

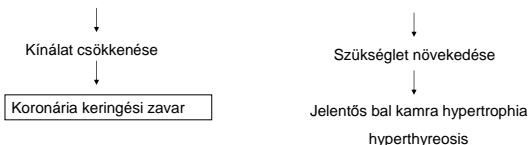
NUKLEÁRIS KARDIOLÓGIA

Dr. Moravszki Mónika
Honvédkórház - ÁEK
Nukleáris Medicina Osztály

20102011

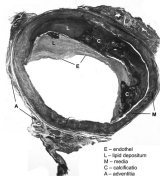
ISCHAEMIA

- Ischaemia – „kevés vér” (görög eredetű szó)
- A szívizom körülírt területének a vérellátási zavara
- A terület oxigén hiánya miatt megbomlik a szívizomban az oxigén kereslet-kínálat egyensúly



Koronária keringési zavara

- Koronáriák részleges vagy teljes elzáródása
 - Extraluminális (spazmus, hipertonia, aortastenosis,)
 - Intraluminális (atheroscleroticus plakk, thrombus, embolia,)
- Koronárielzáródás nélkül
 - Oxigén szállító kapacitás (tüdő, Hgb, hipotonia, gyógyszerek,)
- „reverzibilis” fázis – a metabolikus, funkcionális, elektrofiziológiai változások helyreállnak, ha az ischaemia megszűnik, pl. reperfúzió
- „irreverzibilis” fázis - az ischaemia előrehaladtával → infarktus
↓
sejthalál



Ischaemia klinikai megjelenési formái

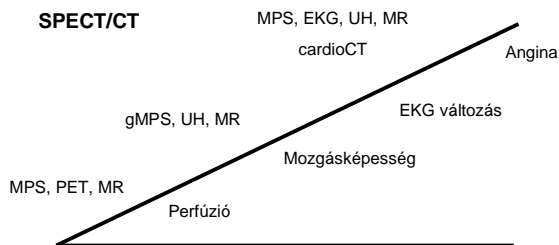
- Angina pectoris (stabil, instabil, mixed, Prinzmetal, silent)
- Ischaemiás szívelégtelenség
- Ischaemiás ritmuszavarok
- Acut ischaemiás syndroma
- Acut myocardialis infarctus
- Hirtelen szívhalál
- Új ischaemiás syndromák (stunned myocardium, hibernált myocardium, ischaemiás prekonkondicionálás)

Új ischaemiás szindrómák

- **Myocardiális stunning** (kábuló szívizom)
 - A „stunned myocardium” olyan életképes szívizom, amelyben a perfúzió helyreállítását (reperfúzió) követően a kontraktilitás zavara hosszabb-rövidebb ideig továbbra is fennáll.
 - Jellemzője a „késleltetett” funkcionális helyreállítás (permanens diszfunkció) „perfusion-contraction mismatch” (akut, krónikus, maimed)
 - **Stunning léphet fel:**
 - AMI-t követő trombolízis vagy angioplasztika után
 - instabil anginás betegekben
 - fizikai terhelés-indukálta anginában
 - coronaria spazmus esetén
 - trombocita aggregáció és átmeneti trombolízist követően és közvetlenül a coronaria bypass műtétet követően
 - **Koncepció:** Ischaemia alatt valami történhet a mechanikai funkcióval, amely még akkor is fennmarad amikor az ischaemiás történés már megszűnt.

- **Hibernált myocardium** (1984 Rahimtoola)
 - Elsődlegesen klinikai megfigyelés: a folyamatosan (nyugalomban is) fennálló csökkent perfúzióval és csökkent balkamrai funkcióval jellemezhető állapot leírására
 - A hibernált myocardiumban életképes sejtek (területek) találhatóak, amelyek funkciója részlegesen vagy teljesen helyreállítható
 - a szívizom oxigén igény/ellátás egyensúlyát kedvezően befolyásoljuk (gyógyszeres) és /vagy a keringést helyreállítjuk (műtéti)
 - Hibernált az olyan ischaemiás myocardium, amelyet **szűkült koszorúér lát el** és amelyben az ischaemiás sejtek, a krónikusan csökkent kontraktilitás ellenére is életképesek
 - Hibernált szívizom található: súlyos koszorúér stenosisban szenvedőkben (akkor is ha nyugalomban tünetmentes)
- **Ischaemiás prekonkondicionálás** (1986; Murry, Jennings, Reimer)
 - „Rövid koszorúér okklúziókkal előidézett ischaemia védelmet nyújt az ismételt fellépő, hosszabb ischaemiás epizód káros következményeivel szemben”
 - „Ischaemia elleni védelem ischaemiával”

