

Csordás Attila

Transzhumanisták

<http://beszelo.c3.hu/04/0203/17csordas.htm>

<http://beszelo.c3.hu/cikkek/transzhumanistak>

2004. február–március, Évfolyam 9, Szám 2 » Messzelátó



Képzeld el, hogy a következő változások történnek velünk és a környező világban: nagyságrendekkel okosabbak vagyunk, mint mostani önmagunk, intellektuális képességeink meghaladják a ma ismert leggyorsabb szuperszámítógépet, több száz vagy ezer évig élünk egészségesen, öregedés nélkül, érzékszerveink felfogóképessége sokszorosán meghaladja a jelenlegit, halljuk az infra- és az ultrahangokat, szemünk felbontóképessége sokszorososa a maiénak. Érzelmi állapotunkat folyamatos flow-élmény jellemzi, és érzelmeinket a mostaninál sokkal tökéletesebben tudjuk megélni, feltöltik a kognitív állapotainkat egy számítógépre, és onnantól fogva virtuálisan létezünk tovább, gyerekeink (genetikai utódaink) még nálunk is tökéletesebbek lesznek génmanipuláció révén, lakóhelyünk valamelyik naprendszer bolygója vagy éppen egy űrállomás. Izgalmas kérdés, hogy ha átmennénk az említett változásokon, és környezetünk is ilyen radikálisan átalakulna, akkor választanánk-e ezen lehetőségeket külön-külön, netán összességében is? Nos, a magam részéről habozás nélkül vállalnék egy több száz, több ezer évig tartó egészséges életet, egy a mainál jóval okosabb agyat, egy jó kis high-tech lakhelyet egy űrállomáson, vagy egy másik naprendszerben egy bolygón. De nem szeretném magamat pszichofarmakológiai szerek révén mindörökké boldoggá tenni, számítógépre feltölteni és fizikai valómat odahagyni; nem szeretnék olyan bionikus alkatrészekkel telepakolt humanoid lenni, mint a Robotzsaru, és azért az ötletért sem rajongok túlságosan, hogy az elmében levő összes információhoz hozzáférhessenek az agyamba épített, drótnélküli internet-eléréssel rendelkező implantátum révén.¹ Azok az emberek, akik szívesen vállalnák a fenti lehetőségek egyikét vagy többségét, és ezt hajlandóak beleépíteni racionális

élettervükbe, transzhumanistának tekinthetők.

Írásomban először szeretném körüljárni, hogy mit jelent a transzhumanizmus, milyen filozófiai elvek és tartalmak állnak mögötte, és milyenek a kritikai pozíciók vele szemben. Másodsor röviden kitérek a mozgalom történeti előzményeire, ezt követően pedig bemutatom a mozgalom mai formáit, különféle közösségeit, jelenlegi illusztris figuráit és politikához való viszonyát. Ezt követően ismertetek néhány technológiát, amelynek megvalósítása a transzhumanisták explicit céljai közé tartozik: ilyen technológia az életkor-meghosszabbítás kapcsán a krionika, az összejtérápia, a szövetépítés, a génterápia. Szóba kerül az univerzálisan alkalmazható nanotechnológia, a szuperintelligencia olyan megvalósítási lehetőségei, mint a neurofarmakológiai szerek, az agy-gépi interfészek és neuroimplantátumok vagy a feltöltés. Az emberi környezetet megváltoztató technológiák közül az űrtechnológiával és űrkolonizációval foglalkozom. Végezetül érzékeltetem a mozgalom heterogenitását, illetve különbséget teszek az egyes morálisan kevésbé vagy egyáltalán nem, valamint az erősen megkérdőjelezhető transzhumanista technológiák között.

