

## **A telemedicina egyik megoldási formája a transztelefonikus EKG rendszer**

Dr. Kékes Ede, International Medical Services Ltd.

**A transztelefonikus EKG rendszerek világszerte terjednek, az orvos-orvos, az orvos-beteg, valamint az orvos-egészségügyi dokumentumközpontok közti kommunikációban fontos helyet foglalnak el. A diagnosztikában a mellkasi fájdalom szindróma, valamint a ritkábban előforduló ritmuszavarok azonosításában van gyakorlati haszna, míg a sürgősségi ellátás keretében képes kizárni a nem szív-eredetű rosszulléteket. A szokványos diagnosztikus segítség mellett igen fontos szerepe van a veszélyeztetett egyének ellenőrzésében és a rehabilitációs folyamatokban is. A Központ szakorvosai konzultatív segítségnyújtást is biztosítanak az EKG-ban járatlan orvosok számára.**

### **BEVEZETÉS**

Az utóbbi két évtizedben a világ minden táján terjednek azok a módszerek, melyek a telemedicina eszközeit használják. Ma már természetes, hogy az Internet, e-mail segítségével, könnyen kommunikálunk és – a megbízhatósági és a személyi jogok védelmének figyelembevételével – adatokat, képeket, video-klippeket továbbítunk egymásnak a medicina minden területén. Az egészségügy egyik alapvető problémája a magas kórházi költségek visszaszorításának megoldása. Ennek döntő lépcsője a kórházon kívüli, a kórházi kezelés előtti és utáni szakmai feladatok megoldása a beteg otthonában. A telemetriás rendszer kiterjesztése révén ma már csaknem minden biológiai jelet (EKG, vérnyomás, hőmérséklet, légzési státusz stb.) képesek vagyunk a beteg otthonából, munkahelyéről, vagy más tartózkodási helyéről központi ellenőrző egységekhez juttatni különböző technológia (elektronikus, transztelefonikus stb.) alkalmazásával. Az a hatalmas fejlődés, melyen az információtechnológiai és a célműszerek keresztülmentek, biztosítékot jelent számunkra, hogy a „külső jelek” átvitele – a járóbetegellátás, vagy kórház keretei között működő – értékelő, irányító Központhoz információirtalom veszteség nélkül történik [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Nem véletlen, hogy 1995-ben a G7 tanácskozásán Brüsszelben egy európai hálózatban működő egészségügyi kommunikációs rendszer gyakorlati alkalmazását és hasznát mutatták be.

Amerikában és Európában csaknem egyidőben terjedt el a Transztelefonikus EKG (TEKG) rendszer [8], melyet közkedvelt elnevezéssel cardiobeeper-nek is neveznek. A rendszernek sok változata van és ez részben a felhasználás módjától is függ. A bevezetés idejében (1976-1980) elsősor-

ban az addig nem ismert ritmuszavarokat keresték segítségével [1,9,10]. Később igen nagymértékben kiszélesedett alkalmazási köre az anginák bizonyításától [11] az ambuláns vagy otthoni rehabilitációs tréningek [12-14] ellenőrzéséig. Kiterjedten használják a pacemaker beültetésén átesett betegek utánkövetésére, a pacemaker diszfunkció korai leleplezésére [15]. Közép-Európában Csehországban és Lengyelországban használnak ilyen rendszereket.

### **A TRANSZTELEFONIKUS RENDSZER ELHELYEZKEDÉSE AZ EGÉSZSÉGÜGY STRUKTÚRÁJÁBAN**

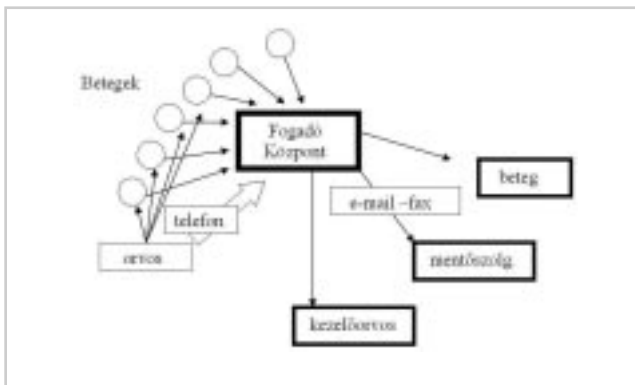
A világon 3-4 olyan transztelefonikus rendszer működik, mely megbízhatóan képes az EKG felvételére, továbbítására, elemzésére és tárolására. USA-ban, Izraelben, Hollandiában, Ausztráliában fejlesztettek ilyen rendszereket, melyek a világpiacon versenyképesek (Cardio-kontroll, Aerotel, Card-Guard stb.). Minden rendszer csak akkor értékes, ha az egészségügy szerkezetébe (sürgősségi ellátás, járóbeteg szakellátás, mentőszolgálat) képes beépülni. Kitérő példákkal találkozunk:

