Zátěžové testy v kardiologii - Zátěžová elektrokardiografie.

V. Chaloupka

Pomocí zátěžových testů sledujeme v klinické praxi dva cíle:

1. Vyprovokovat identifikovatelnou klinickou odpověď na zátěž, což mohou být klinické známky jako jsou bolest a dušnost, dále změny fyziologických ukazatelů zahrnující krevní tlak a tepovou frekvenci, nebo přítomnost specifických abnormalit, kam nejčastěji řadíme ST– T změny elektrokardiogramu, arytmie, poruchy kinetiky zjistitelné echokardiograficky nebo poruchy perfúze při radionuklidovém vyšetření.
2. Zjistit stupeň zátěže dosažený v době této klinické odpovědi nebo zátěže při maximálním úsilí.

V současné době máme k dispozici řadu zátěžových testů a jejich výběr je dán informací, kterou chceme získat. U osob s podezřením na ICHS, ale i u nemocných s prokázanou ICHS se především snažíme vyprovokovat ischémii. Skutečnost zda zjistíme nebo nezjistíme projev ischemie má zásadní význam pro další terapeutické rozhodovaní, stratifikaci nemocných a prognostické zvažování. Na podkladě odpovědi organismu na zátěž můžeme optimalizovat léčbu, posoudit efekt dosavadní terapie, ordinovat pohybovou léčbu a hodnotit její efekt. Zátěžové testy již zdaleka neslouží pouze k potvrzení předpokladu, že nemocný má nebo nemá ICHS. Vedle diagnostických testů se stále častěji indikují zátěžové testy u nemocných s prokázanou ICHS, hlavně u nemocných po infarktu myokardu. Zajímá nás nejen přítomnost residuální ischemie, ale také rozsah funkčního postižení LK pro stratifikaci rizika, funkční významnost koronární stenózy, viabilita myokardu a předpokládaný pozitivní efekt revaskularizačního zákroku.

První část těchto doporučení je věnována nejčastěji používanému zátěžovému vyšetření, zátěžové elektrokardiografii. Zátěžová echokardiografie a radionuklidová vyšetření jsou samostatnou součástí těchto doporučení.

Indikace k ergometrickému vyšetření

A) Diagnostika ischemické choroby srdeční

Uznávané indikace

- Nemocní se střední pravděpodobností ICHS (viz tabulka 1)

Indikace vhodná

- Nemocní s vazospastickou anginou

Indikace sporná

- Nemocní s vysokou pravděpodobností ICHS (viz tabulka 1)
- Nemocní s nízkou pravděpodobností ICHS
- Nemocní užívající digoxin s depresí ST < 1mm
- Nemocní s elektrokardiografickými známkami hypertrofie LK a depresemi ST < 1mm

Není indikace

- Preexitace (Wolff –Parkinson-Whiteův syndrom)
- Stimulovaný rytmus
- Deprese ST > 1mm
- Kompletní blok levého raménka Tawarova
- Nemocní s angiograficky prokázanou významnou stenózou koronární tepny

Zátěžová elektrokardiografie představuje stále základní metodu diagnostiky ICHS. Neinvazivní diagnóza ICHS je založena na přesném zhodnocení symptomatologie nemocného a na interpretaci diagnostických metod. Na podkladě věku, pohlaví a hlavně charakteru bolesti, je-li přítomna, může lékař stanovit pravděpodobnost

přítomnosti ICHS (tab. 1). Kromě pohlaví a charakteru bolesti na hrudi patří k dalším důležitým faktorům v předpovědi výskytu koronárního postižení i přítomnost rizikových faktorů.

Diagnostické vyšetření je nejcennější u nemocných se střední předtestovou pravděpodobností. Použijeme-li údaje uvedené v tabulce 1 vidíme, že u mužů ve věku od 40 let s typickou anamnézou, kde je pravděpodobnost významného postižení koronárního řečiště kolem 90% nám žádné z neinvazivních vyšetření, vzhledem k jejich sensitivitě a specificitě, pravděpodobnost záchytu ICHS nezvýší a u těchto nemocných by mělo být provedeno co nejdříve koronarografické vyšetření. Zátěžový test není v tomto případě z diagnostického hlediska nutný, ale pozitivní nález již při malé zátěži může rozhodování urychlit.

Existuje však velké procento nemocných, u kterých není anamnéza zcela typická, s pravděpodobností výskytu choroby kolem 50% a zde je použití zátěžových testů nezbytné. Např. u 45letého muže s netypickými bolestmi na hrudi nám zátěžové vyšetření ulehčí rozhodovací proces zda nemocného doporučit ke koronarografickému vyšetření nebo ho uklidnit a zaměřit se na eliminaci rizikových faktorů.

Tabulka 1.