Meghatározás

A transzhumanizmusnak nincsen kanonikus definíciója, ami egyszer és mindenkorra rögzítené, hogy mi a transzhumanizmus. Ennek egyik oka az, hogy a transzhumanisták igenelnek és támogatnak minden olyan új, ma még elképzelhetetlen technológiát, amely segíthet meghaladni a mai emberi állapot biológiai korlátozó tényezőit. Másképpen mondva: a transzhumanista felfogásba eleve bele van építve az, hogy mindig változzon a tartalma. Másik, történeti oka a szabatos definíció hiányának az, hogy a transzhumanizmus fokozatosan alakult ki az elmúlt két évtized folyamán laza, alulról szerveződő mozgalomként.

Nézzük meg a transzhumanizmus egy-két alap gondolatát néhány orientáló és autentikus szövegrész megidézésének segítségével.

„...azon az előfeltevésen alapul, hogy az emberi faj nem az evolúció vége, sokkal inkább a kezdete.”²

„...interdiszciplináris megközelítés a technológia fejlődése révén megnyíló olyan lehetőségek megértésére és értékelésére, amelyek tökéletesítik az emberi állapotot és

az emberi szervezetet.”³

A kiváló open source kezdeményezés, az online megjelenő Wikipedia enciklopédia így fogalmaz: „A transzhumanizmus olyan formálódó spekulatív filozófia, amely szerint az emberi faj nem korlátozódik arra, amit a biológiai evolúció eddig létrehozott, hanem felteszi azt, hogy az emberiség belépett egy új, sokszor posztdarwiniánusnak nevezett korszakba, amelyben az embernek módjában áll irányítani a saját evolúcióját.”⁴

Két alapgondolat bontható ki ezekből a meghatározás-kísérletekből:

1. Egy evolúciós megfontolásokon alapuló filozófiai elgondolás, mely szerint az ember képes kontrollálni saját evolúcióját, képes megváltoztatni a jelenlegi emberi természetet, és egy átmeneti, transzhumán állapoton keresztül eljuthat fejlődésének poszthumán stádiumába.

2. Az a gondolat, hogy belátható időtávon⁵ belül megvalósítható lesz néhány olyan technológia, amelyek révén az ember meghaladhatja jelenlegi fizikai, biológiai, kognitív, érzelmi korlátait, illetve hogy meg kell vizsgálni ezen technológiák lehetséges társadalmi következményeit.⁶

Érdekes e ponton némi terminológiai tisztázást elvégezni. A transzhumán (transitional human) terminus olyan mérsékelt tökéletesített embereket jelöl, akiknek a képességeik a jelenlegi, tökéletesítetlen emberek és a teljesen – minden lehetséges technológia által – tökéletesített poszthumán lények közé esnek. A transzhumanista pedig az a mai ember, aki elfogadja a transzhumanista nézeteket.

Több szempontból is problematikusnak tűnik a két alapgondolat megfogalmazása és tartalma. Az első a megfogalmazások kétértelmősége. Nem lehet ugyanis egyértelműen eldönteni, hogy deskriptív állításokról vagy normatív megnyilvánulásokról van szó. Vagyis 1. esetében úgy értsük-e, hogy az ember képes szabályozni saját evolúcióját, megváltoztatni a jelenlegi emberi természetet, vagy erősebben értsük, úgy, hogy az embernek kézbe kell venni a saját evolúcióját és meg kell változtatnia a jelenlegi természetét. A második alapgondolat esetében pedig az-e az állítás, hogy belátható időn belül megvalósíthatóak a transzhumanista technológiák, vagy az, hogy meg kell valósítanunk, ki kell fejlesztenünk ezeket olyan rövid időn belül, ahogy lehet. Nem mindegy, hogyan értjük ezeket a

megfogalmazásokat, és a transzhumanisták egyfolytában ingadoznak a kétféle megközelítés között, amivel bizonytalanná teszik a pozíciójukat.

