Doporučení k provádění zátěžových testů v nukleární kardiologii

Miroslav Mysliveček, Milan Kamínek

Klinika nukleární medicíny FN a LF UP Olomouc

Tyto doporučené postupy byly vypracovány v souladu s doporučeními American Society of Nuclear Medicine, American HeartAssociation a American College of Cardiology

I. Cíl

Cílem těchto doporučených postupů je pomoci kardiologům a specialistům v oboru nukleární medicína při orientaci v zátěžových testech používaných v nukleární kardiologii se zaměřením na jejich specifika. Tato doporučení jsou součástí ostatních zátěžových testů v kardiologii (zátěžová echokardiografie a ekg).

II. Základní informace a definice

A. Zátěžové testy při vyšetření perfúze myokardu pomocí zátěžové perfúzní scintigrafie mají za úkol navození heterogenity perfúze myokardu, event. ischémie pomocí fyzické nebo farmakologické zátěže.
B. Zátěžové testy pň radionuklidové ventrikulografii jsou prováděny ke zjištění kardiovaskulární rezervy srovnáním klidových a zátěžových funkčních parametrů levé a pravé komory srdeční a k posouzení regionální kinetiky myokardu v zátěži a v klidu

III. Oprávnění provádět zátěžové testy

Zátěžový test může provádět kardiolog nebo školený specialista v oboru nukleární medicína.

IV. Technické požadavky

Technické požadavky na provedení zátěžových vyšetření v nukleární kardiologii jsou stejné jako u ostatních zátěžových vyšetření v kardiologii - 12 svodové ekg, ergometr, defibrilátor, laryngoskop, ambuvak, léky nezbytné při kardiopulmonální resuscitaci. (l4)

V. Personální požadavky

Lékař (kardiolog nebo školený specialista v oboru nukleární medicína) a středně zdravotnický personál (sestra nebo laborantka) pravidelně školený v kardiopulmonální resuscitaci(l4)

VI. - Indikace zátěžových testů při perfúzní scintigrafii myokardu

A. Detekce, lokalizace, rozsah a závažnost myokardiální ischémie
B. Posouzení závažnosti stenózy zjištěné při koronarografii a stratifikace rizika
C. Zjištění viability myokardu u pacientů s dysfunkcí levé komory při plánování revaskularizace*
D. Zhodnocení efektu revaskularizace (PTCA nebo bypass) u pacientů s rekurencí symptomů nebo s pozitivním či nediagnostickým zátěžovým ekg
E. Rozlišení ischemické a neischemické kardiomyopatie

* Pokud je klinická otázka pouze na viabilitu nebo pacient není schopen zátěže, lze provést pouze klidové vyšetření. Zátěžovým vyšetřením myokardiální perfúze lze detekovat ischemii i viabilitu a stratifikovat riziko.

- ***Indikace zátěžových testů při radionuklidové ventrikulografii***

A. Zjištění kardiovaskulární rezervy srdečních komor
B. Posouzení regionální kinetiky srdečních komor v zátěži a v klidu

Podrobněji o indikacích pojednávají guidelines pro provádění perfúzní scintigrafie myokardu (17) a guidelines pro klinické využití metod nukleární kardiologie. (16)

VII. Stručný postup při zavádění zátěžových testů

A. *Fyzická perfúzní scintigrafie myokardu*

1. Fyzická dynamická zátěž (bicykl nebo běhátko)

Provádění je obdobné jako u zátěžového ekg včetně monitorování a hodnocení ekg. (14) Ideální je 12 svodové ekg během celého testu, v nezbytných případech lze připustit monitorování jednosvodovým ekg během zátěže. V každém případě je nutné provést a dokumentovat záznam všech 12 svodů ekg před a po zátěži pro evidenci akutní ischémie, arytmie evet. Poruchy kondukce. 48 hod před vyšetřením je doporučováno vysadit betablokátory (pokud není kontraindikováno). Pacienti by měli mít zavedenu i.v. kanylu pro přísné intravenózní podání radiofarmaka.

