



## Původní sdělení | Original research article

# Prognostický význam zátěžové dynamické echokardiografie – validace nově zavedené metody na našem pracovišti

(The prognostic value of exercise stress echocardiography – Validation of a newly implemented method in our center)

Luboš Jukl<sup>a</sup>, Jiří Vondrák<sup>a</sup>, Martin Kubrycht<sup>a</sup>, Martin Pavolko<sup>a,b</sup>,  
Petr Vojtíšek<sup>a</sup>, Jan Matějka<sup>a</sup>, Jan Večeřa<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Kardiologické oddělení, Interní klinika, Pardubická krajská nemocnice, Nemocnice Pardubického kraje a.s., Pardubice, Česká republika

<sup>b</sup> Kardiologické centrum Agel, a.s., Pardubice, Česká republika

## INFORMACE O ČLÁNKU

## Historie článku:

Došel do redakce: 13. 12. 2017

Přepřacován: 11. 1. 2018

Přijat: 13. 1. 2018

Dostupný online: 15. 2. 2018

## Klíčová slova:

Ischemická choroba srdeční

Zátěžová echokardiografie

## SOUHRN

**Cíl:** Cílem naší práce bylo zhodnotit možnosti a prognostický význam zátěžové dynamické echokardiografie jako nově zavedené metody na našem pracovišti ve střednědobém časovém horizontu.

**Metody a výsledky:** V období od února 2014 do května 2017 bylo vyšetřeno 204 pacientů (63 % muži, 60 ± 11 let) zátěžovou dynamickou echokardiografií (ZDE) pro stabilní symptomy charakteru bolesti na hrudi nebo námahové dušnosti s již známou ischemickou chorobou srdeční (ICHS) nebo s podezřením na ICHS. Předtestová pravděpodobnost ICHS dosahovala 45 ± 17 %. U 25 (12 %) pacientů byla použita kontrastní látka. Pozitivní test: nově vzniklá porucha kinetiky minimálně ve dvou sousedících segmentech levé komory srdeční. Komplikace vyšetření 0 %.

ZDE byla pozitivní u 13 (6 %) pacientů a u 10 z nich byla následně prokázána významná stenóza koronárních tepny. ZDE byla nedignostická (nedosaženo 85 % maximální predikované tepové frekvence) u 27 (13 %). Během sledování (medián 17, mezikvartilové rozpětí [IQR] 8–29 měsíců) bylo kontaktováno 195 (96 % pacientů). Dva (1 %) pacienti zemřeli na malignitu, 68 (33 %) podstoupilo koronarografické vyšetření z rozhodnutí ošetřujícího lékaře, dva (1 %) měli nestabilní anginu pectoris (NAP), dva (1 %) prodělali infarkt myokardu (IM), 12 (6 %) podstoupilo perkutánní koronární intervenci (PCI) či chirurgickou revaskularizaci. Pacienti s pozitivním testem – n = 13 (6 %): devět (69 %) podstoupilo revaskularizaci pro významnou stenózu koronárních tepny, dva (15 %) prodělali IM. Pacienti s nedignostickým testem – n = 27 (14 %): dva (7 %) zemřeli na malignitu, jeden pacient podstoupil PCI. Pacienti s negativním a diagnostickým testem – n = 164 (80 %), dvakrát nově vzniklá angina pectoris 12 měsíců po testu (provedena PCI).

Negativní prediktivní hodnota (úmrtí, IM, NAP, revaskularizace) diagnostického negativního testu je 98,8 %.

**Závěr:** Zátěžová dynamická echokardiografie je v rukou zkušeného operátora bezpečnou, validní metodou. Negativní výsledek diagnostické zátěžové dynamické echokardiografie má dle našich zkušeností vynikající negativní prediktivní hodnotu, co se týče kardiiovaskulární morbidita a mortality z kardiiovaskulárních příčin v mediánu 17 měsíců.

© 2018, ČKS. Published by Elsevier Sp. z o.o. All rights reserved.

**Adresa pro korespondenci:** MUDr. Jan Večeřa, Kardiologické centrum Agel, a.s., invazivní arytologie; Kardiologické oddělení, Interní klinika, Pardubická krajská nemocnice, Kyjeveská 44, 532 03 Pardubice, e-mail: [Janvecera36@gmail.com](mailto:Janvecera36@gmail.com)

DOI: 10.1016/j.crvasa.2018.01.006

## ABSTRACT

**Aim:** The aim of this study was to assess the validity and prognostic value of exercise stress echocardiography, as a newly introduced method at our workplace, over the medium-term time horizon.

**Methods and results:** Between February 2014 and May 2017, 204 patients (63% males,  $60 \pm 11$  years) underwent exercise stress echocardiography (ESE) due to stable symptoms including chest pain or exertional dyspnea, with a known or suspected ischemic heart disease (IHD). A pre-test probability of IHD was  $45 \pm 17\%$ . The contrast agent was used in 25 (12%) patients. Positive test: new appearance of wall motion abnormalities in at least two adjacent left ventricular segments. The test complication rate was 0%.

ESE was positive in 13 (6%) patients, 10 of them (77%) had a significant coronary artery stenosis. ESE was non-diagnostic (patients failed to achieve 85% of maximum predicted heart rate) in 27 (13%) patients.

