

Rozpoznawanie nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży

Łukasz Obrycki

Klinika Nefrologii, Transplantacji Nerek i Nadciśnienia Tętniczego, Instytut „Pomnik — Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa

STRESZCZENIE

W artykule podsumowano wskazania i zasady pomiaru ciśnienia tętniczego (BP) u dzieci i młodzieży, a także standardy rozpoznawania nadciśnienia tętniczego (NT) na podstawie polskich, europejskich i amerykańskich towarzystw naukowych, a także opinii eksperckich. Ze względu na ograniczenie objętości tekstu w pracy nie omówiono diagnostyki różnicowej i oceny uszkodzenia naczyniowego i narządowego związanego z NT.

Słowa kluczowe: ciśnienie tętnicze; pomiary; dzieci; młodzież

Nadciśnienie Tętnicze w Praktyce 2022, tom 8, nr 1, strony: 17–25

Wprowadzenie

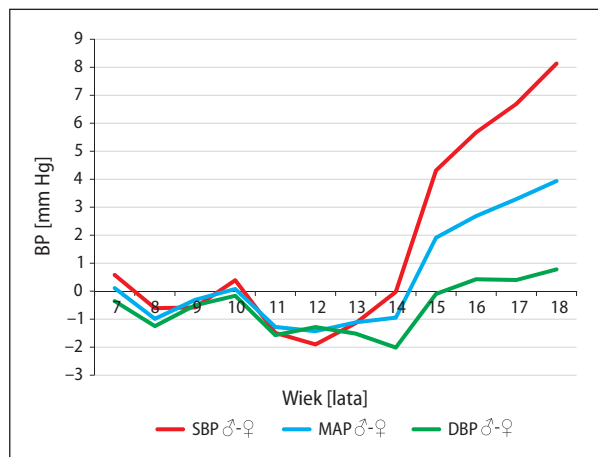
Podwyższone ciśnienie tętnicze (BP, *blood pressure*), jak dowodzą wyniki badań opublikowanych na podstawie ponad 100 lat obserwacji, jest głównym, potencjalnie odwracalnym czynnikiem ryzyka sercowo-naczyniowego w populacji ogólnej [1]. Jest też istotnym problemem klinicznym medycyny wieku rozwojowego, u nastolatków stanowiąc jedno z najczęstszych schorzeń przewlekłych. W niniejszym artykule podsumowano wskazania i zasady pomiaru BP u dzieci i młodzieży, a także metody rozpoznawania i klasyfikację nadciśnienia tętniczego (NT) w tej grupie wiekowej.

Epidemiologia nadciśnienia tętniczego

Częstość występowania NT zmienia się z wiekiem. Na podstawie wyników reprezentatywnych badań populacyjnych szacuje się, że choroba ta dotyczy

3–5% dzieci i młodzieży w wieku od 0 do 18 lat [2]. W badaniach OLAF i OLA, przeprowadzonych na reprezentatywnej próbie populacyjnej, podwyższone wartości BP (> 95 cc. dla płci i wieku), oceniane na podstawie średniej z 2. i 3. pomiaru w trakcie jednej wizyty, stwierdzono u 6,9% dzieci w wieku 3 lat, 7,7% dzieci w wieku 6–10 lat i 6,2% młodzieży w wieku 10–20 lat [3]. Z innych badań, w tym badań własnych, wynika, że częstość rozpoznawania NT u nastolatków w wieku 14–18 lat jest zbliżona do częstości rozpowszechnienia NT u młodych dorosłych i wynosi około 10–13% [4, 5]. Wtórne NT występuje częściej u dzieci młodszych, przed okresem skoku pokwitaniowego [6]. Występowanie NT pierwotnego (NTP) zwiększa się gwałtownie w okresie dojrzewania i dotyczy głównie chłopców. Jest to spowodowane fizjologicznym wzrostem BP u nastolatków płci męskiej (ryc. 1). W tym okresie NT stwierdza się 3–4-krotnie częściej u chłopców niż u dziewcząt. Ze względu na wzrost częstości występowania nadwagi i otyłości u dzieci i młodzieży

Adres do korespondencji: Łukasz Obrycki, Klinika Nefrologii, Transplantacji Nerek i Nadciśnienia Tętniczego, Instytut „Pomnik — Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa; e-mail: l.obrycki@ipczd.pl



Rycina 1. Różnice ciśnienia (BP) tętniczego między chłopcami a dziewczętami — istotny wzrost BP u chłopców utrzymujący się od skoku pokwitaniowego. SBP (systolic blood pressure) — skurczowe ciśnienie tętnicze; MAP (mean arterial pressure) — średnie ciśnienie tętnicze; DBP (diastolic blood pressure) — rozkurczowe ciśnienie tętnicze (przedruk za zezwoleniem Litwin, Kułaga, Pediatr Nephrol 2021)

wzrasta także częstość NTP, które stanowi ok. 50% wszystkich rozpoznań NT u dzieci.

Nadciśnienie tętnicze pierwotne od okresu pokwitania jest dominującą przyczyną NT w wieku rozwojowym [6]. Jest chorobą o wolnym i subklinicznym postępie i nie prowadzi do jawnej klinicznie choroby sercowo-naczyniowej (CVD, *cardiovascular disease*) w okresie dzieciństwa lub adolescencji, ale powoduje spowodowane NT uszkodzenie narządowe (HMOD, *hypertension mediated organ damage*). Nadciśnienie tętnicze pierwotne nie jest izolowanym zjawiskiem hemodynamicznym. To schorzenie o złożonym podłożu neuroimmunometabolicznym [7]. Zwykle diagnozuje się je po 6. roku życia i w większości przypadków w wieku przedpokwitaniowym lub w okresie dojrzewania. U dzieci i młodzieży z NTP występuje typowy fenotyp, na który składają się zaburzenia składu ciała, otyłość trzewna i zaburzenia metaboliczne typowe dla zespołu metabolicznego (ZM), a tendencja do podwyższonego stężenia kwasu moczowego w surowicy krwi jest uznawana za najbardziej typowe zaburzenie metaboliczne (tab. 1) [8–15]. Zespół metaboliczny występuje u około 15–20% dzieci z NTP już w momencie rozpoznania w porównaniu z 2% w ogólnej populacji pediatrycznej [16, 17]. Gdy stosowane są bardziej zaawansowane metody diagnostyczne, można również stwierdzić w tej grupie przyspieszone

dojrzewanie biologiczne, istotne zmiany w układzie immunologicznym oraz zaburzoną aktywność adrenergiczną [18–24]. Nieprawidłowości te wskazują, że leczenie NTP i wczesnej CVD obejmuje nie tylko obniżenie BP, ale również zmniejszenie narażenia na powiązane ze sobą neuroimmunometaboliczne czynniki ryzyka sercowo-naczyniowego. Potwierdzają to dane z badania NHANES, którego wyniki wskazują, że u nieco więcej niż jednego dziecka na dziesięcioro w wieku 8–17 lat stwierdzono podwyższone BP, a u jednego na pięcioro uczestników badania występowały istotne nieprawidłowości metaboliczne [25].

