

Kardiológiai képalkotó diagnosztikai eljárások: kardiológiai izotópdiaгностиka

Zámbó Katalin

**PTE Orvosi Képalkotó Klinika
Nukleáris Medicina Tanszék**

Képalkotó módszerek

Anatómia

Fiziológia

Metabolizmus

Molekulák

Rtg. / CT

NM / SPECT / PET

MRI

MR spektroszkópia

fMRI

Ultrahang

Hibrid képalkotás: SPECT/CT, PET/CT, (PET/MRI)

Radioaktív izotópok orvosi felhasználása

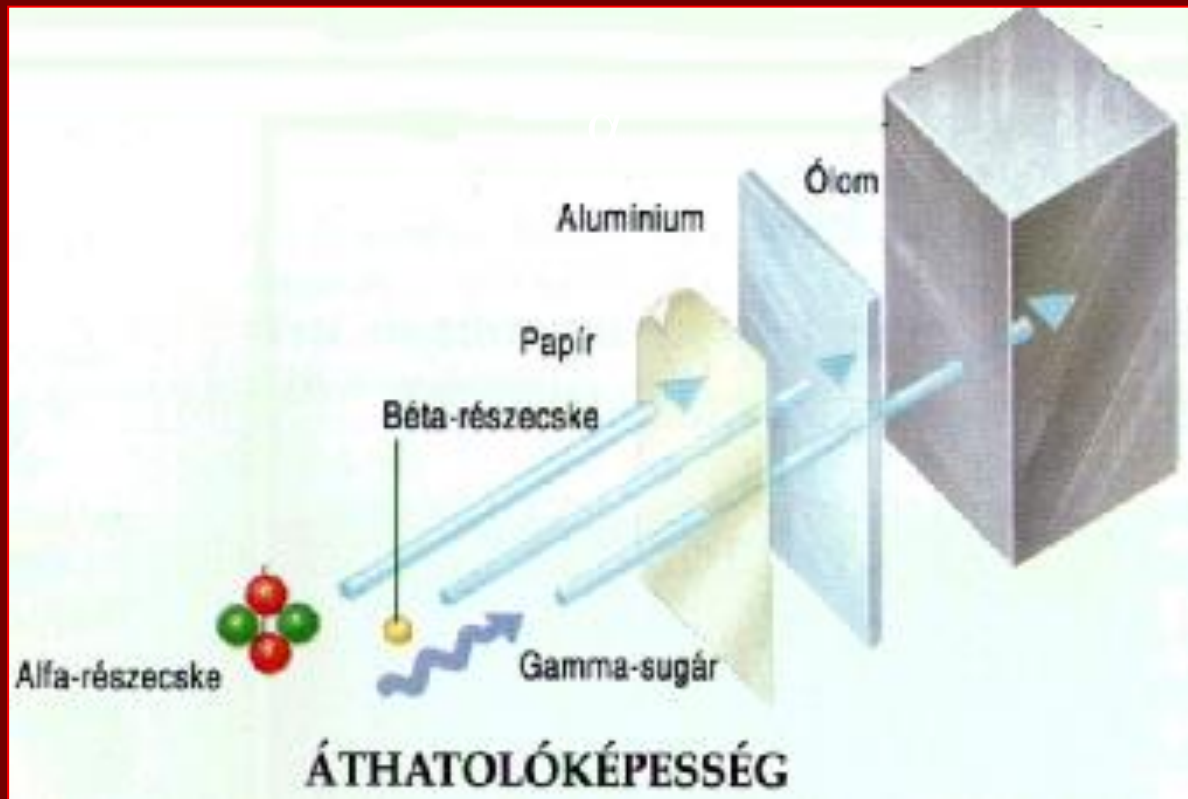
A kedvezőtlen proton-neutron aránnyal rendelkező atommagok külső behatás nélkül, spontán, bizonyos sugárzások (α , β , γ) kibocsátása révén elbomlanak, miközben a kezdeti mag más maggá alakul át.

Ugyanazon elem izotópjai a különböző biokémiai folyamatokban ugyanúgy viselkednek – nyomjelző elv.

Hevesy György – Nobel díj, 1943.

A radioaktív bomlást kísérő sugárzás

- **Korpuszkuláris jellegű (α , $-\beta$, $+\beta$)**
- **Elektromágneses hullámtermészetű (γ)**



γ -sugárzás

- Elektromágneses **sugárzás**
- **Az atommagból származik**
- Nagy áthatoló képességű (emisszió), a betegbe juttatva kívülről jól detektálható
- A rutin diagnosztikában jól használható
- Molekuláris diagnosztika – **specifikus képalkotás**
- **Pl. 99meta-technetium (140 keV, 6 óra)**

Módszerek általános jellemzői

- Egy adott szerv vagy szervrendszer funkcióján alapulnak
- Érzékeny, de aspecifikus módszerek
- Szervspecifikusak (hordozó molekula!)
- Könnyen kivitelezhetők
- Különbösebb előkészítést nem igényelnek
- Szövődmény mentesek, kockázatuk minimális

Nukleáris kardiológia

- EKG kapuzott **kamrafal mozgás és ejectionis fractios vizsgálat (RNV, MUGA)**
- „First passage” **vizsgálat**
- Nyugalmi szívizomperfúziós **SPECT- SPECT/CT-vizsgálat**
- Terheléses szívizomperfúziós **SPECT- SPECT/CT-vizsgálat**

Képkötő készülékek I.

Gammakamera

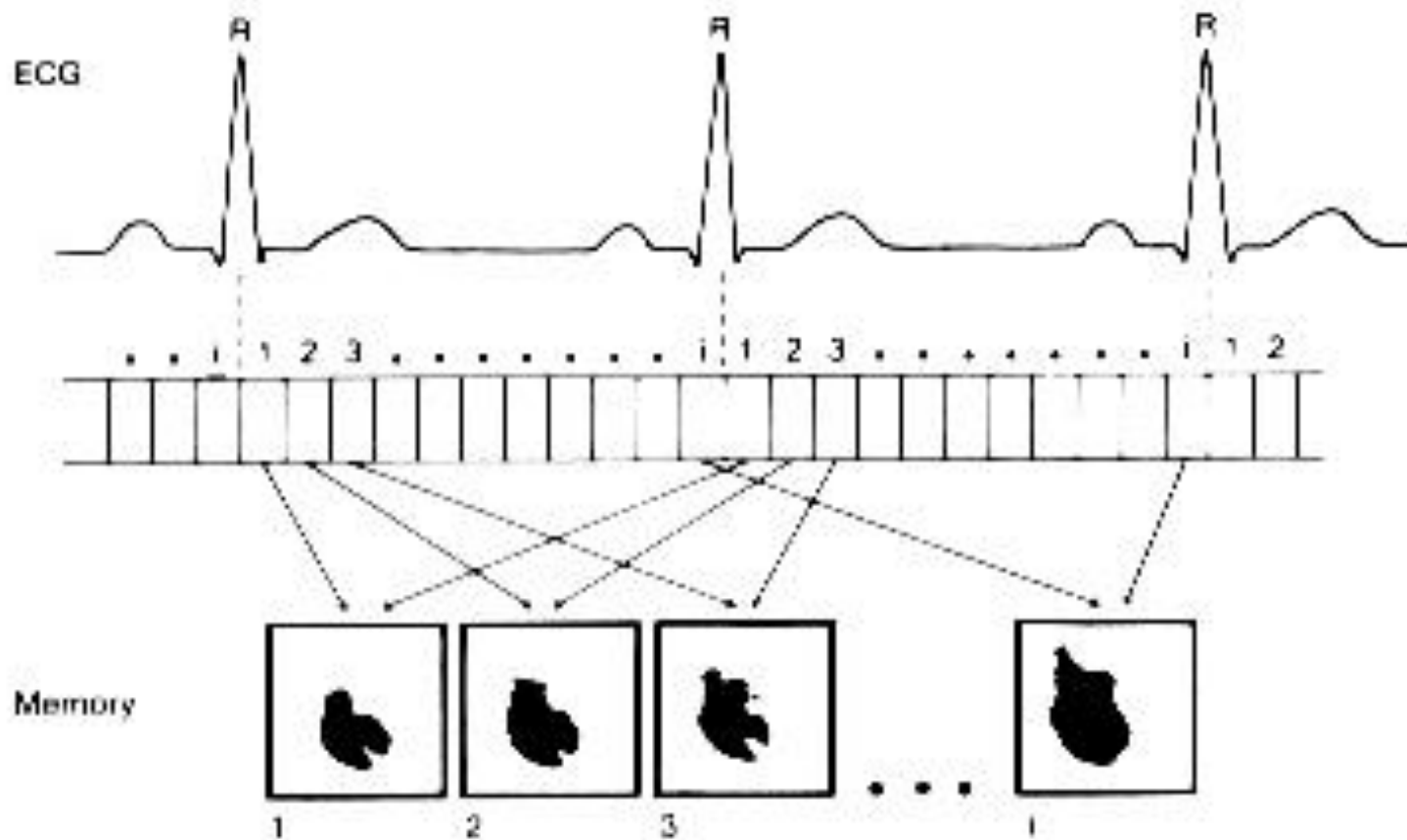


Dedikált szív-SPECT
(Single Photon Emissziós
Computer Tomográf)

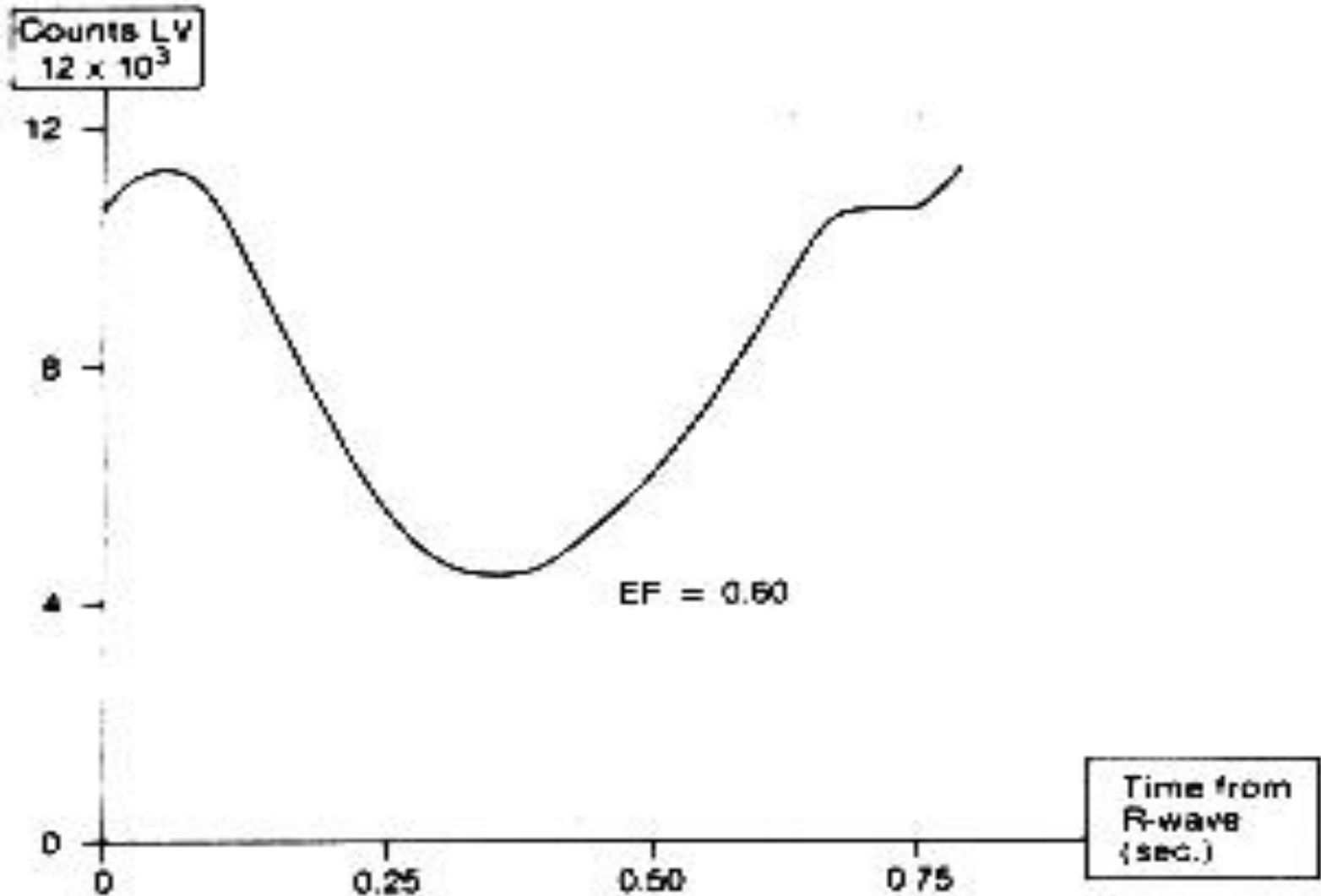
EKG kapuzott kamrafal mozgás és ejekciós frakciós vizsgálat (RNV, MUGA)

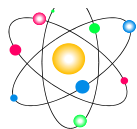
- **A szív vértartalmát jelöljük izotóppal (99mTc-pyrophosphat-VVT)**
- **EKG-kapuzás alapján több száz szív ciklus adatait elemezzük**
- **$EF = VD - VS / VD - H$ (%)**
- **A falmozgás vizsgálatát parametrikus képek alapján**

Egy reprezentatív szívciklus kialakítása



Ejectio fractio volumengörbe





VENTRICULO SZCINTIGRÁFIA EREDMÉNYLAP

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM ÁLTALÁNOS ORVOSTUDOMÁNYI KAR
Központi Klinikai Radioizotóp Laboratórium
7624 Pécs, Ifjúság útja 13. Tel.: (72) 326-222/1229
Intézetvezető: dr. Zámbó Katalin

NORMÁLIS BAL KAMRA FUNKCIÓ

Kódszám: KE0351

Szül.: 450515

Beküldő int.: Szigetvár Bel.

