



科学原理

Body (Cardio) 

和脉搏波速度

Wi-Fi 电子秤与心脏健康指导





测量背后的科学原理

通常采用血压计和平面压力波测定法测量颈动脉和股动脉之间的脉搏波速度。但是，该设备需要训练有素的操作人员，而且仅适用于医疗环境。Withings 研发出了一款新型电子秤，可供用户在家轻松快速地测量脉搏波速度，确保普罗大众都能获取这一重要测量值。

Body Cardio 测量主动脉中心脏射血和血流传至双脚之间的时间差。压力波沿着动脉树传播所耗费的时间称为脉搏传导时间。Withings 使用这种方式计算脉搏波速度。

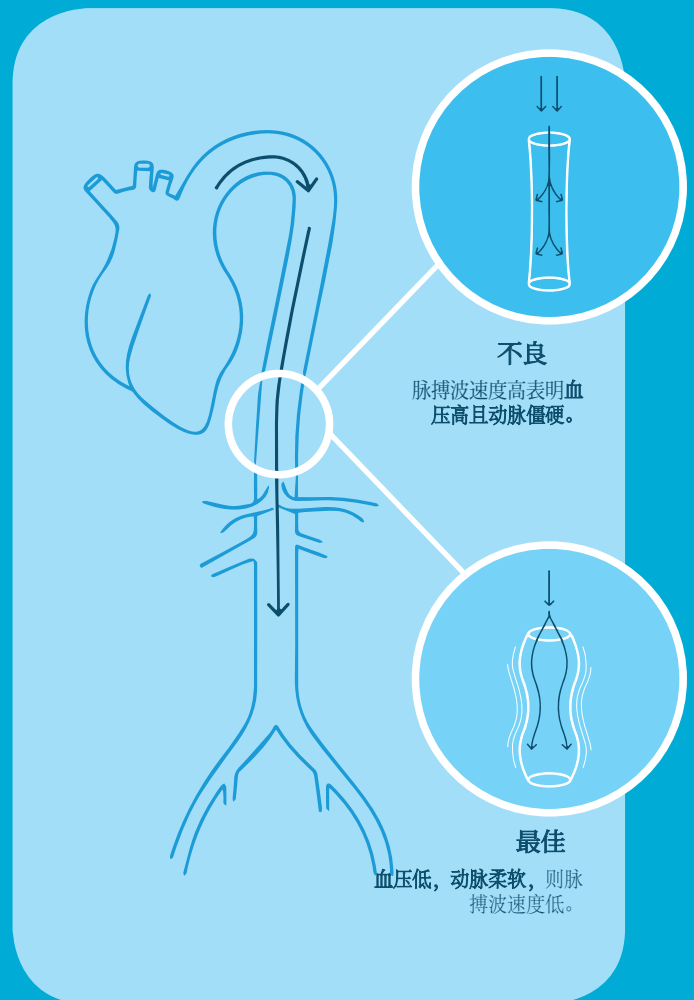


图 1. 动脉壁性能和血压对脉搏波速度的影响。



虽然脉搏波速度具有评估心血管健康的医学价值，但其测量过程十分复杂，这意味着迄今为止，这项测量值仍限于二线体检。如今，人人都能测量脉搏波速度，以便尽早检测和预防心血管疾病。

脉搏波速度的重要性

血压、糖尿病和胆固醇等**传统心血管指标**对健康的影响因人而异，因为它们会受到诸如年龄、个人病史和遗传倾向等因素的影响。因此，医生需要分析上述所有指标才能评估您的心血管健康状况。

在评估心血管健康状况时，**脉搏波速度**会将生活方式的影响、血压、糖尿病和胆固醇等多项指标纳入考量。因此，脉搏波速度是唯一能够让您了解心血管健康整体状况以及高血压潜在罹患风险的独立测量值。



深入了解脉搏波速度背后的科学原理

脉搏波速度和动脉僵硬度的定义

脉搏波速度是压力波沿着动脉树传播的速度。它与主动脉壁的弹性有关。心脏跳动使压力波沿着动脉树传播，血管会随着血压变化而不断扩张和收缩，从而导致其中的血流量发生变化。