Ischaemiás kaszkád



Az ischaemiás szívbetegek diagnosztikája

- Fizikális vizsgálat - anamnézis
 - Noninvasív diagnosztika
 - EKG
 - Laboratóriumi diagnosztika
 - Terheléses EKG
 - Echocardiographia (nyugalmi, stress)
 - Izotóp diagnosztika
 - Coronaria CT
 - MRI
 - Coronarographia
 - Korlátok
 - Coronaria CT: kontrasztanyag érzékenység, veseelégtelenség, fém-arterektómok
 - SzívMR: pacemaker, ICD
- ANATÓMIA**
FUNKCIÓ

NUKLEÁRIS KARDIOLÓGIA MÓDSZEREI

- Terheléses és nyugalmi myocardium perfúziós szcintigráfia (MPS)
- EKG-kapuzott MPS
- Viabilitás vizsgálatok
- MUGA (Multiple Gated Acquisition)
- PET vizsgálatok

Patofiziológiai alapok

- Az ISZB szcintigráfias diagnózisa a szívizomperfúziós rezervkapacitás regionális csökkenésének kimutatásán alapul
- Nyugalomban: 60-90 ml/min/100g
- Terhelés hatására a normális vérellátású myocardium vérellátása megnő
 - Fizikális terhelés vagy dobutamin: 3-4x
 - Értágító gyógyszer (dipyridamol v. adenosin): 4-5x
- Beszűkült koszorúér által ellátott szívizom vérellátása nem tud ilyen szinten fokozódni
 - Sőt..... Steal-effektus
- A perfúziós rezerv csökkenése MPS-val már a koronária 50%-os stenosisánál is kimutatható
- A perfúziós rezerv kapacitás regionális csökkenése a terhelés hatására kialakuló regionális perfúzió csökkenés formájában mutatható ki

Radiofarmakonok

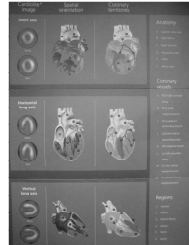
- Perfúziós radiofarmakonok
- Csökkent vérellátású területeken alacsonyabb aktivitás felvétel – az ischaemiás szívizomterület radiofarmakon felvétele kisebb
- **Tc-99m-sestamibi vagy tetrofosmin**
Kationos lipophil komplexek – sejtmembránon passzív transzporttal jut keresztül
Intracellulárisan aktív anyagcsere folyamatok révén mitokondriálisan dúsulnak – sejtbe kerülése a sejtek vérellátásával arányos
Nincs kimosódás
Kiválasztódás májon keresztül – felvétel kezdete!
- **Tl-201 klorid**
Kálium analóg – sejtmembránon a Na/K-ATP-áz-pumpával, aktív transzporttal jut keresztül
Kezdeti eloszlása a regionális vérellátással arányos – 5 perc
Egyensúlyi állapot kialakulása után az élő sejtek tömegét tükrözi
– ún. redisztribúciós állapot – 3-4 óra alatt alakul ki

Terheléses MPS módszere

- Egy-, illetve kétnapos protokoll
- Nyugalmi vizsgálat – nitrát hatásban
- Fizikális terhelés – ergometria
 - Bruce-protokoll szerint, MET (1 MET=3.5 ml/min/ttkg oxigénfogyasztásának felel meg)
 - Szubmaximális frekvencia elérése a cél
 - Indikáció, kontraindikáció
 - Figyelem: β-blokkoló
- Gyógyszeres terhelés – Dipyridamol (0.56 mg/ttkg)
 - Figyelem: koffein
 - Értágító hatású, időnként mellékhatások (Diaphyllin iv.)
 - Indikáció: fizikális terhelés nem kivitelezhető megelőző, inefektív terheléses EKG LBBB, pacemaker
 - Kontraindikáció: asthma bronchiale! (szteroid védelem)