A második probléma technológia és evolúció viszonyát érinti. Nyilvánvaló, hogy a két fogalom közötti viszony cél-eszköz viszonyként írható le, amelyben a vágyott és célként kitűzött poszthumán állapotot a transzhumanisták technológiai eszközök segítségével kívánják elérni. A transzhumanista irodalomban nem szokták szétválasztani a két gondolatot, hanem egyként kezelik; Nick Bostrom technológiai posztulátumnak⁷ nevezi, Ray Kurzweil pedig definíciószerűen egyesíti az evolúciót és technológiát, amikor a technológiát így határozza meg: „A technológia az evolúció folytatása más eszközökkel.”⁸ Ugyanakkor evolúció és technológia ilyen mértékű összekapcsolása fogalmilag indokolatlan, és kritizálhatóvá teszi a transzhumanista álláspontot. Vegyük észre ugyanis, hogy evolúció és technológia egymástól logikailag független fogalmak – nyilvánvaló, hogy az emberi biológiai evolúciós folyamat zajlik tovább technológiai eszközök folytonos feltalálása és alkalmazása nélkül is, és fordítva, az is igaz, hogy az egyes technológiai újítások bevezetése és alkalmazása nem jelenti egyben az emberi evolúció egy újabb állomását. A véletlen variációk – természetes szelekció – környezeti adaptációnak darwini mechanizmusai (pl. vírusrezisztencia kialakulása) tovább dolgoznak a mélyben, még ha a technológiai változások látványosabbak is, másfelől pedig például az ürtechnológia által lehetővé tett emberi jelenlét az űrben nem változtatja meg rövid távon az emberi faj evolúciós állapotát.

Az evolúciós, poszthumán gondolat kapcsán a kulcsfogalom az emberi állapot (human condition) vagy, más szóval, az emberi természet (human nature) sokat vitatott filozófiai fogalma. A harmadik probléma ezzel kapcsolatos. A hagyományos futurologia és a legtöbb politikai filozófia alappremisszája volt az az állítás, hogy az emberi természet állandó, hatalmas változások történhetnek a technológiában, kultúrában, társadalomban, de maga az emberi természet, akármilyen legyen is az, megváltoztathatatlan. A transzhumanisták elvetik ezt a feltevést, és a jelenlegi emberi kondíciót nem mindörökre rögzítettnek, hanem az evolúciós folyamat egy közbelső stádiumának fogják fel, amelyet technológiai eszközök révén megváltoztatni törekszenek. A transzhumanisták egyik legbefolyásosabb és legfőbb kritikusa, a konzervatív politikafilozófus Francis Fukuyama *Poszthumán jövőnk* című könyvében⁹ éppen az emberi természettel kapcsolatos transzhumanista felfogást bírálva kongatja meg a vészharangokat. Érvelése szerint a biológiai felépítésünk által meghatározott emberi természet megváltoztatásával az egyenlő emberi méltóság

kerül veszélybe, és sérülni fognak a liberális demokrácia alapjául szolgáló emberi jogok és értékek. E miatt a fenyegetés miatt a biotechnológia erélyes nemzetközi szabályozását tartja szükségesnek. Ám Fukuyama érvelésének hiányossága, hogy nem képes kielégítően definiálni az emberi természetet, amelynek védelmében pedig fellép. Legpontosabbnak tekinthető definíciója a következő: „Az emberi természet az emberi fajra jellemző, inkább genetikai, mint környezeti tényezőkre visszavezethető viselkedések, tulajdonságok összessége.”¹⁰ De ha nincsen egy szabatos fajfogalmunk, akkor ez a meghatározás nem sokat használ. Márpedig ilyennel nem rendelkezünk, a biológusok között jelentős viták folynak a különböző fajfogalmakról, melyek sokszor a vizsgált tudományos kérdésfeltevéstől, diszciplínától függenek. Vagy ahogy Daniel C. Dennett fogalmaz: „Kiderül, hogy a biológiában különböző fajfogalmak vannak, amelyek különböző használati módokkal rendelkeznek – ami működik a paleontológusoknak, nem sok hasznot hoz például az ökológusoknak – és nincs módja ezek egyesítésének vagy fontosság szerinti sorba rendezésüknek, nincs olyan mód, ami egyiküket (mint legfontosabbat) a faj fogalmaként megkoronázná.”¹¹ A transzhumanisták azzal, hogy az emberi állapotot állandóan változásra képesnek tartják, pontosan azt a régi vágású, arisztotelészi, esszencialista, szükséges és elégséges feltételekkel dolgozó fajfogalmat vetik el, amelyet Darwin kutatásai és evolúciós elmélete döntött romba. Ehelyett evolúciós megfontolásaik miatt a transzhumanisták a jelenlegi emberi természetet egy evolúciós történet adott ideig tartó epizódjának tekintik, egy óriási eseménysorozat picike részhalmozásának, amely folyamatosan változik az őt ért szelekciós nyomások és az ezekre adott adaptív válaszok révén.

