

## Ember-számítógép kommunikáció távlatai: IKT implantátumok

Rátai Balázs,<sup>1</sup> Sándor Judit<sup>2</sup>

*Az IKT implantátumok megjelenése és használatuk széleskörű elterjedése új gyógyászati lehetőségek mellett az emberi képességek tökéletesítését, valamint a számítógép és az ember közötti közvetlen kommunikáció lehetőségét vetítik előre. Ez a változás új etikai és szabályozási kérdéseket vet fel az elkövetkező évtizedben.*

### 1 Megnevezés és rövid leírás

#### 1.1 IKT implantátumok

IKT implantátum alatt alapvetően olyan információs és kommunikációs eszközöket értünk, amelyek az emberi testbe ültetve működnek. Az IKT implantátum elnevezés egy 2005-ös, Az emberi testbe ültetett IKT implantátumok etikai kérdései c. tanulmányból származik, amelyet az European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE) készített.

A jelen elemzés kizárólag azon ú.n. aktív IKT implantátumok<sup>3</sup> használatának fejlődésére koncentrál, amelyek közvetlenül az emberi idegrendszerrel kommunikálnak vagy az emberi test működéséről, állapotáról gyűjtenek és közvetítenek információt a külvilág felé.

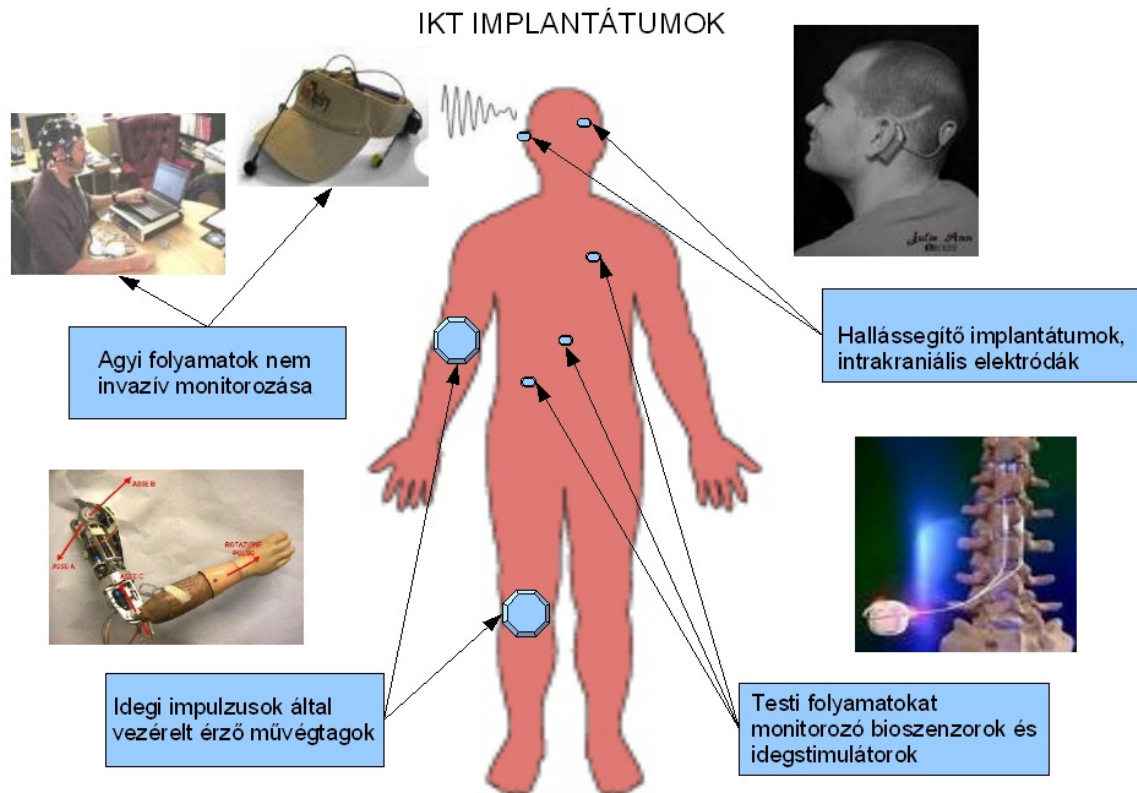
Az IKT implantátumok megjelenése új távlatokat nyit az ember és a számítógép közötti kommunikációnak a lehetőségei terén. A téma nem kizárólagosan informatikai jellegű, hanem valódi interdiszciplináris terület, amelyben számos tudományág és tudományterület érintett a kognitív tudománytól kezdve a neurológián át az elektronikáig. (A legfontosabb érintett tudományterületek részletes felsorolása megtalálható az 5. fejezetben.)

Az IKT implantátumok használatával a közeljövőben elsősorban az egészségügy területén foguk találkozni, azonban IT3 projekt jellegéből adódóan a tanulmány nem az IKT implantátumok gyógyászati alkalmazásának jövőbeli fejlődését mutatja be, hanem az IKT implantátumok használatát lehetővé tevő technológiák (elsősorban műszaki területre sorolható technológiák) fejlődését, valamint az IKT implantátumok jövőbeli használatából eredő, valószínű etikai-jogi kérdéseket tekinti át. Külön szeretnénk kiemelni azt is, hogy az IKT implantátumok használata az informatika szemszögéből nézve elsősorban az ember-gép kommunikáció új lehetőségei szempontjából bír kiemelkedő jelentőséggel. Ennek megfelelően az IKT implantátumok használatára vonatkozó jelenlegi helyzet bemutatása során az egyes technológiák bemutatása során az ú.n. invazív és nem invazív technológiák csoportosítást választottuk, mert a két terület a jövő ember-számítógép kommunikációjának két alapvetően eltérő modelljét vetíti elénk.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> A tanulmány megírásához jelentős szakmai segítséget kaptam Gál Viktortól a Semmelweis Egyetem Szentágothai János Tudásközpont - MR Kutató Központ kutatójától, valamint Hauzman Eriktől a Semmelweis Egyetem I. Sz. Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikájának munkatársától.

<sup>2</sup> A tanulmánynak az IKT implantátumok használatához kapcsolódó etikai-jogi kérdéseket áttekintő részei Sándor Judit a CEU Bioetikai és Jogi Központjának (CELAB) igazgatója, valamint más CELAB kutatók által, az NHIT felkérésére készített összefoglaló felhasználásával készültek. Az eredeti összefoglaló letölthető a CELAB honlapjáról: [www.ceu.hu/celab/Biotechnology](http://www.ceu.hu/celab/Biotechnology)

<sup>3</sup> Az aktív implantátumok jellemzője, hogy saját vagy állandó jellegű külső energia ellátással rendelkeznek.



Áttekintésünk az alábbi területekre terjed ki:

- az agyi működés monitorozása,
- az agyi működés befolyásolása,
- az idegrendszer jeleinek érzékelése,
- idegpályák stimulálása,
- az emberi test biokémiai folyamatainak monitorozása.

(A felsorolt területeket szemlélteti a fenti ábra.)

