



· 前沿进展 ·

## 剪切波弹性成像评估慢性心力衰竭患者骨骼肌异常应用现状的研究进展

张瞳, 杨华睿, 逯雪峰, 童明辉

**【摘要】** 晚期慢性心力衰竭 (CHF) 患者常伴有肌肉质量及力量丧失, 肌肉活检结果证实 CHF 患者存在外周骨骼肌异常, 如肌肉萎缩及肌纤维尺寸减小等, 但肌肉活检创伤较大, 因此需寻找侵入性较小的检查方法以评估 CHF 患者骨骼肌异常。剪切波弹性成像 (SWE) 可对肌肉组织进行实时、定量评价, 且重复性良好, 可为临床诊断和指导 CHF 伴骨骼肌异常患者的治疗等提供客观、可靠的依据。本文主要综述了 SWE 评估 CHF 患者骨骼肌异常的应用现状。

**【关键词】** 心力衰竭; 弹性成像技术; 剪切波弹性成像; 肌肉骨骼系统; 肌, 骨骼; 综述

**【中图分类号】** R 541.6 R 445.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.07.y03

张瞳, 杨华睿, 逯雪峰, 等. 剪切波弹性成像评估慢性心力衰竭患者骨骼肌异常应用现状的研究进展 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27 (7): 5-8. [www.syxnf.net]

ZHANG T, YANG H R, LU X F, et al. Research progress on applications of shear-wave elastography in evaluating skeletal muscle abnormalities in patients with chronic heart failure [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneu and Vascular Disease, 2019, 27 (7): 5-8.

### Research Progress on Applications of Shear-wave Elastography in Evaluating Skeletal Muscle Abnormalities in Patients with Chronic Heart Failure

ZHANG Tong, YANG Huarui, LU Xuefeng, TONG Minghui

The Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730030, China

Corresponding author: TONG Minghui, E-mail: tongmh1962@126.com

**【Abstract】** Chronic heart failure (CHF) patients often accompanied with Loss of muscle mass and strength, meanwhile muscle biopsy results had confirmed that, CHF patients may occur peripheral skeletal muscle abnormalities (such as amyotrophy and decrease of muscle fiber size), but muscle biopsy is relatively traumatogenic, so less invasive examination method is needed to evaluate the skeletal muscle abnormalities in patients with CHF. Shear-wave elastography (SWE), a real-time and quantitative evaluation method with Good repeatability for muscular tissue, may provide objective and reliable basis for the diagnosis and treatment of CHF patients accompanied with skeletal muscle abnormalities. This paper mainly reviewed the applications of SWE in evaluating skeletal muscle abnormalities in patients with CHF.

**【Key words】** Heart failure; Elasticity imaging techniques; Shear-wave elastography; Musculoskeletal system; Muscle, skeletal; Review

慢性心力衰竭 (CHF) 是多种心血管疾病的终末期表现及导致心血管疾病患者死亡的主要原因, 由于其发病率、住院率及病死率均较高, 因此 CHF 已成为 21 世纪心血管领域面临的两大挑战之一。晚期 CHF 患者常伴有肌肉质量及力量丧失, 肌肉活检结果证实 CHF 患者存在外周骨骼肌异常, 如肌肉萎缩及肌纤维尺寸减小等<sup>[1]</sup>, 但肌肉活检创伤较大, 难以在临床工作中推广, 因此需寻找侵入性较小的检查方法以评估 CHF 患者骨骼肌异常、使患者从早期康复锻炼中受益等。肌电图与机械肌电图主要通过肌肉电活动或机械反应而判断肌肉功能, 但二者空间分辨率较差<sup>[2]</sup>; 磁共振成像 (MRI) 及超声具有较高的空间分辨率, 有利于跟踪肌肉缩短前后形态学变化, 但二者无法提供肌肉功能相关信息, 且 MRI 价格

昂贵、不适合进行实时动态观察。剪切波弹性成像 (SWE) 可对肌肉组织进行实时、定量评价并具有良好的重复性, 可为临床诊断和指导 CHF 伴骨骼肌异常患者的治疗等提供客观、可靠的依据, 本文主要综述了 SWE 评估 CHF 患者骨骼肌异常的应用现状。