Diagnosis: St.p.inf.myoc.

Értékelte: Dr.Schmidt

Dátum: 2000.10.02

:

SZIVKAMRA-GÖRBE ELEMZÉSE

EF: 64.1 %

ES ideje: 398 ms

PER

ideje: 180 ms

seb.: -2.50 EDV/s

PFR

ideje: 550 ms

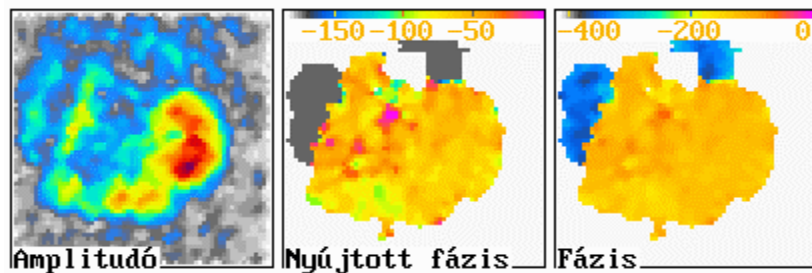
seb.: 2.18 EDV/s

PFR/PER: 0.87

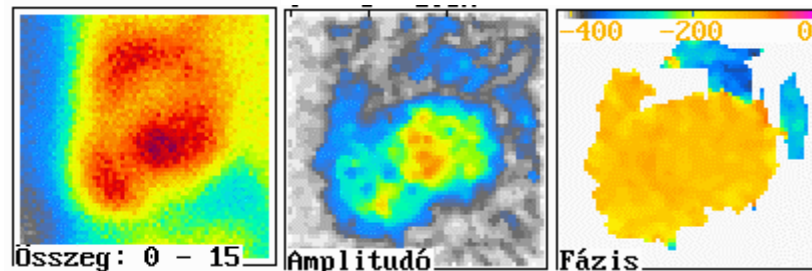
Ciklusidő: 944 ms

Frekvencia: 64/min

Infl. pont: 768 ms



Lao30



Lao70

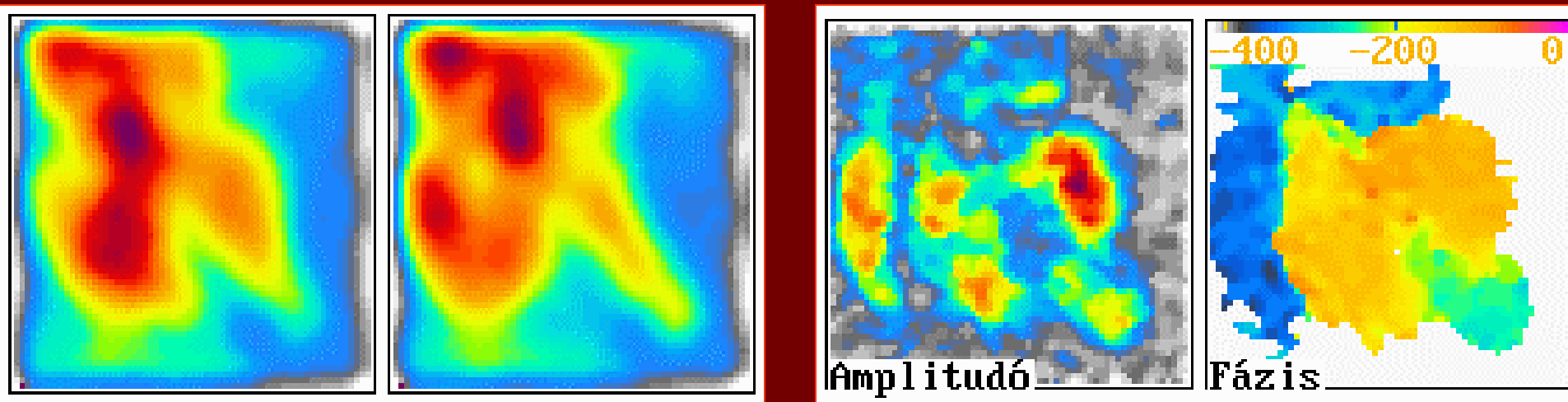
Parametrikus képek

Amplitudó kép:

A színek a pixelek aktivitás-változásának nagyságát, „amplitudóját” reprezentálják.

Fázis kép:

A színek a pixelek aktivitás-változásának kezdetét, „fázisát” reprezentálják.





VENTRICULO SZCINTIGRÁFIA EREDMÉNYLAP

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM ÁLTALÁNOS ORVOSTUDOMÁNYI KAR

Központi Klinikai Radioizotóp Laboratórium

7624 Pécs, Ifjúság útja 13. Tel.: (72) 326-222/1229

Intézetvezető: dr. Zámbó Katalin

ANTERIOR, ANTERO-SEPTALIS, CSÚCSI HYPOKINESIS

Kódszám: KE0156

Szül.: 330801

Beküldő int.: PTE II.Bel.kl.

Diagnosis: DCM

Értékelte: dr.Schmidt

Dátum: 2000.04.19

:

SZIVKAMRA-GÖRBE ELEMZÉSE

EF: 28.5 %

ES ideje: 546 ms

PER

ideje: 194 ms

seb.: -1.30 EDV/s

PFR

ideje: 433 ms

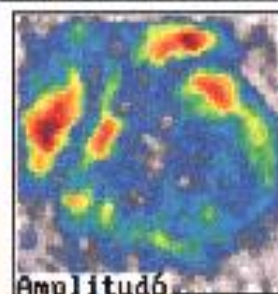
seb.: 0.35 EDV/s

PFR/PER: 0.27

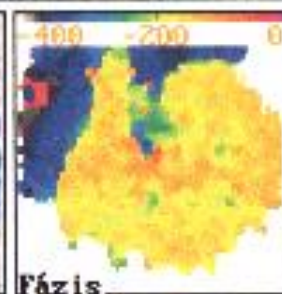
Ciklusidő: 832 ms

Frekvencia: 72/min

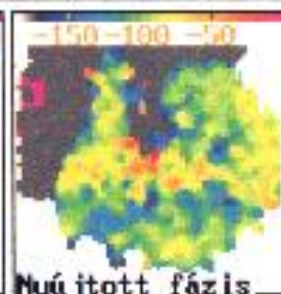
Intl. pont: 659 ms



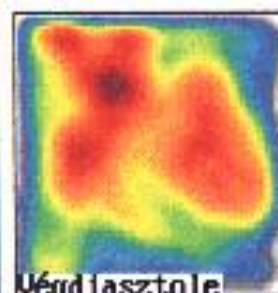
Amplitudó



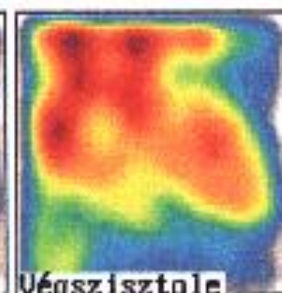
Fázis



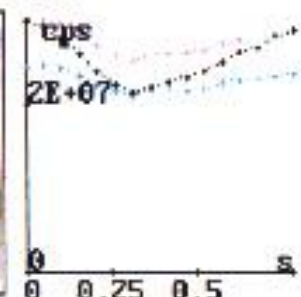
Nyújtott fázis



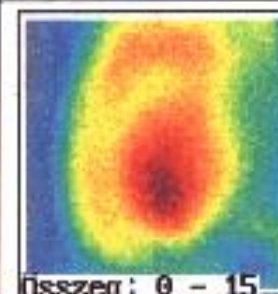
Végdiasztole



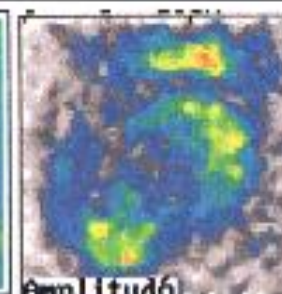
Végshisztole



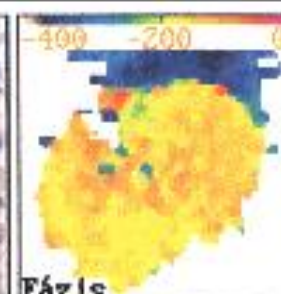
Lao30



Összeg: 0 - 15

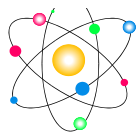


Amplitudó



Fázis

Lao70



VENTRICULO SZCINTIGRÁFIA EREDMÉNYLAP

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM ÁLTALÁNOS ORVOSTUDOMÁNYI KAR

Központi Klinikai Radioizotóp Laboratórium

7624 Pécs, Ifjúság útja 13. Tel.: (72) 326-222/1229

Intézetvezető: dr. Zámbó Katalin

NAGYKITERJEDÉSŰ CSÚCSI PARADOX PULSATIO

Kódszám: KE0100

Szül.: 240308

Beküldő int.: Komló Bel.

Diagnosis: ISZB

Értékelte: Dr.Schmidt

Dátum: 2000.03.16

:

SZIVKAMRA-GÖRBE ELEMZÉSE

EF: 25.2 %

ES ideje: 270 ms

PER

ideje: 137 ms

seb.: -1.60 EDV/s

PFR

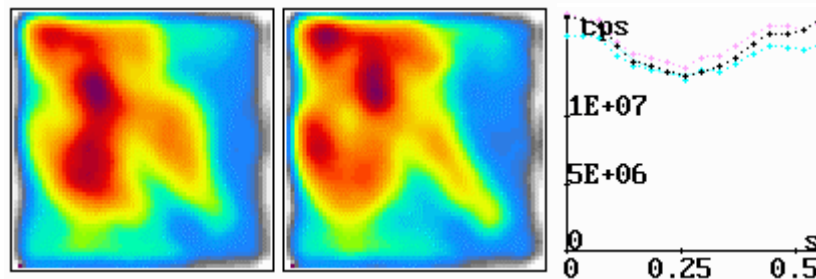
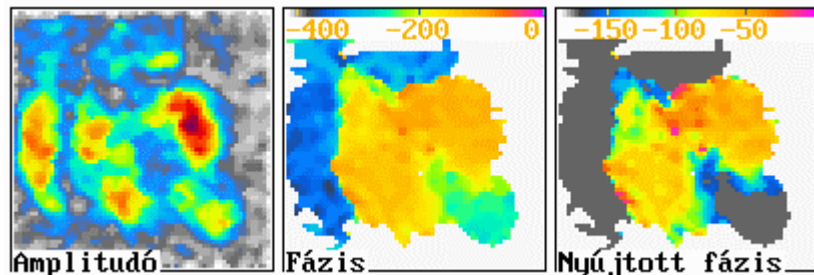
ideje: 392 ms

seb.: 1.26 EDV/s

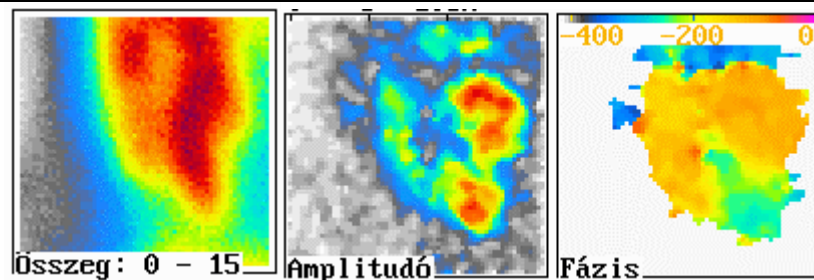
PFR/PER: 0.79

Ciklusidő: 592 ms

Frekvencia: 101/min



Lao30



Lao70

„First passage” vizsgálat

- A szervezetből gyorsan kiürülő radiofarmakkal (^{99m}Tc -DTPA)
- Gyors dinamika: első átfolyás a szíven és a tüdőn keresztül
- Beadás „bolus”-ban (kis volumen, gyors beadás, vérnyomásmérő!)
- Cardio-pulmonális keringési idők, percvolumen, verővolumen számítása

Intracardialis bal-jobb shunt

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM ÁLTALÁNOS ORVOSTUDOMÁNYI KAR

Központi Klinikai Radioizotóp Laboratórium

7624 Pécs, Ifjúság útja 13. Tel.: (72) 536-386

Intézetvezető: dr. Zámbo Katalin

„First passage“ vizsgálat

Név : **INTRACARDIALIS BAL-JOBB SHUNT**

Kódszám : FP0001

Patient ID : 000000000

Birth date : 3.27.83

Referring Ph: II.B.

