

2023年AHA科学声明：儿童原发性高血压——一种未被认识的疾病

樊似媛 曾赛珍

【摘要】 儿童高血压的总患病率为2%至5%，其主要类型是原发性高血压，尤其是青春期高血压。与成人一样，儿童原发性高血压的主要危险因素是过度肥胖和不健康的生活方式。此外，环境压力、低出生体重和遗传因素也是儿童高血压的重要危险因素。儿童高血压极有可能发展成为成年后高血压，并可伴随靶器官损伤，特别是左心室肥厚和血管硬化。动态血压监测和家庭血压监测有助于儿童高血压的诊断。通过公共卫生措施指导更健康的饮食和适当增加体育活动，进行高血压的初始预防，可降低儿童原发性高血压的患病率。儿童高血压确诊后应遵循循证指南进行治疗，需进一步研究以期优化儿童高血压的识别、诊断，并开展临床试验来更好地确定治疗结果。

【关键词】 AHA科学声明；血压；心血管疾病；儿童，高血压；肥胖

儿童高血压 (blood pressure, BP) 与心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 事件和成年后 CVD 发展进程有关^[1,2]。在 20 世纪 70 年代中期前，无症状的高血压患儿不常规测量血压，即使测量血压，也因没有儿童血压参考数据，通常采用成人的标准来定义高血压。因此，根据成人的高血压阈值 (140/90 mmHg) 被诊断为高血压的儿童实际为严重高血压，通常继发于肾脏疾病、心脏/血管异常或内分泌疾病。以往人们认为儿童高血压都是继发，儿童期不存在原发性高血压，直到 Blumenthal 等人在 1977 年首次报道控制儿童血压，展示了有关儿童血压的参考数据，并将高血压定义为收缩压或舒张压 \geq 第 95 百分位^[3]。随后的流行病学和临床研究扩大了关于异常血压的患病率、相关危险因素及儿童期血压异常的后果。不断更新的证据重塑了研究者对儿童期血压异常的看法，认识到成人原发性高血压可以起源于儿童。

一、定义、诊断和流行病学

在目前大多数儿科指南中，在考虑年龄、性别和身高的前提下，基于健康儿童 BP 值分布的百分位数，将收缩压或 (和) 舒张压 \geq 第 95 百分位 (见表 1) 定义为儿童高血压^[4-6]。由于血压测量的变异性，应进行 3 次测量且 BP 水平 \geq 第 95 百分位。

美国儿科学会、欧洲高血压学会和加拿大高血压协会都将高血压定义为儿童重复的血压值 \geq 第 95 百分位，不同之处在于采用静态阈值诊断青少年高血压的年龄：美国儿科学会从 13 岁开始采用 130/80 mmHg 为阈值^[4]；欧洲高

血压学会从 16 岁开始采用 140/90mmHg 为阈值^[5]；加拿大高血压协会对 6 至 11 岁采用 120/80mmHg，12 至 17 岁采用 130/85mmHg 为阈值^[6]。

表 1 正常和异常儿童血压水平的定义

血压级别	< 13 岁*	\geq 13 岁
正常血压	< 90 th % (同年龄、性别、身高)	< 120/< 80mmHg
血压升高	90 th -95 th % (同年龄、性别、身高)	\geq 120/80-129/ < 80mmHg
高血压 1 期	\geq 95 th %-95 th % + 11mmHg	130-139/80-89mmHg
高血压 2 期	\geq 95 th % + 12mmHg	\geq 140/ \geq 90mmHg

注：* 达到 \geq 13 岁儿童的血压水平。

采用第 95 个百分位是由于缺乏儿童时期血压水平的数据来预测 CVD 事件 (心力衰竭、肾功能衰竭、中风和死亡)，成人也采用相关数据进行预测。随着将儿童期血压和靶器官损伤 (target organ injury, TOI) 与未来不良事件联系起来的新数据出现，基于结局的儿童高血压的定义可能即将出现^[7]。与成人相似，儿童和青少年原发性高血压的定义是没有继发性高血压的明确病因。儿童期高血压的准确诊断，除了目前推荐的至少 3d 测量血压之外，还需要合适的血压测量技术^[4,8]。表 2 总结了使用听诊法或示波法获得准确可靠的 BP 值的循证方法。当初始血压测量异常时，建议在同一次就诊期间重复听诊测量；如果筛查血压是高血压，建议在几周内重复听诊测量；如果筛查血压有升高，则建议在几个月内重复听诊测量。由于血压水平是可变的，即使在同一次就诊期间，最佳做法是获得最多 3

作者单位：湖南省人民医院 (湖南师范大学附属第一医院) 儿童医学中心

通信作者：曾赛珍，E-mail: 55445321@qq.com

个BP的测量值,并记录后两个测量值的平均值,除非第一个测量值正常。血压测量既是一种筛查也是一种验证性测试。因此,方法上的严谨性对于准确检测高血压和避免假阳性筛查和错误分类至关重要^[9]。24h动态血压监测(ambulatory blood pressure monitoring, ABPM)可以进一步确认高血压的诊断^[4,5]。当结合血压读数和ABPM的结果时,患者可以进一步归类为特定的血压表型(表3)^[10]。这种分类已被证明可以识别白大褂高血压,这种情况可能不需要进一步的立即评估,但需要长期监测。隐匿性高血压是一种令人担忧的状况,需要额外的监测,特别是存在其他危险因素时。ABPM还有助于识别患有继发性高血压或高血压相关TOI的风险较高的青少年。表4提供了ABPM的其他适应证。