#### 1 SWE 的原理及优势、劣势

超声弹性成像技术的应用及发展始于 20 世纪 90 年代, 由于其可根据组织硬度区分组织并增强图像的对比度、显示由不同剪切模量的组织组成的解剖结构, 因此成为常规诊断超声的新方向。SWE 的原理: 利用线阵的聚焦声辐射力产生横波, 该阵列本身会提供一定局部应力并在局部组织中产生位移, 继而通过快速平面波激励跟踪剪切波传播时组织位移及剪切波速度, 而剪切波速度在每个像素处的分布与剪切模量 (即杨氏模量) 直接相关, 因此杨氏模量成为衡量组织弹

730030 甘肃省兰州市, 兰州大学第二医院

通信作者: 童明辉, E-mail: tongmh1962@126.com

性的绝对尺度<sup>[3]</sup>。杨氏模量与剪切波传播速度间的关系： $E=3\rho c^2$ （ $E$ ：杨氏模量； $c$ ：剪切波传播速度； $\rho$ ：组织密度），组织越硬、密度越大则剪切波传播速度越快、杨氏模量值越大，相应弹性图像上显示为红色，反之为蓝色，介于两者之间为绿色<sup>[4]</sup>，因此SWE既可得到定性的彩色编码弹性图，也可得到弹性（以kPa为单位）或剪切波速度（以cm/s为单位）的定量图；但SWE有一定的深度限制，只有在有限的感兴趣区（ROI）形状如5 mm×5 mm的正方形或1 mm×1 mm的圆形才能对弹性进行定量测量等<sup>[5-6]</sup>。

## 2 SWE评估骨骼肌异常

既往SWE主要用于评估肝脏、脾脏、甲状腺、乳腺、前列腺、生殖泌尿系统及淋巴结等<sup>[7]</sup>，近年来SWE逐渐并越来越多地用于评估肌肉骨骼组织，其可通过测量组织剪切波速度而评估组织的力学如硬度等<sup>[8-9]</sup>。与灰阶超声相比，SWE可早期发现骨骼肌组织内部变化，通过检测剪切波速度而区分健康组织与病理组织<sup>[10]</sup>，因此其具有早期诊断及指导、监测治疗等价值。LACOURPAILLE等<sup>[11]</sup>通过对健康受试者的9种静息肌（包括腓肠肌、胫骨前肌、股外侧肌、股直肌、肱三头肌、肱二头肌、肱桡肌、拇指内收肌及拇指外展肌）进行剪切弹性模量测量发现，尽管被检查的9种静息肌类型、结构不同，但SWE可用于快速研究几个单独的肌肉，也可用于测量静息时的肌肉，且SWE检测过程无痛、患者无需任何约束，可靠性极好。CORTEZ等<sup>[12]</sup>在严格的条件下对16名志愿者的腓肠肌内侧和胫前肌剪切波速度进行测量，结果证实定量测量剪切波速度是可靠的。NORDEZ等<sup>[13]</sup>采用SWE连续测量肱二头肌等长收缩过程中的剪切弹性模量，证实剪切弹性模量可间接估计肌电活动，但这种间接估计的准确性仍有待确定。

骨骼肌是动态组织，常具有不同的紧张状态。EBY等<sup>[14]</sup>通过SWE对猪肱二头肌进行剪切模量测量并与传统弹性检测方法进行对比而提出了肌腹杨氏模量值随着肌张力升高而升高的假设，并认为肌肉拉伸过程中超声探头位置对获得有意义的结果起着至关重要的作用，当超声探头平行于肌束方向时上述两种测量方法得到的杨氏模量值一致性较好。BOTANLIOGLU等<sup>[15]</sup>通过SWE比较男性、女性健康受试者与女性髌股关节疼痛综合征（PFPS）股外侧肌、股内侧肌力学发现，肌肉弹性与肌肉活动水平高度相关，因此SWE可通过量化肌肉机械状态变化而监测治疗有效性。杨寒凝等<sup>[16]</sup>通过SWE对200例体检正常者腓肠肌松弛与紧张状态下的弹性模量发现，人体状态改变时肌肉的弹性模量值也产生相应变化，因此实时SWE可为临床诊断肌力异常性疾病提供参考。