Udowodniono, że wartości BP (status BP) w okresie rozwojowym przekładają się na BP w wieku dorosłym. Istotnych informacji w tej kwestii dostarczają wyniki badania Theodore i wsp., w którym obserwowano trajektorię zmian BP od 7. do 38. rż. U dzieci i młodzieży, u których stwierdzono najwyższe wartości BP w 7. rż., wartości BP również były najwyższe, odpowiadały one NT w 38. rż. W grupie tej obserwowano stopniowy wzrost BP od 7. do 38. rż. Podobne zjawisko przenoszenia statusu BP w czasie („tracking”) obserwowano wśród uczestników badania w grupie normotensyjnej i grupie ze stanem przednadciśnieniowym [27]. W innej pracy — Kelly i wsp. — także potwierdzono, że podwyższone BP w dzieciństwie wiąże się z większym o 35% ryzykiem podwyższonego BP (definiowanego jako stan przednadciśnieniowy i NT) w wieku dorosłym, w porównaniu z ryzykiem występującym u dzieci normotensyjnych [ryzyko względne: 1,35; 95-procentowy przedział ufności (CI): 1,18–1,55; $p < 0,001$] [28]. W pracy tej oceniono, że gdyby zapobiec występowaniu podwyższonego BP w dzieciństwie, udało by się uniknąć około 10% przypadków podwyższonego BP w wieku dorosłym. Biorąc pod uwagę rozpowszechnienie NT u osób dorosłych, można wysunąć hipotezę, że nawet niewielkie obniżenie częstości występowania NT w grupie pediatrycznej może wywierać globalny wpływ na zdrowie populacji ogólnej, a także na koszty związane z leczeniem konsekwencji NT [28].

Podwyższone BP w okresie rozwojowym ma również wpływ na zwiększone ryzyko sercowo-naczyniowe w wieku dorosłym. Jednym z dowodów są wyniki *Bogalusa Heart Study*, w którym wzięło udział 824 pacjentów dorosłych w średnim wieku 36 lat. Autorzy udowodnili, że predyktorem przerostu lewej komory (PLK) w tej grupie było

Tabela 1. Fenotyp nadciśnienia tętniczego pierwotnego dzieci i młodzieży [26]

<p>Wczesne starzenie naczyniowe cIMT</p> <p>Ściany tętnic — zwiększona cIMT</p> <p>Zwiększona sztywność tętnic — podwyższona PWV</p> <p>Upośledzona funkcja śródbłonna — zmniejszona FMD</p>
<p>Zaburzenia składu ciała</p> <p>Otyłość trzewna</p> <p>Zwiększony udział tłuszczu w ogólnej masie ciała</p>
<p>Przyspieszony wiek biologiczny</p> <p>Przyspieszony wiek kostny</p> <p>Wcześniejszy skok pokwitaniowy*</p> <p>Wcześniejszy wiek menarche*</p>
<p>ZM i zaburzenia typowe dla ZM</p> <p>10–15 lat</p> <p>Obwód talii ≥ 90 cc lub \geq punktu odcięcia dla dorosłych (patrz niżej) + 2 lub więcej z kryteriów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • TTG ≥ 150 mg/dl • HDL < 40 mg/dl • SBP ≥ 130 i/lub DBP ≥ 85 mm Hg • glikemia na czczo ≥ 100 mg/dl lub cukrzyca typu 2 <p>≥ 16 lat</p> <p>Obwód talii ≥ 94 cm u chłopców i 80 cm u dziewcząt + 2 z poniższych kryteriów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • HDL < 40 mg/dl u chłopców i < 50 mg/dl u dziewcząt • TTG ≥ 150 mg/dl • SBP ≥ 130 i/lub DBP ≥ 85 mm Hg lub leczenie hipotensyjne • glikemia na czczo ≥ 100 mg/dl lub cukrzyca typu 2
<p>Inne zaburzenia metaboliczne</p> <p>Tendencja do wyższych stężeń kwasu moczowego</p>
<p>Zaburzenia hemodynamiczne typowe dla krążenia hiperkinetyczne (dokładne omówienie wykracza poza ramy niniejszego artykułu)</p>

*wiek skoku pokwitaniowego i menarche nadal w granicach normy; cIMT (*carotid intima-media thickness*) — grubość kompleksu błona wewnętrzna-błona środkowa tętnic szyjnych wspólnych; PWV (*pulse wave velocity*) — prędkość fali tętna; FMD (*flow-mediated dilation*) — rozszerzalność tętnicy ramiennej zależna od przepływu; ZM — zespół metaboliczny; TTG (*triglycerides*) — triglicerydy; HDL (*high-density lipoproteins*) — lipoproteiny o dużej gęstości; SBP (*systolic blood pressure*) — ciśnienie tętnicze skurczowe

długotrwałe narażenie na podwyższone BP oraz zwiększoną ilość tłuszczu trzewnego stwierdzone przed ukończeniem 18. rż. [29]. Wyniki badania CARDIA wskazują natomiast, że ekspozycja na podwyższone BP w dzieciństwie wiąże się nie tylko z PLK, lecz także z dysfunkcją rozkurczową lewej komory u młodych dorosłych [30]. Związek między podwyższonym BP w okresie adolescencji (13.–18. rż.) a rozwojem miażdżycy naczyń wieńcowych (w tym występowaniem zwapnień) oraz arteriopatii (wyrażoną jako zwiększenie grubości kompleksu *intima-media* (cIMT, *carotid intima-media thickness*) powyżej normy) 27 lat później potwierdzono także w innym badaniu — *Cardiovascular Risk in Young Finns Study* [31]. Interesujące wyniki dotyczące ryzyka sercowo-naczyniowego u dzieci i młodzieży z NT przyniosła również analiza w ramach *Childhood Cardiovascular Cohort Consortium*, obejmująca 4210 uczestników, u któ-