- Az USA-ban több egyetem (Vermont, Cleveland, Emery, Temple) összefogásával kialakítottak egy otthoni rehabilitációs programot az infarktuson és coronaria invazív beavatkozáson átesett betegek részére, akiknél kis, vagy közepes rizikóállapot igazolható. A program indításának gondolata onnan eredt, hogy az Egyesült Államokban csak a betegek 15%-a részesül infarktusz, vagy műtéti beavatkozás után előírt ellenőrzésben. A program keretében transztelefonikus EKG kontroll mellett végezték a betegek otthonukban az előírt gyakorlatokat. Az eredmények azt igazolták, hogy a teljesen egyező terhelési kapacitás-, valamint életminőségi növekedést értek el, mint a standard kórházi rehabilitációs programban résztvevők minden szövődmény nélkül [16,17].
- Izraelben a Shahal rendszer a sürgősségi ellátás keretében bizonyította be, hogy a heveny panaszok (mellkasi fájdalom, aritmia, eszméletvesztés stb.) esetében végzett transztelefonikus EKG és élő telefonkapcsolat (orvosi diszpécser központ) jelentős mértékben csökkentette a kórházba küldés mennyiségét, illetve a kórházi költségeket [5].
- Kanadában hosszú évek óta működik a pacemaker beültetésén átesett betegek folyamatos ellenőrzésében a „cardiobeeper” rendszer, mely képes a pacemaker funkcióban kialakuló hibákat (malfunkció), vagy a pacemaker

mellett kialakuló ritmuszavarokat korán felderíteni. Az ellenőrzésnek ez a módszere a NASPE protokolljába is bekerült [15,18].

**A TRANSZTELEFONIKUS EKG RENDSZER FELÉPÍTÉSE**

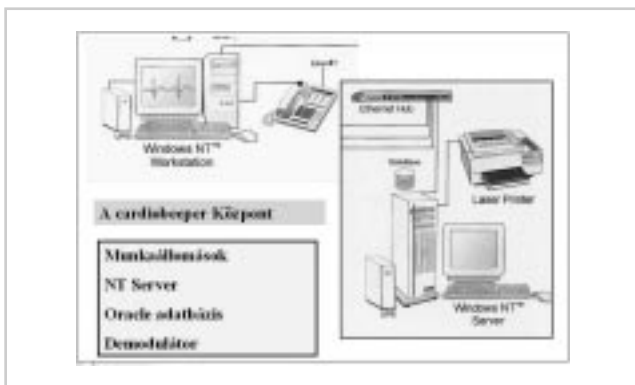
A transztelefonikus EKG rendszer egy irányító és elemző Központhoz csatolt mérőegységek (transducer-ek) hálózata, melynek kommunikációs bázisa a telefon (telefax) vagy az e-mail. (1. ábra). A rendszer főbb szereplői a házi orvos (ügyeleti szolgálat orvosa), a Központ szolgálatban dolgozó orvos és a beteg.



1. ábra  
Az információ áramlás a transztelefonikus EKG rendszerben

**Az EKG „jel-küldő” oldalán az alábbi feladatok képzelhetők el:**

- A házi orvos, vagy ügyeleti szolgálatot teljesítő orvos, vagy bármely szakember, aki nem tapasztalt az EKG elemzésben, vagy a kardiológia szakterületén, felvesz a betegtől egy EKG-t, leadja a Központnak, megkonzultálja az esetet.
- A házi orvos, vagy szakorvos (kardiológus) kiadja 1-2 hétre diagnosztikus célból a felvevő egységet a betegnek a klinikai panaszok tisztázása érdekében.