During the follow-up (median 17, IQR 8–29 months) 195 patients (96%) were successfully contacted. 2 (1%) patients died of malignancy, 68 (33%) were referred to coronary angiography, 2 (1%) had unstable angina pectoris (UAP), 2 (1%) had myocardial infarction (MI), 12 (6%) underwent percutaneous coronary intervention (PCI) or surgical revascularization. Patients with positive test result:  $n = 13$  (6%): 9 (69%) underwent revascularization due to significant coronary artery stenosis, 2 (15%) had MI. Patients with non-diagnostic test  $n = 27$  (14%): 2 (7%) died of malignancy, 1 patient underwent PCI. Patients with negative diagnostic test  $n = 164$  (80%), 2 cases of new-onset angina pectoris within 12 months following the testing (PCI was performed).

The negative predictive value (death, MI, UAP, revascularization) of negative diagnostic test was 98.8%.

**Conclusion:** Exercise stress echocardiography in hands of an experienced operator is a safe and valuable method. Negative result of a diagnostic exercise stress echocardiography has, based on our experience, an excellent negative predictive value concerning cardiovascular morbidity and mortality within the 17 month-time median.

**Keywords:**

Ischemic heart disease  
Stress echocardiography

## Úvod

Ischemická choroba srdeční (ICHS) je stále nejčastější příčinou úmrtí v České republice. Diagnostika a riziková stratifikace pacientů s ischemickou chorobou srdeční je tedy denní nutností každého kardiologa či internisty. Zátěžová zobrazovací vyšetření jsou významnou neinvazivní diagnostickou metodou u pacientů s podezřením na ICHS či se známou ICHS dle doporučených postupů Evropské kardiologické společnosti, kdy základní indikací pro zátěžová zobrazovací vyšetření je průkaz indukovatelné ischemie a riziková stratifikace u pacientů se stabilními symptomy a střední předtestovou pravděpodobností (15–85 %) ICHS [1–3].

V klinické praxi máme, v diagnostice ICHS a prognostické stratifikaci, k dispozici řadu testů, včetně nezátežových: bicyklovou ergometrii, CT koronarografii, invazivní koronarografii, dobutaminovou či dipyridamolovou echokardiografii, zátěžovou magnetickou rezonanci, metody nukleární medicíny – jednofotonovou emisní výpočetní tomografii (SPECT) či pozitronovou emisní tomografii (PET). Volba metody závisí na rozhodnutí indikujícího lékaře a musí zohledňovat dostupnost, riziko vyšetření, včetně typu zátěže (farmakologická, fyzická), použití kontrastní látky, invazivní vyšetření a použití ionizačního záření [4].

Zátěžová echokardiografie (ZE) má podle doporučených postupů Evropské kardiologické společnosti přednost před zátěžovou elektrokardiografií (I B), a to zejména u pacientů a vyšší předtestovou pravděpodobností ICHS (66–85 %) a abnormální klidovou EKG křivkou (I B), a je-li to možné, je doporučena fyzická zátěž před farmakologickou (I C) [3].

Zátěžová dynamická echokardiografie (ZDE), s využitím běhátko nebo speciálně upraveného šlapátka, je tedy metodou volby, která může navíc poskytovat i další přídavné údaje o funkční kapacitě, reakci krevního tlaku a pulsu

na zátěž, dynamických chlopenních vadách, obstrukci při výtoku z levé komory srdeční či nepřímo o hodnotě tlaku v plicnici.

Zásadním problémem ZE je závislost metody na operátorovi a zkušenosti pracoviště, a proto věříme, že každá echokardiografická laboratoř musí ověřit a zavést vlastní metodiku vyšetření v souladu s aktuálně platným doporučením a validovat své postupy.

## Cíl

Cílem naší práce bylo zhodnotit prognostický význam zátěžové dynamické echokardiografie jako nově zavedené metody na našem pracovišti ve střednědobém časovém horizontu.

## Metoda

### Soubor

V období od února 2014 do května 2017 jsme vyšetřili 204 pacientů, 129 mužů (63 %), věk:  $60 \pm 11$  let s námahovou dušností nebo atypickými bolestmi na hrudi zátěžovou echokardiografií, 194 pacientů bylo vyšetřeno cestou naší kardiologické ambulance, byli vyhodnoceni jako méně riziková a schopní zátěžového vyšetření. Deset pacientů bylo vyšetřeno po provedené koronarografii, k zhodnocení klinické významnosti stenózy koronární tepny, z toho tři pacienti měli chronický uzávěr tepny před zvažovaným zprůchodněním úplného chronického uzávěru koronární tepny.

Předtestová pravděpodobnost ischemické choroby srdeční v našem souboru dosahovala  $45 \pm 17$  % [5].

Pacienti se známou ICHS byli definováni jako pacienti s akutním koronárním syndromem s provedenou koronarografií, se stavem po aortokoronárním bypassu či perkutánní koronární intervencí v anamnéze.



Obr. 1 – Polohovatelný bicyklový ergometr

Arteriální hypertenze byla definována jako krevní tlak nad 140/90 mm Hg nebo léčba antihypertenzivy, hypercholesterolemie byla definována jako celkový cholesterol nad 5,5 mmol/l nebo léčba hypolipidémie, diabetes mellitus byl definován jako onemocnění prokázané pomocí orálního glukózového tolerančního testu nebo léčba antidiabetiky.

Bradykardizující medikace byla vysazena v době čtyřnásobku biologického poločasů léku.

Každý pacient podepisuje informovaný souhlas s vyšetřením.

S výsledkem testu všichni pacienti odešli k odesílajícímu lékaři, který dle vlastního uvážení rozhodl o dalším postupu.

### **Echokardiografie a zátěžová echokardiografie**

Vyšetření probíhá v dedikované místnosti, s možností rozšířené kardiopulmonální resuscitace a asistenci jedné, nebo lépe dvou vyškolených zdravotních sester.