Korunk hősei

A transzhumanizmus, transzhumán kifejezéseket először a biológus Julian Huxley (Aldous Huxley bátyja) használta 1956-ban megjelent *New Bottles for New Wine* című kötetében. Mai értelmében a transzhumán kifejezést a fent leírt transitional human rövidítésére vezette be F. M. Esfandiary 1966-ban. Esfandiary később FM-2030-ként lett a transzhumanisták egyik korai főideológusa, és nem érvén meg az életkor-meghosszabbító technológiák jótékony hatását, ma elveivel messzemenőig összhangban, lefagyasztva várja a poszthumán jövőt. 1989-es, *Are You a Transhuman?* című műve az evolúciós gondolat korai manifesztációja.

A transzhumanizmus intézményesülése a '80-as évek végére tehető. 1988-ban Max More és T. O. Morrow kiadták az *Extrópia Magazin* első számát, és négy évvel

később, 1992-ben létrehozták a kaliforniai székhelyű¹² Extrópia Intézetet. Ezek az adminisztratív lépések nagyban elősegítették a korábban szétszórt, és izoláltan, vagyis kis hatókörrel működő futurista csoportok egyesülését. Mivel sok transzhumanista nem értett egyet az Extrópia Intézet általuk túlzottan libertáriusnak tartott nézeteivel, ezért Nick Bostrom és David Pearce kezdeményezésére 1998-ban megalakult a Transzhumanista Világszövetség a különböző csoportok legátfogóbb gyűjtőszervezeteként.¹³

Max More a transzhumanisták számát világszerte 5-7000 körülire teszi.¹⁴ A Transzhumanista Világszövetség regionális és érdeklődési alapon szerveződik, a lokális csoportok megtalálhatóak a legtöbb kontinensen. Magyarországon tudunk szerint még nem alakult ki komoly és működőképes transzhumanista csoport. A Világszövetség vezetői alkotják a mozgalom mainstreamjét, köztük olyan nevek szerepelnek, mint Nick Bostrom, David Pearce, Anders Sandberg,¹⁵ a közgazdász Robert Hanson, Gregory Stock, a Redesigning Humans szerzője, Eric Drexler, Marvin Minsky, az M. I. T. mesterségesintelligencia-kutatója, és Ray Kurzweil, a The Age of Spiritual Machines szerzője. A mozgalom központi figurájának, főideológusának Nick Bostrom¹⁶ tekinthető, aki főfoglalkozása szerint analitikus filozófus, a Yale egyetem professzora. Bostromék kifejezett célja, hogy a transzhumanizmust akadémikus bázissal rendelkező tudományos diszciplínának fogadtassák el, ezért jelentetik meg az akadémikus módon szerkesztett Journal of Evolution and Technology című elektronikus folyóiratot (korábbi név Journal of Transhumanism), amely transzhumanista technológiával foglalkozó tudósok tanulmányait közli.¹⁷

