



HyperQ analýza

aneb možnosti využití vysokofrekvenčního
EKG při zátěžovém vyšetření
pro diagnostiku ICHS



Bayerová Kristýna

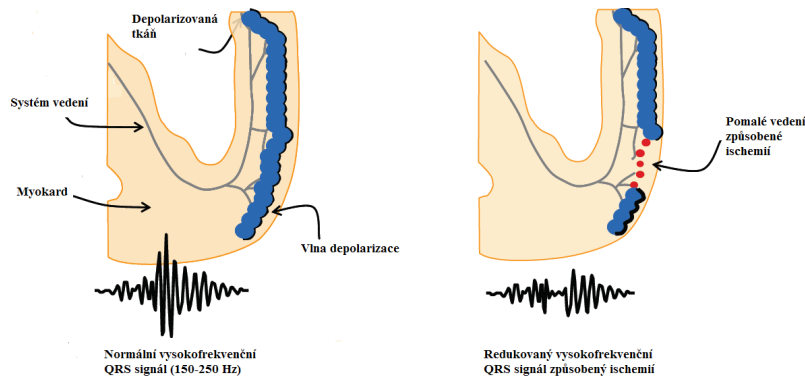
Kovárník T., Danzig V., Skalická H., Jeřábek Š., Linhart A., Lubanda J.

II. interní klinika kardiologie a angiologie
Všeobecné fakultní nemocnice a 1. LF UK v Praze



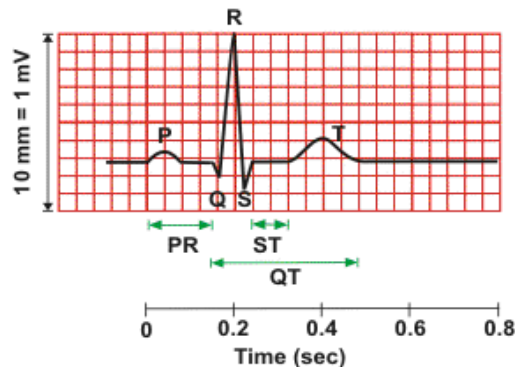
Co to je vysokofrekvenční analýza EKG – HyperQ / HFQRS ?

- Analýza **depolarizace** levé komory během ergometrie – standardní povrchové 12-ti svodového EKG v okně vysokofrekvenčních hodnot signálu (150 – 250 Hz)
- Detekuje **nelineární pomalé vedení** a **frakcionované potenciály** odpovídající ischemickému myokardu
- Umožňuje včasnější a přesnější diagnostiku ischemie myokardu



Konvenční EKG

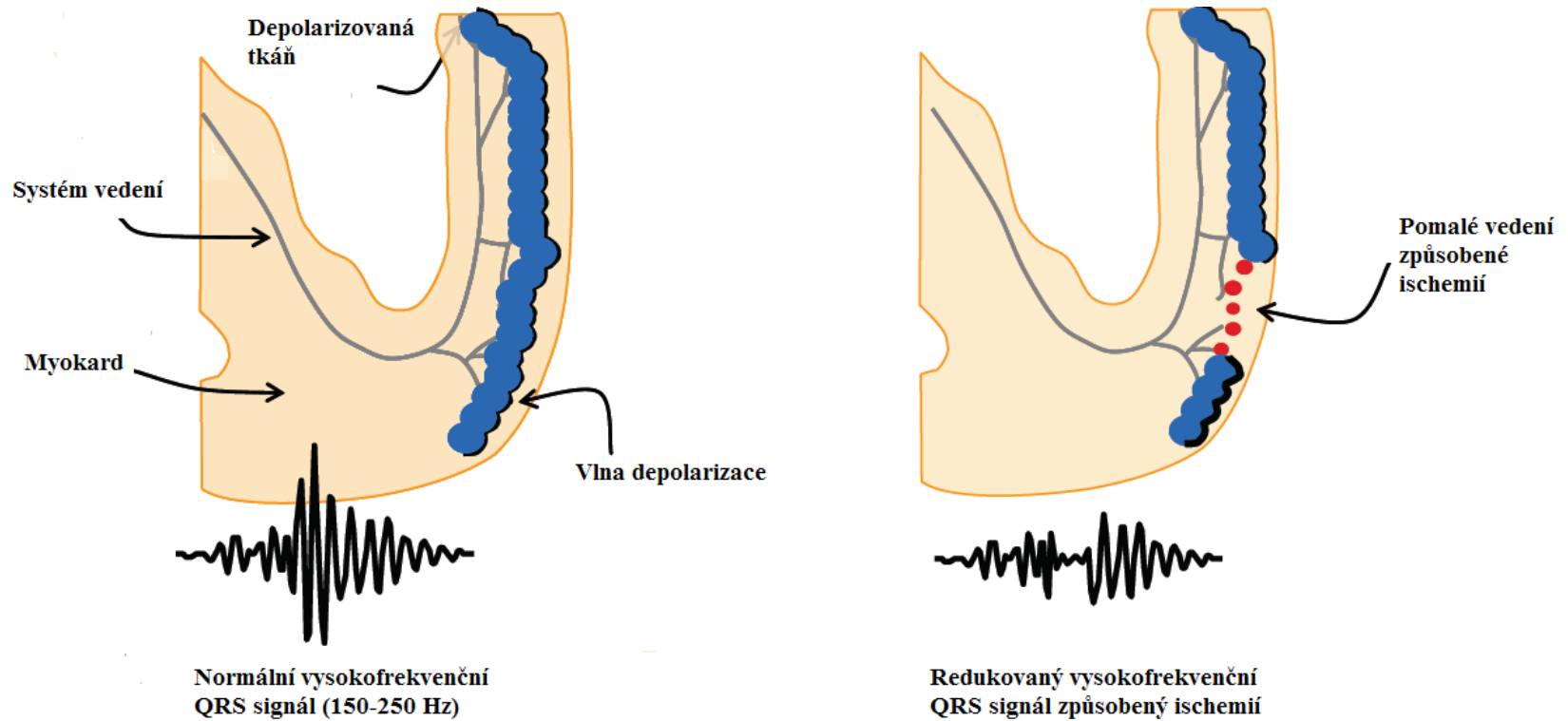
- frekvenční oblast
0,05 – 100 Hz
- amplituda signálu
měřena v **mV**
- analýza ST segmentu =
repolarizace



