



Přehledový článek | Review article

Echokardiografické hodnocení srdeční struktury a funkce u dětí s hypertenzí

(Echocardiographic evaluation of cardiac structure and function in children with hypertension)

Jan Pavlíček^{a,b}, Jiří Strnadel^a, Tomáš Gruszka^{a,b}, Terezie Šuláková^{a,b}

^a *Klinika dětského lékařství, Fakultní nemocnice Ostrava, Ostrava, Česká republika*

^b *Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Ostrava, Česká republika*

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 30. 12. 2015

Přepřeván: 4. 4. 2016

Přiját: 7. 4. 2016

Dostupný online: 6. 5. 2016

Klíčová slova:

Děti

Echokardiografie

Hmotnost levé komory

Index hmotnosti levé komory

Percentilové normy

Percentily

SOUHRN

Arteriální hypertenze je nejčastější příčinou morbiditu a mortality v dospělosti. Prevalence hypertenze u dětí stoupá a tento fakt je podmíněn zejména vzestupem prevalence obezity v dětském věku. Arteriální hypertenze se může projevit i v dětském věku, podobně jako v dospělosti, poškozením cílových orgánů (hypertrofie levé srdeční komory, zvýšená tuhost cév, mikroalbuminurie, poškození centrální nervové soustavy, retinopatie). Z diagnostických a léčebných důvodů se doporučuje u hypertenzních dětí rutinně echokardiograficky vyhodnocovat velikost levé komory. Evropská společnost pro hypertenzi v roce 2009 doporučila u dětí s hypertenzí pravidelně (echokardiograficky) vyšetřovat srdce a mikroalbuminurii. Echokardiografie je základní neinvazivní zobrazovací metoda, která je schopna detailně posoudit srdeční morfologii a funkci a je schopna sledovat progresi nebo regresi hypertrofie myokardu. Echokardiografie je jednoduše proveditelná u dětí, ale hodnocení hmotnosti levé komory je u dětí složitější, protože je závislé na věku dítěte. Cílem práce je ukázat význam hodnocení parametrů levé komory (hmotnost levé komory, LVM, index hmotnosti levé komory, LVMI) u dětí, zejména u nemocí, které vedou k zvýšenému kardiovaskulární riziku již v dětství nebo rané dospělosti.

© 2016 Published by Elsevier Sp. z o.o. on behalf of the Czech Society of Cardiology.

ABSTRACT

Arterial hypertension is the leading cause of morbidity and mortality in adult population. In recent years, the prevalence of hypertension in children has been increasing, mainly due to increased prevalence of obesity. Similar to adult population, arterial hypertension can also manifest with target organ damage such as left ventricular hypertrophy (LVH), increased arterial stiffness, microalbuminuria, brain damage or retinopathy in children and adolescents. Therefore, for diagnostic and therapeutic reasons, echocardiography is recommended as a primary tool for evaluating patients for target-organ abnormalities by assessing the presence or absence of LVH. The ESH hypertension management guideline 2009 for children recommends evaluating the left ventricular mass and microalbuminuria regularly in this case. Echocardiography is a non-invasive fundamental visualization method which has the ability to evaluate heart morphology and function in detail and to assess the progression or regression of hypertrophy. Thus, it is frequently used in children with hypertension. Even though it is easy to perform echocardiography, it is more complicated to assess left ventricular mass in children as this assessment depends on age. The objective of the publication is to review left ventricle parameters evaluation in children (left ventricular mass, LVM, left ventricular mass index, LVMI), particularly in diseases which may lead to higher cardiovascular risk as early as childhood or early adulthood.

Keywords:

Children

Echocardiography

Left ventricular mass

Left ventricular mass index

Normative data

Percentile

Adresa: MUDr. Jan Pavlíček, Ph.D., Klinika dětského lékařství, Fakultní nemocnice Ostrava, 17. listopadu 1790, 708 52 Ostrava, e-mail: honza.pavli@seznam.cz

DOI: 10.1016/j.crvasa.2016.04.002

Úvod

Echokardiografie je základní neinvazivní zobrazovací metodou v dětské kardiologii, která je schopna detailně posoudit srdeční morfologii a funkci a k tomuto posouzení využívá řadu způsobů (2D zobrazení, tj. dvourozměrné zobrazení, M-způsob, barevné dopplerovské mapování a měření rychlosti krevního toku, tkáňové dopplerovské zobrazení, zátěžové a kontrastní vyšetření, trojrozměrné zobrazení).

Echokardiografické vyšetření pacienta nezatěžuje, je opakovatelné, dobře reprodukovatelné a při opakovaných měřeních je možné srovnání a posouzení dynamiky sledovaných parametrů. V dětské kardiologii se echokardiografické vyšetření uplatňuje zejména v prenatální i postnatální diagnostice vrozených srdečních vad a při jejich dalším sledování (vady bez operace, po radikální nebo paliativní korekci). Srdeční strukturu a funkci ale sledujeme také u dětí s arytmií, s infekčním nebo zánětlivým poškozením srdce, u kardiomyopatií a u funkčních potíží (bolesti na hrudi, kolapsové stavy) a rovněž u hypertenze.