Používají se různé typy protokolů se stupňovanou zátěží – pro běhátko nejčastěji Bruceho event. Modifikovaný Bruceho protokol, při bicyklové ergometrii se obvykle začíná se zátěží 25 – 50 W a zátěž se postupně zvyšuje (zpravidla každé 2 min, zvyšuje se individuálně podle výkonnosti pacienta). (14) Radiofarmakum se podává na vrcholu zátěže, nejlépe po překročení 85% maximální aerobní kapacity nebo při dvojproduktu nad 25 000 (dvojprodukt = součin systolického TK a max. TF). Zátěž by neměla být kratší než 4 min, je ale limitována symptomy – anginou pectoris, dušností, nebo výraznými ekg změnami ST segmentu, komorovými arytmiemi apod. Po aplikaci radiofarmaka je doporučováno pokračovat v zátěži při použití 201Tl 1 min a u 99mTc-značených radiofarmak (sestamibi, tetrofosmin) 1,5 min.

2. Farmakologická zátěž

a) Vazodilatační látky (dipyridamol nebo adenosin)

Pacienti nesmí nejméně 12 hod. před vyšetřením užít látky obsahující kofein a ostatní methylxantinové deriváty, které by interferovaly s vazodilatačními látkami. Obdobně jako u ergometrie je monitorováno ekg a krevní tlak. U dipyridamolu je obvykle preferována standardní dávka - i.v. infúze 0,56 mg/kg váhy během 4 min(1,7-9,12,13)

Některá pracoviště používají vyšší dávku - 0,84 mg/kg během 6-10 min. Nebyl však prokázán signifikantní rozdíl pro detekci ischemické choroby srdeční mezi standardní a vyšší dávkou dipyridamolu.(4,9,11) Současná fyzická zátěž je možná (ergometrie nebo "handgrip") a někdy je pacienty dobře tolerována, nevede však k další dilataci koronárního řečiště(6) V případě obtíží po dipyridamolovém testu(15) můžeme vyblokovat jeho účinek 100-300 mg aminophyllinu i.v. (dávku aminophyllinu je výhodnější podat frakcionovaně pro jeho kratší plazmatický poločas ve srovnání s dipyridamolem). U adenosinu je doporučována dávka 0,14 mg/kg/min. během 6 min(1,6) Adenosin má krátký plazmatický poločas a jeho vedlejší účinky odeznívají rychle po přerušení infúze.

b) Ino/chronotropní adrenergní látky (dobutamin, dobutamin+atropin, arbutamin)

Pacienti mají vysazeny betablokátory 48 hod před vyšetřením. Dobutamin se podává v infúzi od nízkých dávek (obvykle se zahajuje 5-10 ug/kg/min.) a postupně se koncentrace dobutaminu zvyšuje každé 3 min o 10 ug/kg/min. až do 40 ug/kg/min. Během testu se monitoruje ekg, TK a TF. U pacientů s nedostatečným nárůstem TF (pod 85% maximální aerobní kapacity) se může dosáhnout tachykardie podáním atropinu i.v. (až do dávky 1 mg). Radiofarmakum se aplikuje 1-2 min. před ukončením protokolu(l) Vedlejší účinky dobutaminu (5) lze vyblokovat metoprololem (1-5 mg). Arbutamin je pro diagnostické účely nově vyvinutá adrenergní látka s větším chronotropním efektem (nevyžaduje podání atropinu).(17)

B. **Zátěžová radionuklidová ventrikulografie**

1. Fyzická dymamická zátěž

Používá se speciální bicykl, kdy pacient je v poloze pololeže na zádech (supine) s detektorem scintilační kamery nad hrudníkem v modifikované levé šikmé přední projekci. Nejprve se provede klidová radionuklidová ventrikulografie, poté je zahájena vlastní zátěž. Monitoruje se TK a ekg, po dosažení přiměřené zátěže je zahájena vlastní akvizice dat. Je nutno nastřádat cca 400-600 srdečních cyklů (R - R intervalů), což trvá cca 3-4 min a po tuto dobu je nutno udržet konstantní zátěž a TF. Poloha pololeže je ve srovnání s klasickou bicyklovou ergometrií v sedě obtížnější - dosažená zátěž ve W bývá podstatně nižší a rovněž TF obvykle nepřesáhne 85% maximální aerobní kapacity. Za důležitější ukazatel se považuje dvojprodukt (součin systolického `TK a max. TF nad 25 000).(2)

