

SZÁMÍTÓGÉPES KARDIOLÓGIAI MÓDSZEREK

SZLÁVIK FERENC

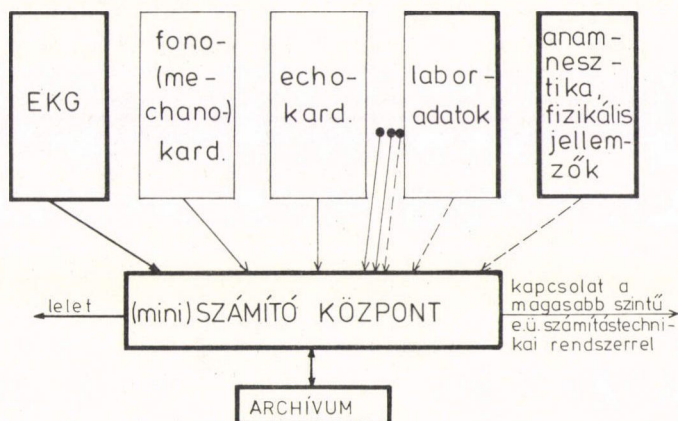
MTA Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest

A rövidségre és a hitelességre való törekvés okán a következőkben főként arról a munkáról adunk tájékoztatást, amelyet a számítógéppel segített elektrokardiológia terén a Központi Fizikai Kutató Intézet több hazai és külföldi gyógyító- és kutatóhellyel — közöttük elsősorban az Orvostovábbképző Intézettel — együttműködve végez.

Hogy mindezt jobban azonosíthassuk, idézzük most az 1. ábra segítségével a jelenbe a jövő számítógépekkel segített, integrált kardiológiai-diagnosztikai rendszereinek egy lehetséges realizációját.

A számítástechnikai intelligencia előreláthatólag megoszlik az egyes készülékek között: az EKG-, a fonokardiográfiai stb. egység az általa mért, adattá konvertált jeleket saját mikroszámítógépével fel is dolgozza, sőt elő is állítja az „EKG diagnózist”, elvégzi a kvantitatív szívhang-analízist stb. A teljes értékű kardiológiai diagnózishoz e partikuláris jellemzőknél természetesen általában többre is szükség van, pl. a betegről nyert anamnesztikai, fizikális és egyéb információkra, laboratóriumi adatokra, s mindezeknek egymással, valamint a korábbi adatokkal, leletekkel való egybevetésére.

Az ábrán azokat a funkcionális egységeket és kapcsolataikat jelöltük vastag vonallal, amelyek fejlesztésében kutató közösségünk említésreméltó



1. ábra. Integrált, számítógépes kardiológiai diagnosztikai rendszer

eredményeket ért el, s amelyek tökéletesítésén a továbbiakban is intenzíven dolgozni kívánunk. (Pl. a kérdőíves anamnézis-felvételt is számítógépesítettük, s a KFKI üzemorvosi mintarendszerében sikerrel próbaüzemeltetjük.) A „labor-adatok” blokkja félig van kiemelve; ez arra utal, hogy pár éve néhány — ma is jól működő — példányban létrehoztunk egy automatizált, diszkrét rendszerű, fotometrikus laboratóriumi sorozatelemzőt, amely csekély továbbfejlesztéssel az elkövetkező évtized, illetőleg az integrált rendszerek számára is adekváttá tehető.

Koncentráljunk most az „EKG”-blokkra, s ennek kapcsán tekintsük át a főként a KFKI és az Orvostovábbképző Intézet II. Belklinikája, valamint a Központi Állami Kórház és Rendelőintézet együttműködésében fejlesztett számítógépes EKG diagnosztikai rendszert, amely már a jelenlegi, kutatási stádiumban is segítséget ad a klinikai rutinmunkákhoz, s amelynek kidolgozása során az orvosi biológiai jelfeldolgozás szélesebb körében is jól hasznosítható módszerek és tanulságok születtek.

Az EKG-jelek jó minőségű erősítése, az x-y-z projekciók rögzítése, kalibrációs jellel és azonosító információval való kiegészítése orvosi partnerintézményeinkben a betegágy vagy a vizsgáló asztal mellett levő ún. felvételvező egység segítségével történik, minden esetben 10 sec-os időtartammal. Jelenleg analóg FM mérőmagnetofonnal biztosítjuk a jelek átmeneti tárolását, de a KFKI-ban már fejlesztés alatt állnak az analóg tárolási fázist kihagyó, s a közvetlen digitalizálást, az adatelőkészítést, (jel-zaj viszony vizsgálatot, impulzus zajjal szennyezett szakaszok kitiltását, digitális szűrést, kalibrációt, alapvonal helyreállítást), valamint a továbbiakban az egyszerűbb diagnosztikai értékelést is ellátó, mikroprocesszoros készülékek.