关于儿童期起病的原发性高血压患病率因环境(地点、人口)、测量技术和高血压的定义而异。研究表明,在美国等国家的普通儿童人群中,高血压总体患病率为2%至5%,血压升高约为13%至18%^[11,12]。一个大型儿科保健索赔数据库的分析发现,原发性高血压的患病率(0.2%)是继发性高血压患病率(0.02%)的10倍^[13]。然而,在纳入的研究中,在血压测量和对继发性原因的评估存在显著的异质性。继发性高血压多见于6岁以下的儿童和患有较严重高血压的儿童和青少年^[4,6]。原发性高血压现在被认为是儿童,特别是青少年中最常见的高血压类型。

表2 推荐手动和自动测量青少年血压的准确可靠方法

1. 测量前及测量时,患者应在安静房间内休息3~5min,背部有支撑,双脚平放在地板上(不交叉)。
2. 测量右臂血压,除非有禁忌证(存在动静脉瘘)。支撑手臂,使袖带中部处于心脏水平。上臂应该裸露在袖口下面,注意避免袖子上方紧卷。在测量过程中,患者和医疗保健专业人员不应说话,患者应避免阅读、使用电子设备或其他干扰。
3. 在肩峰和鹰嘴之间的中点测量中上臂围,以确定正确的袖带尺寸。人工听诊测血压时,袖带长度≥中上臂围的80%,袖带宽度为中上臂围的37%~50%。当使用自动装置测量血压时,应根据袖带上指示的指定臂围范围选择袖带。放置袖带,使袖带充气部分(通常是划定动脉)的中点位于肘前窝触诊的肱动脉上方2cm处;这将确保在测量时肱动脉受到均匀压力。袖口要贴紧,袖口和皮肤之间的距离不能超过两个手指。
4. 手动听诊:为了确定袖带充气的峰值水平,触诊桡动脉脉搏,将袖带充气至脉搏消失点以上20~30mmHg。触诊肘前窝处的肱动脉,将听诊器隔膜或听诊器置于肱动脉上方;确保它没有放在袖口下面。把袖带充气到峰值充气水平。袖带以2~3mmHg/s的速度放气。听到的第一个Korotkoff音(K1)是收缩压,最后一个可听见的声音(K5)是舒张压。

表3 诊室和动态血压的血压分型

人群	合理性
诊室确诊的高血压患者	评估白大褂高血压;评估治疗后血压控制情况
有主动脉缩窄史的患者	评估隐匿性高血压
慢性肾脏疾病患者,包括获得性孤立肾患者	评估隐匿性高血压;评估治疗后血压控制情况
糖尿病患者(1型和2型)	评估隐匿性高血压;评估血压的异常昼夜变化
有遗传综合征的患者高血压风险增加*	评估隐匿性高血压
有早产史的患者	评估隐匿性高血压;评估血压的异常昼夜变化
肥胖患者	评估隐匿性高血压;评估血压的异常昼夜变化

注:*包括1型神经纤维瘤病、特纳综合征和威廉姆斯综合征。

二、病因

尽管有广泛研究,但原发性高血压的病因仍不清楚。原发性高血压是一种多因素的状态,作用机制包括遗传因素、生理特征和环境暴露(图1)。原发性儿童高血压是疾病的早期阶段,在整个生命过程中持续存在,并随着时间的推移,较高的血压暴露会导致儿童和青年时期的亚临床结果(例如,心脏、肾脏和大脑的TOI)以及晚年的CVD事件,包括心力衰竭、中风、肾功能衰竭和死亡^[1]。

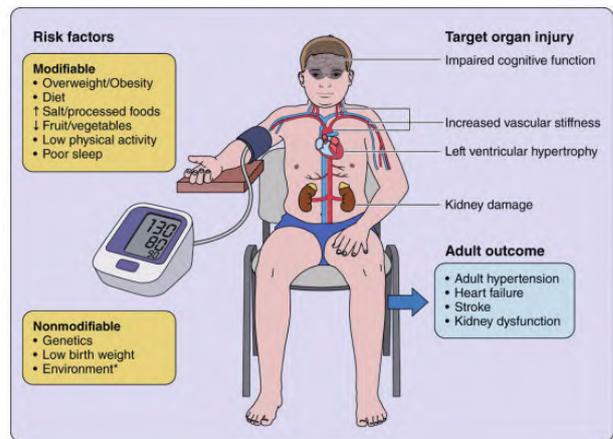


图1 儿童和青少年高血压的危险因素是可以改变的,包括改善饮食摄入和体育活动,减少过度肥胖。有证据表明原发性高血压青年患者的心脏和血管存在靶器官损伤。儿童期原发性高血压发病与成年期不良心血管疾病结局相关。许多已知会对青少年血压和成人心血管疾病产生不利影响的环境暴露,包括过量的食盐摄入和空气污染,可以通过技术手段来改变。降低这些环境影响具有挑战性,需要进行持续的公共卫生研究、宣传和政策变革。

