个更好的预后价值。本文就上述诸多方面尤其是各自的优势和缺点予以综述。

2. 血压测量的历史

Eoin O'Brien 和 Desmond Fitzgerald 对血压测量进行了详尽的综述[1]，总结起来有以下要点：

2.1. 收缩压的直接测量

早在 4000 年以前中国的《黄帝内经》中就记载脉搏变化的特征(脉象)，并认识到吃盐太多的人脉洪大、易得中风。然而，直到十八世纪的 50 年代 Stephen Hales 进行了著名的实验才证明了血压的存在，他将玻璃管插到马的颈动脉中，位于玻璃管内的血液高度上升到 8 英尺 3 英寸[1]。

2.2. 血压的间接测量

Karl Vierordt 在 1855 首次发明了脉搏图，这使血压的间接测量成为可能。脉搏图装置施加压力于桡动脉，振荡的金属尖端将脉冲波记录在一条发条马达驱动的烟熏纸脉带上[1]。

1880 年 Samuel Siegfried Ritter von Basch 研发了一种他称为血压计的装置，将一个填充在薄膜水一方的橡胶垫或球形物压在桡动脉上触及脉搏跳动，水被压入封闭的压力臂中。脉搏消失的点被视为收缩压[1]。后来，将充满水的袖口替代了橡胶垫，致使整个手臂都施加了压力。又增加了波动曲线图和示波器，装置的大小得以缩小，从而这些设备得以用于临床医学中。由此，Harvey Cushing 首次倡导了床旁血压图[1]。

Nicolai Sergeivich Korotkoff 在 1905 年阐述了什么是现在称为的柯氏音。接下来的发展是 Scipione

Riva Rocci 研发的一种遮挡臂袖，通过水银压力计来记录压力[1]。

Sir Horace Smirk 早在 1918 年就开始关注参数的设置，为得出准确的诊断，如患者的焦虑、姿势、手臂水平和测量的次数等因素均要求记录，其重要性并没有随着时间的推移而失去[1]。

2.3. 动态血压测量

动态血压监测(ambulatory blood pressure measurement, ABPM)的基本思想萌芽于 1904 年, Theodore Janeway 当年注意到了血压存在变异性, 以及血压对应激存在反应性变化, 如外科手术、烟草和焦虑[1]。60 年后, George Pickering 爵士首次表明睡眠中血压持续下降、全天 24 小时血压的波动[2]。1966 年首次进行动脉内 ABPM [3]。1962 年 Hinman 等首次描述真正的便携式无创血压装置[4], 该设备重达 5.5 磅(2.5 Kg), 必须手动充气。为了克服间歇测量的缺陷, 上世纪 70 年代研发出基于血管卸载原理的采用指套内光源和光电池的首台侍候式体积压力计[1]。

3. 高血压定义及分级

收缩压超过 115 mmHg 以上的患者血压与心血管死亡率之间呈线性关系, 若仅仅基于收缩压和舒张压测值就无法清晰区分正常血压和高血压[5]。此外, 收缩压和舒张压在一般人群中是呈正态分布的[6]。然而, 血压截点值有必要使诊断变得简化、方便治疗决策。广泛接受的诊室血压测量截点值和相应的世界卫生组织(WHO)的高血压分类如表 1 [7]所述。这些截点值是 1994 年基于来自 Meta 分析的证据, 研究表明超过这些血压值的患者受益于抗高血压治疗[8]。

Table 1. Classification of hypertension according to blood pressure value (mmHg) in the consulting room [7]

表 1. 根据诊室血压值(mmHg)高血压分级[7]

类别	收缩压		舒张压
理想	<120	和	<80
正常	120~129	和/或	80~84
正常高值	30~139	和/或	85~89
高血压 1 级	140~159	和/或	90~99
高血压 2 级	160~179	和/或	100~109
高血压 3 级	≥180	和/或	≥110
单纯收缩期高血压	≥140	和	<90

基于 ABPM 和家庭血压的高血压分级资料甚少, 表 2 [10]中超过诊断截点值的高血压分类尚未广泛接受。美国国家健康研究所(NICE)指南提倡高血压管理分级采用 ABPM 和家庭血压的白天平均值, 其证据直接来自于 8529 名患者 ABPM 和家庭血压的直接比较性研究[9] [10]。这可能存在局限性, 因为存在不同的血压类型(如白大衣高血压)和不同的测量技术预后价值也不同, 因而不同的测量类型得出的高血压分级可能不能反映相同的心血管风险。后文将对二者进行详细讨论。

NICE 指南建议, 1 级高血压定义为诊室血压 $\geq 140/90$ mmHg, 白天 ABPM/家庭血压 $\geq 135/85$ mmHg; 2 级 1 级高血压定义为诊室血压 $\geq 160/100$ mmHg, 白天 ABPM/家庭血压 $\geq 150/95$ mmHg ([9], p.10)。而 3 级高血压目前尚未提出关于 3 种方法如何界定的等效值[10], 因而目前仍采用诊室血压 $\geq 140/90$ mmHg 作为 3 级高血压诊断依据。

