

## Az egészségipari innováció kettős szerepe

Prof. Dr. Kozmann György

Egészségügyi Informatikai Kutató-fejlesztő Laboratórium, Pannon Egyetem, Veszprém

Az elmúlt években jelentős erőfeszítések történtek az egészségügy ágazati szintű informatikai rendszereinek kidolgozása érdekében. Változatlanul hiány mutatkozik azonban a lakosságot közvetlenül elérő, prevenciót segítő rendszerek kidolgozásában és elterjesztésében. Jelen írás az mHealth rendszerek legújabb generációjának lehetséges, kettős hasznával foglalkozik. Amennyiben sikeres a prevenció eszközeinek eljuttatása a felhasználók tömegeihez, elősegíthető a lakosság helyes életmódjának kialakítása, az egészség megőrzése. A már kialakult veszélyes trendek észlelése esetén viszont, kellő időben adhat jelzést a használójának az orvosi segítségkérés szükségességére vonatkozóan. Tekintettel arra, hogy a prevenció társadalmi méretű segítése világszerte megfogalmazódott igény, a létrejövő eszközök GDP-növelő, piacképes termékeket jelenthetnek az egészségügyi piacon.

*Recently significant state-sponsored efforts successfully elaborated general purpose information systems of the global health sector management. However, still there is a significant need for easy-to-use smartphone-based equipment and applications to help directly citizens in achieving healthy nutrition habits and/or monitor people already living with certain signs of elevated health risk. This paper is outlining a new generation of intelligent mHealth systems developed in the past decades in the R&D Labs of the Pannon University to improve nutritional habits and quantitatively monitoring risk factors of stroke and the development of the necessary substrate of sudden cardiac arrest. According to the expectations these mHealth solutions may achieve a significant share in the growing world market of smart health instruments.*

### BEVEZETÉS

A Nemzeti Egészségfejlesztési Intézet (NEFI) 2015. évi kiadványából [1] ismeretes, hogy az ún. „elvesztett életek” évenkénti költsége hazánkban megközelítette a GDP 20%-át. A veszteség hátterében az EU átlagához képest magas halálozási számok, valamint a munkaidő kiesést, rokkantságot, krónikus betegséget okozó állapotok magas száma áll. A kedvezőtlen mutatók lényeges javítása komplex feladat, amely nem csupán és nem elsősorban az egészségügyi szektorra hárul, hanem a prevencióhoz és rehabilitációhoz kapcsolódó innovatív műszaki kutatásokra is, a tervek szerint megújuló egészségügyi műszer- és gyógyszeriparra. Természetesen

helytelen lenne túlhangsúlyozni a már létező és remélt új technológiák mindenható szerepét, a jövőben is változatlanul szükséges a vonatkozó oktatás, meggyőzés végzése.

A megújuló egészségipar alatt részben a jelenleg „klaszszikusnak” tekinthető termékeit, valamint a remélt új innovatív prevenció és rehabilitációs eljárások személyre szabott eszközeit előállító iparra kell gondolni. Az elképzelések szerint az új innovatív eszközök tetszőleges időpontban, vagy akár az „időben folytonosan” a lakosság rendelkezésére fognak állni, a mindennapi életükben, az otthonukban, munkahelyükön, szabadidős elfoglaltságaik közben, tehát bárhol az ellátórendszeren kívül. Ezzel elérhető, hogy a veszélyes egészségváltozásokat időben, kellő részletességgel, a „méréstechnika Shannon-féle mintavételi tételét” is kielégítő módon észlelni lehessen.

