

## A SZIV PERIODIKUS MOZGÁSÁNAK FÁZIS- ÉS AMPLITUDÓ ANALIZISE

Mester János, Máté Eörs, Pávics László, Horváth Emese, Csernay László

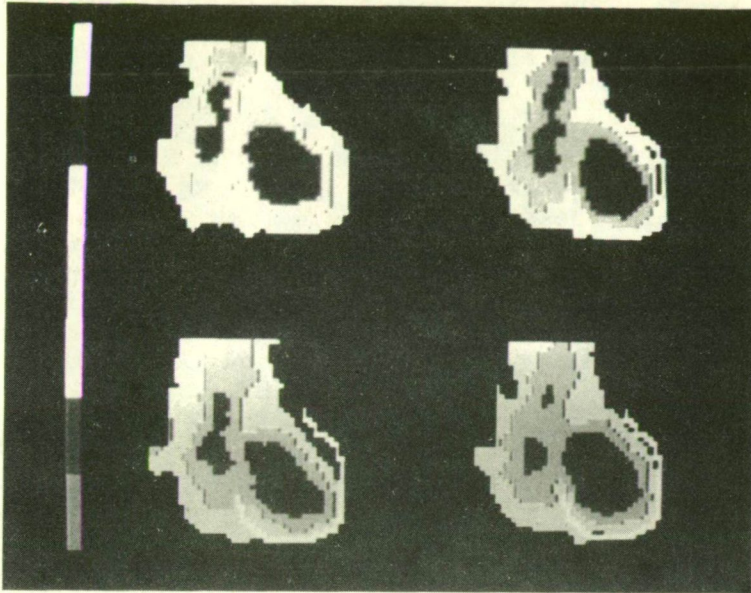
SZOTE Központi Izotópdiaosztikai Laboratórium  
JATE Kalmár László Kibernetikai Laboratórium

A 60-as évek végén a gamma kamerához kapcsolt számítógépes adatfeldolgozó rendszerek megjelenése új korszakot nyitott az izotópdiaosztikában. A szervezetbe juttatott radioaktív farmakon eloszlásának képi ábrázolása mellett lehetővé vált kiválasztott területek radioaktivitás-változásának kvantitatív analízise is. A technikai lehetőségek fejlődése eredményeként a 70-es évek közepétől már klasszikusnak számító radiocirkulográfia mellett a nukleáris kardiológiában új, nagyhatású leképező eljárások bevezetésére értek meg a műszaki, számítástechnikai és farmakológiai feltételek. A mai modern radioizotópos eljárások kardiológiai kérdések sorának megválaszolására alkalmasak. A sziv üreg- és billentyűrendszerének hibái felderítése mellett felvilágosítást kaphatunk a balkamra pumpafunkcióját jellemző legfontosabb paraméterekről, a miokardium kontrakciós képességéről, perfúziójáról, sőt metabolizmusáról is.

A Szegedi Orvostudományi Egyetem Központi Izotópdiaosztikai Laboratóriumában 1977 óta végzünk rendszeresen nukleáris kardiológiai vizsgálatokat. A miokardium kontrakcióját, a sziv pumpafunkcióját analizáló módszereink az 1980-ban fejlesztett SUPER-SEGAMS software rendszerre épülnek. Vizsgálatainkat  $^{99m}\text{Tc}$ -mal jelölt vörösvértetek teljes elkeveredése után, ún. ekvilibrumban végezzük. A számítógép segítségével többszáz szivciklus adatait vesszük fel. A sziv mozgását a leggyakrabban előforduló, reprezentatív időtartamu ciklusok alatt észlelt impulzusok helykoordinátái alapján rekonstruáljuk. Erre a vizsgálat során folyamatosan monitorozott EKG R-hullámai megjelenési időpontjának szimultán tárolása ad lehetőséget.

A miokardium kontraktilitási képességét a szivizomzat tetszőleges részletei mozgásának megjelenítésével ábrázolhatjuk. A különféle területek mozgásképségéről akkor kapunk teljes képet, ha azt egy szivcikluson belül, pontos lokalizáció mellett vizsgáljuk. Az 1. sz. ábrán a sziv mozgásának négy jellemző fázisát mutatjuk be. A bal alsó végszisztolés képen a balkamra fehér színben megjelenített, végdiasztolés konturjához viszonyítva egyértelműen megállapítható a szeptum súlyos hipokinézise. A szivcsucs akinetikus, sőt paradox pulzáció gyanuja is felvethető.