(一) 遗传因素

尽管高血压常有家族聚集性,且似乎少部分可遗传,但遗传学研究一直无法确定导致原发性高血压的共同特定基因或基因组^[14,15]。遗传对BP的影响可能归因于大量易感基因之间的复杂相互作用。表观遗传因素可能发挥作用,特别是在介导环境影响方面^[16]。罕见的单基因高血压被认为是继发性高血压。

(二) 生理特征

与老年人血管阻力增加相比,心输出量增加在推动青少年血压升高方面可能起到更大的作用^[17]。导致心输出量增加的因素包括交感神经张力增加以及水钠潴留,尤其在超重或肥胖的人中都更常见。此外,神经激素和肾性心血管调节异常是不良心血管表型中的重要因素,如压力反射敏感性和盐敏感性血压的改变。其他机制导致不良心血管表型,包括胰岛素抵抗、肾血管紧张素-醛固酮系统失调和炎症。高血压诱发的TOI一旦发生,可能会诱发持续的高血压,包括心脏损伤、微血管狭窄、大动脉硬化以及血管硬化后压力感受器活性的改变^[18]。

(三) 生命早期进程

流行病学研究已经证实,胎儿暴露于受损的宫内环境,往往会导致低出生体重,造成心血管改变,增加日后心脏代谢紊乱的风险,包括高血压^[19]。实验研究证实存在多种机制介导儿童-原发性高血压的进展,包括心血管组织结构和功能的改变以及激素通路的失调,其中结构改变包括早产儿或小于胎龄者的肾单位数量减少和主动脉直径减小。目前尚不清楚这些因素是如何且在何种程度上促进原发性高血压的发展。

(四) 随访

在儿童早期,个体的血压水平在不同阶段测量是变化的。在儿童中期(8~9岁),个体的血压水平趋向于沿着相同的百分位发展。根据跟踪证据(跟踪系数 ≥ 0.4),儿童原发性高血压可预测成人高血压^[20]。

可改变的不良健康行为和不可改变的相关因素(遗传、低出生体重、环境剥夺)预测血压随时间推移而升高的轨迹^[21,22]。从儿童中期开始血压轨迹处于较高水平,或血压轨迹较高个体在青年时期有TOI的证据,包括颈动脉内膜-中膜厚度较高、脉搏波速度增加和左心室结构改变^[2]。

三、原发性高血压的危险因素

(一) 超重/肥胖

与成人一样,过度肥胖会增加儿童原发性高血压的风险。对2015年至2018年国家健康与营养检查系列(national health and nutrition examination series, NHANES)数据的分析发现,与体重正常的儿童相比,肥胖儿童更容易患高血压^[12]。此外,多项关于儿童体重指数(body mass index, BMI)和其他肥胖指标的研究表明,肥胖和高血压之间存在正相关^[4]。肥胖对血压的影响似乎没有一个较低的年龄限制;婴儿时期BMI升高与未来血压升高有

关。在一项关于出生体重和心脏代谢因素的纵向研究中指出,低出生体重和高BMI都影响5岁时的血压,但到10岁时,BMI的影响更强^[23]。

(二) 不良饮食习惯

饮食对儿童血压有影响。高钠摄入的儿童患高血压的风险增加,且与肥胖儿童的相关性更强。最近一个对18项关于钠摄入量和血压测量的高质量数据研究的荟萃分析显示,每天每增加1克钠摄入量,收缩压会增加0.8mmHg,舒张压会增加0.7mmHg^[24]。在美国,儿童和青少年的饮食钠摄入量远远高于建议水平,这主要是因为加工食品的摄入^[25]。摄入含糖饮料和过量卡路里与BMI升高有关,这可能导致血压异常。另外,多吃富含钾的食物,如水果、蔬菜和豆类以及低脂乳制品的摄入量增加与儿童血压降低有关^[26]。预防高血压饮食疗法(dietary approaches to stop hypertension, DASH)计划目前被推荐用于高血压儿童,并在青少年的随机试验中被证明有效^[27]。

(三) 体育锻炼

虽然已有大量的关于体育活动与健康益处关联的研究数据,但关于儿童体育活动与血压之间关系的数据却是喜忧参半。关于久坐时间、体育活动和身体健康之间的关系,已经有大量的研究,有些研究结果是积极的,有些研究结果影响很小。一项关于体育活动水平对代谢风险(包括血压)影响的大型荟萃分析显示,中度至高度体力活动与较低的血压相关^[28]。总的来说,定期体育活动可使血压改善约2mmHg。

(四) 睡眠

儿童时期尤其是在青少年时期的睡眠模式紊乱,包括睡眠质量差、睡眠中断和睡眠时间短,均与血压升高有关。阻塞性睡眠呼吸暂停是一种常见于肥胖相关性高血压儿童的病理性睡眠状况。据报道,间歇性呼吸暂停和觉醒与24h血压调节紊乱有关,并诱发高血压^[29]。