Arteriální hypertenze (AH) je nejčastějším onemocněním kardiovaskulárního systému dospělého věku, ale s rozšířením rutinního měření TK v pediatrii a s narůstající prevalencí obezity u dětí [1] se stává i pediatrikou problematikou. Má multifaktoriální etiopatogenezi a projevuje se poškozováním cílových orgánů (target organ damage, TOD), jako je hypertrofie levé komory (srdce), zvýšení rychlosti pulsní vlny (tj. průkaz zvýšené tuhosti cév), mikroalbuminurie (poškození ledvin), retinopatie (oči), a to i v dětském věku. Proto se dnes echokardiografické vyšetření stále více uplatňuje při monitoringu arteriální hypertenze sledováním vývoje hypertrofie (left ventricular hypertrophy, LVH) a remodelace levé komory a stanovením její hmotnosti. Tento monitoring se jak v dětství [1,2], tak zejména v dospělosti uplatňuje při stratifikaci, tj. určení kardiovaskulárního rizika, a pomáhá při stanovení léčebné strategie [3]. Výzkum v pediatrii, který se týká vlivu antihypertenzní léčby na poškození srdce při hypertenzi, je ohraničený, ale výsledky některých studií naznačují zlepšení srdeční geometrie u dětí při účinné antihypertenzní terapii [2].

Hypertrofie levé komory je adaptační mechanismus na chronické tlakové přetížení u arteriální hypertenze a umožňuje levé komoře udržet objemový výkon proti zvýšenému systolickému tlaku. Tato hypertrofie je rizikový faktor morbidity a mortality u hypertenze – přítomnost LVH zhoršuje prognózu u sledovaných hypertoniků. Hypertrofie a geometrie levé komory může stratifikovat rizika pacientů s arteriální hypertenzí nezávisle a lépe než krevní tlak a jiné rizikové faktory. Dospělí pacienti s LVH mají statisticky významně větší výskyt kardiovaskulárních komplikací (srdeční selhání, urychlení koronární aterosklerózy, infarkt myokardu, renální selhání) [4]. Dosud provedené studie ukazují na silný, plynulý a nezávislý vztah mezi hmotou levé komory a následnou morbiditou z kardiovaskulárních příčin [5]. Přítomnost LVH, podobně jako mikroalbuminurie, zvýšení rychlosti pulsní vlny, hypertrofie cévní stěny, sklerotické pláty musejí vést u hypertoniků ke komplexnímu vyšetření a k včasné a intenzivní antihypertenzní léčbě [6].

U dětí je riziko poškození myokardu nebo výraznější alterace srdeční funkce nízké, přesto lze již u dětí dia-

gnostikovat a sledovat hypertrofii srdečního svalu [1,2]. V dětském věku je výskyt LVH častější zejména u dětí s hypertenzí a stoupá se zvyšující se hmotností a hodnotou BMI [7,8]. V nedávných studiích bylo prokázáno, že až 40 % dětí s diagnózou hypertenze má hmotnost levé komory (left ventricular mass, LVM) nad 95. percentilem [9]. U dětí s primární hypertenzí má LVH pravděpodobně nejsilnější vztah k denní variabilitě systolického tlaku a k noční systolické tlakové zátěži [10]. Hypertrofie levé komory však závisí i na dalších faktorech (věk, pohlaví, výška, růstové faktory, inzulinová rezistence a další) [11]. Redukce obezity a pokles inzulinové rezistence jsou nejdůležitějšími faktory pro normalizaci geometrie levé komory [11]. Zkoumá se vztah genetické dispozice k vývoji LVH u dětí hypertenzních rodičů ještě před vývojem hypertenzní choroby. Hypertrofie levé komory může být i fyziologická u mladých sportovců (adaptační mechanismus), ale v tomto případě existuje riziko přechodu do hypertrofie patologické. Vyjma komplexního kardiologického vyšetření a stanovení parametrů levé komory je u dětí s hypertenzí a s chorobami ovlivňujícími kardiovaskulární systém (např. chronické onemocnění ledvin) nutné sledovat i systolickou a diastolickou funkci srdeční. Hypertrofie levé komory a myokardiální dysfunkce jsou důležitými nezávislými faktory kardiovaskulárního rizika u chronického onemocnění ledvin [11] a po transplantaci ledvin [12]. Děti s chronickým onemocněním ledvin i po transplantaci mají vysoké kardiovaskulární riziko včetně rizika úmrtí z kardiovaskulárních příčin [13,14]. Podobně i děti s diabetes mellitus 1. typu, homozygotní formou familiární hypercholesterolemie, po ortotopické transplantaci srdce a děti s Kawasakiho nemocí s vývojem koronárních aneurysmat se řadí do stejné skupiny s vysokým kardiálním rizikem [14].

Parametry levé komory lze hodnotit i jinými zobrazovacími metodami (rtg, CT, NMR), ale pro svou dostupnost, relativní jednoduchost, rychlost a neinvazivnost zůstává echokardiografie, zejména v dětském věku, metodou volby a echokardiografické vyšetření je indikováno u všech dětí s hypertenzí, zvláště ale u hypertenzních dětí s onemocněním ledvin, diabetes mellitus 1. typu a obezitou. Nález hypertrofie nebo změna dynamiky sledovaných parametrů při opakovaných měřeních může být důvodem k častějšímu sledování, event. i k nasazení nebo upravení medikace.