Mindezek alapján a vizsgálat elsősorban az IKT implantátumoknak a következő körét érinti:

- hallás- és látássegítő implantátumok (visual and audio implants)
- agy-komputer interfészek (brain-computer interface)
- művégtagok és idegrendszer közötti interfészek (neural interface)

<sup>4</sup> Az IKT implantátumok elsősorban olyan eszközök, amelyek az emberi testbe ültetve működnek, a mi vizsgálatunk azonban kiterjed a bőrfelületre helyezett vagy az emberi test közelében található olyan eszközök várható fejlődésének áttekintésére is, amelyek nem tekinthetők a szó szoros értelmében implantátumoknak, mert nem kerül sor az eszközöknek az emberi testbe ültetésére. Ezekre az ún. nem invazív eszközökre azért terjesztjük ki az elemzést mert éppen úgy agyi, idegi vagy testi folyamatok megfigyelésre vagy befolyásolására alkalmasak mint a testbe ültethető eszközök, ezért lényegében azonos funkcionalitással rendelkező eszközökről van szó.

- idegpályák stimulálására alkalmas implantátumok
- egyéb (nem idegi) testi funkciókat monitorozó technológiák (implantált bioszenzorok).

Nem vizsgáljuk az elemzésben a passzív implantátumok (pl. implantált RFID chip-ek), valamint azon off-line eszközök fejlődését, amelyek nem kommunikálnak az aggyal vagy az idegrendszerrel és nem az emberi testben zajló, illetve nem idegi-biokémiai folyamatokról szolgáltatnak információt (pl. lenyelhető bélkamera). Az áttekintésnek nem célja továbbá, hogy állást foglaljon abban a kérdésben, hogy jó-e vagy rossz-e az IKT implantátumok használata, továbbá nem tárgya az agyi IKT implantátumok használhatóságával szorosan összefüggő kérdésnek, az emberi gondolkodási folyamatok leírását célzó tudományos ismeretek jövőbeli fejlődésének bemutatása.

## 1.2 Az IKT implantátumok jelentősége

Az IKT implantátumok fejlődése és használatuk elterjedése ma még elsődlegesen rehabilitációs jelentőséggel bír. Ennek megfelelően az IKT implantátumok használatára is csak a rehabilitáció körében találunk példákat: intelligens művégtagok, hallássegítő és fájdalomcsökkentő implantátumok. Ennek ellenére az IKT implantátumok technológiája elméletileg alkalmas lesz majd az eddigi a normalitás tartományán túlmutató, a jelenlegi emberi képességeknél „tökéletesebb” emberi képességek pl. „túlhallás”, „túllátás” képességével rendelkező ember létrehozására.<sup>5</sup>

Ha ugyanezt a lehetőséget nem az ember oldaláról, hanem technológia világa felől szemléljük, akkor az is láthatóvá válik, hogy az IKT implantátumok megjelenése potenciálisan lehetővé teszi az embernek a gépi világgal való közvetlen összekapcsolását. Ennek egy elképzelhető – akár már ma is megvalósítható – példája egy olyan cochlearis hallássegítő implantátum, amelybe integrálnak egy GSM mobiltelefont, a GSM hálózatok szolgáltatásainak igénybevételéhez szükséges SIM kártyával együtt. (Kiegészítve esetlegesen azzal az opcionális lehetőséggel, hogy ha az páciens vállalja, hogy óránként egy rövid reklámot meghallgat öt éven keresztül, akkor a szolgáltató fizeti a beavatkozás költségét.) Egy másik lehetséges alkalmazási példa egy olyan szagló implantátum, amely lehetővé teszi, hogy az interneten megrendelhető parfüm illatát megtapasztaljuk anélkül, hogy egyetlen csepp parfümöt felhasználnánk erre a célra, mivel a parfüm illatát reprezentáló kódot kell csak letöltenünk a testünkbe épített szagló implantátumra. Ez a két példa jól mutatja, hogy az IKT implantátumok fejlődésével egyre inkább lehetővé válik környezetünk gép által közvetített érzékelése, valamint az emberi érzéseknek és gondolatoknak közvetlen gépi feldolgozása.



<sup>5</sup>Az emberséget régóta foglalkoztatja a technológia által biztosított tökéletesedés és örök élet gondolata. Ezen gondolatok modern társadalomelméleti-filozófiai irányzatai közül a transzhumanizmus és cyborgizáció gondolatkeretét érdemes megemlíteni. A transzhumanisták szerint az evolúció következő állomása, a humán létből a transzhumán állapoton keresztül a poszthumán létbe történő átlépés, amely szükségszerű azért, hogy ne maradjunk le majdani intelligens gépeinktől. A kibernetikus organizmusból (cybernetic organism) rövidített cyborg szót 1960-ban, az ember világűrbeli alkalmazkodását kutatva, a NASA két tudósa, Manfred Clynes és Nathan Kline használták először. Az implantátumok alkalmazása cyborg-evolúcióként is megközelíthető: a természetes szerkezetek mechanikusokkal, gépekkel történő helyettesítése a külsőtől, a kevésbé meghatározótól a központ, az irányító felé ível.

Természetesen nagyon messze vagyunk még attól, hogy IKT implantátumok segítségével megszorítások nélküli, közvetlen kommunikációt folytassunk gépekkel, azonban a közeljövő IKT implantátumai ezt a lehetőségét hordozzák magukban.

## 2 Jelenlegi helyzet

Az IKT implantátumok körében a legfontosabb választóvonal az egyes technológiák között, hogy alkalmazásuk igényel-e komolyabb beavatkozást az emberi testbe. Ezen elhatároló ismérv alapján két fő csoportba sorolhatók az egyes implantátum technológiák: a) invazív és b) nem invazív. Az alábbi áttekintés során e törésvonal szerinti bontásban mutatjuk be a ma létező legfontosabb implantátum technológiákat.

### 2.1 Áttekintés

Az IKT implantátumok körében, az ún. cochlearis, hallássegítő implantátumok kivételével, jelenleg nem találunk széles körben alkalmazott eszközöket. Számos más területen azonban ma már eljutott odáig az IKT implantátumok kutatása és fejlesztése, hogy előreláthatóan 5-10 éven belül számos területen megindul az IKT implantátumok széles körű használata.

Fontos látni, hogy az IKT implantátumok esetében alapvetően olyan eszközökről van szó, amelyek gyógyítási célt szolgálnak, ezért az IKT implantátum kutatásokra, fejlesztésekre és alkalmazásokra ma elsődlegesen az orvosi célú felhasználások körében találunk példákat. Ennek ellenére, a gyógyítású célú IKT implantátumok alkalmasak arra, hogy az egészséges emberek képességeiket (tovább)fejlesszék segítségével. Ennek megfelelően már ma is folynak olyan – jellemzően katonai célú – fejlesztések, amelyeknek nem az elvesztett vagy hiányzó testi funkciók helyreállítása, hanem a meglévő testi funkcióknak a tökéletesítése vagy kiváltása a célja. A tökéletesítésre jó példa a jobb (pl. éjszakai) látást biztosító látássegítő implantátumok fejlesztésére vonatkozó elképzelés. Egyes testi funkciók kiváltására pedig a harci repülőgépek nagy repülési sebesség mellett történő irányításához lassú idegrendszeri reakciók okozta „problémák” kiküszöbölését szolgáló közvetlen agyi vezérlés megvalósítását célzó kutatások.<sup>6</sup>



### 2.2 Invazív technológiák

#### *Cochlearis hallássegítő implantátumok*

A cochlearis implantátum abban különbözik az egyszerű hallókészülékektől, hogy nem a külvilág hangjait erősíti fel, hanem a külvilág hangjait elektromos jellé alakítva közvetlenül a hallóidegpályákat stimulálja. A világon jelenleg kb. 100.000 ember használ hallókészülék helyett cochlearis implantátumot.