Vysokofrekvenční EKG

- frekvenční oblast
150 – 250 Hz
- amplituda signálu
měřena v **μV**
- analýza QRS komplexu =
depolarizace
- vyžaduje komplikované
filtry a kalkulace



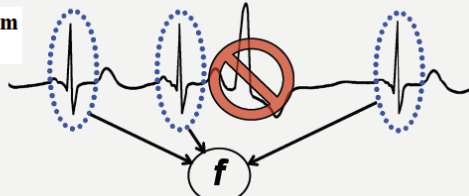


Ischémie vede ke **snížení rychlosti** vedení vzruchu
a změně na **nelineární vedení**

→ **posun HFQRS k nižším amplitudám**
a frakcionace signálu

Postup analýzy EKG signálu

A) EKG s vysokým rozlišením



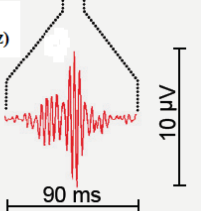
Sladění a zprůměrování

B) Zprůměrované EKG



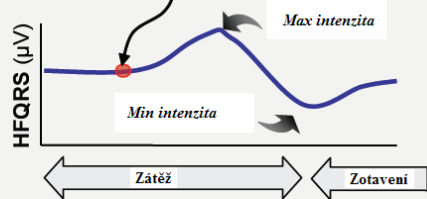
Filtrace (150 - 250 Hz)