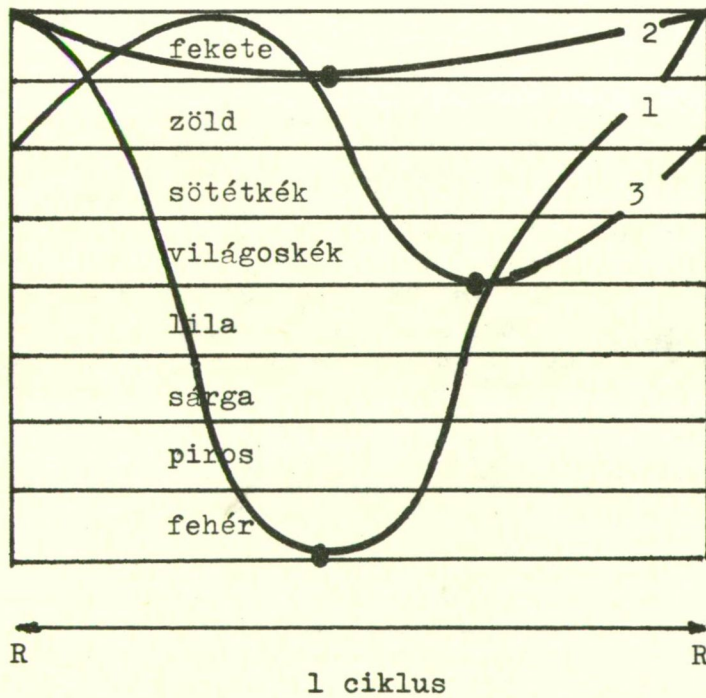
Az EKG-val kapuzott, ekvilibrumban végzett nukleáris kardiológiai vizsgálatok fejlődése az utóbbi időben módot adott a miokardium kontraktilitásának nagy síkbeli felbontású analízisére. Az eljárás azon a feltevésen alapul, mely szerint a miokardium tetszőleges területének mozgása az adott területpontról készített időaktivitás görbével leírható. A görbe lefutása megfelel a kiválasztott terület vértartalma időbeli változásának. A 70-es évek végétől egyre több kutatócsoport analizálta képcellánként a vértartalom változást reprezentáló időaktivitás görbék lefutását [2,3,5,6,8,9]. A kiszámított paramétereket képcelláról képcellára szinkódolt formában először Adam ábrázolta [1]. Megjelenítette a kontrakció, a relaxáció sebességének képcellánként számított értékeit, az alapfrekvencia Fourier amplitudóját és fázisát [3]. Mások a végszisztolés és végdiasztolés képek



1. ábra

Mennyire mozdul el?

- 1 - legjobban /normokinézis?/
- 2 - alig /fiziológiás? hipokinézis? akinézis?/
- 3 - kevésbé /fiziológiás? hipokinézis?/



2. ábra. Az amplitudóképek előállítása

képek különbségét ill. az ejekciós frakció cellánkénti értékeit vizsgálták [4,7,1]. Közleményünkben a lehetőségek tömegéből a fázis és amplitudóképek előállítását és analizisét ismertetjük.

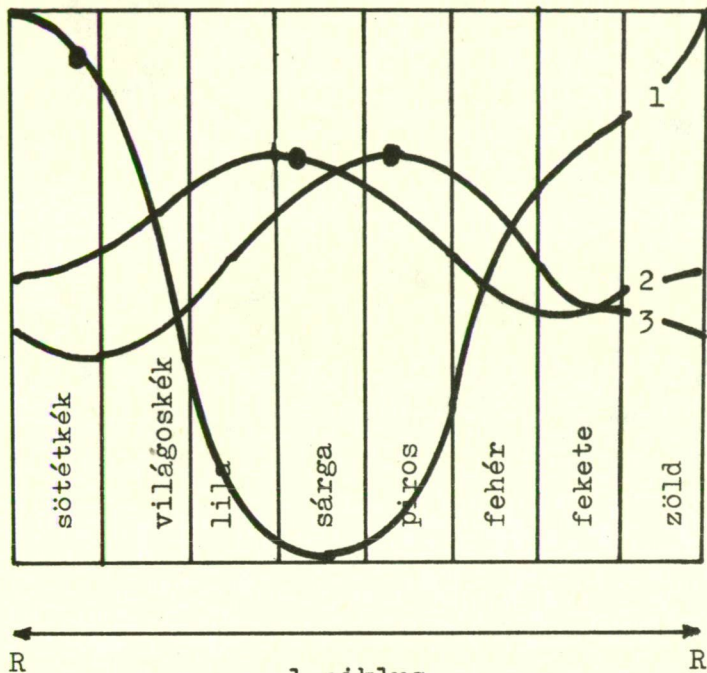
A 2. sz. ábrán három jellegzetes lefutású volumengörbe látható. Az első görbe a legjobban, legnagyobb amplitudóval elmozduló területről készült. A megfelelő képcellák az amplitudóképen fehér színnel ábrázolódnak. A második görbe gyakorlatilag nem mozgó akinetikus falrészletekre utal. Az amplitudóképen a megfelelő cella fekete lesz, nem ábrázolódik. A harmadik görbe a kamrai görbéhez képest paradox lefutású, de ettől függetlenül vértartalomváltozást reprezentál. A változás mértékének megfelelően ez a terület a képen kék színben tűnik majd fel. Az előbbiekből világos, hogy az amplitudókép alkalmas a reprezentatív szivcikluson belüli vértartalom változás mértékének képcellánkénti megjelenítésére. Fontos rögzítenünk, hogy csak ennek alapján a paradoxan mozgó falrészletek vagy akár a kamrához képest ellentétes fázisban összehúzódó pitvarok még nem különíthetők el.