Table 2. Diagnostic cut-off point values (mmHg) of hypertension in the consulting room, ambulatory and family blood pressure measurement [10]**表 2.** 诊室、动态和家庭血压测量高血压诊断截点值(mmHg) [10]

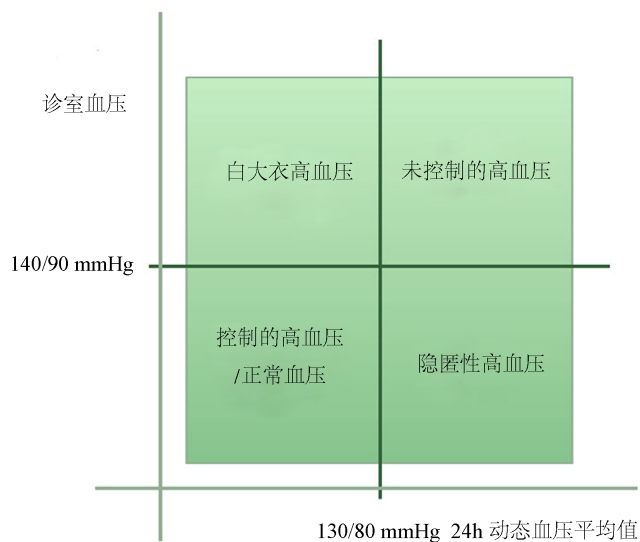
测量方式	收缩压	舒张压
诊室测量(OBPM)	140	90
动态测量(ABPM): 24 h 平均值	130	80
ABPM: 清醒	135	85
ABPM: 睡眠	120	70
家庭测量(HBPM)	135	85

3.1. 白大衣高血压

白大衣性高血压定义为,反复诊室就诊时测量诊室血压升高正常范围内,但非诊室测量(要么 ABPM 或家庭血压)却在正常范围(表 3 和图 1) [7]。新诊断的高血压患者中白大衣性高血压患病率大约 5%~65% [11] [12]。目前正在进行的争论是[7],白大衣性高血压患者是否与真正的血压正常者具有相同的长期心血管病风险?检测出白大衣高血压是否有潜在的重要性?

Table 3. The definition of white coat hypertension and masked hypertension [7]**表 3.** 白大衣高血压和隐匿性高血压的定义[7]

白大衣高血压	隐匿性高血压
治疗或未治疗的患者诊室血压 $\geq 140/90$ mmHg 和	治疗或未治疗的患者诊室血压 $< 140/90$ mmHg 和
24-h ABPM $< 130/80$ mmHg 和	24-h ABPM $\geq 130/80$ mmHg 和/或
清醒 ABPM $< 135/85$ mmHg 和	清醒 ABPM $\geq 135/85$ mmHg 和/或
睡眠 ABPM $< 120/70$ mmHg 或	睡眠 ABPM $\geq 120/70$ mmHg 或
家庭血压 $< 135/85$ mmHg	家庭血压 $\geq 135/85$ mmHg

**Figure 1.** The diagram of different blood pressure defined by the combination of indoor and outdoor blood pressure**图 1.** 诊室内和诊室外血压相结合定义的不同的高血压图

3.2. 隐匿性高血压

隐匿性高血压定义为，诊室血压正常而医疗环境以外的 ABPM 或家庭血压值却升高(表 3 和图 1)。强化治疗的动脉高血压患者中隐匿性高血压现象已高达 37% [13]。高血压患者常常合并相关其他危险因素，如无症状的器官损害、糖尿病和持续性高血压风险增加[7]。隐匿性高血压患者心血管病风险似乎与持续性高血压患者一样高[14]。

4. 诊室血压测量

经过几十年的日常实践时至今日，诊室血压测量仍采用肱动脉压力袖带、通过听诊肱动脉 Korotkoff 氏音出现和消失的方法来确定。近年来自动血压测量设备已市场化、现行的指南已广为接受，现已广泛用于门诊、诊所和医院，且在家中也为人们所采用[7] [10]。