C) Vysokofrekvenční QRS signál



Měření intenzity

D) Křivka časové intenzity ve svodech



Redukce intenzity ve všech svodech

E) Index ischemie založený na 12 svodech

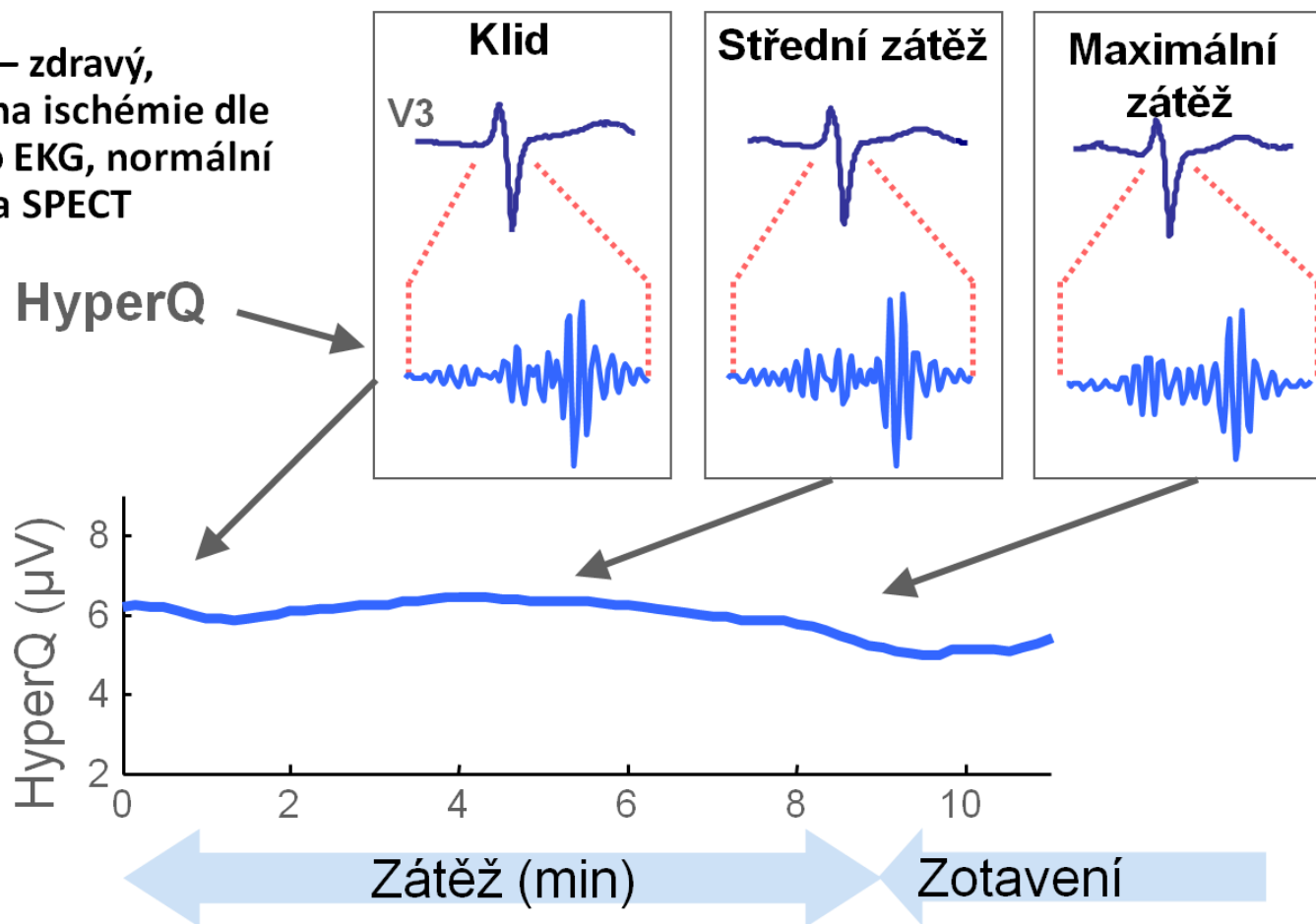
HyperQ™ Index
Ischemie

Upraveno dle BSP

- Identifikace QRS komplexů + vyřazení arytmií a šumu
- Vytvoření zprůměrovaného signálu QRS komplexů (vzorkovací frekvence 1kHz, průměr z 10 QRS komplexů)
- Filtrace QRS komplexu v okně 150 - 250Hz, výpočet střední kvadratické hodnoty (HyperQ = intenzita signálu)
- Převedení hodnoty HyperQ do časové závislosti a vytvoření trendové křivky
- Analýza amplitudy HyperQ v čase a výpočet snížení intenzity – výpočet HyperQ indexu ischemie