A képalkotás módszere

- Tc-99m-perfúziós radiofarmakonok
 - Beadandó aktivitás:
 - 1 napos protokoll: stress – 350-400 MBq, rest – kb. 3x
 - 2 napos protokoll: stress és rest egyaránt 350-400 MBq
 - Adatgyűjtés kezdete – 45-60 perc (evés!)
- Adatgyűjtés módja
 - Planáris felvételek: Ant, LAO 45°, LLaT
 - 1-, 2- vagy 3 detektoros SPECT
 - Kapuzott SPECT
 - 32 lépésben, 8-16 ciklusra osztva a szív ciklust
 - RR távolság
- Rekonstrukció – 3 síkban
 - Rövid tengely
 - Horizontális hossz tengely
 - Verticális hossz tengely



Extrakardiális eltérések

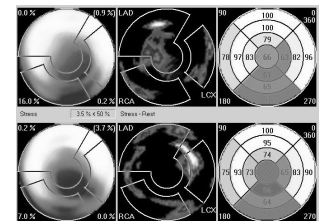
- Fiziológiás – máj, belek
- Tüdők – prognosztikai jel
- Mediastinum, emlők
- Gastrointestinalis reflux
- Epe – obstrukció
- Paravasalis injekció – nyirokcsomó
- Nyirokcsomó MIBI-vel – malignitás is lehet

MPS értékelése

- Vizuális, szemikvantitatív és kvantitatív kiértékelés
- Referencia adatbázisok használata
 - Emory Cardiac ToolBox, Cedar Sinai
- 2D, 3D megjelenítés

BK szegmentális elemzése

- Szemikvantitatív analízis tracer felvétel alapján

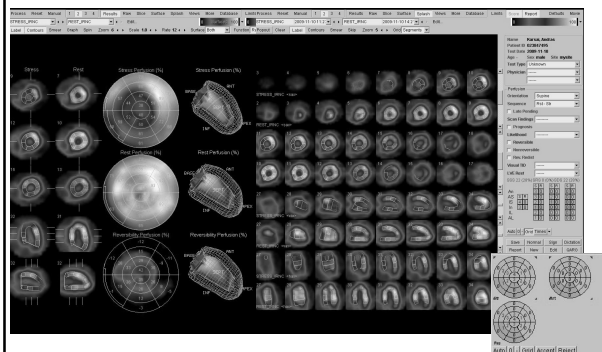


Uptake	Max.felvétel %-a	Score
Normál		0
Enyhe csökkenés	70-80 (nem feltétlenül abnormális)	1
Közepes csökkenés	50-70 (általában kóros)	2
Súlyos csökkenés	<50	3
Hiányzó felvétel	<20	4

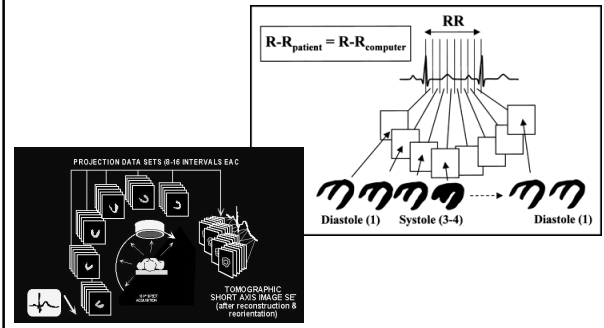
• KVANTITATÍV KIÉRTÉKELÉS

- Reprodukálható
- Objektív
- Standardizálható
- Összehasonlítható paraméter / Számszerűsíthető
- Eredmények megbízhatóságát növeli

Eredménylap

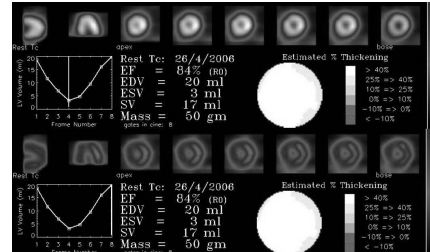


EKG kapuzott myocardium perfúziós szcintigráfia



EKG kapuzott SPECT vizsgálat

- Perfúzió és funkció megítélése
- Falmozgás és falvastagodás detektálása – **UH**
 - Aretfaktumok elkülönítése, fals pozitívitás csökkentése
- EF meghatározása – **UH**
- **DE – stunned myocardium – korai kapuzás**



