

4 KARDIOLOGIE

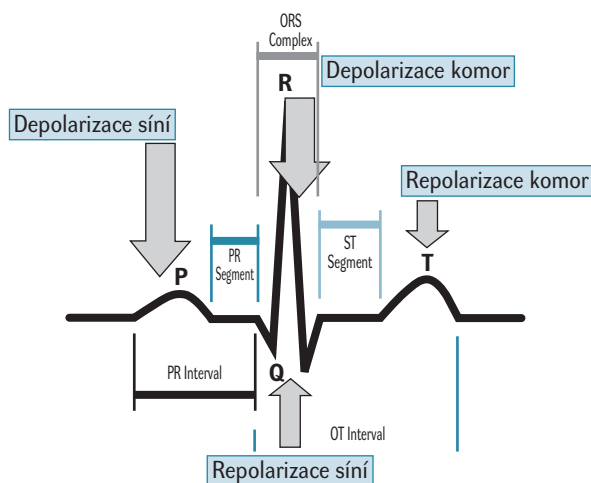
4.1 VYŠETŘOVACÍ METODY V KARDIOLOGII

4.1.1 ELEKTROKARDIOGRAFIE (EKG)

EKG je nejstarší dosud používanou tzv. pomocnou metodou v kardiologii. Jeho význam však nikterak neklesá. Správné a rychlé určení srdečního rytmu nebo diagnóza akutního infarktu myokardu vedou k záchraně lidských životů. I přes rozmach programů na automatickou analýzu EKG je přístrojem nabídnutá diagnóza často zcela nesprávná. Ze všech těchto důvodů patří znalost EKG mezi základní požadavky na znalosti v oblasti interního lékařství.

EKG křivka odráží elektrickou aktivitu srdeční tak, jak dosahuje povrchu lidského těla. Mezinárodní konvencí bylo stanoveno, že používáme 12 základních svodů (6 končetinových a 6 hrudních). Dále platí, že rychlost posunu milimetrového papíru, na který se EKG signál zapisuje, je 25 mm/s a vertikální odchylka 10 mm odpovídá 1 mV. Tato nastavení je však někdy účelné změnit. V této kapitole je jen velmi stručný úvod do problematiky.

ZÁKLADNÍ POPIS EKG (viz obr. 4.1). V případě sinusového rytmu je základním udavačem kroku sinoatriální uzel. Děje probíhající v sinotriálním uzlu však na povrchovém EKG nevidíme. Prvním projevem je vlna P, která je vykreslena v průběhu depolarizace síní. Po vlně P následuje krátký úsek bez výchylky – izoelektrická linie. Je dána zpožděním převodu elektrického signálu na komory v atrioventrikulárním uzlu. Hemodynamický význam tohoto zpoždění je v dostatečném čase k doplnění komor kontrakcí síní. Komplex QRS představuje depolarizaci komor. Obvykle v době trvání QRS komplexu dochází k repolarizaci myokardu síní, což je jedním z důvodů, proč tento děj na povrchovém EKG nepozorujeme. Po QRS následuje další úsek v izoelektrické linii – ST segment. Má velký význam zejména v diagnostice ICHS. Po něm



Obr. 4.1 – Základní popis EKG křivky při sinusovém rytmu.

Vlna P odpovídá depolarizaci síní, komplex QRS depolarizaci komor a vlna T repolarizaci komor. Všimáme si a zaznamenáváme intervaly PQ (PR) – od začátku vlny P do začátku QRS komplexu; dále šíří QRS komplexu a interval QT (od začátku QRS komplexu do konce vlny T).

následuje vlna T, odrážející repolarizaci komor. Po vlně T může být přítomna ještě jedna podobná, ale nižší vlna, označovaná jako U. Její fyziologický význam je, řečeno s našimi staršími učiteli, temný, ale častější je u hypokalemie.

Je třeba zdůraznit, že mechanická systola síní i komor má vždy oproti elektrické systole (depolarizaci) určité zpoždění.

ODHAD SRDEČNÍ FREKVENCE I v době automatické analýzy EKG různými přístroji se vyplatí umět odhadnout srdeční frekvenci z EKG křivky. Důvodem jsou jednak časté chyby automatických analyzátorů a jednak možnost nezávislého

výpočtu frekvence síní a komor, např. u flutteru síní. V případě nejběžnější rychlosti posunu EKG papíru 25 mm/s odhadneme frekvenci komor tak, že číslo 300 vydělíme počtem „velkých“ (5milimetrových) čtverců mezi dvěma sousedními QRS komplexy. Analogicky můžeme takto odhadnout frekvenci síní, která se od frekvence komor liší např. u atrioventrikulárních bloků nebo u flutteru síní.

INTERVALY Při hodnocení EKG křivky se zaměřujeme na tři základní intervaly: 1. PQ(PR), 2. QRS, 3. QT.

Interval PQ (popř. PR, pokud v daném svodu není Q kmit vykreslen) měříme od začátku vlny P po začátek komplexu QRS. Odráží dobu vedení elektrického signálu ze sinoatriálního uzlu do komor, z praktického hlediska především zdržení v AV uzlu. Normální rozmezí je 120–200 ms. Zkrácení pod 120 ms nazýváme **preexcitace**. Obvykle jde o přítomnost aberantního vedení elektrického signálu ze síní na komory svalovým sporcem mimo AV uzel. Má význam v rozvoji arytmie typu AVRT – viz kapitola Arytmie. Stablní prodloužení PQ intervalu nad 200 ms označujeme jako atrioventrikulární (AV) blokádu 1. stupně.