<sup>6</sup> Ezekről a kutatásokról kevés a publikusan elérhető információ, alapvetően azt lehet látni, hogy a katonai fejlesztések területén komoly az érdeklődés ezen megoldások iránt. Ld. pl.: M. Goldblatt, DARPA's Programs in Enhancing Human Performance, in: *Converging Technologies for Improving Human Performance*

### *Retinalis és corticalis látássegítő implantátumok (retinal and cortical implants)*

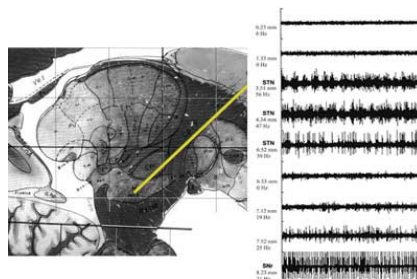
Látássegítő implantátumok fejlesztésével a 1920-as évek óta foglalkoznak. Két kutatási irány figyelhető meg. Az egyik a retina pótlását célozza meg (retinalis implantátumok), a másik pedig a látóidegpályák kikerülésével közvetlenül az agyba juttatott jelek segítségével próbál meg látásélményt létrehozni (corticalis látássegítő implantátumok). A két versengő technológia közül jelenleg a retinalis implantátumok fejlesztése az előre haladottabb, ugyanakkor a vakság azon eseteiben, amikor a látóidegpályák sérültek, a retinalis implantátumok elvileg sem jelentenek segítséget.

### *Agy-számítógép interfészek (brain computer interface)*

Összefoglaló kategóriája azon technológiáknak, amelyek az agyi tevékenységet közvetítik a számítógépek felé. Az agy-számítógép interfészek egy része agyi implantátumok alkalmazásából áll. A legszélesebb körben használt ilyen agyi implantátum a Utah Egyetem által fejlesztett Utah Elctrode Array (UEA). Az UEA 100 elektródja lehetővé teszi több agyi idegpálya tevékenységének megfigyelését és stimulálását. Jelenleg használt agy-komputer interfészek segítségével a páciensek képesek egy kurzort mozgatni a képernyőn.<sup>7</sup>

### *DBS, VNS (deep brain stimulation, vagus nerve stimulation)*

A DBS célja egyes agyi funkciók befolyásolása. Az agyba ültetett, önálló elektromos ellátással rendelkező implantátum segítségével lehetséges pl. a Parkinson-kór vagy epilepszia tüneteinek enyhítése a normálistól eltérő agyi idegi jelenségek befolyásolása által. Az ilyen implantátumokat szokás agyi pacemakernek is nevezni. Az agyi pacemakereket aszerint sorolják a DBS-ek vagy VNS-ek közé, hogy az agy mely területét stimulálják.



### *Funkcionális elektromos stimuláció (functional electrical stimulation -FES)*

A FES egy rehabilitációs technika, amely alacsony feszültségű árammal működő eszközök segítségével kívánja visszaállítani a fogyatékos emberek képességeit. Általában olyan alkalmazásokra utal, amelyek célja a sérült vagy hiányzó testi funkciók visszaállítása. A FES alkalmazások azáltal kapcsolódnak az implantátumok témaköréhez, hogy egyes FES megoldások esetében agyi vagy idegi implantátumot használnak a FES rendszerek vezérléséhez szükséges információ összegyűjtésére. Egyes FES megoldások azonban nem invazív technológiák segítségével gyűjtik az agyi működésre vonatkozó információkat.

<sup>7</sup> Ld. bővebben a Donoghue Lab-nál folyó kutatások bemutatását.

### *Fájdalomcsillapítás*

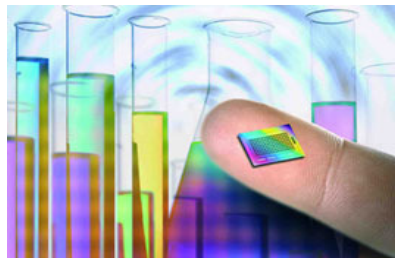
A gerincvelő közvetlen stimulálásával elérhető a fájdalomérzet továbbításának blokkolása. Néhány cég már jelenleg is, gyárt és forgalmaz olyan implantálható eszközöket, amelyek alkalmasak a krónikus fájdalom elektromos stimulációval történő megszüntetésére vagy csökkentésre.<sup>8</sup>

### *Egyéb (nem idegi) testi folyamatokat monitorozó technológiák (beültetett bioszenzorok)*

Az elmúlt években számos olyan emberi testbe ültethető eszközt vettek alkalmazásba, amelyek az ember testi funkcióit képesek figyelni, megfigyeléseik eredményét tárolni és egy a testen kívül található eszköz felé kommunikálni. Ezen eszközöknek számos fajtája áll klinikai kipróbálás alatt. (pacemakerek újabb generációja, inzulinszintmérők, rákos sejtek megfigyelését szolgálók, stb.)

Mivel ezen eszközök egy része a kommunikációt vezeték nélküli megoldásokkal valósítja meg az USA távközlési hatósága és az orvosi eszközök engedélyezésével foglalkozó FDA 2006-ban közös munkabizottságot hozott létre annak érdekében, hogy az ilyen eszközök frekvenciahasználatával kapcsolatos kérdéseket rendezzék. Az ideiglenesnek tekinthető megoldás az lett, hogy a 401-406 MHz-es frekvenciatartományban, egy ú.n. Gyógyászati Implantátum Kommunikációs Szolgálat (Medical Implant Communication Service - MICS) kialakítását engedélyezték.

A testi funkciókat monitorozó implantátumok vonatkozásában mindenképpen érdemes megemlíteni az ú.n. "lab-on-a-chip" megoldásokat. A "lab-on-a-chip" megoldások célja vegyületek és molekulák jelenlétének kimutatása egyetlen chip segítségével, amelyen egy vagy több laboratóriumi folyamatot integrálnak. Az ilyen csipek mérete jelenleg néhány milliméter és néhány négyzetcentiméter közötti. A technológia fő előnye, hogy pikoliternyi folyadékból is képes vegyületek jelenlétének a kimutatására. Az emberi testben zajló biokémiai folyamatokat vizsgáló és regisztráló implantátumok hatékonyságát és jövőjét jelentősen befolyásolja a "lab-on-a-chip" technológia fejlődése.



## **2.3 Nem invazív technológiák**

### *Agyi és idegi folyamatokat monitorozó technológiák*

Az emberi testbe ültetett eszközök mellett léteznek olyan megoldások is, amelyek a test felszínére vagy közelébe helyezett eszközök révén képesek agyi és idegi tevékenység megfigyelésére. Ilyen technológiák az EEG (elektroencefalográf), PET (pozitronemissziós tomográf), SPECT (single photon emission computed tomography), MRI (mágneses rezonancia vizsgálat), MEG (magnetoencefalográf) és NIR (near infrared detection). Ezen

<sup>8</sup> Ilyen eszköz például az Advanced Bionics Precision Spinal Cord (SCS) Stimulation System nevű terméke. ([www.advancedbionics.com](http://www.advancedbionics.com))

technológiák általában nagyobb méretű berendezések alkalmazását kívánják meg, ezért használatuk jelenleg csak laboratóriumi körülmények között lehetséges.

