

· 综述 ·

## 人体中心动脉压的测量及临床应用

都伟, 梅林 综述, 冯新恒 审校

(北京大学第三临床医学院心血管内科, 北京 100191)

**摘要:** 中心动脉压(CBP)是指主动脉根部血管所承受的侧压力,中心动脉压较外周动脉压对心血管事件具有更高的预测价值,已逐渐成为评估临床降压治疗效果的重要指标。中心动脉压的测量方法日益改进,无创性测压技术逐渐成熟、安全、准确,已具备了临床大规模应用的条件。

**关键词:** 中心动脉压;外周动脉压;高血压病;抗高血压药物

**中图分类号:** R443.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-7236(2011)03-411-03

开展无创伤性心功能检测不仅可广泛用于心血管疾病的诊断,而且也可作为病情观察、疗效评定和预后评估等提供科学依据<sup>[1]</sup>。早在2003年,欧洲心脏病学指南就提出,高血压病的治疗除了针对血压及靶器官损害外,还应包括评估各种危险因素和潜在的靶器官损伤风险<sup>[2]</sup>。该指南明确指出,中心动脉压(central blood pressure, CBP)作为直接反映心脏和脑血管压力的参数,可能成为终点心血管事件的预测指标。中心动脉压增强指数(augmentation index, AI)和脉搏波传递速度(pulse wave velocity, PWV)可能是亚临床靶器官损伤的重要指标。CBP不仅可以独立地预测心血管事件的风险,而且可作为评估临床治疗效果的重要参考指标。近年来,随着CBP无创测量技术的日益成熟,其临床应用得到广泛的推广。为了加速CBP的推广应用,本文对CBP进行了综述,并对其测量技术方法、临床应用作以介绍。

### 1 CBP 形成及其影响因素

CBP是指主动脉根部血管所承受的侧压力。这种压力以血液充盈压为基础,由心室收缩射血和血管阻力共同形成,可进一步分为收缩压(SBP)、舒张压(DBP)及脉压(PP),见图1。

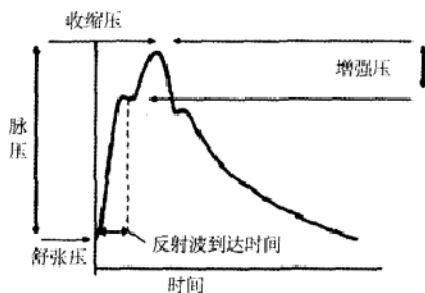


图1 中心动脉压的波形

CBP的压力波形由心室收缩产生的前向波与反射波叠加形成。心脏射血后,血管腔内压力以压力波方式沿着动脉壁从心脏向外周传递,在外周动脉的各个部位产生反射。这种反射波迅速逆向传递,并与前向波在收缩晚期或舒张早期重叠融合成为实际的压力波。因反射波叠加引起收缩压升高的值,称为中心动脉的增强压(augmentation pressure, AP), AP与脉压的比值称为AI<sup>[3]</sup>。AI能更好地反映动脉僵硬程度,可间接反映血糖和血脂水平<sup>[4]</sup>。CBP主要受PWV、反射点位置、反射波幅度和心率的影响。在整个动脉系统中,DBP和平均压相对稳定,而离主动脉根部越远,PP和SBP就会越大,这主要受压力波在外周反射的时间影响,尤其是在年轻健康人的动脉系统中这种效应更为明显。随着年龄的增长,动脉僵硬度的增大,PWV的增快,放大效应被削弱,CBP与外周动脉压力数值就越来越接近<sup>[5]</sup>。另外,在心动过速、应用血管活性药物、运动、收缩性心力衰竭等状态下,外周动脉压与CBP两者的差异更加显著。

### 2 CBP 的病理生理意义

CBP为升主动脉根部的血压,而外周动脉血压则指诸如股动脉、肱动脉、桡动脉等外周动脉的血压。中心动脉的SBP决定了左室收缩期的后负荷,而DBP则是冠状动脉灌注的决定因素。大型弹性动脉(如主动脉和颈动脉)的弹性随着年龄的增长、高血压的进展逐渐降低;而外周动脉(如肱动脉和桡动脉)却极少受此影响。左室收缩产生的压力波随着动脉树前传,在外周动脉阻力血管的作用下被折返。因此,动脉树任何位置的血压都是由心室射血产生的前向压力波与回传的外周动脉反射波形成的组合波。在大动脉顺应性好的时候,反射波与前向压力波于舒张期在主动脉根部重合,从而增大DBP