Vyšetření bylo provedeno dvourozměrnou echokardiografií přístrojem Philips CX 50 na polohovatelném bicyklovém ergometru (Ergoline Ergoselect 1200) (obr. 1 – fotografie celé sestavy).

Nejprve je provedeno standardní transthorakální echokardiografické vyšetření na lůžku. Poté je pacient usazen na polohovatelný bicyklový ergometr a soustava napolohována tak, aby byla poloha pro pacienta snesitelná a zároveň byla kvalita zobrazení dobrá. V případě omezené vyšetřitelnosti (nepřehledné dva a více segmentů levé komory srdeční) je zavedena flexila a použijeme kontrastní látku (Sonovue, Bracco, Milán, Itálie), bolusově i.v. à 1 ml cestou periferní žilní kanyly s proplachem fyziologickým roztokem po každém bolusu; ke zlepšení vizualizace endokardu segmentů levé komory srdeční.

Naložení hrudních elektrod EKG nemůže být v některých případech zcela standardní a pak se přizpůsobí místu vyšetřovacích oken po napolohování pacienta.

Každý test je veden snahou dosáhnout minimálně cílové srdeční frekvence (SF) dle formule:  $(220 - \text{věk pacienta}) \times 0,85$ , aby byl test diagnostický. Pacienty na tento cíl upozorňujeme a motivujeme k jeho dosažení.

Počáteční zátěž byla 50 W, dále zátěž rostla o 25 W každé tři minuty (při zjevně dobré toleranci zátěže o 50 W v úvodu) až do maximální tolerance nebo pozitivitu testu.

Ultrazvukové smyčky, obvykle o délce 3–5 sekund, ve všech projekcích parasternálních a apikálních, jsou nahrávány před zahájením testu, po každém navýšení zátěže, když pacient udává obtíže, ev. dle potřeby operátora, a jistě na vrcholu testu a konci testu po zklidnění tepové frekvence v závěru restituční fáze. Velmi výhodnou projekcí bývá projekce na krátkou osu levé komory srdeční (PSAX), která ukazuje segmenty ve všech povodích koronárních tepen nejednou. Při každé úrovni zátěže zaznamenáváme dvanáctivodové EKG, krevní tlak měřený na pravé paži, saturaci krve kyslíkem.

Na konci restituční fáze testu v trvání šesti minut provádíme poslední echokardiografické vyšetření, kontrolu krevního tlaku (TK) a EKG.

Ukončení testu: pozitivní test, dosažení cílové tepové frekvence, maximální tolerovaná zátěž, těžká bolest na hrudi, arteriální hypotenze nebo pokles systolického tlaku o  $\geq 40$  mm Hg, hypertenzní reakce se systolickým TK  $\geq 240$  mm Hg a závažné supraventrikulární či komorové arytmie.

Ultrazvukový nálezn byl hodnocen zkušeným echokardiografistou přítomným u vyšetření. Hlavní vyšetřující provedl 700 zátěžových vyšetření během dvou let v akreditované echokardiografické laboratoři Kardiovaskulárního centra, OLV Ziekenhuis, Aalst v Belgii v letech 2011–2012.

Pro ukončení testu s odstupem několika minut vždy prochází vyšetřující znovu smyčky nahrané při vyšetření k druhému čtení, které dle našich zkušeností snižuje riziko špatného vyhodnocení testu.

Pro práci s nahranými smyčkami nebyl použit speciální software.

Pokud nebyla použita při testu kontrastní látka, pak vyšetřující taktéž hodnotí přítomnost dynamické mitrální regurgitace a gradientu na trikuspidální chlopni.

### **Definice**

**Diagnostický test:** dosažení 85 % maximální predikované srdeční frekvence a/nebo pozitivita testu.

**Nediagnostický test:** nedosažení 85 % maximální predikované srdeční frekvence a negativní test.

**Elektrická pozitivita testu:** průkaz horizontálních nebo descendentních depresí úseku ST v sousedních svodech  $\geq 0,2$  mV (2 mm při měřítku 10 mm/1 mV).

**Pozitivní test:** nově vzniklá porucha kinetiky ve dvou sousedních segmentech levé komory srdeční. (Změny úseků ST pro pozitivu testu nesledujeme!)

**Negativní diagnostický test:** bez průkazu pozitivitu a dosažení minimálně cílové SF.

### **Sledování**

V květnu 2017 jsme provedli u všech konsekutivních pacientů nebo cestou jimi uvedených kontaktních osob telefonickou kontrolu.

Zjišťovány byly údaje pro období od provedení ZDE do května 2017 se zaměřením na úmrtí, prodělaný infarkt myokardu, anginu pectoris, provedené koronarografické vyšetření, ev. provedení PCI nebo indikace k chirurgické revaskularizaci a přetrvávání obtíží.

## Statistika

Data jsou uváděna jako průměrné hodnoty  $\pm$  směrodatná odchylka (SD) nebo jako medián (interkvartilové rozpětí) pro spojité veličiny a jako počty nebo procentuální zastoupení pro kategorické veličiny. Pro porovnání četností výskytu sledovaných událostí mezi třemi skupinami byl použit Fisherův exaktní test.

## Výsledky

Provedeno bylo 205 testů u 204 pacientů, 129 mužů (63 %), věk:  $60 \pm 11$  let. Přidružená onemocnění: arteriální hypertenze 110 (54 %), hypercholesterolemie 75 (37 %), diabetes mellitus 25 (12 %), aktivní kuřáci 34 (17 %), anamnéza ICHS 42 (21 %). Indikace k testu: bolesti na hrudi 113 (56 %), námahová dušnost 82 (40 %), jiné 9 (4 %).