Pravděpodobnost ICHS dle věku, bolesti a pohlaví					
Věk	**Pohlaví**	**Typická AP**	**Atypická AP**	**Neanginózní bolest**	**Asymptomatický nemocný**
< 39	M	Střední	Střední	Nízká	Velmi nízká
	Ž	Střední	Velmi nízká	Velmi nízká	Velmi nízká
40–49	M	Vysoká	Střední	Střední	Nízká
	Ž	Střední	Nízká	Velmi nízká	Velmi nízká
50–59	M	Vysoká	Střední	Střední	Nízká
	Ž	Střední	Střední	Nízká	Velmi nízká
60–69	M	Vysoká	Střední	Střední	Nízká
	Ž	Vysoká	Střední	Střední	Nízká

Vysoká pravděpodobnost > 90%, střední 10 – 90%, nízká < 10%, velmi nízká < 5%

Typická angina pectoris tři základní vlastnosti:

- svíravá bolest na hrudi
- je vyvolána námahou nebo stressem
- nastává rychlá úleva v klidu nebo po aplikaci rychle působících nitrátů

Možná nebo atypická angina má pouze dva z těchto znaků a nespecifická nebo neanginózní bolest pouze jeden.

B) Posouzení rizika a prognózy u symptomatických nemocných nebo s anamnézou ICHS

Uznávaná indikace

- U nemocných s podezřením nebo známou ICHS při vstupním vyšetření
- U nemocných s významnou změnou klinického stavu při podezření nebo se známou ICHS

Indikace sporná

- Preexitace (Wolff –Parkinson-Whiteův syndrom)
- Stimulovaný rytmus
- Deprese ST > 1mm
- Kompletní blok levého raménka Tawarova
- Kontrolní vyšetření u nemocných se stabilizovaných průběhem

Není indikace

- Nemocní s přidruženými závažnými chorobami limitujícími očekávanou délku života nebo pravděpodobnost revaskularizace
- Není-li indikovaná koronarografie, měla by být ergometrie u nemocných se suspektní nebo známou ICHS a u nemocných se změnou klinických symptomů suspektních z ischemie provedena k posouzení rizika a terapeutického postupu. Hlavní prognostické ukazatele, které můžeme získat je zátěžová kapacita a projevy ischemie.
- U nemocných, kteří nejsou schopni fyzického zatížení je indikován farmakologický test v kombinaci se zobrazovací metodou. U nemocných léčených digoxinem a s klidovými ekg abnormalitami může ergometrie poskytnou prognostické informace, např. o zátěžové kapacitě, ale nemůže identifikovat ischemii a proto je vhodnější použití zobrazovacích metod.

C) Nemocní po infarktu myokardu

Uznávané indikace

- Před propuštěním pro prosouzení vhodného léčebného postupu (revaskularizace, farmakoterapie), prognózy a doporučení fyzické aktivity a její intenzity (7–14 den)
- V časné fázi po propuštění ze stejných důvodů, jestliže nebyl test proveden před propuštěním (14–21 dnů)
- V pozdější fázi po propuštění (3–6 týden) jestliže časný test nebyl proveden

Indikace vhodná

- Po propuštění u nemocných po revaskularizaci k doporučení fyzické aktivity a tréninku v rámci rehabilitace

Indikace sporná

- K identifikaci prahu ischemie u nemocných před propuštěním s hraničním nálezem na koronární tepně
- Periodické monitorování nemocných absolvujících fyzický trénink nebo rehabilitační program

Léčba digitálisem

Není indikace

- Časná poinfarktová angina pectoris
- Známky těžšího srdečního selhání
- Atrioventrikulární blok a poruchy nitrokomorového vedení
- Nemocní s přidruženými závažnými chorobami limitujícími očekávanou délku života nebo pravděpodobnost revaskularizace
- Elektrická nestabilita myokardu
- Testování nemocných po nekomplikovaném infarktu myokardu je bezpečné. Vhodná doba provedení testu se nedá uniformě určit. Je tehdy, když cena informace pro další diagnostický nebo terapeutický postup je větší než možné riziko. U vhodných nemocných lze symptomy limitovaný test provést po prvním týdnu nekomplikovaného IM, i když ve skutečnosti je pro velmi časné provádění testů málokdy důvod.
- Nejsou žádné důkazy pro to, že provádění submaximálních testů do arbitrárně stanovené tepové frekvence je bezpečnější než symptomy limitované testy. Navíc, tepová frekvence není přesným ukazatelem srdečního zatížení, zvláště u nemocných léčených beta blokátory a u nemocných se zhoršenou systolickou funkcí LK.
- Současná léčba infarktu myokardu zahrnující farmakoterapii, trombolýzu nebo primární angioplastiku vede k zřetelnému zlepšení prognózy nemocných. Symptomatická deprese ST úseku během zátěžového testu u nemocných po trombolytické léčbě zvyšuje riziko srdeční smrti dvojnásobně, ale absolutní riziko zůstává nízké (1,7% v průběhu 6 měsíců). Prognóza nemocných po IM je především v úzkém vztahu k funkci levé komory a zátěžové toleranci. Výskyt komorových arytmií během zátěže zpravidla souvisí se zhoršenou funkcí LK.