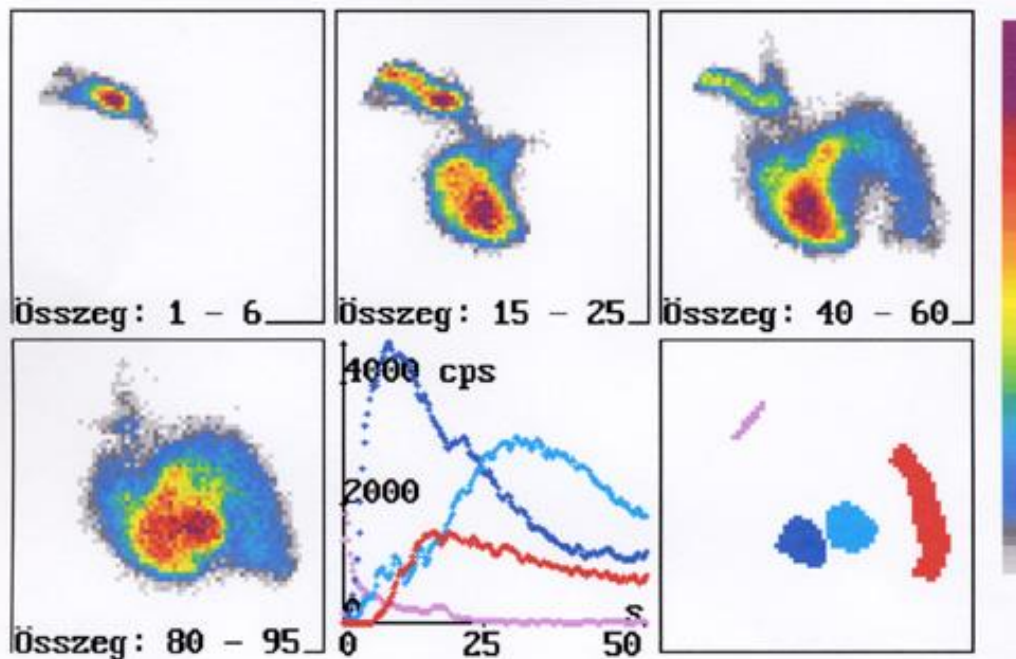
Height : 184 cm

Weight : 130 kg

Dosage : 555 MBq TC-99m-DTPA

Dátum : 2004.03.05

Pulzus: 120/perc



Bolus:

Tmax=0.9 s

T25%=5.1 s

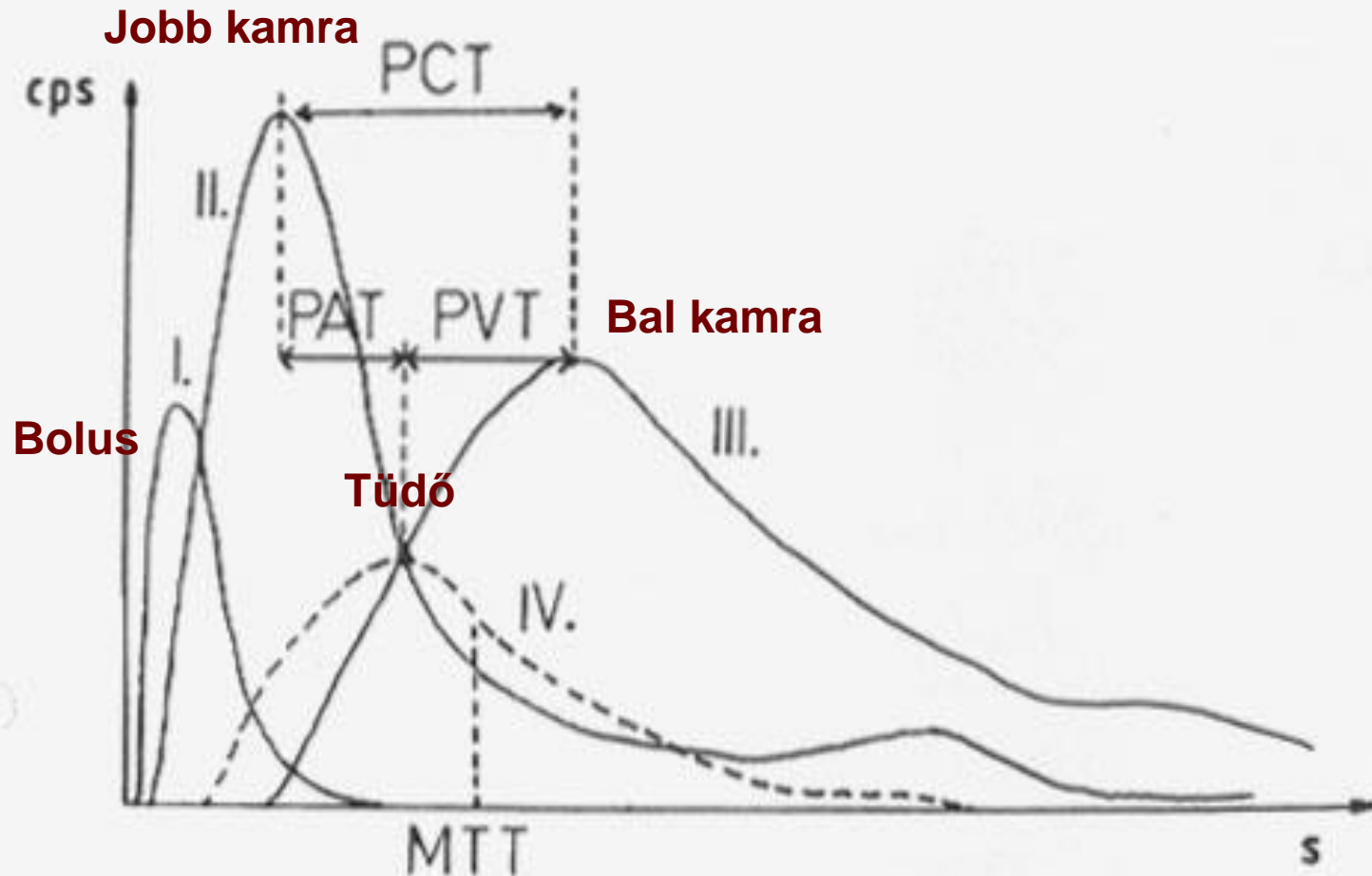
PKI = 20.4 s

MTT = 27.5 s

PPI = 1.35

PI = 1.14

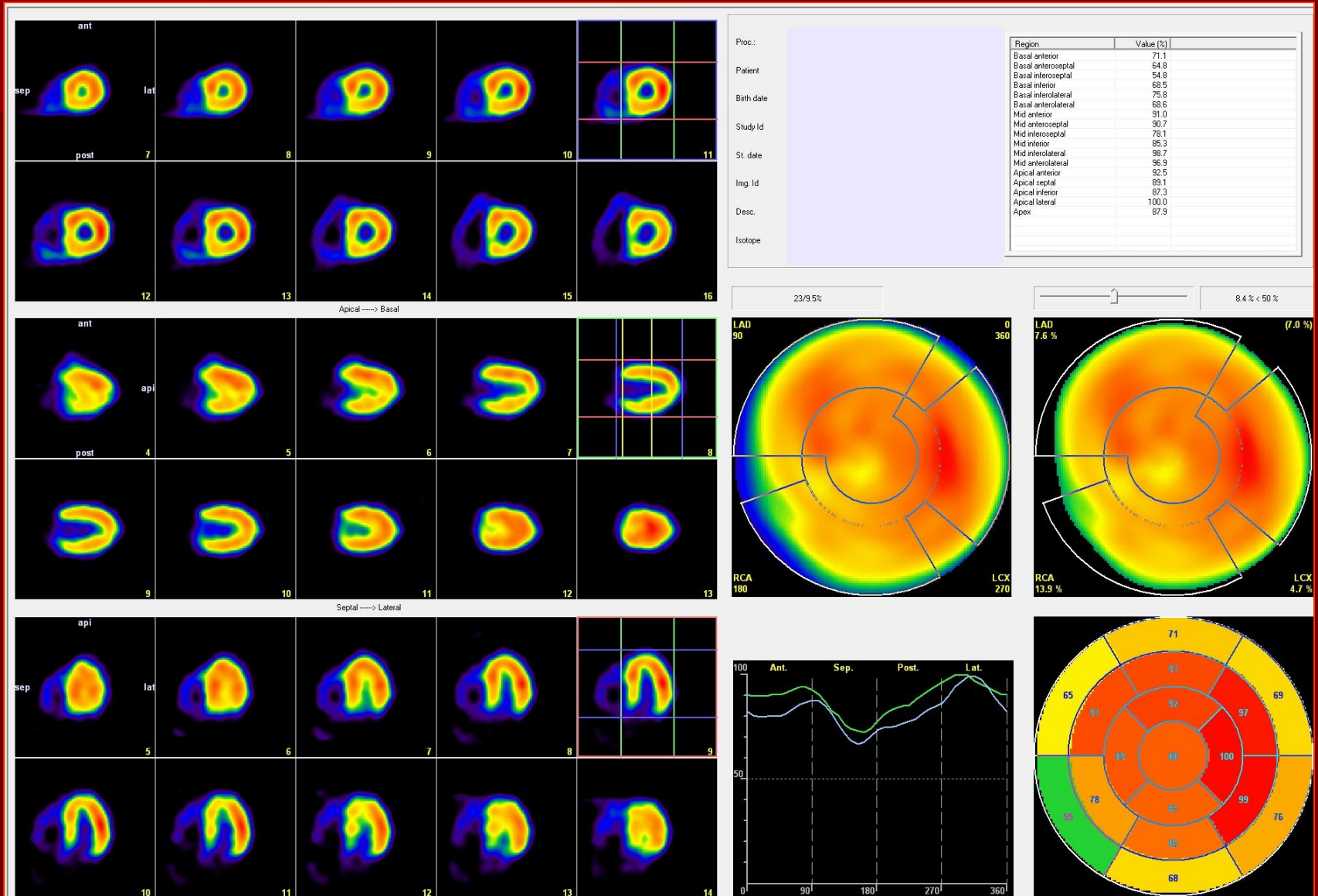
Idő-aktivitás görbék és a keringési idők számítása



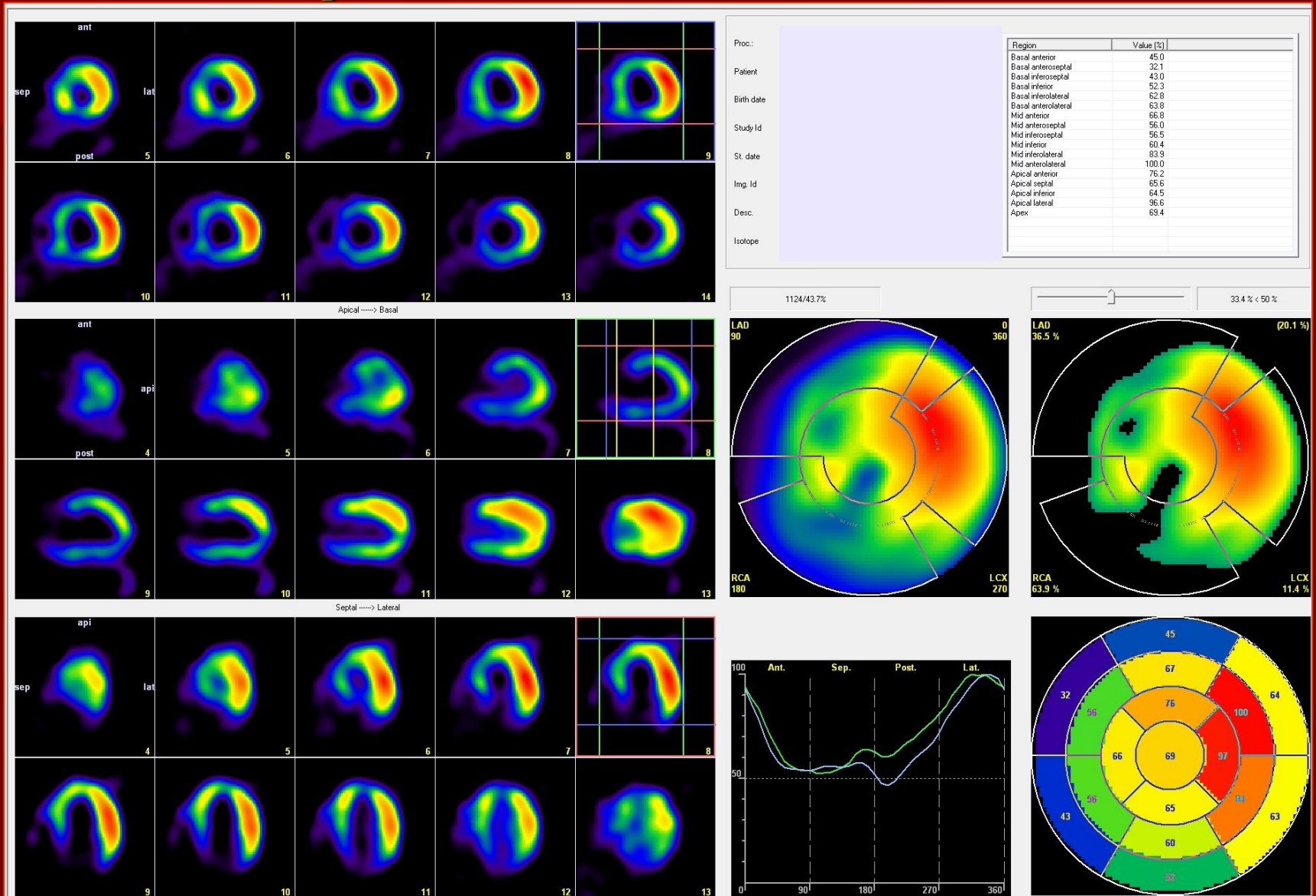
Nyugalmi szívizomperfúziós SPECT-vizsgálat

- **A** myocardiumot jelöljük **izotóppal** (600 MBq 99mTc-MIBI, 99mTc-tetrofosmin, 74 MBq 201Tl-clorid)
- Rekonstruált és reorientált **metszeteket készítünk a bal kamráról**
- **Az** aktivitás csökkenése **vagy** hiánya **jelzi a perfúzió zavarát**