通讯作者:冯新恒,主任医师,主要从事心力衰竭与超声心动  
的研究 Email: xhfeng558@sohu.com

作者简介:都伟,住院医师,硕士 Email: vita.duw@gmail.com

并有利于冠脉灌注;相反,在大动脉硬化时,PWV 加快,反射波与前向压力波于收缩期在主动脉根部重合,增大 SBP,其结果是中心动脉的 SBP、PP 增大,左室后负荷增大,心室舒张和冠脉灌注受损。因此,CBP 比外周动脉压与心血管病理生理的联系更密切。由于袖带血压计测量方便,肱动脉压一直被认为是 CBP 的替代指标;但事实上其并不能十分准确地反映 CBP 的变化。在不同的降压药物降低外周血压程度相似的情况下,其降低 CBP 的程度却可能存在差别。

### 3 CBP 的测量方法

临床上,目前 CBP 的主要测量方法分为有创性和无创性两种:有创性导管测压法测量直接、准确,也是检验各种无创性测量方法准确性的金标准。但由于其具有创伤性、并发症多、费用昂贵,临床应用存在着局限性;无创性测压法主要是通过外周动脉压力数值和波形经函数公式转化推测出 CBP 的数值,该方法已被证实具有可靠性和准确性,且不受频发早搏或者心房颤动的干扰,甚至不受年龄、疾病、药物和心率的影响(Gallagher 等,2004)。具体测量方式主要有两种:①方法 A:无创测量颈动脉(中心动脉)波形,然后用袖带肱动脉血压校正(图 2)。因颈动脉血压被认为接近于 CBP,可较好地反映脑血管的压力。②方法 B:测量桡动脉(外周动脉)波形后,结合肱动脉血压进行函数公式转化,间接推测出 CBP 的波形和数值(图 2)。方法 A 中,颈动脉波形可以用两种方法测量:一种为平面压力波测定(applanation tonometry),即应用压力传感器测量动脉壁压力;另一种为基于超声的测量方法,根据血管壁的直径来评价压力的变化。经过有创方法的验证,这两种测量方法都可较好地反映 CBP。而对于方法 B,目前通常应用的公式是由 Karamanoglu 等首先描述的,并且已经得到商业化应用(Karamanoglu 等,1993)。另有其他研究小组也在积极研究和验证不同的转化公式(Hope 等,2003)。

由于无创性测量方法都是由公式推导而来,CBP 数值的精确性依赖于计算机函数建模换算的准确性。其潜在的缺陷包括:①数据多来源于病理状态,反映正常血管情况的资料尚不够充分;②外周肱动脉压的测量不够准确;③伴有心率差异性的大规模研究中,运用函数换算可能引起误差;④呼吸运动会干扰颈动脉脉搏波等。此外,在某些特殊状态下也可能出现评估误差,如运动状态下应用现有公式推导 CBP 会低估实际压力的数值。近年来,氨氯地

平心血管社区研究(Amlodipine Cardiovascular Community Trial, ACCT)和欧洲高血压基因项目已经在提高 CBP 数值的精确性方面做出了努力<sup>[2]</sup>。