### *Agyi és idegi működést befolyásoló technológiák<sup>9</sup>*



A kutatási eredmények azt mutatják, hogy elektromágneses stimulációval jelentős mértékben befolyásolható az agy működése. Az ilyen technológiáknak két területe van. Az egyik a transcranialis – koponyán keresztül végzett - mágneses ingerlés (trans-cranial magnetic stimulation; TMS), a másik pedig a transcranialis egyenáramú stimuláció (transcranial direct current stimulation – tDCS). A TMS kutatásoktól elsősorban új gyógymódok kifejlesztését várják, ugyanakkor a kísérletek azt mutatják, hogy TMS segítségével az egészséges emberek képességei is könnyen megváltoztathatók vagy fokozhatók.<sup>10</sup> A TMS gyógyászati alkalmazása jelenleg gyerekcipőben jár, néhány kísérleti klinikai alkalmazásra találhatunk példát.<sup>11</sup> A tDCS kísérletek igazolták, hogy gyenge elektromos árammal történő stimulálással az agy emlékező képessége növelhető,<sup>12</sup> elérhető, hogy megváltozzon az ember érzelmi viszonyulása,<sup>13</sup> vagy javítható a perifériális látás.<sup>14</sup>

### **3 A várható fejlődés eredményének jellemzése**

Az IKT implantátumok alkalmazásának következő 10-15 évben várható fejlődése elsősorban fentebb bemutatott nehézségek megoldását célzó kutatások eredményességétől függ. Ezen problémák által kevésbé érintett területeken viszont az IKT implantátumok használatának gyors fejlődése várható.

Megítélésünk szerint az elkövetkező 10-15 évben az alábbi fontosabb jelenségek tapasztalhatók majd:

- implantált fájdalomcsillapító idegstimulátorok elterjedése (2-5 év)
- vezeték nélküli beültetett bioszenzorok használatának gyors elterjedése (3-6 év)
- hosszú távon működőképes, testbarát neurocsipek használatának elterjedése (4-7 év)
- emberi végtagokat közel teljes értékűen pótolni képes érzeteket is továbbító művégtagok megjelenése (5-10 év)
- agyai működést monitorozó és befolyásoló, hordható (wearable) eszközök megjelenése (8-10 év)
- retinalis látássegítő implantátumok megjelenése (10 év)

<sup>9</sup>A TMS alkalmazási lehetőségeiről l. még Bostrom - Sandberg, Cognitive Enhancement: Methods, Ethics, Regulatory Challenges, p. 9.

<sup>10</sup> A TMS tekintetben a gyógyszerekhez és drogokhoz vetélytársa is lehet, különös tekintettel arra, hogy elvileg nem kizárt az emberi test biokémiai folyamatainak idegi alapú stimulálása vagy gátlása.

<sup>11</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Transcranial\\_magnetic\\_stimulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Transcranial_magnetic_stimulation)

<sup>12</sup> Javítja a memóriát az alvó agy elektromos ingerlése,  
[http://egeszseg.origo.hu/cikk/0645/304299/javitja\\_a\\_1.htm](http://egeszseg.origo.hu/cikk/0645/304299/javitja_a_1.htm)

<sup>13</sup> Gátolható az agyban a méltányosságra való törekvés,  
[http://egeszseg.origo.hu/cikk/0642/508004/gatolható\\_1.htm](http://egeszseg.origo.hu/cikk/0642/508004/gatolható_1.htm)

<sup>14</sup> Az agy stimulálásával javítható a perifériális látás,  
[http://egeszseg.origo.hu/cikk/0651/367508/az\\_agy\\_stimulalasa\\_1.htm](http://egeszseg.origo.hu/cikk/0651/367508/az_agy_stimulalasa_1.htm)

–magas információ-átviteli kapacitással rendelkező agy-komputer interfész technológia megjelenése (10-15 év)

## Várható fejlődés



1

## 4 Szükséges technológiai előfeltételek

Az IKT implantátumok széleskörű alkalmazása előtt számos megoldandó nehézség áll. Az IKT implantátumok alkalmazásának következő 10-15 évben várható fejlődése elsősorban ezen nehézségek megoldását célzó kutatások eredményességétől függ.

A mindennapi életben használható alkalmazások kifejlesztése előtt álló nehézségek azonban nem csak informatikai jellegűek, hanem tipikusan az emberi agy és idegrendszer működéséről, különösen az emberi gondolkodási folyamatról meglévő ismeretek hiányosságaiból, valamint az élő szövetek és az élettelen anyagok közötti evidens különbségek áthidalásának nehézségéből adódnak.<sup>15</sup> A két problémakör közül az agy működésével kapcsolatos kérdések tisztázása tűnik a nehezebb, hosszabb távú feladatnak.

A nem invazív technológiák esetében a problémát elsősorban az agyi működés monitorozására alkalmas eszközök mérete jelenti. Ez alól kivétel a NIR technológia, amely kisebb, sisakba szerelhető változatban is kellő mennyiségű információt képes szolgáltatni az agy működéséről. Hasonlóképpen az EEG-ből is léteznek kisebb, hordható eszközök, de ezeknél esetenként a fejbőrön elhelyezendő szenzorok nagy száma vagy a szenzorok tartós és megbízható érzékelőképességének a fenntartása okoz nehézséget.

<sup>15</sup> Természetesen a jelenlegi informatikai megoldások még nem biztosítanak az agy és az idegrendszer információfeldolgozásával megegyező teljesítményt, azonban ahogy azt korábbi mélyfúrások rámutattak, a műszaki fejlődésnek az számítási, feldolgozási és tárolási kapacitások rendelkezésre fognak állni, vagyis ez nem jelentheti az előrelépés akadályát ezen a területen sem.

Az invazív technológiák esetében is számos nehézség adódik. Ezek közül a legnagyobb problémát a következők jelentik:

- a beültetésből adódó károsodások elkerülése,
- a beültetett implantátum energiaellátásának biztosítása,
- az implantátum által okozható fertőzések elkerülése,
- az idegpályák és implantátum interfésze közötti kommunikációs képesség fenntartása,
- a beültetett implantátum kilökődésének megakadályozása.

Ezen nehézségek jelentősen csökkenni fognak a testbarát anyagok fejlődése, az alacsony energiaigényű chip technológia, valamint a vezeték nélküli energiaellátás fejlődése következtében.