Példaként lássunk néhány fontos csoportosulást a Világszövetségen belül. Az extrópiánusok befolyásos, nagyszámú transzhumanista csoportot képeznek. Az extrópia neologizmust a termodinamikából és információelméletből ismerős entrópiafogalom ellentétéként alkották meg. Fő gondolataik az örök fejlődés és fejlődésképesség, azaz önátalakító-képesség, gyakorlati optimizmus, racionális gondolkodás, nyitott társadalom és intelligens technológia. Nem különböznek túlságosan a többi transzhumanista eszméitől, mégis a megfogalmazások, fellépések sokszor politikusabb, határozottan libertárius jelleget öltenek. Fő alakjaik Max More¹⁸ és Natasha Vita-More. Az extrópiánusok poszthumán jövőképe beépített szexuális kapcsolót is magában foglal, mely révén szabadon választható lenne a biológiai nem.¹⁹

Az Előrelátás Intézet²⁰ (Foresight Institute) leginkább a nanotechnológiai fejleményekre koncentrál, éves konferenciái komoly szakmai seregszemlék.

Az egyik markáns transzhumanista közösség az online²¹ és offline egyaránt megjelenő Wired magazin körül csoportosul. Az 1993-ban, San Franciscóban néhány szerkesztő által összeállított első szám megjelenése óta a magazin igencsak kinőtte magát. Az offline, reklámokkal igencsak túlsúlyos kiadás valóságos vizuális merénylet a tapasztalatlan szemnek, a tematikai spektrum óriási. A lapban instant alkalmazható, hackernek adott szakszerű kód- és rendszerfeltörő tanácsokat, a legváltozatosabb és képtelenebb, elsöre felismerhetetlen funkciójú digitális kütyüket és biotechnológiai termékeket találhatunk,²² de olvashatunk a lapban az otthonában 350 dollárból nukleáris fúziós reaktort építő 15 éves kamaszról, a terápiás célú humánembrió-klónozásról közérthetően, mégis korrekten vagy éppen arról a neurális hálózatokat és genetikus algoritmusokat használó szoftverről, amelylyel a Jackson-féle Gyűrűk Ura csatajeleneteit készítették.

A transzhumanisták feladata nem lehetett túl nehéz, amikor világnézetük megalapozásakor kulturális és filozófiai előtörténetet kívántak konstruálni formálódó mozgalmuk számára. Hiszen céljaik, ti. az ember biológiai korlátainak meghaladása, vagyis „isteni” tulajdonságok megszerzése, egyidősek az emberi történelemmel.²³ Az újszerű és legitimitását éppen ezért biztosítani kívánó filozófia elődkeresése révén az új és legújabb kor majdnem összes fontos, valamilyen szempontból racionálisnak tekinthető tudomány- és kultúrtörténeti figurája helyet kap a transzhumanista panteonban.²⁴ Ezen múltkonstruálás érvényessége azonban erősen megkérdőjelezhető. Egyrészt azért, mert a huszadik századot megelőző évszázadokban nem lehetett komolyan gondolni olyan tervek megvalósítására, mint az életkor-meghosszabbítás, emberi jelenlét az űrben stb. Másfelől, mert egy lényegében a jövő felé orientálódó filozófiát nem érdemes túlzottan a múlttal megalapozni. Ugyanakkor a XX. század elején kiterjedt tudományos, ismeretterjesztő irodalom foglalkozott a tudományos és technológiai eredményeknek a társadalmat pozitívan vagy negatívan befolyásoló, az emberi állapotot tökéletesíteni képes potenciájával.²⁵ A század közepétől a transzhumanista gondolatok leginkább a tudományos-fantasztikus irodalom műfajában bukkantak fel.²⁶ Robert Ettinger 1964-es, *The Prospect of Immortality* című könyvével a krionikus mozgalom elindulásához járult hozzá döntő mértékben. 1972-es *Man into Superman* című könyve is igen nagy hatással volt a transzhumanista eszmék formálódására.