rych pierwsze badanie przeprowadzono w wieku 9–18 lat, kolejne już w wieku dorosłym (24–46 lat). Udowodniono, że uczestnicy, u których stwierdzano podwyższone BP zarówno w dzieciństwie, jak i 20–30 lat później, cechowali się największymi wartościami cIMT w drugim badaniu. W grupie z prawidłowym BP w okresie rozwojowym i podwyższonym BP w wieku dorosłym cIMT było mniejsze niż u pacjentów z utrzymującym się od dzieciństwa podwyższonym BP, jednak większe niż w grupie z podwyższonym BP w dzieciństwie i u których 20–30 lat później BP było prawidłowe. Co oczywiste, najniższe wartości cIMT odnotowano w grupie stale normotensyjnej. Warty podkreślenia jest wykazanie w badaniu istotnej redukcji ryzyka rozwinięcia arteriosklerotycznych zmian w tętnicach szyjnych u pacjentów, którzy mimo podwyższonych wartości BP w dzieciństwie znormalizowali swoje BP w wieku dorosłym [32, 33].

Zasady pomiaru ciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży

Zgodnie z zaleceniami Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego (ESH, *European Society of Hypertension*) i Amerykańskiej Akademii Pediatrii (AAP, *American Academy of Pediatrics*), BP powinno być mierzone u dzieci od 3. rż. co najmniej 1 raz w roku w trakcie rutynowych wizyt kontrolnych oraz wizyt związanych z problemem zdrowotnym. U dzieci poniżej 3. rż. pomiar BP zalecany jest jedynie w wybranych przypadkach i dotyczy pacjentów z rozpoznaniem problemem zdrowotnym (tab. 2) [34, 35]. Zasadność prowadzenia wcześniejszego niż przed 24. mż. powszechnego badania przesiewowego w kierunku NT nie znajduje potwierdzenia w stanowiskach towarzystw naukowych i wynikach badań epidemiologicznych [36]. Pomiar BP u dzieci młodszych obarczony jest bowiem dużym ryzykiem niepowodzenia ze względu na brak współpracy ze strony pacjenta: u dzieci w 1. rż. pomiar BP jest niemiarodajny w 41% przypadków [37], u dzieci w 3. rż. — w 20%, a w grupie wiekowej 3–6 lat nie udaje się poprawnie dokonać pomiaru u około 9% dzieci [3]. W trakcie pierwszej wizyty lekarskiej BP powinno zostać zmierzone na wszystkich kończynach. W 1. rż. i do momentu osiągnięcia przez dziecko pionowej pozycji ciała wartości BP na kończynach dolnych są niższe niż na kończynach górnych.

W 2. rż. u dziecka stojącego/chodzącego wartości BP na kończynach dolnych stają się o około 20 mm Hg wyższe, a w późniejszym wieku o około 30–40 mm Hg wyższe. Kolejne pomiary należy wykonywać na prawym ramieniu, całkowicie odkrytym,

odwiedzionym i opartym na wysokości serca. Mankiet powinien obejmować cały obwód ramienia i co najmniej 40% jego długości. Część mankieta wypełniana powietrzem musi obejmować co najmniej 80% obwodu ramienia i całą stronę dłoniową. Pomiar dokonany zbyt wąskim mankiem może zawyżać odczyt nawet do 30%, a zbyt szerokim — może go zaniżać. U niemowląt pozycja ciała nie wpływa istotnie na wartość BP. U tych dzieci w pomiarze wykonanym w czasie snu wartości skurczowego ciśnienia tętniczego (SBP, *systolic blood pressure*) są o 5–7 mm Hg niższe. Ponieważ wartości uzyskane w trakcie pierwszego pomiaru są zwykle zawyżone, pomiar należy powtórzyć 2–3-krotnie w czasie jednego badania. Pomiar BP jest bardziej wiarygodny, jeśli dziecko nie jadło posiłków ponad 30 minut przed badaniem, nie otrzymało leków mogących wpływać na wysokość BP oraz 5–10 min przed wykonaniem pomiaru spędziło w spokoju, w pozycji siedzącej z opartymi plecami. Analizując wynik pomiaru BP, należy zwrócić uwagę na różnicę w pomiarach z obu kończyn górnych — jeśli wynosi ≥ 5 mm Hg, należy to odnotować w karcie pacjenta [38]. Zgodnie z obowiązującymi wytycznymi towarzystw naukowych uzyskane wartości przygodnych pomiarów BP powyżej 90. cc ocenione metodą oscylometryczną wymagają weryfikacji metodą osłuchową [35, 38]. Należy jednak zauważyć, że zalecenie to w codziennej praktyce klinicznej nie ma jednak zastosowania praktycznego. Obecnie dokonywanie pomiarów za pomocą zwalidowanych urządzeń oscylometrycznych wydaje się metodą szybką, łatwą w realizacji i powtarzalną [39, 40]. Należy zwrócić uwagę, iż pomiar metodą osłuchową, wykonywany obecnie w praktyce rzadko, zwłaszcza przez niedoświadczony personel, może prowadzić do błędów interpretacyjnych (np. przy wysokich wartościach BP i niedostatecznym napompowaniu mankieta drugi ton bywa interpretowany jako odpowiadający SBP, a trzeci ton jako rozkurczowe NT). Urządzenia oscylometryczne pompują mankiety do zaprogramowanej, odpowiednio wysokiej wartości. Aparaty te oceniają średnie ciśnienie tętnicze (MAP, *mean arterial pressure*), SBP i rozkurczowe ciśnienie tętnicze (DBP, *diastolic blood pressure*) są obliczane na podstawie MAP z wykorzystaniem odpowiednich algorytmów. Pomiar automatyczny, oscylometryczny, ma szczególne znaczenie u najmłodszych dzieci (noworodki i niemowlęta), co podkreślono w wytycznych amerykańskich z 2017 r. Analizowanym w tej grupie para-

Tabela 2. Wskazania do pomiaru ciśnienia tętniczego (BP) u dzieci [35, 41, 42]

<p>Pomiar BP powinien być wykonywany u każdego dziecka w wieku ≥ 3. rż. co najmniej raz w roku i podczas rutynowego badania lekarskiego.</p>
<p>U dzieci młodszych (≤ 3. rż.) pomiar BP wykonuje się w określonych sytuacjach, do których należą:</p> <ul style="list-style-type: none"> • obciążony wywiad okołoporodowy: wcześniactwo, mała masa urodzeniowa, intensywna terapia w okresie okołoporodowym; • wady wrodzone; • nawracające zakażenia układu moczowego, choroba nerek i/lub układu moczowego; • choroba nowotworowa; • transplantacja narządów i przeszczep szpiku; • stosowanie leków wpływających na wysokość BP; • objawy i stany chorobowe związane.