Interval QRS je fyziologicky kratší než 110 ms. Prodloužení QRS intervalu, tedy delší trvání depolarizace komor, nastává nejčastěji v případě poruchy převodního systému (raménková blokáda) nebo komorové kardiostimulace, méně často u hypertrofie levé komory (která má fyziologicky silnější stěnu, a proto více determinuje délku trvání QRS).

Prodloužení **intervalu QT** nad 440 ms při srdeční frekvenci 60/min představuje zvýšené riziko život ohrožující komorové tachykardie typu torsade des pointes (viz Arytmie). Problém je, že QT interval se fyziologicky zkracuje se vzestupem srdeční frekvence a naopak. Proto byly vyvinuty různé metody přepočtu aktuálního QT intervalu při dané srdeční frekvenci na frekvenci 60/min. Získané hodnoty jsou označovány jako QTc (c jako corrected).

MORFOLOGIE V morfologickém popisu postupujeme podle abecedy (začínající písmenem P).

Vlna P se nejlépe vykresluje ve svodech I, II, V_1 – V_2 . S výjimkou svodů V_1 – V_2 , které se nacházejí poněkud výše než srdce, by měla být vlna P pozitivní. Při dilataci a hypertrofii jedné nebo druhé síně může docházet ke změnám ve smyslu prodloužení vlny P nad 100 ms, zdvojení vrcholů apod. Význam znalosti těchto odchylek pro odhad morfologického postižení síní však ustoupil s rozvojem echokardiografie a dalších zobrazovacích metod.

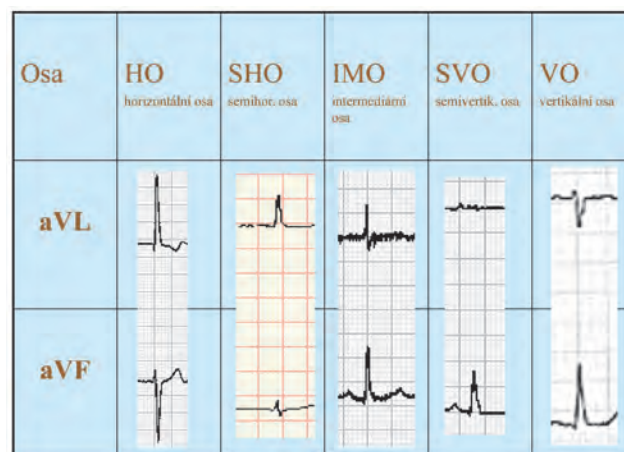
QRS komplex: první negativní výchylku komplexu označujeme jako Q, všechny pozitivní jako R a negativní výchylku za kmitem R označujeme písmenem S. Nemusí být vykresleny všechny 3 kmity QRS komplexů ve všech svodech! Jsou-li 2 pozitivní kmity v jednom QRS komplexu, druhý označujeme jako R'. Pro diagnostiku infarktů má zásadní význam přítomnost nebo nepřítomnost tzv. patologického kmity Q. Kmit Q označujeme jako patologický, pokud má hloubku alespoň jako 1/3 výšky kmity R a dobu trvání

alespoň 40 ms. Přítomnost patologického Q kmity v alespoň 2 sousedních svodech ukazuje na prodělaný Q-infarkt myokardu (viz kapitola ICHS).

ST segment je fyziologicky v izoelektrické linii. Výchylky nad tuto linii označujeme jako elevaci, výchylku pod linií jako depresi ST úseku. Podle průběhu ST ještě rozlišujeme descendentní, horizontální a ascendentní ST depresi. Denivelace ST úseku jsou citlivým, ale ne vždy specifickým (zejména v případě depresí) ukazatelem postižení myokardu. Z hlediska důležitosti jde na prvním místě o akutní koronární syndromy (viz kapitola ICHS), ale také o perikarditidy, iontové dysbalance apod.

Vlna T je fyziologicky pozitivní s výjimkou svodů V_1 , V_2 a aVR. Negativitu T vlny označujeme též jako inverzi. Někdy je inverzní jen začátek nebo konec T vlny – hovoříme o preterminálně, resp. terminálně negativní T vlně. Vysoké hrotnaté vlny T, zejména v hrudních svodech, se vyskytují u hyperkalemie a někdy i v perakutní fázi STEMI, může však jít i o normální variantu.

ELEKTRICKÁ OSA SRDEČNÍ Elektrická osa srdeční souvisí s morfologickým nálezem uložení srdce v hrudníku pouze částečně. Lze určovat osu vlny P i T, ale v praxi je pozornost soustředěna především na QRS komplex. Základní je popis ve frontální rovině, vychází tedy z končetinových svodů. Méně často popisujeme navíc sklon elektrické osy QRS v transverzální rovině. Pokud si představíme stojícího člověka s rozpaženýma rukama, svírají ruce s nohama úhel 90°. Nejobvyklejší normální osa je vektor vycházející z báze srdeční pod úhlem cca 45° doleva dolů. Tento typ označujeme jako intermediální osu (IMO). Osa posunutá doleva se označuje jako horizontální (HO), doprava jako vertikální (VO). Kromě těchto 3 základních pozic popisujeme ještě



Obr. 4.2 – Orientační určení elektrické osy podle dominantních vektorů QRS komplexu ve svodech aVL a aVF. Dominantní vektor určujeme podle nejvyšší/nejnižší výchylky QRS komplexu. Pokud je tedy kmit R vyšší než kmity Q a S, je dominantní vektor pozitivní. Naopak, pokud je kmit S hlubší, než je výška kmity R, je dominantní vektor negativní.

osu semihorizontální (SHO) a semivertikální (SVO). Zjednodušeně můžeme elektrickou osu určit podle obr. 4.2.

