

成人四肢血压测量的中国专家共识

中华医学会心血管病学分会高血压学组 中华心血管病杂志编辑委员会

通信作者:李玉明, Email: cardiolab@live.com; 韩雅玲, Email: hanyaling@263.net

【摘要】 四肢血压测量已经从科研工具逐步发展成为临床检查手段。通过四肢血压同步测量可获得臂间血压差、踝间血压差和踝臂指数等指标, 综合应用这些指标, 能够提高锁骨下动脉、主动脉和下肢动脉狭窄性疾病的检出率, 预测心血管疾病风险。该共识就四肢血压测量的设备、方法提出了指导性意见, 较为详细地介绍了四肢血压异常的病理基础、诊断标准以及临床意义, 对需要进行四肢血压测量的重点人群进行了推荐, 对于测量和结果评价中存在的问题进行了说明, 以指导临床规范测量四肢血压、科学解读测量结果。

【关键词】 血压测定; 外周血管疾病; 臂间血压差; 踝间血压差; 踝臂指数

Chinese expert consensus on the four-limb blood pressure measurement in adults

Hypertension Group, Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association; Editorial Board of Chinese Journal of Cardiology

Corresponding author: Li Yuming, Email: cardiolab@live.com; Han Yaling, Email: hanyaling@263.net

随着血压测量技术的发展, 四肢血压测量变得更为准确、简便、易行。四肢血压测量对于周围动脉疾病的筛查及诊断价值已得到认可, 且其在评估心血管风险、筛查亚临床动脉粥样硬化疾病以及心血管事件和死亡预警中的作用也日益显现。

为了指导我国临床医师准确测量四肢血压、科学解读测量结果, 中华医学会心血管病学分会高血压学组的专家根据近期发表的相关文献、结合我国的临床实践, 经充分讨论撰写了本共识。共识就四肢血压测量的设备、方法、四肢血压异常的诊断参考标准及临床意义提出了指导性意见。

概 述

2013 年, 国外学者首次提出四肢血压同步测量可作为临床实践的一种工具^[1]。四肢血压同步测量是指将 4 个袖带分别置于左、右上臂肱动脉处和左、右踝部足背动脉或胫后动脉处, 同步获得四

肢血压数值。利用上述测量值, 可分别计算臂间血压差异(inter-arm blood pressure difference, IAD)、踝间血压差异(inter-ankle blood pressure difference, IAND)、踝臂指数(ankle-brachial index, ABI)等项指标(图 1), 有助于更为全面地了解血压信息, 避免单一血压指标可能导致的误差^[2]。上述指标可用于周围动脉血管疾病的筛查和诊断, 还能用于预测心血管事件、心血管死亡和全因死亡风险^[2-5]。

无创性四肢血压的测量方法

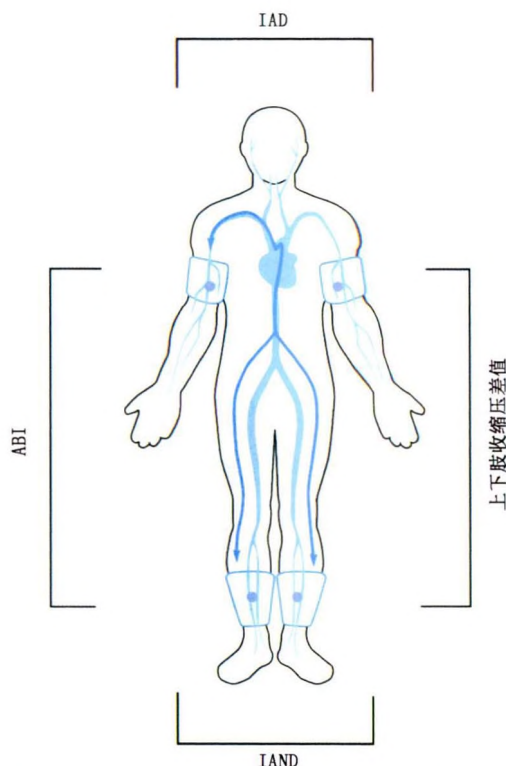
1. 基本要求: 规范操作是准确测量血压的前提和基础^[6]。(1) 受检者的准备: 测血压前 30 min 内受检者禁止喝咖啡或饮酒、不进行剧烈活动、情绪平稳; 排空膀胱, 在安静环境下充分休息 5 min 以上; 测量时保持平静。(2) 体位要求: 四肢血压测量时, 受检者取仰卧位, 充分暴露测量部位, 仅测定双臂血压时, 可采用坐位、椅子需有靠背, 受检者的上臂

DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20210119-00064

收稿日期 2021-01-19 本文编辑 徐静

引用本文: 中华医学会心血管病学分会高血压学组, 中华心血管病杂志编辑委员会. 成人四肢血压测量的中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(10): 963-971. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20210119-00064.





IAD: 臂间血压差异, ABI: 踝臂指数, IAND: 踝间血压差异

图1 成人四肢血压测量示意图

高度应与心脏水平一致。(3)环境要求:适当的空间,适宜的温度(22~26℃),保持安静。

2.测量设备:采用经国际标准[欧洲高血压协会(European Society of Hypertension, ESH)、英国高血压协会(British Hypertension Society, BHS)或美国医疗器械促进协会(Association for the Advancement of Medical Instrumentation, AAMI)]验证合格^[7]并符合 ISO-81060-2:2018(E)标准^[8]的示波法血压测量设备。一般临床和研究计量的血压单位用 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 表示。目前已上市的动脉硬化检测仪可同步测量四肢血压。

3.测量人员:由经过血压测量培训并考核合格的医师、护士及技术人员实施。

4.测量方法:测量上臂血压时应选用大小合适的袖带,袖带下缘应在肘弯上 2.5 cm,气囊宽度需覆盖上臂长的 37%~50%,长度达到上臂周长的 75%~100%^[8]。

既下肢血压是测定腘动脉血压,目前多测定踝部血压。推荐使用 50 cm×14 cm 左右的长方形袖带进行测量,袖带气囊宽度达小腿周长的 40%,长度至少达到小腿周长的 80%,将袖带绑在受试者的双脚踝上方,袖带下缘距内踝上 2~3 cm,松紧