Tabela 3. Wartości 95. cc skurczowego ciśnienia tętniczego (SBP) dla noworodków i niemowląt [43]

Wiek	Wartości 95. cc SBP	
	Chłopcy	Dziewczynki
Do 7. dz.	96	96
8.–30. dz.	104	104
1. mż.	404	104
2. mż.	109	106
3. mż.	110	108
4. mż.	110	109
5. mż.	110	112
6.–12. mż.	110	113

metrem jest SBP. Na jego podstawie, przy 3-krotnym stwierdzeniu wartości SBP utrzymujących się powyżej 95. cc dla danego wieku kalendarzowego rozpoznaje się NT [41]. Należy podkreślić, że w tej grupie wiekowej (noworodki i niemowlęta) nie powinno się wykonywać pomiaru metodą osłuchową ze względu na trudności techniczne i częściej występujący efekt białego fartucha w porównaniu z pomiarem automatycznym. Pomiar BP automatyczną metodą oscylometryczną jest obarczony ryzykiem błędnego stwierdzenia podwyższonych wartości BP w pierwszym badaniu. W przypadku wskazań do pomiaru BP w tych grupach wiekowych, jeśli wynik pierwszego badania jest nieprawidłowy, zaleca się wykonanie w krótkich odstępach czasu wielokrotnych kolejnych pomiarów (metodą automatyczną) [42]. Wartości 95. cc SBP dla noworodków i niemowląt przedstawiono w tabeli 3 [43].

Rozpoznawanie i klasyfikacja nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży

Zgodnie z powszechnie zaakceptowaną definicją do rozpoznania NT u dzieci konieczne jest stwierdzenie w trzech niezależnych pomiarach wartości BP równych lub przekraczających 95. cc dla wieku, płci i wzrostu. Zgodnie z aktualnymi zaleceniami europejskimi (ESH z 2016 r.) oraz krajowymi [Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego (PTNT) z 2019 r.] ze względu na rozbieżności interpretacyjne u młodzieży w wieku ≥ 16 lat należy stosować kryteria rozpoznania NT jak u dorosłych. Punktem odcięcia w tym wieku są zatem wartości $\geq 140/90$ mm Hg [35, 42]. Definicja NT u nastolatków uległa również zmia-

nie w zaleceniach Amerykańskiego Towarzystwa Chorób Serca (AHA, *American Heart Association*) oraz AAP z 2017 r. Podobnie jak AHA, AAP obniżyła progi rozpoznania NTW: w opublikowanych w 2017 r. rekomendacjach zaproponowano nowe punkty odcięcia u adolescentów w wieku ≥ 13 lat. W tej grupie wiekowej według AAP NT należy rozpoznawać przy wartościach $\geq 130/80$ mm Hg, analogicznie do zaleceń AHA z 2017 r. dotyczących dorosłych. U dzieci młodszych, podobnie jak w zaleceniach europejskich, oparto się na wartościach centylowych ciśnienia tętniczego, a punktem odcięcia jest również 95. cc., chociaż zaproponowano nowe wartości referencyjne opracowane na tak zwanej populacji wzorcowej, a nie ogólnej [41]. O ile zaproponowane przez AAP nowe progi rozpoznania NT u 13–14-latków w przybliżeniu odpowiadają wartościom 95. cc., o tyle utrzymanie wartości 130/80 mm Hg jako punktu odcięcia dla rozpoznania NT u 16–17-latków skutkuje już nadrozpoznowalnością NT w stosunku do dotychczas przyjętych norm i tych obecnie stosowanych w krajach europejskich. Ponieważ Polska jest nadal jeszcze członkiem Unii Europejskiej, stosowanie zaleceń europejskich jest tym bardziej zasadne i przyjęte przez zalecenia PTNT. Aktualną klasyfikację NT u dzieci i młodzieży na podstawie pomiarów gabinetowych BP według PTNT, ESH i AAP przedstawiono w tabeli 4.

Rozpoznanie NT należy potwierdzić całodobowym ambulatoryjnym pomiarem ciśnienia tętniczego (ABPM, *ambulatory blood pressure monitoring*). Zalecenie to dotyczy dzieci od 6. rż. (od 120 cm wzrostu). Należy stosować normy BP w pomiarze ABPM opracowane przez Wühl i wsp. i przyjęte w zaleceniach AHA z 2014 r., a dla dzieci w wieku ≥ 16 lat normy dla jak u pacjentów dorosłych (tab. 5).

Ocena ciśnienia centralnego

Zyskującym na znaczeniu elementem analizy statusu hemodynamicznego u pacjentów z NT, szczególnie NTP, jest ocena centralnego skurczowego ciśnienia tętniczego (cSBP, *central systolic blood pressure*), będąca elementem analizy fali tętna (PWA, *pulse wave analysis*). Metodę tę rozpowszechniono wraz z wprowadzeniem kolejnych urządzeń do nieinwazyjnego pomiaru zarówno PWA, jak i prędkości fali tętna (PWV, *pulse wave velocity*), będącej wykładnikiem sztywności naczyń. Jedną z metod PWA jest metoda oscylometryczna, którą uznano za technikę

Tabela 4. Klasyfikacja nadciśnienia tętniczego (NT) u dzieci i młodzieży na podstawie pomiarów gabinetowych ciśnienia tętniczego (BP) według kryteriów polskich — rekomendacji Instytutu „Pomnik — Centrum Zdrowia Dziecka” (IP-CZD) oraz wytycznych Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego (PTNT) i wytycznych Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego [European Society of Hypertension (ESH)] oraz zaleceń Amerykańskiej Akademii Pediatrii [American Academy of Pediatrics (AAP)] [35, 41, 42]