主动脉僵硬度增加会加快压力波在主动脉内的传播速度。扩张性降低会导致压力波沿着动脉树的传播速度加快。根据物理原理，压力波沿着弹性管的传播速度与管道的僵硬度直接相关，Moens-Korteweg 方程描述了两者的关系[1]。

脉搏波速度可用于测量主动脉僵硬度，是衡量动脉僵硬度的黄金标准[2]。动脉僵硬度描述动脉随着压力变化而扩张和收缩的能力减弱程度。这种能力减弱会导致压力波沿着主动脉的传播速度加快

了解脉搏波速度 对评估心血管健康有何助益

① 脉搏波速度 作为心血管健康的独立指标

最近，一份有关动脉僵硬度[2] 的专家共识文件列出了多项纵向研究，表明简单测量脉搏波速度能产生超越传统风险因素的预后值。该共识报告总结道，[动脉僵硬度测量\[2\]](#) 是通过测量动脉健康状况直接评估心血管健康的唯一方法。

这是因为在评估动脉弹性时，脉搏波速度会将血压、动脉粥样硬化（动脉壁上的脂肪形成的斑块）和生活方式的影响都考虑在内。

② 脉搏波速度 作为高血压潜在风险指标

两种不同机制会导致脉搏波速度加快：[高血压](#)（增加动脉壁血量[3][4]）和[动脉壁性能](#)。年龄、基因、糖尿病、动脉粥样硬化或持续性高血压会导致动脉壁发生结构性变化，从而提高动脉壁内部僵硬度并影响其弹性。

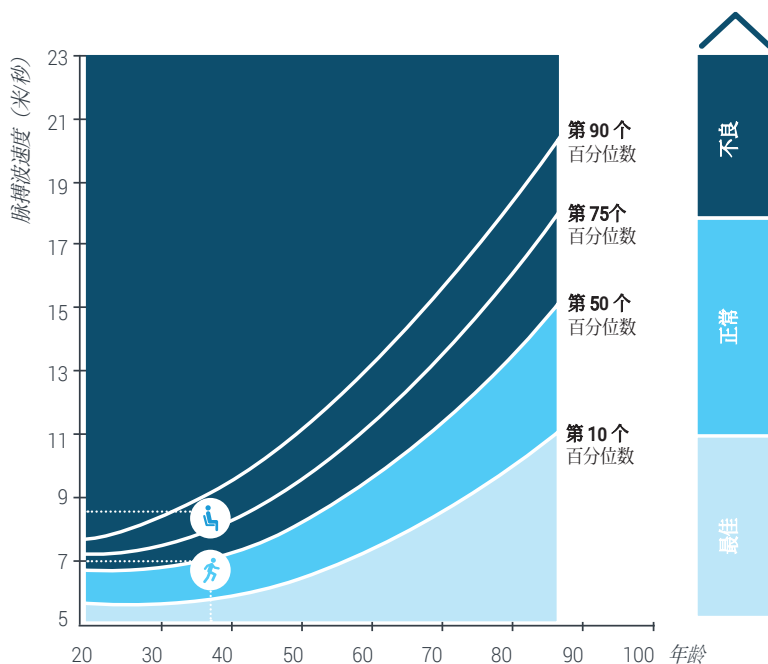
由于脉搏波速度会受到动脉壁性能和血压的双重影响，[因此脉搏波速度短期加快能够表明血压变化](#)。

③ 怎样的脉搏波速度才健康

脉搏波速度值可用于计算动脉年龄。每个高于第 75 个百分位数的脉搏波速度值都是加速老化的迹象，每个高于第 90 个百分位数的值都表明动脉壁损伤或血压升高。脉搏波速度会随着年龄的增长而加快，每年提高约 0.1 米/秒[5]。

移动应用会将您的脉搏波速度与相同年龄组的平均脉搏波速度对比。

图 2. 年龄、脉搏波速度和心血管风险之间的关系。



使用心冲击描记术和阻抗容积描记术 测量脉搏波速度

当心脏跳动时，它会向动脉射血并施力，导致电子秤测得的体重发生变化。在 Body Cardio 上，心冲击描记术与主动脉瓣开合和连续射血同步。单脚阻抗容积描记术能够表明脉搏波传至脚部的时间。