Septalis-basalis perfúziós zavar + jobb kamrai halmozás



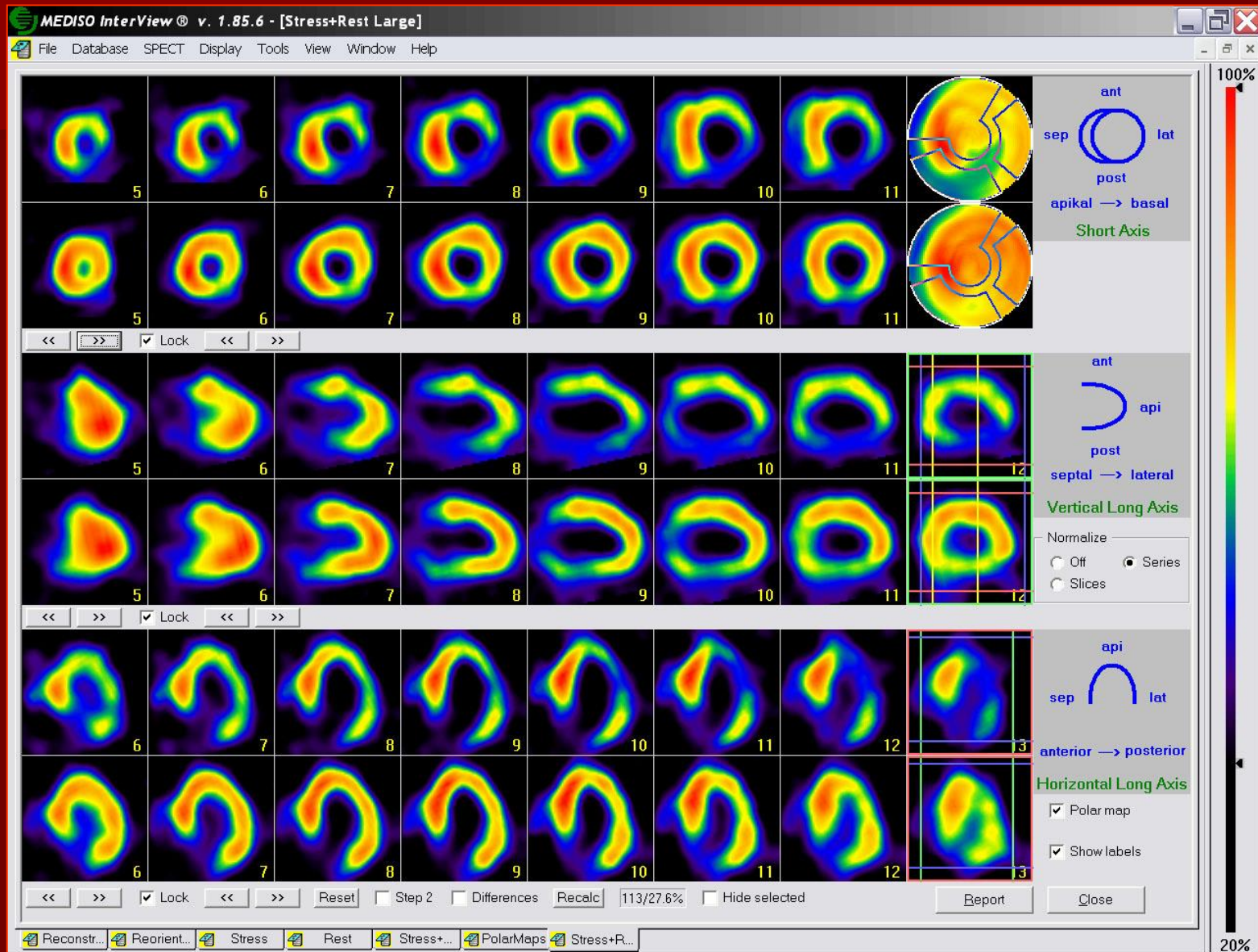
Infero-septalis + antero-septalis perfúzió csökkenés



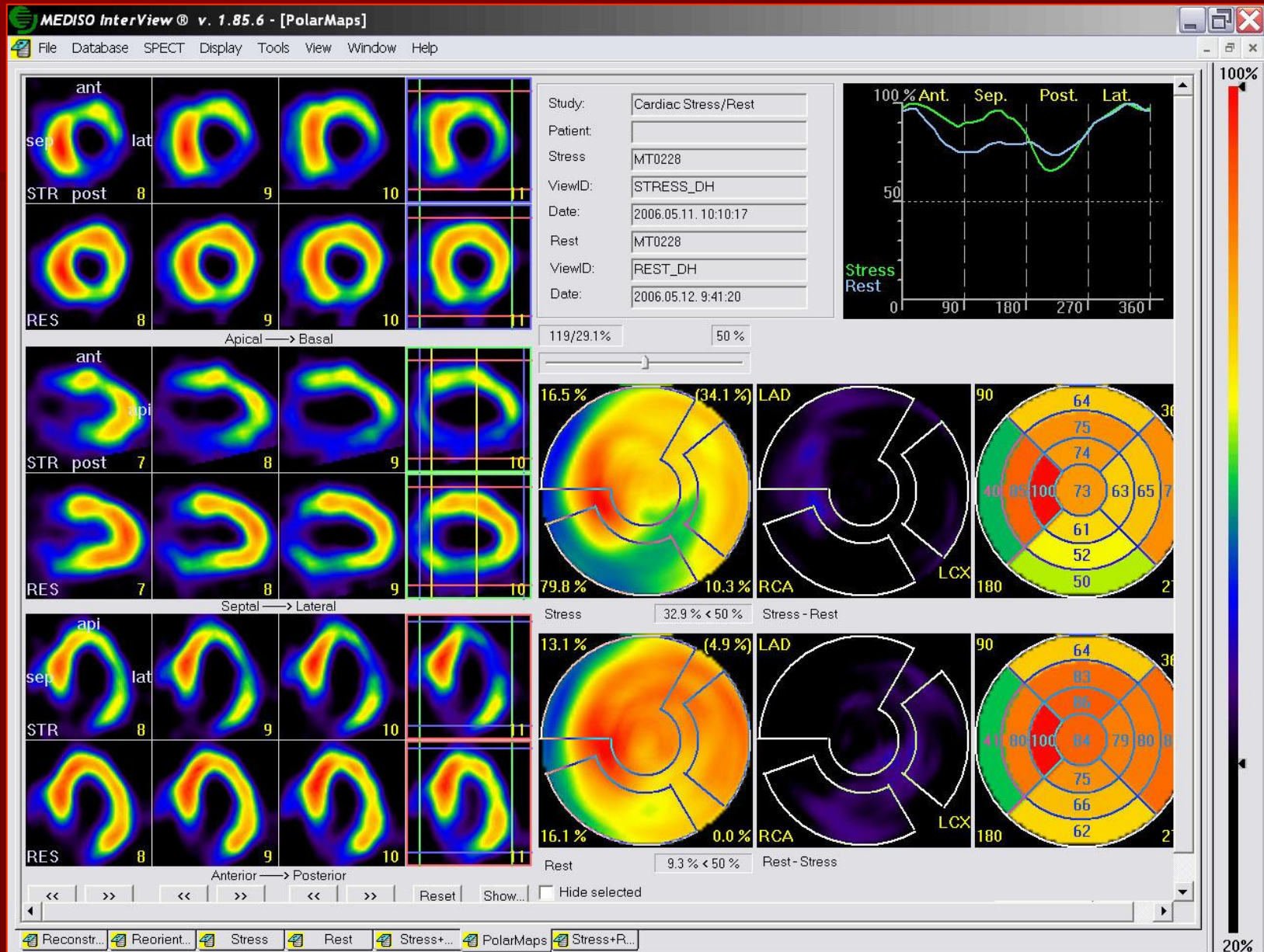
Terheléses szívizom-perfúziós SPECT-vizsgálat

- Fizikális vagy gyógyszeres terhelést (Dipyridamol) alkalmazunk
- A terhelés maximumán adjuk be a radio-pharmacont » *SPECT-felvétel*
- Nyugalmi *SPECT-felvétel* aznap (^{201}Tl -clorid), vagy másnap ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin)
- Csökkent aktivitás, vagy aktivitás hiány jelzi a perfúziós zavart

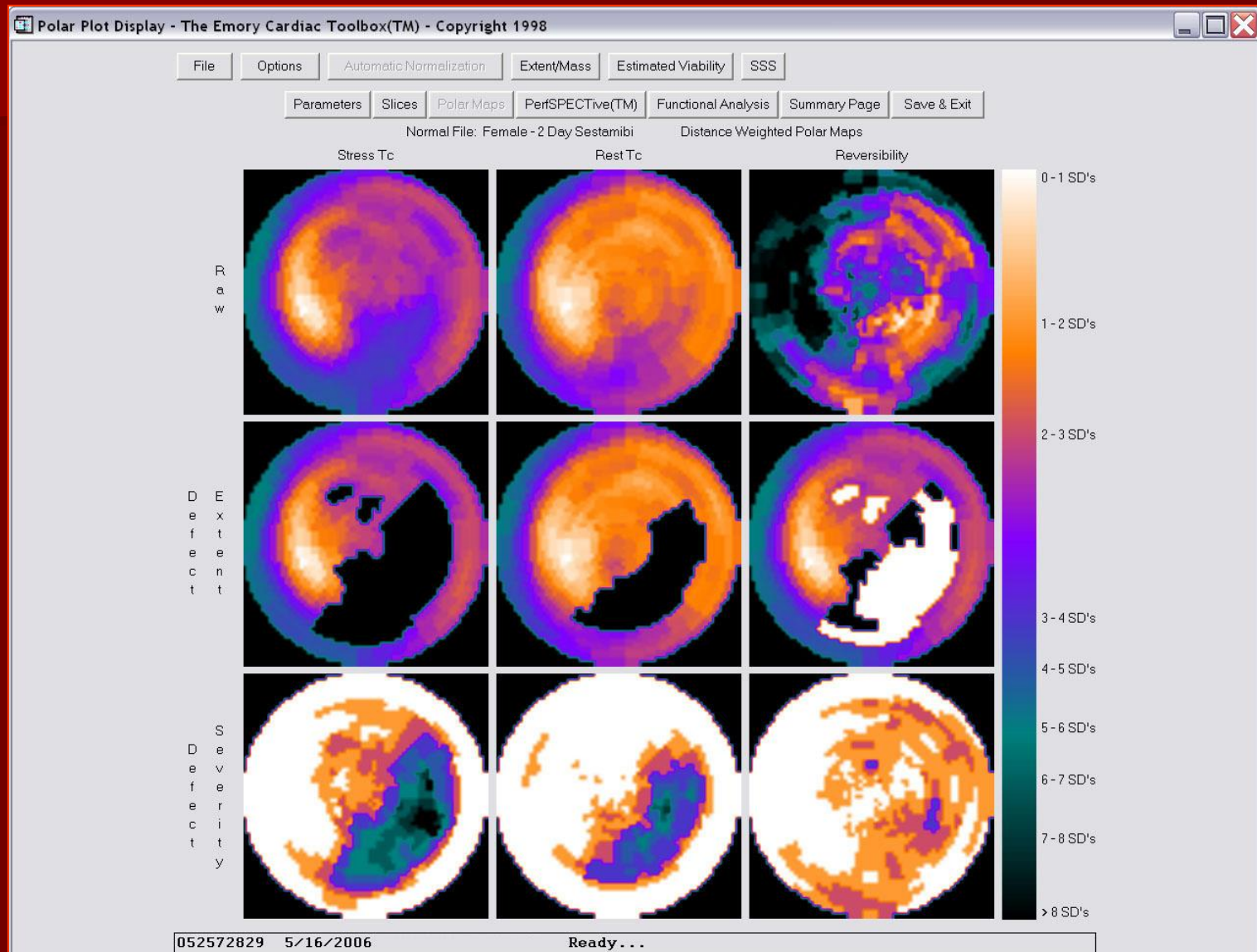
Nagykiterjedésű infero-lateralis transiens ischaemia