Kategoria BP	Rekomendacje IP-CZD (2016)			Wytyczne ESH (2016)			Zalecenia AAP (2017)			Wytyczne PTNT (2019)		
	0–16. rż. centyle SBP i/lub DBP wg płci i wieku	≥ 16 lat wartości SBP i/lub DBP	0–16. rż. centyle SBP i/lub DBP wg płci i wieku	≥ 16 lat wartości SBP i/lub DBP [mm Hg]	1–13. rż. centyle SBP i/lub DBP wg płci i wieku	≥ 13 lat wartości SBP i/lub DBP [mm Hg]	0–16. rż. centyle SBP i/lub DBP wg płci i wieku	≥ 16 lat wartości SBP i/lub DBP	0–16. rż. centyle SBP i/lub DBP wg płci i wieku	≥ 16 lat wartości SBP i/lub DBP		
BP prawidłowe	< 90 cc	< 130/85 mm Hg	< 90 cc	< 130/85 mm Hg	< 90 cc	< 120/80 mm Hg	< 90 cc	< 90 cc	< 130/85 mm Hg			
BP wysokie prawidłowe*	≥ 90 cc i < 95 cc	130–139/85–89 mm Hg	≥ 90 cc i < 95 cc	130–139/85–89 mm Hg	≥ 90 cc i < 95 cc lub > 120/80 mm Hg	120–129/< 80 mm Hg	≥ 90 cc i < 95 cc	≥ 90 cc i < 95 cc	130–139/85–89 mm Hg			
Stopień 1. NT	≥ 95 cc i ≤ 99 cc + 5 mm Hg	140–159/90–99 mm Hg	≥ 95 cc i ≤ 99 cc + 5 mm Hg	140–159/90–99 mm Hg	≥ 95 cc i ≤ 95 cc + 12 mm Hg	≥ 130–139/80–89 mm Hg	≥ 95 cc i ≤ 99 cc + 5 mm Hg	≥ 95 cc i ≤ 99 cc + 5 mm Hg	140–159/90–99 mm Hg			
Stopień 2. NT	> 99 cc + 5 mm Hg	160–179/100–109 mm Hg	> 99 cc + 5 mm Hg	160–179/100–109 mm Hg	> 99 cc + 5 mm Hg	≥ 140/90 mm Hg	> 99 cc + 5 mm Hg	> 99 cc + 5 mm Hg	160–179/100–109 mm Hg			
Stopień 3. NT		≥ 180/110 mm Hg							≥ 180/110 mm Hg			

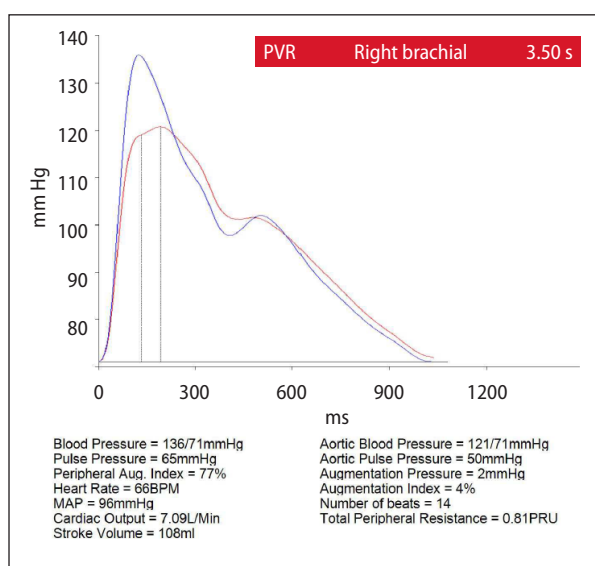
*Podwyższone ciśnienie tętnicze (elevated blood pressure) — wg zaleceń AAP

łatwą w użyciu, niezależną od osoby badającej, niewymagającą dużej współpracy ze strony pacjenta, a więc także użyteczną do wykorzystania w dużych badaniach populacyjnych. Metoda ta została zwalidowana względem oceny PWA tonometrią aplanacyjną i w pomiarze inwazyjnym [45–47]. Zasady PWA opierają się na rejestracji fali tętna z tętnicy ramiennej przez czujnik oscylometryczny. Aplikacja aparatu, z wykorzystaniem analizy matematycznej (i tzw. *transfer function*), rekonstruuje kształt fali aortalnej. Udowodniono, że istnieje duża zgodność między wartościami ciśnienia centralnego ocenianymi tą metodą a jego wartościami zmierzonymi inwazyjnie. W trakcie rejestracji fali tętna z tętnicy ramiennej należy przeprowadzić tradycyjny pomiar BP na tej tętnicy. Wyliczony przez aparat kształt aortalnej fali tętna zawiera kilka charakterystycznych elementów, których analiza pozwala na obliczenie dodatkowych parametrów hemodynamicznych. Należą do nich między innymi pojemność minutowa serca (CO, *cardiac output*), całkowity opór obwodowy (TPR, *total peripheral resistance*) czy — z wykorzystaniem powierzchni ciała — wskaźnik sercowy (CI, *cardiac index*). Urządzenie wylicza również wartości parametrów opisujących udział fali zwrotnej w cSBP, szczególnie w centralnym ciśnieniu tętna (cPP, *central pulse pressure*), czyli ciśnienie wzmocnienia (AugP, *augmentation pressure*) oraz wskaźnik wzmocnienia (AugInd, *augmentation index*), który opisuje w mm Hg udział ciśnienia fali zwrotnej w cPP (ryc. 2). Parametrem opisującym elastyczność naczyń/szywność tętnic obwodowych jest amplifikacja ciśnienia tętna (PPA, *pulse pressure amplification*). Najczęściej wyliczana jest jako stosunek obwodowego ciśnienia tętna, na przykład na tętnicy ramiennej do cPP. Może też być wyrażona jako różnica między obwodowym i centralnym ciśnieniem tętna. Amplifikacja ciśnienia tętna zmienia się z wiekiem — od około 20 mm Hg w wieku 20 lat do około 12 mm Hg w wieku 50 lat — i może być bliska zeru u osób w wieku podeszłym. Mają na to wpływ aktywność fizyczna, używki oraz częstość rytmu serca. Opublikowano normy cSBP dla dorosłych (przygotowane na podstawie pomiarów metodą tonometrii aplanacyjnej), w których podano także wartości referencyjne ogółem dla osób < 20. rż., oddzielnie w grupie bez czynników ryzyka i oddzielnie opracowane na podstawie analizy populacji ogólnej obejmującej osoby z czynnikami ryzyka, takimi jak NT, nietolerancja glukozy, hiperlipidemia [48]. Dostępne są także normy cSBP