XU等<sup>[17]</sup>通过SWE对9名男性赛艇运动员被动屈膝时股四头肌的剪切模量进行测量发现，膝关节被动屈曲期间股四头肌浅表头部几乎在相同的膝关节角度（屈曲略超过40°）时开始产生被动张力，而当肌肉被动拉伸时每块肌肉的剪切模量均会增加并在关节运动结束时达到最大值（该研究中膝关节屈曲120°）；此外，膝关节屈曲54°以上时股直肌的剪切模量高于股内侧斜肌及股外侧肌。杜丽娟等<sup>[18]</sup>通过分析帕金森病患者肱二头肌及肱桡肌杨氏模量值分布特

征证实，SWE在评估帕金森病患者肌张力状态方面具有一定优势，但由于其样本量较小且仅测量了较大肌肉群的杨氏模量值，因此关于小肌肉杨氏模量的测量等还需进一步研究。牛旺等<sup>[19]</sup>通过SWE测量静息及最大缩肛状态下盆腔器官脱垂患者和健康志愿者双侧耻骨直肠肌前、中、后部杨氏模量值证实，盆腔器官脱垂患者耻骨直肠肌收缩功能减低，因此SWE可用于诊断盆腔器官脱垂患者耻骨直肠肌收缩功能异常。

## 3 SWE评估CHF患者骨骼肌异常

3.1 CHF患者骨骼肌变化 CHF的典型临床表现包括运动性疲劳和呼吸困难<sup>[20]</sup>，而CHF患者骨骼肌变化涉及心肌功能下降所致骨骼肌与周围血管适应的复杂作用。既往研究认为，CHF患者运动功能受限主要与心输出量减少所致骨骼肌灌注不足及乳酸酸中毒有关，如LUNDE等<sup>[21]</sup>研究表明，CHF患者主因左心室功能下降、心肌收缩力降低而导致心脏输出量严重减少，继而造成运动期间血液灌注及周围肌肉氧气输送减少，最终引发呼吸困难、肌肉疲劳、虚弱等症状。近年研究表明，骨骼肌、血管系统和肺等器官组织的继发性改变在CHF患者运动性疲劳及呼吸困难发生发展过程中发挥着重要作用<sup>[22]</sup>，其中骨骼肌异常包括能量代谢异常、肌纤维从I型向II型转变、线粒体功能障碍、肌肉硬度下降、肌肉萎缩等<sup>[23]</sup>。MANCINI等<sup>[24]</sup>研究发现，CHF患者常存在明显的骨骼肌肉萎缩及氧化代谢异常，而骨骼肌肉萎缩会在一定程度上导致运动能力下降和肌肉代谢改变；COLLAMATI等<sup>[25]</sup>认为，外周肌肉收缩（屈曲或伸展）期间僵硬降低可能与输送至肌肉的氧气减少有关，还可能与骨骼肌形态变化如肌纤维从I型向II型转变而导致肌肉萎缩、线粒体氧化能力降低等有关；KINUGAWA等<sup>[23]</sup>认为，血管紧张素II可能参与CHF骨骼肌改变。

一般来说，肌肉萎缩主要与蛋白质合成减少和/或蛋白质降解增加有关，但多数研究表明，临床稳定的CHF患者并不存在肌肉蛋白质合成或降解缺陷，因此其肌肉萎缩发生、发展可能与疾病恶化直接相关<sup>[26]</sup>。ANKER等<sup>[27]</sup>研究表明，肌肉萎缩是CHF患者死亡的独立危险因素，因此治疗CHF的一个重要目标就是逆转或最大限度地防治骨骼肌改变。

3.2 SWE评估CHF患者骨骼肌异常 骨骼肌异常是导致CHF患者运动功能受损的主要原因，骨骼肌异常主要表现为肌肉硬度降低，而SWE可通过测量肌肉组织弹性而评估其硬度，因此SWE可用于评估CHF患者骨骼肌异常。MASLARSKA等<sup>[28]</sup>通过SWE测量CHF患者与健康志愿者肌肉僵硬发现，健康志愿者收缩状态（前臂肌肉的屈曲和小腿腓肠肌的伸展）下的小腿腓肠肌外侧头部预设ROI和未显露ROI内的任何骨组织或大血管的屈肌桡侧肌（下臂屈肌）剪切模量明显高于CHF患者，证实CHF患者存在骨骼肌异常；通过绘制ROC曲线及计算曲线下面积（AUC）发现，SWE对CHF患者骨骼肌异常具有较高的诊断准确率；通过Logistic回归分析发现，运动状态下伸展和屈曲时剪切模量是充血性心力衰竭的良好预测因子。