Cílem práce je podat přehled hodnocení parametrů levé komory (biometrie v M-způsobu, hodnocení systolické funkce, výpočet LVM a její indexace) a specifika hodnocení LVH u dětí a adolescentů. Význam echokardiografie u dětí s chorobami, které negativně ovlivňují kardiovaskulární systém, je v článku názorně dokumentován.

Hemodynamika a strukturální změny srdce

Krevní tlak je podmíněn fyzikálními vlastnostmi cévního systému, závisí na množství cirkulující krve a odporu cévního řečiště. K vzestupu krevního tlaku dochází při poruše jejich regulace (porucha regulace srdeční výdej – periferní rezistence). Systolický krevní tlak závisí: na žilním návratu a preloadu, kontraktilitě myokardu, tepovém objemu, rychlosti ejekce ze srdeční komory, poddajnosti velkých

cév a jejich odporu. Diastolický krevní tlak závisí na původním systolickém tlaku a na periferním odporu, vliv má i interval mezi dvěma systolami. Z pohledu srdeční morfologie a funkce je u hypertenze podstatné dlouhodobé tlakové přetížení (zvýšení afterloadu).

Při chronickém tlakovém přetížení se levá komora adaptuje koncentrickou hypertrofií, která koriguje systolické napětí stěny komory, zlepšuje kontraktilitu a udržuje normální ejekční frakci, ale při delším trvání zhoršuje diastolickou funkci. Porucha diastolického plnění je způsobena vyšším tlakem na konci diastoly. Při dlouhodobém tlakovém přetížení dochází k alteraci i systolické funkce levé komory a dilataci komory. V dlouhodobě přetíženém myokardu jsou poškozeny kardiomyocyty zvýšenou koncentrací intracelulárního kalcia a nedostatkem adenosin-trifosfátu (ATP). Pro nadbytek kalcia je narušen relaxační děj, dochází k trvalému zkrácení myofibril a zvyšuje se spotřeba kyslíku. Hypertrofie levé komory je nejen výsledkem tlakové zátěže srdce, ale pravděpodobně i výsledkem působení neurohumorálních regulací.

V hemodynamických a strukturálních důsledcích pak používáme termíny remodelace a LVH, která může být koncentrická nebo excentrická (bez nebo s dilatací levé komory). Dilatovaná levá komora je nepříznivý nález a je „předfází“ srdeční dekompenzace. Hypertrofie levé komory je nárůst LVM, resp. indexu hmotnosti levé komory (left ventricular mass index, LVMI) nad horní hranici normy (metodika měření, hodnoty – viz níže). V základním echokardiografickém hodnocení změn svaloviny levé komory používáme měření síly stěn a velikost dutiny levé komory (tloušťka mezikomorové přepážky – interventricular septum, IVS; diastolický rozměr levé komory – left ventricular diastolic diameter, LVDd; tloušťka zadní stěny levé komory – left ventricular posterior wall, LVPW). Vyšetření je možné rozšířit o další parametr: poměr síly stěn k dutině levé komory (relativní tloušťka stěn – relative wall thickness, RWT). $RWT = (IVS + LVPW) / LVDd$. Charakteristiky normální levé komory, koncentrické remodelace, koncentrické hypertrofie a excentrické hypertrofie jsou uvedeny v tabulce 1. V celkovém hodnocení není pro pacienta riziková vlastní tloušťka stěn, ale celková LVM. Zvýšená LVM je silným prediktorem pro ischemické srdeční příhody vzhledem k nepříznivým účinkům hypertrofie myokardu na rovnováhu mezi požadavky myokardu na kyslík a jeho dodávkou [15].

Základy měření struktury a systolické funkce levé komory

Echokardiografické vyšetření je neinvazivní, snadno opakovatelné a můžeme posuzovat dynamiku jednotlivých měření a výsledků. Moderní ultrazvukové přístroje nabí-

zejí řadu modalit, pro základní hodnocení levé komory a z praktických důvodů používáme 2D hodnocení a M-způsob. Malé děti vyšetřujeme na zádech, větší děti a dospělí nejlépe na levém boku.

Při 2D zobrazení je podstatná subkostální, apikální (čtyřdutinová) a parasternální projekce. Z uvedených projekcí posuzujeme morfologii levé komory, kinetiku stěn, stav endokardu, morfologii a pohyb cípů mitrální chlopně, šlašinky a papilární svaly, průběh výtokového traktu, aortální kořen a aortální chlopeň. Po základním hodnocení v doporučených projekcích pokračujeme vyšetřením levé komory v parasternální dlouhé ose a M-způsobem provádíme měření jednotlivých parametrů. Při špatné viditelnosti je někdy nutno nahradit tato měření z 2D obrazu.