D) Vyšetření před a po revaskularizaci

Uznávaná indikace

- Průkaz ischemie před revaskularizací
- Vyšetření nemocných po revaskularizaci se suspektní ischémií

Indikace vhodná

- Po revaskularizaci k určení tréninkové aktivity a před zařazením do rehabilitačního programu

Indikace sporná

- Zjištění restenózy u asymptomatických, vysoce rizikových nemocných v průběhu 1 měsíce po angioplastice
- Periodické monitorování asymptomatických nemocných s vysokým rizikem (restenóza, okluze stěpu, progrese onemocnění).

Není indikace

- Lokalizace ischemie pro určení místa intervence
- Rutinní, periodické sledování asymptomatických nemocných po PTCA nebo CABG
- Senzitivita ergometrie je, zvláště při izolované stenóze, nižší než zobrazovacích metod. Může být užitečná k průkazu ischemie, zvláště u nemocných s postižením více tepen, jak před tak po PTCA. U symptomatického nemocného svědčí pozitivní test pro restenózu. Testy provedené v časné fázi nás mohou informovat o bezprostředním efektu revaskularizace, pro zhodnocení dlouhodobého efektu je vhodné provedení ergometrie až po 6 měsících.
- Po chirurgické revaskularizaci nám může test pomoci odlišit neischemické bolesti, ale časté změny ekg mohou snížit senzitivitu ergometrie. Zajímá-li nás nejen přítomnost, ale i lokalizace ischemie je třeba dát přednost zobrazovacím metodám.

E) Asymptomatické osoby bez prokázané ICHS

Uznávaná indikace

- Není

Indikace sporná

- Vyšetření osob s více rizikovými faktory
- Vyšetření mužů starších 40 let a žen starších 50 let, kteří:
    - plánují intenzivní trénink
    - zastávají zaměstnání, při kterém mohou ohrozit veřejnou bezpečnost
    - mají vysoké riziko ICHS v důsledku jiného onemocnění

Není indikace

- Rutinní skrínink asymptomatických mužů a žen
- Rutinní skríninkové provádění zátěžové elektrokardiografie u osob bez známek srdečního onemocnění nemá opodstatnění. Výjimku mohou představovat nemocní s vysokým rizikem (hypercholesterolemie, hypertenze, kouření, diabetes, IM nebo náhlá smrt u rodičů do 60 let věku).

F) Chlopenní vady

Uznávaná indikace

- Není

Indikace sporná

- Objektivizace příznaků a vyšetření zátěžové kapacity

Není indikace

- Diagnostika ICHS u nemocných s chlopenní vadou
- Objektivizace symptomů a posouzení zátěžové kapacity je pravděpodobně jedinou indikací, která je v současnosti šířeji akceptovaná. Jinak je přínos ergometrie u chlopenních vad stále nejasný. Může být nápomocná při rozhodování o době operačního zákroku. Týká se to především asymptomatických nemocných s těsnou aortální stenózou, u kterých se provedení testu pokládá za bezpečné, samozřejmě za předpokladu pečlivého sledování krevního tlaku a ekg.Test pomůže odhalit omezenou zátěžovou kapacitu, abnormní hemodynamickou odpověď a navodit symptomy i přes negativní anamnézu. Tito nemocní jsou indikováni k náhradě chlopně.

G) Vyšetření poruch srdečního rytmu

Uznávaná indikace

- Správné nastavení frekvenčně reagujícího stimulátoru

Indikace vhodná

- Vyšetření nemocných s arytmiemi provokovanými zátěží
- Hodnocení farmakologické, chirurgické nebo ablační léčby u nemocných s arytmiemi provokovanými zátěží (včetně fibrilace síní)
- synkopa nejasné etiologie

Indikace sporná

- Vyšetření nemocných s isolovanými komorovými extrasystolami bez známek ICHS

Není indikace

- Vyšetření isolovaných extrasystol u mladých nemocných
- Ergometrie je vhodná při nastavení frekvenčně reagujících stimulátorů. V některých případech může být nahrazena testem chůzí. U arytmií vyprovokovaných zátěží pomůže odhalit typ arytmie a případnou příčinu synkop. Test může odlišit klidovou bradykardii s normální frekvenční odpovědí od dysfunkce sinusového uzlu s chronotropní inkompetencí (neschopnost dosáhnout frekvence odpovídající 85% max.TF odpovídající věku). Význam má i pro zhodnocení léčby zátěží provokovaných arytmií. U fibrilace síní může odhalit neadekvátní tachykardii při zátěži a vést k úpravě léčby.
- Předčasné stahy vznikají přibližně u třetiny testovaných osob a jejich výskyt se zvyšuje s věkem a stupněm zátěže. Jejich reprodukovatelnost je při opakovaném vyšetření malá. Význam ergometrie u nemocných s komorovou tachykardií je různý podle její příčiny a může být cenným úvodem elektrofyziologického vyšetření, zvláště u podezření na syndrom dlouhého QT.