Az adatelőkészítés után végzi a feldolgozó egység — amely a jelenlegi konfigurációban egy 32 k operatív memóriával ellátott TPA-i miniszámítógép — a „tipikus” szív ciklus kiválasztását. Ismeretesek olyan eljárások, amelyek az átlagolt ciklus alapján diagnosztizálnak, a mi vizsgálódásaink azonban azt mutatták, hogy az átlagolás során értékes elektrokardiológiai információ mehet veszendőbe.

Az EKG görbe automatikus kiértékeléséhez szükséges amplitúdó- és idő-adatok mérése a görbe ún. karakterisztikus pontjainak, az egyes rész-hullámok (P, QRS, T) kezdő-, csúc-, ill. végpontjainak gépi meghatározásán alapul. A bázis-pontok kijelölésének eredménye a grafikus megjelenítő egység ernyőjén ellenőrizhető — lásd a 2. ábrán a szív elektromos vektora magnitúdójának s ún. térbeli sebességének grafikonja fölött levő marker vonalakat —, és interaktív üzemmód esetén manuálisan befolyásolható. Ez utóbbira csak kivételes esetekben van szükség, az EKG rutinmunkát számítógépünk automata üzemmódban végzi. (Példaként említjük, hogy a QRS szakaszt 8, időben ekvidisztáns momentán vektorral jellemezzük.)

A diagnózis számítása statisztikus és logikai eljárások kombinációjával megy végbe. Például a vizsgált szív ciklus QRS szakaszának adatait a program a memóriában tárolt, összesen 25, 1—1 betegségoosztályt statisztikusan jellemző adatesoport mindegyikével összehasonlítja, s megállapítja, hogy mely esetben a legkisebb az eltérés. Ezt az ún. előzetes QRS diagnózist az algoritmus kiegészítő eljárásokkal, egyes amplitúdó- és időértékek súlyozott tekintetbevételével ellenőrzi, ill. módosítja.

*'BUDAPEST' SYSTEM FEATURE-EXTRACTION CONTROL ***

COMP. NO. 1398

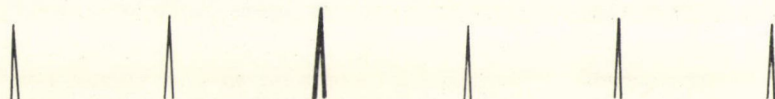
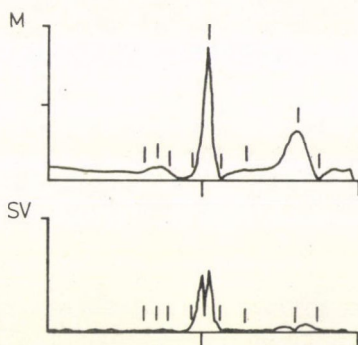
TAPE/REC. NO. : 21/5

NAME: L. GY.

QRS DURATION: 90 MS

GO ON — TYPE G!
NEW INPUT — TYPE N!!
?

SYMBOLICAL RECORD:



2. ábra. A magnitúdó és a térbeli sebesség görbe karakterisztikus pontjainak jelölése

Mindezzel együtt EKG diagnosztikai programrendszerünk, az ún. B U D A P E S T p r o g r a m kifejlesztésének jelenlegi fázisában az algoritmus összesen 43 féle „QRS-döntés” tesz lehetővé (pl. különféle lokalizációjú infarktuszok, vezetési zavarok, kamrai hipertrófiák s az eddig említettek lényeges kombinációi).

A gépi diagnózis-alkotás folyamatának mozzanatai közül aritmia-elemző szubrutinunkat is szeretnénk kiemelni, amely a clusterezési és a döntési fa típusú eljárásokat együttesen alkalmazva 28 féle döntés meghozatalára képes. (A „diagnózis”, illetőleg a „döntés” szó természetesen mindenütt idéző jelek között értendő, hiszen a számítógép, illetőleg a számítástechnikai rendszer — a jelenlegi orvosi etikai gyakorlatnak megfelelően — csak diagnosztikai v é l e m é n y t nyilvánít, a végszó kimondásának joga az orvosé.

*** 'BUDAPEST' COMPUTERISED SYSTEM FOR ECG ANALYSIS ***

COMP. NO. T/R NO. FLP/SER. NO. DATE OF REC. DATE
 1176 23/51 18/6 800320 800409

NAME: G. J.