4.1. 血压人工测量技术

为了得到可比性结果，环境应尽可能标准化[10]。该技术已在各国高血压指南(如中国、NICE 和 ESH 指南)中准确地描述，概括如下：

患者应坐位休息和放松至少 3~5 分钟，血压开始测量之前也应处于静息状态[7] [10]。手臂应伸展与胸骨体处于同一水平线且受到支撑[10]。进一步是表 4 所显示的环境要求。合适大小的袖带包绕于上臂并连接到血压计[10]。在肱动脉波动时袖带快速充气直到肱动脉搏动音消失点后再充气 20 mmHg 以上[10]。应该指出，该点压力近似收缩压[10]。达到该点后袖带应该继续充气直到大于该点 20 mmHg 以上[10]。听诊器应放置在肱动脉上，确保听诊器与皮肤二者之间没有衣物达到听诊器与皮肤完整接触[10]。然后，袖带以每秒 2~3 mmHg 慢慢放气听诊 Korotkoff 氏音[10]。听到肱动脉搏动第一次出现的声音为 Korotkoff 氏音(I 相 Korotkoff 氏音)，该点压力值则为收缩压[10]。在该点脉冲压力波克服了最大压力状态的袖带引起压迫阻塞[10]。随着袖带压力的降低断续的声音接踵而至，伴随声音变弱、然后声音完全消失(V 相 Korotkoff 氏音)，该点压力值指示舒张压[10]。在该点剩余动脉舒张期压力足以克服袖带导致的压力通过正常的动脉内径而不出现脉动的血流杂音[10]。这时袖带可迅速地完全放气[7] [10]。应采取坐位血压测量至少两次，其间间隔 1~2 min，如果两次测值明显差异(日常实践中差值超过 2~5 mmHg 以上)应再增加一次测量，采用 3 次的平均值为最总测值[7]。若患者患心律失常(如房颤)建议测量次数更多[7]。若诊室血压升高，通常在初次就诊后 1~4 周第二次就诊血压仍高，这时高血压的诊断应确立或最好进行动态血压监测(ABPM) [10] [15] [16]。

若测值差异明显(>10 mmHg)且两臂血压测值一直有差异，应采用测值高的一侧上臂血压测值[7]。血压差值 > 10 mmHg 有助于帮助确定患者是否需要进一步血管评估，而血压差值 > 15 mmHg 可能提示患者外周血管疾病、已存在脑血管疾病，以及全因死亡率和心血管死亡率的增加[17]。

Table 4. The principle of blood pressure measurement in the consulting room and the family

表 4. 诊室和家庭血压测量原则

血压测量的条件
休息 5 分钟，不吸烟和喝咖啡因 30 分钟
坐位，后背支撑，上臂伸展、静放在桌上。
袖带囊袋放置正确
不动、腿不交叉、不说话、放松
间隔 1~2 min 重复测量读数
记录下结果(如果设备没有存储功能)

4.2. 条件与环境

血压的维持是通过体内机械、自我调节和神经内分泌系统共同作用[10]。由于呼吸、情感、运动、饮食、烟草、酒精、温度和膀胱扩张等的影响，血压存在相当大的变异性[18]。此外，血压还受昼夜节律变化、年龄和种族的影响[18]。因此，临床上应注意这些情况。

4.3. 袖带

袖带是一块绑在上臂上的非弹力布，包被着一个能充气的橡皮囊袋[18]。当今的袖带包括一个含封闭的可充气囊袋布，可环绕在上臂并通过其逐渐变细的末端里 Velcro 维可牢尼龙搭扣或压贴将其固定于上臂[10]。囊袋推荐宽度为约上臂周径的 40%，长度为上臂周径臂 80% [10]。袖带太窄和过短会导致血压测量值假性升高[19]。而袖带太大将会导致血压低估[18]。表 5 为推荐的袖带尺寸[20]。首选上臂袖带，手指或手腕袖带通常不准确，因而不被推荐[15]。

Table 5. The recommended cuff sizes

表 5. 推荐的袖带大小

臂围	袖带大小	袖带尺寸
22~26 cm	成人小号	12 × 22 cm
27~34 cm	成人中号	16 × 30 cm
35~44 cm	成人大号	16 × 36 cm
45~52 cm	成人大腿号	16 × 42 cm

4.4. 血压测量装置

目前有一系列手动和自动测量血压的可用装置。作为临床决策的工具，需要对血压测量装置依照标准化的协议进行验证，也应在一个技术实验室定期检查其准确性并予校准[7] [21]。目前推荐的血压测量装置列表可以在网上找到[22]。

4.4.1. 汞柱式血压计

汞柱式血压计是用来测量血压传统工具，具有可靠性，并能提供间接血压测量的参考标准[10]。然而，因为汞的毒性作用，故存在明显的安全和经济上的顾虑[10]。因此，在大多数欧洲国家汞柱式血压计不再可用——但仍用于自动化测量血压计的一种校准参照装置，如 ESH 推荐汞柱式血压计作为血压测量的国际协议校准仪器[7] [23] [24]。

也有具有类似工作系统的非汞血压计，当必需手动测量时可作为一种合适的汞式血压计的替代[10]。

4.4.2. 无液气压计

无液气压计通过杠杆和波纹管系统测量压力[10]。总的来说，其准确性比汞柱式血压计差，特别是随着时间的推移只能是其他血压计的替代选择[10]。

4.4.3. 自动测量血压计

听诊或示波自动化血压计目前在医院和初级保健机构常用[7] [10]。认证的血压计已在很多网页(如 Dabl Educational Trust 网)上市[22]。