## 4 SWE的注意事项

由于SWE是一种相对稳定、可靠的技术，因此其逐渐在

骨骼肌异常的评估中得到广泛应用。SWE 可通过准确地测量肌肉组织剪切波速度而评估其弹性及硬度,但由于时间分辨率较低,因此 SWE 对等长收缩及等张收缩过程中肌肉力量的连续测量准确性有限。COUADE 等<sup>[29]</sup>研究表明,时间分辨率设置为 30 帧/s 时 SWE 可测量整个心动周期心脏剪切波弹性模量值,因此提高时间分辨率有望使 SWE 用于肌肉动态收缩过程中剪切波弹性模量值的检测。此外,由于 SWE 是在二维图像下测量剪切波传播速度,而剪切波是在三维空间内传播,因此 PROVOST 等<sup>[30]</sup>研究认为,超声新设备的发展有助于实现剪切波的三维实时测量,继而评估肌肉硬度的空间变异及提供肌肉各向异性、剪切黏度的信息,更准确地评估神经肌肉情况。

需要注意的是,SWE 评估骨骼肌异常还受多种因素影响,如肌紧张状态、探头扫查平面与肌纤维方向的夹角、ROI 的大小、检查者施加的压力及肌肉疲劳等,其中以探头扫查平面与肌纤维方向的夹角、检查者施加的压力影响较大。KOT 等<sup>[31]</sup>研究发现,股直肌与髌骨肌腱的弹性模量与 ROI 的大小无关,而与检查者施加的压力有关,二者的弹性模量随检查者施加的压力增加而升高。此外,由于骨骼肌具有各向异性且骨骼肌的剪切波传播速度与肌纤维排列方向有关,因此超声探头位置也会对 SWE 测量结果产生一定影响<sup>[32]</sup>。CHINO 等<sup>[33]</sup>研究发现,腓肠肌内侧面(二羽肌)横向与纵向平面的 SWE 测量结果相近,而肱二头肌(单羽肌)横向与纵向平面的 SWE 测量结果则存在一定差异,其原因可能与肌纤维方向有关,因此进行 SWE 检查时还需考虑声束与肌束夹角对测量数据的影响。

## 5 小结与展望

综上所述,SWE 具有实时、定量、准确等优点,是目前最先进的超声弹性成像技术,可用于 CHF 患者骨骼肌异常的无创评估,有利于指导 CHF 早期康复锻炼、改善 CHF 患者预后;但 SWE 易受多方面因素影响,仍存在一定劣势,而随着超声新设备等的发展及剪切波三维实时测量的实现,SWE 将更广泛地应用于 CHF 患者骨骼肌异常的评估。