COMMENT:

ECG DIAGNOSIS

QRS:

POSTERO-DIAPHRAGMATICAL MYOCARDIAL INFARCTION

ST:

NORMAL:

T:

LATERAL INTRAMURAL ISCHAEMIA

POSTERO-INFERIOR INTRAMURAL ISCHAEMIA

RHYTHM:

HEART RATE: 85

NORMAL SINUS RHYTHM

QRS MOMENTARY VECTORS (UNIT = 0.1 MV)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
X:	-0.6	0.1	7.9	14.1	2.8	-1.1	-1.7	-1.8
Y:	-0.5	-1.4	-0.3	2.1	3.3	1	0.6	-0.4
Z:	-0.2	-3.5	-6	-1.7	8.3	4.5	1.7	0.3

MEASURED VARIABLES: (UNIT = 0.1 MV OR MSEC)

QRS	PQ	RX	RY	MMAX	PX	PY	PZ
98	132	14.1	3.3	14.3	1.7	1.1	0.5
STX	STY	STZ	TX	TY	TZ	TYP. PER.	NO. OF CL.
-1.4	0.1	-0.4	-0.9	-1.2	-3.3	3	1

COMMENT: OK!

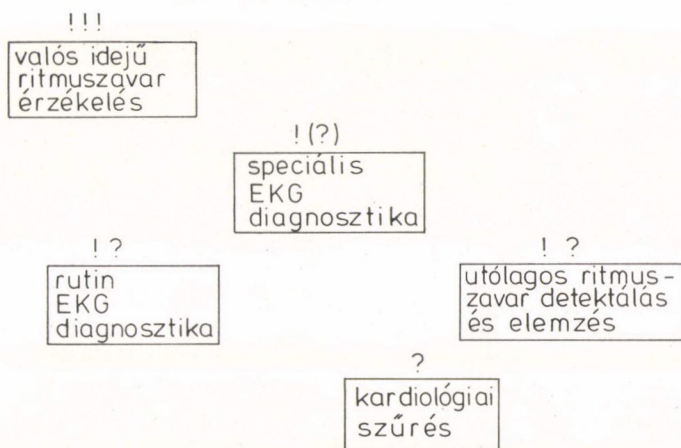
OVERREADER: WT

3. ábra. Nyomatott számítógépes EKG diagnosztikai lelet, az adatfeldolgozás során meghatározott jelfeszültség- és időtartamértékek listájával együtt

Az EKG diagnózis a számítástechnikai rendszer 1 vagy több megjelenítő egységén olvasható le, s természetesen nyomtatott lelet is készül (3. ábra). Ez utóbbi, kívánságra, az adatfeldolgozás során meghatározott jelfeszültség- és időtartam értékeket is tartalmazhatja, ami megkönnyíti az utólagos ellenőrzést.

A BUDAPEST program jelenleg használt változatának eddigi vállalási eredményei azt mutatták, hogy rendszerünk helyes diagnosztikai

véleményeinek gyakorisága, s kiváltképpen következetessége meghaladja az átlagos kardiológusét. Ezen túlmenően, a gépet egyenesen szeretetreméltóvá teszi az a tulajdonsága, ami a jó kardiológusból sem hiányzik: a szerénység. Az algoritmus ugyanis nem akar minden EKG felvételt valamelyik klasszikus EKG kategóriába beerőltetni, — ha az adott esetet EKG-paramétere a diagnosztikai clusterek közötti „senki földjére” utalják, akkor a gép az orvost további vizsgálatok szükségességére figyelmezteti.



4. ábra. Számítógéppel segíthető főbb EKG elemzési feladatok

A lelettel együtt, számítógépi adathordozón — jelenleg mágneses tárcsán — kerülnek tartós tárolásra az analizált EKG felvétel legfontosabb jellemzői. Ennek a módszernek főbb előnyei a következők:

- az archív EKG anyagok kis helyet foglalnak el és gyorsan előkereshetők,
- a napról-napra növekvő adatbankból kényelmesen készíthetők el a kutatási és egészségügyi célból szükséges statisztikák,
- új felvételek a régiekkel igen precízen egybevetethetők, így pl. morfológiai trendek állapíthatók meg, s ezek alapján megelőző célzatú javaslatok adhatók, vagy pl. post mortem esettanulmányok végezhetők.

Az eddigiekben egy számítógéppel segített, ún. rutin EKG diagnosztikai berendezést és eljárást mutattunk be. Vessünk most egy pillantást a 4. ábrára, amelyen a számítástechnika segítségét igénylő elektrokardiológiai feladatok többi főbb csoportja is látható. A felkiáltójelek a beteg veszélyeztetettségének jellemző mértékére utalnak abban a szituációban, amelyben az adott vizsgálat alkalmazásra kerül. (A kérdőjel azt jelenti, hogy a szívbetegség ténye kérdéses.)