RAMÉNKOVÉ BLOKÁDY Pravé nebo levé raménko Tawarovo se může zablokovat. V takovém případě probíhá depolarizace myokardu, do kterého vede zdravé raménko přirozeným způsobem, zatímco zbytek (můžeme říci druhostranná komora) je depolarizován mimo anatomické preformované struktury – per continuitatem, což trvá déle. Důsledkem je prodloužení QRS komplexu nad 120 ms. U bloku pravého raménka Tawarova (BPRT) je typické rozštěpení kmitu R ve svodu V_1-V_2 ; druhý kmit označujeme jako R'. Blokádá je kompletní, pokud je prodlouženo QRS, v opačném případě hovoříme o inkompletním BPRT. Levé raménko se dále dělí na přední a zadní fascikl – může být zablokováno celé, nebo blokádá postihuje pouze jeden z fasciklů. V případě bloku celého levého raménka (BLRT) je prodlouženo QRS, naznačené zdvojením kmitu R ve svodech I a V_6 a obraz rS ve svodech V_1-V_4 , často s elevací ST segmentu.

O levém předním hemibloku hovoříme, je-li horizontální osa a dominantní vektor negativní ve svodech II a III, naopak levý zadní hemiblok se projevuje vertikální osou a dominantními pozitivními vektory ve svodech II a III.

Raménkové blokádá mají význam diferenciativně diagnostický, ale také klinický – kompletní blokádá, a zejména BLRT jsou spojeny s dyssynchronií levé komory – viz kapitola Srdeční selhání.

EXTRASYSTOLY Extrasystoly jsou předčasné depolarizace. Vznikají proto, že celý myokard síní i komor je schopen automatizace, která se obvykle projevuje pouze v sinoatriálním uzlu. Supraventrikulární extrasystoly vznikají v myokardu síní. Můžeme identifikovat vlnu P, přicházející dříve, než by odpovídalo pravidelnému srdečnímu rytmu. Za ní následuje QRS komplex, obvykle štíhlý, protože depolarizace komor nastává „fyziologickou cestou“ – převodním systémem. V některých případech není vlna P identifikovatelná. Komorové extrasystoly vznikají v myokardu levé nebo pravé komory, a proto mají tvar příslušné raménkové blokádá.

POPIS EKG Popis EKG by měl začínat určením rytmu, frekvence, následují intervaly, osa srdeční, morfologické abnormality v pořadí P-QRS, ST-T-U. Na závěr je EKG diagnóza.

Příklad: Fibrilace síní, frekvence komor 85–95/min, QRS 85 ms, QT 400 ms, osa semihorizontální, patologický kmit Q II, III, aVF, elevace ST ve V_2-V_4 o 3 mm. EKG diagnóza: fibrilace síní, akutní STEMI přední stěny a stp. Q-infarktu myokardu spodní stěny se susp. aneuryzmatem.

4.1.2 ECHOKARDIOGRAFIE

Echokardiografie (ECHO) je vyšetření srdce pomocí ultrazvuku. Poskytuje informace o morfologii a funkci srdečních struktur, o proudění krve i o vlastnostech srdečních tkání.

Základní vyšetření je neinvazivní, nevystavuje pacienta žádnému riziku, lze ho libovolně opakovat, je relativně snadno proveditelné. V kardiologii proto patří mezi běžné vyšetřovací metody. Transtorakální vyšetření (TTE) je prováděno přes hrudní stěnu. Jeho limitací je u 5–10 % osob špatná vyšetřitelnost. Transezofageální vyšetření (TEE) využívá přístup přes jícn. Zejména při arytmiologických výkonech se provádí i nitrosrdeční ECHO snímající signál ze srdečních dutin.

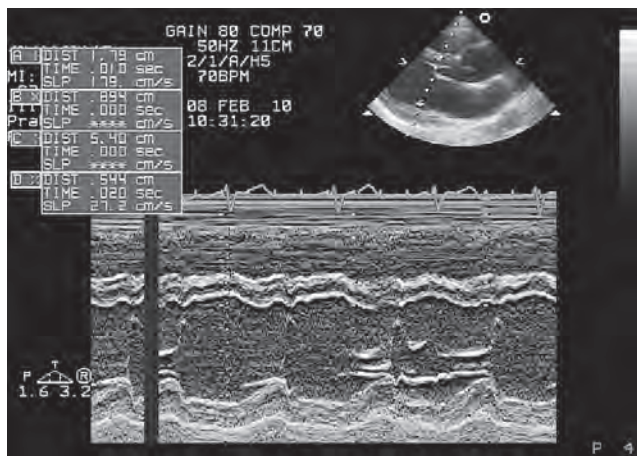
PRINCIP Sonda echokardiografu obsahuje tzv. piezoelektrické krystaly, které působením střídavého elektrického proudu deformují svůj tvar neboli v závislosti na frekvenci střídavého proudu vibrují a tím generují ultrazvuk. Opačný jev je využíván k zachycení odražených signálů – ech. Krystal je přijatým ultrazvukem deformován a tím generuje elektrické napětí. Většinou je stejný krystal používán jako vysílač ultrazvukového signálu (0,5 % provozní doby) i jako jeho přijímač (99,5 % provozní doby). V současných sondách je několik stovek až tisíc krystalů. Používá se ultrazvuk o frekvenci mezi 2 až 10 MHz.