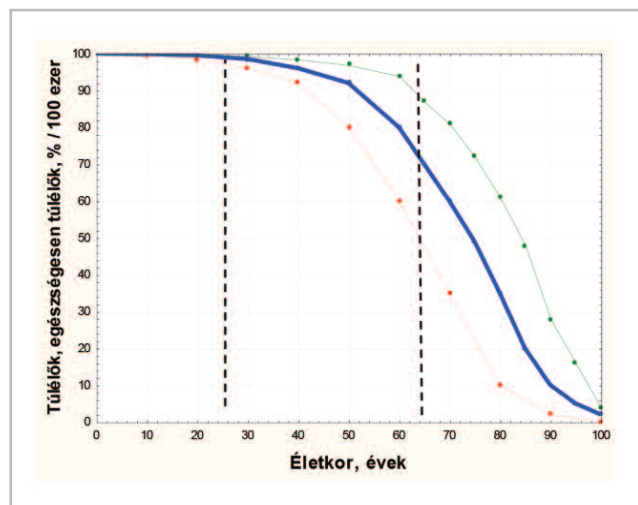
Jelen dolgozat a hazai orvosi műszeripar legfrissebb lehetőségeiről szól, különösen az okostelefon-bázisú eszközök/applikációk területén. Ez a terület az egészségiparon belül egy új, életképes szektor ígérletét hordozza, amely bevételével akár ellensúlyozhatja az egészségügy növekvő költségeit. Abból lehet kiindulni, hogy az iparnak a jelenleg is szükséges, de követő típusú fejlesztésekkel, gyártással, forgalmazással foglalkozó egységei rendkívül nehezen képesek a nemzetközi versenyben a jelenleginél lényegesen jobb pozíciókat, nagyobb bevételt elérni. Ez részben azért van, mert a rendszerváltozást követően az egészségügyi műszeripar kapacitásai jelentős mértékben lecsökkentek, a kiesett fejlesztési időt, valamint a bekövetkezett termékspektrum-beszűkülést nehéz behozni. A problémához az is hozzájárul, hogy a hazai műszaki felsőoktatás azon része, amely a „biomedical engineering” cégek számára végezne BSc, MSc, PhD szintű mérnök-képzést, aránytalanul kicsi, sőt ezek kapcsolatrendszere az ugyancsak innovatív orvostudományt képviselő intézményekkel meglehetősen hiányos. Ez magyarázható azzal, hogy az ilyen profilú, elegendően nagy fejlesztői kapacitással rendelkező cégek száma hazánkban jelenleg elenyésző, ezért eddig nem fogalmazódhatott meg markánsan a képzési igény, amely időnként képes kitermelni azokat a kreatív/innovatív személyiségeket, akik intuíciójukkal ugrászerűen képesek növelni az orvostechinikai ipar eredményességét, akár nemzetközi figyelmet kiváltó mértékben.

A jelenleg vezető ipari államokban, (USA, EU, Japán) az orvostechinikai ipar nagyvállalatokból és az ezek körül kialakult 25-50 főt foglalkoztató „KKV gyűrűből” áll. A „nagyok”, igen gyakran a kisvállalatok innovatív termékeit (esetleg akár magát a vállalatot) átvéve, az összességében rendkívül költséges szabadalmaztatási, engedélyeztetési, gyártási, marketing tevékenységet nemzetközi szinten gondozzák, és biztosítják a tartalmában (és nem csupán a kezelhetőségben)

egyre szofisztikáltabb eljárások/eszközök nemzetközi elterjesztését. Az előbbi folyamat nem csupán a fejlett ipari országokon belül létezik, hanem nemzetközi szinten is. Ez egy új típusú „brain drain”-t jelent, pl. a magyar eredetű innovatív termékek relációjában is [pl. 2,3]. Ennek az a következménye, hogy a fejlődő, innovatív elemeket is tartalmazó termékstruktúra kidolgozása szempontjából az eredeti gondolatot megfogalmazó ország lemarad, a termék bevételéből nem részesül.

## A LEHETŐSÉGEK VIZSGÁLATA

Életkori bontásban a hazai népegészségi viszonyok két jellemző paraméterét az 1. ábra mutatja be, a születéskor várható élettartam és az egészségesen eltöltött évek vonatkozásában. A jobb szélén látható görbe a jelenleg legmagasabb, japán túlélési adatokat mutatja, tehát a lehetséges javulás belátható határát jelzi. A függőleges szaggatott vonalak hozzávetőlegesen a munkában eltöltött évek elejét és végét határolják le. Az ábrából kitűnik, hogy Magyarországon a 65 évnek tekintett nyugdíjkorhatárt a dolgozók körülbelül 70%-a éri meg, az ekkor még egészségesnek tekinthető hányad pedig körülbelül 50%. Ez a két szám érzékelteti, hogy az öregedő társadalomban a nyugdíjkorhatár emelése jelenleg elvileg sem reális.