4.4.4. 听诊法和示波技术的比较

自动化血压计使用方便且不易出错。采用手动血压计技术更为复杂和耗时。若未能准确地识别柯氏

音, 医生往往将血压值读高或读低, 测量者的偏见是人工读数的常见错误[10]。

汞式血压计技术往往会导致比示波装置较高的血压值[25]。这可能由于示波装置计算血压是基于袖带内肱动脉振荡“最大屈曲”, 这几乎等于平均动脉压。通过装置特定的算法(不是直接测量)从而计算出收缩压和舒张压[26]。因此, 依照一个标准化的协议对自动化装置进行了验证, 这对于采用该装置进行临床决策至关重要[24]。因此, 使用验证过的血压计上述不良影响临床上不明显。

4.5. 诊室血压的优势

诊室血压是 100 多年来高血压诊断和管理的基石, 是大多数高血压研究的基础[27]。甚至最近血压研究结果如 SPRINT trial 和 HOPE-3 trial 等都依赖于诊室血压, 每个研究都采用特定的测量步骤进行诊室血压测量[28] [29]。诊室血压升高预测心血管事件(图 2) [30]。自动化诊室血压意味着完全自动化装置可记录多种血压读值, 如患者安静休息、独处、在诊室或诊所等情况时的血压, 报告提供的结果接近于 ABPM [31]。

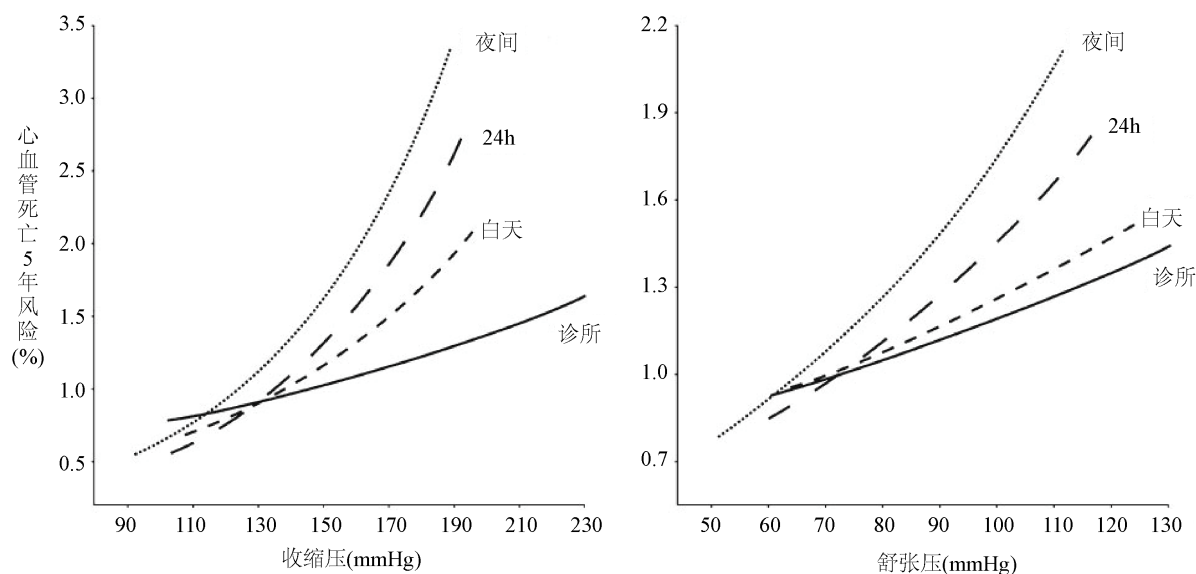


Figure 2. The adjusted 5-year risk of cardiovascular death: A cohort study of 5292 cases of blood pressure in consulting room and ABPM. Multiple Cox regression was used to calculate the relative risk after adjusting the baseline characteristics including gender, age, history of diabetes, history of cardiovascular events and smoking status

图 2. 调整后的 5 年心血管死亡风险: 5292 例诊室血压和 ABPM 队列研究。采用多元 Cox 回归对基线特征包括性别、年龄、糖尿病史、心血管事件史和吸烟状况等进行调整后计算相对风险

4.6. 诊室血压的缺点

一次单一的诊室血压读数不代表患者的真正血压[32]。错误可能是由于患者对测量程序和环境(如白大衣效应)警觉反应。诊室血压缺乏日常白天活动和睡眠期间血压的相关信息[32]。

4.7. 注意事项

初级保健医师与门诊护士或实习医师(即使是经过短期培训的人员)进行诊室血压测量, 所得到收缩压测值二者之间大约有 20 mmHg 的平均差异, 其变异之大[33]。日常实践中可能存在的缺陷可能还有错误的体位如双腿交叉、背部或手臂没受到支撑, 以及在测量过程中说话或读值数量不足[33]。表 6 总结不同的测量缺陷所带来的影响。

Table 6. The common errors in routine blood pressure measurement of inpatients and their possible effects**表 6.** 住院患者常规血压测量时的常见错误及其可能的影响