Zvukové vlny pronikají do vyšetřované oblasti. Na rozhraní tkání s různými akustickými vlastnostmi, jako mají například krev a myokard, se část vln odráží. Malá část odražených vln se vrací zpět do sondy. Sonda slouží zároveň jako přijímač zvukového vlnění. Vzhledem k tomu, že se ultrazvuk šíří konstantní rychlostí, může přístroj spočítat podle času, který uplynul mezi vysláním a přijmutím ultrazvukového signálu, vzdálenost struktury, od které se ultrazvuk odrazil. Podle intenzity přijatého signálu se pak dané struktury znázorní na obrazovce přístroje v různých stupních šedi. Místa, od kterých se ultrazvuk odrazí kompletně, se zobrazí bíle. Místa, kterými ultrazvuk kompletně projde (krev, výpotek), se zobrazí černě. Za kompletně odražujícími materiály, jako jsou kalcifikace, kost, kov nebo chlopní náhrady, již nelze vyšetřovat. Vyšetřovat nelze ani přes vrstvu vzduchu. Přes hrudní stěnu lze proto vyšetřovat jen z mezižebních prostor a nelze vyšetřovat přes plíce.

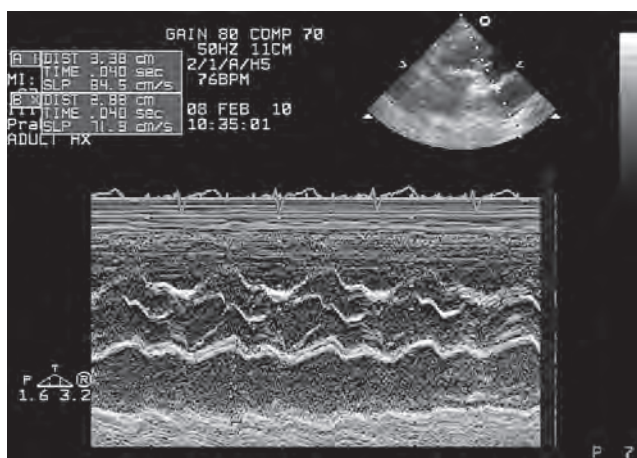
Dalším využívaným principem je Dopplerův jev. Při odrazu ultrazvukových vln od pohybujících se objektů se změní jejich frekvence. Se znalostí této změny a úhlu dopadu lze vypočítat rychlost pohybu objektu, například erytrocytů, vzhledem k sondě. Přístroj tak může graficky a akusticky znázornit rychlost, směr a charakter proudění krve v srdci a velkých cévách.

ZPŮSOBY ZOBRAZENÍ/VYŠETŘENÍ Při jednorozměrné echokardiografii jsou srdeční struktury zachycené v průběhu ultrazvukového paprsku zobrazeny jako různě intenzivní body. V praxi je ale využíván **TM-mode (Time Motion)/M-mode**, při kterém se díky posunu pozadí, na které se body promítají, echa nepohyblivých struktur zobrazují jako horizontální linky a echa pohyblivých struktur jako křivky s opakujícími se tvary, podobně jako při snímání EKG. Zobrazení tímto způsobem je využíváno především pro měření základních standardních rozměrů komor

a tloušťky jejich stěn (obr. 4.3), velikosti levé síně a kořene aorty (obr. 4.4) z parasternální projekce (viz dále). Směrování linie jednorozměrného vyšetření se v současnosti provádí pomocí dvourozměrného vyšetření.



Obr. 4.3 – M-mode s příčným protětím obou komor a při posunu vyšetřovací linie se záznamem pohybu cípů mitrální chlopně z parasternální projekce



Obr. 4.4 – M-mode s příčným protětím aortální chlopně a levé síně z parasternální projekce

Při **dvourozměrné echokardiografii (B-mode/2DE)** jsou ultrazvukové paprsky vysílány v jedné rovině ve výšce 90°. Výsledný obraz odpovídá anatomickému řezu srdcem ve zvolené rovině. Zachycené struktury jsou patrné v pohybu. Metoda umožňuje hodnotit kromě různých rozměrů i regionální poruchy kontraktility komor, morfologii chlopní a dalších srdečních struktur. V současnosti je základním vyšetřovacím postupem. B-mode je využíván také při volbě směru vyšetření jednorozměrné echokardiografie i dále popsaných dopplerovských metod.

Pro účel **trojrozměrné echokardiografie (3DE)** jsou využívány sondy s měniči uspořádanými v prostorové matici. Sonda umožňuje nasnímat data z trojrozměrné výšece v poměrně krátké době, takže je možné zobrazit 3D obraz

včetně změn v čase jako 4D zobrazení. Pro 3DE, respektive 4DE je potřeba vysoká kvalita obrazu. Jsou proto zatím využívány hlavně při TEE.