Hlavní klinická data sledovaného souboru pacientů jsou uvedena v tabulce 1.

Test byl diagnostický u 177 pacientů (87 %). U 25 pacientů (12 %) byla použita kontrastní látka. Třináct pacientů (6 %) mělo test pozitivní.

Důvod ukončení testu: 75 (37 %) – dušnost, 11 (5 %) – bolesti na hrudi, 57 (28 %) – únava, 13 (7 %) – bolest kloubů, 46 (23 %) – dosažena minimálně cílová SF bez obtíží.

Osmadvacet pacientů (13 %) mělo elektricky pozitivní test.

**Tabulka 1 – Hlavní klinická data sledovaného souboru pacientů (n = 204)**

Pohlaví, muži; n (%)	129 (63)
Věk (roky)	$60 \pm 11,0$
BMI ( $\text{kg/m}^2$ )	$27,5 \pm 3,2$
Hypertenze, n (%)	110 (54)
Hypercholesterolemie, n (%)	75 (37)
Diabetes mellitus, n (%)	25 (12)
Aktivní kuřáci, n (%)	34 (17)
Exkuřáci, n (%)	30 (15)
Anamnéza ICHS, n (%)	42 (21)
Bazální srdeční frekvence (/min)	$80 \pm 12,8$
Bazální krevní tlak (mm Hg)	$147/86 \pm 25/9$
Předtestová pravděpodobnost ICHS (%)	$45 \pm 17$
<b>Indikace testu dle dominantního příznaku; n (%)</b>	
Bolesti na hrudi	105 (51)
Námahová dušnost	75 (37)
Abnormální EKG	15 (7)
Nespecifické příznaky (únava, palpitace)	9 (2)
<b>Medikace, n (%)</b>	
ACEI	86 (42)
Blokátory kalciových kanálů	46 (26)
Beta-blokátor	75 (37)
Thiazidové diuretikum	24 (12)
Furosemid	10 (5)

ACEI – inhibitory angiotensin konvertujícího enzymu; BMI – index tělesné hmotnosti; EKG – elektrokardiogram; ICHS – ischemická choroba srdeční.

Ani jeden pacient neměl zátěží indukovanou novou poruchu srdečního rytmu či jiné komplikace. Jeden pacient měl zátěží indukovanou blokádu levého Tawarova raménka regredující v restituci.

U jednoho z pacientů bylo třeba test bezprostředně opakovat s podáním kontrastní látky, protože byla špatná kvalita zobrazení v oblasti posterolaterální stěny levé komory srdeční, kde byla následně přítomna inducibilní ischemie.

Výsledky testu jsou souhrnně uvedeny v tabulce 2.

**Tabulka 2 – Průběh testu (n = 204)**

Diagnostický test, n (%)	177 (87)
Maximální srdeční frekvence (/min; % $\text{SF}_{\text{max}}$ )	$150 \pm 18/\text{min}$ ( $92 \pm 10$ )
Maximální krevní tlak (mm Hg)	$206/100 \pm 29/11$
Maximální zátěž (watt)	$154 \pm 45$
METs	$7,0 \pm 1,6$
Použita kontrastní látka, n (%)	25 (12)
Pozitivní test dle EKG ( $\text{STD} \leq 2 \text{ mm}$ ), n (%)	28 (13)
Pozitivní test pro ischemii dle UZ, n (%)	13 (6)
Komplikace, n (%)	0 (0)
<b>Důvod ukončení testu dle dominantních potíží, n (%)</b>	
Bolesti na hrudi	11 (5)
Dušnost	75 (37)
Únava	57 (28)
Bolest kloubů	13 (6)
Dosažena maximální predikovaná SF	46 (23)

EKG – elektrokardiogram; METs – násobky bazálního metabolismu;  $\text{SF}_{\text{max}}$  – maximální predikovaná tepová frekvence; STD – deprese úseku ST; UZ – echokardiografie.

## Sledování

### Celý soubor

Z 204 pacientů se podařilo kontaktovat 195 (96 %) pacientů s průměrným odstupem  $18 \pm 9$  měsíců (medián 17, IQR 8–29). Dva (1 %) pacienti zemřeli na malignitu. Dva (1 %) pacienti měli nově vzniklou anginu pectoris. Dva (1 %) pacienti prodělali akutní infarkt myokardu. Třináct (7 %) pacientů podstoupilo PCI nebo chirurgickou revaskularizaci, 68 (33 %) pacientů podstoupilo koronarografické vyšetření.

### Pozitivní test

Třináct (6 %) pacientů mělo pozitivní test. Všichni byli vyšetřeni koronarograficky. U deseti (77 %) nemocných byla prokázána významná stenóza koronární tepny v příslušném povodí – hodnoceno zkušeným invazivním kardiologem, vždy  $\geq 70$  % průměru stenózy, ošetřené PCI u šesti pacientů a u tří chirurgickou revaskularizací. Stenóza nebyla hodnocena metodou měření frakční průtokové rezervy (FFR), vzhledem k již prokázané inducibilní ischemii. U jednoho pacienta nebyla stenóza vhodná k intervenci. U zbylých tří pacientů nebyla prokázána významná stenóza koronární tepny – u těchto pacientů byla popisována při ZDE hypokineze na bázi spodní a/nebo zadní stěny.