(五) 环境压力

某些环境暴露可能对儿童血压不利。一项应用颗粒物(PM_{2.5})和其他污染物的空气污染研究显示空气污染与青少年血压异常的风险增加有关^[30]。暴露于邻苯二甲酸盐(塑料和家用产品中常见的化合物)可能会影响内分泌功能。据报道,与血压正常的青少年相比,患有动态高血压和白大褂高血压的青少年尿中邻苯二甲酸盐浓度更高^[31]。此外,在患有高血压的青少年中有过严重的童年不良经历报道,其严重童年不良经历定义是主观上认为对儿童身体完整性、家庭或社会结构的安全或保障构成威胁^[32]。

四、TOI: 儿童原发性高血压的心脏和血管损伤证据

(一) 心脏

多项横断面研究表明TOI与青少年高血压之间存在关联^[7]。超声心动图测量左心室质量(left ventricular mass, LVM)是评价儿童患者血压相关性TOI的最佳临床方法^[4]。美国儿科学会2017年临床实践指南(clinical prac-

tice guideline, CPG) 建议基于以下几个因素进行 LVM 评估, 包括: ①LVM 与血压以及成人左室肥厚 (left ventricular hypertrophy, LVH) 与 CVD 事件的密切关系; ②大量儿科数据表明 LVH 在青少年高血压患者中普遍存在。在最近的一项关于 BP 对青少年 TOI 影响的多中心、种族多样性研究中 ($n = 303$; 平均年龄 15.6 岁; 63% 的白人; 55% 男性), 发现平均临床和日间动态收缩压与 LVM 指数之间存在线性关系^[33]。LVM 指数升高的血压阈值为血压的第 90 百分位, 低于当前高血压的临床定义。在同一队列中, 血压与收缩功能 (整体长轴应变) 和舒张期功能 (E/e 比率) 存在类似的线性关系, 表明血压水平较高时存在亚临床心功能障碍^[34]。超声心动图的图像采集、测量和计算应遵循最佳实践^[4,35]。将 LVM 引入时, 必须考虑到身材差异。CPG 将 ≥ 9 岁儿童的 LVH 定义为 $LVM > 51\text{g}/\text{m}^2$, 或男孩 $LVM > 115\text{g}/\text{体表面积}$, 女孩 $> 95\text{g}/\text{体表面积}$ ^[7]。对于儿童患者, 这些值大于第 95 百分位, 并与成人 CVD 事件相关的 LVM 指数阈值一致^[5]。对于 9 岁以下的儿童, 应使用儿童参考值。CPG 还定义了结构异常, 相对左室壁增厚为厚度 $> 0.42\text{cm}$, 收缩功能减退为左心室射血分数 $< 53\%$, 尽管这些测量数据在临床儿童超声心动图中是变化的^[4]。在临床上, 最能反映青少年人群血压相关 TOI 的指标是心脏功能。因此, CPG 建议在开始服用抗高血压药物之前进行超声心动图以评估左心室肥厚, 并可考虑每隔 6 至 12 个月复查一次超声心动图以监测改善或进展, 特别是在治疗后仍有持续高血压、向心性左室肥厚或基线收缩功能下降的患者^[4]。

(二) 血管

对血管结构的测量, 包括颈动脉内膜厚度、动脉硬化 (使用脉搏波速度) 和内皮功能 (肱动脉血流介导的扩张), 可以预测成人的 CVD 事件。既往研究表明, 青少年较高的血压水平与心血管事件进程有关, 包括颈动脉内膜-中膜较厚, 较高的脉搏波速度和较低的血流介导的扩张。然而, 没有足够的标准来确定临床切入点, 截至 2022 年撰写本文时, 不建议对青少年高血压患者进行常规血管参数评估^[4]。

已有在儿童时期与血压相关的微血管变化的报道, 包括异常的视网膜中央小动脉和静脉直径^[36]。心肺功能较好的儿童无论血压如何, 都有更宽的血管, 这表明生活方式有助于预防儿童 BP 相关的微血管损伤。微血管功能障碍是研究血压升高与青少年临床前认知功能变化之间关系的机制之一^[37]。然而, 这些变化可能不是永久性的。Lande 等人发现, 通过药物控制的高血压青少年的认知功能评分与正常血压的对照组相当。关于血压升高对视网膜和大脑的影响, 包括原发性高血压早期的功能和影像学的影响尚需进一步研究。

五、公共卫生影响: 原发性高血压的初级预防

初级预防的定义是防止血压升高或高血压发展。早期

预防是一个重要的公共卫生目标, 因为血压较低的人群与高血压和 CVD 相关的共病较少。早期预防工作如预防肥胖、加强运动、健康饮食, 都可能有助于降低高血压患病率^[26,38,39]。在青少年高血压的行为危险因素中, 不健康饮食的患病率最高, 这可能提供了最大的干预机会^[25,27]。食用加工食品会增加钠和糖的摄入量^[40], 食用水果、蔬菜、坚果和谷物有益于心血管健康^[6]。在流行病学研究中, 较高水平的身体素质与青少年未来的高血压呈负相关, 体育锻炼可降低收缩压, 特别是在肥胖的青年中^[41]。