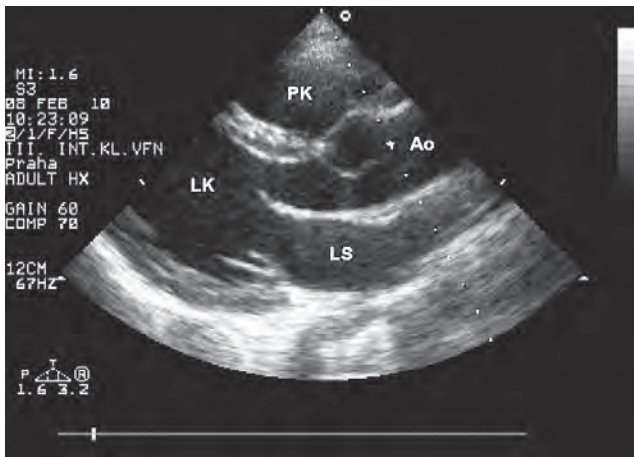
Ve snaze o standardizaci jsou **vyšetření prováděna především v několika základních projekcích. V parasternální projekci v dlouhé ose levé komory (PLAX)** z 2.–4. mezižebří (podle anatomických poměrů) lze hodnotit pravou komoru, mezikomorovou přepážku, zadní stěnu levé komory, aortální a mitrální chlopeň, kořen aorty a levou síň (obr. 4.5). **V parasternální projekci v krátké ose levé komory (PSAX)** jsou hodnoceny především řezy levou komorou a aortální, mitrální, pulmonální a trikuspidální chlopní (obr. 4.6). **V apikální čtyřdutinové projekci (A4C)** je získán řez komorami a síněmi při pohledu od srdečního hrotu (obr. 4.7). **V apikální pětidutinové projekci (A5C)** je patrná ještě aortální chlopeň s výtokovým traktem levé komory. **V apikální dvoudutinové projekci (A2C)** je zobrazena levá komora s průřezem její přední a spodní stěnou a průřez mitrální chlopní a levou síní. **V subxifoidální projekci** lze hodnotit vyústění dolní duté žíly do pravé síně, mezisíňovou přepážku s eventuálními zkraty a v různé míře všechny chlopně. **V jugulární projekci** je zobrazován oblouk aorty s odstupy velkých cév a plicnicí. Vyšetřovací místa pro získání popsaných projekcí jsou do jisté míry individuální. Ve většině projekcí je prováděna řada standardizovaných měření.

Pulzní dopplerovské vyšetření (PW) slouží k hodnocení rychlosti a charakteru proudění v různých částech srdce. Ultrazvukové vlny jsou při něm vysílány v krátkých pulzech a pomocí omezení času, po který jsou přijímány odražené vlny. Lze tak získávat informaci o proudění krve z různé vyšetřovací hloubky, tzv. vyšetřovacího okna. Poloha vyšetřovacího okna je většinou kontrolována pomocí M-modu nebo B-modu (obr. 4.8).

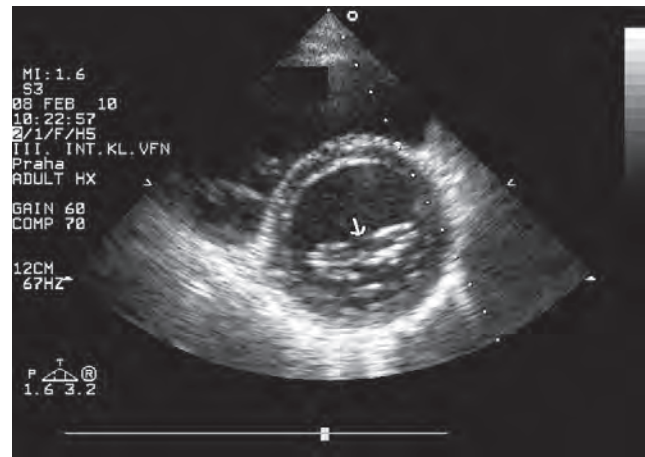
Kontinuální dopplerovské vyšetření (CW) používá 2 krystaly, z nichž jeden trvale vysílá a druhý trvale přijímá ultrazvukové vlny. Je tak možné registrovat jakoukoliv rychlost krevního toku. Jsou však zaznamenávány všechny rychlosti v průběhu vyšetřovaného směru a ne jen z určité hloubky. Tento způsob vyšetření je využíván například pro hodnocení maximálních rychlostí na aortální chlopní při stenóze.

Při barevném mapování krevního proudu (CFM – color flow mapping) jsou směry a charakter proudění barevně kódovány. Proudění směrem k sondě je kódováno červeně, směrem od sondy modře. Rychlejší proudění je vyjádřeno světlejším odstínem barvy. Barevné signály jsou superponovány do dvourozměrného nebo jednorozměrného echokardiogramu. Vzniká tak řez srdcem s vizualizovaným prouděním krve v reálném čase (obr. 4.9).

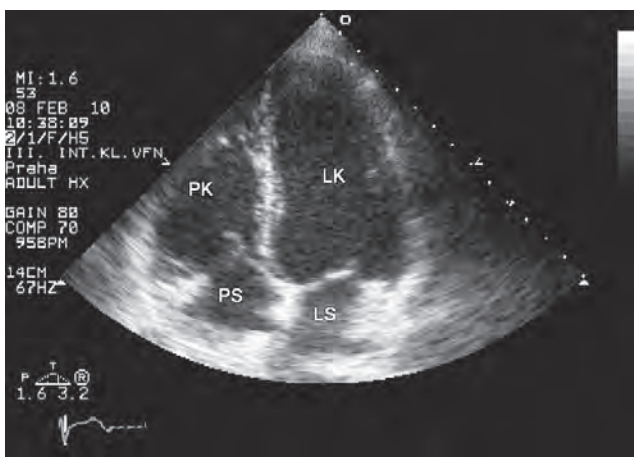
Tkáňová dopplerovská echokardiografie (TDI) poskytuje informaci o regionálním pohybu srdečních tkání a jejich deformaci. Je využívána například k hodnocení synchronie či dyssynchronie kontrakce jednotlivých částí myokardu levé komory nebo k hodnocení diastolické funkce levé komory pomocí sledování pohybu mitrálního prstence (obr. 4.10). **Pulzní TDI** přináší informaci o rychlosti