## 参考文献

- [1] HARRINGTON D, COATS A J. Skeletal muscle abnormalities and evidence for their role in symptom generation in chronic heart failure [J]. *Eur Heart J*, 1997, 18 (12): 1865-1872. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a015194.
- [2] MALEK M H, COBURN J W. The utility of electromyography and mechanomyography for assessing neuromuscular function: a noninvasive approach [J]. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2012, 23 (1): 23-32, ix. DOI: 10.1016/j.pmr.2011.11.005.
- [3] TALJANOVIC M S, GIMBER L H, BECKER G W, et al. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications [J]. *Radiographics*, 2017, 37 (3): 855-870. DOI: 10.1148/rg.2017160116.
- [4] PARKER K J, FU D, GRACESWIKI S M, et al. Vibration sonoelastography and the detectability of lesions [J]. *Ultrasound Med Biol*, 1998, 24 (9): 1437-1447.
- [5] KLAUSER A S, MIYAMOTO H, BELLMANN-WEILER R, et al. Sonoelastography: musculoskeletal applications [J]. *Radiology*, 2014, 272 (3): 622-633. DOI: 10.1148/radiol.14121765.
- [6] DRAGONAKI E E, ALLEN G M, WILSON D J. Ultrasound elastography for musculoskeletal applications [J]. *Br J Radiol*, 2012, 85 (1019): 1435-1445. DOI: 10.1259/bjr/93042867.
- [7] COSGROVE D, PISCAGLIA F, BAMBER J, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications [J]. *Ultraschall Med*, 2013, 34 (3): 238-253. DOI: 10.1055/s-0033-1335375.
- [8] BERCOFF J, TANTER M, FINK M. Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping [J]. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*, 2004, 51 (4): 396-409.
- [9] SHIINA T, NIGHTINGALE K R, PALMERI M L, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology [J]. *Ultrasound in Med Biol*, 2015, 41 (5): 1126-1147. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009.
- [10] SZCZEPANEK-PARULSKA E, WOLINSKI K, STANGIERSKI A, et al. Comparison of diagnostic value of conventional ultrasonography and shear wave elastography in the prediction of thyroid lesions malignancy [J]. *PLoS One*, 2013, 8 (11): e81532. DOI: 10.1371/journal.pone.0081532.
- [11] LACOURPAILLE L, HUG F, BOUILLARD K, et al. Supersonic shear imaging provides a reliable measurement of resting muscle shear elastic modulus [J]. *Physiol Meas*, 2012, 33 (3): N19-28. DOI: 10.1088/0967-3334/33/3/N19.
- [12] CORTEZ C D, HERMITTE L, RAMAIN A, et al. Ultrasound shear wave velocity in skeletal muscle: A reproducibility study [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2016, 97 (1): 71-79. DOI: 10.1016/j.diii.2015.05.010.
- [13] NORDEZ A, HUG F. Muscle shear elastic modulus measured using supersonic shear imaging is highly related to muscle activity level [J]. *J Appl Physiol (1985)*, 2010, 108 (5): 1389-1394. DOI: 10.1152/jappphysiol.01323.2009.
- [14] EBY S F, SONG P, CHEN S, et al. Validation of shear wave elastography in skeletal muscle [J]. *J Biomech*, 2013, 46 (14): 2381-2387. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2013.07.033.
- [15] BOTANLIOGLU H, KANTARCI F, KAYNAK G, et al. Shear wave elastography properties of vastus lateralis and vastus medialis obliquus muscles in normal subjects and female patients with patellofemoral pain syndrome [J]. *Skeletal Radiology*, 2013, 42 (5): 659-666. DOI: 10.1007/s00256-012-1520-4.
- [16] 杨寒凝, 陆永萍, 杜静, 等. 实时剪切波弹性成像对正常腓肠肌的定量研究 [J]. *中国超声医学杂志*, 2017, 33 (6): 558-560.
- [17] XU J, HUG F, FU S N. Stiffness of individual quadriceps muscle assessed using ultrasound shear wave elastography during passive stretching [J]. *J Sport Health Sci*, 2018, 7 (2): 245-249. DOI: 10.1016/j.jshs.2016.07.001.
- [18] 杜丽娟, 程令刚, 李晨, 等. 实时剪切波超声弹性成像技术评估帕金森病患者上肢肌张力的临床研究 [J]. *首都医科大学学报*, 2014, 35 (2): 155-158. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7795.2014.02.003.

[19] 牛旺, 史铁梅, 张原溪. 剪切波弹性成像技术定量评估盆腔器官脱垂患者耻骨直肠肌功能 [J]. 中国医学影像技术, 2018, 34 (2): 270-274. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201704122.

[20] KENNEL P J, MANCINI D M, SCHULZE P C. Skeletal Muscle Changes in Chronic Cardiac Disease and Failure [J]. Compr Physiol, 2015, 5 (4): 1947-1969. DOI: 10.1002/cphy.c110003.

[21] LUNDE P K, SJAASTAD I, SCHIØTZ THORUD H M, et al. Skeletal muscle disorders in heart failure [J]. Acta Physiol Scand, 2010, 171 (3): 277-294. DOI: 10.1046/j.1365-201x.2001.00830.x.