适宜。

使用符合国际标准的示波法血压测量设备同时测量患者的四肢血压,连续测量 2 次,每次间隔 1~2 min,取后一次测量值或 2 次测量的平均值。

四肢血压差异的计算及评价标准

一、IAD

全球首个 IAD 个体参与者数据(临床原始数据)的荟萃分析结果显示,10 mmHg 是收缩压 IAD 的正常上限,测量双臂血压是心血管风险评估的关键,临床上应常规测量^[9]。首诊时应测量双臂血压^[6],其一是确定参照臂,即血压较高的一侧,以后测量参照臂,以减少漏诊高血压,其二是确定 IAD。

1.双臂血压测量的方法比较:早年,双臂血压的测量是采用序贯法,即先测一侧、再测另一侧上臂的血压。近年来要求采用同步的方法,即使用动脉硬化检测仪同步测量双臂血压,或使用 2 台型号相同的示波法血压计同步测定双臂的血压^[7]。使用示波法血压计测量,通常需测定 2 次,分别计算左、右上臂血压的收缩压和舒张压平均值,其绝对差值即臂间收缩压差(sIAD)和臂间舒张压差(dIAD)。动脉硬化检测仪能依据设定好的程序同步测量四肢血压并自动打印报告,方便了 IAD 的评价。

要求同步测量双臂血压的原因在于序贯法可能高估 IAD 的患病率。Kleefstra 等^[10]的研究显示,在 169 例 2 型糖尿病患者中,序贯法显示 33% 的患者存在 IAD 增大,而同步测定时仅为 9%。考虑为序贯法测量双臂血压的时间点不同血压本身发生变化,通常先测量的一侧上臂血压更高,导致高估 IAD。而同步血压测量可以避免上述因素的影响,结果更为可靠。

2.IAD 的评价标准:正常情况下,多数人右臂收缩压比左臂高 2~3 mmHg,舒张压差异则更小。目前认为≥10 mmHg 为 IAD 增大,一些研究进一步将收缩压 IAD (sIAD) 分为两级, sIAD≥10 mmHg~<20 mmHg 为 1 级, sIAD≥20 mmHg 为 2 级, sIAD 2 级的临床意义更大^[11]。

二、IAND

1.双踝血压测量的目的:(1)在不能获得上臂血压的人群中作为上臂血压的替代,尤其适合于血液透析患者,此类患者的上臂动脉瘘可影响 IAD 评价。(2)用于计算 ABI。

2.IAND 的计算:与双臂血压测量一样,目前要求双踝血压测量也采用同步法。通常用 2 台型号相同的示波法血压测量设备测量 2 次,分别计算左、右踝部收缩压和舒张压的平均值,其绝对差值即为收缩压 IAND (sIAND) 和舒张压 IAND (dIAND)。

3.IAND 的评价标准:IAND 增大是一个新的概念,尚无统一评价标准。国外研究提示 sIAND $\geq$ 15 mmHg 与周围血管病相关^[12-13]。一项纳入 2 849 例中国社区人群的四肢血压测量研究显示, sIAND 的正常上限为 16.7 mmHg^[14]。

三、ABI

ABI 为踝部收缩压与上臂肱动脉收缩压的比值。

1.不同 ABI 评价方法的比较:早年通过超声多普勒血流探测仪获得踝部血压,然后分别计算胫后动脉和足背动脉的 ABI,其对仪器和人员的要求均较高,而示波法血压测量设备可以简便地测定踝部血压,临床上易于推广^[15]。

ABI 的评估涉及双臂和双踝血压,因此可得出几个 ABI 数据,如同侧 ABI 和最小 ABI。同侧 ABI 的计算简单,使用左侧或右侧踝部和上臂的血压数据即可;最小 ABI 的计算稍显复杂,通常选择双踝收缩压更低的数值与双臂收缩压更高的数据进行计算。如使用超声多普勒,同侧还分为胫后或足背动脉的 ABI,最小 ABI 为双踝胫后或足背动脉收缩压最低的收缩压除以双臂中更高的收缩压的比值。

2.ABI 的评价标准:正常情况下,踝部收缩压高于上臂收缩压,因此 ABI >1 。然而,目前通用的 ABI 的正常值范围为 1.00~1.39,故其下限的临界值为 0.91~0.99(心血管风险增加,需进一步检查)。双侧 ABI ≥ 1.4 提示主动脉和大血管壁钙化和硬化^[16]。

我们基于国内外的研究结果,对评价标准正常参考值提出了建议(表 1)。

四肢血压差异的临床意义

一、IAD

1.IAD 的病理基础:双侧锁骨下动脉、腋动脉和肱动脉的不对称性狭窄是 IAD 的病理基础,可为单侧病变,也可双侧病变,动脉狭窄或狭窄更为严重的一侧血压较低,故而产生 IAD。

锁骨下动脉和/或上臂动脉狭窄的病因有动脉

粥样硬化、大动脉炎和先天性发育异常。动脉粥样硬化时,狭窄最常发生在锁骨下动脉(约占 88%),而腋动脉(约占 9%)和肱动脉(约占 3%)狭窄较为少见。另外,胸廓的发育异常可能压迫锁骨下动脉导致血管受压侧上肢血压降低,称之为胸廓出口综合征。