Ami az egyes transzhumanista csoportok esetleges politikai elköteleződését illeti, itt is, mint a témák kapcsán, különböző irányzatokkal találkozhatunk. Akiknek pl. az egyéni életkor-meghosszabbítás a szívügye, azokhoz jól illenek a libertárius-individualista értékek, míg mondjuk (a neurális-elektronikus interfészekkel és drótnélküli neteléréssel rendelkező emberekből álló) globális csoportelmét létrehozni kívánó transzhumanistákhoz²⁷ közelebb állnak az egalitárius-kollektivistikus értékek. Másfelől viszont vannak politikailag értéksemlegesebbnek tekinthető technológiák is, amilyen mondjuk a nanotechnológia. Ha mindenáron címkézni akarunk, ami leginkább az ellenlábások kedvelt módszere,²⁸ akkor jelenleg a transzhumanisták többsége leginkább a libertárius/individualista baloldalhoz sorolható, mindezeket a terminusokat szigorúan amerikai értelemben értve. Ugyanakkor a Transzhumanista Nyilatkozat²⁹ utolsó, 7. pontja leszögezi: „A transzhumanizmus nem támogat semmilyen konkrét pártot, politikust, politikai platformot.”

A következőkben ismertetek néhány, a transzhumanisták által erősen pártolt célt, és a cél megvalósításához felhasználni kívánt technológiai arzenált. Előbb vázolom, hogy hol áll ma a tudomány, és milyen eredményeket ért el, majd kitérek arra, hogy milyen sokszor jogos és sokszor jogtalan extrapolációt tesznek ezekből az eredményekből a transzhumanisták. Érdeemes különbséget tenni magát az embert megváltoztatni kívánó technológiák, mint a biotechnológia, a nem magát az embert, hanem az emberi környezet megváltoztatni kívánó technológia, mint az ürtechnológia, valamint az embert és környezetét egyaránt megváltoztatni képes technológia, mint pl. a nanotechnológia között. A szerző kompetenciája csak az embert megváltoztatni képes biotechnológiákra terjed ki, információtechnológiára, mesterséges intelligencia kutatására, ürtechnológiára nem. Azért érdemes az utóbbi lehetőségekről is beszélni, mert csak így adható nagyjából teljes kép a jelenleg forgalomban levő transzhumanista technológiai elképzelésekről.

A halhatatlanság felé

Az egyik legfőbb, ha nem a legfőbb transzhumanista cél a jelenlegi emberi életkor szignifikáns meghosszabbítása, ezen általában több száz, esetleg több ezer éves életkort vagy az öregedés okainak teljes kiiktatását, azaz korlátlan, de véges élettartamot³⁰ értenek. Hogy ez utóbbi alternatíva, vagyis a potenciális halhatatlanság mennyire lehetséges,³¹ ennek tárgyalásába itt most nem megyünk bele. Jelenleg is igen nagy piaca van a különböző antioxidánsoknak,

vitaminkombinációknak, hormonoknak, táplálék-kiegészítőknek, melyekre minimális életkor-meghosszabbítás reményében sokat költenek a fogyasztók. De több száz vagy ezer éves élettartamhoz némileg több szükségeltetik, mint napi egy-két pirula. Ezt a témához kapcsolódó tudományos/technológiai keretek bemutatásával világíthatjuk meg.

Azoknak az elszánt transzhumanistáknak, akiknek már nincs elég idejük megvárni a fizikai vagy egyéb immortalizációs technológiák megszületését, már ma is rendelkezésre áll a lefagyasztás lehetősége. Ezt „hivatalosan” halottnak nyilvánított emberekkel végzik – a személyek még életükben halálbiztosítást köthetnek egy krionikai szolgáltatást nyújtó céggel, aztán biológiai haláluk beállta után komoly mértékű sejtkárosodást szenved el a testük a fagyasztási folyamat során, majd állapotuk folyékony nitrogénben, -196 °C -on stabilizálódik. A krionika alapfeltevése az, hogy a jövőben kialakul az a technológia, amelynek segítségével újjáéleszthető lesz a lefagyasztott egyén, és elkerülhető lesz a halál eredeti oka, valamint a fagyasztással járó szöveti károsodás. A legkonkrétabb sejtés az, hogy a molekuláris nanotechnológia (lásd később) segítségével lesz a krionikus páciens újjáéleszthető. Erre a hipotézisre alapozva már ma is sok tehetős – hiszen az ilyen szolgáltatás költségei nagyok – transzhumanista vállalja a lefagyasztást. A bizonytalanság igen tetemes: a krionikai cég tönkremehet, a szerződés idő előtt lejárhat. De nem nagyobb ez a bizonytalanság annak bizonyosságánál, hogy ha egyszer meghalunk, és nem történik velünk lefagyasztás, akkor halálbiztos, hogy eredeti személyünk elvész. Erre mondják azt a krionicisták, hogy „a krionikus lefagyasztás a második legrosszabb dolog, ami történhet veled”.³²