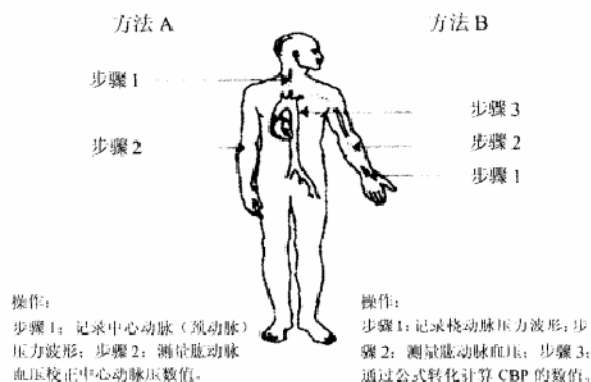


图 2 无创方法测量 CBP 的操作步骤

### 4 CBP 的临床应用

4.1 CBP 是预测心血管事件的强指标 CBP 能更直接地反映左心室、冠状动脉和脑血管的压力,理论上,较外周动脉压能更好地预测靶器官损害及主要心血管事件的发生。研究表明,CBP 预测心血管事件的能力优于外周动脉压,尤其是中心动脉 SBP 的预测作用独立于年龄、性别、体质量指数、吸烟、低密度脂蛋白胆固醇和糖尿病等因素<sup>[5]</sup>。最近一项研究中,选择了 1 272 名中国患者,经过 10 年的随访评价了 CBP 和外周动脉压对靶器官损伤的预测价值。结果发现,CBP 与靶器官损伤的指标(如左心室肥厚、肾小球滤过率及颈动脉中膜厚度)关系更加密切,而且其中心动脉的 SBP 是最强的预测指标。在校正了许多危险因素后,发现只有中心动脉的 SBP 是心血管事件死亡率的独立预测因素<sup>[6]</sup>。这一发现支持了先前的研究和观点,即中心动脉的 SBP 和 PP 较外周动脉压能更好地预测心血管事件的死亡率和靶器官损害。另外,该项研究还证明,有创和无创检查方法结果的一致性以及其他一些人种中,中心动脉的 SBP 和 PP 都是最强的预测指标<sup>[6]</sup>。

随着年龄的增加,主动脉弹性降低,PWV 加快,叠加点从舒张早期提前到收缩晚期,使中心动脉的 SBP 增加,可增加心脏射血期的压力负荷。同时,舒张期失去反射波的协同效应可导致 PP 增大。长期跟踪发现,未经治疗的高血压能加速动脉硬化,而动脉硬化反过来又会促进血压升高,使弹性动脉硬化度增加,形成恶性循环<sup>[7]</sup>。因此,CBP 的测定及压力波型分析,有助于早期发现和诊断动脉结构与功能的异常。培哚普利/吲达帕胺降低动脉僵硬对照研究(Regression of Arterial Stiffness with perindopril/

iNdapamide fixed low-dose combination, REASON) 表明,左心室肥厚的发生与 CBP 直接相关,而外周动脉压无此作用,意味着 CBP 的测量可为早期预测靶器官损害提供依据 (Deluca, 2004)。

4.2 CBP 对降压治疗的指导意义 随着对 CBP 认识的加深,人们认识到中心动脉血流动力学可更好地反映心血管疾病的病理生理学过程。尽管多种降压药对外周动脉压有相似的治疗效果,但对于中心动脉的作用却不同。近期研究发现,在外周血压之外还存在其他影响心血管事件的因素<sup>[8]</sup>。

硝酸酯类能改善大动脉弹性,降低压力波反射,从而降低主动脉的 SBP。导管动脉功能评价研究 (Conduit artery function evaluation study, CAFE) 证实,肱动脉压测定高估了  $\beta$ -受体阻滞剂 (阿替洛尔) 的降压效果,因为  $\beta$ -受体阻滞剂不能对 CBP 发挥同等的效应,这可能与  $\beta$ -受体阻滞剂降低心率有关<sup>[9]</sup>。在近期的一项安慰剂对照试验中,也证实阿替洛尔在降低 CBP 方面的效应并不优于安慰剂<sup>[10]</sup>;而肾素血管紧张素转化酶抑制剂 (ACEI) 和血管紧张素受体拮抗剂 (ARB) 可很大程度上降低 CBP,其中 ACEI 降低 CBP 的程度更明显。钙拮抗剂 (CCB) 与 ACEI 的效果相似 (Lodon 等, 2004)。有研究显示,ACEI 类药物雷米普利和  $\beta$  受体阻滞剂阿替洛尔对主动脉和肱动脉 DBP 降低的程度相似,但雷米普利降低主动脉 SBP 的程度明显高于阿替洛尔<sup>[11]</sup>。盎格鲁-斯堪地纳维亚心脏预后临床试验-降压亚组 (Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial-Blood Pressure Lowering Arm, ASCOT-BPLA) 的结果表明,以氨氯地平为基础的治疗方案,优于以阿替洛尔为基础的治疗方案<sup>[12]</sup>。由于 CAFE 研究的人群与 ASCOT-BPLA 研究的临床特征非常相似,因此,由 CAFE 研究的结果可以作为 ASCOT-BPLA 研究的人群结果的参考,这为部分地解释 ASCOT-BPLA 研究结果提供了一种新证据,即以氨氯地平为基础的治疗方案,对终点事件的益处可能与 CBP 的改善有关。因为 CBP 和 AI 是心血管事件的独立预测因素,与左心室肥厚密切相关。所以就预防靶器官损伤来说,单独应用  $\beta$ -受体阻断剂效果不佳,同时也可解释 ACEI、ARB 和 CCB 等药物的“降压以外的额外获益”。