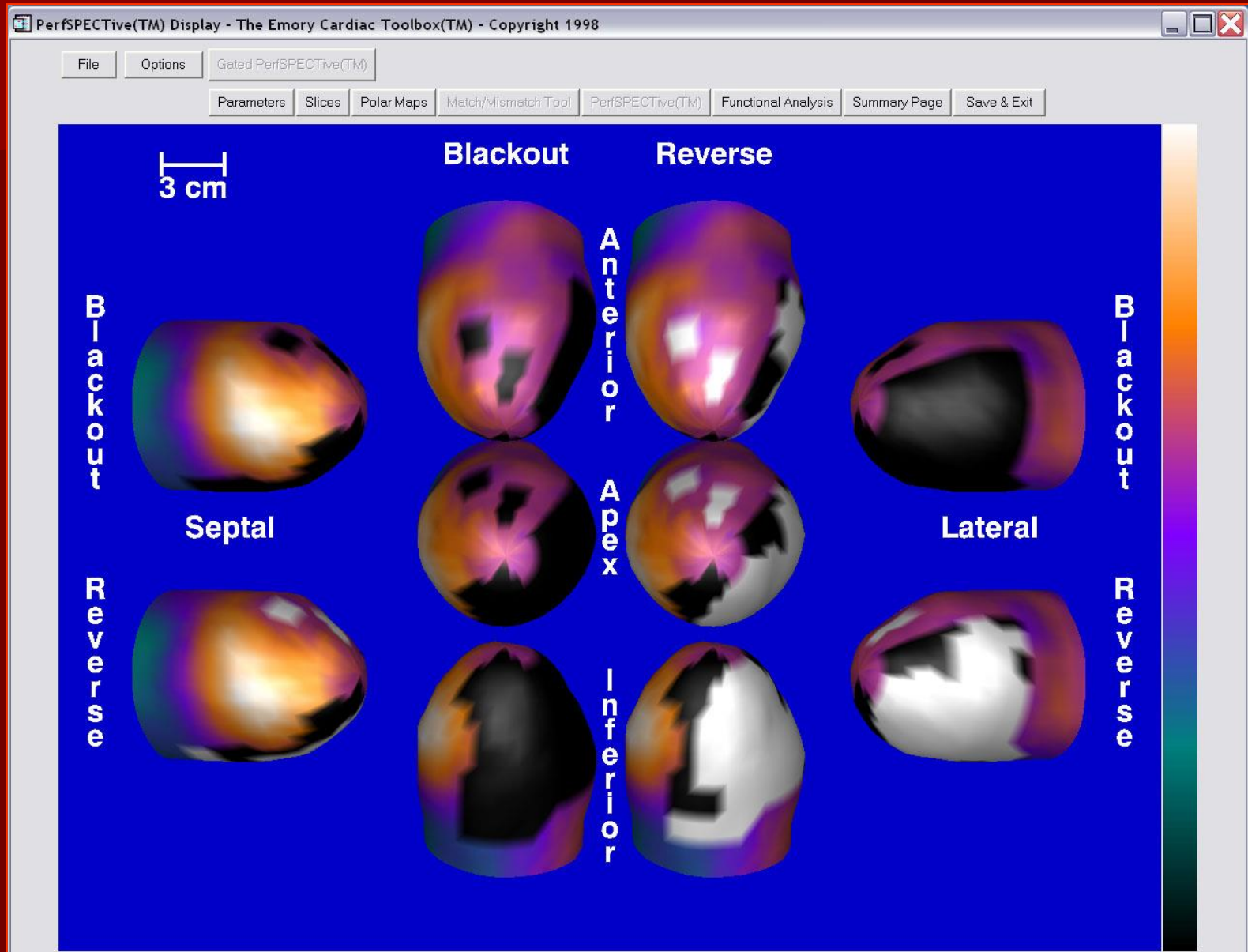
Polar map-ek, profilgörbék



Polar map-ek a normal populációhoz viszonyítva



Háromdimenziós kijelzés



„Álnegatív” szívizom perfúziós vizsgálat

Epicardiális coronaria szűkület – ischaemia nélkül

- Kielégítő kollaterális keringés
- „Overlap” keringés (a régiót két ér látja el, de csak az egyik beteg)
- „Balanced” hypoperfúzió - 3 ér betegség



körülírt eltérés nincs

„Álpozítív” szívizom perfúziós vizsgálat

Ischaemia - epicardiális coronaria eltérés nélkül

- Emlő (nő) vagy rekesz (férfi) sugárelnyelő hatása
- Cardiomyopathia (HCM, DCM)
- Bal kamra hypertrophia (hypertonia, aorta stenosis)
- Coronaria spasmus
- Mitrális prolapsus
- Metabolikus X syndroma
- Myocardialis „bridge”
- Balszárblokk, ingerületvezetési zavarok



csökkent flow reserv

csökkent mikrocirkuláció

Az artefactumok kiküszöbölése 1.

- **Felvétel megismétlése** hosszabb idő után, hason fekve, oldalt fekve
Heiba S.I. et al. J. Nucl. Med. 1997, 38(10): 1510-14.
- **Gatelt SPECT vizsgálat**
 - a perfúzió elemzése
 - bal kamra funkció (EF, falmozgás zavar)
Nicolai E. et al. Radiol. Med. 1994, 88(1-2): 100-106.
- **Attenuáció korrekció (CT - transzmisszió)**
Tonge C.M. et al. Nucl. Med Commun 2005, 26(3): 231-7.

Az artefactumok kiküszöbölése 2.

- **Quantitatív értékelés**

- bull's eye kijelzés
- „wash out” vizsgálata
- jobb kamra aktivitás

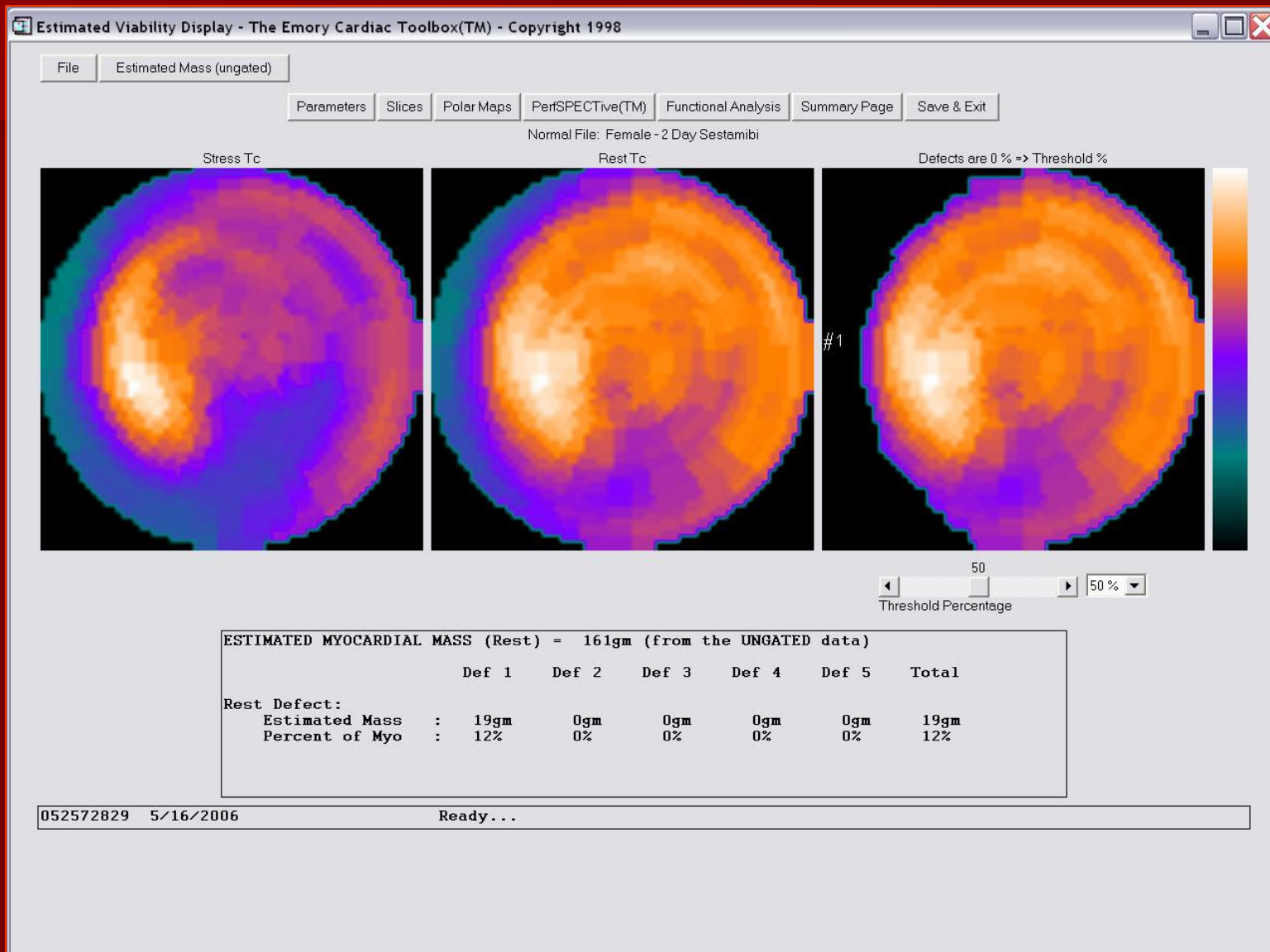
Williams K.A. et al. J. Am. Coll. Cardiol. 1999 34(2):420-27.

- szív/tüdő aktivitás arány

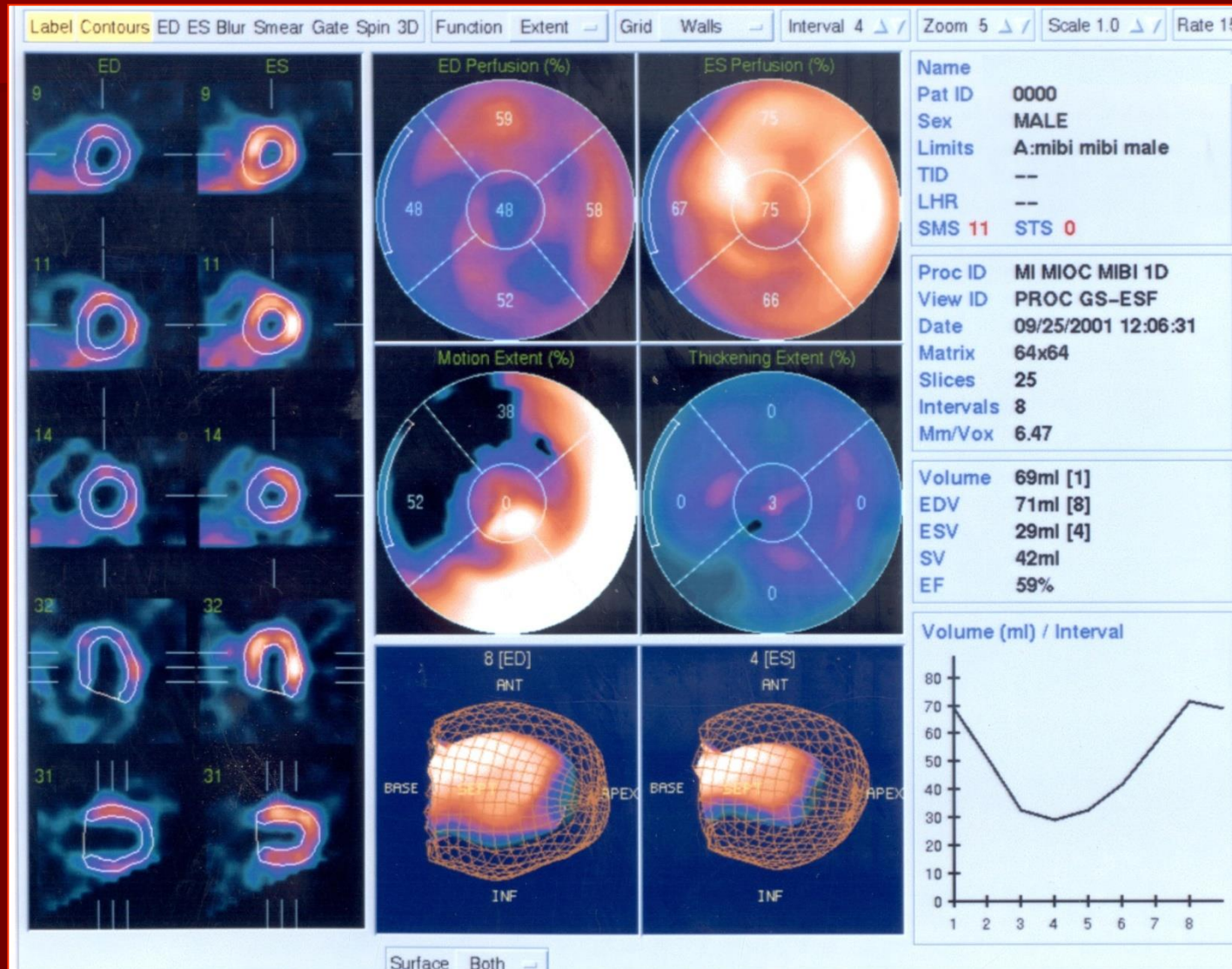
Aksut S.V. et al. Am. Heart J. 1995, 130(2):367-73.

- **Fúziós képek (SPECT/CT, PET/CT)**

A defektus mérete – quantitativ értékelés



GateIt MIBI: falvastagodás quantitativ elemzése, globális és regionális EF

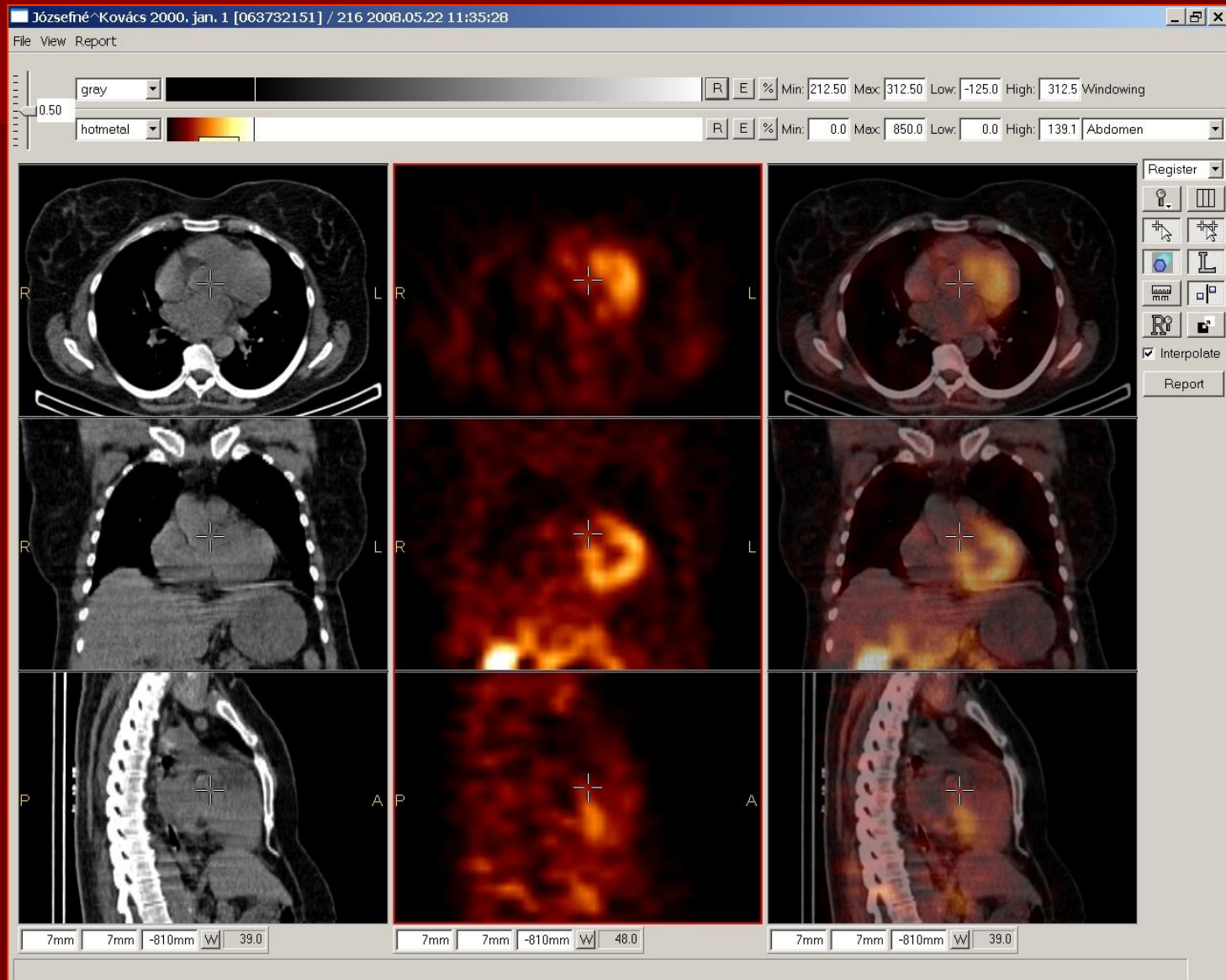


Képalkotó készülékek II.