2.IAD 的临床价值:(1)减少高血压误诊:如果仅测量单臂血压,而恰好该侧动脉存在狭窄则可导致漏诊高血压,因为该侧臂的血压低于真实的大动脉压。有研究表明如果仅靠左侧或右侧上臂血压数据,高血压的漏诊率可达 23.9% 或 31.0%^[17]。(2)筛查头臂和上肢动脉狭窄:即使是通过序贯法确定的 IAD 增大, IAD 持续升高亦是诊断锁骨下动脉、腋动脉和肱动脉狭窄的重要体征。有研究显示,当 sIAD ≥ 10 mmHg 时,患锁骨下动脉狭窄的相对危险度(RR)为 8.8(95%CI 3.6~21.2)^[18]。English 等^[19]的研究显示, sIAD ≥ 20 mmHg 的 RR 为 7.4(95%CI 2.9~8.7),筛查头臂和上肢动脉狭窄的敏感度为 65%(95%CI 35%~86%),特异度为 85%(95%CI 82%~88%)。荟萃分析结果显示, sIAD ≥ 10 mmHg 的患者,狭窄程度 $>50\%$ 的锁骨下动脉狭窄的风险明显增加,已确诊的狭窄程度 $>50\%$ 的锁骨下动脉狭窄的患者 sIAD 为 36.9 mmHg (95%CI 35.4~38.4 mmHg)^[19-22]。(3)IAD 与心血管危险因素和心血管疾病的关系:多项研究表明 IAD 增大的人群往往心血管危险因素较多。CoCoNet 研究显示,3 699 例高血压患者,年龄(61 ± 11)岁,其中 285 例 IAD ≥ 10 mmHg,这些患者的收缩压更高、体重指数更大、合并冠心病和脑血管病的比例更高,同时 Framingham 10 年心血管风险也更高^[23]。IAD 增大与心血管疾病密切相关:① IAD 与冠心病:IAD 增大可预示冠状动脉的病变。有研究观察到 sIAD ≥ 15 mmHg 是冠心病的指征之一^[24]。另有研究发现,校正了年龄、性别、吸烟、糖尿病、高血压和血脂异常后, sIAD 与 Gensini 评分仍显著相关^[25]。我国上海市浦东新区的一项社区横断面调查显示,在 10 657 名 15 岁及以上居民中,经多因素调整,以 dIAD <5 mmHg 者为参考, dIAD ≥ 20 mmHg 者冠心病患病率的风险比(OR)值为 1.726 (95%CI 1.093~2.726, $P=0.019$)^[26]。② IAD 与卒中:上海市浦东新区的调查显示 dIAD 与卒中的患病率亦明显相关,经多因素调整,以 dIAD <5 mmHg 者为参考, dIAD 为 15~19 mmHg 者卒中 OR 值为 1.702 (95%CI 1.025~2.828, $P=0.040$)^[26]。③ IAD 与颈动脉狭窄:

表 1 成人四肢血压测量的相关指标及其临床意义

指标	正常参考值及临床意义
上臂血压	正常参考值为 90~139/60~89 mmHg
踝部血压	正常参考值, 青年人 100~165/60~89 mmHg, 中老年人 110~170/60~89 mmHg
臂间血压差异(IAD)	收缩压 IAD>10 mmHg, 提示心血管事件和外周血管病风险增加; 收缩压 IAD>20 mmHg, 舒张压 IAD>10 mmHg, 提示上臂相关动脉非对称性狭窄(狭窄侧血压降低)
踝间收缩压差异(IAND)	收缩压 IAND>15 mmHg, 提示下肢动脉非对称性狭窄(狭窄侧血压降低)
踝臂指数(ABI)	正常参考值 1.0~1.4 0.9~1.0 提示心血管风险增加 双侧 ABI<0.9 提示主动脉狭窄 单侧 ABI<0.9 提示下肢动脉非对称性狭窄 双侧 ABI≥1.4 提示主动脉和大血管壁钙化、硬化
踝-臂间收缩压差异	正常情况下踝部收缩压比上臂收缩压高 17~20 mmHg 以上

注: 双臂血压测量多采用坐位, 四肢血压测量采用卧位, 可使用动脉硬化检测仪进行检测, 基层医疗卫生机构也可使用 2 或 4 台同型号、经认证的电子血压计同步测量 2 次, 间隔 1~2 min; 需注意, 应严格依照血压测量的要求进行准备和操作; 高血压患者血压控制后应重复四肢血压测量, 以排除血压水平对四肢血压差异的影响; 经桡动脉途径的心导管手术可导致一定程度的臂间血压差异, 某些因素可能导致相关指标的假阴性现象, 应合理解读结果; 1 mmHg=0.133 kPa

IAD 与颈动脉狭窄患者卒中发病也有一定的关联。对 182 例有症状、进行颈动脉介入治疗的颈动脉狭窄患者采用双臂血压测量方法确定 IAD, 用血管成像的方法诊断双侧锁骨下和无名动脉狭窄, 以血管狭窄 >50% 为明显血管狭窄的标准, 结果发现 sIAD≥20 mmHg 与单侧血管狭窄明显相关 ($RR=11.0$, 95%CI 3.2~43.1), 虽然敏感度仅为 23%, 但特异度高达 98%。研究者认为, 行颈动脉血运重建术的患者需测量 IAD, 尤其是在术后预防脑高灌注的阶段^[27]。(4) IAD 和慢性肾脏疾病 (chronic kidney disease, CKD) 的关系: IAD 可预测 3 期 CKD (估算的肾小球滤过率 <60 ml·min⁻¹·1.73 m⁻²)。韩国一项包括 8 780 名成人的回顾性队列研究表明, 多次序贯法测定 sIAD>15 mmHg 的人群 CKD 发病率增加^[28]。(5) IAD 可预测心血管死亡与全因死亡: IAD 具有评估预后的价值^[29]。Agarwal 等^[30]对 421 例患者进行了 7 年的随访, 结果表明在校正了收缩压和 CKD 等因素后, sIAD 每增加 10 mmHg, 死亡风险增加 24%。多项荟萃分析表明 sIAD≥15 mmHg 对心血管疾病和死亡风险有预测价值^[18, 31-32]。3 133 名中国老年人群随访 4 年的研究结果显示, sIAD 每增加 1 个标准差, 全因死亡风险增加 16% [风险比 (HR)=1.16, 95%CI 1.04~1.30, $P=0.01$], 心血管死亡风险增加 18% ($HR=1.18$, 95%CI 1.01~1.40, $P=0.04$)^[2]。但一项越南的研究表明, 在心血管疾病风险较低的人群中, 校正收缩压、舒张压、血脂、空腹血糖和红细胞沉降率等常见因素后, IAD 没有预测价值^[33]。