## 5 Folyamatban lévő kutatások, fejlesztések

Az IKT implantátumok fejlődését számos tudományterület kutatásai érintik. Egy az eredeti végtagot teljes értékűen pótolni képes művégtag (kéz vagy láb) kifejlesztése esetében például egyidejűleg kell megoldani az idegrendszer által közvetített mozgató idegimpulzusoknak a dekódolását és kivezetését az emberi testből, a művégtagon elhelyezett szenzorok által végzett mérési eredményeknek az emberi agy és idegrendszer számára feldolgozható módon való kódolását, az így előállt "érzeteknek" a visszacsatolását az érző idegpályákra. Biztosítani kell a művégtag megfelelő tápellátását, az emberi végtagok összetett mozgásával összevethető mozgékonyt és flexibilitást. A példa alapján jól látható, hogy az IKT implantátumok fejlődésében az alábbi tudományterületeken folyó kutatások játszanak fontos szerepet:

- Élettani tudományterületek
  - o kognitív tudomány
  - o biofizika
  - o neurológia
  - o neurobiológia
  - o neuropszichológia
  - o idegélettan
  - o idegsebészet
  - o radiológia
- Információtechnológia
  - o információ átvitel (vezetékes és vezeték nélküli adatátvitel)
  - o információ tárolás
  - o információ feldolgozás (kódolás, dekódolás)
- Egyéb műszaki területek
  - o finommechanika
  - o elektronika
  - o szenzortechnológia

Mindezért nem véletlen, hogy az IKT implantátumok területén sikeresnek tekinthető kísérleti alkalmazásokat kifejlesztő kutatócsoportokban mindig megtalálhatók orvosok és informatikusok, valamint egyéb kapcsolódó műszaki tudományokban jártas munkatársak is. Ebből adódóan kizárólag IKT implantátumok kutatásával és fejlesztésével foglalkozó kutatóhely kevés van, ezek közül a kiemelkedők az alábbiak:

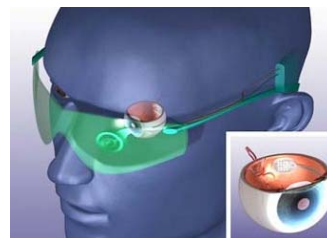
### 5.1 USC<sup>16</sup> Department of Biomedical Engineering - [bme.usc.edu/research](http://bme.usc.edu/research)



Az intézet az IKT implantátumokhoz kapcsolódó számos területen végez kutatásokat, amelyek közül a biomimetic microelectronic systems (BMES) elnevezésű 2003-ban indult 5 éves kutatási projekt érdemel külön említést. Ennek a projektnek a célja testbarát, az idegrendszerrel kétirányú kommunikációt lehetővé tevő eszközök kifejlesztése, amelyek vakság, bénulás, emlékezetzavar gyógyítására használhatók. (ld. még: [bmes-erc.usc.edu](http://bmes-erc.usc.edu))

### 5.2 Doheny Retina Institute - [www.doheny.org](http://www.doheny.org)

Az intézet szintén az USC egyik tanszékével közösen folytat kiterjedt kutatásokat a látássegítő implantátumok területén. Világon egyedülálló fejlesztése a szembe ültethető retinaprotézis (intraocular retinal prosthesis) amelyet 2006. végéig hat alkalommal ültettek be sikeresen.<sup>17</sup>



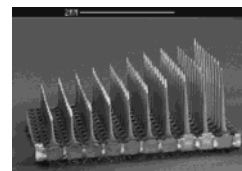
### 5.3 Rehabilitation Institute of chichago - [www.ric.org](http://www.ric.org)



Az intézet a világ vezető kutatóhelye az ún. bionikus végtagok területén. Az intézet keretében folyó Sensory Motor Performance Program (SMPP) keretében számos olyan kutatási alprojekt található, amelyek megalapozzák a mainál sokkal fejlettebb mesterséges végtagok széleskörű használatát. Az intézet nevéhez fűződik az első bionikus karok beültetése, amelyről korábban az IT3 Körképben mi is hírt adtunk.<sup>18</sup>

### 5.4 Center for Neural Interfaces - University of Utah - [www.bioen.utah.edu/cni](http://www.bioen.utah.edu/cni)

A Utah Egyetem kutatóközpontja fejlesztette ki az ún. Utah Electrode és Utah Slant Array-t, amely ma a legelterjedtebb agy-számítógép interfész. A kutatóintézet emellett kiterjedt kutatásokat folytat a látássegítő, hallássegítő és szagló implantátumok fejlesztése területén.



<sup>16</sup> University of Southern California

<sup>17</sup> Hasonló jellegű előrehaladott kutatások folynak a tübingeni szemklinikán. [www.uak.medizin.uni-tuebingen.de](http://www.uak.medizin.uni-tuebingen.de)

<sup>18</sup> ld. IT3 Körkép 2006 szeptember-október 107/2006

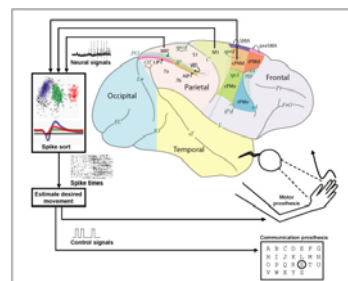
### 5.5 Donoghue Lab - Neuroscience Department, Brown University - [donoghue.neuro.brown.edu](http://donoghue.neuro.brown.edu)



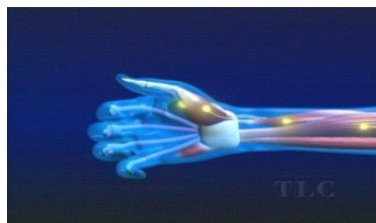
A John Donoghue által vezetett laboratórium egyike a legismertebb kutatóhelyeknek, amely az IKT implantátumok kutatásával és fejlesztésével foglalkozik. A laboratórium szorosan együttműködik John Donoghue cégével a Cyberkinetics Neurotechnology Systems-mel ([www.cyberkineticsinc.com](http://www.cyberkineticsinc.com)), amely az elmúlt években kiemelkedő sajtóvisszhangot kapott a BrainGate Neural Interface System sikeres klinikai kísérletei kapcsán. A BrainGate kísérletek lényegében igazolták, hogy lehetséges agyi implantátum segítségével az agyi működésről annyi információt nyerni és az így nyert információt úgy feldolgozni, hogy ennek eredményeképpen pusztán gondolatokkal vezéreljük egy számítógép képernyőjén a kurzort. A laboratórium a Cyberkinetics-el együttműködésben jelenleg a korábbi kísérletek eredményeinek felhasználásával igyekszik széles körben alkalmazható megoldássá továbbfejleszteni a rendszert.

### 5.6 Neural Prosthetic Systems Laboratory - Stanford University - [www.stanford.edu](http://www.stanford.edu)

A Neural Prosthetic Systems Laboratory az agy-számítógép interfész kutatás területén egy biztató kutatási irányt alakított ki az elmúlt évek során. Annak ellenére, hogy sok helyen folynak agy-számítógép interfésszel és fejlesztéssel kapcsolatos kutatások, érdemes külön megemlíteni a Stanfordon működő kutató laboratóriumot, mivel az elmúlt évek során sikerült egy ígéretes technológiával előállniuk, amelynek a nagy teljesítményű agy-számítógép interfész (high-performance brain-computer interface) elnevezést adták.