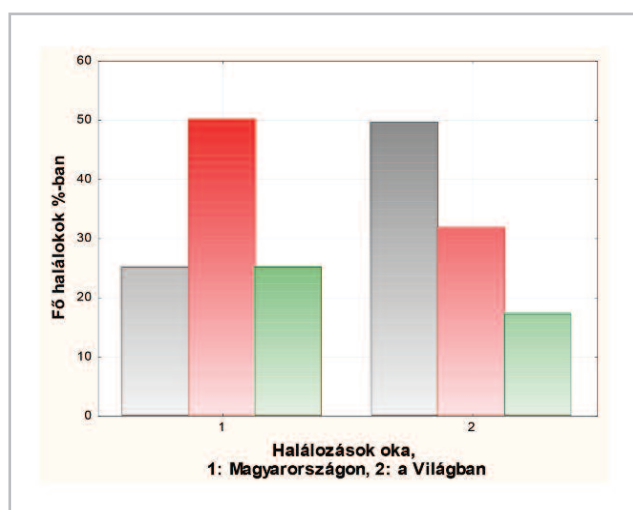
1. ábra

A születéskor várható élettartam Magyarországon (középső vastag vonal) és Japánban (jobb szélső vonal). A baloldali szaggatott vonal a születéskor várható egészségesen eltöltött időt ábrázolja Magyarországon. A munkaképes időtartományt a két szaggatott függőleges egyenesek közötti tartomány mutatja.

Az egészségügyre világméretben háruló feladatok tendenciáit számos statisztika mutatja be. Tapasztalható, hogy az egészségügyi ellátás költsége szerte a világon növekszik, érthető módon, hiszen összességében, Európán kívül nő a Föld lakossága, ugyanakkor az egyre hatékonyabb egészségügyi nagyberendezések, innovatív gyógyszerek egyre drágábbak. Ennek a követését a Magyarországnál lényegesen nagyobb GDP-vel rendelkező országok is nehezen viselik, a mi országunk pedig különösen, hiszen az egészségügy

finanszírozása a GDP százalékában ugyan nemzetközileg a „középmezőnyben” van, de abszolút értékben a vásárlóereje szerény, márpedig az eredményes gyógyításhoz a szükséges legkorszerűbb eszközöket és gyógyszereket többnyire a dolláros piacról kell beszerezni.

A bevezetőben említett egészségvesztés mérséklése és ezzel párhuzamosan az egészségipar bevételének, nemzetközi pozíciójának lényeges növelése elemi érdek. A megoldás, az iparfejlesztés során természetesen sok irányba el lehet indulni, de a társadalmi méretű igazi problémára fókuszáló optimális témaválasztás fontos szempont. Ezt megkönnyítendő, a 2. ábra szemlélteti a hazai halálozások okait [4]. Látható, hogy Magyarországon a halálozások fele a szív és érrendszeri betegségekre, negyede az ugyancsak rendkívül magas daganatos betegségekre vezethető vissza. A világ legtöbb országában is ezek a fő halálozási okok, de az átlagos százalékos megoszlás eltér [5]. Meg kell jegyezni, hogy a 2. ábra az évenkénti halálozások oki összetételét tükrözi, ami az idő függvényében változik, de nyilvánvaló, hogy előbb-utóbb az emberiség jelentős hányada, hasonló arányban így fog elpusztulni, tehát a számok nem csupán az évenkénti ezrekre, hanem a lakosság egészére, milliókra, milliárdokra vonatkozik.



2. ábra

A világ és Magyarország relatív halálozási adatait összehasonlító diagram a szív- és érrendszeri (piros), daganatos betegségekre (zöld) esetében és a további okokra visszavezethető esetekben (szürke).

Számos dolgozat bizonyítja, hogy a mortalitási és morbiditási statisztikák jelenlegi számaiért jórészt a helytelen életmód okolható. Amennyiben ez így van, a védekezést nem lehet csupán az ellátórendszerre testálni, hanem személyre szólóan be kell vonni magukat a potenciálisan veszélyeztetett milliőkat is, azaz a prevenciót, az életmód-korrekcióra való hajlamot és lehetőséget kell erősíteni az állampolgárok széles rétegeiben. Erre nyújt korábban nem látott történelmi lehetőséget az okostelefonok megjelenése és tömeges elterjedése, az elektronikai és a szenzor ipar, az informatika és bizonyos alaptudományi eredmények felhasználásával. Lényeges, hogy az előző mondatban említett új kutatási eredmények mindenképpen szerepet kapjanak, hiszen az új ter-

mékek eredetiségét és lehetséges GDP-növelő piaci sikerét alapvetően ez adja. Az újdonságok piacra vitele, a címzettek elérése azonban nem egyszerű feladat, amennyiben azt nem a szakmailag magasán kvalifikált szakmai közösségben kell elvégezni, hanem a potenciális felhasználók széles rétegében. Ez új kihívás, amely a marketing tevékenység eddiginél hatékonyabb módszereit igényli.

