

# Az elektromedika következő 20 éve

Doug Rasor – Texas Instruments, Mir Imran – InCube, Inc.

Korábbi számainkban már megjelentettünk egy cikksorozatot arról, hogy a félvezetőgyártás szakemberei hogyan képzelik a digitális jelfeldolgozás következő évtizedét. Most még messzebb pillantunk a jövőbe: a félvezetőgyártás és az elektromedikai alkalmazás két szakemberének cikke az elektronika, az orvostudomány és az egészségügy összefonódó fejlődésének a következő húsz évét kíséri meg felvázolni.

Az orvosi elektronika szakterülete hosszú utat járt be az elmúlt 30 évben. Ha visszatekintünk a múlt század 80-as éveire, számos – mérföldkőnek számító – találmányt, módszertani innovációt fedezhetünk fel: 1980-ban készült el az első beültethető defibrillátor, 1982-ben kezdték alkalmazni a ballonos angioplasztikát (a szív beszűkült koszorúsereinek katéteren bevezetett ballon felfúvásával történő tágítását) és a szűkült érszakasz szabad keresztmetszetének a 90-es évek közepén bevezetett fémháló-implantátummal történő fenntartását. Ezek a példák azt mutatják, hogy a technológia milyen fontos szerepet játszott és játszik a betegségek kezeléstechnikájának pontossága és biztonsága terén. Az általános orvostechnológiai fejlődésen belül a félvezetőtechnikára is hihetetlenül nagy szerep hárul: az 1. ábra mutatja az elmúlt három évtizedben történt jelentős átalakulásokat, amelyek a félvezetők fejlődése nélkül nem valósulhattak volna meg.

Ha az elmúlt három évtized innovációjának ütemét gyorsnak éreztük, a következő 20 évet nem lesz túlzás hihetetlennek nevezni. Most még csak a felületét „karcoljuk” az elektromedikai alkalmazások előtt álló hatalmas lehetőségeknek.

## Használjuk a technológiát a jövő előrejelzésére!

A jövő orvostechnikai trendjeinek előrejelzésének a legjobb módja, ha megnézzük, mi van már most folyamatban az innová-

ciók terén. Sok technológia, amely a következő húsz évben általánossá válik, már ismert az orvosi szakma képviselői számára. Ezeket a klinikai kísérletek időigénye, azok hatásági engedélyezése, a kutatási költségek megtérülése és más tényezők befolyásolják, hogy ezeket az innovációkat milyen ütemben fogadja el és vezeti be világszerte az orvostudomány.

Néhány drámai változás várható a személyre szabott gyógyászat, az implantátumok és az optikai eljárások területén. Egy másik ígéretes terület, a vezetékmentes elektromedikai készülékek hatékony alkalmazása és menedzselése nagymértékben függ annak a hálózatnak a kiterjedésétől, amellyel az eszköznek együtt kell működnie, az átvitt adatmennyiségtől, a készülékek méretétől és az elvárt hatótávolságától. A megoldások céljának kritikus szemlélete a kulcsa annak, hogy kiküszöbölhessük a vezetékmentes kommunikációt zavaró tényezők kialakulását. Míg az olyanféle vezetékmentes interfészek, mint a WiFi, másnéven a vezetékmentes helyi hálózat (WLAN), a Bluetooth és annak kis adóteljesítményű változata a nagyobb kiterjedésű hálózatok megvalósítására kínál módszert, különös tekintettel azokra a kis energiájú alkalmazásokra, amelynek sok eleme már használatos például a Bluetooth-technológiában. A zavarforrások hatótávolsága és száma az eszközök működési környezetében problematikusá teheti a használatukat bizonyos alkalmazásokban.

Ennek eredményeképpen sok beültethető és kritikus betegőrző készülékben olyan egyedi megoldásokat kell megvalósítani, amelyek jobban kézben tarthatóvá és érthetővé teszik az általuk okozott elektromágneses zavarokat, az azokra való érzékenységet és a zavarforrásoktól való távolságra vonatkozó követelményeket.