Tabulka 3 – Výsledky telefonického sledování (n = 195, medián 17 měsíců [IQR 8–29])

	Pacienti s nediagnostickým testem, n = 27	Negativní diagnostický test, n = 164	Pozitivní diagnostický test, n = 13	Celkem, n (%)	F-test (p)
Počet sledovaných, n (%)	25 (92)	157 (96)	13 (100)	195 (96)	0,79
Sledovaní zemřelí (nekardiální příčina), n (%)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	0,04
Sledovaní zemřelí (kardiální příčina), n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
Elektricky pozitivní test (STD 2 mm), n (%)	3 (11)	22 (13)	3 (23)	28 (14)	0,53
Koronarografie, n (%)	12 (44)	43 (26)	13 (100)	68 (33)	≤ 0,001
Počet pacientů s provedenou PCI, n (%)	1 (4)	2 (1)	6 (46)	9 (4)	≤ 0,001
Nemoc jedné tepny, konzervativní postup, n (%)	1 (4)	0 (0)	1 (8)	2 (1)	0,04
Počet pacientů indikovaných k CABG, n (%)	0 (0)	1 (1)	3 (23)	4 (2)	≤ 0,001
Normální koronarografie, nezužující AS, n (%)	10 (27)	40 (24)	3 (23)	53 (26)	1
Prodělaný IM, n (%)	0 (0)	0 (0)	2 (15)	2 (1)	≤ 0,001
Nově vzniklá AP po ZDE, n (%)	0 (0)	2 (1)	0	2 (1)	1

AS – ateroskleróza; AP – angina pectoris; CABG – aortokoronární bypass; IM – infarkt myokardu; PCI – perkutánní koronární intervence; STD – deprese úseku ST; ZDE – zátěžová dynamická echokardiografie.

Dva pacienti po provedené PCI prodělali s odstupem času infarkt myokardu.

Pouze tři (23 %) nemocní měli zároveň elektricky pozitivní test – u všech byla prokázána významná stenóza koronární tepny. U sedmi (54 %) pacientů byl test pozitivní i při nedosažení cílové tepové frekvence.

#### Nediagnostický test

Sedmadvacet (13 %) pacientů nedosáhlo 85 % predikované maximální srdeční frekvence a neměli pozitivní test. Pěťadvacet (92 %) nemocných se podařilo kontaktovat. Dva (7 %) zemřeli z nekardiálních příčin, oba na malignitu. U 12 (44 %) byla provedena koronarografie, přičemž u jednoho pacienta byla provedena PCI 80% stenózy arteria coronaria dextra (ACD) a u jednoho nemocného s 90% stenózou periferie ramus marginalis sinister (RMS) byl volen konzervativní postup. U zbylých pacientů, kteří podstoupili koronarografii, nebyla prokázána významná stenóza koronární tepny. Elektricky pozitivní test měli 3 (11 %) nemocní.

#### Negativní diagnostický test

Negativní diagnostickou ZDE mělo 164 pacientů. Kontaktováno jich bylo 157 (96 %). Nikdo neprodělal infarkt myokardu a nezemřel; 43 (26 %) pacientů podstoupilo koronarografické vyšetření (KG) – obvykle při elektricky pozitivním testu nebo při perzistenci obtíží – u 40 z nich (93 %) – s normálním nálezem či nezužující aterosklerózou.

Dva (1 %) pacienti se známou ICHS (vyšetřování iniciálně pro námahovou dušnost) měli s odstupem jednoho roku nově vzniklou anginu pectoris a byla u nich provedena PCI 80% stenózy ramus interventricularis anterior (RIA) 1 a 70% stenózy ACD. Jeden pacient podstoupil ZDE jeden rok po PCI kmene a dále po třech měsících kontrolní koronarografii pro perzistující atypické obtíže a byla mu provedena PCI na RMS a obtíže má nadále. Jedna pacientka s těžkou mitrální regurgitací podstoupila po jednom roce KG, kde byla patrná stenóza RMS – prozatím jsme

na přání pacientky volili konzervativní postup. Elektricky pozitivní test mělo 22 (13 %) pacientů.

Přehledně viz tabulku 3 a obr. 2.