M-způsob je základní způsob k hodnocení levé komory: měříme tloušťku septa a zadní stěny a rozměr levé komory, vše v srdeční diastole i systole. Kursor umísťujeme kolmo na mezikomorové septum pod úroveň cípů mitrální chlopně a nad úroveň vrcholů papilárních svalů. Z užívaných postupů používáme konvenci dle American Society of Echocardiography (ASE) [16] respektující princip vedoucího echa, tzn. že značku umísťujeme na přední stranu měřeného rozhraní. Pacient je připojen na EKG, diastolické měření provedeme na začátku komplexu QRS (začátku kmitu R), systolické měření v okamžiku maximálního pohybu komorového septa směrem vzad. K měření patří i zhodnocení systolické funkce. K hodnocení se většinou využívá výpočet dle Teicholze [17], výsledkem jsou hodnoty ejekční frakce (EF, norma: 0,6–0,8) a frakčního zkrácení svalového vlákna (FS, norma: 0,26–0,45). K hodnocení kontraktility je možno využít parametr střední rychlosti zkrácení obvodového vlákna (mean velocity of circumferential fibre shortening, MVCF), tj. poměrné zkrácení obvodu vnitřního rozměru levé komory v systole dělené ejekčním časem levé komory. K hodnocení geometrie levé komory používáme parametr RWT.

Pro hodnocení objemů a posuzování funkce levé komory existuje řada rovnic z 2D měření, nejčastěji používaná je metoda sumace disků, tzv. Simpsonovo pravidlo. U dětí ale předpokládáme normální proporci levé komory a její normální kinetiku a zcela postačuje hodnocení levé komory M-způsobem.

Hodnocení struktury, celkové funkce a hemodynamiky doplňujeme dalšími ultrazvukovými modalitami.

Barevným dopplerovským mapováním a pulsním a kontinuálním dopplerovským měřením analyzujeme průtoky na jednotlivých chlopních a hodnotíme jejich případnou nedomykavost nebo stenózu. Pulsním dopplerovským měřením můžeme posuzovat transmitrální plnění levé komory a průtok plicními žilami při vyšetřování diastolické funkce levé komory. Tkáňové dopplerovské zobrazení lze

Tabulka 1 – Charakteristiky strukturálních změn levé komory

Parametr	Normální levá komora	Koncentrická remodelace	Koncentrická hypertrofie	Excentrická hypertrofie
LVMI	N	N	↑	↑
RWT	N	↑	↑	N

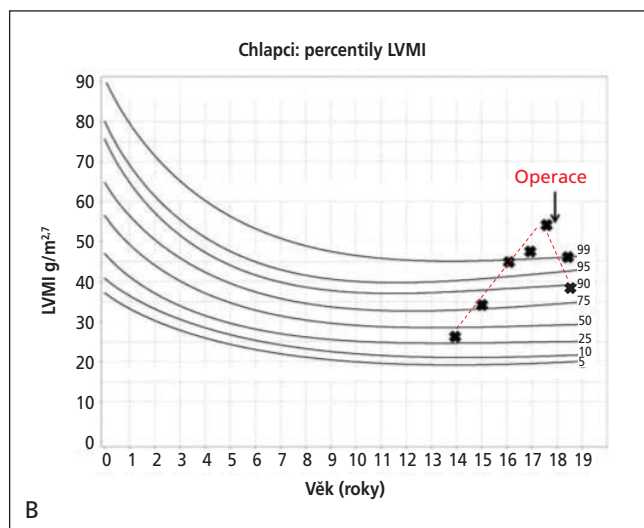
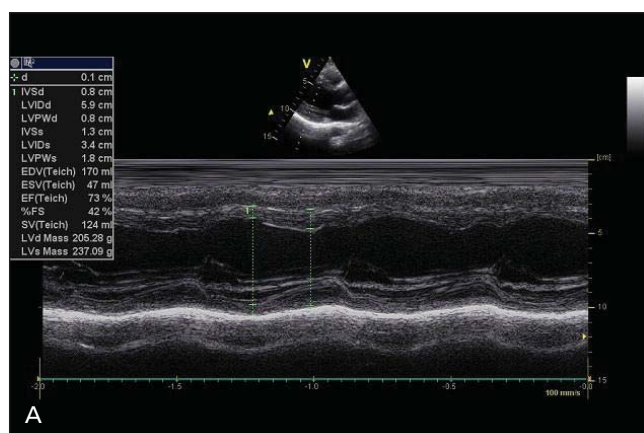
LVMI – left ventricular mass index, index hmotnosti levé komory; RWT – relative wall thickness, relativní tloušťka stěn; N – norma.

Tabulka 2a – Percentilové hodnoty LVM (g) dle Khouryho a spol., 2009 [28]

Věk	Pohlaví	Percentily					
		10. pc.	25. pc.	50. pc.	75. pc.	90. pc.	95. pc.
< 6 měsíců	Chlapci	7,22	9,04	10,94	14,16	16,28	17,6
	Dívky	7,59	9,27	11,15	13,76	16,05	16,5
6 měsíců až 2 roky	Chlapci	16,95	20,25	23,88	27,84	32,47	33,7
	Dívky	15,39	17,45	22,25	26,46	31,98	34,6
2–4 roky	Chlapci	24,37	28,52	33,31	38,79	45,48	48,4
	Dívky	24,7	28,4	33,34	38,15	43,88	46,1
4–6 let	Chlapci	34,36	39,13	45,49	52,62	59,26	63,2
	Dívky	29,24	34,57	39,67	46,59	50,38	57,3
6–8 let	Chlapci	40,23	45,14	51,73	62,06	70,48	77,4
	Dívky	36,88	40,6	48,38	55,84	65,54	72,1
8–10 let	Chlapci	45,32	51,49	62,09	73,42	84,61	91,1
	Dívky	39,22	48,08	54,76	70,87	75,49	83,6
10–12 let	Chlapci	57,76	66,28	74,1	89,43	105,3	111
	Dívky	57,12	62,94	71,66	85,44	98	102
12–14 let	Chlapci	66,88	82,5	97,76	117,8	138,1	150
	Dívky	60,79	78,37	92,36	108,8	119,8	128
14–16 let	Chlapci	90,53	106,9	125,7	145,3	167,2	181
	Dívky	72,67	84,97	98,73	114,7	130	143
≥ 16 let	Chlapci	93,1	111,3	131,5	154	183,1	204
	Dívky	73,9	85,06	101,6	118,8	139,5	154