E téglalapok nagyobb részét — több-kevesebb joggal — az előbb említett jelentéssel vastagon bekeretezhattük volna, itt most végezetül mégis főként a speciális EKG diagnosztika (ahová pl. a terheléses EKG- vagy a His EKG-vizsgálatok is tartoznak) egyik eszközéről, ill. módszeréről, az ún. *f e l ü l e t i t é r k é p e z é s r ől* szólnunk, amit a KFKI szintén az OTKI II. Belklinikájával együttesen művel.

Ahhoz, hogy elfogadható becslést végezhesünk a mellkasfelszín bármely pontján fellépő elektromos potenciál időbeli alakulására, meglehetősen sok — általában 100-nál több — pontról kell, lényegében egyidejűleg, EKG-felvételt készíteni. A teljes potenciálkép meghatározásának azért van értelme, mert a szív működés által keltett elektromos tér információ tartalmának egy része a hagyományos EKG-ból nem állapítható meg, márpedig vannak esetek, amikor ez a többlet-információ igen értékes.

A valóban egyidejű felvételezést csak költséges berendezéssel lehet megvalósítani. Ezért az EKG jeleket a mellkasfelszín 120 pontjáról 12-es parallel csoportokban szekvenciálisan vesszük fel, s a számítógépi program a monitor-elvezetés jelének folyamatos formaanalízise révén rendeli egymáshoz a közel azonos körülmények között keletkezett, tehát egyidejűnek tekinthető hullámalak-részleteket.

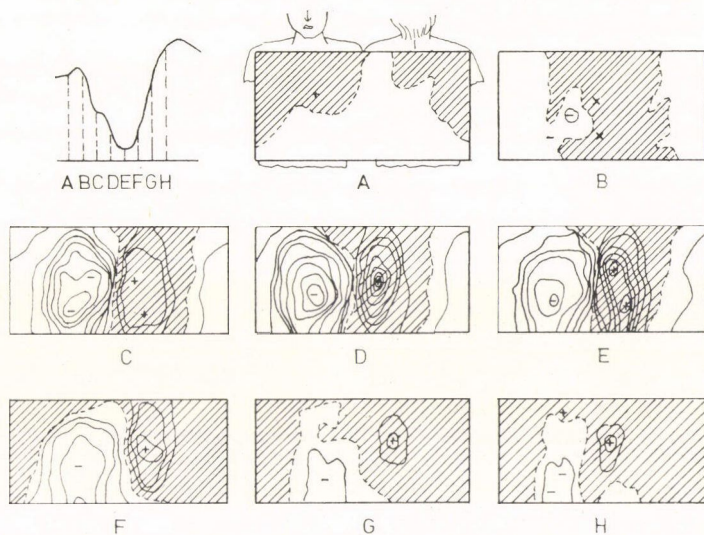
Az 5. ábrán a TPA-i számítógéppel feldolgozott adatokból származtatott és vizualizált eredményre látunk egy példát.

Az ábrán levő „pillanatfelvételeken” a mellkasfelszín azonos potenciálú pontjai vannak néhány potenciálértéken összekötve. A bal felső ábrán látható monitorgörbén és az egyes „szintvonalas térképek” alatt levő betűk együttesen azt mutatják, hogy az egyes potenciál eloszlás-képek a szív-ciklus mely időpontjához tartoznak.

Az 5. ábrán bemutatott köreset kitűnő illusztráció a felületi potenciáltérképezés diagnosztikai hasznosságára. Ez a beteg egyidejűleg szenved vezetési zavarban (ún. Tawara-szár blokkja van) és, amint az a térképek alapján kimutatható, mellső fali szívinfarktushoz. A beteg hagyományos EKG-ján az infarktus jellegzetes jegyeit elnyomta, elfedte a vezetési zavar okozta jel-formáció.

A mellkas felszínére, általában ugyancsak 100-nál több ponton, időnként parányi gyorsulás-érzékelőket rögzítünk. Kidolgoztuk és rendszeresen alkalmazzuk, tudomásunk szerint a világon elsőként, a *f e l ü l e t i g y o r s u l á s t é r k é p e z é s*, vagyis a szív löktetése által keltett teljes mechanikai rezgéstér számítógépes meghatározásának módszerét. Ezt a felületi potenciáltérképezéssel együtt alkalmazva az ok és az okozat összefüggéseiben vizsgálható, s így a kardiológusok előtt a szív működés mégjobb megismerésére nyílik lehetőség.

Hazánkban a halálozások mintegy 50%-áért a szív- és érrendszeri megbetegedések a felelősek. A műszer- és számítástechnika is igyekszik azokat



5. ábra. Bal Tawara-szár blokk I. típusára jellemző potenciáltérképek

a lehetőségeket feltárni, amelyek kihasználásával valamelyest hozzá lehet járulni e fenyegetően nagy szám csökkentéséhez.