[22] CLARK A L, POOLE-WILSON P A, COATS A J S. Exercise limitation in chronic heart failure: central role of the periphery [J]. J Am Coll Cardiol, 1996, 28 (5): 1092-1102. DOI: 10.1016/S0735-1097 (96) 00323-3.

[23] KINUGAWA S, TAKADA S, MATSUSHIMA S, et al. Skeletal Muscle Abnormalities in Heart Failure [J]. Int Heart J, 2015, 56 (5): 475-484. DOI: 10.1536/ihj.15-108.

[24] MANCINI D. Contribution of skeletal muscle atrophy to exercise intolerance and altered muscle metabolism in heart failure [J]. Circulation, 1992, 85 (4): 1364-1373.

[25] COLLAMATI A, MARZETTI E, CALVANI R, et al. Sarcopenia in heart failure: mechanisms and therapeutic strategies [J]. J Geriatr Cardiol, 2016, 13 (7): 615-624. DOI: 10.11909/j.issn.1671-5411.2016.07.004.

[26] ZIZOLA C, SCHULZE P C. Metabolic and structural impairment of skeletal muscle in heart failure [J]. Heart Fail Rev, 2013, 18 (5): 623-630. DOI: 10.1007/s10741-012-9353-8.

[27] ANKER S D, PONIKOWSKI P, VARNEY S, et al. Wasting as independent risk factor for mortality in chronic heart failure [J]. Lancet, 1997, 349 (9058): 1050-1053. DOI: 10.1016/S0140-6736 (96) 07015-8.

[28] MASLARSKA M, WEIS C, BODE C. Shear Wave Elastography of Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Congestive Heart Failure [J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44 (12): 2531-2539. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2018.08.011.

[29] COUADE M, PERNOT M, MESSAS E, et al. In vivo quantitative mapping of myocardial stiffening and transmural anisotropy during the cardiac cycle [J]. IEEE Trans Med Imaging, 2011, 30 (2): 295-305. DOI: 10.1109/TMI.2010.2076829.

[30] PROVOST J, PAPADACCI C, ARANGO J E, et al. 3D ultrafast ultrasound imaging in vivo [J]. Phys Med Biol, 2014, 59 (19): L1-L13. DOI: 10.1088/0031-9155/59/19/L1.

[31] KOT B C, ZHANG Z J, LEE A W, et al. Elastic modulus of muscle and tendon with shear wave ultrasound elastography: variations with different technical settings [J]. PLoS One, 2012, 7 (8): e44348. DOI: 10.1371/journal.pone.0044348.

[32] BAMBER J, COSGROVE D, DIETRICH C F, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology [J]. Ultraschall DER, 2013, 34 (2): 169-184. DOI: 10.1055/s-0033-1335205.

[33] CHINO K, KAWAKAMI Y, TAKAHASHI H. Tissue elasticity of in vivo skeletal muscles measured in the transverse and longitudinal planes using shear wave elastography [J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2017, 37 (4): 394-399. DOI: 10.1111/cpf.12315.

(收稿日期: 2019-01-16; 修回日期: 2019-06-11)  
(本文编辑: 鹿飞飞)

· 指南 · 共识 · 标准 ·

## 《儿童青少年高血压筛查和管理的临床实践指南》 主要更新内容

2017年9月, 美国儿科学会对2004年《儿童青少年高血压诊断、评估和治疗的第四次报告》进行了更新, 并发布了《儿童青少年高血压筛查和管理的临床实践指南》, 该指南主要更新内容如下。

- (1) 使用术语“血压升高”代替“高血压前期”;
- (2) 基于正常体质量儿童青少年, 制定了新的儿童青少年血压数据表格;
- (3) 制定了简化筛查表, 用于识别需进一步评估的儿童青少年;
- (4) 简化了≥13岁青少年血压分类方法, 使之与美国心脏协会和美国心脏病学会的成人高血压指南一致;
- (5) 建议健康儿童青少年仅在定期预防保健就诊时筛查血压;
- (6) 优化异常血压值的初步评估和管理策略;
- (7) 强调动态血压监测在儿童青少年高血压诊断和管理中的重要作用;
- (8) 修订新近诊断高血压的患儿行超声心动图检查时机的建议 (通常使用药物治疗前) 及左心室肥厚的定义。

(来源: 中国全科医学学术平台)