Jelenleg a Continua Alliance folytat vizsgálatokat és tesz lépéseket annak érdekében, hogy a Bluetooth legyen az elektromedikai berendezések általánosan használt vezetékmentes kommunikációs platformja.

## Személyre szabott orvoslás

A mai társadalmunkra az jellemző, hogy beteggondozási rendszert működtet ahelyett, hogy egészségmegőrzéssel foglalkozna. A következő 15-20 évben a technológiai fejlődés abba az irányba tolódik el, hogy többet fordít és nagyobb felelősséget vállal a jó közérzet és egészség megőrzésére, a betegségek korai felismerésére és megelőzésére – a társadalom tagjainak kezébe adott eszközökkel.

1. ábra A félvezetők fejlődésének hatása egyes szakterületek átalakulására



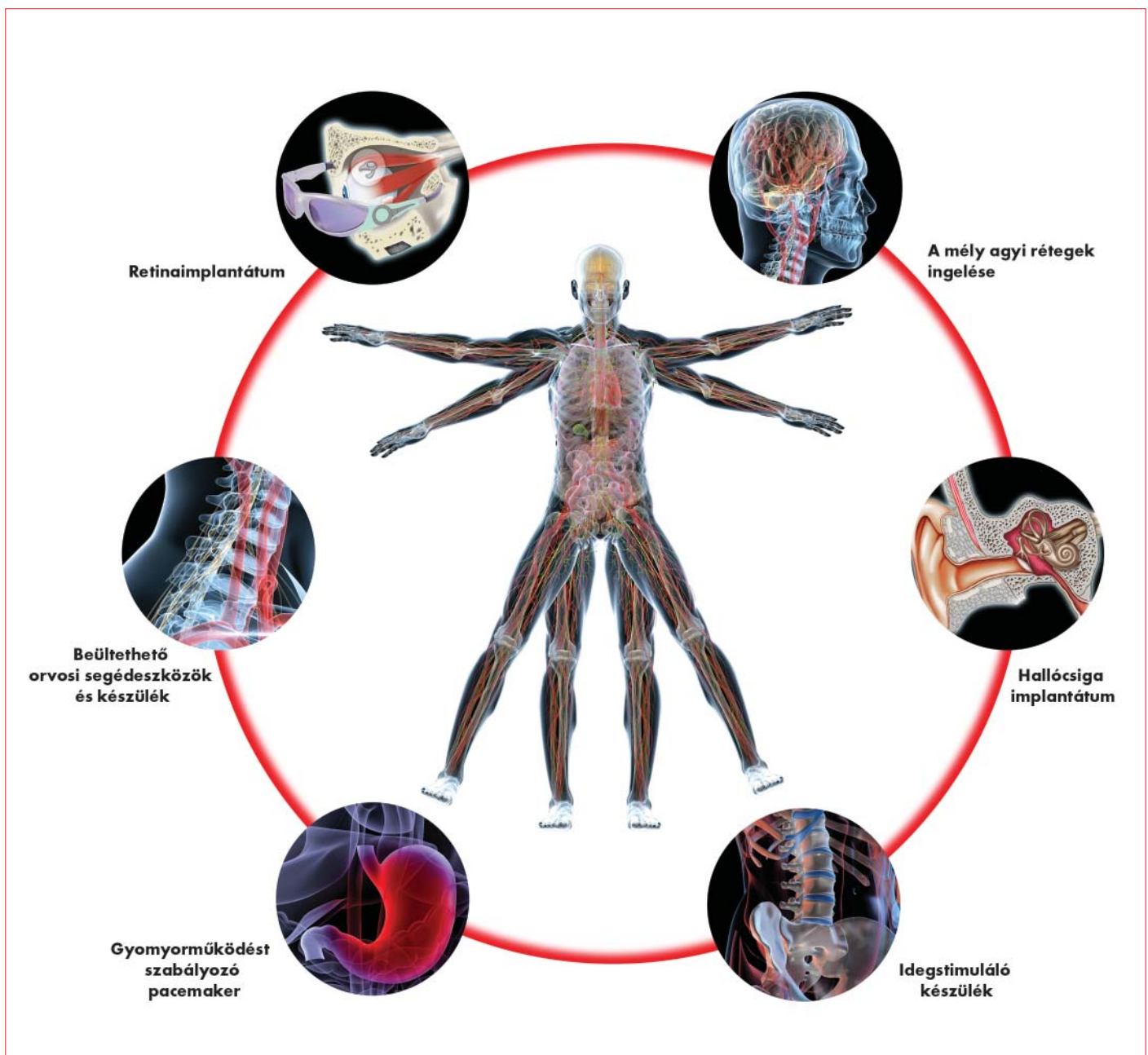
A következő húsz évben a világ népességének számottevő hányada jut olyan lehetőséghez, hogy ellenőrizhesse a saját egészségi állapotát olyan diagnosztikai eszközökkel, amelyek még a képalkotásos módszereket is magukban foglalják. Például a gyomor működését szabályozó elektronikus eszközt – egyfajta „gyomor-pacemaker” – lehet a szervezetbe ültetni az elhízás vagy az alkoholfüggőség kezelésére. Elképzelhető a sebészeti utókezelésben egy karon viselhető digitális készülék, amely a sebgyógyulást felügyeli és figyelmeztet a fertőződés tüneteire. Az illemhelyekbe épített, nagyteljesítményű szenzorok folyamatosan mérhetik a használó személy vizeletének és székletének baktériumszintjét és más tulajdonságait, amelyek figyelmeztethetnek a kezdődő fertőzésekre vagy más betegségek első jeleire – és ez csak a kezdet.