错误	频率%	测值(mmHg)变化
单次测量	96	平均 + 8 mmHg
上臂不在心脏水平	69	大约 1.6 mmHg/cm 的差异
测量过程中说话	41	增加收缩压/舒张压 20%
同时测量耳温	58	不明
同时监测脉搏血氧饱和度	82	不明
卧位、半卧位	39	大约升高收缩压 8 mmHg
错误的袖带尺寸	36	高估血压(10~50 mmHg)
双腿交叉	15	收缩压平均增加 2~8 mmHg

对住院病人进行血压测量是常规工作，例如护士查房，各种程序错误发生比例非常之高，影响了血压测量的准确性[34]。这些错误包括使用未经校验的设备、只获取一次单一的血压读值、测量之前休息不足、患者体位不当(手臂位置心脏不在同一水平、背部未受到支撑、双腿交叉、患者的位置呈半卧位或仰卧位)，袖带放置不对或使用不合适的袖带，最后的错误是，患者在测量过程中谈话(参见表 6) [34]。

5. 家庭血压测量

5.1. 家庭血压测量技术

若采用家庭血压测量指导临床决策，在家中血压检测应遵循指南(如 ESH)中介绍的规范方式进行操作[32]。正确的家庭血压测量原则摘要见表 4，在很大程度上类似于先前描述的诊室血压操作程序。

频繁测量得到的平均值比诊室血压更准确、可靠[10]。通常情况下，要求取测量超过几天的血压平均值，例如早上和晚上的值为 5~7 天，才有利于治疗决策的指导[15]。测量的次数和频率的建议见表 7。

5.2. 家庭血压测量装置

家庭血压测量采用有示波装置的测量上臂血压的血压计最为常用；理论上亦可用手腕或手指测量血压计[10]。然而，手指和手腕袖带装置指南一般不推荐[32]。电子血压计最常用，因为比汞式血压计使用更简单，且可能更可靠[15]。各品牌产品有网站免费提供血压计验证且随时更新[22]。

Table 7. The measurement quantity of family blood pressure monitoring**表 7.** 家庭血压监测的测量数量

血压测量的次数和频率
平均测量 5~7 天
每次两遍测量
每天早上和晚上两次测量(服药前和进食前)
每一监测周期的第一天测值可能要放弃
长期随访：要求 1~2/周测量

5.3. 家庭血压测量优势

测量血压时若医师在场存在可以增加动脉内血压测值 25 mmHg [35]，因此不涉及别人的测量方法是

有益的。采用家庭血压测量，不仅可以得到全天多次测量大量数据，可以几天、几周甚或几个月[32]。治疗效果的评估可以在一天的不同时间甚或更长的时间段进行[32]。通过家庭血压测量所得的测值可重复性好[32]。已表明家庭血压值升高可预测心血管病发病率、心血管病死亡率、非心血管死亡率[和全因死亡率[30]。因此该预测值比诊室血压测量有更强的效能[36]。成本也相对较低[32]。患者参与自身高血压管理，可能会提高患者治疗依从性，继而提高高血压控制率[32]。现今，大多数血压计具有血压值数字存储功能，为防止报告偏见还可以打印或直接发送[32]。

5.4. 家庭血压测量的缺点

家庭血压测量优点诸多，但也存在一些不足，如需要对患者培训、患者可能使用了不准确的血压计、测量误差(如由于心律失常)、患者报告血压值可靠性有限(即报告偏倚)，以及诱发了焦虑而导致过度监控[32]。有时，患者可能会基于家庭血压测值在没有医生的指导情况下而自行改变治疗方法[32]。正常阈值和治疗目标仍然具有不确定性[32]。然而，主要的缺点是不能进行夜间睡眠时记录，因此缺乏夜间值和不自觉状态下测量等提供的预后信息[32]。

6. 动态血压测量(ABPM)

6.1. 动态血压测量技术

进行 ABPM 需为患者提供一台动态血压测量装置，按预定的时间间隔定时测量 24~72 小时血压。进行 ABPM 已出版多种详细的指南，包括欧洲、美国和中国[37] [38]。应指导患者如何进行手动放气、处理错过的读值和安放机器于正确位置[10]。患者对设备如何工作原理也应该得基本的了解[10]。一个适当大小的袖带是强制性的(见袖带) [10]。如果一只手臂基线测量时提供了更高的读值，那么随后的测量都应使用这只手臂[10]，然而在一般非惯用手臂将导致日常活动尽可能少的干扰[37]。应要求患者写日记记录下活动和睡眠时间[10]。睡眠次数也可以通过使用固定的窄的时间间隔估计，其间退休期和成长期不算，记录的白天时间只有 900~2100 小时和夜间时间只有从 100~600 小时[37]。根据这一定义，在床上度过的时间取决于年龄和文化，其变化可以减少，但关于白大衣窗口、夜间睡眠的早期阶段、何时血压降低可能最明显，以及血压晨峰等可能与心血管事件相关信息也减少了[37]。因此，这个定义通常是出于研究目的而保留的[37]。在很多国家，白天午睡司空见惯，因此白天和夜间睡眠次数很重要，ABPM 软件应能够适应这种记录，否则夜间血压降低可能被低估[37]。