Ezt a feladatot az ún. fázisképek előállításával oldhatjuk meg. A 3. ábrán ismét tipikus volumengörbét mutatunk be. A vízszintes tengely egy szivciklust reprezentál. Kezdő- és végpontja két egymásutáni R-hullám megjelenési ideje. A fázisképek celláit az egyes területek kontrakciójának, azaz ürülésének kezdeti időpontja függvényében ábrázoljuk különböző színnel. Ha a kamrai kontrakció röviddel az R-hullám megjelenése után megkezdődik, a jellegzetesen kamrai volumengörbének megfelelő képpont a fázisképen kék színű lesz. A pitvar a kamrához viszonyítva ellentétes fázisban húzódik össze. Ezért a pitvarhoz tartozó képcellák színe a volumengörbe lefutása alapján piros, ill. fehér. A harmadik görbe paradox mozgású kamrai területre utal. A fázisképen a megfelelő képpont sárga színnel fog ábrázolódni.

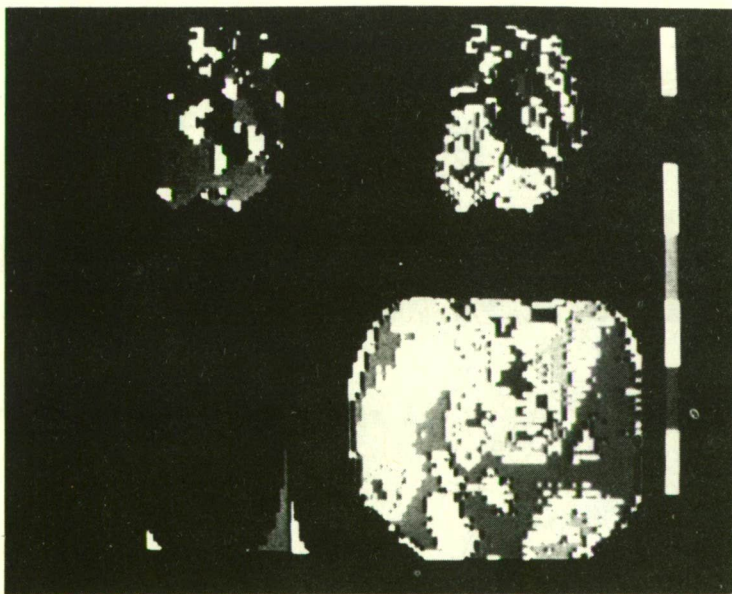
A 4. ábrán kardiálisan egészséges egyén amplitudó és fázisképeit láthatjuk. Az amplitudókép alapján a balkamra valamennyi falvetülete normokinetikus. Az ingerület a két kamrán belül egyszerre terjed, az ürülés kezdeti időpontjában sem a kamrákon belül, sem a kamrák között nem találunk különbséget. A kamrához képest ellentétes fázisban összehúzódó pitvarok piros ill. sárga színben jelennek meg. A kép jobb alsó részén található oszlopdiagram /hisztogram/ az ingerület terjedésével kapcsolatos mennyiségi kérdésekre ad választ. A vízszintes tengelyen a kontrakció kezdetének időpontját tüntettük fel, az R-hullám megjelenéséhez viszonyítva. A függőleges tengelyen az időbeli felbontóképességen belül azonos időben kontrahálódó területek nagyságát a képcellák számával ábrázoljuk. A hisztogramon a pitvari és a kamrai kontrakció fázisai jól elkülöníthetők.