Terheléses és nyugalmi MPS Vizsgálati indikációk

- Ischaemiás szívbetegség (ISZB) gyanúja Bizonytalan terheléses EKG
- Ischaemia lokalizációjának és súlyosságának meghatározása
- Ismert coronária szűkület/szűkületek szignifikanciájának megítélése
- Postinfarctusos betegek nyomon követése
- Invazív kardiológia beavatkozást követően betegek nyomon követése
- ISZB prognózisának meghatározása/non-invazív rizikóbecslés

Perfúziós defektus klasszifikációja (EANM – Guidelines)

- A perfúziós defektus nagysága és súlyossága alapján

	Kicsi	Közepes	Súlyos
Érellátási területek	<1	1-2	2-3
Össz. Score	4-8	9-13	>13
Bal kamra %-a*	<11	11-19	>19

* $(\sum \text{szegmentum}/68) \times 100$

- Perfúziós defektus típusa alapján

- Reverzibilis: teljesen/részlegesen - $\geq 25\%$ uptake javulás
- Fix: heg/kevert heg és viabilis szívizom - $< 50\%$ uptake
- Reverz: artefaktum/kevert heg és viabilis szívizom, ha nyilvánvalóan van CAD
- Ischaemia
 - Enyhe – stress-rest uptake javulása 1 egység
 - Közepes – stress-rest uptake javulása 2 egység
 - Súlyos – stress-rest uptake javulása > 2 egység

Viabilitás vizsgálatok

- ^{99m}Tc -perfúziós ágensek
 - Az a myocardium terület, melynek aktivitás felvétele nyugalmi SPECT bull's eye felvételein nagyobb, mint a maximális aktivitás felvétel 50%-a
- Kapuzott MPS (gMPS)
 - perfúzió és funkció megítélése
 - Falmozgás és falvastagodás detektálása
 - EF meghatározása
- TI-201-klorid
 - Rest/redisztribúciós vizsgálat
 - K-analóggént aktív anyagcsere folyamatokat tükrözi
 - Nyugalmi ischaemia
 - Hibernált myocardium kimutatása
- FDG-PET
 - Glükóz anyagcsere detektálása
 - A károsodott perfúziójú myocardium a zsírsav oxidáció helyett a kisebb energia-igényű glükóz-metabolizmust használja

MR
UH
CT

Terheléses és nyugalmi MPS fix perfúzió defektus



PET vizsgálatok

- Szívizomperfúzió vizsgálata
 - N-13-ammónia
 - Rb-82-klorid
- Oxidatív metabolizmus
 - C-11-acetát
- Szívizom anyagcsere vizsgálata
 - F-18-FDG

A szívizom glükózfelvételének a vizsgálata F-18-FDG-vel

- Indikáció
 - Súlyos bal kamra elégtelenségben (EF<35%), ahol a revaszkularizáció indokoltsága kérdéses – FDG kiváló!
- A súlyosan ischaemiás, nem kontrahálódó, egyéb módszerekkel halottnak tűnő szívizom energiaigényét a kisebb energiaigényű glükózlebontásból nyeri
- Életképes, de halottnak tűnő, ún. hibernált myocardium FDG-t felveszi
 - Glükózfelvétel, tehát az anyagcsere jelzi az életképességet

Rizikóbecslés

- Kardiális rizikó megállapítása cardioCT
 - TID ratio
 - Reverz (inverz) perfúzió defektus
 - Jobb kamra ábrázolódása
- Nagy műtétek kardiális rizikójának felmérése
- Perfúziós vizsgálatok prognosztikai értéke
 - Normál perfúziós vizsgálat
 - Infarktus/szívhalál valószínűsége <0.9% / év
 - Átlag populációban
 - Infarktus/szívhalál valószínűsége <1.2% / év

MUGA – Multiple Gated Acquisition

- A bal és jobb kamra pumpafunkciójának pontos mérése
- Szív ciklus alatt pontosan méri a kamrákban lévő vér térfogatváltozását
 - Tc-99m-radiofarmakonnal jelzett vvt.
- Kardiotoxicitás mérésének „gold standard” módszere
 - Jól reprodukálható, olcsó
- **UH** a kardiológiai rutin vizsgálatokból kiszorította
- **MR** a jövőben?