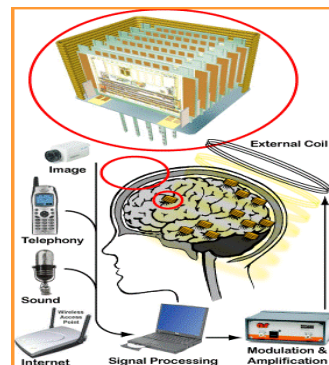
### 5.7 Cleveland FES Center - [fescenter.cwru.edu](http://fescenter.cwru.edu)



A Cleveland FES Center a FES technológiák kutatásának vezető intézménye. A központot egy háromtagú konzorcium hozta létre 1991-ben. A konzorcium tagjai a Cleveland VA Medical Center (CVMAC), a Case Western Reserve University (CWRU) és a MetroHealth Medical Center (MHMC). A Cleveland FES Center kutatásai kiterjednek a FES alkalmazások valamennyi területére. A közvetlen kutatások mellett a központ nyilvántartja és figyelemmel kíséri a világon folyó FES kutatásokat és alkalmazásokat. (ld. FES Resource Guide, [fescenter.cwru.edu/Resources\\_Info/fes\\_guide.htm](http://fescenter.cwru.edu/Resources_Info/fes_guide.htm))

### 5.8 North Carolina State University Bionics Laboratory - [www4.ncsu.edu](http://www4.ncsu.edu)

Az NC Bionics Laboratory egyike a kis energiaigényű, vezeték nélküli kommunikációt használó neuroimplantátum technológia kutatásával és fejlesztésével foglalkozó kutatóhelyeknek. A vezeték nélküli megoldások előnye, hogy jelentősen csökkentik az implantátum beültetésével kapcsolatos kockázatokat. A laboratóriumban folyó kutatások közül érdemes kiemelni a pacemakerekhez hasonló elven működő gyomorműködés-szabályozót, a fejre szerelhető DBS megoldást, valamint a nyelvvvel irányítható, vezeték nélküli mágneses vezérlő rendszert.



### 5.9 ENHANCE FP6-os kutatási projekt - [www.enhanceproject.org](http://www.enhanceproject.org)



A Európai Unió hatodik kertprogramja által támogatott ENHACE projekt célja annak vizsgálata, hogy az új tudományágak, mint a nanotechnológia vagy a biotechnológia fejlődése következtében megjelenő, az emberi képességek tökéletesítését lehetővé tevő új technológiák etikai és szabályozási kérdéseket vetnek fel. A

kétéves kutatási projekt további célja egy egységes európai politikára vonatkozó javaslat kidolgozása is. A kutatás koordinátora a Bristol Egyetem Orvosi Etikai Kutatóközpontja.<sup>19</sup>

## 6 Az IKT más területeire való hatások bemutatása

Az IKT implantátumok fejlődése húzó hatást gyakorol a nagy számítási és tároló kapacitással rendelkező, de alacsony energiaigényű IKT eszközök fejlesztésre.

Az implantátumok és a külvilág közötti kommunikáció területén kézenfekvő megoldása a vezeték nélküli eszközök alkalmazása. Ezért az IKT implantátumok megjelenése elősegíti a kis hatótávolságú vezeték nélküli hírközlési technológiák fejlődését.

Az érző IKT implantátumok megjelenése a tartalomkezelés területén az emberi érzetek szabványos kódolási, tárolási és továbbítási technológiájának kifejlesztése iránt keletkeztet igényt.

Az IKT implantátumok megjelenése a legnagyobb hatást az ember-számítógép közötti kommunikáció lehetőségeire gyakorolja. Ennek megfelelően számos újfajta végberendezés és kommunikációs interfész technológia kialakulását és elterjedését segíti elő.

<sup>19</sup> Centre for Ethics in Medicine, University of Bristol - [www.bristol.ac.uk/ethicsinmedicine](http://www.bristol.ac.uk/ethicsinmedicine)

## 7 Társadalmi-gazdasági hatások elemzése

Az információs és kommunikációs technológiákat (pl. számítógép, mobil telefon, laptop, stb.) idáig elsősorban otthon, szabadidőnkben vagy a munkahelyünkön használtuk. Az új fejlesztéseknek köszönhetően azonban ezen technológiák egyre inkább testünk részeivé is válnak, egyrészt azért, hogy (testünkön) hordjuk őket, másrészt azért, hogy ezeket a testünkbe implantálják.<sup>20</sup> Tulajdonképpen az az emberi igény, hogy az egyes kommunikációs technikák munka és más tevékenység közben is testközelben, állandó elérhetőségben legyenek már részben megvalósult. A gyógyászati és az érzékelés tökéletesítése céljából alkalmazott implantátumok esetében ez az elérhetőségi igény fokozatosan érvényesül, ezen kívül az *észrevétlenség* a diszkriminációs, stigmatizáló hatásokat is csökkentheti. A fogyatékoság korrigálására, hatásainak csökkentésére kialakított gyógyászati segédeszközök esetében mindig is nagy jelentősége van annak, hogy az eszköz rugalmasan, a mindennapi élet lehetőség szerinti legkisebb mértékű korlátozása mellett, minél kisebb méretben, rejtve is alkalmazható legyen. Egy nagyothalló-készülék alkalmazásánál, a jó minőségű hang mellett az észrevétlenség nemcsak esztétikai előny, de egyúttal, a *nagyothallás mint fogyatékoság hatásainak minimalizálására* és az ehhez tapadó *előítéleteknek a csökkentésére* is szolgál.



Első megközelítésben az IKT implantátumok, pl. a pacemakerek, nem tűnnek etikai szempontból problematikusnak. Ennek ellenére, bár az IKT implantátumokat bizonyos testi képességek kijavítására használják, az sem elképzelhetetlen, hogy visszaélések történhetnek, pl. amiatt, hogy ezen eszközök digitális hálózatokon keresztül hozzáférhetőek. Egyesek úgy vélhetik, hogy ezen IKT implantátumok sértik az emberi méltóságot és főként az emberi test integritását, míg mások szerint ezen implantátumok, egyes károsult emberi képességek helyreállításának eszközeiként épp az emberi méltóság tiszteletben tartásához járulnak hozzá.

### 7.1 Az alkalmazás során felvetődő etikai és jogi szempontok

Etikai szempontból az egyik legkomolyabb aggály a testi implantátumok gyógyászaton túli alkalmazása, amikor a képességeknek nemcsak az eddig a normalitás tartományában értelmezett alkalmazása valósul meg, hanem az ezen túlmenő tökéletesítés, a „*túlhallás*”, „*túllátás*”, végső soron, egy *emberfeletti képességekkel rendelkező ember* létrehozása. Ez számos etikai és jogi problémát okozhat. A közlekedésben például, nyilván jóval nagyobb sebességgel tud közlekedni az, akinek éles látása, gyors reakcióideje ezt lehetővé teszi, ez azonban másokat veszélybe sodorhat. A különleges, és a megszokottnál jobb hallással rendelkezők mások beszélgetéseit hallgathatják le, átírva ezzel a társadalmi érintkezés során kialakított magánéleti fizikális mezőket: például, ha titkot suttogunk, arra számítva, hogy ezzel a távolabb állók számára titok marad, amit mondunk. Tanulásban, versenyben, sportban,

<sup>20</sup> Aktív implantálható orvosi eszközök: minden olyan aktív orvosi eszköz, amelyet részlegesen vagy teljes mértékben az emberi testbe kívánnak orvosi vagy műtéti úton beültetni, azzal a céllal, hogy a beültetés után az emberi testben maradjon.

biztosításban, vagy akár munkavállalásban előnyhöz juthat az, aki titkon implantátummal javítja természetes képességeit.