Az 5. sz. ábrán lezajlott miokardiális infarktus után végzett vizsgálat eredményét mutatjuk be. A beteg amplitudóképe nagy kiterjedésű elülsőfali infarktusra utal. A balkamra falának mozgásképessége szeptálisan csökkent. A fáziskép szerint a szívcsücs mozgása paradox. Az EKG R-hullámával vezérelt ekvilibriumban végzett nukleáris kardiológiai eljárások az utóbbi években hatékonyságuk, pontosságuk következtében világszerte az elfogadott, noninvazív rutindiagnosztikai módszerek közé kerültek. A klinikusok munkáját elsősorban potenciálisan iszkémiás szivbetegek szűrésében ergometriás vagy gyógyszeres terheléssel egybekötve, a thaliummal végzett szivizom-szicintigráfia kiegészítéseként; lezajlott miokardiális infarktus után, a rehabilitáció időszakában ill. szivmütéteket megelőző, majd követő funkcionális kontrollvizsgálatként segítik.

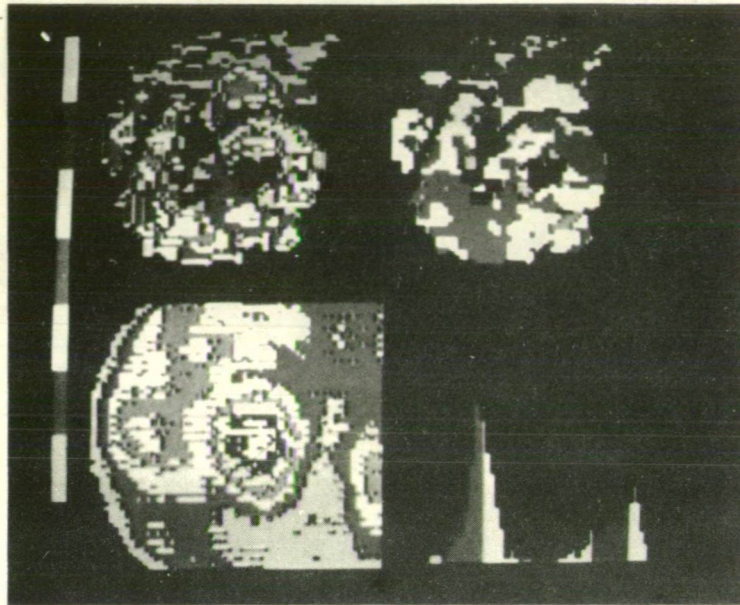
Mikor kezd elmozdulni? /ürülni!/  
1 - kamra  
2 - paradox mozgásu terület /aneurizma/  
3 - pitvar



3. ábra



4. ábra



5. ábra

Irodalom

- [1] Adam, W.E., Geffers, H., Sigel, H.: Evaluation of left ventricular function by radionuclide angiography. *Herz* 2, 195 /1977/
- [2] Adam, W.E., *et al.*: Regionale Untersuchung des linken Ventrikels mit der Pooltechnik. /Radionuklidventrikulographie/ *Der Nuklearmediziner* 2 Suppl., 59 /1979/
- [3] Adam, W.E. *et al.*: Equilibrium /gated/ radionuclide ventriculography. *Cardiovasc. Radiol.* 2, 161 /1979/
- [4] Berman, D.S., Mason, D.T.: *Clinical Nuclear Cardiology*. Grune and Stratton /1981/
- [5] Fischer, P., Knopp, R., Breuel, H.P.: Zur Anwendung der harmonischen Analyse bei der Funktionsszintigraphie des Herzens *Nucl. Med.* 18, 167 /1979/
- [6] Hedde, J.P. *et al.*: Linksventrikuläre Herzfunktionszintigraphie und Echokardiographie bei koronarer Herzkrankheit. In: *Nuklearmedizin Computer gestützte funktionelle Analyse* pp. 459 F.K. Schattauer Verlag /1982/
- [7] Holman, B.L. *et al.*: The paradox image: A noninvasive index of regional left ventricular dyskinesis. *J. Nucl. Med.* 20, 1237 /1979/
- [8] Pretschner, P.: Parametrische Darstellung: Prinzipien. *Der Nuklearmediziner* 2, 91 /1980/
- [9] Turner, D.A., von Behren, P.L., Ruggie, N.T.: Noninvasive identification of initial site of abnormal ventricular activation by least-square phase analysis of radionuclide cineangiograms *Circulation* 65, 1511 /1982/