以重复的时间间隔(通常白天每 20 分钟，夜间每 30 分钟 1 次)自动测量血压，同时患者继续他们的日常工作，检测时间应达 24 小时以上[10]。患者应进行正常的活动，但应避免剧烈运动，在袖带充气时应停止移动和说话，且保持手臂仍然在心脏水平[7]。

6.2. 动态血压测量装置

ABPM 监测仪包括一条连接到电子传感器的袖带和可充气囊袋，电子传感器检测袖带内压力变化、允许通过示波震荡方式进行血压测量[10]。收缩压和舒张压读数从示波压力的变化形状利用特定的算法而得出[10]。袖带由一个电池供电的压缩机进行充气[10]。可用的 ABPM 监测仪有不同的大小、重量、噪声水平、数据处理和成本[10]，但都应该得到验证和国际上推荐[10] [22]。

6.3. 动态血压测量优势

为克服上述诊室血压问题，超过 24 小时以上的自动动态血压测量技术得以研发应用[37]。与诊室血压相比，一次 ABPM 可收集大量血压读值[37]。通过 ABPM，患者日常活动中全天血压行为可得以全面

提供[37]。血压不仅会受到医生的存在的影响[35]，而且还受诸多因素影响如情绪、运动、温度[39]，甚至某些行动如汽车驾驶[40]或性活动[41]。已证明，ABPM在预后方面提供的信息优于诊室血压读值(图2) [30] [42]。尤其是夜间血压似乎是不利结果最好的预测因子，独立于诊所或门诊清醒时的测量[42] [43]。另外，ABPM可能发现隐匿性高血压，而这些患者更需要积极治疗(表3和图1) [13]。ABPM降低高血压误诊的潜力很大，因为它可以检测白大衣高血压，因此应建议在开始降压药物之前进行ABPM [10] [16]。诊室血压升高的患者通过ABPM进一步明确高血压诊断具有时间-效益和成本-效益，被当前指南所采纳[10] [16] [44]。

6.4. 动态血压测量缺点

ABPM的主要缺点是它有限的方便可用性[37] [38]。另外，它可能会导致患者的不适感，尤其是在夜间[37] [38]。因此，患者可能不愿意使用它，特别是重复测量[37] [38]。

ABPM可重复性可能有限，特别是当程序不规范时[37]。然而ABPM的测值改变似乎主要取决于体重和对医疗环境的反应[45]。

随着示波器的使用普及，可能会导致某些人错误的血压读值，尤其是心律失常患者[37] [38]。

参考文献

- [1] O'Brien, E. and Fitzgerald, D. (1994) The History of Blood Pressure Measurement. *Journal of Human Hypertension*, **8**, 73-84.
- [2] Richardson, D.W., Honour, A.J., Fenton, G.W., *et al.* (1964) Variation in Arterial Pressure throughout the Day and Night. *Clinical Science*, **26**, 445-460.
- [3] Bevan, A.T., Honour, A.J. and Stott, F.H. (1969) Direct Arterial Pressure Recording in Unrestricted Man. *British Heart Journal*, **31**, 387-388.
- [4] Hinman, A.T., Engel, B.T. and Bickford, A.F. (1962) Portable Blood Pressure Recorder. Accuracy and Preliminary Use in Evaluating Intraday Variations in Pressure. *American Heart Journal*, **63**, 663-668. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(62\)90011-X](https://doi.org/10.1016/0002-8703(62)90011-X)
- [5] Lewington, S., Clarke, R., Qizilbash, N., Peto, R. and Collins, R. (2002) Prospective Studies Collaboration. Age-Specific Relevance of Usual Blood Pressure to Vascular Mortality: A Meta-Analysis of Individual Data for One Million Adults in 61 Prospective Studies. *Lancet (London, England)*, **360**, 1903-1913. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11911-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11911-8)
- [6] Pickering, G. (1972) Hypertension. Definitions, Natural Histories and Consequences. *The American Journal of Medicine*, **52**, 570-583. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(72\)90049-6](https://doi.org/10.1016/0002-9343(72)90049-6)
- [7] Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., Agabiti Rosei, E., *et al.* (2018) Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension and the European Society of Cardiology: ESH/ESC Task Force for the Management of Arterial Hypertension. *Journal of Hypertension*, **36**, 2284-2309. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001961>
- [8] Collins, R. and MacMahon, S. (1994) Blood Pressure, Antihypertensive Drug Treatment and the Risks of Stroke and of Coronary Heart Disease. *British Medical Bulletin*, **50**, 272-298. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a072892>
- [9] Head, G.A., Mihailidou, A.S., Duggan, K.A., *et al.* (2010) Definition of Ambulatory Blood Pressure Targets for Diagnosis and Treatment of Hypertension in Relation to Clinic Blood Pressure: Prospective Cohort Study. *BMJ*, **340**, c1104. <https://doi.org/10.1136/bmj.c1104>
- [10] Gupta, K., Quinn, R.R., Zarnke, K.B., *et al.* (2014) The 2014 Canadian Hypertension Education Program Recommendations for Blood Pressure Measurement, Diagnosis, Assessment of Risk, Prevention, and Treatment of Hypertension. *The Canadian Journal of Cardiology*, **30**, 485-501. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2014.02.002>
- [11] Zeller, A., Sigle, J.-P., Battagay, E. and Martina, B. (2005) Value of a Standard Urinary Dipstick Test for Detecting Microalbuminuria in Patients with Newly Diagnosed Hypertension. *Swiss Medical Weekly*, **135**, 57-61.
- [12] Piper, M.A., Evans, C.V., Burda, B.U., *et al.* (2015) Diagnostic and Predictive Accuracy of Blood Pressure Screening Methods with Consideration of Rescreening Intervals: A Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Annals of Internal Medicine*, **162**, 192-204. <https://doi.org/10.7326/M14-1539>
- [13] Lehmann, M.V., Zeymer, U., Dechend, R., *et al.* (2013) Ambulatory Blood Pressure Monitoring: Is It Mandatory for