2. ábra  
A transztelefonikus központ felépítése

- A szakorvos (kardiológus) hosszabb időtartamra is kiadhatja a felvevő egységet meghatározott célprogramok végrehajtása (pl. rehabilitáció, poszt-infarktusos állapot, pacemaker ellenőrzés) érdekében

**Az irányító, elemző Központ** hardver kiépítésének jellemzője a nagy merevtár kapacitás (20-30 Gbyte) ahol az összes EKG jeltárolásra illetve elemzésre kerül (2. ábra). A Központ az EKG felvételt és az elemzést faxon, vagy e-mail-en keresztül továbbítja a küldőhöz, valamint az EKG jelet küldő orvossal, vagy a beteggel közvetlen telefonkapcsolatot biztosít.

A Központ funkciói:

- elemzés
- tárolás
- konzultáció
- tanácsadás
- intézkedés (mentőszolgálat)

A rendszer kisméretű (tenyérnagyságú) EKG felvevő egységei előbb az EKG jelet hangjelenséggé (hang moduláció) konvertálják, olyan frekvencia tartományba, hogy az a szokványos telefon-vonalakon keresztül jó minőségben eljusson a Központba. Tetszőleges telefon-kommunikáció (főállomás, mellékállomás, mobil-telefon) választható. A Központban demoduláció (hang-digitális átalakítás) történik és az EKG jel on-line megjelenik a computer képernyőjén. A transducerek saját tárolókapacitásuk révén korlátlan ideig képesek a jeleket tárolni, így nem feltétlen szükséges az azonnali jeltovábbítás, helyszíni telefonálás.

A transducer-ek több típusa áll rendelkezésre, de ma már csak a 12 elvezetéses EKG készítésre alkalmas egységeket használják. A transducer lehet „loop” rendszerű is, mely az esemény előtt és utáni jeleket – megszábotott idő-intervallumban – tárolja. A transducer jeleinek transzferálása után azonnal alkalmas újabb felvételek készítésére. Átlagosan diagnosztikus célból a betegek napi 4-6 EKG jelet is leadnak. A regisztrátum utolsó periódusában a II elvezetés felhasználásával egy ritmuscsikk jelenik meg. A regisztrátumok minősége kiváló, a rendszerbe történő belépés időpontjában „bázis” regisztrátum készül, mellyel történő összehasonlítás biztosított. Ugyancsak – mivel az összes EKG jel tárolásra kerül – az egymást követő felvételek is összehasonlíthatók. A Központban biztosított 24 órás szakszolgálat (kardiológusok) a nap bármely időszakában képes EKG jeleket fogadni, a beteggel konzultálni, valamint az információt – annak elemzése után – a beteg, a házi orvos, vagy a kórházi szakorvos illetve a Mentőszolgálat felé továbbítani.

A szolgáltatás alapeleme a 24 órás, – non-stop műszak – mert a rendszer szakmai és költségkímélő haszna csak a folyamatos működtetés mellett érvényesül 3x8 órás műszakban (1 orvos + 1 asszisztens). Egy nyolc órás műszakban egy team átlagosan 60-80 EKG fogadására és elemzésére képes.

## A TRANSZTELEFONIKUS EKG FELHASZNÁLÁSI TERÜLETE

A nagy tapasztalatokkal rendelkező országokban kialakultak azok a szakmai indikációk, melyek révén a rendszer jól használható:

### Sürgősségi ellátás keretében

- Minden életveszélyes állapotban (öntudatlanság, kóma, hypotonia, shock) a cardialis eredet tisztázása
- Életet veszélyeztető ritmuszavarok felderítése (fibrilláció, lassú szív működés)
- Heveny myocardialis infarktus felderítése. Ebben a formában az orvos a kezdeményező, az EKG jelet ő adja le (távkonzultáció) [9,19,20].

### Diagnosztikus problémák megoldása érdekében

- Ischemiás <coronaria> szívbetegségben a mellkasi fájdalom <angina> igazolása vagy kizárása. [5,11]
- Ritmuszavarok (aritmia, tachycardia, extrasystolék) igazolása ischemiás szívbetegségben, szivbillentyűhibában, szívizombetegségben, szív-elégtelenségben [10,19,21]. Ebben a formában az orvos 1-2 hét időtartamra kiadja a betegnek a felvevő egységet, annak érdekében, hogy a panasz jelentkezése esetén tisztázódjon az EKG kép. Holter monitorozás és a transztelefonikus monitorozás között alapvető eltérés, hogy utóbbira elsősorban akkor kerül sor, mikor nem mindennap van panasz, a 24 órás monitorozás nem oldható meg [22].