二、IAND

1. IAND 的病理基础: 依据解剖学基础, 髂动

脉、股动脉、腘动脉及其远端的动脉分支存在狭窄性病变时, 该侧踝部血压就会降低。单侧下肢动脉狭窄或双侧下肢动脉存在不对称狭窄即可产生 IAND。

2. IAND 的临床价值: (1) 筛查和诊断间歇性跛行: 间歇性跛行是由下肢动脉狭窄性病变引起的一种临床表现。早期为行走时下肢疼痛和乏力, 严重者可有明显的下肢缺血现象。目前筛查间歇性跛行的常用指标是 ABI, 同时参考 sIAND 有助于提高诊断效率。有研究表明, 在 187 例经下肢动脉 CT 血管造影证实的间歇性跛行患者中, ABI<0.90 者占 74%, 与此同时 sIAND≥15 mmHg 的比例也高达 76.5%, 提示间歇性跛行患者下肢血管常呈不对称性狭窄, 其中部分患者仅有 sIAND 异常而 ABI 在正常范围^[7]。在动脉钙化和硬化时, 踝部血压可假性升高, 部分下肢动脉狭窄性病变患者可能存在 ABI 正常的假象, 即“假阴性现象”。另外, 基于血管树和多血管病变的概念, 下肢动脉粥样硬化者也可伴有锁骨下动脉粥样硬化, 由于上臂收缩压较低, 即使存在下肢血管狭窄, ABI 也可在正常范围, 因此同时参考 IAND 可弥补单用 ABI 造成的不足。(2) 预测 CKD 进展: 有研究在 144 例 3~5 期 CKD 患者中评价了 IAND 与肾功能下降的关联, 研究平均随访 3.1 年, 期间 90 例 (62.5%) 患者进展至终末期肾病, 多变量分析表明 sIAND 增大与进展至终末期肾病明显相关, IAND>6 mmHg 是肾小球滤过率较快降低的独立危险因素^[12]。(3) 预测全因和心血管疾病死亡: 我国学者对于 3 133 名中国老年人随访 4 年的研究显示, IAND 每增加 1 个标准差, 心血管疾病死亡风险增加 17%~24%, IAND≥10 mmHg 也可预

测老年人心血管死亡及全因死亡。还有研究发现 $sIAD \geq 15$ mmHg 的患者左心室质量指数更高,左心房内径更大,左心室射血分数更低,是左心室肥厚的独立危险因素^[13]。 $sIAD \geq 15$ mmHg 是透析患者全因死亡及心血管死亡的独立预测因子^[34]。

总之,相对于 IAD 而言,有关 IAND 与心血管疾病的关联研究较少。但目前研究提示 IAND 增大者心血管疾病的危险因素更多^[35-36],IAND 是预测全因和心血管疾病死亡指标之一,其预测价值与 IAD 相当^[2]。

三、ABI

1.ABI 的病理基础:如果患者存在先天性主动脉搏缩、主动脉离断、主动脉狭窄或闭塞和主动脉夹层,此时双侧 ABI 均 <0.9 ,并且数据接近(对称性 ABI 降低);如果单侧下肢髂动脉或股动脉等狭窄,则该侧的 ABI <1 ;如果双侧下肢髂动脉或股动脉均有狭窄,则双侧 ABI 均 <1 ,但是数据差距较大,狭窄更为明显的一侧 ABI 更小(非对称性 ABI 降低)。

2.ABI 的临床价值:(1)诊断下肢动脉和主动脉狭窄:2006 年美国心脏病学会/美国心脏协会外周动脉疾病管理指南将 ABI 分为 6 级,即 $1.0 \sim <1.4$ 为正常范围; $0.9 \sim <1.0$ 属于可接受范围; $0.8 \sim <0.9$ 提示可能存在动脉疾病,需要积极控制危险因素; $0.4 \sim <0.8$ 提示中度动脉疾病; ≤ 0.4 提示重度血管疾病; ≥ 1.4 提示血管钙化或阻力负荷过重。在经血管造影确诊的下肢动脉狭窄性的患者中发现,ABI <1.0 时下肢大动脉 $>50\%$ 狭窄的敏感度为 90%、特异度为 98%^[37-39]。(2)预测心力衰竭发生风险:ARIC 研究观察了 13 150 例基线无心力衰竭者,随访 17.7 年,期间 1 809 例发生了心力衰竭,校正传统的影响因素(冠心病、亚临床颈动脉粥样硬化和心肌梗死)后,发现与 ABI 为 $1.01 \sim 1.40$ 的人群比较,ABI ≤ 0.90 者发生心力衰竭的风险高 40%^[40]。(3)预测全因死亡和心血管疾病死亡:ABI 是预测全因死亡和心血管疾病死亡指标之一。对我国老年人群的前瞻性随访(4 年)研究显示,ABI 每减小 1 个标准差,心血管疾病死亡和全因死亡风险分别增加 24% 和 22%^[2]。

3.ABI 增大的病理基础和临床价值:ABI 增大(≥ 1.4)的情况有 2 种,一是主动脉和大血管的钙化和硬化,二是头臂和锁骨下动脉狭窄闭塞导致肱动脉收缩压降低。当主动脉和大血管钙化、硬化时,压力波传导速度增快可致踝部收缩压升高,值得注意的是此时双侧 ABI 均 ≥ 1.4 。研究显示,ABI 显著升高还提示患者心血管疾病危险因素较多^[41]。另

外,头臂和锁骨下动脉狭窄闭塞可导致肱动脉收缩压降低,ABI 也可增大,但此时往往是单侧 ABI 增大。

四、影响四肢血压差异评价的因素

1.心律失常:严重的心律失常(如心房颤动)可影响四肢血压差异评价。强调应使用多次血压测量的平均值。心房颤动患者四肢血压差异的价值是否与窦性心律者一致需进一步证实。

2.经桡动脉介入术:经桡动脉途径的冠状动脉介入术已广泛应用于临床。该途径可能引起肱动脉和桡动脉痉挛、狭窄,甚至闭塞等并发症,从而影响 IAD 的评价。关于桡动脉途径介入术对 IAD 测量的影响仍需进一步探讨。