#### *Az esélyegyenlőtlenség növekedése*

Hasonlóan a *genetikai embernemésítéssel*<sup>21</sup> szemben felhozott etikai érvekhez, itt is érdemes megvizsgálni az *esélyegyenlőtlenség növekedését*. Esélyegyenlőtlenségről akkor beszélhetünk, ha az implantátumok révén üzleti vagy más megfontolásokból bizonyos képességek fokozása lehetővé válik. Nyilvánvaló, hogy az implantátumot használók és nem használók között munkában, tanulásban, sportban komoly egyenlőtlenség keletkezik, amely hasonló módon működik mint a természetes (veleszületett) képességekben megmutatkozó egyenlőtlenségek esetében, azzal a különbséggel, hogy az egyenlőtlen képességeket nem valami a "biológiai lottó", hanem sokkal inkább az anyagi lehetőségek szabják meg. Ezért felvethető az is, hogy az anyagi különbségek további *képességvásárlás* révén növelhetőek a gazdagabbak javára.

#### *Technikai felsőbbrendűség*

Bár az IKT gyógyászati implantátumok épp a fogyatékoság és ezáltal a diszkrimináció csökkentését célozzák, a képességek technikai fokozása azonban ugyancsak diszkriminációhoz vezethet. Hangsúlyozni szükséges, hogy az IKT implantátumok nem szolgálhatják egy *technikailag felsőbbrendű elit dominanciáját* az implantátumokkal nem rendelkezők felett.

#### *IKT Dopping*

A sportban ez felvetheti az *IKT-dopping szabályozás* szükségességét, amely eleddig inkább csak bizonyos anyagok alkalmazását tiltotta a sportban.<sup>22</sup>

#### *Az IKT implantátumok és a kiskorúak*

Kiskorúak esetében, ha nem a hiányzó képesség, pótlásáról, a fogyatékoság csökkentéséről van szó nyilvánvalóan aggályos lenne a még fejlődőben lévő képességek eleve túlbiztosítása. Ez nemcsak esélyegyenlőtlenségekhez vezetne, de az egyéni erőfeszítést is eleve letörné.

#### *Fantázia és valóság egybemosása: Az erőszak triviálissá tétele*

Etikai és jogi szempontok a csupán szórakoztatási céllal létrehozott IKT alapú technikákra is vonatkozhatnak.

Az *Omega ügyben*<sup>23</sup> az Európai Bíróság kimondta, hogy nem ellentétes a közösségi joggal, ha egy tagállam tiltja az olyan gazdasági tevékenységet, amely alapján kereskedelmi

<sup>21</sup> Amely egyelőre még csak az igen távoli jövőben képzelhető el mint eshetőség

<sup>22</sup> Vö. a 2007. február elsején hatályba lépő UNESCO Egyezmény: International Convention against Doping in Sport, UNESCO.

hasznosításra kerül egy az emberölést mímelő játék, ha ez, mint az emberi méltóságot sértő tevékenység, az adott tagállam közrendjébe ütközik.

A jogesetben szereplő német „Omega” cég lézerjátékokat üzemeltetett. A játékosok lézerfegyverrel céloztak és „lőttek” egymásra, a találatokat pedig a játékosok speciális ruháján, valamint a lövöldözés területén elhelyezett érzékelők jelezték. Az emberölést imitáló játék bevezetését közfelháborodás követte, majd a helyi hatóság kifejezetten megtiltotta az ilyen természetű játékok szervezését azon az alapon, hogy azok a közrendre veszélyesek, mivel az eljátszott emberölés trivializálja az erőszakot, és mint ilyen szembekerül az alapvető értékekkel. Miután az „Omega” a határozat elleni valamennyi fellebbezését elutasították, a legfelsőbb fórum, amelynek döntése ellen fellebbezésnek helye nincs, az Európai Bírósághoz fordult.

Az előzetes döntéshozatali eljárás keretében a Német Szövetségi Közigazgatási Bíróság kérésére az Európai Bíróság (a továbbiakban: EB) az EK Szerződés 49–55. cikkében lefektetett szolgáltatásnyújtás szabadságát, valamint a 28–30. cikkben rögzített áruk szabad áramlását értelmezte.

Az EB hangsúlyozta, hogy a szolgáltatásnyújtás szabadsága korlátozható a közrendre hivatkozva, de csak amennyiben ez szükséges a védeni kívánt érdekek szempontjából, és ha a szolgáltatásnyújtás szabadságát kevésbé korlátozó módon ez a cél nem érhető el.

### „Hálófűggés”

Hasonlóan a már ismert sms-, internet- és email-függésekhez, ha nemcsak a kommunikációban, munkában, hanem az érzékelésben is kialakul egyfajta technikai függőség, az sértheti a személyiség integritását is. A személyiség dependenssé válik a technikától, ha ez meghibásodik, átmenetileg nem üzemeltethető az egyén halmozottan éli meg fogyatékoságát, vagy olyankor is fogyatékosnak érzi magát, amikor valójában csak egy kiegészítő túlfeljesztett képessége esik ki időlegesen. Úgy tűnik, hogy a hálófűggés fokozottan jelentkezhet az úgynevezett *online IKT implantátumoknál*.<sup>24</sup>

### *Az IKT implantátumokkal kapcsolatos kutatásban való részvétel*

Az IKT implantátumokat ellenőrzött kutatási protokollok alapján lehet csak szélesebb körben hozzáférhetővé tenni. A kutatás általános szabályai mellett nyilvánvaló, hogy a kutatás során nem használható olyan implantátum, amelynek testből való eltávolítása veszélyes, vagy a beültetése irreverzibilis.

<sup>23</sup> C-36/02 Omega Spielhallen- und Automatenaufstellungs-GmbH v Oberbürgermeisterin der Bundesstadt Bonn, 2004. október 14.

<sup>24</sup> Online IKT implantátumok: olyan ICT implantátumok, amelyek működése egy-egy külső számítógéppel való *online* kapcsolaton alapul, vagy amelynek működése *online* nyomon követhető egy külső számítógépről (bioszenzorok).

### *Felügyelet, nyomon követhetőség*

A testbe épített implantátumok alkalmasak arra, hogy ne csak azt a funkciót szolgálják, amelyre eredetileg létrehozták, hanem egyéb járulékos funkciókat is: így például nyomon követhetővé válik az a személy, akinek a testébe az implantátum került. Ennek lehetnek biztonsági okai, például, hogy a meghibásodás vagy a testi épségre veszély jelentő helyzet esetén segítséget nyújthassanak az implantátumot viselő személynek, ugyanakkor, alkalmas lehet az egyén mozgásának tevékenységének a követésére is. Ez önmagában felveti azt, hogy *ítéletvégrehajtási* vagy *kutatási* funkciót is betölthet a készülék. Míg az előbbi esetben gyakorlatilag falak nélküli börtönként működik a mozgást regisztráló implantátum, a másik esetében az egyén megfigyelhetővé válik.

### *Az IKT implantátumok és személyes adatok*

Az IKT implantátum készülék alkalmazása előtt is szükséges bizonyos egészségügyi jellemzőket előre felvenni, de elképzelhető az is, hogy az implantátum további adatokat gyűjt és juttat továbbá hordozó személyről. Ebből a szempontból elsősorban a bioszenzorok érdemelnek különös figyelmet.

A bioszenzorok vagy MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) diagnosztikai célra képesek adatokat gyűjteni, így lehetővé téve a személy távoli orvosi felügyeletét. Az adatbiztonság így alapvetően fontos, téves adat alapján téves beavatkozás történhet, illetve az adat illetéktelen személy kezébe kerülhet.