在健康的社会决定因素中, 人们越来越注重减轻其他风险因素和童年不良经历影响来进行早期预防^[42]。例如, 粮食不安全和暴露于多种创伤性事件与青少年和成年后血压升高有关, 但缺乏针对这些风险预防高血压的策略, 会严重影响人们实施早期预防策略^[42,43]。人们通过获取健康食品和医疗保健增加对家庭的社会支持, 不断提升青少年适应能力来预防或减轻这些疾病。公共卫生服务无论是研究还是致力改善血压都存在困难。由于血压的内可在变性, 健康青少年人群的干预措施可能造成血压差异, 然而证明该影响需要长期随访, 研究耗资大且需要大样本量。使用 NHANES 等高质量的儿科数据库来监测 BP 的长期趋势与肥胖、体育活动、饮食、未满足的社会需求和童年不良经历的人群差异相关, 但此项研究也可能受到小效应量和依赖横断面研究设计的限制。阶梯式研究设计, 在不同的研究地点或环境中依次推出干预措施, 可能是更标准的随机试验设计的替代方案, 并提供质量改进和适应不同环境的机会。

模拟研究估计, 这些公共卫生干预措施可得到显著改善。在美国, 对商业加工和预制食品采用较低的钠含量标准, 可以使 ≥ 1 岁的儿童每天减少近 700mg 钠的摄入^[40]。学校提供更健康的食物, 每年可避免 2.2 万人死于心脏代谢疾病^[44]。如果钠摄入量减少到每日推荐量, 急性心肌梗死和中风病例可分别减少 4.8% 和 5.8%, 这表明早期的保护心脏健康行为, 可以在儿童时期实现理想的心血管健康保护, 并在成年期实现持续、长期的心血管疾病预防^[45]。

六、需要研究的关键领域

(一) 在初级保健中促进对高血压的认识

对青少年高血压的临床认识和正确诊断仍不理想。诊断率低的原因尚不完全清楚。除出现血压过高外, 临床医生可能不会始终将血压读数与参考数据进行比较, 其识别青少年高血压的能力也有所差别^[46]。

CPG 开发了一个简化的筛查血压表以方便识别儿童血压升高 (表 5), 简化了从 13 岁起的青少年诊断阈值^[4]。电子健康记录警报、质量改进措施、智能手机应用程序、电子健康记录应用程序和简化的筛查表等是可能提高高血压识别的方法^[47,48]。

表5 筛选需要进一步评估的示波血压值

年龄	男孩 (mmHg)		女孩 (mmHg)	
	SBP	DBP	SBP	DBP
1	98	52	98	54
2	100	55	101	58
3	101	58	102	60
4	102	60	103	62
5	103	63	104	64
6	105	66	105	67
7	106	68	106	68
8	107	69	107	69
9	107	70	108	71
10	108	72	109	72
11	110	74	111	74
12	113	75	114	75
≥13	120	80	120	80

注: DBP (diastolic blood pressure) 舒张压; SBP (systolic blood pressure) 收缩压。

(二) 儿童血压监测装置的问题

成人高血压指南建议使用自动血压仪进行高血压筛查。这一建议取决于使用根据既定协议经过严格独立测试的设备,以确认其准确性。对于儿童来说,除了设备的可用性之外,在初级保健机构中使用 ABPM 和家庭血压监测仍存在障碍。目前的 ABPM 程序很难在幼儿身上实施,有些儿童无法耐受 24h 的 ABPM。需要其他装置来测量儿童的非办公室血压。由于在最小年龄组 (< 3 岁) 的设备验证需要有创性参考血压测量、血压测量装置的市场较小及将儿童纳入研究的其他挑战,几乎没有血压设备被测试并被发现在儿童中是准确的^[49]。此外,确定哪些设备已根据标准化协议进行了准确性验证相对困难。专家团体和专业协会已经努力通过出版物和网站来简化这一过程,以帮助识别这些准确的设备^[50,51]。需要使用经过验证的设备来测量儿童在办公室外的血压。

(三) 青少年原发性高血压治疗的临床研究

随着儿童和青少年高血压的临床和转化研究的开展,临床管理指南已经从专家意见转变为基于证据的诊断、评估和治疗建议。推荐治疗的一个领域是原发性高血压的药物,但证据水平较低。许多短期临床试验已经证明了用于儿童血压控制的推荐降压药的安全性和有效性^[4]。唯一一项长期随机临床试验是在患有慢性肾脏疾病的儿童中进行,确定了降低血压对肾功能的益处^[52]。考虑到原发性高血压是目前已知的青少年中最常见的高血压类型,需要针对青少年原发性高血压的特定结果进行更长时间的随机临床试验,以期为青少年原发性高血压的药物治疗提供循证建议。