A mobiltelefonok hatékony platformjául szolgálnak majd az egyének és az egészségügyi ellátásukért felelős szakszolgálat között arra, hogy azonnali információkat küldjön előre meghatározott paramétereikről. Például a cukorbetegeket és

orvosukat 20 év múlva a mobiltelefon figyelmeztetheti a diabétesz sokk korai jeleire, mielőtt a beteg valóban észlelné a tüneteket. Több száz olyan alkalmazási terület létezik, ahol az elektromedikai készülék felruházhatja a felhasználóját azzal a képességgel, hogy ellenőrizze a saját egészségi állapotát és lépéseket tegyen a gyógyulás érdekében a betegség korai, tünetmentes szakaszában.

Az adatok integritása és hozzáférhetősége – a rendszer flexibilitásával és mobilitásával együtt – rendkívül fontos a legtöbb páciens monitorozó rendszerben. Az olyan interfészek, mint az Ethernet vagy a vezetékmentes hálózatok, lehetővé teszik, hogy a kórházak hálózatba kapcsolják az összes berendezésüket az épületükben éppúgy, mint a páciens otthonában. A jelenkor interfészei már alkalmasak arra, hogy az orvos távolról rákapcsolódhasson a páciens által viselt érzékelőegységre a kórház belső hálózatán keresztül, vagy kapcsolódhatnak a páciens mobiltelefonjával vagy a lakásában telepített biztonsági rendszerrel. Az egész rendszer a kórház vagy az egészségügyi

2. ábra Elektronika az emberi testben



szolgáltató hívóközpontjának hálózatára kapcsolódva folyamatos megfigyelést tesz lehetővé a páciens otthonában anélkül, hogy azt az orvosi megfigyelés alatt álló személy a magánéletébe való beavatkozásként érzékelné. A vezetékmentes interfészek – mint a Bluetooth vagy a Zigbee – szintén szerephez juthatna az ilyen megoldásokban. A vezetékmentes interfész kiválasztásánál a teljesítményfogyasztáson kívül az adatsebesség és a hatótávolság a két kulcsfontosságú követelmény.