## **8 Magyar vonatkozások**

Az IKT implantátumokhoz kapcsolódó kutatás-fejlesztési tevékenység interdiszciplináris jellegéből adódóan Magyarországon is találhatunk olyan kutatókat és kutatócsoportokat, amelyek valamely IKT implantátumokhoz kapcsolódó területen értek el kiemelkedő eredményeket. Emellett természetesen IKT implantátumokat alkalmazó gyógyászati tevékenység is létezik. Például hazánkban is évek óta rutinbeavatkozásnak tekinthető a cochlearis hallássegítő implantátumok beültetése.

A magyarországi kutatás-fejlesztés körében kiemelkedőnek kell tekinteni Roska Tamás akadémikus<sup>25</sup> és más hazai vezető kutatók tevékenységéhez kapcsolódóan az MTA támogatásával létrejött, Magyar Info-Bionikai Kutatóközpont<sup>26</sup> elnevezésű kutatási együttműködést, amelyben 12 magyar kutatóhely a neurobiológia és az elektronika-számítástechnika interdiszciplináris területen folytat kutató, fejlesztő és oktató tevékenységet.

## **9 Következtetések**

Az IKT implantátumok használatának elterjedését lehetővé tevő technológiai fejlődés négy jelentős következménnyel jár:

---

<sup>25</sup> Érdemes megnézni Roska Tamásnak a Mindentudás Egyetemén, 2004-ben tartott , Info-bionika és érzékelő számítógépek c. előadását. - <http://www.mindentudas.hu/roska/20040607roska.html>

<sup>26</sup> <http://infobionika.itk.ppke.hu/>

- lehetővé válik a testi fogyatékkal élők nagy részének teljeshez közeli rehabilitációja,
- az IKT implantátumok gyártása, üzemeltetése és karbantartása köré szerveződő új gyártó és szolgáltató iparág jön létre,
- megjelenik az emberi képességeket növelő IKT implantátumok használata iránti igény,
- szükségessé válik az IKT implantátumok használatából eredő egyéni és társadalmi kockázatok csökkentését és megosztását biztosító szabályozás.

Ezekre a változásokra érdemes felkészülni. Ezen felkészülés részeként fontos figyelemmel kísérni az IKT implantátumok fejlődését. Elősegíteni a minél szélesebb körű tájékozottság kialakulását, felmérni az IKT implantátumok megjelenése által eredményezett társadalmi, kulturális és gazdasági hatásokat, valamint kialakítani az IKT implantátumok használatára vonatkozó szabályozási kereteket.

### **9.1 A rendszeres áttekintés és elemzés szükségessége**

Az IKT implantátumok jövőbeni alkalmazásai területeit ma még csak valószínűsíteni lehet. A terület várható gyors fejlődése miatt érdemes rendszeresen vizsgálni és figyelemmel kísérni a terület fejlődést. Az EGE például úgy véli, hogy a 2005-ös véleményét három-négy éven belül felül kell majd vizsgálnia.

### **9.2 Tájékoztatás, nyilvános vita, demokratikus döntéshozatal**

Fontos széleskörű társadalmi és politikai vitát folytatni arról, hogy mely alkalmazásokat fogadják el és engedélyezzék, főként a felügyelet és a tökéletesítés kérdésében. Az EGE az elővigyázatossági megközelítést ajánlja. A tagországok és azok etikai bizottságai felelősek azért, hogy az erre a területre vonatkozó oktatás és a konstruktív és tájékozott vita feltételeit megteremtsék.

Az átláthatóság biztosítása szempontjából fontos a nyilvános vita és az oktatás. Elő kell segíteni, hogy az IKT implantátumok használatáról a társadalom minél szélesebb rétegei számára álljanak rendelkezésre információk, az IKT- implantátumokhoz való hozzáférhetőség feltételei pedig nyílt, demokratikus döntéshozatali folyamat keretében jöjjenek létre.

### **9.3 Társadalmi, kulturális és egészségügyi hatások kutatásának szükségessége**

Szükséges kutatásokat folytatni a különböző típusú IKT implantátumok hosszú távú társadalmi, kulturális és egészségügyi hatásaira vonatkozóan, különös figyelmet fordítva a kockázati jellemzőkre, a kockázat felmérésre, a kockázat menedzsmentre és a kockázat kommunikációra vonatkozóan. Az EGE szerint mindezt szem előtt kell tartani az EU 7. Kutatási Keretprogramjában. Az ilyen típusú elővigyázatossági kutatás kulcsfontosságú ezen a gyorsan fejlődő területen.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Az EU számos keretprogramban foglalkozott már a genetikai vagy épp technikai tökéletesítés hatásaival lsd pld. ETHICBOTS (Emerging Technoethics of Human Interaction with Communication, Bionic and Robotic Systems), ENHANCE (Enhancing Human Capacities: Ethics, Regulation and European Policy) és EUROBOT FP6-os kutatási projektet.

#### 9.4 Szabályozás szükségessége

Nyilvánvaló, hogy az IKT implantátumok alkalmazása során az egyik sarkalatos kérdés a magánélet védelme. Az EGE vélemény is követendőnek tartja, hogy az egyes implantátumok használata előtt történjék meg a magánéletre gyakorolt hatások elemzése. A magánélet védelmét érinti például, ha az implantátum használata során szakembert kell igénybe venni, vagy ha az implantátum révén információk nyerhetőek az implantátumot hordozó hollétéről.

A jelenlegi törvények nem tartalmaznak útmutatást az emberi testbe ültetett nem gyógyászati jellegű IKT implantátumokra vonatkozóan, főként a titkosság és az adatvédelem tekintetében. A szabályozást a következő elvekre kell majd alapozni: emberi méltóság, emberi jogok, méltányosság, autonómia és az ebből származtatható elvek, az elővigyázatosság, a cél feltüntetése, az arányosság elve és a fontosság elve.

Az EGE véleménye szerint a gyógyászati célú beültetendő eszközöket a gyógyszerekhez hasonlóan kell szabályozni, amennyiben a gyógyászati cél azonos, különösen azért, mert az ilyen implantátumokra csak részlegesen vonatkozik a 90/385/EEC a Tanácsi Direktíva, amely előírja a tagországok aktív implantációs orvosi eszközökre vonatkozó jogszabályainak harmonizációját.

#### Felhasznált irodalom

Mihail C. Roco and William Sims Bainbridge (eds.), *Converging Technologies for Improving Human Performance - Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*, NSF/DOC-sponsored report , National Science Foundation, June 2002, Arlington, Virginia, forrás: <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/>

Brain Gate bemutatófilm a YouTube-on: [http://www.youtube.com/watch?v=VLymwjTMC\\_Y](http://www.youtube.com/watch?v=VLymwjTMC_Y)

Short interview with Kevin Warwick: <http://www.youtube.com/watch?v=qQN4CkEK5QE>

Nick Bostrom Anders Sandberg, *Cognitive Enhancement: Methods, Ethics, Regulatory Challenges*, 2006, <http://www.nickbostrom.com/cognitive.pdf>

*Ethical Aspects of ICT Implants in the Human Body - Opinion of the European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission*, 2005.03.16., [http://ec.europa.eu/european\\_group\\_ethics/docs/avis20\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/european_group_ethics/docs/avis20_en.pdf)