SPECT/CT: multimodalitás, elnyelési korrekció!



Szívizomperfúziós vizsgálat tömeges emlőjű nőbetegnél



Elnyelési korrekció hatása az anterior falon

Primér

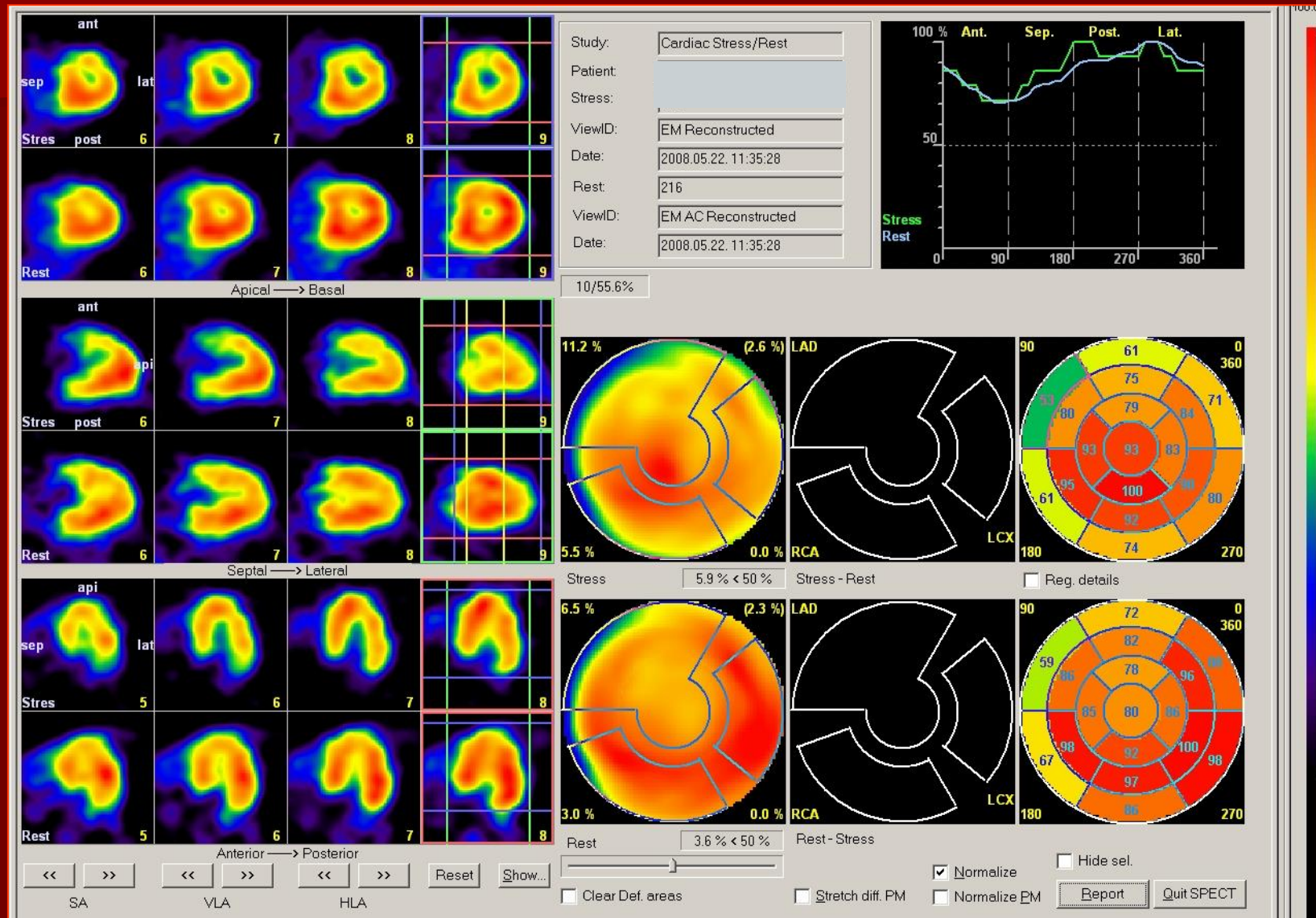
AC

Primér

AC

Primér

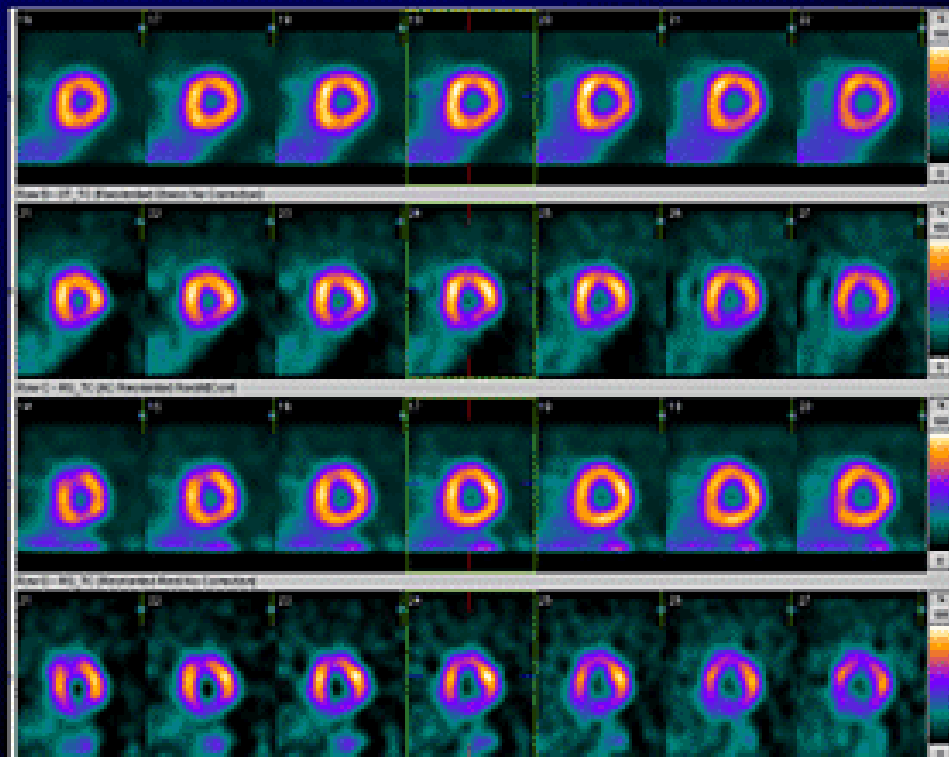
AC



Elnyelési korrekció hatása az inferior falon férfibetegnél

SPECT/CT vs Conventional SPECT

- 385-lb male patient—Short Axis



Stress corrected

Stress uncorrected

Rest corrected

Rest uncorrected

4. pts

MSCT

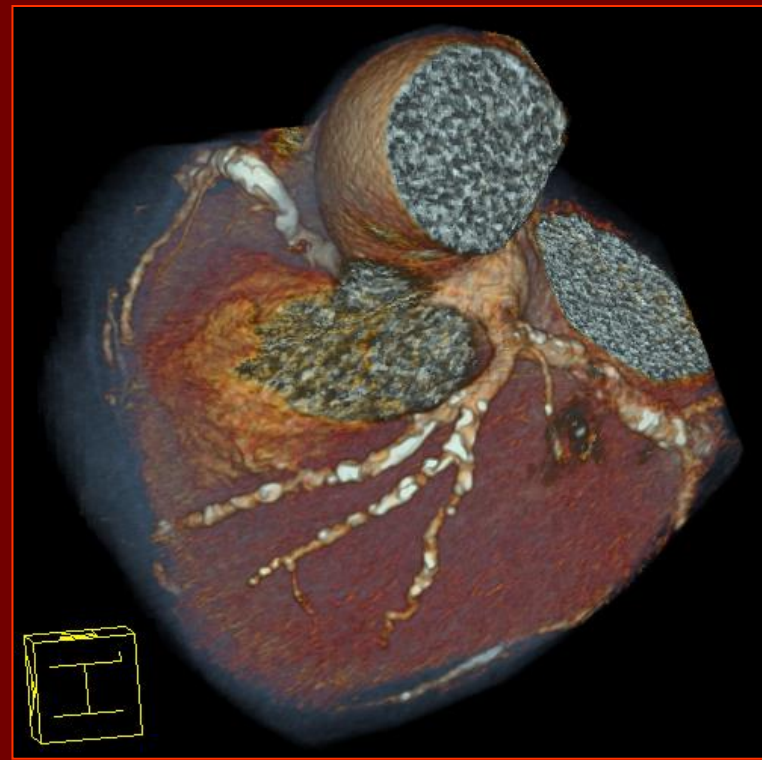
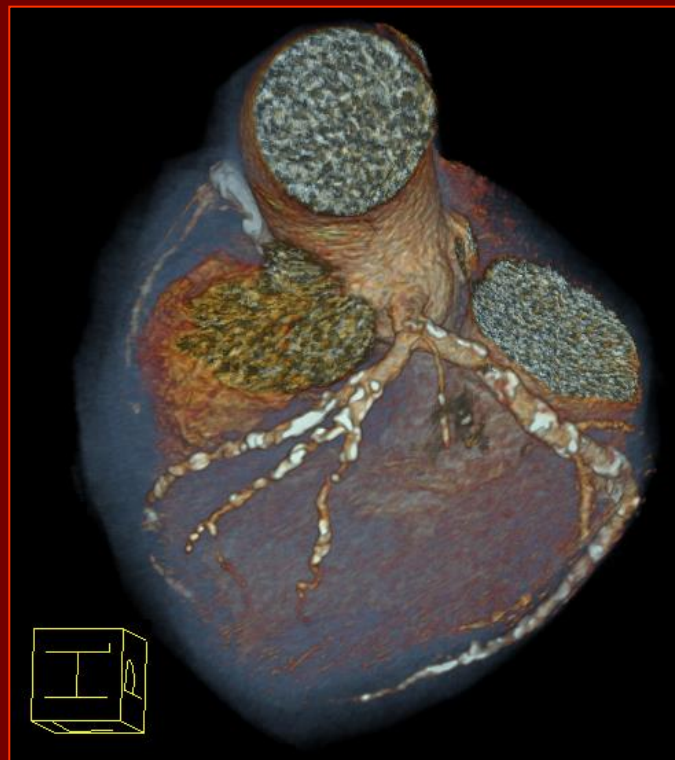
LAD, Cx, RCA sten. → *significance* ?