### A betegellenőrzés, gondozás folyamatában

- Szívbeteg rehabilitációja során a terhelhetőség felmérése, otthoni tréning program támogatása, szövődmények felismerése elsősorban myocardialis infarktus illetve invazív cardiológiai beavatkozások – PTCA, bypass műtét – után [12-14,23,24]. Különösen indokolt ezen módszer alkalmazása azon betegek számára, akik nem képesek, vagy nem tudnak az intézményi rehabilitációs programokban résztvenni [25]. Az indikáció az AHA guideline-ban is szerepel [26].
- Pacemaker kezelésben részesült betegek ellenőrzése (beültetés után, telepzavar, telepkimerülés észlelése) [18].

## A RENDSZER MŰKÖDTETÉSI IDŐTARTAMÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA

Amennyiben nem a sürgősségi ellátás keretében történik a rendszer működtetése, akkor a nemzetközi protokollok és az eddigi tapasztalatok alapján lehet megállapítani azt az időtartamot, melyre szükség van diagnosztikus célból, illetve a betegek ellenőrzése során:

Reiffel és mtsai [27] több mint 20 000 vizsgálat alapján, valamint Antman [1], Ades [16] és Wu [28] munkacsoportja

hasonlóan nagy esetszám elemzése után az alábbi – mások által is elfogadott – álláspontot alakították ki:

- Diagnosztikus célból (angina, ritmuszavar) elegendő 2 hét a diagnózis tisztázására 1-1 kivételtől eltekintve.
- Myocardialis infarktus után feltétlen szükséges legalább egy évig figyelni a betegeket. Ez érvényes az invazív intervenciókra is.
- Pacemaker beültetésnél minden beteg kap egy felvevő egységet és ezzel megszabott időben, vagy panasz esetén leadást kezdeményez.

A diagnózis felállítása során nem a napi hívásszámot kell korlátozni, hanem tágabb időkeretben kell gondolkodni. Egy feszült, nyugtalan anginás beteg esetében lehet, hogy az adott napon csak a harmadik adás lesz pozitív.

## KÖLTSÉG-HASZON ELEMZÉSEK

### Diagnosztikus feladatok megoldása

Diagnosztikus feladatok megoldása közben a rendszer bevezetése rövidíti a kórházi tartózkodási időt és a költségeket. A ritmuszavar és az „angina szindróma” a leggyakoribb előfordulási szám belgyógyászati osztályokon. Az átlagos normatív ápolási nap 9-11 nap között változik. Az ide tartozó HBCS kategóriák 138-139 A, B, 140 A, B, valamint 544 .

Ilyen esetekben két lehetőség van:

- A transztelefonikus EKG kizárta a betegséget, ekkor átlagosan 10 ápolási nap megtakarítás jelentkezik. Ez átlagos 1,0 súlyszámmal számolva 100 000 Ft. Ha a beteg-forgalmi adatok alapján feltételezzük, hogy az ilyen típusú angina (mellkasi fájdalom) és ritmuszavar az esetek kb. 20%-ban fordul elő, akkor ez átlagos 70 ágyas belgyógyászati osztály esetében 30-35 beteget jelent havonta, így a megtakarítás kórházi szinten 30-35 x 100 000 Ft.
- Amennyiben a transztelefonikus EKG már a beteg otthonában igazolta a diagnózist, de szükség van a részletes kivizsgálásra, akkor a tényleges ráfordítási napok száma átlagosan 2-vel csökken. Ez a HBCS vonatkozásában nem érvényesül, de a tényleges ráfordítás értéke (pl. Holter vizsgálat, terheléses EKG kiváltása) csökken. Ezen a téren természetesen az egyébként szükséges járulékos költségek (szállítás, közlekedés, hotel szolgáltatás stb.) maradnak el.

### Rehabilitációs feladatok megoldása

Az ambuláns rehabilitáció bevezetése a transztelefonikus EKG rendszer segítségével az éves szanatóriumi költségek egy részét takarítja meg szívinfarktuson vagy szív műtéten átesett betegekben. Itt nem arról van szó, hogy a szanatóriumi ellátás, illetve intézményi szükségességét tagadja a rendszer, hanem arról, hogy a beteget az esemény után folyamatosan – intézményi rehabilitáció előtt és után – is kell ellenőrizni. A rendszer keretében – transztelefonikus EKG mellett végzett – ellenőrzés és

kontrollált otthoni tréning jelentős költségmegtakarítást eredményez.