A nagyobb hordozófrekvenciák – mint például a ma legelterjedtebb 2,4 GHz – világméretű lefedettséget tesznek lehetővé sok csatornán. Az alacsonyabb vivőfrekvenciájú rendszereknek viszont nagyobb a hatótávolsága. A sokcsatornás „egésztst-monitorozásnál” a hatótávolság egy állandó helyszínre korlátozódik, de igen nagy az adasebesség. Ha a monitorozás csupán néhány szenzorral történik, az adatsebességnél fontosabbá válik a hatótávolság. Végső soron olyan megoldást kell választani, amely megfelel a teljesítményfelvételi és adatsávszélességi követelményeknek.

### Beültethető mechanikai eszközök

Húsz év múlva minden beültetett orvosi implantátum állapotát elektronikus módszerekkel, a páciens épségét nem veszélyeztető, „nem invazív” módon lehet ellenőrizni. Ma például egy fémhálós artéria-implantátum egyetlen funkciót tölt be: fenntartja az artéria átjárhatóságát. A jövőben ugyanez az implantátum fel lesz szerelve egy rádiófrekvenciás azonosító (RFID) eszközzel, amely vezetékmentesen továbbít adatokat a véredény állapotáról, és ehhez csupán egy, a páciens mellkasát körülfogó pántra lesz szükség. A páciens csípőjébe, gerincébe vagy térdébe szenzorokat tartalmazó mesterséges porckorongokat lehet majd beültetni (2. ábra) annak nem invazív ellenőrzésére, mekkora erő terheli azt a területet, és ennek alapján az is meghatározható, hogy az implantátum megfelelően működik-e. Ha túl nagy nyomás lép fel, vagy az implantátum nem úgy működik, ahogy kellene, a szenzor időben figyelmeztetheti a páciens és orvosát arról, hogy sürgős beavatkozásra van szükség.

A nagyteljesítményű szenzorokat ma még nem használják széles körben, mivel az immunrendszer és a szervezet fehérjéi „megtámadják” és jellemzően néhány óra alatt hatástalanná teszik azokat. A következő két évtizedben a sejtbiológia eredményeit felhasználva megoldhatóvá válik, hogy a szervezet ne lökje ki magából idegen testként ezeket az eszközöket. Az összes beültethető eszköz akkor válhat széles körben elterjedté, ha a biológiai környezettel való kompatibilitását meg lehet oldani.

### Optikai eljárások

Már látszanak a körvonalai az olyan optikai eljárásoknak, amelyek lehetővé teszik, hogy az orvosok a szövetek kémiai változásaiba nyerhessenek betekintést. Azáltal, hogy osztályozzák a szöveteket bizonyos optikai reflexiós és elnyelési tulajdonságaik alapján, az orvosoknak lehetőségük lesz például gyorsan és könnyen – és főként sérülés okozása nélkül – megkülönböztetni a normál és rákos szöveteket. Ez a technológia különösen sokat ígér a nyelőcső, a száj és a bőr elváltozásainak időbeni felismerésében.

A következő húsz évben a spektroszkópia széles körű elterjedésére lehet számítani a végbélpolipok korai felismerésében. Egy optikai szondát a végbélbe vezetve várhatóan teljes bizonyossággal meg lehet majd állapítani, hogy a páciensnél jelen vannak-e ennek az elváltozásnak a tünetei, amelynek a további részleteit kolonoszkópiás vizsgálattal (vastagbél- és végbéltükrözéssel) lehet feltárni. Jelenleg több mint 100 millió kolonoszkópiás vizsgálatot végeznek el évente, és ez a spektroszkópiai vizsgálaton

alapuló gyors és olcsó technológia jelentősen csökkenti majd a kolonoszkópiás vizsgálatok számát az olyan pácienseknél, akiknek valójában nincs is szükségük erre a beavatkozásra. – ezáltal csökkentve az egészségügyi ellátás költségeit. Az eljárás nem invazív jellege ugyanakkor bátorítja majd azokat a pácienseket, akik tartanak attól, hogy megelőzési céllal kolonoszkópiás vizsgálatot végezzenek rajtuk – és ez az elváltozások korai felismerése révén sok emberéletet menthet meg.