- Blood Pressure Control in Treated Hypertensive Patients? Prospective Observational Study. *International Journal of Cardiology*, **168**, 2255-2263. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.01.209>
- [14] 于超, 王英杰, 迟相林, 别自东. 2018 年版欧洲动脉高血压管理指南与中国高血压防治指南在高血压定义、分类与分层上的几点异同[J]. 中华高血压杂志, 2019, 27(9): 811-813.
- [15] Weber, M.A., Schiffrin, E.L., White, W.B., *et al.* (2014) Clinical Practice Guidelines for the Management of Hypertension in the Community: A Statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. *Journal of Clinical Hypertension (Greenwich, Conn.)*, **16**, 14-26. <https://doi.org/10.1111/jch.12237>
- [16] Siu, A.L. and U.S. Preventive Services Task Force (2015) Screening for High Blood Pressure in Adults: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *Annals of Internal Medicine*, **163**, 778-786. <https://doi.org/10.7326/M15-2223>
- [17] Clark, C.E., Taylor, R.S., Shore, A.C., *et al.* (2012) Association of a Difference in Systolic Blood Pressure between Arms with Vascular Disease and Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Lancet (London, England)*, **379**, 905-914. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61710-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61710-8)
- [18] 2019 中国家庭血压监测指南[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2019, 11(5): 21-25.
- [19] Thulin, T., Andersson, G. and Schersten, B. (1975) Measurement of Blood Pressure—A Routine Test in Need of Standardization. *Postgraduate Medical Journal*, **51**, 390-395. <https://doi.org/10.1136/pgmj.51.596.390>
- [20] Pickering, T.G., Hall, J.E., Appel, L.J., *et al.* (2005) Recommendations for Blood Pressure Measurement in Humans and Experimental Animals: Part 1: Blood Pressure Measurement in Humans: A Statement for Professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*, **111**, 697-716.
- [21] 戴伦. 浅谈高龄老年高血压患者的血压管理[J]. 中华高血压杂志, 2019, 27(12): 1116-1118.
- [22] 潘锋. 血压测量是提高公众高血压知晓率的关键——访中国高血压联盟主席、上海市高血压研究所所长王继光教授[J]. 中国医药导报, 2019, 16(31): 1-3.
- [23] Li, L., Zhang, X., Yan, C. and Liang, Q. (2008) Validation of the Oregon Scientific BPU 330 for Self-Monitoring of Blood Pressure According to the International Protocol. *Vascular Health and Risk Management*, **4**, 1121-1125. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S3721>
- [24] O'Brien, E., Atkins, N., Stergiou, G., *et al.* (2010) European Society of Hypertension International Protocol Revision 2010 for the Validation of Blood Pressure Measuring Devices in Adults. *Blood Pressure Monitoring*, **15**, 23-38. <https://doi.org/10.1097/MBP.0b013e3283360e98>
- [25] Landgraf, J., Wishner, S.H. and Kloner, R.A. (2010) Comparison of Automated Oscillometric versus Auscultatory Blood Pressure Measurement. *American Journal of Cardiology*, **106**, 386-388. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2010.03.040>
- [26] Kiers, H.D., Hofstra, J.M. and Wetzels, J.F.M. (2008) Oscillometric Blood Pressure Measurements: Differences between Measured and Calculated Mean Arterial Pressure. *The Netherlands Journal of Medicine*, **66**, 474-479.
- [27] Parati, G., Bilo, G. and Mancia, G. (2004) Blood Pressure Measurement in Research and in Clinical Practice: Recent Evidence. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, **13**, 343-357. <https://doi.org/10.1097/00041552-200405000-00013>
- [28] SPRINT Research Group, Wright, J.T., Williamson, J.D., *et al.* (2015) A Randomized Trial of Intensive versus Standard Blood-Pressure Control. *The New England Journal of Medicine*, **373**, 2103-2116. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1511939>
- [29] Joseph, P., Lonn, E., Bosch, J., *et al.* (2018) Long-Term Effects of Statins, Blood Pressure-Lowering, and Both on Erectile Function in Persons at Intermediate Risk for Cardiovascular Disease: A Substudy of the Heart Outcomes Prevention Evaluation-3 (HOPE-3) Randomized Controlled Trial. *The Canadian Journal of Cardiology*, **34**, 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.09.026>
- [30] Niiranen, T.J., Maki, J., Puukka, P., *et al.* (2014) Office, Home, and Ambulatory Blood Pressures as Predictors of Cardiovascular Risk. *Hypertension*, **64**, 281-286. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03292>
- [31] Myer, M.G., Godwin, M., Dawes, M., *et al.* (2012) Conventional versus Automated Measurement of Blood Pressure in the Office (CAMBO) Trial. *Family Practice*, **29**, 376-382. <https://doi.org/10.1093/fampra/cm113>
- [32] Parati, G., Stergiou, G.S., Asmar, R., *et al.* (2008) European Society of Hypertension Guidelines for Blood Pressure Monitoring at Home: A Summary Report of the Second International Consensus Conference on Home Blood Pressure Monitoring. *Journal of Hypertension*, **26**, 1505-1526. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328308da66>
- [33] Sebo, P., Pechere-Bertschi, A., Herrmann, F.R., *et al.* (2014) Blood Pressure Measurements Are Unreliable to Diagnose Hypertension in Primary Care. *Journal of Hypertension*, **32**, 509-517. <https://doi.org/10.1097/HJH.000000000000058>