Az utóbbi 50 év orvostechnikai fejlődése alapján biztosan állítható, hogy az innovációk a mindenkori tudományos és technológiai lehetőségeket jól ismerő közösség irányából indulnak, és nem az ellátórendszer irányából. Az új gondolatok megszületése elsősorban a nem tanítható intuíció, kreativitás kérdése, amely bármely területen kellően széles látókörű tagjától kiindulhat. Az új gondolatok terméké érlelése szempontjából azonban az ipari szereplők fontossága meghatározó, hiszen egy elvileg is új eljárás bevezetése és elfogadtatása hihetetlenül nehéz feladat és csak a legkiválóbbak, a legtökeerősebbek képesek elvégezni. Ezt sok példa bizonyítja. Az új eszközök birtokában viszont a címzettek, az orvosok, ill. orvosi intézmények szerepe válik dominálónak, hiszen ők képesek meggyőzően bizonyítani az új eszközök/módszerek jogosultságát, stimulálni a használatát.

Pillanatnyilag hazánk a születéskor várható élettartam vonatkozásában, Európában az egyik legrosszabb, világszinten az országok sorrendjében az első egyharmad végén, az 57. helyen áll [6]. Ez a statisztika is arra utal, hogy népegészségi szempontból a két fő haláloki csoport gyakoriságát szükséges csökkenteni. WHO és más kiadványok is megerősítik, hogy a halálozásokért világméretben is elsősorban a szív- és érrendszeri, valamint a daganatos betegségek felelősek [4,5]. Következésképpen a szakmailag kellően ellenőrzött innovatív megoldások ezen a két területen számos országban piacképesek lehetnek.

## LEHET ESÉLYE EGY HAZAI EGÉSZSÉGIPARI INNOVÁCIÓNAK AZ ORVOSI ESZKÖZÖK VILÁGPIACÁN?

Nyilvánvalónak tűnik, hogy olyan termékek esetében, amelyeket a hazai egészségiparnál lényegesen fejlettebb, jobb lehetőségekkel rendelkező országok régóta művelnek, az esély csekély. Az esélyek olyan területen jobbak, ahol még a potenciális versenytársak sem értek el jelentős, „behozhatatlan” előnyt. Az okostelefon/okosóra-bázisú intelligens monitorozó/rizikóelemző eszközök világa ilyennek tűnik. Ez az üzletág ki akarja használni az okostelefonok vagy okosórák elterjedtségét, valamint az általuk nyújtott jelentős számítási kapacitást, vagy szőlóban, vagy kiegészítve valamilyen fiziológiai paramétert mérő egységgel. Ezek az eszközök közvetlenül a felhasználók sokmillió táborát célozzák meg, mindazokat, akik potenciálisan érintettek, és egyben rendelkeznek okostelefonnal/órával.

A korábbi telemedicinás eljárásoktól eltérően, ma már reális azt várni, hogy a legfejlettebb eszközök közvetlen egészségügyi tanácsadást, rizikóelemzési feladatot végezzenek el, orvosi jelenlét nélkül, természetesen a vonatkozó etikai sza-

bályok betartásával ezzel együtt őrizték meg a mérések eredményét a további feldolgozások, ill. a gyógyítási folyamatok részére. Az elképzelések szerint ilyen típusú szolgáltatások csökkenthetik az orvos-beteg találkozások számát, másrészt folyamatos, ill. lényegében folyamatos jelenlétükkel a ritkán jelentkező kóros biológiai jeleket mérhetővé, dokumentálhatóvá teszik, megkönnyítve a későbbi orvosi kezelést.

Az 1. táblázat példaként a Framingham-study eredményeire támaszkodva példát mutat be „egymásra épülő” betegségek, ill. az azokhoz kapcsolódó monitorozási feladatokra.