(四) 临床实践的几点思考

已知某些儿童和青少年患高血压的风险增加(表6)。这些儿童的血压值得特别关注,因为高血压的识别和适当的干预可能具有临床收益。

表6 儿童和青少年高血压发展的易感因素

超重和肥胖
父母或祖父母有高血压家族史
异常出生史,包括早产、小于胎龄、母体子痫前期和子痫及辅助生殖技术
已知的肾脏疾病,修复的主动脉缩窄,1型和2型糖尿病及与高血压相关的遗传综合征(威廉姆斯综合征,神经纤维瘤病,特纳综合征,结节性硬化症)*
使用已知可升高血压的药物(兴奋剂、皮质类固醇、钙调磷酸酶抑制剂)*

注:*适用于原发性和继发性高血压。

在诊断高血压时,建议在3次单独就诊时血压≥第95百分位,但也有些例外。例如,如果第一次就诊时血压测量值极高(例如,远高于2期高血压阈值),则获得 ABPM 以确认高血压或识别白大褂高血压是合理的。另一种考虑可以使用 ABPM 或甚至家庭血压监测来验证1期高血压的诊室读数,从而缩短完成高血压诊断的时间^[53]。

如前所述,改进的临床决策支持工具有助于儿童高血压的检测。这些工具可以采用各种格式,从 CPG 中的简化筛查表(表5)到电子健康记录中嵌入的警报和其他工具。

同样重要的是,确保测量儿童血压的工作人员接受过正确的血压测量技术培训(表2)。

儿童和青少年高血压的治疗通常根据潜在的诊断进行调整,如表7所示。无论潜在的诊断是什么,生活方式的改变对所有高血压的青少年都是有意义的,包括饮食调整(最好是咨询儿科营养师)和增加体育活动。因为现在已经认识到,一些患有白大褂高血压的儿童可能会发展为确诊的高血压,在这一群体中实施有关生活方式的干预措施也很重要。如果儿童和青少年原发性高血压患者的有关生活方式干预措施不能改善血压,建议使用抗高血压药物来降低血压。关于儿童和青少年抗高血压药物的种类和剂量的详细信息在 CPG 中提供^[4]。

表7 儿童高血压的治疗方法

诊断分类	建议措施
BP 升高	饮食改变: DASH 饮食,减少钠摄入量; 体育活动: 剧烈运动,减少屏幕时间
白大褂高血压	饮食改变: DASH 饮食,减少钠摄入量; 体育活动: 剧烈运动,减少屏幕时间
原发性高血压	饮食改变: DASH 饮食,减少钠摄入量; 体育活动: 剧烈运动,减少屏幕时间; 如果在饮食和身体活动测量6~12个月后血压仍然高,则开始服用降压药物*
继发性高血压	饮食改变: DASH 饮食,减少钠摄入量; 体育活动: 剧烈运动,减少屏幕时间; 对继发性高血压病因诊断和病因管理的降压药物治疗*

注: DASH (dietary approaches to stop hypertension) 预防高血压的饮食方法。*在开始服用降压药之前,做超声心动图评估心脏质量。对于2期高血压,评估潜在的原因或转诊,并开始治疗以降低血压。

大量流行病学和临床证据证实,原发性高血压的早期阶段可发生在儿童时期。由于儿童肥胖的流行,原发性高血压现在是儿童高血压的主要类型,特别是青少年。血压处于血压分布较高范围的儿童往往会在成年后保持这一水平,从而增加了随后发生CVD事件的风险^[1,2]。生活方式因素(不健康的饮食、久坐不动、超重)可增加青少年高血压的风险,可以成为降低血压水平的干预目标。有证据表明,TOI与儿童和青少年血压水平一致,与 ≥ 95 百分位相关。最近的研究结果表明,即使在 < 95 百分位的水平上,也可能存在TOI的风险^[33]。除了基本预防外,建议所有儿科患者使用标准测量方案进行定期临床血压监测,以识别血压升高和高血压的儿童。进入成年期的青少年血压 $< 120/80$ mmHg是最佳目标。