Tabulka 2b – Percentilové hodnoty LVMI (g/m^{2,7}) dle Khouryho a spol., 2009 [28]

Věk	Pohlaví	Percentily					
		10. pc.	25. pc.	50. pc.	75. pc.	90. pc.	95. pc.
< 6 měsíců	Chlapci	40,19	46,92	56,44	66,41	75,72	80,1
	Dívky	39,05	48,62	55,38	65,98	73,47	85,6
6 měsíců až 2 roky	Chlapci	36,17	40,66	44,95	53,29	61,27	68,6
	Dívky	32,91	38,67	42,04	49,85	52,86	57,1
2–4 roky	Chlapci	28,44	33,88	39,5	45,19	48,74	52,4
	Dívky	28,87	31,85	37,88	43,11	47,65	55,3
4–6 let	Chlapci	27,68	30,68	36,96	40,2	45,12	48,1
	Dívky	25,85	28,06	32,29	36,43	43,47	44,3
6–8 let	Chlapci	24,47	28,56	31,79	36,28	40,18	44,6
	Dívky	23,15	25,77	29,71	33,15	37,73	43,5
8–10 let	Chlapci	22,45	24,85	29,11	34,57	38,25	41
	Dívky	19,07	22,12	26,63	30,37	34,3	36
10–12 let	Chlapci	21,88	24,71	28,18	31,87	36,42	38,2
	Dívky	20,22	23,25	26,11	29,63	33,05	35,7
12–14 let	Chlapci	21,02	24,38	28,8	32,84	39,08	41,4
	Dívky	20,47	23,63	26,68	29,86	34,65	38,2
14–16 let	Chlapci	22,22	25,11	28,77	33,49	38,47	40,5
	Dívky	20,69	23,55	26,51	29,97	34,89	36,9
≥ 16 let	Chlapci	20,72	24,62	29	32,81	37,73	39,4
	Dívky	20,06	22,94	26,35	31,4	37,93	40



Obr. 1 – (A–C) Rezistentní hypertenze – percentilový graf nárůstu LVMI. Pacient s rezistentní hypertenzí a patologickým nárůstem LVMI. Při vyšetření byla prokázána koarktace aorty. Maximální LVMI 54,4 g/m^{2,7}, po operaci definitivní LVMI 35,2 g/m^{2,7}. Na obrázcích echokardiografie zlepšení parametrů LK.

využít v hodnocení stavu kontraktility levé komory, metoda analyzuje nízkorychlostní pohyby myokardu, je schopna detekovat regionální odlišnosti, posuzovat regionální systolickou a diastolickou dysfunkci, globální funkci levé komory. U dětských pacientů při běžném měření tuto modalitu většinou nevyužíváme, využití nachází při hodno-

cení srdečního selhání po operačním řešení vady společně se stimulací srdce. Vývoj ultrazvukových metod umožňuje v současnosti trojrozměrné zobrazení srdce, v současnosti je v dětské kardiologii využíváno pro detailnější posouzení morfologie srdečních vad, zejména při plánování chirurgického řešení. S dalším vývojem ultrazvukových přístrojů s možností trojrozměrného zobrazení bude možno i u dětí kvantifikovat objemy a funkce levé komory a stanovovat hmotnost myokardu. Jícnovou echokardiografií a hodnocení levé komory lze využít při nemožnosti provést vyšetření transthorakálně (pacienti s obezitou). Při vyšetření levé komory lze využít i kontrastní echokardiografií, při podání echokontrastu dojde k lepšímu ohraničení dutiny levé komory, u špatně vyšetřitelných je u tohoto měření lepší možnost posuzovat diastolickou funkci levé komory. Vzhledem k tomu, že většina dětí je velmi dobře vyšetřitelná transthorakálně, tak v běžném režimu ambulantní měření jícnové a kontrastní echokardiografií u dětí nevyužíváme. Stejně tak vzhledem k nepřítomnosti ischemické choroby srdeční běžně nepoužíváme u dětí zátěžovou echokardiografií.