2. Dobutaminová radionuklidová ventrikulografie

Nejprve klidové vyšetření, poté následuje infúze dobutaminu - stejně jako u perfúzní scintigrafie myokardu se postupně po 3 min. zvyšuje koncentrace od nízkých dávek dobutaminu (10 a 20 ug/kg/min.) po vysoké dávky (30 a 40 ug/kg/ min.). Po dosažení adekvátní TF nebo dvojproduktu je zahájena akvizice dat stejně jako u fyzické zátěže(13)

VIII. Interpretace výsledků

Interpretace výsledků vlastního zátěžového testu je stejná jako u běžného zátěžového ekg - hodnotí se dosažená zátěž, trvání testu, event. symptomy, kterými byla zátěž limitována, maximální TF a TK, dvojprodukt, průkazné ischemické změny na ekg (alespoň 1 mm horizontální nebo descendentní deprese ST segmentu, elevace ST úseku apod).

Interpretace výsledků samotných radionuklidových zobrazovacích metod bude podrobně uvedena v samostatných "guidelines" nukleární medicíny - viz guidelines publikované americkou společností nukleární medicíny.(16,17)

IX. Kontraindikace provádění zátěžových testů

1. Fyzická zátež (stejné zásady jako u zátěžového ekg)

a. Nestabilní angína pectoris
b. Akutní IM
c. Nekontrolovaná arteriální hypertenze
d. Nedostatečně kompenzované srdeční selhání

Výše uvedené stavy jsou kontraindikací i farmakologicky prováděné zátěže, která má navíc tyto kontraindikace:

2. Dipyridamol

a. Hypotenze (systolický TK < 90 mm Hg)
b. Asthma bronchiale
c. Plicní hypertenze

3. Adenosin

a. Atrioventrikulární blok II. a III. st
b. Sick sinus syndrom

4. Ino/chronotropní látky

a. Komorová tachyarytmie
b. Obstrukční nebo hypertrofická kardiomyopatie

X. Zdroje případných chyb

1. Suboptimální fyzická zátěž – pokud nebylo dosaženo 85% maximální srdeční frekvence, snižuje se senzitivita metody radionuklidové metody

2. Látky blokující účinek farmakologické zátěže

a. kofein a methylxantinové deriváty u dipyridamolu a adenosinu
b. betablokátory u adrenergních látek

3. U pacientů s kompletním blokem levého Tawarova raménka (LBBB) je vhodnější při zátěžové perfúzní scintigrafii myokardu provádět farmakologickou zátěž dipyridamolem nebo adenosinem, i když jsou schopni adekvátní fyzické zátěže. Fyzická zátěž nebo dobutamin u pacientů s LBBB může vést k arteficiálnímu zobrazení srdečního septa s falešně pozitivními nálezy na scintigramech (snižuje se specificita vyšetření) (3,10)

4. Paravenózní podání radiofarmak při perfúzní scintigrafii myokardu (nefunkční intravenózní kanyla) vede k jeho nedostatečné koncentraci v myokardu (nízká hustota impulsů) a k jeho alterované kinetice (část paravenózně

aplikované aktivity radiofarmaka se může dostat do myokardu za klidových podmínek s následným ovlivněním výsledku vyšetření).

5. Chyby vzniklé při akvizici, vyhodnocení a interpretaci radionuklidové zobrazovací metody (17) budou uvedeny v samostatných guidelines nukleární medicíny.

XI. Pořadí v jakém volit zátěž u vyšetření myokardiální perfúze

1. Fyzická dynamická zátěž – je obvykle preferována, je fyziologická a může vést k vyvolání symptomů, pro které je pacient vyšetřován.