H) Vyšetření u žen a starších nemocných

Specificita ergometrie v diagnostice onemocnění koronárních tepen je u žen mnohem menší než u mužů. Nižší specificita je částečně ovlivněna nižší prevalencí ICHS u mladých žen a žen ve středním věku. U žen dochází při zatížení k většímu uvolnění katecholaminů, které mohou způsobit koronární vazokonstrikci a tak zvýšit incidenci abnormních nálezů na EKG křivce i při absenci koronární aterosklerózy. Řada ST změn vzniká u žen již v časné fázi testu a se zvyšováním zátěže mají tendenci ustupovat. U některých pacientek se vyskytnou až v pozátěžovém období. Senzitivita testu je v literatuře uváděna v rozmezí 61-73% a specificita 59-79%.

Daleko vyšší senzitivitu a specificitu mají v diagnostice nemoci koronárních tepen u žen zobrazovací metody, tedy echokardiografie a radionuklidové metody(SPECT, 201Tl, PET). Klasická ergometrie dnes již nemůže se svojí nízkou specificitou konkurovat zátěžové echokardiografii nebo SPECTu a někteří autoři se domnívají, že tyto metody mají nahradit zátěžové EKG v diagnostice suspektní ICHS u žen jako testy první linie. Tento názor však není zatím zcela akceptován a proto doporučujeme postupovat jak je uvedeno v odstavci A.

Klasická ergometrie je u řady žen limitována i nižší tělesnou zdatností, která vede k předčasnému ukončení testu ještě před dosažením alespoň submaximální tepové frekvence. Zdá se, že optimálním řešením je spojení farmakologické zátěže s echokardiografií, kterou lze v případě špatné echokardiografické vyšetřitelnosti pacientky nahradit radioizotopovým vyšetřením.

Jako starší nemocné zpravidla označujeme osoby nad 65 let. U symptomatických nemocných je prevalence ICHS vysoká. V důsledku toho se udává vyšší senzitivita bicyklové ergometrie než u mladších osob, ale také nižší specificita, která souvisí s častými klidovými změnami elektrokardiogramu. Limitaci testu představuje fyzická neschopnost dosáhnou dostatečné zátěže, zvláště u žen.

CH) Srdeční selhání

Uznávané indikace

- Posouzení funkční kapacity a hodnocení symptomů ve vztahu k zátěžové kapacitě
- Diagnóza ischemie nebo zátěží navozených arytmií
- Načasování srdeční transplantace (viz spiroergometrie)

Možné indikace

- Zhodnocení prognózy
- Doporučení a hodnocení fyzické aktivity a tréninku

Není indikace

- Srdeční selhání u aortální stenózy
- Plicní edém v nedávné době
- Kombinace stenózy kmene a srdečního selhání
- Akutní myoperikarditída
- Zátěžové testování může provokovat symptomy užitečné pro diagnózu a prognózu u nemocných s lehčím stupněm selhání. U nemocných se srdečním selháním zatím není běžné, ale stává se stále více aktuální. Poskytuje cenné informace o zátěžové kapacitě, potřebě a reakci na terapeutické intervence, vhodné načasování transplantace a v neposlední řadě o možnostech fyzického tréninku a jeho efektu. U nemocných se srdečním selhání může pravidelný trénink zlepšit hemodynamickou odpověď na zátěž, zlepšit fyzickou výkonnost se zlepšením dušnosti a únavy.

I) Spiroergometrické vyšetření

Uznávaná indikace

- Vyšetření zátěžové kapacity a odpovědi na léčbu u nemocných se srdečním selháním, kteří jsou kandidáti srdeční transplantace
- V nejasných případech snížené zátěžové kapacity nebo dušnosti k rozlišení plicní a kardiální příčiny

Indikace sporná

- Vyšetření odpovědi na terapeutické intervence u nemocných, u kterých je zlepšení zátěžové tolerance očekávaným cílem

Není indikace

- Rutinní vyšetřování zátěžové kapacity
- Spiroergometrie představuje velmi cennou metodu u nemocných se srdečním selháním. Slouží k objektivizaci závažnosti onemocnění, efektu intervenčních zákroků i rehabilitace. K základním sledovaným ukazatelům patří především spotřeba kyslíku (VO2 ml/min/kg) dosažená při maximální tolerované zátěži. Hodnota samozřejmě není totožná s VO2 max. u zdravých osob a označuje se jako vrcholová spotřeba kyslíku (VO2 peak). Tabulka č. 2 ukazuje omezení aerobní kapacity podle zátěžových hodnot spotřeby kyslíku. Snížení spotřeby kyslíku pod 12 ml/kg/min představuje indikaci k srdeční transplantaci. Z dalších sledovaných parametrů jsou to především hodnoty anaerobního prahu, poměru respirační výměny a minutové ventilace.