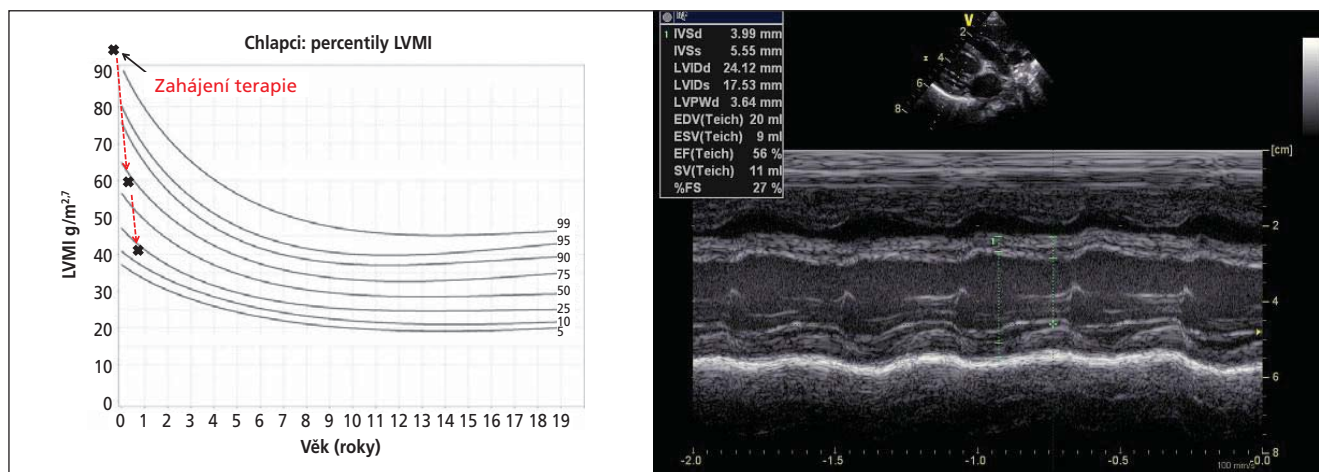
Biometrie levé komory a stanovení její hmotnosti

Základem pro hodnocení LVM je získání rozměrů levé komory (IVS, LVDd, LVPW), nejčastěji z M-způsobu, eventuálně z 2D měření. Hranice hodnoty mezi fyziologickou a patologickou LVM byla opakovaně zkoumána a arbitrárně stanovena.

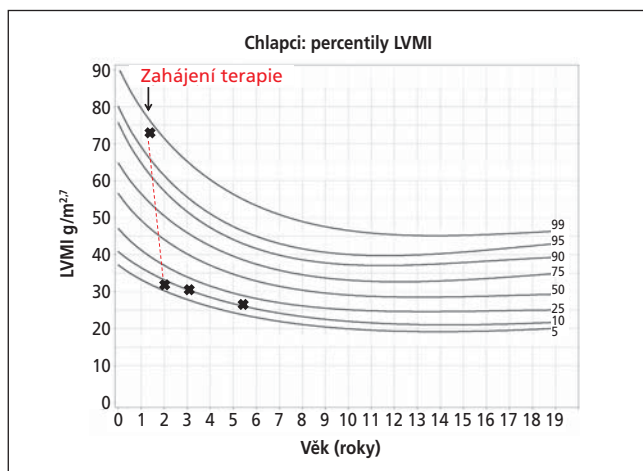
Dospělí: Hranice pro hypertrofii septa a zadní stěny je u mužů 13 mm, resp. 11 mm, u žen 12 mm, resp. 11 mm v end-diastole (tj. na konci diastoly). Hmotnost levé komory (LVM dle American Society of Echocardiography [16] je počítána rovnicí: $LVM = 0,8 \times 1,04 \times [(IVSD + LVDD + LVPW)^3 - (LVDD)^3] + 0,6 \text{ g}$ (rovnice dle Devereux) [18]. Normy pro hmotnost levé komory vycházejí z různých studií [19–22]. Nejčastěji používaná horní hranice normy pro LVM je u mužů 125 g/m² a u žen 111 g/m². Vzhledem k tomu, že hodnocení levé komory výrazně závisí na pohlaví a tělesné konstituci, byla pro korekci těchto faktorů navržena řada modifikací (na tělesný povrch, na výšku v absolutních číslech, na mocniny výšky). Indexace na „LVM / tělesná výška^{2,7}“, tj. LVMI nejlépe popisuje vztah mezi srdcem a velikostí těla, aniž by srdeční geometrie byla ovlivněna obezitou [5]. U dospělých používáme hodnotu LVMI 50 (51) g/m^{2,7} jako jednoduchou horní hranici normy pro obě pohlaví [17,23].

Děti: I pro děti jsou k dispozici normy echokardiografických rozměrů se směrodatnými odchylkami dle hmotnosti dítěte. Při běžném měření nejčastěji vyjadřujeme rozměry v procentech normálních hodnot, rozměry lze také standardizovat pomocí Z-hodnoty¹ [24]. Hmotnost levé komory je vypočtena dle stejné rovnice dle Devereux [18] viz výše a korigována stejně na 2,7 mocninu výšky [1]. Mitsnefes, Brady a další při určení horní hranice LVMI zohledňují percentily, resp. 95. percentil LVMI, popřípa-

¹ Z-skóre je statistický termín pro skóre směrodatné odchylky (tj. standard deviation score, SDS), odpovídající percentilové hodnotě (např. Z-skóre 0 = 50. percentil).