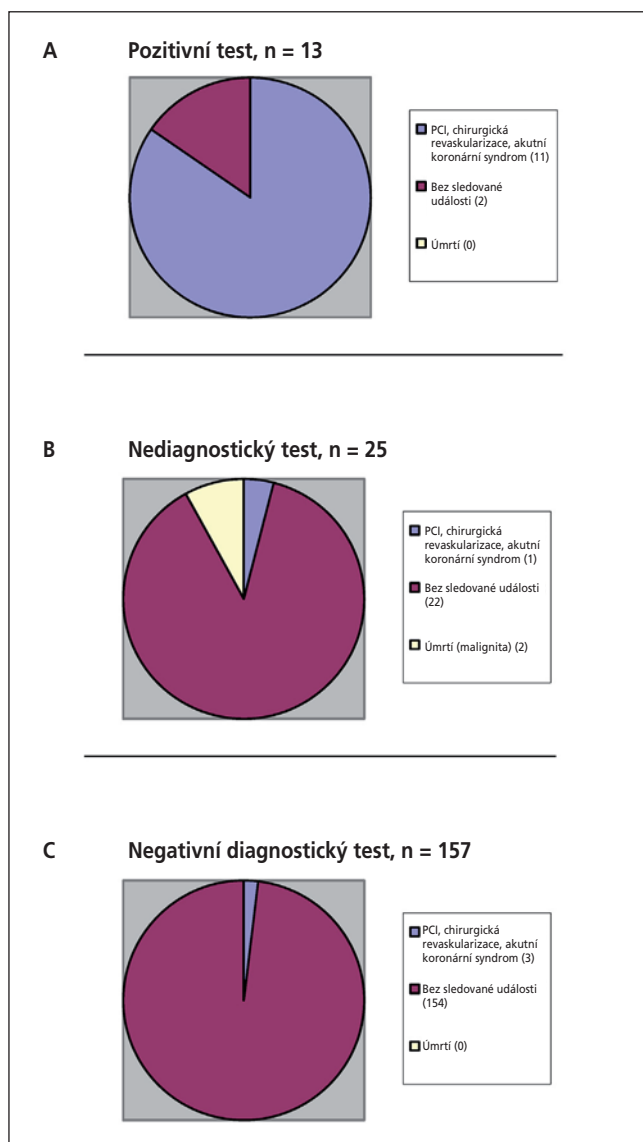
#### Elektricky pozitivní test

Sedmadvacet (13 %) pacientů mělo elektricky pozitivní test. Tři (23 %) z nich s pozitivní ZDE, 3 (11 %) s nediagnostickou ZDE a 22 (13 %) s negativní ZDE. Tři pacienti s pozitivním elektrickým testem a pozitivní ZDE měli významnou stenózu koronární arterie a podstoupili revascularizaci. Dalším devíti (33 %) nemocným s elektricky pozitivním testem, ale s negativní ZDE byla provedena koronarografie s normálním nálezem nebo nezužující aterosklerózou koronárních tepen. Jeden pacient s elektricky pozitivní a negativní ZDE měl nález významné stenózy RMS zjištěnou jeden rok po vyšetření ZDE – byl léčen konzervativně (tabulka 4).

Tabulka 4 – Elektricky pozitivní test, sledování (n = 27)

Počet diagnostických testů dle ZDE; n (%)	24 (89)
Počet pozitivních testů dle ZDE; n (%)	4 (15)
Počet sledovaných; n (%)	25 (93)
Zemřelí sledovaní (nekardiální příčina); n (%)	0 (0)
Zemřelí sledovaní (kardiální příčina); n (%)	0 (0)
Koronarografie provedena; n (%)	12 (44)
Počet pacientů s provedenou PCI; n (%)	2 (7)
Počet pacientů indikovaných k CABG; n (%)	1 (4)
Normální koronarografie, nezužující AS; n (%)	9 (30)
Nepodařilo se kontaktovat, n (%)	2 (7)
Prodělaný IM, n (%)	0 (0)
Trvajících potíže, n (%)	3 (11)

AS – ateroskleróza; AP – angina pectoris; CABG – aortokoronární bypass; IM – infarkt myokardu; PCI – perkutánní koronární intervence; ZDE – zátěžová dynamická echokardiografie.



Obr. 2 – Pozitivní test – události v průběhu sledování. (B) Nediagnostický test – události v průběhu sledování. (C) Negativní diagnostický test – události v průběhu sledování.

## Diskuse

Hlavním poselstvím našeho sledování bylo prokázat, že nově zavedená metoda na našem pracovišti poskytuje validní a klinicky relevantní údaje. Domníváme se, že zavedení nové metody do portfolia každého pracoviště by mělo automaticky vést ke sledování jejích výsledků formou registru, zejména v počátku. Pouze tak je možné validovat metodu, zejména je-li závislá na operátorovi.

Snaha zavést ZDE na naše pracoviště se opírá o níže uvedené důvody.

Zlatým standardem vyšetření pacientů s podezřením na stabilní formy ICHS je s ohledem na jeho dostupnost a cenu ergometrické vyšetření, založené na hodnocení klinických obtíží a změn EKG. Problémem je však poměrně vysoká četnost nejednoznačných a falešně pozitivních výsledků [6,7]. Proto je třeba často indikovat nové vyšetření

jinou metodikou. Nedávná, první randomizovaná studie dokonce prokázala, že v podmínkách Velké Británie je zátěžová echokardiografie efektivnější a levnější než zátěžová ergometrie u pacientů s podezřením na ICHS [8].

Porovnávání různých zobrazovacích metod v průkazu ischemické choroby srdeční bylo již opakovaně studováno s poměrně rozporupnými výsledky, a to vzhledem k různě definovaným kritériím ischemie myokardu. Nedávná randomizovaná prospektivní multicentrická studie PROMISE neprokázala v mediánu 25 měsíců rozdíl v prognostické stratifikaci při použití CT koronarografie vs. zátěžové ergometrie na běhátku/zátěžové echokardiografie/zátěžové SPECT. Další subanalýza této studie odhalila, že u pacientů s diabetes mellitus (DM) versus u nediabetiků bylo významně vyšší riziko pozitivního testu. V našem souboru jsme tento rozdíl nepotvrdili (3 [23 %] vs. 17 [10 %],  $p = 0,18$ ), avšak výskyt DM byl významně vyšší u pacientů s výskytem sledovaných událostí (úmrtí, IM, syndrom NAP, revaskularizace) než u nediabetiků (5 [29 %] vs. 20 [11 %],  $p = 0,049$ ) [9].

V minulosti byla senzitivita a specifita zobrazovacích metod v průkazu ischemické choroby srdeční porovnávána s angiografickými nálezy a hodnocením průměru stenózy koronární tepny, který jak víme, je velmi nepřesným ukazatelem funkční významnosti stenózy [10,11]. Pouze inducibilní ischemie v povodí příslušné koronární tepny indikuje smysluplné provedení revaskularizace myokardu. Přidaná hodnota koronarografie je v prognostickém hodnocení relativně malá a zlatým standardem funkčního vyšetření významnosti stenózy koronární tepny invazivní cestou je metoda FFR, a to zejména u pacientů s postižením více koronárních tepen (IA) [3,12]. Možná další světlo vnese výsledek probíhající studie ISCHEMIA [13].