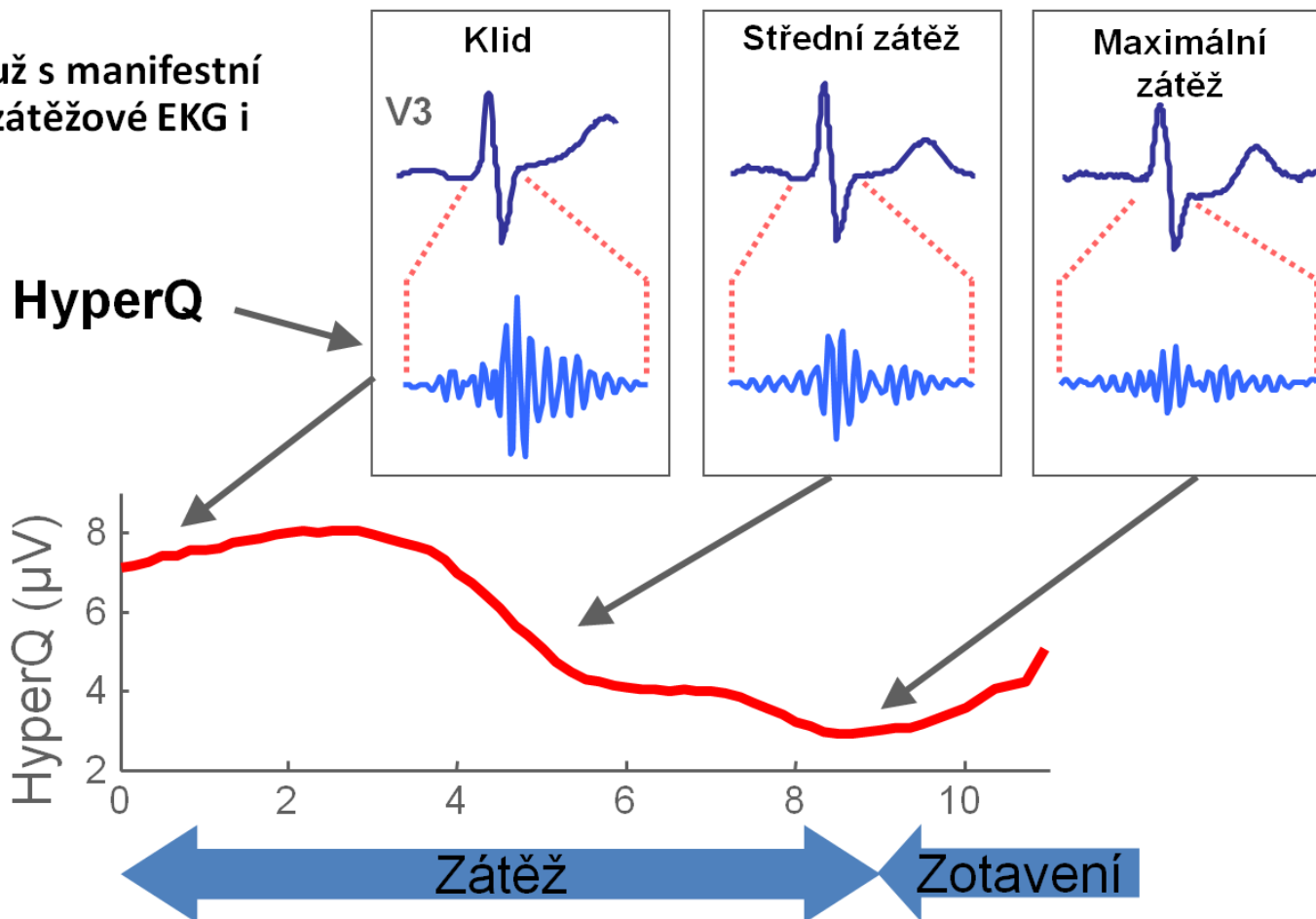
Příklad výsledku vysokofrekvenční analýzy QRS zdravého jedince

54 let muž – zdravý,
neprokázána ischemie dle
zátěžového EKG, normální
výsledek na SPECT