Tabela 5. Klasyfikacja ciśnienia tętniczego (BP) u dzieci oparta na całodobowym ambulatoryjnym pomiarze ciśnienia tętniczego (ABPM) [44]*

Klasyfikacja	Wartości BP w gabinecie lekarskim	Średnie wartości SBP i/lub DBP w ABPM	Ładunek SBP i/lub DBP
Prawidłowe BP	< 90. cc	< 95. cc	< 25%
NT białego fartucha	≥ 95. cc	< 95. cc	< 25%
NT maskowane	< 95. cc	≥ 95. cc	> 25%
Stan przednadciśnieniowy/BP wysokie prawidłowe	≥ 90. cc i/lub > 120/80 mm Hg	< 95. cc	25-50%
Ambulatoryjne NT	≥ 95. cc	≥ 95. cc	25-50%
Ciężkie ambulatoryjne NT	≥ 95. cc	≥ 95. cc	> 50%

*U pacjentów ≥ 16. rż. zalecane jest stosowanie punktów odcięcia dla dorosłych, czyli 130/80 mm Hg dla średniej z całej doby, 135/85 mm Hg dla okresu czuwania i 120/70 mm Hg dla pomiarów w nocy. NT — nadciśnienie tętnicze; SBP (systolic blood pressure) — skurczowe ciśnienie tętnicze; DBP (diastolic blood pressure) — skurczowe ciśnienie tętnicze



Rycina 2. Wynik analizy fali tętna (przy użyciu urządzenia Vicorder) u 16-letniego pacjenta hospitalizowanego z powodu podejrzenia nadciśnienia tętniczego (NT) — podwyższone wartości ciśnienia tętniczego (BP) na ramieniu przy prawidłowych wartościach centralnego skurczowego ciśnienia tętniczego (cSBP)

przygotowane wyłącznie w grupie dzieci i młodzieży (8–18 lat), przygotowane na podstawie pomiarów metodą oscylometryczną, z wartościami 95. cc. dla płci i wieku, będącego punktem odcięcia do stwierdzenia podwyższonego BP w aorcie (tab. 6) [49].

Podsumowanie

Pomiar BP, biorąc pod uwagę wzrost częstości występowania NTP, pozostaje zyskującym na znaczeniu, nieodłącznym elementem pediatrycznego badania fizykalnego. Należy go wykonywać, uwzględ-

Tabela 6. Wartości 95. cc centralnego skurczowego ciśnienia tętniczego (cSBP) według płci i wieku [49]

Wiek [lata]	95. cc cSBP [mm Hg]	
	Chłopcy	Dziewczynki
8	98	98
9	100	101
10	103	104
11	105	106
12	108	108
13	112	110
14	115	112
15	119	114
16	122	115
17	124	116
18	126	117

niając pewne ograniczenia wynikające z technik pomiaru, a także biorąc pod uwagę wiek dziecka. Niewłaściwy sposób pomiaru BP może prowadzić do błędów interpretacyjnych, co utrudnia dalsze postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne.

U dzieci i młodzieży do ukończenia 5. rż. (do 120 cm wzrostu) pomiary przygodne BP są wystarczającym narzędziem służącym rozpoznaniu NT. U dzieci starszych (wyższych) badaniem służącym potwierdzeniu NT w tej populacji oraz pozwalającym monitorować przebieg NT w trakcie leczenia jest ABPM. Analizując wartości pomiarów BP, należy je odnosić do (jeśli są dostępne) aktualnych norm opartych na referencyjnej dla danego kraju populacji ogólnej (w warunkach polskich są to wyniki badania OLA i OLAF dla pomiarów przygodnych BP oraz normy Wuhl i wsp. dla ABPM).