Normální výsledek diagnostické zátěžové echokardiografie má vynikající negativní prediktivní hodnotu s ročním rizikem úmrtí, infarktu myokardu, revaskularizace či nestabilní anginy pectoris 0,4–0,9 %/rok srovnatelnou s běžnou populací podle rozsáhlé metaanalýzy s 9 000 pacienty [14]. V našem souboru je v této podskupině toto riziko 1,3 % (pro úmrtí a akutní IM 0 %), kdy dva pacienti vyšetřovaní pro ne zcela typické obtíže (námahovou dušnost) se známou ICHS a diagnostickým a negativním testem měli po 12 měsících nově vzniklou typickou námahovou anginu pectoris, řešenou PCI.

Pouze tři z deseti pacientů s prokázanou významnou stenózou koronární tepny, ve skupině s pozitivním testem, měli elektricky pozitivní test. Test je ukončen při navození nové poruchy kinetiky levé komory. Nelze vyloučit, že by došlo k rozvoji významných depresí úseku ST při dalším pokračování testu. Stejně tak pouze dva (20 %) pacienti měli bolest na hrudi. Tato pozorování ukazují typický obraz ischemické kaskády v klinické praxi [15].

Dvacet (10 %) pacientů mělo elektricky pozitivní test s negativním echokardiografickým nálezem a neměli po dobu sledování sledovanou událost. Osm z nich podstoupilo z indikace kardiologa koronarografické vyšetření bez průkazu významné stenózy koronární tepny, což potvrzuje známou zkušenost, že přítomnost významných depresí úseku ST nemusí svědčit pro významnou stenózu koronární tepny, ale může být obrazem subendokardiální ischemie u pacientů s mikrovaskulárním postižením (syndrom X) nebo s hypertrofií levé komory srdeční [16]. Vzhledem k ukončení testu při nově vzniklých poruchách kinetiky

i přes nepřítomnost významných depresí ST na EKG nevyklučuje, že při pokračování testu do vyšší zátěže by takové změny ST mohly nastat. Proto nelze naše výsledky srovnávat s klasickou zátěžovou ergometrií.

I přesto, že to nebylo cílem naší práce, analyzovali jsme také výsledky alternativních vyšetřovacích metod (tabulka 3). Pětapadesát (28 %) pacientů ze skupiny s negativním nebo nedagnostickým testem podstoupilo KG z indikace ambulantního kardiologa v průběhu sledování. Dvaapadesát (26 %) nemocných podstoupilo KG časně po ZDE a u všech kromě jednoho (98 %) (ze skupiny nedagnostických ZDE) s nálezem normální koronarografie či nezužující aterosklerózy koronárních tepen. Tři pacienti s negativním testem měli jeden rok po iniciální ZDE nově vzniklou typickou námahovou anginu pectoris a podstoupili revaskularizaci. Sedm (3 %) pacientů podstoupilo CT koronarografii, u pěti s normálním nálezem a u dvou s podezřením na významnou stenózu koronární tepny, která byla vyloučena invazivní koronarografií.

Podání kontrastní látky v indikovaných případech je klíčové, bezpečné a umožňuje provedení testu – v našem souboru u 100 % pacientů [17]. Pouze v jednom případě jsme museli provést test opakovaně, a s použitím kontrastní látky při opakování, vzhledem k špatné kvalitě zobrazení při zátěži, kdy v klidu byla kvalita zobrazení dobrá.

Cena kontrastní látky je vysoká, ale je-li podána indikovaně, pak umožní provedení testu a omezí další vyšetřovací postupy, které dále zvyšují rizika pro pacienta při invazivním zákroku či vyšetření s použitím ionizačního záření, které je z populačního rizika významnou zátěží. Například zátěžová scintigrafie myokardu představuje radiační zátěž odpovídající přibližně 500–1 000 prostým snímkům hrudníku s rizikem vzniku nádorového onemocnění 1 : 400 až 1 : 1 000 u pacienta středního věku [18,19].

V našem souboru jsme nezaznamenali žádnou komplikaci. Při použití farmakologické zátěže je četnost nežádoucích příhod vyšší – a to jak dle našich osobních zkušeností, tak dle literatury, kdy relativně častými komplikacemi bývají vagové reakce a supraventrikulární arytmie, přičemž četnost nedagnostických testů je obdobná jako při fyzické zátěži [20].

Další možnosti a budoucnost metody zátěžové echokardiografie nám možná osvětlí velká prospektivní multicentrická mezinárodní studie Stress echo 2020 [21].

Závislost na schopnostech a zkušenostech operátora je zásadním a limitujícím faktorem metody. Každé vyšetření méně zkušeného operátora musí proběhnout pod dohledem zkušeného echokardiografisty a pracoviště musí provádět dostatečný počet vyšetření za rok [22]. U jednoho pacienta jsme po revizi nálezu, který byl vyhodnocen jako negativní, indikovali opakování vyšetření s podáním kontrastní látky pro špatnou kvalitu zobrazení s pozitivním výsledkem testu. Jednoznačně platí zlaté pravidlo echokardiografie: Co dobře nevidíš, nemůžeš hodnotit!

## Limitace

Velikost souboru a malý počet sledovaných příhod v průběhu sledování nedovoluje hlubší smysluplnou statistickou analýzu.