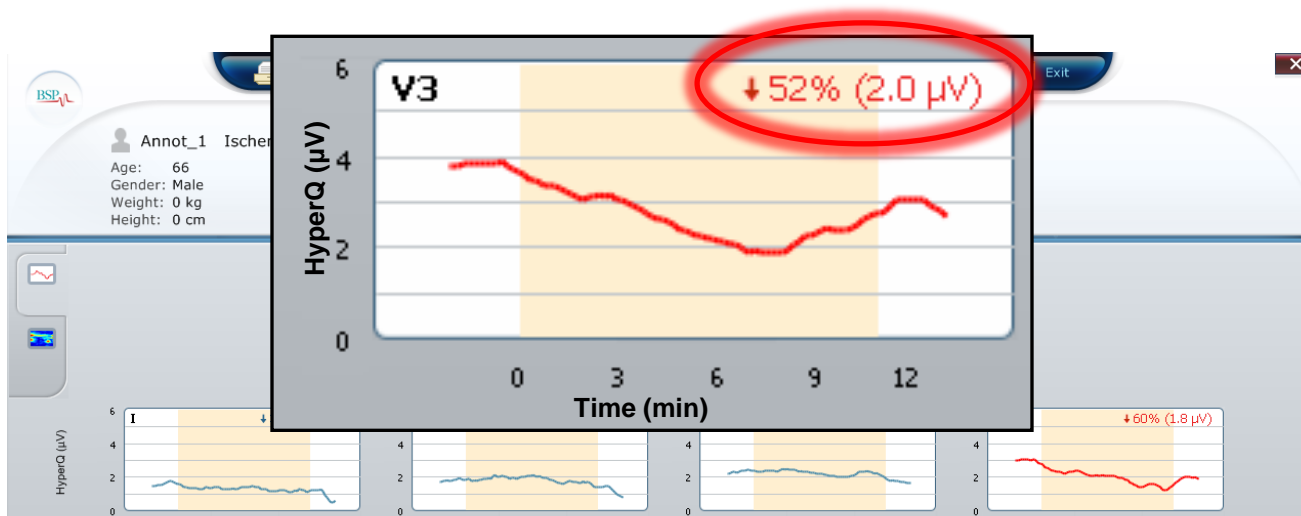


Příklad výsledku vysokofrekvenenční analýzy QRS pacienta s ICHS

53 let muž s manifestní ICHS na zátěžové EKG i SPECT



Interpretace výsledků v praxi



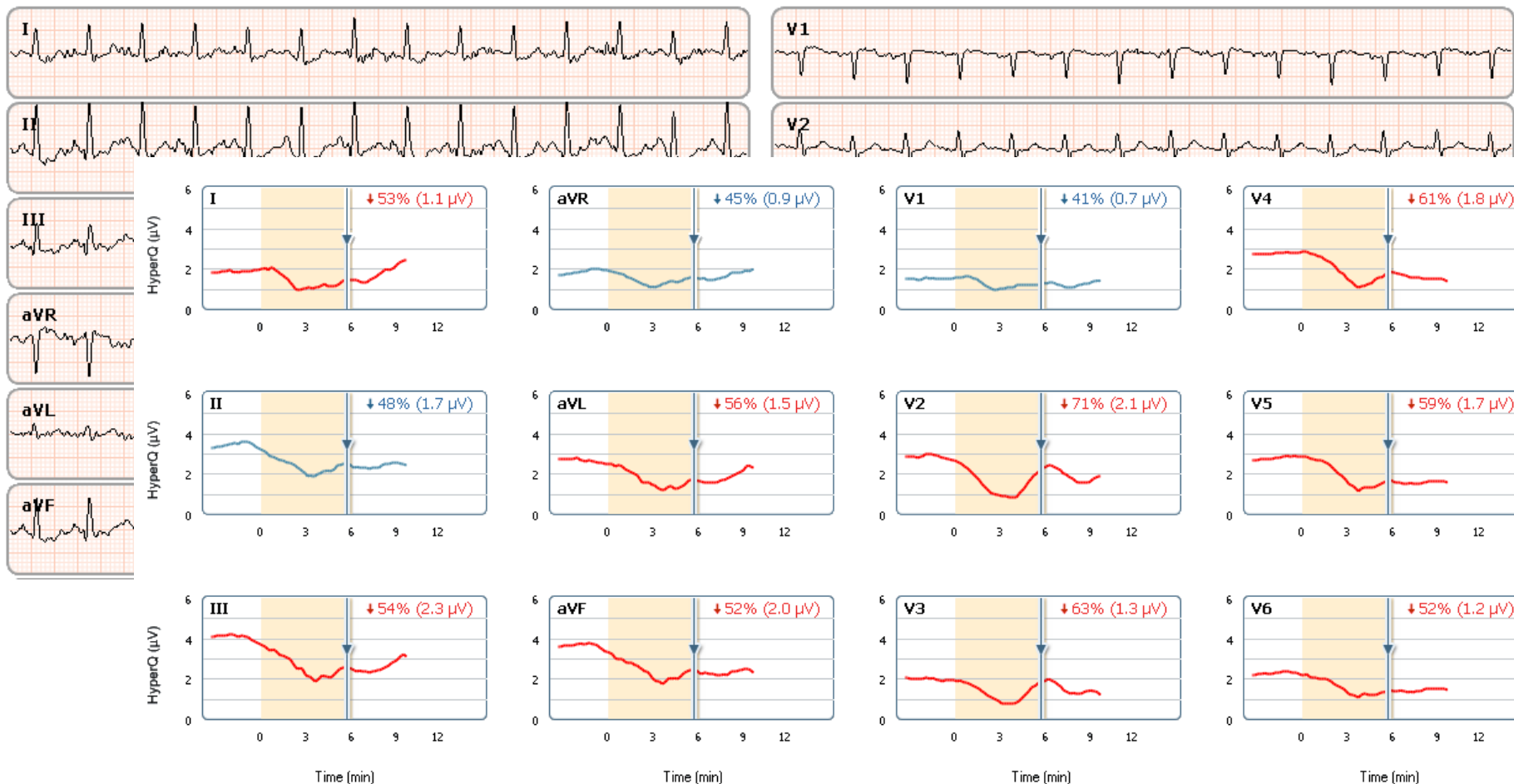
Pozitivní vysokofrekvenční QRS - HyperQ svod:

- Relativní snížení $\geq 50\%$ ^{3,4)}
- Absolutní snížení $\geq 1 \mu\text{V}$

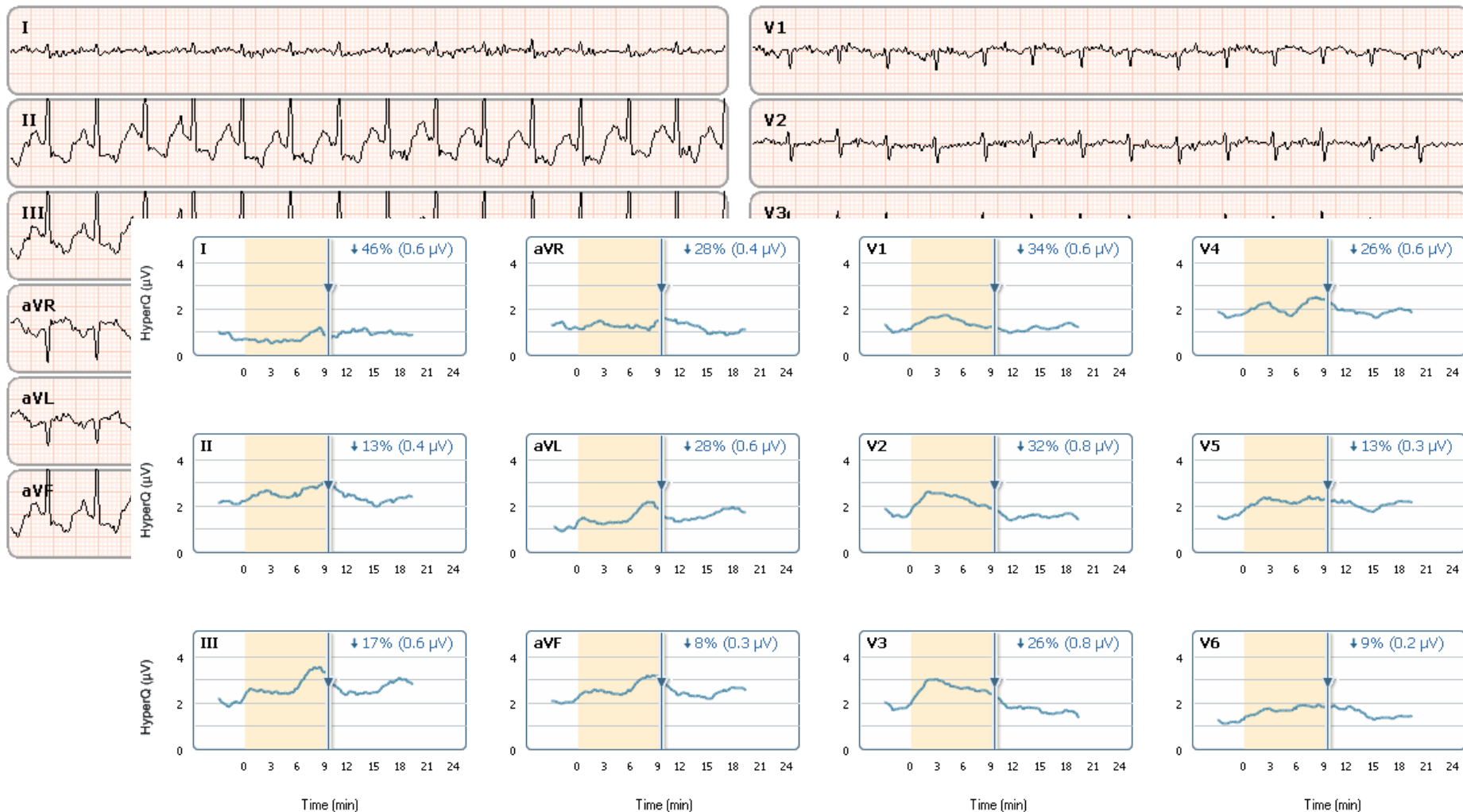
Pozitivní vysokofrekvenční QRS - HyperQ test:

- 3 nebo více pozitivních
svodů

Průkaz ischemie u pacienta s hraničním zátěžovým testem



Falešně pozitivní zátěžový test u ženy





Další výhody HyperQ analýzy

- **Snížení zátěže pro pacienta**
 - expozice pacientů radioaktivnímu záření
 - snížení rizika zbytných invazivních výkonů
- **možno vykázat pojišťovně jako výkon 17230**
(prekordiální mapování)
 - dvojnásobek bodů vůči prosté ergometrii