Tabulka č. 2

Funkční klasifikace na základě spotřeby kyslíku			
NYHA	**Třída**	**VO2 ml/kg/min**	**Omezení**
I	A	> 20	žádné až mírné
II	B	6–20	lehké až střední
III	C	10–15	střední až těžké
IV	D	< 10	těžké

Kontraindikace ergometrického vyšetření

Bicyklová ergometrie je metoda bezpečná s pravděpodobností výskytu IM nebo smrti 1 na 10 000 testů. Přesto je třeba vždy posoudit, zda předpokládaný přínos převáží možná rizika. To je zvláště důležité u relativních kontraindikací.

Absolutní kontraindikace:	**Relativní kontraindikace:**
akutní infarkt myokardu (první 4 dny) nestabilní angina pectoris stenóza kmene levé koronární tepny elektrická nestabilita myokardu disekce aorty akutní zánětlivé srdeční onemocnění akutní plicní embolie těsná chlopenní stenóza symptomatické srdeční selhání akutní infekční onemocnění stav po cévní mozkové příhodě do 3 měsíců nekardiální onemocnění znemožňující zatížení výrazná anemie	plicní hypertenze méně významné arytmie srdeční aneurysma méně významná chlopenní vada systémová hypertenze (TKs > 200 mmHg a TKd > 115 mmHg) hypertrofická kardiomyopatie AV blok II. A III. stupně porucha elektrolytového hospodářství špatná spolupráce nemocného

Důvody ukončení testu

- ***limitace symptomy*** – nemocný nemůže pokračovat pro bolest, únavu, dušnost nebo klaudikace
- ***dosažení diagnostického cíle*** – stenokardie, ST – T změny, vyprovokování arytmie, maximální tepová frekvence, bolest DK atd.
- ***bezpečnostní důvody*** – pokles systolického tlaku o > 10mm Hg ve srovnání s výchozí hodnotou nebo jiná neadekvátní odpověď na zátěž, hypertenzní odpověď > 250mm Hg systolického tlaku a > 115 mm Hg diastolického tlaku, známky snížené perfúze (cyanóza., bledost), neurologické příznaky (ataxie, závratě, zmatenost, poruchy zraku), deprese nebo elevace ST –T > 4mm, vznik arytmie (fibrilace síní, supraventrikulární tachykardie, komorová tachykardie, AVB II. – III. Stupně, raménková blokáda).

Důvody přerušení a symptomy musí být uvedeny v zátěžovém protokolu.

Hodnocení zátěžového testu

Hodnocení zátěžového testu je komplexní. Hodnotíme:

- klinickou odpověď
- hemodynamickou odpověď
- ekg změny
- tělesnou výkonnost

Při hodnocení **klinické odpovědi** si všímáme reakce nemocného a jeho subjektivních potíží. Jsou to především dušnost, bolesti, slabost a příznaky bránící v pokračovaní zátěže. Typická angina pectoris vzniklá při zátěži má vysokou diagnostickou cenu u mužů i u žen.

Z **hemodynamických ukazatelů** se standardně hodnotí tepová frekvence a hodnoty krevního tlaku. Součin srdeční frekvence a systolického krevního tlaku představuje tzv. **dvojprodukt** (Robinsonův index), který je dobrým ukazatelem kyslíkové spotřeby myokardem. Při maximální zátěži se zvyšuje přibližně trojnásobně. Mezi srdeční frekvencí, zvyšující se zátěží a spotřebou O2 je téměř lineární vztah. Maximální spotřebě kyslíku při maximálním výkonu odpovídá **maximální tepová frekvence**, kterou lze odhadnou dle vzorce 220 – věk. Je to odhad často používaný, ale pouze orientační, ovlivněný řadou nejrůznějších faktorů. Proto doporučujeme používání testů do vyčerpání (symptom-limited).**Submaximální tepová frekvence** odpovídá 75–85% maxima a je někdy doporučovaná v časné fázi po infarktu myokardu.

Systolický krevní tlak (TKs) se v důsledku zvyšujícího se minutového objemu zvyšuje, zatímco diastolický tlak se podstatně nemění. Zvýšení diastolického tlaku (TKd) je ve vztahu k systémové hypertenzi. Fyziologické zvýšení TKs je zhruba 10mm Hg na každý stupeň zátěže. Hodnoty vyšší 200 mmHg TKs a 100 mm Hg TKd se hodnotí jako **tlaková hyperreakce** a hodnoty TKs 250mm Hg a 115 mm Hg TKd představují důvod přerušení testu. Nedostatečný vzestup TKs během zátěže (20 mm Hg nebo nižší), nebo jeho pokles, se u zdravých osob vyskytuje vzácně. Nejčastěji je známkou zhoršené funkce LK, ischemie nebo obstrukce výtokového traktu LK. U nemocných po IM se známkami ischemie myokarduje ukazatelem nepříznivé prognózy a svědčí pro těžší koronární postižení. Při absenci ischemie nebo známek srdečního onemocnění nemá prognostický význam.