## 5 结语

目前,降压治疗已经成为改善心血管疾病预后的核心,长期以来各种大规模临床试验研究都是建立在测量外周动脉压的基础上进行的。CBP 作为一

个重要的血流动力学参数,具有更直接的临床价值,并能解释某些“降压以外”的心血管保护效应。因此,采用 CBP 预测心血管事件的临床结局,仍需要积累更多的循证医学证据。随着无创测量技术的进展<sup>[13]</sup>,寻找有效控制动脉硬化的手段,最大程度地保护靶器官,有效控制心血管事件,深入研究 CBP 形成原理、测量方法及其临床应用具有十分重要意义。

## 参考文献:

- [1] 臧益民,樊荣. 加强多学科协作,争取心血管病研究取得新进展[J]. 心脏杂志, 2006, 18(6):483-488.
- [2] Rosei EA, Mancia G, O'Rourke MF, et al. Central blood pressure measurements and antihypertensive therapy: a consensus document [J]. *Hypertension*, 2007, 50(1):154-160.
- [3] 张维忠. 降压治疗新视点:中心动脉压[J]. 中华心血管病杂志, 2006, 34(5):471-473.
- [4] 李晶,窦京涛,金楠,等. 健康人血糖、血脂、年龄与中心动脉反射波增强指数相关分析[J]. 心脏杂志, 2009, 21(4):534-536.
- [5] Williams B, Lacy PS. Central aortic pressure and clinical outcomes [J]. *J Hypertens*, 2009, 27(6):1123-1125.
- [6] Wang KL, Cheng HM, Chuang SY, et al. Central or peripheral systolic or pulse pressure: which one best relates to target organs and future mortality[J]. *J Hypertens*, 2009, 27(3):461-467.
- [7] Protogerou AD, Papaioannou TG, Blacher J, et al. Central blood pressure: do we need them in the management of cardiovascular disease? Is it a feasible therapeutic target? [J]. *J Hypertens*, 2007, 25(2):265-272.
- [8] Sabovic M, Safar ME, Blacher J. Is there any additional prognostic value of central blood pressure wave forms beyond peripheral blood pressure? [J]. *Curr Pharm Des*, 2009, 15(3):254-266.
- [9] Williams B, Lacy PS, Thom SM, et al. Differential impact of blood pressure lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes-principal results of the Conduit Artery Function Evaluation study: the CAFE Study [J]. *Circulation*, 2006, 113(9):1213-1225.
- [10] Epstein BJ, Anderson S. Discordant effects of beta-blockade on central aortic systolic and brachial systolic blood pressure: considerations beyond the cuff [J]. *Pharmacotherapy*, 2007, 27(9):1322-1333.
- [11] Hirata K, Vlachopoulos C, Adji A, et al. Benefits from angiotensin-converting enzyme inhibitor, beyond blood pressure lowering; beyond blood pressure or beyond the brachial artery? [J]. *J Hypertens*, 2005, 23(3):551-556.
- [12] Poulter NR, Wedel H, Dahlöf B, et al. Role of blood pressure and other variables in the differential cardiovascular event rates noted in the Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial-Blood Pressure Lowering Arm (ASCOT-BPLA) [J]. *Lancet*, 2005, 366(9489):907-913.
- [13] 臧益民,朱妙章,袁丽君,等. 心脏功能无创检测的研究进展 [J]. 心脏杂志, 2005, 17(3):292-300.