参 考 文 献

- [1] Jacobs DR, Jr., Woo JG, Sinaiko AR, et al. Childhood Cardiovascular Risk Factors and Adult Cardiovascular Events [J]. *N Engl J Med*, 2022, 386 (20): 1877-1888.
- [2] Yang L, Magnussen CG, Yang L, et al. Elevated Blood Pressure in Childhood or Adolescence and Cardiovascular Outcomes in Adulthood: A Systematic Review [J]. *HYPERTENSION*, 2020, 75 (4): 948-955.
- [3] Blumenthal S, Epps RP, Heavenrich R, et al. Report of the task force on blood pressure control in children [J]. *PEDIATRICS*, 1977, 59 (52 suppl): I-II, 797-820.
- [4] Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents [J]. *PEDIATRICS*, 2017, 140 (3).
- [5] Lurbe E, Agabiti-Rosei E, Cruickshank JK, et al. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents [J]. *J Hypertens*, 2016, 34 (10): 1887-1920.
- [6] Rabi DM, McBrien KA, Sapir-Pichhadze R, et al. Hypertension Canada's 2020 Comprehensive Guidelines for the Prevention, Diagnosis, Risk Assessment, and Treatment of Hypertension in Adults and Children [J]. *Can J Cardiol*, 2020, 36 (5): 596-624.
- [7] Flynn JT. What Level of Blood Pressure Is Concerning in Childhood? [J]. *Circ Res*, 2022, 130 (5): 800-808.
- [8] Muntner P, Shimbo D, Carey RM, et al. Measurement of Blood Pressure in Humans: A Scientific Statement From the American Heart Association [J]. *HYPERTENSION*, 2019, 73 (5): e35-e66.
- [9] Koebnick C, Mohan Y, Li X, et al. Failure to confirm high blood pressures in pediatric care-quantifying the risks of misclassification [J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2018, 20 (1): 174-182.
- [10] Flynn JT, Urbina EM, Brady TM, et al. Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Children and Adolescents; 2022 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association [J]. *HYPERTENSION*, 2022, 79 (7): e114-e124.
- [11] Song P, Zhang Y, Yu J, et al. Global Prevalence of Hypertension in Children: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *JAMA Pediatr*, 2019, 173 (12): 1154-1163.
- [12] Hardy ST, Sakhuja S, Jaeger BC, et al. Trends in Blood Pressure and Hypertension Among US Children and Adolescents, 1999-2018 [J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4 (4): e213917.
- [13] Welch WP, Yang W, Taylor-Zapata P, et al. Antihypertensive drug use by children: are the drugs labeled and indicated? [J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2012, 14 (6): 388-395.
- [14] Manosroi W, Williams GH. Genetics of Human Primary Hypertension: Focus on Hormonal Mechanisms [J]. *Endocr Rev*, 2019, 40 (3): 825-856.
- [15] Olczak KJ, Taylor-Bateman V, Nicholls HL, et al. Hypertension genetics past, present and future applications [J]. *J Intern Med*, 2021, 290 (6): 1130-1152.
- [16] Arif M, Sadayappan S, Becker RC, et al. Epigenetic modification: a regulatory mechanism in essential hypertension [J]. *Hypertens Res*, 2019, 42 (8): 1099-1113.
- [17] Kotsis V, Stabouli S, Papakatsika S, et al. Mechanisms of obesity-induced hypertension [J]. *Hypertens Res*, 2010, 33 (5): 386-393.
- [18] Li Y, Haseler E, Chowienzyk P, et al. Haemodynamics of Hypertension in Children [J]. *Curr Hypertens Rep*, 2020, 22 (8): 60.
- [19] South AM, Shaltout HA, Washburn LK, et al. Fetal programming and the angiotensin- (1-7) axis: a review of the experimental and clinical data [J]. *Clin Sci (Lond)*, 2019, 133 (1): 55-74.
- [20] Chen X, Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis [J]. *CIRCULATION*, 2008, 117 (25): 3171-3180.
- [21] Theodore RF, Broadbent J, Nagin D, et al. Childhood to Early-Midlife Systolic Blood Pressure Trajectories: Early-Life Predictors, Effect Modifiers, and Adult Cardiovascular Outcomes [J]. *HYPERTENSION*, 2015, 66 (6): 1108-1115.
- [22] Kelly RK, Thomson R, Smith KJ, et al. Factors Affecting Tracking of Blood Pressure from Childhood to Adulthood: The Childhood Determinants of Adult Health Study [J]. *J Pediatr*, 2015, 167 (6): 1422-1428.
- [23] Lurbe E, Aguilar F, Alvarez J, et al. Determinants of Cardio-metabolic Risk Factors in the First Decade of Life: A Longitudinal Study Starting at Birth [J]. *HYPERTENSION*, 2018, 71 (3): 437-443.
- [24] Leyvraz M, Chatelan A, da Costa BR, et al. Sodium intake and blood pressure in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of experimental and observational studies [J]. *Int J Epidemiol*, 2018, 47 (6): 1796-1810.
- [25] Falkner B, Lurbe E. Primordial Prevention of High Blood Pressure in Childhood: An Opportunity Not to be Missed [J]. *HYPERTENSION*, 2020, 75 (5): 1142-1150.
- [26] US Department of Health and Human Services and US Department of Agriculture. 2015-2020 Dietary Guidelines for Americans. 8th ed. December 2015. Accessed February 24, 2023. <https://health.gov/our-work/food-nutrition/previous-diet>