Egy másik ígéretes optikai eljárás hosszúhullámú fényt használ a bőr alatti orvosi képpalkotásban. Ez a technológia láthatóvá teszi a vénákat a perifériás vénakanulók (branulók) behelyezése előtt – nem kell többé kellemetlenséget és fájdalmat okozni a véna „keresgelésével”. A hasfalán végzett kis bemetszéseken végzett (laparoszkópiás) sebészeti beavatkozások során segít megkülönböztetni az ereket az idegektől és ezen kívül más – normál megvilágításnál nem, vagy rosszul látható differenciálásra ad lehetőséget. Az összes ilyen technológiák az elektronika függvényei, hiszen fénykibocsátó félvezető eszközökkel (lézerekkel és ledekkel) lehet a megfelelő spektrumú fényt előállítani.

### Össejterápia

Az orvostechológia jövőjét kutató egyetlen fejtegetés sem lehet teljes az össejterápiák említése nélkül, amelyek várhatóan „orvosi közhelyekké” válnak a következő két évtizedben. A tudományos világ most épp csak az elején van azoknak a kutatásoknak, hogyan lehet az össejteket különféle szervekre jellemző funkcionális sejtekké átalakítani. Készülékekre van szükség, amelyekkel össejteket lehet kinyerni és más sejtípusoktól elkülöníteni. Olyan, elektronikusan vezérelt biokémiai reaktorokat kell megalkotni, amelyek megfelelő környezetet teremtenek az össejteknek a kívánt szövet sejtjeivé való átalakulásához, és módszerekre van szükség, amelyek ezeket a sejteket a megfelelő helyre „célba juttatják”. A szövetbarát anyagok létfontosságú szerepet játszanak majd abban, hogy ezekkel a sejtekkel „megjavíthassunk” rosszul működő emberi szöveteket, vagy regeneráljuk a hiányzó vagy elvesztett szerveket.

### A jövő ígéretes

Az innovációs görbékét nagyon nehéz előre jelezni. Meglehet, hogy az orvostechnika következő 20 éve nem hasonlít ahhoz, amit ma megkísérelünk előre látni. Azok az innovációk, amelyekről ma még nincs tudomásunk, 10 év alatt az egészségügy gondozás megszokott eszközeivé válhatnak.

Az orvosi technológiák területe roppant széles és végtelen lehetőségeket rejt magában. Az innovációval ma nagyon intenzíven foglalkoznak az Egyesült Államokban, Nyugat-Európában, Oroszországban, Izraelben, Kínában és Indiában – ezek az erőfeszítések is szükségesek ahhoz, hogy ezek a jövőbeli trendek valósággá válhassanak. A jövő ígéretes és izgalmas, és mi bízunk abban, hogy része lehetünk az egészségügyi technológiák ma ismert képét átforgató folyamatnak. A Texas Instruments analóg és beágyazott digitális jelfeldolgozási megoldásai, magas minőségi és megbízhatósági követelményei és az orvostechnikai alkalmazásokra fektetett különleges hangsúly vezető helyet biztosít számára ahhoz, hogy támogathassa az orvostechnikai berendezések gyártóit termékeik optimális megvalósításában.

További érdekes információkért látogassa meg a [www.ti.com/medical-ca](http://www.ti.com/medical-ca) weblapot.

[www.ti.com/hu](http://www.ti.com/hu)

<http://www.ti.com/ww/hu/cikkek-szakirodalom.html>