因此，电子秤测量的脉搏传导时间是收缩压力波从主动脉起始处开始到传至脚部的时间间隔。对第一批实验对象进行适当校准后，将从 Body Cardio 测得的脉搏传导时间推算出的脉搏波速度及病患身高与血压计的测量值进行对比[6]。

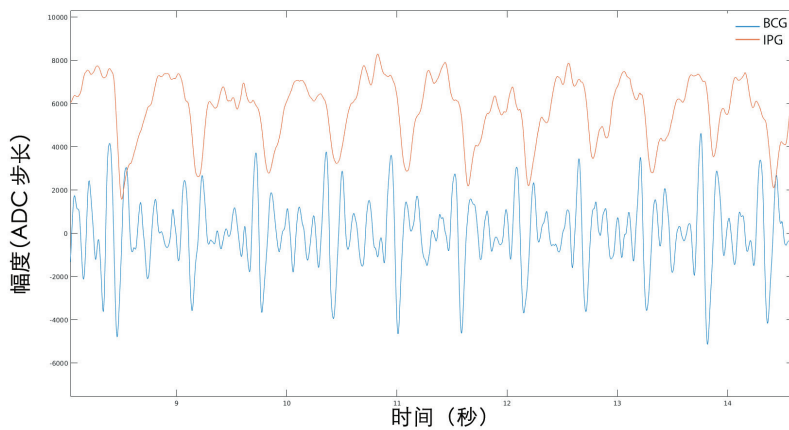


图 3. Body Cardio 上的心冲击描记术 (BCG) 和阻抗容积描记术 (IPG) 信号。

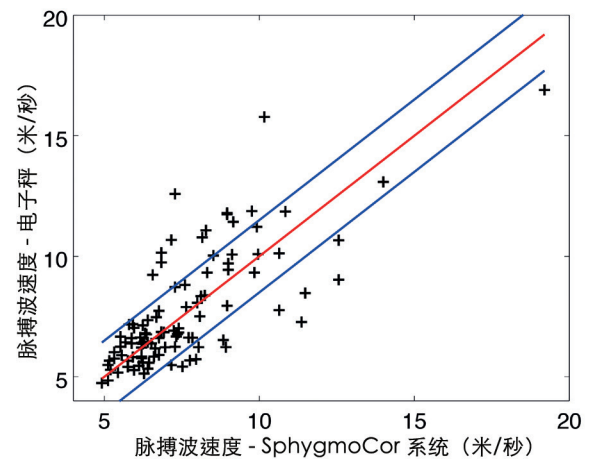


图 4. Body Cardio 估算的身体脉搏波速度与 SphygmoCor 系统测出的参考值对比 (相关系数 $r = 0.7$)。红线上的速度相等。蓝线之间的十字符号表示与参考值的差距 1.5 米/秒。

Body Cardio 的科学验证

为了评估 Body Cardio 测量的有效性，Withings 展开了一项研究，遵循推荐指南[1]，将 Body Cardio 与血压计的主动脉脉搏波速度测量值进行对比。血压计采用平面压力波测定法测量颈动脉和股动脉之间的主动脉脉搏波速度。

该技术名为颈股动脉脉搏波速度，是对中央动脉（主要为主动脉）僵硬度的实用测量，也是人们一致公认的最简单、非侵入性、稳健且可重复的动脉僵硬度判定方法[7]。

研究样本人数为 111 人。研究在临床环境中展开，实施者为动脉僵硬度专业医疗团队（法国巴黎乔治 蓬皮杜欧洲医院，法国巴黎公立医院集团 Pierre Boutouyrie 教授）。研究涵盖两项参数：脉搏传导时间和脉搏波速度。

初步研究结果（图 4）表明，使用 Body Cardio 测出的脉搏波速度和使用血压计测出的测量值之间存在良好的相关性。

如何改善 脉搏波速度？

- 加强体育锻炼
 - 减少盐分摄入量[8]
 - 减少饮酒量
 - 瘦身[9]
- 减少压力和焦虑
 - 增加下列食物的摄入量：地中海饮食、黑巧克力、绿茶……

如何获取可靠的测量值？

血压变化与多种因素有关：时段、压力水平、体育活动、饮食、酒精、咖啡和吸烟。这些因素会导致脉搏波速度产生重大变化，因此每个人的脉搏波速度在同一天的不同时间存在差异，这种情况十分常见。使用 Body Cardio 的最佳方法是长期跟踪脉搏波速度趋势。为提高测量值的可靠性，请遵循下列提示：