- ary-guidelines/2015.
- [27] Couch SC, Saelens BE, Khoury PR, et al. Dietary Approaches to Stop Hypertension Dietary Intervention Improves Blood Pressure and Vascular Health in Youth With Elevated Blood Pressure [J]. *HYPERTENSION*, 2021, 77 (1): 241-251.
- [28] Ekelund U, Luan J, Sherar LB, et al. Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents [J]. *Jama*, 2012, 307 (7): 704-712.
- [29] Baker-Smith CM, Isaiah A, Melendres MC, et al. Sleep-Disordered Breathing and Cardiovascular Disease in Children and Adolescents: A Scientific Statement From the American Heart Association [J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10 (18): e022427.
- [30] Li J, Dong Y, Song Y, et al. Long-term effects of PM (2.5) components on blood pressure and hypertension in Chinese children and adolescents [J]. *Environ Int*, 2022, 161: 107134.
- [31] Yalçın SS, Erdal i, Oğuz B, et al. Association of urine phthalate metabolites, bisphenol A levels and serum electrolytes with 24-h blood pressure profile in adolescents [J]. *BMC Nephrol*, 2022, 23 (1): 141.
- [32] Suglia SF, Koenen KC, Boynton-Jarrett R, et al. Childhood and Adolescent Adversity and Cardiometabolic Outcomes: A Scientific Statement From the American Heart Association [J]. *CIRCULATION*, 2018, 137 (5): e15-e28.
- [33] Urbina EM, Mendizábal B, Becker RC, et al. Association of Blood Pressure Level With Left Ventricular Mass in Adolescents [J]. *HYPERTENSION*, 2019, 74 (3): 590-596.
- [34] Tran AH, Flynn JT, Becker RC, et al. Subclinical Systolic and Diastolic Dysfunction Is Evident in Youth With Elevated Blood Pressure [J]. *HYPERTENSION*, 2020, 75 (6): 1551-1556.
- [35] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28 (1): 1-39.
- [36] Köchli S, Endes K, Steiner R, et al. Obesity, High Blood Pressure, and Physical Activity Determine Vascular Phenotype in Young Children [J]. *HYPERTENSION*, 2019, 73 (1): 153-161.
- [37] Lande MB, Batisky DL, Kupferman JC, et al. Neurocognitive Function in Children with Primary Hypertension after Initiation of Antihypertensive Therapy [J]. *J Pediatr*, 2018, 195: 85-94.
- [38] Ducharme-Smith K, Caulfield LE, Brady TM, et al. Higher Diet Quality in African-American Adolescents Is Associated with Lower Odds of Metabolic Syndrome: Evidence from the NHANES [J]. *J Nutr*, 2021, 151 (6): 1609-1617.
- [39] Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, et al. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and meta-analysis [J]. *Obes Rev*, 2016, 17 (1): 56-67.
- [40] Cogswell ME, Patel SM, Yuan K, et al. Modeled changes in US sodium intake from reducing sodium concentrations of commercially processed and prepared foods to meet voluntary standards established in North America; NHANES [J]. *Am J Clin Nutr*, 2017, 106 (2): 530-540.
- [41] Martin-Smith R, Cox A, Buchan DS, et al. High Intensity Interval Training (HIIT) Improves Cardiorespiratory Fitness (CRF) in Healthy, Overweight and Obese Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17 (8).
- [42] Su S, Wang X, Pollock JS, et al. Adverse childhood experiences and blood pressure trajectories from childhood to young adulthood: the Georgia stress and Heart study [J]. *CIRCULATION*, 2015, 131 (19): 1674-1681.
- [43] South AM, Palakshappa D, Brown CL. Relationship between food insecurity and high blood pressure in a national sample of children and adolescents [J]. *Pediatr Nephrol*, 2019, 34 (9): 1583-1590.
- [44] Rosettie KL, Micha R, Cudhea F, et al. Comparative risk assessment of school food environment policies and childhood diets, childhood obesity, and future cardiometabolic mortality in the United States [J]. *PLoS One*, 2018, 13 (7): e0200378.
- [45] Hendriksen MA, Hoogenveen RT, Hoekstra J, et al. Potential effect of salt reduction in processed foods on health [J]. *Am J Clin Nutr*, 2014, 99 (3): 446-453.
- [46] Bijlsma MW, Blufpand HN, Kaspers GJ, et al. Why pediatricians fail to diagnose hypertension: a multicenter survey [J]. *J Pediatr*, 2014, 164 (1): 173-177.
- [47] Kharbanda EO, Asche SE, Sinaiko AR, et al. Clinical Decision Support for Recognition and Management of Hypertension: A Randomized Trial [J]. *PEDIATRICS*, 2018, 141 (2) .
- [48] Rinke ML, Singh H, Brady TM, et al. Cluster Randomized Trial Reducing Missed Elevated Blood Pressure in Pediatric Primary Care: Project RedDE [J]. *Pediatr Qual Saf*, 2019, 4 (5): e187.
- [49] Stergiou GS, Asmar R, Myers M, et al. Improving the accuracy of blood pressure measurement: the influence of the European Society of Hypertension International Protocol (ESH-IP) for the validation of blood pressure measuring devices and future perspectives [J]. *J Hypertens*, 2018, 36 (3): 479-487.
- [50] US blood pressure validated device listing. Accessed February 24, 2023. <https://www.validateBP.org>.
- [51] STRIDE BP. Accessed February 24, 2023. <https://stridebp.org>.
- [52] Wühl E, Trivelli A, Picca S, et al. Strict blood-pressure control and progression of renal failure in children [J]. *N Engl J Med*, 2009, 361 (17): 1639-1650.
- [53] Gidding SS. Diagnosing Hypertension in Childhood [J]. *HYPERTENSION*, 2018, 72 (4): 834-835.

(收稿日期: 2023-10-20)

(本文编辑: 邹联洪)