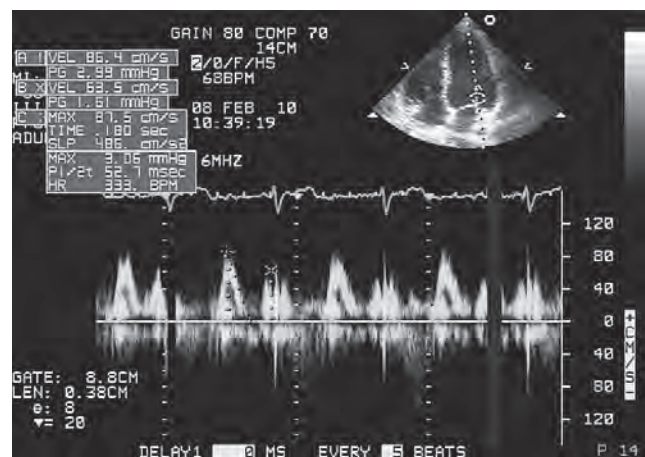
Obr. 4.5 – B-mode. Parasternální projekce v dlouhé ose srdce (PLAX) se zobrazením pravé komory (PK), levé komory (LK), aortální chlopně se začátkem ascendentní aorty (Ao), levé síně (LS) a otevřené mitrální chlopně mezi LS a LK



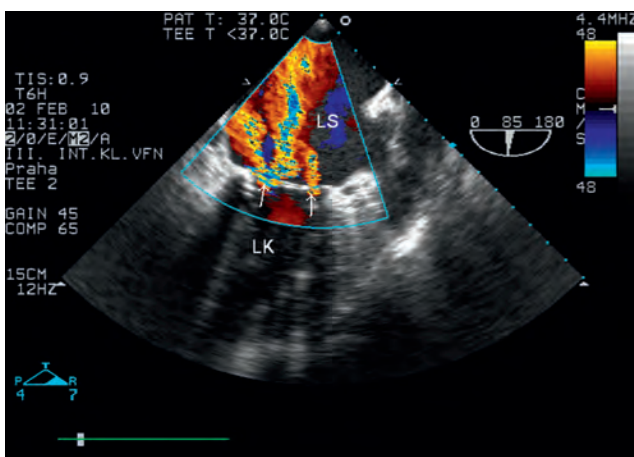
Obr. 4.6 – B-mode. Parasternální projekce v krátké ose (PSAX) s příčným řezem levou komorou a uzavřenou mitrální chlopní (šipka)



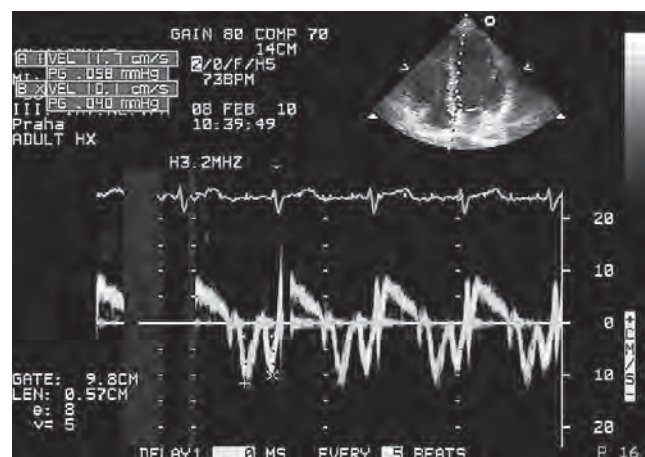
Obr. 4.7 – B-mode. Apikální čtyřduťová projekce (A4C)



Obr. 4.8 – Pulzní dopplerovské vyšetření (PW) z mitrální chlopně



Obr. 4.9 – Barevně kódované dopplerovské vyšetření (CFM) – insuficience mitrální chlopně (jsou patrné 3 regurgitační jety)



Obr. 4.10 – Kontinuální dopplerovské vyšetření z mediální části mitrálního anulu

pohybu vybrané srdeční tkáně. **Barevná sektorová TDI** stejně jako CFM poskytuje v různých odstínech modré a červené barvy informaci o pohybu srdečních tkání od sondy nebo k sondě. Nově je využívána tzv. speckle-tracking echokardiografie, která umožňuje hodnocení deformace myokardu (strain) nebo rychlosti deformace myokardu (strain rate), při které není výsledek vyšetření ovlivňován pohybem celého srdce v hrudníku.

Trojrozměrná echokardiografie (3DE) poskytuje obraz podobný endoskopickému pohledu, ale i prostorový obraz regurgitačních jetů snímaných pomocí CFM. Z 3D dat lze vytvořit jakýkoliv řez. Metoda 3DE, respektive 4DE doplňuje a obohacuje 2DE, nenahrazuje ji. Je přínosná pro hodnocení chlopenních vad, zkratů, k navigaci při intervencích typu uzávěry defektu síňového septa, otevřeného foramen ovale, paravalvulárních leaků i při katetrizačních intervencích chlopenních vad.

Jícnová echokardiografie (TEE) využívá sondu na konci flexibilního endoskopu do jícnu a fundu žaludku. K vyšetření proto musí být nemocný nalačno. Je potřeba určitá míra spolupráce (polknutí sondy) nebo je možné vyšetření provádět u intubovaného nemocného. Vyšetření není limitováno ultrazvukovými okny mezi hrudními žebry. Zobrazení srdečních struktur je kvalitnější.