Obr. 2 – Hypertrofie LK s poruchou systolické funkce. Pacient s refluxovou nefropatií (VUR 2. st. dx.) a známkami selhávání levého srdce. Zjištěna závažná nefrogenní hypertenze. Při agresivní antihypertenzní terapii se upravují parametry LK včetně LVMI. Závažná forma hypertenze spojená s TOD vede k podezření na další podmiňující patologie, zejména segmentární hypoplazii ledviny vpravo.



Obr. 3 – Takayashu arteritida – renovaskulární hypertenze při postižení aorty na úrovni renálních tepen. Známky regrese LVMI při intenzivní antihypertenzní a imunosupresivní terapii

dě i pohlaví: pro adolescenty 40–45 g/m^{2.7} [25], pro dívky 36,88 g/m^{2.7} a pro chlapce 39,36 g/m^{2.7} [26] v tomto pořadí.

Diagnóza LVH podle „The Fourth report in the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents“ [1] byla stanovena konzervativně, s jedinou hraniční hodnotou (tzv. cut-off point) pro LVMI 51 g/m^{2.7} (odpovídá 99. percentilu). Tato hodnota LVMI je v dospělém věku prokazatelně spojena s vyšší morbiditou a mortalitou [27]. Z výše uvedeného vyplývá, že se jedná o jedinou hraniční hodnotu napříč všemi věkovými skupinami v dětství. Foster a Khoury ukázali, že jediná hodnota LVM a LVMI napříč všemi dětskými věkovými skupinami není pro diagnózu LVH spolehlivá [23,28]. Index LVMI se mění s věkem, zejména u dětí mladších devíti let. U ročního dítěte může být hodnota 50. percentilu a 99. percentilu 50 a 80 g/m^{2.7}. Tyto věkově podmíněné změny jsou dány výraznými změnami v proporcionalitě těla na různých vývojových úrovních, které mění vztah mezi LVM a výškou. Použití jediné hod-

noty pro LVM a LVMI k definování LVH u dětí mladších devíti let proto selhává a porovnání aktuální hodnoty LVM a LVMI s percentily se jeví nezbytné [28]. Tabulka 2a a 2b ukazují přehled hodnot LVM a LVMI u dětí dle věku a pohlaví v percentilovém rozložení, tj. od 10. do 95. percentilu [28]. Význam využití percentilových grafů pro diagnostiku a léčbu hypertenze ukazují názorně obrázky 1, 2 a 3. Při hodnocení LVMI u dětí a adolescentů je rovněž třeba mít na paměti, že některé faktory (obezita, hypertenze) mají patologický účinek na srdce, zatímco jiné (fyzická aktivita u trénovaných atletů) mají pouze adaptační význam.

Při hodnocení geometrie levé komory doplňujeme výpočet RWT, norma u dospělých 0,42–0,45, u dětí většinou hodnota ještě přísnější – 0,41, která reprezentuje 95. percentil [29]. Dále u všech dětí stanovujeme hodnoty systolické funkce – ejekční frakci a frakční zkrácení, eventuálně i střední rychlost zkrácení obvodového vlákna. V určitých indikacích (chronické selhání ledvin) je možno vyšetření rozšířit o hodnocení diastolické dysfunkce [12].

Závěr

Echokardiografie je standardní metoda, která slouží v dětském věku nejen k diagnostice srdečních vad, ale nověji také k určení kardiovaskulárního rizika pomocí hodnocení struktury a hmotnosti levé komory (LVH a LVM/LVMI) také u chorob nekardiálního původu (hypertenze, obezita, chronické selhání ledvin apod.). Hypertrofie levé komory je i v dětském věku rizikovým faktorem morbidity z kardiovaskulárních příčin, a proto je zásadní její přesné zhodnocení. Poslední výzkum v této oblasti ukazuje, že pro hodnocení přítomnosti LVH je nezbytné používat věkově specifické percentily. Jejich použití v praxi také umožňuje sledovat vývoj hmotnosti levé komory (tracking) v průběhu nemoci a léčby.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Autoři deklarují, že nemají střet zájmů.

Financování

Text článku byl podpořen grantem IGAMZ č. NT14335-3/2013.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Prohlašuji jménem všech autorů, že výzkum byl veden v souladu s Helsinskou deklarací.

Informovaný souhlas

Prohlašuji, že se požadavky na informovaný souhlas nevztahují na tento rukopis.