Piśmiennictwo

- Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012; 380(9859): 2224–2260, doi: [10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8), indexed in Pubmed: [23245609](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23245609/).
- Song P, Zhang Y, Yu J, et al. Global Prevalence of Hypertension in Children: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 2019; 173(12): 1154–1163, doi: [10.1001/jamapediatrics.2019.3310](https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.3310), indexed in Pubmed: [31589252](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31589252/).
- Kułaga Z, Litwin M, Grajda A, et al. OLAF Study Group. Oscilometric blood pressure percentiles for Polish normal-weight school-aged children and adolescents. *J Hypertens*. 2012; 30(10): 1942–1954, doi: [10.1097/HJH.0b013e328356abad](https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328356abad), indexed in Pubmed: [22828086](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22828086/).
- Symonides B, Jędrusik P, Artyszuk L, et al. Different diagnostic criteria significantly affect the rates of hypertension in 18-year-old high school students. *Arch Med Sci*. 2010; 6(5): 689–694, doi: [10.5114/aoms.2010.17082](https://doi.org/10.5114/aoms.2010.17082), indexed in Pubmed: [22419926](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22419926/).
- Dereziński T, Kułaga Z, Litwin M. Prevalence of arterial hypertension and anthropometrical predictors of elevated blood pressure in 14 years old adolescents. *Post Nauk Med*. 2015; 28(11): 756–759, doi: [10.5604/08606196.1190898](https://doi.org/10.5604/08606196.1190898).
- Gupta-Malhotra M, Banker A, Shete S, et al. Essential hypertension vs. secondary hypertension among children. *Am J Hypertens*. 2015; 28(1): 73–80, doi: [10.1093/ajh/hpu083](https://doi.org/10.1093/ajh/hpu083), indexed in Pubmed: [24842390](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24842390/).
- Litwin M, Feber J, Ruzicka M. Vascular Aging: Lessons From Pediatric Hypertension. *Can J Cardiol*. 2016; 32(5): 642–649, doi: [10.1016/j.cjca.2016.02.064](https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.02.064), indexed in Pubmed: [27040097](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27040097/).
- Lever AF, Harrap SB. Essential hypertension: a disorder of growth with origins in childhood? *J Hypertens*. 1992; 10(2): 101–120, doi: [10.1097/00004872-199202000-00001](https://doi.org/10.1097/00004872-199202000-00001), indexed in Pubmed: [1313473](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1313473/).
- Daniels SR, Kimball TR, Morrison JA, et al. Effect of lean body mass, fat mass, blood pressure, and sexual maturation on left ventricular mass in children and adolescents. Statistical, biological, and clinical significance. *Circulation*. 1995; 92(11): 3249–3254, doi: [10.1161/01.cir.92.11.3249](https://doi.org/10.1161/01.cir.92.11.3249), indexed in Pubmed: [7586311](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7586311/).
- Daniels SR, Morrison JA, Sprecher DL, et al. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Circulation*. 1999; 99(4): 541–545, doi: [10.1161/01.cir.99.4.541](https://doi.org/10.1161/01.cir.99.4.541), indexed in Pubmed: [9927401](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9927401/).
- Sun SS, Grave GD, Siervogel RM, et al. Systolic blood pressure in childhood predicts hypertension and metabolic syndrome later in life. *Pediatrics*. 2007; 119(2): 237–246, doi: [10.1542/peds.2006-2543](https://doi.org/10.1542/peds.2006-2543), indexed in Pubmed: [17272612](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17272612/).
- Flynn JT, Alderman MH. Characteristics of children with primary hypertension seen at a referral center. *Pediatr Nephrol*. 2005; 20(7): 961–966, doi: [10.1007/s00467-005-1855-3](https://doi.org/10.1007/s00467-005-1855-3), indexed in Pubmed: [15864653](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15864653/).
- Litwin M, Trelewicz J, Wawer Z, et al. Intima-media thickness and arterial elasticity in hypertensive children: controlled study. *Pediatr Nephrol*. 2004; 19(7): 767–774, doi: [10.1007/s00467-004-1480-6](https://doi.org/10.1007/s00467-004-1480-6), indexed in Pubmed: [15138871](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15138871/).
- Pludowski P, Litwin M, Sładowska J, et al. Bone mass and body composition in children and adolescents with primary hypertension: preliminary data. *Hypertension*. 2008; 51(1): 77–83, doi: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.100602](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.100602), indexed in Pubmed: [17984369](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17984369/).
- Feig DI, Johnson RJ. Hyperuricemia in childhood primary hypertension. *Hypertension*. 2003; 42(3): 247–252, doi: [10.1161/01.HYP.0000085858.66548.59](https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000085858.66548.59), indexed in Pubmed: [12900431](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12900431/).
- Litwin M, Feber J, Niemirska A, et al. Metabolic abnormalities, insulin resistance, and metabolic syndrome in children with primary hypertension. *Am J Hypertens*. 2007; 20(8): 875–882, doi: [10.1016/j.amjhyper.2007.03.005](https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2007.03.005), indexed in Pubmed: [17679036](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17679036/).
- Gackowska L, Michałkiewicz J, Niemirska A, et al. [Fat tissue distribution and metabolic alterations in boys with primary hypertension]. *Przegl Lek*. 2006; 63 Suppl 3(12): 49–53, indexed in Pubmed: [16898487](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16898487/).
- Katz SH, Hediger ML, Schall JJ, et al. Blood pressure, growth and maturation from childhood through adolescence. Mixed longitudinal analyses of the Philadelphia Blood Pressure Project. *Hypertension*. 1980; 2(4 Pt 2): 55–69, indexed in Pubmed: [7399646](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7399646/).
- Cho SD, Mueller WH, Meininger JC, et al. Blood pressure and sexual maturity in adolescents: the Heartfelt Study. *Am J Hum Biol*. 2001; 13(2): 227–234, doi: [10.1002/1520-6300\(200102/03\)13:2<227::AID-AJHB1033>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/1520-6300(200102/03)13:2<227::AID-AJHB1033>3.0.CO;2-K), indexed in Pubmed: [11460868](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11460868/).
- Pludowski P, Litwin M, Niemirska A, et al. Accelerated skeletal maturation in children with primary hypertension. *Hypertension*. 2009; 54(6): 1234–1239, doi: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.139949](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.139949), indexed in Pubmed: [19841285](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19841285/).
- Litwin M, Feber J, Niemirska A, et al. Primary hypertension is a disease of premature vascular aging associated with neuro-immuno-metabolic abnormalities. *Pediatr Nephrol*. 2016; 31(2): 185–194, doi: [10.1007/s00467-015-3065-y](https://doi.org/10.1007/s00467-015-3065-y), indexed in Pubmed: [25724169](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25724169/).
- Sun SS, Schubert CM. Prolonged juvenile States and delay of cardiovascular and metabolic risk factors: the Fels Longitudinal study. *J Pediatr*. 2009; 155(3): S7.e1–S7.e6, doi: [10.1016/j.jpeds.2009.04.050](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.04.050), indexed in Pubmed: [19732568](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19732568/).
- Litwin M, Simonetti GD, Niemirska A, et al. Altered cardiovascular rhythmicity in children with white coat and ambulatory hypertension. *Pediatr Res*. 2010; 67(4): 419–423, doi: [10.1203/PDR.0b013e3181d00b5b](https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181d00b5b), indexed in Pubmed: [20032814](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20032814/).
- Niemirska A, Litwin M, Feber J, et al. Blood pressure rhythmicity and visceral fat in children with hypertension. *Hypertension*. 2013; 62(4): 782–788, doi: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01292](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01292), indexed in Pubmed: [23959553](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23959553/).
- Kit BK, Kuklina E, Carroll MD, et al. Prevalence of and trends in dyslipidemia and blood pressure among US children and adolescents, 1999-2012. *JAMA Pediatr*. 2015; 169(3): 272–279, doi: [10.1001/jamapediatrics.2014.3216](https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.3216), indexed in Pubmed: [25599372](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25599372/).
- Litwin M, Feber J. Origins of Primary Hypertension in Children: Early Vascular or Biological Aging? *Hypertension*. 2020; 76(5): 1400–1409, doi: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.14586](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.14586), indexed in Pubmed: [32981361](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32981361/).
- 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. *Hypertension*. 2015; 66(6): 1108–1115, doi: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.05831](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.05831), indexed in Pubmed: [26558818](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26558818/).
- 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 Pediatr*. 2015; 167(6): 1422–8.e2, doi: [10.1016/j.jpeds.2015.07.055](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.07.055), indexed in Pubmed: [26342719](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26342719/).
- Toprak A, Wang H, Chen W, et al. Relation of childhood risk factors to left ventricular hypertrophy (eccentric or concentric) in relatively young adulthood (from the Bogalusa Heart Study). *Am J Cardiol*. 2008; 101(11): 1621–1625, doi: [10.1016/j.amjcard.2008.01.045](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2008.01.045), indexed in Pubmed: [18489940](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18489940/).
- Kishi S, Teixido-Tura G, Ning H, et al. Cumulative Blood Pressure in Early Adulthood and Cardiac Dysfunction in Middle Age: The CARDIA Study. *J Am Coll Cardiol*. 2015; 65(25): 2679–2687, doi: [10.1016/j.jacc.2015.04.042](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.04.042), indexed in Pubmed: [26112189](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26112189/).
- Hartiala O, Magnussen CG, Kajander S, et al. Adolescence risk factors are predictive of coronary artery calcification at middle age: the cardiovascular risk in young Finns study. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60(15): 1364–1370, doi: [10.1016/j.jacc.2012.05.045](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.05.045), indexed in Pubmed: [22981553](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22981553/).
- Juonala M, Magnussen CG, Venn A, et al. Influence of age on associations between childhood risk factors and carotid intima-media thickness in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study, the Childhood Determinants of Adult Health Study, the Bogalusa Heart Study, and the Muscatine Study for the International Childhood Cardiovascular Cohort (i3C) Consortium. *Circulation*. 2010; 122(24): 2514–2520, doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.110.966465](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.966465), indexed in Pubmed: [21126976](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21126976/).
- Juhola J, Magnussen CG, Berenson GS, et al. Combined effects of child and adult elevated blood pressure on subclinical atherosclerosis: the International Childhood Cardiovascular Cohort Consortium.