### A pacemaker beültetésen átesett betegek transztelefonikus ellenőrzése

Ebben az esetben minden beteg mentesül a Centrumok gyakori visszarendelésétől és sokszor felesleges kontrollvizsgálatától. Itt a költség-megtakarítás az adott németpontszám alapján mérhető, valamint az útiköltség is megtakarítható, Kanadában és az USA egyes államaiban rutinszerűen kapnak a betegek ilyen felvevő egységeket.

### AZ EDDIGI HAZAI TAPASZTALATOK ÁTTEKINTÉSE

Hazánkban Kékes [29,30] számolt be ismételt az IMS keretében működő transztelefonikus rendszer alkalmazási lehetőségeiről, több mint 50 000 felvétel alapján. A roha-

mok, vagy rosszulletek alatt készült EKG felvételekkel anginasz panaszok esetén a betegek 60%-ában, ritmuszavar esetében 85%-ban sikerült a diagnosztikus problémát megoldani. Előbbiek esetében 2-3 hét elegendő volt a bizonyításra, utóbbiaknál (pl. egy ritkább tachycardia leleplezése) néha erre, 1-2 hónapra volt szükség. Infarktuson átesett betegeknek a monitorozást minden esetben 6 hónapig végeztük. Sürgősségi esetekben (malignus ritmuszavar, vagy infarctus) a találatarány közepesnél magasabb volt (65-70%). Itt természetesen nem arról van szó, hogy az ischémiaszívbetegség diagnózisára önmagában elegendő, de a roham (fájdalom szindróma közben) alatt készült felvétel pozitívása nagyon erős értékű.

Az IMS 24 órás szolgálat keretében – állandó szakorvosi ügyelet mellett – folyamatosan képes a legmodernebb technológiával (Aerothel csúcstechnológia) az egész ország területéről fogadni a hívásokat (jelenleg 500 transducer áll rendelkezésre).

### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Antman EM. et al.: Transtelephonic ECG transmission for management of cardiac arrhythmias. *Am. J Cardiol.* 1986, 58: 1021-1024.
- [2] Aly AF; Achine D; Esser P; Joos M; Niewerth HJ; Wiater A; Meier M; Padeken D; Pericas A; Schwartmann D; Weber T; Wendrix V; Wirtz M: Telemetry as a new concept in long term monitoring of SIDS-risk infant. *Eur J Med Res*, 2000, 5: 1, 19-22.
- [3] Bai. J. et al.: The design and preliminary evaluation of a home electrocardiography and blood pressure monitoring network J. *Telemed. Telecare* 1996, 2: 100-106.
- [4] Nakagawara M; Yamakoshi K: A portable instrument for non-invasive monitoring of beat-by-beat cardiovascular haemodynamic parameters based on the volume-compensation and electrical-admittance method. *Med Biol Eng Comput*, 2000, 38: 1, 17-25.
- [5] Roth A; Malov N; Carthy Z; Golovner M; Naveh R; Alroy I; Kaplinsky E; Laniado S: Potential reduction of costs and hospital emergency department visits resulting from prehospital transtelephonic triage – the Shahal experience in Israel. *Clin Cardiol*, 2000, 23: 271-276.
- [6] Shimada M, et al.: Usefulness of the newly developed transtelephonic electrocardiogram and computer-supported response system. *J Cardiol*, 1996; 27: 211-214
- [7] Uokawa Y; Yonezawa Y; Caldwell WM; Hahn AW: A microcomputer-based data acquisition system for ECG, body and ambient temperatures measurement during bathing *Biomed Sci Instrum*, 2000, 36: 373-7
- [8] Peter T. et al.: Personal telephone electrocardiogram transmitter. *Lancet*, 1973; 838: 1110
- [9] Capone R. et al.: The effects of a transtelephonic surveillance and prehospital emergency intervention system on the 1-year course following acute myocardial infarction. *Am Heart J*, 1988; 16: 1606-1612
- [10] Grodman RS, et al.: Arrhythmia surveillance by transtelephonic monitoring: comparison with Holter monitoring in symptomatic ambulatory patients. *Am Heart J*, 1979; 98: 459-462
- [11] Ginsburg R, et al.: Long-term transtelephonic electrocardiographic monitoring in the detection and evaluation of variant angina. *Am Heart J*, 1979; 102: 196-200
- [12] Miller NH, Haskell WL, Berra K, DeBusk RF.: Home vs group exercise training for increasing functional capacity after myocardial infarction. *Circulation* 1984; 70: 645-649.
- [13] DeBusk RF, Haskell WL, Miller NH, et al.: Medically directed at home rehabilitation soon after uncomplicated acute myocardial infarction: a new model for patient care. *Am J Cardiol* 1985; 55: 251-257.
- [14] Fletcher GF, Chiamida AJ, LeMay MR, Johnston BL, Thiel JE, Spratlin MC.: Telephonically monitored home exercise early after coronary bypass surgery. *Chest* 1984; 86: 198-202.
- [15] Bernstein I et al.: Report of the NASPE policy conference PACE 1996, 17: 1714-1729
- [16] Ades PA, Huang D, Weaver SO.: Cardiac rehabilitation participation predicts lower rehospitalization costs. *Am Heart J* 1992, 123: 916-21.
- [17] Ades PA, Waldmann ML, McCann WJ, Weaver SO.: Predictors of cardiac rehabilitation participation in older coronary patients. *Arch Intern Med* 1992; 152: 1033-1035.