Calcium score:

LAD - 1717

Cx - 3959

RCA - 1245



MSCT result questionable: high coron. calcification

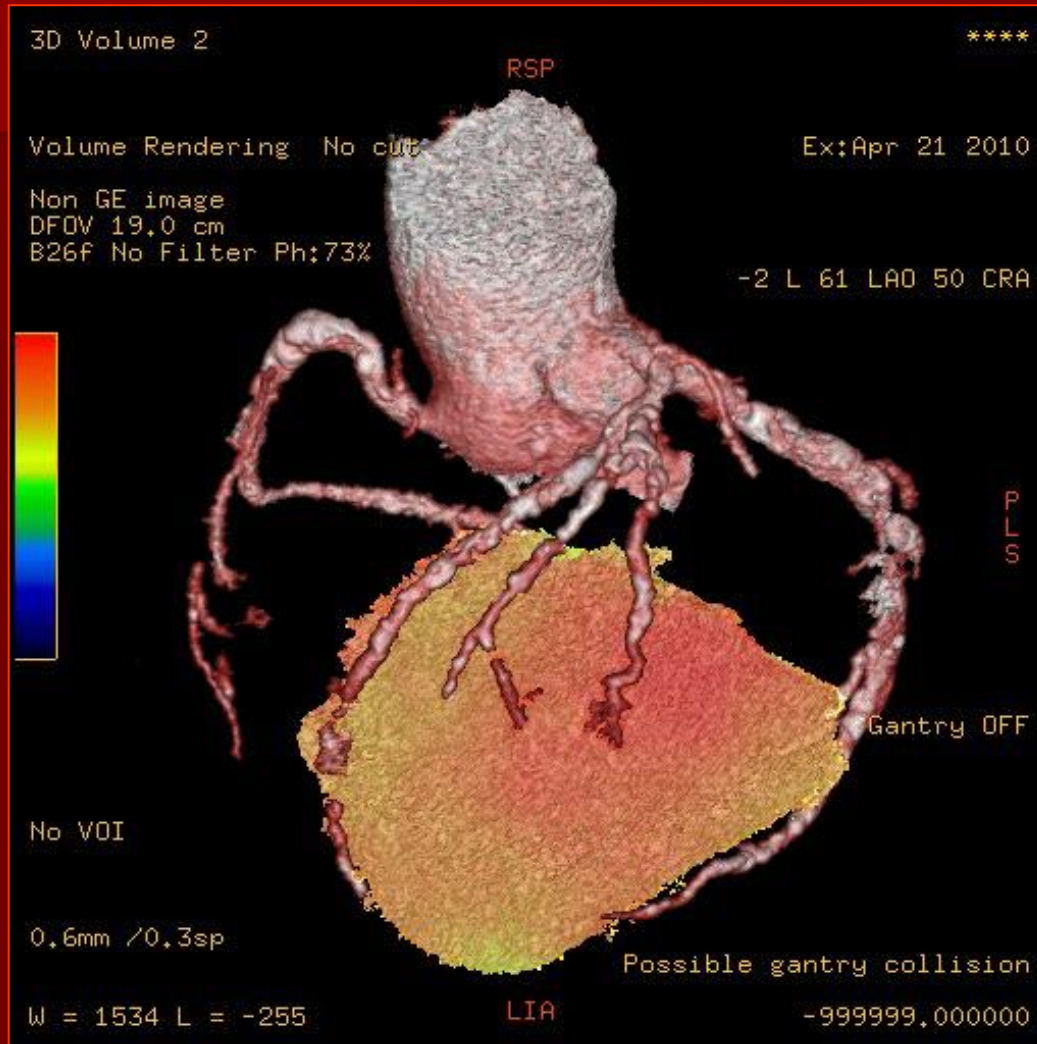
saccular dilatation of coronaries



**PET
POZITRON**
DIAGNOSZTIKA Kft.

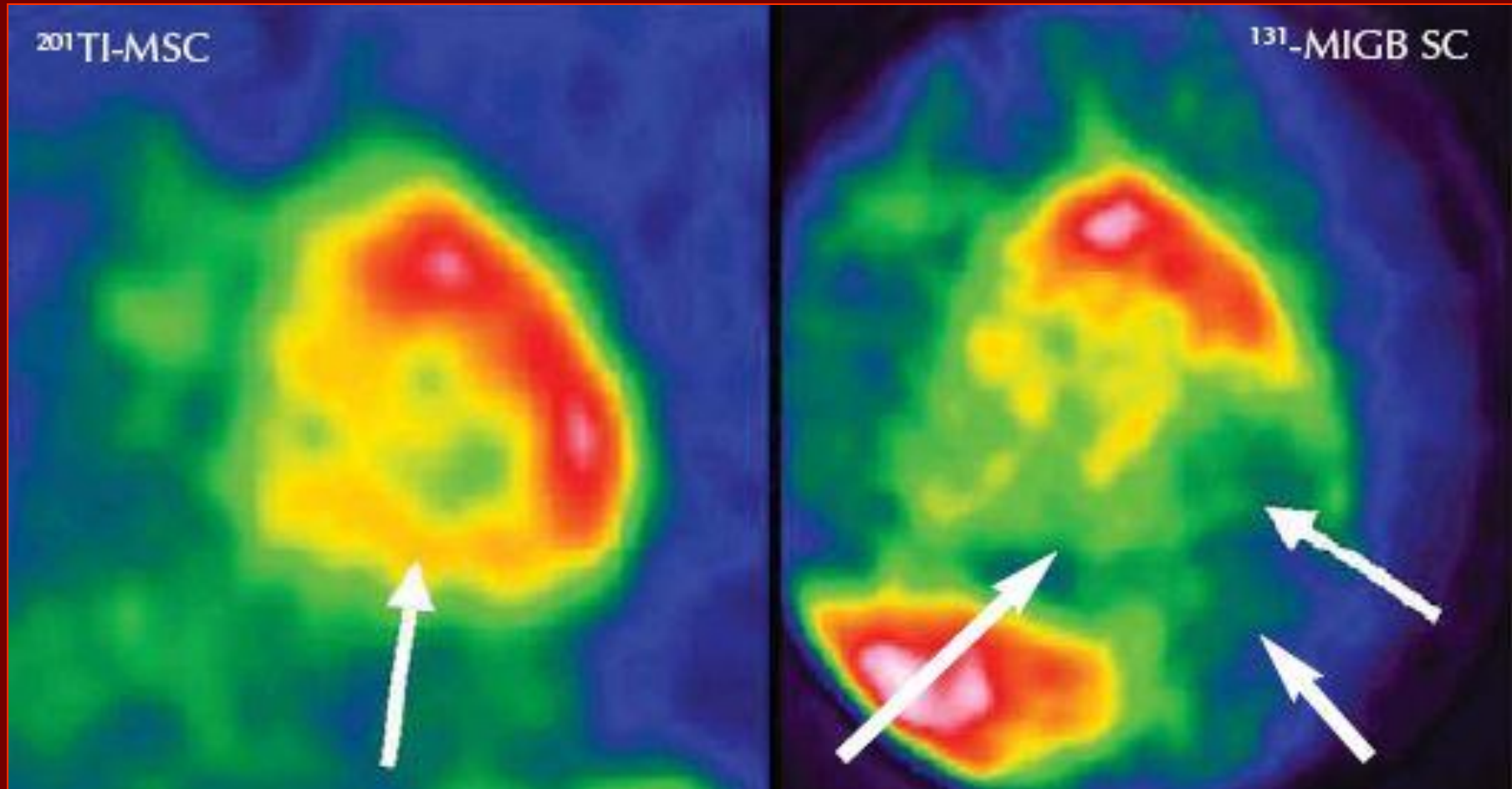
Kerecsen Gábor

Stress MPS + MSCT



Az innerváció vizsgálata MIBG-el:

**perfúziós és innervációs zavar
az inferior falon (match), innervációs zavar jó
perfúzióval a csúcson (mismatch)**



Viabilitás vizsgálat

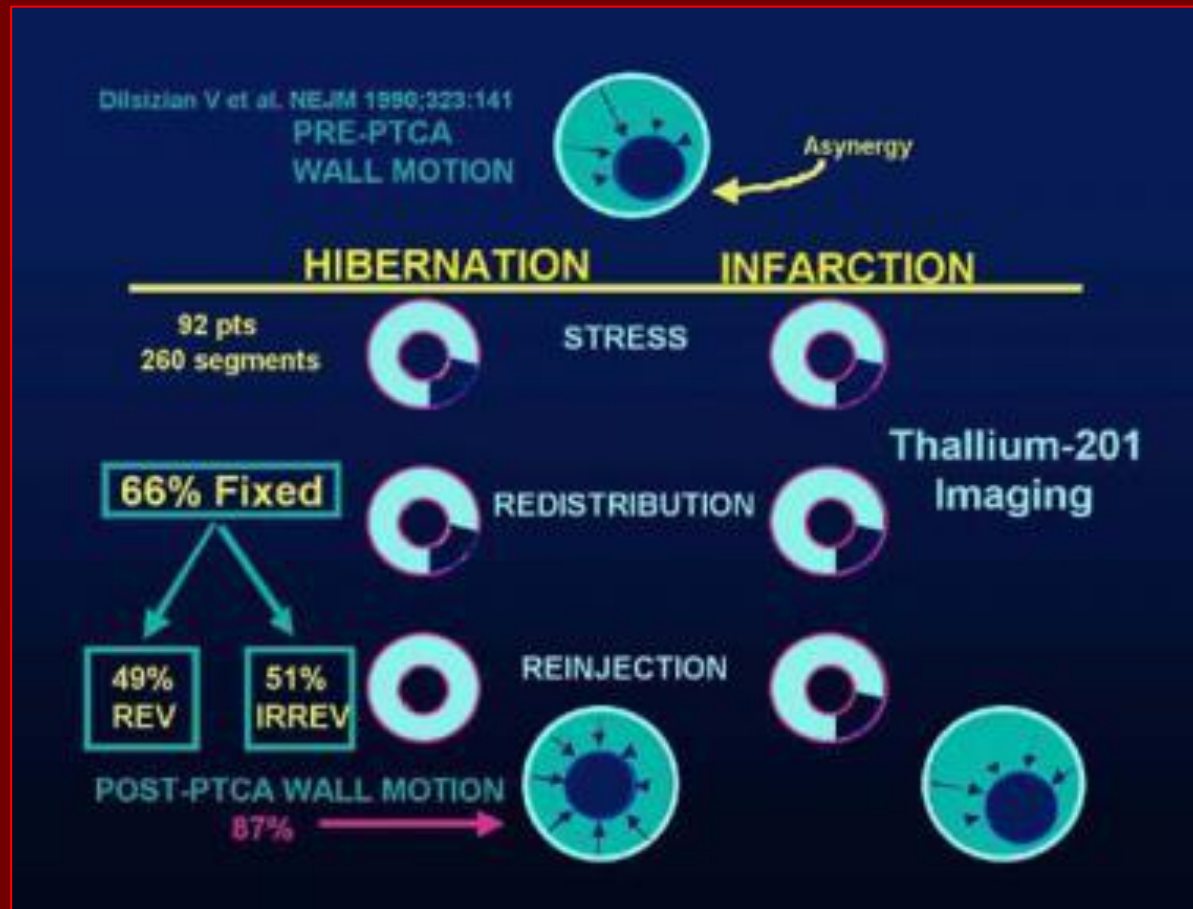
- **A 201-thallium-clorid vizsgálat (terhelés-redistributio-reinjection) érzékeny az életképes de súlyosan - nyugalomban is - ischaemiás (hibernált) myocardium kimutatására**



revascularisatiora alkalmas

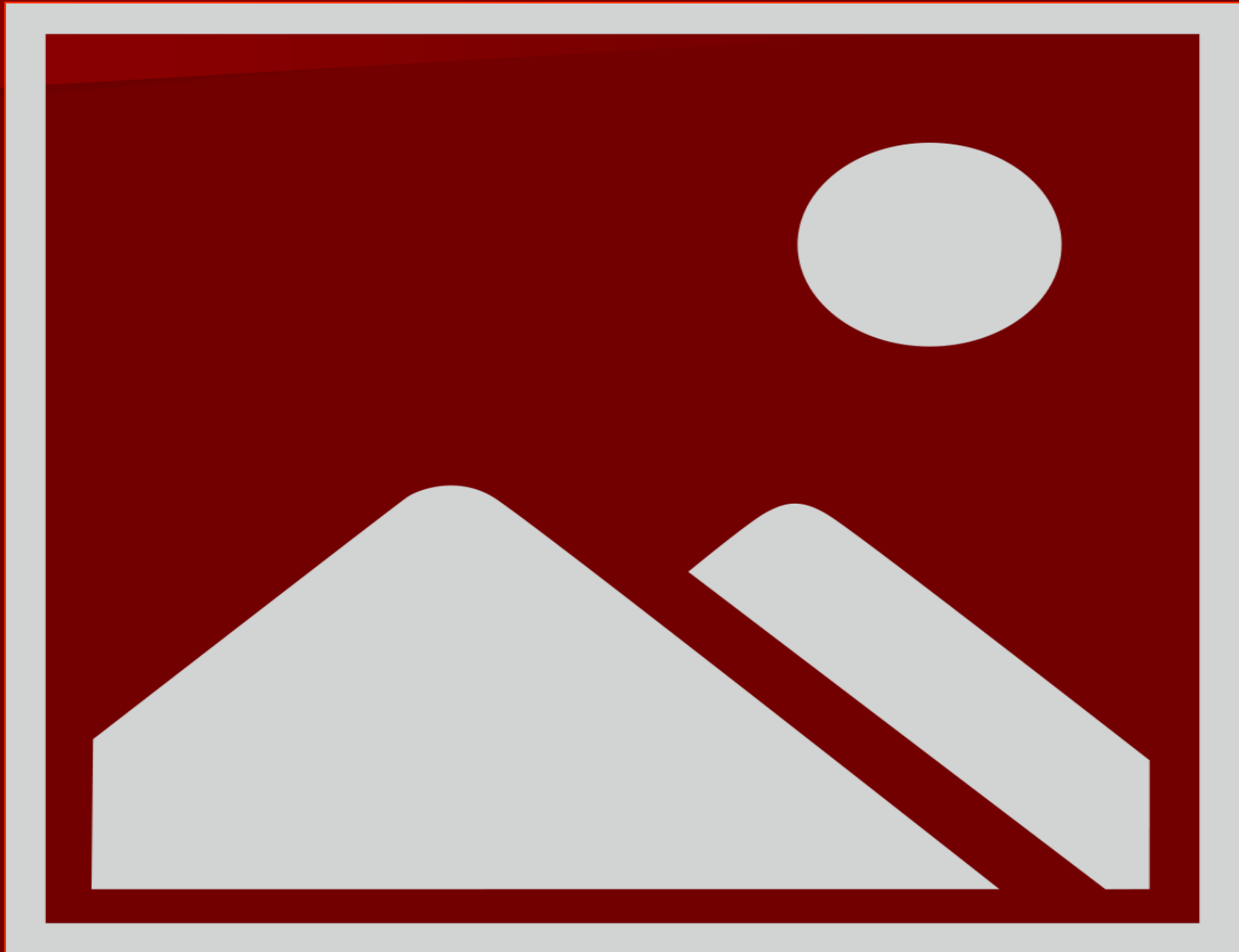
- **74 MBq 201Tl-clorid a terhelés csúcsán, 3 óra múlva redistributios felvétel, 37 MBq radiofarmakon reinjectioja, 1 óra múlva újabb SPECT felvétel**
- **A 3 metszetsor összehasonlítása**