## Závěr

Zátěžová dynamická echokardiografie je v rukou zkušeného operátora bezpečnou, validní metodou, při využití „high-endových“ echokardiografických přístrojů, dedikovaného zařízení, a je-li třeba, i kontrastní látky. Negativní výsledek diagnostické zátěžové dynamické echokardiografie má, dle našich zkušeností, vynikající negativní prediktivní hodnotu, co se týče kardiovaskulární morbidity a mortality z kardiovaskulárních příčin v mediánu 17 měsíců.

## Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Žádný střet zájmů.

## Financování

Žádné.

## Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Vyšetření a sledování pacientů bylo v souladu se správnou klinickou praxí.

## Informovaný souhlas

Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas s provedením vyšetření.

## Literatura

- [1] R. Sicari, P. Nihoyannopoulos, A. Evangelista, et al., Stress echocardiography expert consensus statement – executive summary: European Association of Echocardiography (a registered branch of the ESC), *European Heart Journal* 30 (2009) 278–289.
- [2] G. Montalescot, U. Sechtem, S. Achenbach, et al., 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology, *European Heart Journal* 34 (2013) 2949–3003.
- [3] P. Kolh, S. Windecker, Alfonso et al., 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), *European Heart Journal* 35 (2014) 2541–2619.
- [4] M.J. Wolk, S.R. Bailey, J.U. Doherty et al., ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons, *Journal of Cardiac Failure* 20 (2014) 65–90.
- [5] T.S. Genders, E.W. Steyerberg, H. Alkadhi, et al., A clinical prediction rule for the diagnosis of coronary artery disease: validation, updating, and extension, *European Heart Journal* 32 (2011) 1316–1330.
- [6] P. Jeetley, L. Burden R. Senior, Stress echocardiography is superior to exercise ECG in the risk stratification of patients presenting with acute chest pain with negative Troponin, *European Journal of Echocardiography* 7 (2006) 155–164.

- [7] A. Bouzas-Mosquera, J. Peteiro, F. J. Broullón, et al., Incremental value of exercise echocardiography over exercise electrocardiography in a chest pain unit, *European Journal of Internal Medicine* 26 (2015) 720–725.
- [8] K. Zacharias, A. Ahmed, B.N. Shah, et al., Relative clinical and economic impact of exercise echocardiography vs. exercise electrocardiography, as first line investigation in patients without known coronary artery disease and new stable angina: a randomized prospective study, *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging* 18 (2017) 195–202.
- [9] P. S. Douglas, U. Hoffmann, M.R. Patel, Outcomes of anatomical versus functional testing for coronary artery disease, *New England Journal of Medicine* 372 (2015) 291–300.
- [10] R. M. Califf, P. W. Armstrong, J. R. Carver, et al., 27th Bethesda Conference: matching the intensity of risk factor management with the hazard for coronary disease events. Task Force 5. Stratification of patients into high, medium and low risk subgroups for purposes of risk factor management, *Journal of the American College of Cardiology* 27 (1996) 1007–1019.
- [11] N. H. Pijls, P. van Schaardenburgh, G. Manoharan, et al., Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER Study, *Journal of the American College of Cardiology* 49 (2007) 2105–2111.
- [12] W. Wijns, P. Kolh, N. Danchin, et al., Guidelines on myocardial revascularization, *European Heart Journal* 31 (2010) 2501–2555.
- [13] ISCHEMIA Study. Available via <https://ischemiatrial.org>. Accessed 12 Nov 2014
- [14] L. D. Metz, M. Beattie, R. Hom, et al., The prognostic value of normal exercise myocardial perfusion imaging and exercise echocardiography: a meta-analysis, *Journal of the American College of Cardiology* 49 (2007) 227–237.
- [15] R. W. Nesto, G. J. Kowalchuk, The ischaemic cascade: temporal sequence of haemodynamic electrocardiographic and symptomatic expressions of ischaemia, *American Journal of Cardiology* 59 (1987) 23C–30C.
- [16] P. Nihoyannopoulos, J. C. Kaski, T. Crake, et al., Absence of myocardial dysfunction during stress in patients with syndrome X, *Journal of the American College of Cardiology* 18 (1991) 1463–1470.
- [17] S. S. Abdelmoneim, M. Bernier, C. G. Scott, et al., Safety of contrast agent use during stress echocardiography: a 4-year experience from a single-center cohort study of 26,774 patients, *Journal of the American College of Cardiology: Cardiovascular Imaging* 2 (2009) 1048–1056.
- [18] [EC RP118] European Commission (2000). Referral Guidelines for Imaging. 2000. Available via [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118_en.pdf). Accessed 25 Oct 2013.
- [19] E. Picano, E. Pisanisi, J. Brown, et al., A gatekeeper for the gatekeeper: inappropriate referrals to stress echocardiography, *American Heart Journal* 154 (2007) 285–290.
- [20] H. Mertes, S. G. Sawada, T. Ryan, et al., Symptoms, adverse effects, and complications associated with dobutamine stress echocardiography. Experience in 1118 patients, *Circulation* 88 (1993) 15–19.
- [21] E. Picano, Q. Ciampi, R. Citro, et al., Stress echo 2020: The international stress echo study in ischemic and non-ischemic heart disease, *Cardiovascular Ultrasound* 15 (2017) 3.
- [22] E. Picano, F. Lattanzi, A. Orlandini et al., Stress echocardiography and the human factor: the importance of being expert, *Journal of the American Collage of Cardiology* 17 (1991) 666–669.

*Z anglického originálu online verze článku přeložil autor.*