Zátěžová echokardiografie je prováděna během dynamické nebo farmakologické zátěže dobutaminem a atropinem. Jsou hodnoceny změny kontraktility myokardu během zátěže, především nová hypokinéza nebo nepřítomnost fyziologické hyperkinézy. Poruchy kontraktility se objevují ještě dříve než elektrokardiografické změny a subjektivní obtíže.

VYUŽITÍ A INDIKACE Echokardiografické vyšetření je využíváno při každém podezření na organické onemocnění srdce, při srdečním selhání, arteriální a plicní hypertenzi, při všech manifestacích ICHS, při srdečních vadách, respektive při různých šelestech budících podezření na srdeční vadu, při arytmiích, při podezření na infekční endokarditidu, perikardiálních onemocněních atd. Umožňuje hodnocení systolické i diastolické funkce srdečních komor, stupeň hypertrofie srdeční svaloviny, významnosti chlopenních vad, odhad pravostranných srdečních tlaků a řady dalších parametrů. TTE je využíváno při potřebě zobrazení diskrétních útvarů, jako jsou vegetace na chlopni nebo trombus v oušku levé síně, detailnějšího zobrazení srdečních chlopní, ke spolehlivější diagnostice vrozených i získaných srdečních vad, je-li horší vyšetřitelnost a tam, kde nelze z nějakého důvodu transtorakálně vyšetřovat (např. při kardiokirurgickém výkonu).

Zátěžové echokardiografii dává informaci o poruše perfuze myokardu a o viabilitě tkání. Hodnoceny mohou být i změny velikosti regurgitačních jetů.

4.1.3 METODY NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY

Nukleární kardiologie využívá otevřených radioaktivních zářičů (ve formě radiofarmak) k vyšetření některých kar-

diovaskulárních onemocnění (zejména ICHS). Umožňuje stanovení:

- regionálního prokrvení myokardu,
- metabolismu myokardu a jeho viabilitu,
- inervace myokardu,
- myokardiální nekrózy,
- funkce komor,
- zkratových vad.

VYŠETŘENÍ PERFUZE MYOKARDU Zatímco selektivní koronografie podává informaci o makroperfuzi (průtok velkými cévy), pomocí radiofarmaka vychytného v myocytech můžeme posuzovat mikroperfuzi (zásobení myokardu krví). Perfuzní scintigrafie myokardu je dnes nejvíce používanou metodou nukleární kardiologie a jednou z nejčastěji používaných neinvazivních vyšetřovacích metod v kardiologii vůbec.

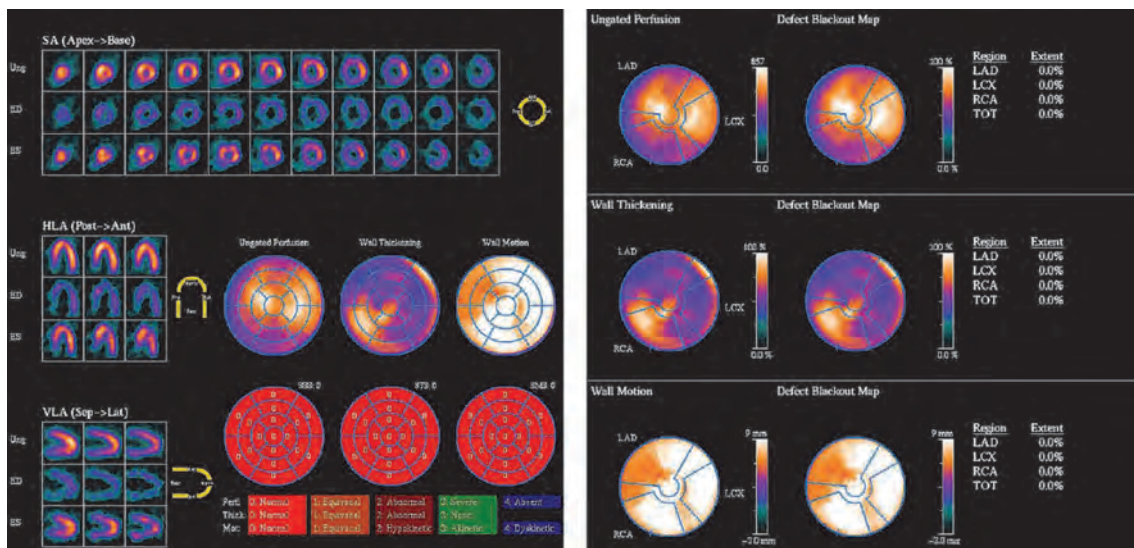
Princip vyšetření spočívá v podání radiofarmaka intravenózně v zátěži nebo za klidových podmínek a následně ve snímání gama záření z radiofarmaka, které je fixováno v myocytech (odráží situaci perfuze v době aplikace). Stupeň vychytání radiofarmaka v myocytech je závislý na průtoku krve a na funkčnosti myocytů. Za normálních okolností je rozložení radiofarmaka v myokardu homogenní. Případná stenóza některé z věnčitých tepen se při zátěžovém vyšetření projeví nižší depozicí radiofarmaka v povodí za stenózou. Posuzujeme pak lokalizaci, rozsah a závažnost poruchy perfuze a reverzibilitu poruchy – tj. zda se upravuje při vyšetření v klidu. Při poruše funkce myocytů (nekróza, jizva) se takto postižený okresek tkáně nezobrazuje při zátěžovém ani při klidovém vyšetření.