Literatura

- [1] National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The Fourth report in the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents, *Pediatrics* 114 (2004) 555–576.
- [2] E. Lurbe, R. Cifkova, J.K. Cruickshank, et al.; European Society of Hypertension. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension, *Journal of Hypertension* 27 (2009) 1719–1742.
- [3] A.V. Chobanian, G.L. Bakris, H.R. Black, et al., The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: the JNC 7 report. *Journal of the American Medical Association* 289 (2003) 2560–2572 (PR).
- [4] M.A. Gnani Wisam, J. Murin, J. Bulas J, et al., Hypertrofia ľavej komory u hypertonikov, *Bratislavské lekárske listy* 101 (2000) 456–459.
- [5] P. Verdecchia, G. Carini, A. Circo, et al., Left ventricular mass and cardiovascular morbidity in essential hypertension: The MAVI study, *Journal of the American College of Cardiology* 38 (2001) 1829–1835.
- [6] J. Bulas, J. Murin, K. Kozlíková, Echokardiografická charakteristika hypertrofie ľavej komory srdca, *Kardiologia* 7 (1998) 92–98.
- [7] C. Hanevold, J. Waller, S. Daniels, et al., The effects of obesity, gender, and ethnic group on left ventricular hypertrophy and geometry in hypertensive children: A collaborative study of the International pediatric hypertension association, *Pediatrics* 113 (2004) 328–333.
- [8] A.B. Maggio, Y. Aggoun, L.M. Marchand, et al., Associations among obesity, blood pressure and left ventricular mass, *Journal of Pediatrics* 152 (2008) 489–493.
- [9] M. Litwin, A. Niemirska, J. Śladowska, et al., Left ventricular hypertrophy and arterial wall thickening in children with essential hypertension, *Pediatric Nephrology* 21 (2006) 811–819.
- [10] P.S. Sharma, J. Mohammed, B. Thomas, et al., Nighttime blood pressure, systolic blood pressure variability, and left ventricular mass index in children with hypertension, *Pediatric Nephrology* 28 (2013) 1275–1282.
- [11] M.C. Matteucci, E. Wühl, S. Picca, et al., Left ventricular geometry in children with mild to moderate chronic renal insufficiency, *Journal of the American Society of Nephrology* 17 (2006) 218–226.
- [12] Y.T. Lindblad, J. Axelsson, R. Balzano, et al., Left ventricular diastolic dysfunction by tissue Doppler echocardiography in pediatric chronic kidney disease, *Pediatric Nephrology* 28 (2013) 2003–2013.
- [13] M.M. Mitsnefes, Cardiovascular Disease in Children with Chronic Kidney Disease, *Journal of the American Society of Nephrology* 23 (2012) 578–585.
- [14] R.-E.W. Kavey, V. Allada, S.R. Daniels, et al. Cardiovascular Risk Reduction in High-Risk Pediatric Patients. A Scientific Statement From the American Heart Association Expert Panel on Population and Prevention Science; the Councils on Cardiovascular Disease in the Young, Epidemiology and Prevention, Nutrition, Physical Activity and Metabolism, High Blood Pressure Research, Cardiovascular Nursing, and the Kidney in Heart Disease; and the Interdisciplinary Working Group on Quality of Care and Outcomes Research, *Circulation* 114 (2006) 2710–2738.
- [15] J.L. Houghton, M.J. Frank, A.A. Carr, et al., Relation among impaired coronary flow reserve, left ventricular hypertrophy and thallium perfusion defects in hypertensive patients without obstructive coronary artery disease, *Journal of the American College of Cardiology* 15 (1990) 43–51.
- [16] D.J. Sahn, A. DeMaria, J. Kisslo, A. Weyman, Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements, *Circulation* 58 (1978) 1072–1083.
- [17] P. Niederle, Echokardiografie dospělých, Praha: Triton, 2002, pp. 146–155.
- [18] R.B. Devereux, D.R. Alonso, E.M. Lutas, et al., Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings, *American Journal of Cardiology* 57 (1986) 450–458.
- [19] A. Ganau, R.B. Devereux, M.J. Roman, et al., Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension, *Journal of the American College of Cardiology* 19 (1992) 1550–1558.
- [20] R.B. Devereux, E.M. Lutas, P.N. Casale, et al., Standardization of M-mode echocardiographic left ventricular anatomic measurements, *Journal of the American College of Cardiology* 4 (1984) 1222–1230.
- [21] D. Levy, D.D. Sabate, R.J. Garrison, et al., Echocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy: The Framingham heart study. *Journal of the American College of Cardiology* 59 (1987) 956–960.
- [22] M.J. Koren, R.B. Devereux, P.N. Casale, Relation of Left Ventricular Mass and Geometry to Morbidity and Mortality in Uncomplicated Essential Hypertension, *Annals of Internal Medicine* 114 (1991) 345–352.
- [23] B.J. Foster, A.S. Mackie, M. Mitsnefes, et al., A novel method of expressing left ventricular mass relative to body size in children, *Circulation* 117 (2008) 2769–2775.
- [24] V. Chaloupecký, Dětská kardiologie, Praha: Galén, 2006, pp. 53–66.
- [25] M. Mitsnefes, J. Flynn, S. Cohn, et al., Masked hypertension associates with left ventricular hypertrophy in children with CKD, *Journal of the American Society of Nephrology* 21 (2010) 137–144.
- [26] T.M. Brady, B. Fivush, J.T. Flynn, R. Parekh, Ability of blood pressure to predict left ventricular hypertrophy in children with primary hypertension, *Journal of Pediatrics* 152 (2008) 73–78.
- [27] G. de Simone, S.R. Daniels, R.B. Devereux, et al., Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight, *Journal of the American College of Cardiology* 20 (1992) 1251–1260.
- [28] P.R. Khoury, M. Mitsnefes, S.R. Daniels, T.R. Kimball, Age-specific reference intervals for indexed left ventricular mass in children, *Journal of the American Society of Echocardiography* 22 (2009) 709–714.
- [29] J. Śladowska-Kozłowska, M. Litwin, A. Niemirska, et al., Change in left ventricular geometry during antihypertensive treatment in children with primary hypertension, *Pediatric Nephrology* 26 (2011) 2201–2209.

Z anglického originálu online verze článku přeložil autor.