	Betegség	HBP	DM	CVD	stroke
Rizikótényezők (Framingham)	dohányzás	x	x	x	x
	BMI	x	x	x	x
	HBP		x	x	x
	DM			x	x
	CVD				x
	AF				x

1. táblázat

*Egyszerűsített ábrázolás a szív- és érrendszeri betegségek kategóriájában definiált közvetlen (az életmódon keresztül érvényesülő) és közvetett rizikótényezőkről (amikor az egyik kialakult kóros állapot elősegíti egy másik állapot bekövetkezését). A bemutatott betegségek mindegyike függ a dohányzástól, valamint az életmódtól/túlsúlytól, esetenként közvetve, a BMI-n (body mass index, testtömegindex) mint paraméteren keresztül. Az oszlopok egymásutánisága (vízszintes tengely) gyakran arányos az életkorral. Például, a magas vérnyomás (HBP) már maga is rizikótényező az azt követő betegségek szempontjából stb. Jelölések az angol megnevezés rövidítése alapján: magas vérnyomás: HBP, cukorbetegség: DM, kardiovaszkuláris betegség: CVD, pitvari fibrilláció: AF)*

Az mHealth üzletág ebben az évtizedben indult, külföldön és belföldön egyaránt, tehát a potenciális piac egyes szektorait még senki nem foglalta el véglegesen. A felfutás az ipari becslések szerint gyors, 2012-ben még 6,7 milliárd USD volt a piaci részesedés, 2020-ra viszont már 59 milliárd USD bevételre számítanak, ami összemérhető a képalkotó rendszerek részesedésével.

## PÉLDÁK A HAZAI EGÉSZSÉGIPARI INNOVÁCIÓRA ÉS KUTATÁSI HÁTTERÉRE

Az alábbiakban rövid összefoglalók formájában, a teljesség igénye nélkül néhány elegendően érett példa ismertetésére kerül sor. A táblázat szerint a civilizált országokban a két legfőbb halálokozók az életmód hibáira, ezen belül a táplálkozás és a fizikai aktivitás hibáira vezethető vissza. Erre a problémára kíván választ adni a LAVINIA fantázianevű applikáció, amelyet az IME is több cikkben ismertetett [7,8]. Rövid emlékeztetőül az alábbiak jellemzik a rendszert:

- Egy táplálkozási anamnézis, valamint néhány kiindulási személyes adat felvételét követően, módot nyújt a felhasználónak, arra, hogy meghatározza a rendszertől elvárt eredményeket, pl. fogyás, diabétesz esetén követendő táplálkozás elősegítése stb.
- Ezt követően maximum napi 5 alkalommal bevitt táplálékok naplózására, majd kiértékelésére kerül sor, felhasználva a

LAVINIA rendszer adatbázisában tárolt recepteket, hazai és nemzetközi adatbázisokat és felszívódási ismereteket.

- A kiértékelés két fő szolgáltatása a napi energia-, szénhidrát-, zsír- és fehérjebevitel értékelése az adott személy esetén optimálisnak tekintett határértékek alapján, valamint hosszabb idejű (pl. 1 hetes) értékelése a táplálkozás kiegyensúlyozottságának.
- A rendszer túljutott az orvosi validáción, forgalmazását a Tudomány Kiadó Kft. végzi.
- Az alkalmazás pillanatnyi határa, hogy az adatbázisában csak magyarországi receptúrák szerepelnek.

A kardiovaszkuláris rizikó felismerésére szolgál a WIWE fantázianevű applikáció [9]. Ezen belül a rendszer egy névjegy nagyságú 5 mm magasságú mérőszközzel kiegészítve az alábbi adatokat gyűjti: Einthoven I EKG elvezetést, oxigénszaturáció adatait, továbbá ki van egészítve a napi mozgásmennyiség mérésere lépésszámlálóval. Az 1 perces mérések feldolgozásának eredményeként a rendszer automatikusan kijelzi és értékeli az alábbi paramétereket:

- Oxigénszaturáció, szívfrekvencia, PQ, QRS, QT távolságok.
- A megnövekedett stroke-rizikó mérése érdekében az ún. Poincaré ábra alapján vizsgálja a pitvari fibrilláció fennállását, továbbá jellemzi a szívfrekvencia-variabilitás mértékét.
- Jellemzi a kamrai tachycardia, kamrai fibrilláció, illetve a hirtelen szívmegállás rizikójának a mértékét, pontosabban azt vizsgálja, hogy fennáll-e az említett veszélyes kamrai történések bekövetkezésének szükséges, de nem elégséges kritériuma.
- Az utóbbi két alpont eredményei a stroke ill. a szívmegállás következtében bekövetkező halálozásokat akár 30-40%-kal képesek lennének csökkenteni az időben történő felismerés és orvosi beavatkozás esetén.
- A WIWE gyártója a Sanatmetal Kft. A készülék adottságai lényegesen felülmúlják az AliveCore heart monitor (USA) adottságait, amely alapvetően a pitvari fibrilláció felismerését célozza meg.

Fontos megemlíteni a sokelektrodás EEG vizsgálatok terén elért jelentős műszaki-számítástechnikai eredményeket, részben azért, mert szorosan kapcsolódnak a stroke esetek klinikai vizsgálatához, kezeléséhez, részben azért, mert az idősödő társadalomban „törvényszerűen” szaporodó betegségek (pl. Alzheimer-kór) korai felismerésénél hasznosnak bizonyult módszer, konnektivitás-vizsgálat számítástechnikai elvégzését akár a betegágnál lehetővé teszi [10]. Mindkét esetben lehetségesnek tűnik az MR vizsgálatok részleges kiváltása az állapotkövetések során. Az említett lehetőségek háttérében elsősorban a párhuzamos programozás megfelelő eljárásainak a kidolgozása áll, például:

- Az EEG felvételek automatikus műtermék-mentesítése terén,
- a konnektivitási egyenletek gyors, kvázi-real-time megoldása során,
- az eredmények gyors, képi megjelenítésénél.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az okostelefon-bázisú intelligens rizikóelemző vagy tanácsadó applikációk elvileg az egész lakosságot képesek bevonni a két, népegészségi szempontból fontos betegség (kardiovaszkuláris, valamint daganatos) kialakulásának mérséklésébe és a következményes egészségkárosodás csökkentésébe. Tekintettel arra, hogy a világ számos országában a helytelen életmód következtében kialakuló veszteségek hasonlóak, az is várható, hogy az elvileg is új elemeket tartalmazó megoldások képesek csökkenteni a veszteségeket.

Amennyiben a hazai ipar által létrehozott megoldások hamar piacra kerülnek, a kidolgozott applikációk hasonló okokból nemzetközi piaci sikerre is számíthatnak. Ki kell azonban emelni, hogy a tudományos eredmények hazai kézben maradó piaci hasznosításához gyors és hatékony pénzügyi-kereskedelmi-marketing támogatás szükséges.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Egészségjelentés 2015. Információk a hazai egészségveszteségek csökkentéséhez, NEFI 2015, Budapest.
- [2] Balog J et al.: Intraoperative tissue identification using rapid evaporative ionization mass spectrometry, *Sci. Transl. Med.*, 2013 Jul 17;5(194):194ra93.
- [3] Juhasz T et al.: Applications of Femtosecond Lasers in Corneal Surgery., *Laser Physics*, Vol. 10, No. 2, 2000, pp. 495 – 500.
- [4] Noncommunicable Diseases Country Profiles 2014, WHO Press, Geneva, Switzerland
- [5] Ritchie H, Roser M: Causes of Death Published online at OurWorldInData.org.(2019)
- [6] WHO Health Statistics 2016: Annex B: Tables of health statistics by country, WHO region and globally.
- [7] Kozmann Gy.és mtsai: Étkezési javaslat automatizált generálása táplálkozási és életmód-tanácsadó rendszerhez, *IME II. évfolyam*, 2003. / 3, 51-55
- [8] Gaál B és mtsai: Táplálkozástanácsadó szakértői rendszer., *IME X. évfolyam* 2011. 5/ 33-37.
- [9] Kiss O, Tuboly G és mtsai: Rizikótényezők okostelefon vizsgálata, *IME*, XV. évfolyam 2016. / 4, 42-46
- [10] Juhász Z: Nagysebességű EEG feldolgozás, *IME XVI. évfolyam* 2017. / 5, 48-52

**Prof. Dr. Kozmann György** bemutatása lapunk XVII. évfolyam 7. számában olvasható.