- Circulation. 2013; 128(3): 217–224, doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001614](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001614), indexed in Pubmed: [23780579](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23780579/).
34. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2004; 114(2): 555–576, doi: [10.1542/peds.114.2.s2.555](https://doi.org/10.1542/peds.114.2.s2.555).
 35. 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 Hypertens*. 2016; 34(10): 1887–1920, doi: [10.1097/HJH.0000000000001039](https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001039), indexed in Pubmed: [27467768](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27467768/).
 36. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 sierpnia 2009 r. w sprawie świadczeń gwarantowanych z zakresu podstawowej opieki zdrowotnej Dz. U. 2009.139.1139.
 37. Nwankwo MU, Lorenz JM, Gardiner JC. A standard protocol for blood pressure measurement in the newborn. *Pediatrics*. 1997; 99(6): E10, doi: [10.1542/peds.99.6.e10](https://doi.org/10.1542/peds.99.6.e10), indexed in Pubmed: [9164806](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9164806/).
 38. Tykarski A, Filipiak KJ, Januszewicz A, et al. Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym — 2019 rok Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego. *Nadciśnienie Tętnicze w Praktyce*. 2019; 5(1): 1–86.
 39. Rosner B, Cook NR, Daniels S, et al. Childhood blood pressure trends and risk factors for high blood pressure: the NHANES experience 1988–2008. *Hypertension*. 2013; 62(2): 247–254, doi: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00831](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00831), indexed in Pubmed: [23856492](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23856492/).
 40. Ostchega Y, Prineas RJ, Nwankwo T, et al. Assessing blood pressure accuracy of an aneroid sphygmomanometer in a national survey environment. *Am J Hypertens*. 2011; 24(3): 322–327, doi: [10.1038/ajh.2010.232](https://doi.org/10.1038/ajh.2010.232), indexed in Pubmed: [21164495](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21164495/).
 41. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2017; 140(3), doi: [10.1542/peds.2017-1904](https://doi.org/10.1542/peds.2017-1904), indexed in Pubmed: [28827377](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28827377/).
 42. Litwin M, Niemirska A, Obrycki Ł, et al. Zalecenia Sekcji Pediatricznej Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego dotyczące postępowania diagnostycznego i terapeutycznego w nadciśnieniu tętniczym u dzieci i młodzieży. *Arterial Hypertension*. 2018; 22(2): 45–73, doi: [10.5603/ah.2018.0007](https://doi.org/10.5603/ah.2018.0007).
 43. Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children—1987. Task Force on Blood Pressure Control in Children. National Heart, Lung, and Blood Institute, Bethesda, Maryland. *Pediatrics*. 1987; 79(1):1–25.
 44. Flynn JT, Daniels SR, Hayman LL, et al. American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension and Obesity in Youth Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young. Update: ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension*. 2014; 63(5): 1116–1135, doi: [10.1161/HYP.0000000000000007](https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000007), indexed in Pubmed: [24591341](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24591341/).
 45. Kracht D, Shroff R, Baig S, et al. 4C Study Consortium. Validating a new oscillometric device for aortic pulse wave velocity measurements in children and adolescents. *Am J Hypertens*. 2011; 24(12): 1294–1299, doi: [10.1038/ajh.2011.147](https://doi.org/10.1038/ajh.2011.147), indexed in Pubmed: [21866186](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21866186/).
 46. Hickson SS, Butlin M, Broad J, et al. Validity and repeatability of the Vicorder apparatus: a comparison with the SphygmoCor device. *Hypertens Res*. 2009; 32(12): 1079–1085, doi: [10.1038/hr.2009.154](https://doi.org/10.1038/hr.2009.154), indexed in Pubmed: [19779487](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19779487/).
 47. Pucci G, Cheriyan J, Hubsch A, et al. Evaluation of the Vicorder, a novel cuff-based device for the noninvasive estimation of central blood pressure. *J Hypertens*. 2013; 31(1): 77–85, doi: [10.1097/HJH.0b013e32835a8eb1](https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32835a8eb1), indexed in Pubmed: [23079681](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23079681/).
 48. Herbert A, Cruickshank JK, Laurent S, et al. Reference Values for Arterial Measurements Collaboration. Establishing reference values for central blood pressure and its amplification in a general healthy population and according to cardiovascular risk factors. *Eur Heart J*. 2014; 35(44): 3122–3133, doi: [10.1093/eurheartj/ehu293](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu293), indexed in Pubmed: [25112663](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25112663/).
 49. Elmenhorst J, Hulpke-Wette M, Barta C, et al. Percentiles for central blood pressure and pulse wave velocity in children and adolescents recorded with an oscillometric device. *Atherosclerosis*. 2015; 238(1): 9–16, doi: [10.1016/j.atherosclerosis.2014.11.005](https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2014.11.005), indexed in Pubmed: [25461733](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25461733/).