Zátěž lze provést jako fyzickou – klasickou bicyklovou ergometrii, případně farmakologickou po podání vazodilatačních látek (adenosin, dipyridamol, regadenoson) nebo sympatikomimetika (dobutamin, arbutamin). Z hlediska přesnosti vyšetření jsou tyto způsoby zátěže rovnocenné. Po správně provedené zátěži stoupne průtok v normálním koronárním řečišti asi 3–5krát (v závislosti na věku). Jako radiofarmaka dnes převážně používáme ^{99m}Tc-MIBI (MetoxyIsoButylIsonitril) a ^{99m}Tc-tetrofosmin, předtím používané ²⁰¹Tl se dnes používá již minimálně. Gama záření se snímá pomocí tomografické scintigrafie SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography). Výsledkem vyšetření jsou řezy myokardem ve 3 rovinách (sagitální, koronární a transversální). Velmi užitečné je převedení získané trojrozměrné informace z řezů do dvojrozměrného obrazu tzv. polárních map („bull’s eye“) (obr. 4.11 až 4.13). Stěna levé komory se při tomto způsobu rozvine do plochy. Získáme kruh, v jehož středu je hrot srdeční a na obvodu báze levé komory. S výhodou je možné záznam hradlovat (separované nastrádání obrazů end systoly a end diastoly s pomocí EKG záznamu snímaného současně s tomografickými obrazy SPECT), což umožňuje posouzení funkčních parametrů, podobně jako je tomu u radionuklidové ventrikulografie (viz níže).

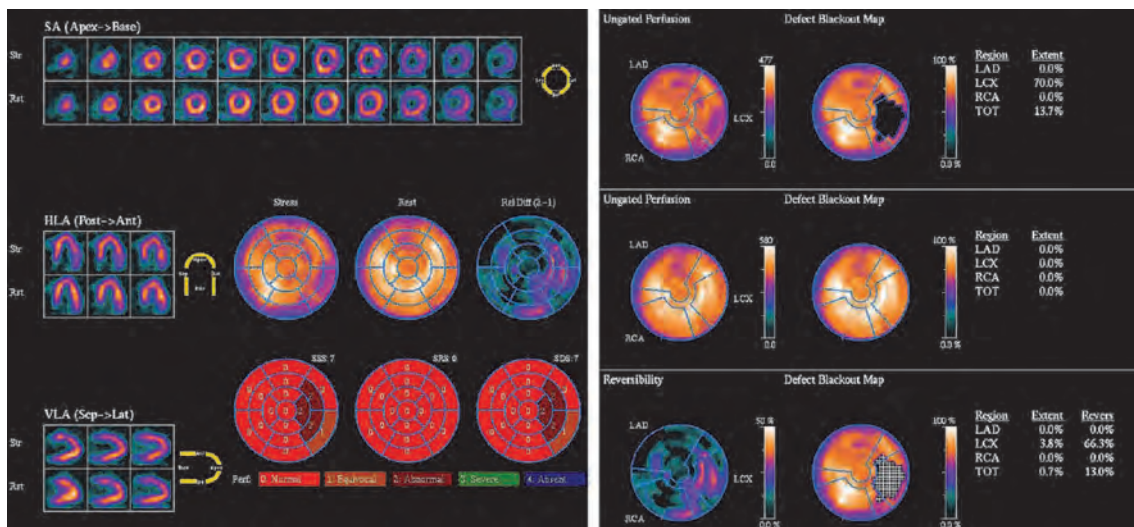
Perfuzní scintigramy jsou interpretovány jednak kvalitativně vizuálním hodnocením jednotlivých řezů, jednak kvantitativně pomocí polárních map srovnáním s databází normálních nálezů. Indikací k vyšetření je zejména ICHS, vyšetření má poměrně vysokou senzitivitu, okolo 90 %, ale poněkud nižší specificitu, okolo 80 %. Použití zátěžové scintigrafie myokardu v diagnostice ICHS je nejpřínosnější u pacientů se střední předtestovou pravděpodobností ICHS (stanoveno na základě klinických dat). Tyto nemocné lze při negativním scintigrafickém nálezu ušetřit koronarografií. Naopak při vysoké předtestové pravděpodobnosti ICHS je lépe provést koronarografií bez předchozího scintigrafického vyšetření. Prognostická hodnota perfuzní

scintigrafie myokardu je rovněž vysoká. Zejména normální nález představuje velmi nízkou pravděpodobnost náhlé koronární příhody. Naopak rozsáhlá a závažná ischemie představuje pro pacienta vážné riziko náhlého infarktu nebo kardiální smrti.

Již v současnosti existují radiofarmaka (např. ^{82}Rb) umožňující objektivizovat distribuci perfuze v myokardu pomocí pozitronové emisní tomografie (PET). Jejich výhodou je vyšší prostorové rozlišení (kvalitnější obraz) a možnost absolutní kvantifikace průtoku. V ČR v době psaní tohoto textu nejsou tyto látky rutinně dostupné, lze však očekávat, že se to v dohledné budoucnosti změní, patrně prostřednictvím ^{18}F značených RF.



Obř. 4.11 – Perfuze myokardu SPECT. Normální nález. Vlevo zátěž a klid na řezech a na polárních mapách, vpravo horní řada zátěž, střední řada klid, dolní řada reverzibilita



Obř. 4.12 – Perfuze myokardu SPECT. Zátěžová, plně reverzibilní ischemie boční stěny. Vlevo zátěž a klid na řezech a na polárních mapách, vpravo horní řada zátěž, střední řada klid, dolní řada reverzibilita