Přehled studií porovnávajících zátěžové EKG a HFQRS

Studie	n	Referenční diagnostika	HQ Senzitivita	ST Senzitivita	HQ Specificita	ST Specificita
Procardia PI T. Sharir	996	SPECT	69%*	49%	86%*	82%
Duke PI G. Wagner	101	SPECT	79%*	41%	71%*	57%
Rabin MC PI N. Zafrir	98	SPECT	76%*	59%	85%*	57%
Shaare Zedek PI D. Tzivoni	53	Angio	78%	85%	86%*	50%
Samsung PI S. Park	175	Angio / CTA	71%	44%	76%	73%

* P < 0.05 vs. ETT nebo ST změny



Naše studie - metodika

- Retrospektivní analýza **312** pacientů, kteří podstoupili ergometrii s HyperQ
 - ergometrie pozitivní u **45** pacientů (**16.8%**)
 - HyperQ pozitivní u **141** pacientů (**45.5%**)
- V případě positivity doplněno:
 - CT angiografie **57 (18,4%)**
 - SPECT **77 (24,9%)**
 - SKG **43 (13,9%)**
- Patologický nález alespoň při jednom z těchto vyšetření byl hodnocen jako pozitivní nález



Naše studie - výsledky

- senzitivita ergometrie **62.5%**
- specificita ergometrie **90%**
- pozitivní prediktivní hodnota ergometrie (PPV) **48%**
- negativní prediktivní hodnota ergometrie (NPV) **94.2%**

- senzitivita HyperQ **85%**
- specificita HyperQ **60.3%**
- pozitivní prediktivní hodnota HyperQ (PPV) **24.1%**
- negativní prediktivní hodnota HyperQ (NPV) **96.4%**



Naše studie – výsledky II.

- Doplnění HyperQ k ergometrii vedlo ke **zvýšení PPV na 66.7% a NPV na 100%**
- Chybné hodnocení ergometrie častěji u:
 - **diabetiků** (27.8% vs. 13.2%, $p=0.032$)
 - **pacientů po CABG** (33.3% vs. 13.8%, $p=0.043$)
 - **pacientů chronicky léčených β -blokátor**
(22.1% vs. 11.3%, $p=0.014$)
- Chybné hodnocení u HyperQ **nebylo signifikantně častější** u žádné ze sledovaných skupin

Současný stav poznatků klinického použití HyperQ

- Úroveň evidence-based medicine
 - zátěžová vyšetření na úrovni doporučení **Class IIa**, a **Level of Evidence B**
 - HFQRS zatím není součástí doporučení ACC/AHA, ESC, ani ČKS

Tabulka 8 – Senzitivita a specifita testů běžně užívaných v diagnostice ischemické choroby srdeční

	Senzitivita (%)	Specifita (%)
Zátěžová elektrokardiografie ^a	45–50	85–90
Zátěžová echokardiografie	80–85	80–88
Zátěžová SPECT	73–92	63–87
Dobutaminová echokardiografie	79–83	82–86
Dobutaminová zátěžová MR ^b	79–88	81–91
Zátěžová echokardiografie s vasodilatancii	72–79	92–95