- [18] Fraser JD; Gillis AM; Irwin ME; Nishimura S; Tyers GF; Philippon F: Guidelines for pacemaker follow-up in Canada: a consensus statement of the Canadian Working Group on Cardiac Pacing. *Can J Cardiol*, 2000, 16: 3, 355-363, 367-376
- [19] Kornowsky R. et al.: Intensive home care surveillance reduces the need for hospitalization in elderly patients with severe congestive heart failure. *JACC* 1994, 43: 966-978
- [20] Capone RJ, et al: The effect of early prehospital transtelephonic coronary intervention on morbidity and mortality: experience with 284 postmyocardial infarction patients in a pilot program. *Am Heart J*, 1984, 107: 1153.
- [21] Porterfield JG, et al.: Daily variations in the occurrence of symptomatic supraventricular tachycardia as determined by ambulatory event monitoring. *Am J Cardiol*, 1997; 80: 889-892
- [22] Crawford MH., Berstein SJ., Deedwania PC et al.: ACC/AHA Guidelines for ambulatory electrocardiology Executive summary and recommendations *Circulation* 1999; 100: 886-893
- [23] Shaw DK, Sparks KE, Jennings HS III.: Transtelephonic exercise monitoring: review. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 263-270.
- [24] Spuires RW, et al.: Transtelephonic electrocardiographic monitoring of cardiac rehabilitation exercise sessions in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 199; 67: 962-966
- [25] Sparks KE, Shaw DK, Eddy D, Hanigosky P, Vantrease JC.: Alternatives for cardiac rehabilitation patients unable to return to a hospital-based program. *Heart Lung* 1993; 22: 298-303.
- [26] Wenger NK, Froehlicher ES, Smith LK, et al.: Cardiac rehabilitation. Clinical practice guidelines. Rockville (MD): Agency for Health Care Policy and Research and the National Heart, Lung and Blood Institute; 1995.
- [27] Reiffel JA. et al: Optimum duration of transtelephonic ECG monitoring when used for transient symptomatic event detection *J. Electrocardiology* 1991, 24: 165-168.
- [28] Wu. J. et al: Cost/effectiveness strategy for transtelephonic arrhythmia monitoring. *Am. J. Cardiol.* 1995, 75-96-99
- [29] Kékes E. Transtelephonikus EKG rendszer hasznosság értéke szívbetegekben. OEP jelentés 1996.
- [30] Kékes E. Transtelefonikus EKG rendszer alkalmazása Magyarországon *Med. Univ.* 1997, 30: 211-216.

## A SZERZŐ BEMUTATÁSA



**Prof. Dr. Kékes Ede** Egyetemi tanár, belgyógyász, kardiológus, informatikus. A SOTE keretei között hozta létre az Orvosi Informatikai Tanszéket. A Magyar Egészségügyi Informatikai Társa-

ság örökös elnöke. 300 hazai és külföldi tudományos publikációval rendelkezik és 16 könyvet, vagy könyvrészletet írt magyar és angol nyelven. Kiemelt kutatási területe jelenleg a kardiovaszkuláris rizikó szűrő programok elemzése, valamint a telemedicinás megoldások.