Po skončení zátěže dochází k poklesu TKs na výchozí hodnotu přibližně během 6 minut a zpravidla ještě několik hodin přetrvává nižší než byla předtestová hodnota. U některých osob může při náhlém přerušení testu dojít v důsledku vasodilatace a nahromadění krve v žilním systému k prudkému poklesu TKs se známkami mozkové nedokrevnosti. Proto je vhodné nemocného po skončení zátěže uložit do vodorovné polohy nebo ho nechat šlapat v pomalém tempu bez zátěže (cool down).

Elektrokardiograficky pokládáme za projev ischemie zátěží vyprovokovanou horizontální nebo descendentní **depresi úseku ST** >1mm (0,1mV) a trvající 80 ms od konce QRS komplexu ve třech po sobě jdoucích cyklech. Descendentní deprese představují spolehlivější nález s vyšší předpovědní hodnotou ICHS než deprese horizontální. Vzestupně probíhající deprese ST hodnotíme jako hraniční nález možné ischemie, zvláště dosahuje-li hloubka > 2mm (0,2 mV). Deprese ST vzniklé až po zátěži mají pravděpodobně stejnou předpovědní hodnotu jako deprese vzniklé při zátěži. Jako junkční deprese, které nemají ischemický původ, se označuje ascendentní deprese úseku ST menší než 2mm a netrvající déle než 80 ms.

Ischemie není jedinou příčinou depresí ST úseku. Mohou se vyskytnou u prolapsu mitrální chlopně, hypertenze, hypertrofie LK, anemie, hypokalemie, při léčbě digitálisem aj.

Elevace ST se při zátěži vyskytuje méně často. Můžeme se s ní setkat u vasospastické anginy pectoris. Elevace ST úseku bez přítomnosti patologického Q je známkou těžké ischemie. U nemocných po Q infarktu myokardu však není jejich přítomnost v této oblasti známkou současné ischemie. Časná repolarizace může být příčinou klidové elevace ST u zdravých osob. Normalizace klidové deprese ST při zátěži se pokládá za ekvivalentní elevaci ST a představuje pozitivní nález.

Hodnocení **ostatních ukazatelů** ekg křivky má pro predikci významné koronární stenózy pouze doplňující význam. Normalizace klidových negativních T vln při zátěži lze hodnotit jako pozitivní pouze při současném výskytu stenokardií nebo ischemických změn ST.

Zvýšená hladina katecholaminů při zátěži a metabolické vlivy mohou být příčinnou různých arytmií. Vznik komorových a síňových extrasystol během zátěže není pokládán za projev ischemie, nejsou -li současně ischemické deprese ST úseků. Také jejich prognostický význam je malý.

Vliv léčby na hodnocení zátěžových testů

Digitális může způsobit zátěžovou depresi ST úseku i bez přítomnosti ischemie. Negativní test výrazně snižuje pravděpodobnost ICHS, ale pozitivní výsledek je nespolehlivý.

Beta blokátory snižují tepovou frekvenci dosaženou při maximální zátěži a tím mohou snižovat diagnostickou hodnotu testu a vést k falešně negativním výsledkům.

K zvýšení zátěžové kapacity a poklesu krevního tlaku vedou většinou i **vasodilatancia**. Oddalují nástup ST- T změn i subjektivních potíží.

Přístup k vysazování léků, především betablokátorů, před provedením zátěžového testu není jednotný. Zpravidla se doporučuje vysadit beta blokátory 48–72 hod. před provedením diagnostického testu. Avšak u nemocného s prokázanou ICHS a nastaveného na určitou léčbu nemá vysazování léků žádné logické opodstatnění. V případě diagnostických testů je samozřejmě vhodnější testovat nemocného bez léčby, tzn. nejdříve vyšetřit a potom léčit. U osob dlouhodobě léčených např. pro hypertenzi je třeba zvážit nebezpečí rebound-fenoménu se vzestupem TK. Ani zde při rutinním testování není vysazování léků nezbytné, a provedení testu může mít dokonce vyšší výpovědní hodnotu pro další léčebný postup.

Elektrokardiografické abnormality

Blok levého raménka Tawarova. Zátěžová elektrokardiografie je bezcenná, deprese ST vznikají nebo se prohlubují i u jinak zdravých osob.

Blok pravého raménka Tawarova. Zátěží navozené deprese ve svodech V1 – V3 jsou časté a nejsou známkou ischemie. Naopak deprese ST ve svodech V5 – V6 mají stejnou výpovědní hodnotu jako u fyziologického ekg. Vznik obou raménkových blokád při zátěžovém testu nehodnotíme jako projev ischemie.