2. Dipyridamol (resp.adenosin, který je však výrazně dražší) – u pacientů neschopných adekvátní fyzické zátěže a u pacientů s LBBB.

3. Dobutamin – u pacientů neschopných adekvátní fyzické zátěže s kontraindikací k dipyridamolovému testu (asthma bronchiale).

Literatura:

1. Bianco JA, Wilson MA. Myocardial Ischemia and Viability. In: Wilson MA, Textbook of Nuclear Medicine. Philadelphia: Lippincot-Raven Publishers, 1998:33–56.
2. Bianco JA, Wilson MA. Radionuklide Ventriculography. In: Wilson MA. Textbook of Nuclear Medicine. Philadelphia: Lippincot-Raven Publishers, 1998: 137–151.
3. Caner B, Rezaghi B, Uysal U, et al. Dobutamine Thallium-201 Myocardial SPECT in Patients with Left Bundle Branch Block and Normal Coronary Arteries. J Nucl Med 1997;38:424–7.
4. Casanova R, Patroncini A, Guidalotti PL, et al. Dose and test for dipyridamole infusion and cardiac imaging early after uncomplicated myocardial infarction. Am J Cardiol 1992;70:1402–6.
5. Elhendy A, Valkema R, Domburg RT, et al. Safety of Dobutamine-Atropine Stress Myocardial Perfusion Scintigraphy. J Nucl Med 1998;39:1662–1666.
6. Follansbee WP. Alternatives to Leg Exercise in the Evaluation of Patients with Coronary Artery Disease: Functional and Pharmacologic Stress Modalites. In: Gerson MC. Cardiac Nuclear Medicine. 3/e. New York: McGraw-Hill,1997:193–235.
7. Kamínek M, Mysliveček M, Škvařilová M, Hušák V, Lang O: Korelace zátěžové perfúzní scintigrafie myokardu SPECT s koronarografickými nálezy. Vnitř. Lék. 1998;44: 187–91.
8. Kamínek M, Mysliveček M, Škvařilová M, Hušák V, Lang O. SPECT myokardiálni perfúze u pacientů po prodělaném infarktu myokardu - srovnání 201Tl s dual-izotopovým protokolem (klid 201Tl/zátěž 99mTc tetrofosmin). Čes. Radiol., 1998;52: 192–197.
9. Kamínek M, Mysliveček M, Škvařilová M, Hušák V, Lang O. Neinvazivní detekce ischemické choroby srdeční zobrazením myokardiální perfúze – srovnání fyzické zátěže a infúze dipyridamolu. Cor Vasa. (v tisku)
10. Kipper, M. S., Grosshans, C., Ashburn, W. L.: False-positive Tl-201 SPECT studies in patients with left bundle branch block, frequency and clinical signiňcance. Clin. Nucl. Med. 1991; 16,890–893
11. Lalonde D, Taillefer R, Lambert R, et al. Thallium-201-dipyridamole imaging: Comparison between a standard dose and a high dose of dipyridamole in the detection of coronary artery disease. J Nucl Med 1994;3 5 :1245–53
12. Mettler FA jr., Guiberteau MJ. Essentiats of Nuclear Medicine Imaging. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1998:135,155.
13. O"Connor MK. The Mayo Clinic Manual of Nuclear Medicine. New York: Churchill Livingstone, 1996:141-159, 165–195.
14. Pina IL, Balady GJ, Hanson P et al.: Guidelines for Clinical Exercise Testing Laboratories. AHA Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation,. Circulation 1995;91:912–21.
15. Ranhonsky A, Rawson J. The safety of intravenous dipyridamole thallium myocardial perfusion imaging. Circulation 1990;81:1205–9.
16. Ritchie JL, Bateman TM, Bonow RO et al.: Guidelines for Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging. A Report of the AHA/ACC Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures, Committee on Radionuclide Imaging, Develeped in Collaboration With the American Society of Nuclear Cardiology. Circulation 1995;91: 1278–1303.
17. Strauss HW, Miller DD, Wittry lVID et al.: Procedure Guideline for Myocardial Perfusion Imaging. J Nucl Med 1998; 39: 918–23