五、四肢血压差异评价中的注意事项和存在的问题

1.IAD 评价的注意事项:IAD 是双臂血压水平的差值,在不同状态下 IAD 可能有一定的变化。有研究观察了 414 例高血压患者,发现入院血压水平高时 $sIAD$ 增大的检出率为 18.4%,出院时的血压水平降低, $sIAD$ 增大的检出率也降至 3.1%^[42]。提示 IAD 受基础血压水平的影响,尤其是高血压患者。另外,IAD 的评价也受白大衣效应的影响。有研究对 770 人评价了 6 次 $sIAD$ 检测结果,第 1 次测量时 161 人(22%)诊断为 $sIAD$ 增大,此后 $sIAD$ 增大的检出比例逐渐降低,第 6 次时降至 78 例(11%)。这一现象在白大衣高血压患者中更为明显^[43]。多次不同临床背景下均诊断为 IAD 增大,其临床价值更高。

由于基础血压对 IAD 评价有明显影响,因此有学者提出了有关 IAD 的新指标,如基础血压校正的 IAD 和臂间血压比值,这 2 种指标受基础血压的影响较小^[42]。关于多次不同临床背景下评价 IAD 及基础血压校正的 IAD 的临床价值有待进一步探讨。

此外,双臂血压测量可以用于界定血压测量臂,血压更高的一侧为血压测量臂。有时仅 1 mmHg 的差异也可用于血压测量臂的判断,但若臂间血压差异小,血压测量臂可能会有所变化。有研究对 313 例高血压患者进行了观察,发现 20%~30% 的患者血压测定臂可在双臂间变换,但当 $sIAD \geq 10$ mmHg 时参照臂常稳定不变^[44]。

2.ABI 测量和评价存在的问题:(1)ABI 测量缺乏标准化的规程:利用超声测定 ABI 对检测人员要求较高,需要有经验的检测人员才能得到一致、准确的结果,否则 ABI 的重复性降低。使用电子血压

计,目前又缺乏踝部袖带型号、形状等的标准,具体的操作规程也没有统一。目前上市的动脉硬化检测仪可以用于测量 ABI,但是不同型号仪器的一致性仍需充分评估。由于 ABI 是依据踝部血压计算得到的,故不能明确诊断下肢动脉狭窄的具体部位,如能分段测定不同部位的血压,分别计算各自的 ABI,则有助于推断下肢动脉狭窄部位。(2)下肢动脉狭窄性病变诊断的假阴性现象:动脉钙化或硬化可导致踝部收缩压升高,此时即使存在下肢动脉狭窄性病变,ABI 仍可正常,呈假阴性结果,这种情况经常发生在糖尿病、肾功能衰竭或重度吸烟的患者。另外,存在双侧锁骨下动脉或双上肢动脉狭窄/闭塞导致的上臂收缩压降低,如头臂干型大动脉炎患者,即使存在 >50% 下肢动脉狭窄性病变,ABI 也可在正常范围。因此,ABI 正常不能完全排除间歇性跛行的诊断,有文献显示 36% 的间歇性跛行患者的 ABI 在正常范围^[45]。此时,参照 sIAD 增大(≥ 15 mmHg)和其他的一些参数,有助于增加下肢动脉狭窄检出的敏感度。(3)四肢同步血压测量的上臂血压可能高估单臂血压:四肢血压测量的上臂血压是卧位血压,卧位血压与坐位上臂血压不尽相同。另外,四肢血压同步测得的右上臂收缩压也比单独测得的右上臂收缩压高 2~3 mmHg。因此,四肢血压测得的上肢血压数据不宜用于诊断高血压^[15]。

特殊疾病患者四肢血压的差异

一、主动脉夹层

1. 主动脉夹层患者的四肢血压差异:由于主动脉夹层可波及头臂动脉或髂总动脉,约 30% 的患者颈动脉、肱动脉或股动脉脉搏减弱或消失。A 型夹层的患者,当双侧锁骨下动脉受累程度不一致时,可造成 IAD 增大。B 型夹层的患者,因夹层导致主动脉和下肢动脉狭窄,可表现为 ABI 降低。当双侧髂总动脉或股动脉受累程度不一致时可产生 IAND 增大。

2. 主动脉夹层患者四肢血压差异的临床价值:《胸痛规范化评估与诊断中国专家共识》指出,主动脉夹层血肿压迫锁骨下动脉可造成脉搏短绌、双侧收缩压和/或脉搏不对称的表现^[46]。急性胸痛患者应进行四肢血压测量,对于急性严重胸、背痛患者,四肢血压差异对主动脉夹层诊断具有较大价值。有研究纳入 97 例胸痛待查患者,其中存在四肢血

压差异(IAD>10 mmHg)者 14 例,下肢收缩压 $\leq$ 上肢收缩压者 3 例,在上述 17 例患者中,经超声心动图、磁共振成像、增强螺旋 CT 检查确诊或尸体解剖证实的主动脉夹层患者 16 例。有研究显示四肢血压差异诊断主动脉夹层的敏感度为 81.3%、特异度为 95.1%^[47]。IAD 增大提示 A 型主动脉夹层,此时容易出现心包填塞、心肌梗死、急性主动脉瓣关闭不全等严重并发症,应给予高度重视^[48]。四肢血压差异还可用于识别“假性低血压”,对于主动脉夹层患者,四肢血压测量可排除“假性低血压”。急性主动脉夹层药物治疗的关键是在 20 min 内将收缩压降至 100~120 mmHg、平均动脉压降至 60~70 mmHg。受“假性低血压”影响而不能进行有效降压治疗时,可造成不良后果^[49-50],该情况多见于 A 型主动脉夹层波及头臂动脉时。

二、大动脉炎

大动脉炎主要表现为 IAD 和 ABI 增大。但是,大动脉炎也可导致胸降主动脉和腹主动脉狭窄,理论上此时患者 ABI 减小,但如伴有锁骨下动脉狭窄,ABI 也可能正常。1990 年美国风湿协会诊断大动脉炎的标准中 sIAD>10 mmHg 是其中之一^[51]。值得注意的是,无论是大动脉炎活动期还是非活动期,均可存在明显的四肢血压差异。另外,一些大动脉炎患者随着年龄增长可能并发高血压,但由于大动脉炎导致头臂和锁骨下动脉狭窄,上肢血压的测量值可能低于主动脉血压,可能会延误高血压诊断,此种情况下踝部血压测量是诊断高血压的重要途径之一。