- 温度稳定的安静房间（最佳温度为 22 至 23 摄氏度） [10]
- 每天同一时刻
 - 饭后、喝完咖啡或吸完烟后至少 3 小时
- 请勿移动和讲话
 - 双脚踩在电子秤中央
 - 如果您多次测量失败，请将双手放在身体正前方的墙面上，以确保适当的稳定性。

参考文献

- [1] P. Boutouyrie, D. Fliser, D. Goldsmith, A. Covic, A. Wiecek, A. Ortiz, A. Martinez-Castelao, B. Lindholm, Z. A. Massy, G. Suleymanlar, R. Sicari, L. Gargani, G. Parati, F. Mallamaci, C. Zoccali, and G. M. London, "Assessment of arterial stiffness for clinical and epidemiological studies: methodological considerations for validation and entry into the European Renal and Cardiovascular Medicine registry," *Nephrol. Dial. Transplant.*, p. gft309, Sep. 2013.
- [2] S. Laurent, J. Cockcroft, L. V. Bortel, P. Boutouyrie, C. Giannattasio, D. Hayoz, B. Pannier, C. Vlachopoulos, I. Wilkinson, and H. Struijker-Boudier, "Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications," *Eur. Heart J.*, vol. 27, no. 21, pp. 2588–2605, Nov. 2006.
- [3] A. D. Stewart, B. Jiang, S. C. Millasseau, J. M. Ritter, and P. J. Chowienzyk, "Acute Reduction of Blood Pressure by Nitroglycerin Does Not Normalize Large Artery Stiffness in Essential Hypertension," *Hypertension*, vol. 48, no. 3, pp. 404–410, Sep. 2006.
- [4] A. D. Stewart, S. C. Millasseau, M. T. Kearney, J. M. Ritter, and P. J. Chowienzyk, "Effects of Inhibition of Basal Nitric Oxide Synthesis on Carotid-Femoral Pulse Wave Velocity and Augmentation Index in Humans," *Hypertension*, vol. 42, no. 5, pp. 915–918, Nov. 2003.
- [5] A. P. Avolio, S. G. Chen, R. P. Wang, C. L. Zhang, M. F. Li, and M. F. O'Rourke, "Effects of aging on changing arterial compliance and left ventricular load in a northern Chinese urban community," *Circulation*, vol. 68, no. 1, pp. 50–58, Jul. 1983.
- [6] Hakim Khettab, David Campo, Roger Yu, Nadine Buard, Pierre Boutouyrie, "First in man measurement of arterial stiffness using a connected bathroom scale: calibration against Sphygmocor," *Eur. Soc. Hypertens. Congr.* 2016.
- [7] I. B. Wilkinson, C. M. McEniery, G. Schillaci, P. Boutouyrie, P. Segers, A. Donald, and P. J. Chowienzyk, "ARTERY Society guidelines for validation of non-invasive haemodynamic measurement devices: Part 1, arterial pulse wave velocity," *Artery Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 34–40, Jun. 2010.
- [8] A. P. Avolio, K. M. Clyde, T. C. Beard, H. M. Cooke, K. K. Ho, and M. F. O'Rourke, "Improved arterial distensibility in normotensive subjects on a low salt diet," *Arterioscler. Dallas Tex.*, vol. 6, no. 2, pp. 166–169, Apr. 1986.
- [9] E. J. Balkestein, D. P. van Aggel-Leijssen, M. A. van Baak, H. A. Struijker-Boudier, and L. M. Van Bortel, "The effect of weight loss with or without exercise training on large artery compliance in healthy obese men," *J. Hypertens.*, vol. 17, no. 12 Pt 2, pp. 1831–1835, Dec. 1999.
- [10] "Fiche technique : Mesure de la rigidité artérielle." *Société Française d'hypertension artérielle.*

Withings Body Cardio 并非医疗设备，不可用于诊断疾病或其他病症，也不可用于疗愈、缓解、治疗或预防疾病。请勿试图自行诊断，务必咨询医生后再开始任何治疗。