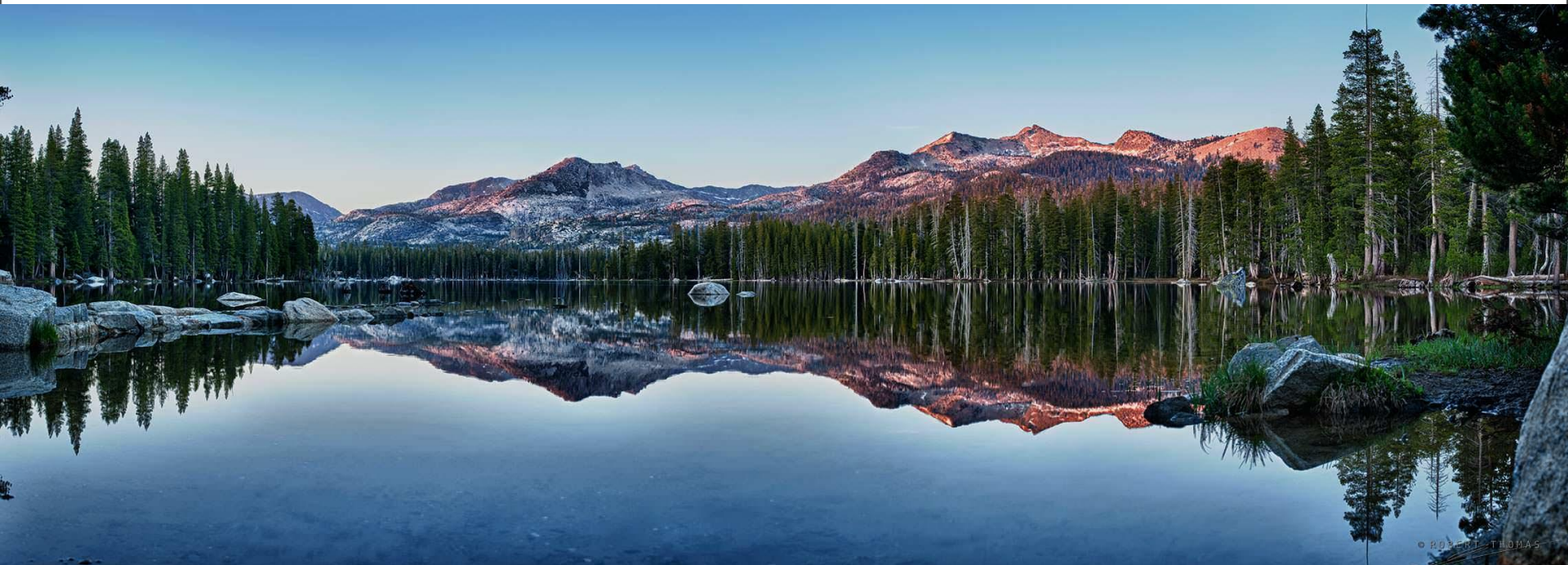


Shrnutí

- Systém zpřesní neinvazivní diagnostiku ICHS
 - **zvýšení senzitivity o cca 22,5%** u neselektované populace
 - o **35%** méně falešně pozitivních výsledků u žen
- Použití HyperQ ve srovnání se samostanou ergometrií **zvyšuje PPV i NPV** a mohlo by zřejmě **zvýšit přesnost zátěžového testu u pacientů s DM, po CABG a u nemocných léčených β -blokátor**



1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA
UNIVERZITY KARLOVY V PRAZE



Děkuji za pozornost





Zdroje:

- Pettersson J, Lander P, Pahlm O, et al. Electrocardiographic changes during prolonged coronary artery occlusion in man: comparison of standard and high-frequency recordings. *Clin Physiol* 1998;18:179-86.
- Abboud S, Cohen RJ, Selwyn A, et al. Detection of transient myocardial ischemia by computer analysis of standard and signal-averaged high-frequency electrocardiograms in patients undergoing percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* 1987;76:585-96.
- Sharir T, Merzon K, Kruchin I, Boyko A, Silber H. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47: 132A.
- Toledo E, Bregman-Amitai O, Beker A, Gadot M, Strasberg B, Zafrir N. *J Electrocardiol*, 2007; 40:S72.
- Langner PH Jr. Value of high-fidelity electrocardiography using the cathode-ray oscillograph and an expanded time scale. *Circulation* 1952; 5:249.
- Amit G, Davrath LR, Abboud S, Hod H, Toledo E, Matetzky S Ischemia Monitoring by Analysis of Depolarization Changes *Comp in Cardiol* 2008; 35:377–380
- Amit G, Pinhas I, Almogy N, Abboud S, Toledo E Detection of Acute Myocardial Ischemia using High-Frequency QRS Analysis, *J Electrocardiol* 2008; 41:636
- Lipton JA, Warren SG, Broce M, Abboud S, Beker A, Sörnmo L, Lilly DR, Maynard C, Lucas DB, Wagner GS High-frequency QRS electrocardiogram analysis during exercise stress testing for detecting ischemia *Int J Cardiol* 2008; 124:198–203
- Silber H, Shohat-Zabarski R, Shefer A, Feldman M, Auerbach I, Sucher EC, Michaeli I, Amitai M, Kleinman N, Rosenblatt S High frequency ECG – A novel tool for improving the diagnostic accuracy of exercise testing in the community setting. *Eur Heart J* 2007; 28 (Suppl):524
- Toledo E, Almogy N, Abboud S, Beker A Improving the diagnostic performance of exercise ECG using a novel technique for high-frequency QRS analysis: a large scale clinical study, *Computers in Cardiology*, Durham, NC, September 2007
- Rosenman D, Mogilevski Y, Abboud S, Tzivoni D Improving the Specificity of Exercise Testing in Women by High-Frequency QRS Analysis *JACC* March 9, 2010; 55, 10A
- Toledo E, Almogy N, Abboud S, Beker A Improving the diagnostic performance of exercise ECG using a novel technique for high frequency QRS analysis: a large scale clinical study, *Computers in Cardiology*, Durham, NC, September 2007
- Toledo E, Wagner GS HyperQ — new horizons in ischemia detection *J Electrocardiol* 2007: 40, S37-S38