需要进行四肢血压测量的重点人群

1. IAD 增大的患者:当 sIAD>20 mmHg 时,建议进行四肢血压测量,以便全面了解周围血管病变情况。

2. 青少年高血压患者:排除主动脉缩窄。

3. 急性胸痛患者:进行急性主动脉夹层的鉴别诊断。

4. 间歇性跛行或肢体无力、怕冷的患者。

5. 血压升高程度与靶器官损害不相称的患者。

6. 难治性高血压患者。

7. 疑似大动脉炎或既往患过大动脉炎的患者。

8. 糖尿病患者。

此外,四肢血压测量也可作为心血管高危患者的一种筛查措施。重点人群及心血管高危患者可

参考成人四肢血压测量应用流程进行检测(图2)。

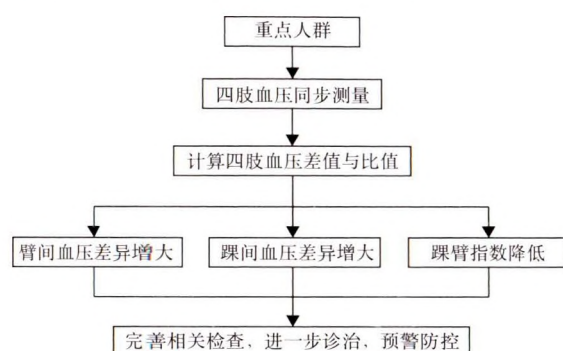


图2 成人四肢血压测量流程图

临床上广泛开展的颈动脉和锁骨下动脉斑块超声检测,目的是早期筛查心血管疾病高危患者。相对于超声动脉斑块检查,四肢血压测量可以更简便、价廉地检出具有血流动力学改变的周围血管病高危人群。

总结与展望

四肢血压测量已经从科研工具发展成为临床检查手段,越来越广泛地应用于临床。除经典的四肢血压测量外,临床上目前还会测量运动ABI^[52]和趾臂指数^[53]等。国内不少学者开展了四肢血压测量工作和相关研究,如我国学者发现单臂运动或缺血可以导致臂间舒张压差异,而这种差异可反映血管内皮功能^[54-55]。

然而,四肢血压测量仍存在一些不足:仅能提供动脉血管病变的线索,病变动脉的具体部位及程度需要影像学检查才能确定;四肢血压同步测量设备的一致性尚需进行评价;目前基层医疗卫生机构对四肢血压测量意义了解不足,除应加强普及外,还应配备适合不同级别医疗机构使用的四肢血压测量设备。我们相信这项简便、价廉的外周血管病和高危心血管疾病的筛查、诊断方法将会在临床上推广应用。

(执笔:苏海 郭宏)

专家组成员(按姓氏拼音排序):蔡军(中国医学科学院阜外医院),陈红(北京大学人民医院),陈歆(上海交通大学医学院附属瑞金医院北院),崔兆强(复旦大学附属中山医院),达娃次仁(西藏自治区人民医院),冯颖青(广东省人民医院),郭宏(哈尔滨医科大学附属第一医院),郭艺芳(河北省人民医院),郭子宏(云南省阜外心血管病医院),韩雅玲(解放军北部战区总医院),郝玉明(河北医科大学第二医院),何森(四川大学华西医院),黄江南(广西医科大学第一

附属医院),黄裕立(南方医科大学顺德医院),李新立(江苏省人民医院),李雪(空军军医大学唐都医院),李燕(上海交通大学医学院附属瑞金医院),李勇(复旦大学附属华山医院),李玉明(泰达国际心血管病医院),李昭(中国医科大学附属第一医院),林向敏(首都医科大学附属北京朝阳医院),刘德平(北京医院),刘华(上海市胸科医院),刘全(吉林大学第一医院),马文君(中国医学科学院阜外医院),牟建军(西安交通大学医学院第一附属医院),秦浙学(陆军军医大学第二附属医院),山纓(复旦大学附属华山医院),苏海(南昌大学第二附属医院),孙刚(包头医学院第二附属医院),孙英贤(中国医科大学附属第一医院),孙跃民(天津医科大学总医院),陶军(中山大学附属第一医院),王勃(中国医科大学附属第一医院),王红(云南省阜外心血管病医院),王胜煌(宁波市第一医院),王效增(解放军北部战区总医院),谢良地(福建医科大学附属第一医院),徐新娟(新疆医科大学第一附属医院),薛浩(解放军总医院),杨宁(泰达国际心血管病医院),尹新华(哈尔滨医科大学附属第一医院),余静(兰州大学第二医院),张健(泰达国际心血管病医院),张剑(解放军北部战区总医院),张令军(西藏自治区人民医院),张烁(哈尔滨医科大学附属第二医院),赵昕(吉林大学附属第一医院),赵昕(解放军北部战区总医院),赵兴胜(内蒙古自治区人民医院),钟明(山东大学齐鲁医院),周晓阳(武汉大学人民医院)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- Clark CE. Four-limb blood pressure measurement: a research tool looking for clinical use[J]. Hypertension, 2013, 61(6): 1146-1147. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01098.
- Sheng CS, Liu M, Zeng WF, et al. Four-limb blood pressure as predictors of mortality in elderly Chinese[J]. Hypertension, 2013, 61(6): 1155-1160. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00969.
- 陈月生, 苏海. 四肢血压测量的临床价值[J]. 中华高血压杂志, 2012, 20(2): 133-135. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2012.02.009.
- Fowkes FG, Low LP, Tuta S, et al. Ankle-brachial index and extent of atherothrombosis in 8 891 patients with or at risk of vascular disease: results of the international AGATHA study[J]. Eur Heart J, 2006, 27(15): 1861-1867. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl114.
- Visonà A, De Paoli A, Fedeli U, et al. Abnormal ankle-brachial index (ABI) predicts primary and secondary cardiovascular risk and cancer mortality[J]. Eur J Intern Med, 2020, 77: 79-85. DOI: 10.1016/j.ejim.2020.02.033.
- Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European