Össejtek

A őssejt (vagy törzssejt, stem cell) fogalma jelenleg is alakulóban van, de ismerünk két általánosan elfogadott kritériumot. Az egyik szükséges feltétel a korlátlan önmegújító képesség, vagyis az, hogy a sejtek tetszőleges számú osztódás révén képesek magukkal azonos, differenciálatlan³³ utódsejteket létrehozni. A másik szükséges feltétel, hogy megfelelő fiziológiai körülmények között a törzssejt önmagánál differenciáltabb utódsejtek létrehozására is képes legyen (pl. a hasnyálmirigy inzulintermelő sejtjeivé vagy szívizomsejtté alakul). Vagyis törzssejteknek nevezzük azokat a sejteket, amelyek aszimmetrikus osztódás révén egy változatlanul osztódó azonos és egy másik, eltérő fenotípusú sejtet hoznak létre. Utódsejtjeikből a szervezet specializált sejtjei alakulnak ki. Hogy ezek pontosan

milyen sejtek lehetnek, azt részben az őssejtek fejlődési potenciálja, részben az utódsejtek környezete határozza meg. Az őssejtek sejtkezési lehetőségei jelentősen eltérnek attól függően, hogy milyen fejlődési stádiumban lévő organizmusból és milyen szöveti struktúrából származnak. Definíció szerint totipotens őssejteknek azokat a sejteket nevezzük, amelyek hólyagcsíra³⁴ (blasztociszta) állapotú embrióba implantálva potenciálisan a szervezet minden sejtfeleségét (több mint 200-féle sejtípust) képesek létrehozni. Totipotens sejt az embrionális őssejt (ES), amely blasztocisztából vagy a gonadális csíkból³⁵ (germinatív embrionális őssejt, GS) nyerhető.

A legtöbb őssejt azonban a felnőtt szöveti őssejt kategóriába esik, amelynek fejlődési potenciálja eredetétől függően változó lehet. A szöveti őssejt egy nem differenciált sejt egy differenciált szövetfeleségben, mely megújulásra, osztódásra képes. Újabb kísérleti eredmények szerint a központi idegrendszeri multipotens őssejtek más szövetek sejtípusainak létrehozására is képesek.³⁶ Más szervrendszerekből származó multipotens sejtek (pl. hematopoetikus sejtek) idegi differenciálódásának lehetőségei is fennállnak, ez az ún. transzdifferenciálódás, transzdifferenciáció jelensége.³⁷ Multipotens, azaz többféle sejt vonal kialakítására képes, felnőttkori őssejtek találhatók többek között a csontvelőben, szaruhártyában, retinában, májban, bőrben, vázizomban, bélrendszerben, hasnyálmirigyben és a központi idegrendszerben is. Ez utóbbi felismerés volt az 1990-es évek vizsgálatainak legérdekfeszítőbb eredménye, amely újabb horizontot nyitott a központi idegrendszeri sejt pótlások, transzplantációs próbálkozások terén. A legnagyobb fejlődési potenciálú, legtöbbféle differenciálódott sejté alakulni képes, pluripotensnek tekinthető felnőtt őssejtekre a csontvelői vérképző őssejtek a jelöltek. Felnőtt, emberi csontvelőből származó őssejtek idegsejtté, szívizomsejtté, májsejtté, bőrré, bélcsatornát bélelő sejté differenciálhatóak in vitro³⁸ szövetkultúrákban.