Stimulovaný rytmus. Bicyklová ergometrie nemá smysl.

Hypertrofie levé komory. Repolarizační změny ekg křivky snižují specificitu zátěžového testu, ale neovlivňují jeho sensitivitu. V případě jeho pozitivity je vhodné vyšetření doplnit zobrazovacími testy.

Klidové deprese ST. Rovněž klidové deprese ST snižují specificitu zátěžového vyšetření. I přes to se u klidových depresí < 1mm pokládá bicyklová ergometrie za metodu volby. U nemocných léčených digoxinem, s hypertrofií LK s depresemi ST <1 mm také, s tím že v případě pozitivity se doplní dalšími testy. Klidové deprese ST jsou znakem vyšší prevalence těžších forem ICHS a jsou spojené se špatnou prognózou. U nemocných s klidovou depresí >1mm neposkytne bicyklová ergometrie zásadní diagnostické informace a je lépe dát přednost zobrazovacím technikám.

Hodnocení tělesné výkonnosti je důležitou součástí celkového hodnocení testu. Ukazuje schopnost nemocného podat určitý tělesný výkon, tedy práci za určitý čas. Zátěžová kapacita je nejlépe vyjádřitelná spotřebou kyslíku. Spotřeba kyslíku (VO2) organismem je v přímém vztahu s vykonanou prací. V klidu je kyslíková spotřeba přibližně 3,5ml /kg/min. Tato hodnota se označuje jako metabolický ekvivalent, nebo 1 MET. Během maximální zátěže tato hodnota mnohonásobně stoupá. Maximální spotřeba kyslíku (VO2max.), je maximální množství kyslíku které může vyšetřovaná osoba dopravit do organizmu za podmínek dynamické zátěže, a které se i přes pokračující zátěž již dále nezvyšuje. Označuje se též jako maximální aerobní kapacita. Fyziologické hodnoty maximální spotřeby kyslíku ukazuje tabulka 3.

Tabulka 3

Fyziologické hodnoty VO2 max. pro různé věkové skupiny (ml/kg/min)		
věk	**muži**	**ženy**
20–29	43 ± 7.2 12 METs	36 ± 6.9 10 METs
30–39	42 ± 7.0 12 METs	34 ± 6.2 10 METs
40–49	40 ± 7.2 11 METs	32 ± 6.2 9 METs
50–59	36 ± 7.1 10 METs	29 ± 5.4 8 METs
60–69	33 ± 7.3 9 METs	27 ± 4.7 8 METs
70–79	29 ± 7.3 8 METs	27± 5.8 8 METs

V praxi se zátěžová kapacita nejčastěji vyjadřuje v hodnotách absolutní zátěže, tedy ve Watech. Vhodnější je zátěž vztažená k tělesné hmotnosti, tedy W/kg. Obě tyto hodnoty mohou být ovlivněny typem použitého

protokolu, proto se doporučuje vyjadřovat zátěžovou kapacitu v metabolických ekvivalentech (METs). Tento způsob u nás není příliš vžitý, ale je vhodný pro srovnání testů, doporučení pohybové aktivity a posouzení prognózy. Ukazuje, kolikrát je vyšetřovaná osoba schopna zvýšit svoji klidovou spotřebu kyslíku v průběhu zátěže. Vztah mezi watty a METs ukazuje tabulka 4. Pro výpočet METs je možné použít následujícího postupu. VO2 max./kg vypočítáme jako součin výkonu ve wattech x 13 dělené tělesnou hmotností v kg. METs = VO2 max : 3,5 (příklad: dosažený výkon 150W, váha 80kg. VO2 max/kg = 150x13/80 = 24,4 ml, METs = 24,4 ml : 3,5 = 7).

Hodnoty kolem 10 METs odpovídají výkonnosti zdravých netrénovaných mužů středního věku. Jestliže nemocný s ICHS dosáhne hodnoty kolem 13 METs lze usuzovat na velmi dobrou prognózu. Neschopnost dosáhnout alespoň 5 METs se podkládá za nepříznivý prognostický ukazatel u nemocných mladších 65 let.

Jako pracovní toleranci označujeme nejvyšší dosaženou zátěž a pracovní kapacita je nejvyšší dosažená zátěž dokončená bez projevů ischemie. U zdravých jedinců se pracovní kapacita i tolerance kryjí.