Hibernált myocardium – hegszövet



Viabilitás vizsgálat 201TI-cloriddal

terhelés redistrib. reinjekció



Korpuszkuláris sugárzás:

β -sugárzás

(nagy sebességű pozitív vagy negatív töltésű elektronok)

+ β -sugárzás:

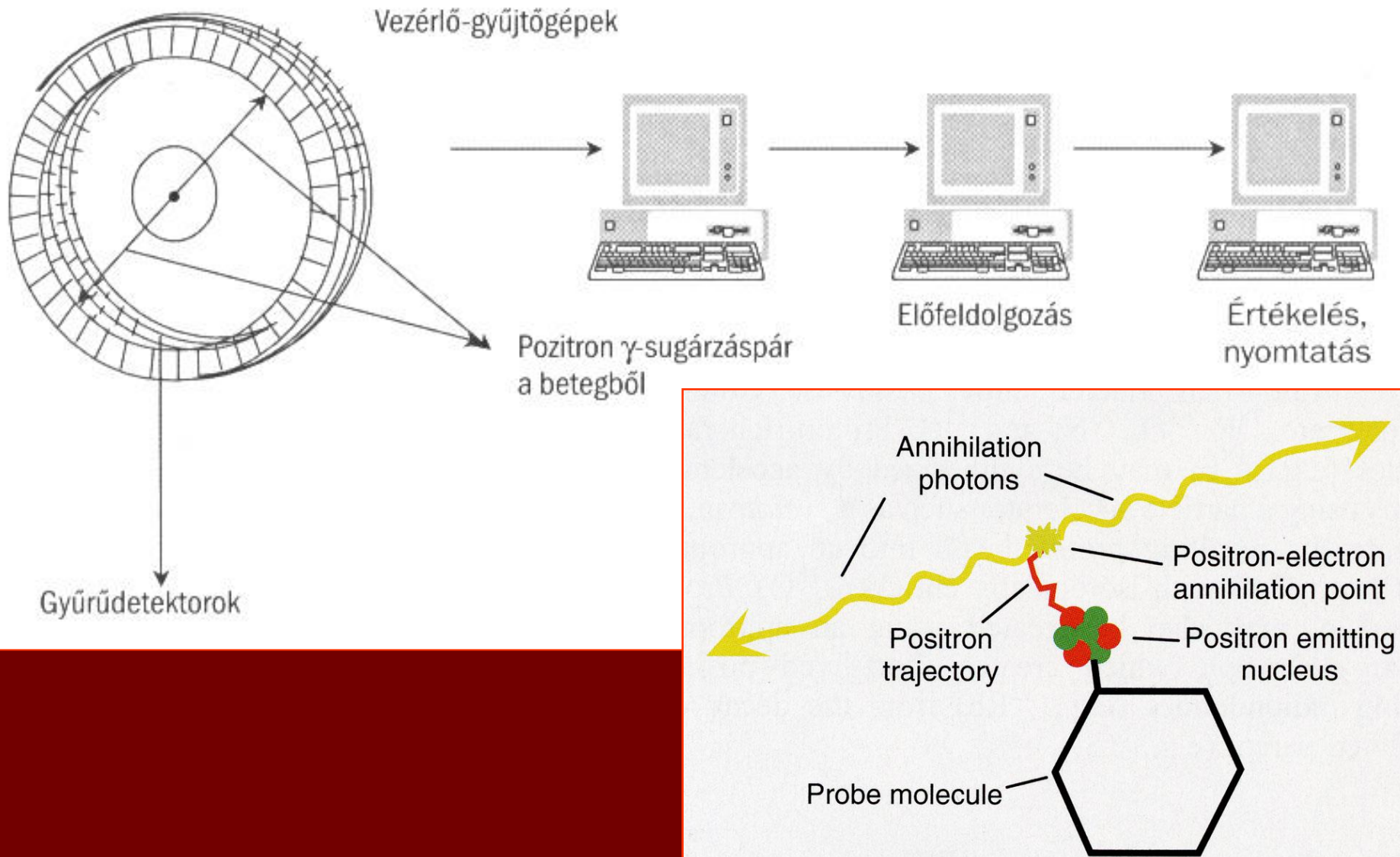
- protonfelesleggel bíró atomok bomlása, mesterséges radioaktív izotópoknál
- élettartama rendkívül rövid, egy környezetében lévő elektronnal egyesül, miközben megsemmisülési vagy annihilációs sugárzás keletkezik (2×511 KeV)
- diagnosztikus jelentősége a PET-nél
- pl. ^{18}F -FDG a cukoranyagcsere vizsgálatában

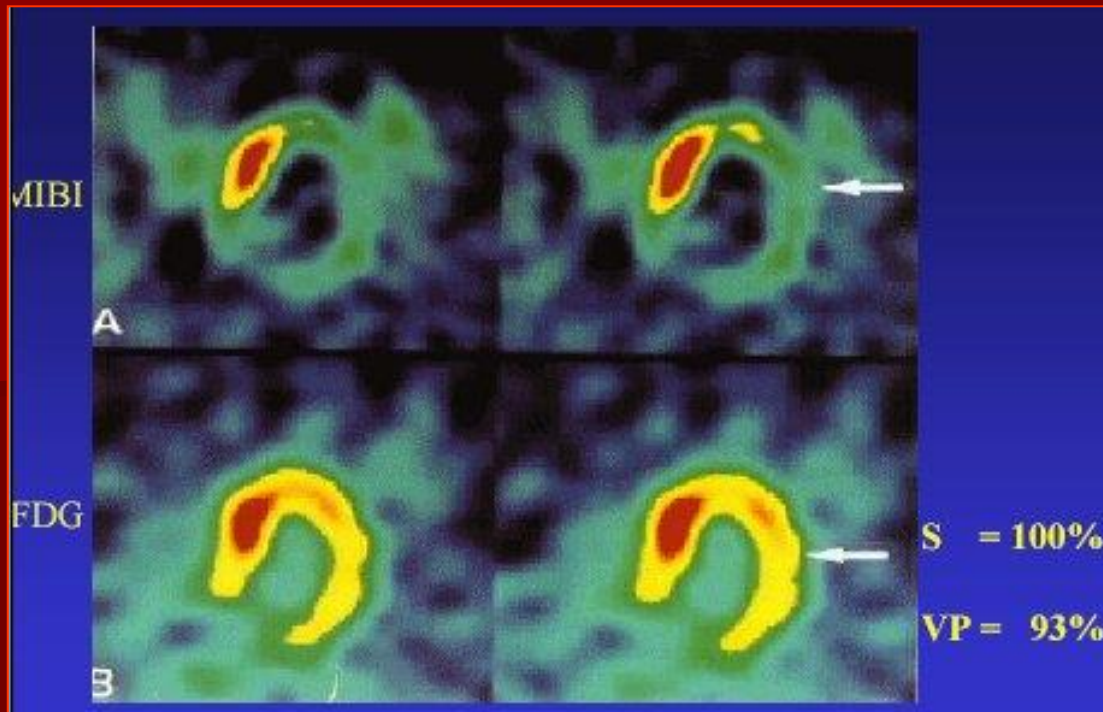
Képkötő készülékek III.

- PET (Pozitron Emissziós Tomográf)
- PET/CT: multimodalitás!



PET működési elve





**Perfúziós-
metabolikus
„match”**



hegszövet

**PET vizsgálat
MIBI-FDG
„mismatch”**

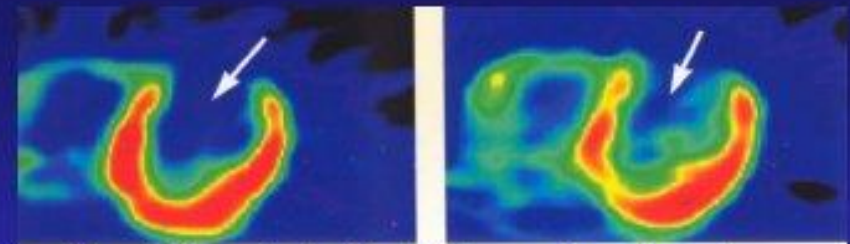


**viabilis
myocardium**

FLUJO: Amonio N13

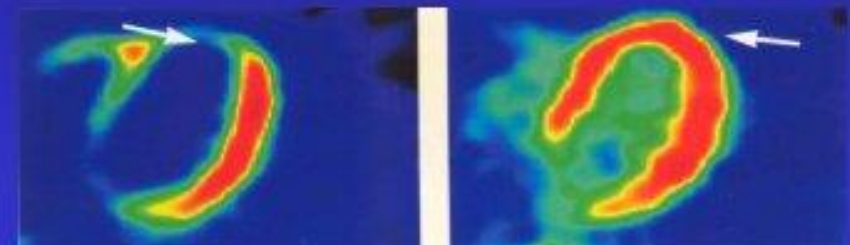
METABOLISMO: FDG

*Match
concordancia*



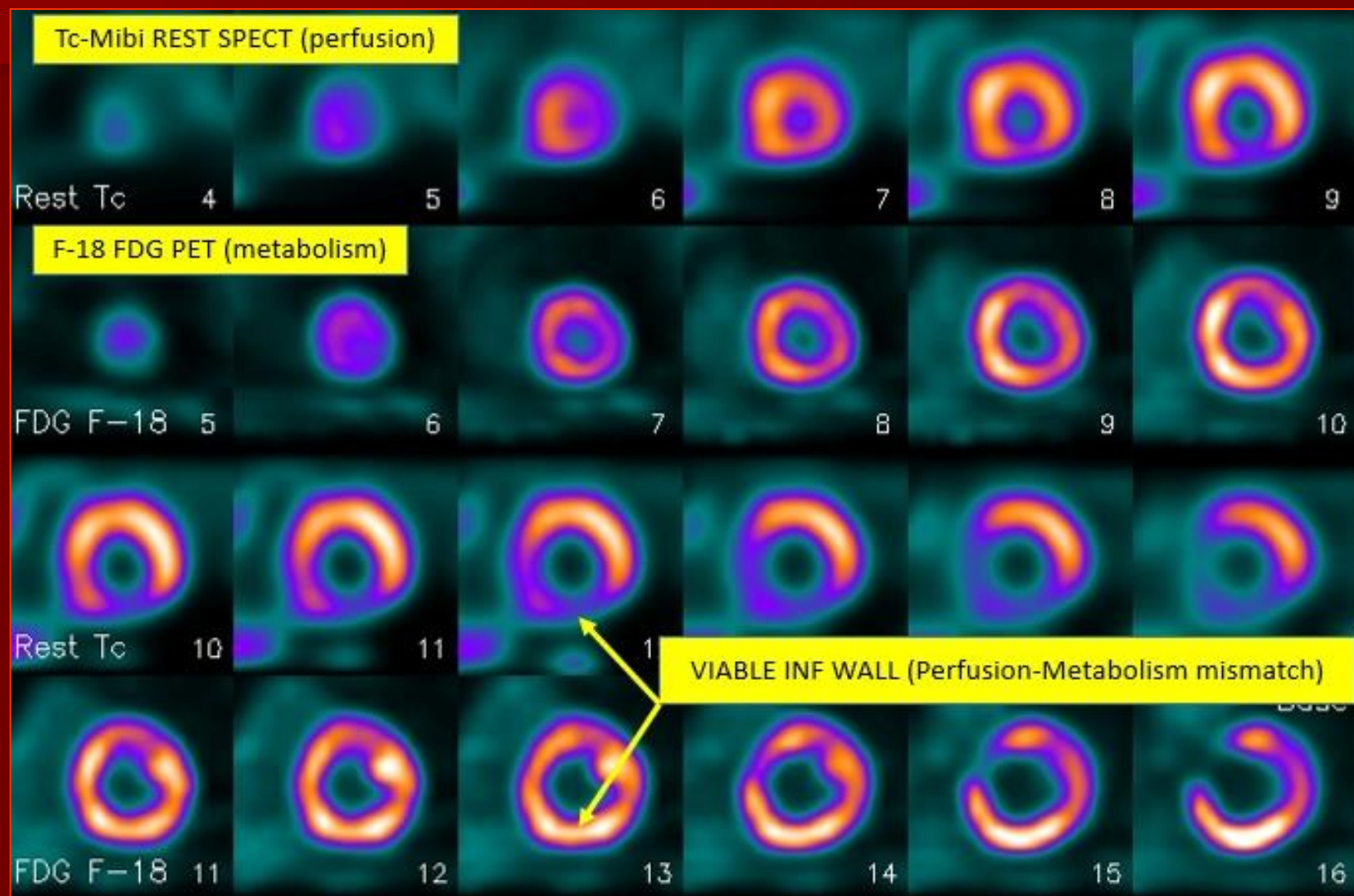
No viable territorio Arteria Descendente Anterior

*Mismatch
discordancia*



Viable territorio Arteria Descendente Anterior

Perfúziós-metabolikus „mismatch”



Barba J., Bastarrika G., Garcia Velloso M.J.:
Imaging modalities in cardiology: the present
answer to permanent questions
Rev. Med. Univ. Navarra 2005, 49(3): 31-40.

**Echo: régiónális myocardiális funkció dinamikus
3D leképezése**

**MRI: szív funkció, tömeg, volumen, infarctus,
fibrosis, billentyű és congenitális betegségek**

**CT: coronária betegségek quantitativ mérése,
calcium score**

**SPECT: coronária betegség gyanúja, acut
coronária syndroma**

**PET: perfúzió, metabolizmus, revascularizáció
előtti vizsgálat**

Köszönöm a figyelmet!