- Society of Cardiology and the European Society of Hypertension[J]. *J Hypertens*, 2018, 36(10): 1953-2041. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001940.
- [7] Liu S, Li P, Su H. Four-limb blood pressure measurement with an oscillometric device: a tool for diagnosing peripheral vascular disease[J]. *Curr Hypertens Rep*, 2019, 21(2):15. DOI: 10.1007/s11906-019-0917-z.
 - [8] Stergiou GS, Alpert B, Mieke S, et al. A universal standard for the validation of blood pressure measuring devices: Association for the Advancement of Medical Instrumentation/European Society of Hypertension/International Organization for Standardization (AAMI/ESH/ISO) collaboration statement[J]. *Hypertension*, 2018, 71(3): 368-374. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10237.
 - [9] Clark CE, Warren FC, Boddy K, et al. Associations between systolic interarm differences in blood pressure and cardiovascular disease outcomes and mortality: individual participant data meta-analysis, development and validation of a prognostic algorithm: the INTERPRESS-IPD Collaboration[J]. *Hypertension*, 2021, 77(2): 650-661. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15997.
 - [10] Kleefstra N, Houweling ST, Meyboom-de Jong B, et al. Measuring the blood pressure in both arms is of little use; longitudinal study into blood pressure differences between both arms and its reproducibility in patients with diabetes mellitus type 2[J]. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2007, 151(27):1509-1514.
 - [11] Clark CE, Campbell JL, Powell RJ, et al. The inter-arm blood pressure difference and peripheral vascular disease: cross-sectional study[J]. *Fam Pract*, 2007, 24(5): 420-426. DOI: 10.1093/fampra/cmm035.
 - [12] Chen SC, Tsai YC, Huang JC, et al. Interankle systolic blood pressure difference and renal outcomes in patients with chronic kidney disease[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2016, 21(5):379-386. DOI: 10.1111/nep.12619.
 - [13] Su HM, Lin TH, Hsu PC, et al. Association of interankle systolic blood pressure difference with peripheral vascular disease and left ventricular mass index[J]. *Am J Hypertens*, 2014, 27(1):32-37. DOI: 10.1093/ajh/hpt154.
 - [14] Zhang Z, Ma J, Tao X, et al. The prevalence and influence factors of inter-ankle systolic blood pressure difference in community population[J]. *PLoS One*, 2013, 8(8):e70777. DOI: 10.1371/journal.pone.0070777.
 - [15] Bulpitt CJ, Shipley M, Fletcher AE, et al. Smoking and blood pressure in the leg[J]. *J Hypertens*, 1993, 11(2): 211-215. DOI: 10.1097/00004872-199302000-00014.
 - [16] Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, et al. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2012, 126(24): 2890-2909. DOI: 10.1161/CIR.0b013e318276fbc6.
 - [17] Yang T, Wu Q, Hu W, et al. Is the blood pressure of right arm measured with synchronous four-limb method is equal to that with single arm method? [J]. *Blood Press Monit*, 2020, 25(2): 95-99. DOI: 10.1097/MBP.0000000000000439.
 - [18] Clark CE, Taylor RS, Shore AC, et al. Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet*, 2012, 379(9819):905-914. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61710-8.
 - [19] English JA, Carell ES, Guidera SA, et al. Angiographic prevalence and clinical predictors of left subclavian stenosis in patients undergoing diagnostic cardiac catheterization[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2001, 54(1):8-11. DOI: 10.1002/ccd.1230.
 - [20] Calligaro KD, Ascer E, Veith FJ, et al. Unsuspected inflow disease in candidates for axillofemoral bypass operations: a prospective study[J]. *J Vasc Surg*, 1990, 11(6):832-837.
 - [21] Aboyans V, Criqui MH, McDermott MM, et al. The vital prognosis of subclavian stenosis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 49(14): 1540-1545. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.09.055.
 - [22] Osborn LA, Vernon SM, Reynolds B, et al. Screening for subclavian artery stenosis in patients who are candidates for coronary bypass surgery[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2002, 56(2):162-165. DOI: 10.1002/ccd.10198.
 - [23] Kim SA, Kim JY, Park JB. Significant interarm blood pressure difference predicts cardiovascular risk in hypertensive patients: CoCoNet study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(24): e3888. DOI: 10.1097/MD.0000000000003888.
 - [24] Igarashi Y, Chikamori T, Tomiyama H, et al. Clinical significance of inter-arm pressure difference and ankle-brachial pressure index in patients with suspected coronary artery disease[J]. *J Cardiol*, 2007, 50(5):281-289.
 - [25] Park SJ, Son JW, Park SM, et al. Relationship between inter-arm blood pressure difference and severity of coronary atherosclerosis[J]. *Atherosclerosis*, 2017, 263: 171-176. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2017.06.023.
 - [26] Yu S, Zhou Y, Wu K, et al. Association of interarm blood pressure difference with cardio-cerebral vascular disease: a community-based, cross-sectional study[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2019, 21(8): 1115-1123. DOI: 10.1111/jch.13604.
 - [27] Huibers A, Hendrikse J, Brown MM, et al. Upper extremity blood pressure difference in patients undergoing carotid revascularisation[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2017, 53(2):153-157. DOI: 10.1016/j.ejvs.2016.11.023.
 - [28] Kim GS, Byun YS, Lee HY, et al. Difference in SBP between arms is a predictor of chronic kidney disease development in the general Korean population[J]. *J Hypertens*, 2019, 37(4): 790-794. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001931.
 - [29] Clark CE, Powell RJ. The differential blood pressure sign in general practice: prevalence and prognostic value[J]. *Fam Pract*, 2002, 19(5): 439-441. DOI: 10.1093/fampra/19.5.439.
 - [30] Agarwal R, Bunaye Z, Bekele DM. Prognostic significance of between-arm blood pressure differences[J]. *Hypertension*, 2008, 51(3): 657-662. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.104943.
 - [31] Clark CE. Difference in blood pressure measurements between arms: methodological and clinical implications [J]. *Curr Pharm Des*, 2015, 21(6):737-743. DOI: 10.2174/1381612820666141024124349.
 - [32] Cao K, Xu J, Shangguan Q, et al. Association of an inter-arm systolic blood pressure difference with all-cause and cardiovascular mortality: an updated meta-analysis of cohort studies[J]. *Int J Cardiol*, 2015, 189:

- 211-219. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.04.079.
- [33] White J, Mortensen LH, Kivimäki M, et al. Interarm differences in systolic blood pressure and mortality among US army veterans: aetiological associations and risk prediction in the Vietnam Experience Study[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2014, 21(11): 1394-1400. DOI: 10.1177/2047487313496193.
- [34] Chen SC, Chang JM, Tsai YC, et al. Association of interleg BP difference with overall and cardiovascular mortality in hemodialysis[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2012, 7(10): 1646-1653. DOI: 10.2215/CJN.04570512.
- [35] Guo H, Sun F, Zhang H, et al. Interankle systolic blood pressure difference is a marker of prevalent stroke in Chinese adults: a cross-sectional study[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2017, 19(1): 58-66. DOI: 10.1111/jch.12872.
- [36] Guo H, Sun F, Dong L, et al. The association of four-limb blood pressure with history of stroke in Chinese adults: a cross-sectional study[J]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0139925. DOI: 10.1371/journal.pone.0139925.
- [37] Singh S, Sethi A, Singh M, et al. Simultaneously measured inter-arm and inter-leg systolic blood pressure differences and cardiovascular risk stratification: a systemic review and meta-analysis[J]. *J Am Soc Hypertens*, 2015, 9(8): 640-650. e12. DOI: 10.1016/j.jash.2015.05.013.
- [38] Ichihashi S, Hashimoto T, Iwakoshi S, et al. Validation study of automated oscillometric measurement of the ankle-brachial index for lower arterial occlusive disease by comparison with computed tomography angiography [J]. *Hypertens Res*, 2014, 37(6): 591-594. DOI: 10.1038/hr.2014.34.
- [39] Guo X, Li J, Pang W, et al. Sensitivity and specificity of ankle-brachial index for detecting angiographic stenosis of peripheral arteries[J]. *Circ J*, 2008, 72(4): 605-610. DOI: 10.1253/circj.72.605.
- [40] Gupta DK, Skali H, Claggett B, et al. Heart failure risk across the spectrum of ankle-brachial index: the ARIC study (atherosclerosis risk in communities) [J]. *JACC Heart Fail*, 2014, 2(5): 447-454. DOI: 10.1016/j.jchf.2014.05.008.
- [41] 郝丽莉, 温玉洁, 胡欣. 478 例 2 型糖尿病患者踝肱指数测定及分析[J]. *山东医药*, 2008, 48(11): 69-70. DOI: 10.3969/j.issn.1002-266X.2008.11.030.
- [42] Sun H, Li P, Su H, et al. Brachial-brachial index of systolic blood pressure in the patients under anti-hypertensive therapy[J]. *Int J Cardiol*, 2014, 174(3): 802-804. DOI: 10.1016/j.ijcard.2014.04.118.
- [43] Schwartz CL, Clark C, Koshariis C, et al. Interarm difference in systolic blood pressure in different ethnic groups and relationship to the "white coat effect": a cross-sectional study[J]. *Am J Hypertens*, 2017, 30(9): 884-891. DOI: 10.1093/ajh/hpx073.
- [44] Vinyoles E, Tafalla M, Robledo V, et al. Interarm blood pressure measurement and the reference-arm assignment variability[J]. *Blood Press Monit*, 2019, 24(5): 259-263. DOI: 10.1097/MBP.0000000000000394.
- [45] Hashimoto T, Ichihashi S, Iwakoshi S, et al. Combination of pulse volume recording (PVR) parameters and ankle-brachial index (ABI) improves diagnostic accuracy for peripheral arterial disease compared with ABI alone [J]. *Hypertens Res*, 2016, 39(6): 430-434. DOI: 10.1038/hr.2016.13.
- [46] 中华心血管病杂志编辑委员会, 胸痛规范化评估与诊断共识专家组. 胸痛规范化评估与诊断中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2014, 42(8): 627-632. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2014.08.002.
- [47] 朱丽萍, 卢回芬. 胸痛伴四肢血压异常在早期诊断主动脉夹层中的意义[J]. *护士进修杂志*, 2009, 24(5): 442-443. DOI: 10.3969/j.issn.1002-6975.2009.05.022.
- [48] 苏海. 主动脉夹层与血压的关联[J]. *中华高血压杂志*, 2007, 15(7): 609-612. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7245.2007.07.024.
- [49] Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases [J]. *Kardiol Pol*, 2014, 72(12): 1169-1252. DOI: 10.5603/KP.2014.0225.
- [50] JCS Joint Working Group. Guidelines for diagnosis and treatment of aortic aneurysm and aortic dissection (JCS 2011): digest version[J]. *Circ J*, 2013, 77(3): 789-828. DOI: 10.1253/circj.77-0057.
- [51] Arend WP, Michel BA, Bloch DA, et al. The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of Takayasu arteritis[J]. *Arthritis Rheum*, 1990, 33(8): 1129-1134. DOI: 10.1002/art.1780330811.
- [52] Hammad TA, Strefling JA, Zellers PR, et al. The effect of post-exercise ankle-brachial index on lower extremity revascularization[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(9): 1238-1244. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.04.021.
- [53] Tehan PE, Bray A, Chuter VH. Non-invasive vascular assessment in the foot with diabetes: sensitivity and specificity of the ankle brachial index, toe brachial index and continuous wave Doppler for detecting peripheral arterial disease[J]. *J Diabetes Complications*, 2016, 30(1): 155-160. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2015.07.019.
- [54] Hong D, Wang J, Su H, et al. One arm exercise induces significant interarm diastolic blood pressure difference[J]. *Blood Press Monit*, 2011, 16(3): 134-137. DOI: 10.1097/MBP.0b013e328346a81e.
- [55] Hu WT, Li JX, Wang JW, et al. Aging attenuates the interarm diastolic blood pressure difference induced by one-arm exercise[J]. *Blood Press Monit*, 2013, 18(2): 107-110. DOI: 10.1097/MBP.0b013e32835d101b.