Tabulka 4

Přibližné srovnání mezi metabolickými ekvivalenty (METs) a watty v průběhu bicyklové ergometrie							
váha (kg)	**50W**	**75W**	**100W**	**125W**	**150W**	**175W**	**200W**
50	5.1	6.9	8.6	10.3	12	13.7	15.4
60	4.3	5.7	7.1	8.6	10	11.4	12.9
70	3.7	4.9	6.1	7.3	8.6	9.8	11
80	3.2	4.3	5.4	6.4	7.5	8.6	9.6
90	2.9	3.8	4.8	5.7	6.7	7.6	8.6
100	2.6	3.4	4.3	5.1	6.0	6.9	7.7

Kategorie hodnocení
V praxi se někdy setkáváme s hodnocením testu, které je zbytečně složité a přitom není zcela srozumitelné. Proto doporučujeme následující kategorizaci, která by měla být uvedena současně s popisem klinické a hemodynamické reakce, ekg změn a zhodnocením zátěžové kapacity.

pozitivní test – vznik anginy pectoris a /nebo typických EKG změn
negativní test – je dosaženo maximální zátěže bez klinických příznaků a ekg změn a s fyziologickou hemodynamickou odpovědí
abnormní test – vznik atypických zátěžových symptomů, výskyt arytmií, tlaková hyperreakce, chybění patřičného vzestupu TK i TF během testu nebo jejich pokles, změny ST na hranici významnosti
nediagnostický test – nespolupráce pacienta, přerušení testu z nekardiálních příčin, technické obtíže apod.

Metodické poznámky

Typy protokolů
V praxi se používá řada protokolů, často velmi odlišných, z nichž některé neodpovídají současným představám o provádění zátěžových testů. Nevhodné jsou testy s přerušováním zátěže a dlouhými stupni. Větší standardizace vyšetření by byla velmi prospěšná. Vrcholová spotřeba kyslíku je do určité míry závislá na typu použitého protokolu. Rychlé zvyšování zátěže vede dříve k dušnosti, zatímco pomalé zvyšování vede k únavě často dříve, než se objeví ekg abnormity. I když není možné stanovit jeden typ protokolu vyhovující všem skupinám vyšetřovaných, **obecně se dá říci, že jsou preferovány kontinuální zátěžové testy s krátkými stupni a malými přírůstky zátěže, tak aby celková doba zátěže nepřesahovala 12 minut**. Doporučujeme zahajovat zátěž na 25 Wattech (u fyzicky zdatných osob 50W) a zvyšovat každé 2 min o 25W do vyčerpání (test limitovaný symptomy) nebo do přerušení pro jiný důvod (viz důvody přerušení testu). U nemocných se srdečním selháním nebo těžší AP se doporučuje zvyšování zátěže o 10W. U nemocných se středním a těžším srdečním selháním se doporučuje 6-ti minutový test chůzí (walk test), který je snadno proveditelný a vhodný pro opakovaná vyšetření.

Personální zajištění
Zátěžové testy u kardiologických nemocných by měl provádět a interpretovat kardiolog nebo internista s kardiologickou licencí. Středně zdravotnický personál musí být vyškolen v základech kardiopulmonální resuscitace.

Technické zabezpečení
Na podrobnosti přípravy nemocného a technické zabezpečení provedení testu odkazujeme na předchozí domácí i zahraniční literaturu.

Použitá literatura:

1. Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley J.W, et al. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing . A Report of the American College of Cardiology/ American heart Associacion Tas Force on practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). J Am Coll Cardiol 1997; 30: 260–315
2. Guidelines for cardiac exercise testing. ESC Working Group on Exercise Physiology, Physiopathology and Electrocardiography. Eur Heart J 1993; 14: 969–988
3. Fletcher GF, Froelicher VF, Hartley LH et al. Exercise Standards. A Statement for Health Professionals From the American Heart Association. Circulation 1995; 91: 580–615
4. Janota J. a spol. Zátěžové testy u nemocných s ischemickou chorobou srdeční. 1991; Kardio 91 suppl.
5. Pina IL, Balady GJ, Hanson P. et al. Guidelines fo Clinical Exercise Testing Laboratories. AHA Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation. Circulation 1995; 91: 165–195
6. Balady GJ, Pina IL. Exercise and Heart Failure. New York , Futura Publishers, 1997
7. Bachl A, Graham TE, Lollgen H. Advances in Ergometry. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag 1991
8. Braunwald E. Heart Disease. A Textbook of Cardiovascular Medicine. 5 th edition. W.B. Saunders Company, 1997, s. 153–176
9. Weber KT, Janicki JS, McElroy PA. Determination of aerobic capacity and the severity of chronic cardiac and circulatory failure. Circulation, 1987; 76 (suppl VI): VI 40–VI 45
10. Schlant RC, Friesinger GC, Leonard JJ. Statement. Clinical Competence in Exercise Testing. A Statement for Physician From the ACP/ACC/AHA Task Force on Clinical Privileges in Cardiology. J Am Coll Cardiol 1990; 16: 1061–1065
11. Placheta Z, Sieglová J, Štejfa M. Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinikcé praxi. Grada Publishing 1999
12. ACC/AHA Guidelines for the management of Patients With Valvular Heart Disease. A Report of the American College of Cardiology/ American heart Associacion Tas Force on Practice Guidelines (Committee on management of Patients With Valvular Disease). Circulation 1998; 98: 1949–1984