- [34] Holland, M. and Lewis, P.S. (2014) An Audit and Suggested Guidelines for In-Patient Blood Pressure Measurement. *Journal of Hypertension*, **32**, 2166-2170. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000000306>
- [35] Mancia, G., Bertinieri, G., Grassi, G., *et al.* (1983) Effects of Blood-Pressure Measurement by the Doctor on Patient's Blood Pressure and Heart Rate. *Lancet (London, England)*, **2**, 695-698. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(83\)92244-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(83)92244-4)
- [36] Ward, A.M., Takahashi, O., Stevens, R., *et al.* (2012) Home Measurement of Blood Pressure and Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Studies. *Journal of Hypertension*, **30**, 449-456. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32834e4aed>
- [37] O'Brien, E., Parati, G., Stergiou, G., *et al.* (2013) European Society of Hypertension Position Paper on Ambulatory Blood Pressure Monitoring. *Journal of Hypertension*, **31**, 1731-1768. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328363e964>
- [38] Parati, G., Stergiou, G., O'Brien, E., *et al.* (2014) European Society of Hypertension Practice Guidelines for Ambulatory Blood Pressure Monitoring. *Journal of Hypertension*, **32**, 1359-1366. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000000221>
- [39] CSC 2016: 中国高血压防治指南修订问题的解读[J]. 实用心脑血管病杂志, 2016, 24(9): 24.
- [40] Littler, W.A., Honour, A.J. and Sleight, P. (1973) Direct Arterial Pressure and Electrocardiogram during Motor Car-Driving. *British Medical Journal*, **2**, 273-277. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.5861.273>
- [41] Littler, W.A., Honour, A.J. and Sleight, P. (1974) Direct Arterial Pressure, Heart Rate and Electrocardiogram during Human Coitus. *Journal of Reproduction and Fertility*, **40**, 321-331. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0400321>
- [42] Dolan, E., Stanton, A., Thijs, L., *et al.* (2005) Superiority of Ambulatory over Clinic Blood Pressure Measurement in Predicting Mortality: The Dublin Outcome Study. *Hypertension*, **46**, 156-161. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000170138.56903.7a>
- [43] Hermida, R.C., Ayala, D.E., Mojon, A., *et al.* (2012) Sleep-Time Blood Pressure and the Prognostic Value of Isolated-Office and Masked Hypertension. *American Journal of Hypertension*, **25**, 297-305. <https://doi.org/10.1038/ajh.2011.208>
- [44] Lovibond, K., Jowett, S., Barton, P., *et al.* (2011) Cost-Effectiveness of Options for the Diagnosis of High Blood Pressure in Primary Care: A Modelling Study. *The Lancet (London, England)*, **378**, 1219-1230. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61184-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61184-7)
- [45] 周紫婷, 袁勇, 苏薇薇, 陶军. 高血压测量要点及其对特殊类型高血压的价值[J]. 中国实用内科杂志, 2019, 39(1): 16-18.