Mire jók az őssejtek? Az alap kutatásban az ES sejtek kulcsfontosságú eszközök az embrionális fejlődés alapvető eseményeinek megértésében, és segítségükkel talán magyarázhatóak lesznek a születési rendellenességek, valamint ezek esetleges megelőzése vagy javítása is elgondolható lesz. Másfelől pedig, és itt ez a minket igazán érdeklő kérdés, a törzssejtek terápiás alkalmazásának lehetősége óriási. Említsünk meg három lehetőséget, melyek közül az első a legfontosabb: az őssejtek a) elméletileg használhatóak sérült, károsodott szövetek, szervek pótlására, b) olyan gének célzott bevitelére, amelyek hiányzó, gyógyító hatású, az adott funkciót ellátó biomolekulák termelődését biztosíthatják, és c) lehetséges gyógyszerjelöltek

tesztelésére. A transzplantáció in vivo³⁹ regenerációt jelent: őssejtek, növekedési faktorok és hormonok adott célszövetbe vagy szervbe juttatását, amely in situ, helyben történő regenerációhoz, pótláshoz, funkció-helyreállításhoz vezet. Ez a stratégia eddig igen sok biztató eredményt hozott állatmodelleken. Csontvelői eredetű őssejteket diabéteszes egerekbe ültetve a sejtek preferenciálisan beépültek a sérült hasnyálmirigy-szövetbe. A transzplantáció után a vércukorszint szignifikánsan csökkent és az inzulintermelés növekedett, így a hasnyálmirigy károsodása helyrehozható volt. A multiplex szklerózis (MSZ) súlyos, agyat és a gerincvelőt károsító autoimmun betegség. Egerek agyából származó idegi prekursorsejteket MSZ-szerű tüneteket mutató egerek vérébe és gerincvelőjébe jutattak. A kezelt egerekben a károsodás részlegesen helyreállítható volt.

Transzhumanista szempontból a legfontosabb, hogy emberben is történt már néhány embrionális őssejt- vagy progenitorsejt-transzplantáció. Az egyik legfontosabb ilyen próbálkozás során emberi embrionális eredetű dopaminerg neuronokat ültettek be 40, súlyos Parkinson-kórban szenvedő páciensbe, 34 és 75 év között. Az eredmények szerint a beültetés szignifikánsan javította a fiatalabb, de nem befolyásolta az idősebb betegek állapotát.⁴⁰ A szakirodalomban komoly vita bontakozott ki az eredményekről és azok interpretációjáról.

Szövetépítés

A szövetépítés félszintetikus, bioartificiális szövetek, szervek előállítására károsodott, előregedett szövetek és szervek pótlására. Egy szövetépítő biotechnológus fő célja az in vitro szerv- vagy szövetszintézis. Az eljárás lényege az, hogy kultúrában állítanak elő szövetet, szervet úgy, hogy ES vagy felnőtt szöveti őssejteket és azok differenciálódását indukáló növekedési faktorokat helyeznek el egy biodegradábilis, a szervezetben káros melléktermék nélkül lebomlani képes polimer állványzatban (pl. kollagén), hordozóban, és azt egy bioreaktorban növesztik a megfelelő táplálék- és oxigénszint biztosításával addig, ameddig a sejtek benövik a hordozót. Ezután beültetik a struktúrát a testbe, a hordozó problémamentesen lebomlik és eltűnik a szervezetből, és visszamarad a funkcionális szövet, szerv. Ez olyan kompakt, határhártyával rendelkező szervek esetében ígéretes út, mint pl. szív, máj, vese, de nem igazán alkalmazható mondjuk a központi idegrendszerben.

Hol tart ma a szövetépítés? Vérmes remények azonnali valóra váltása helyett szolid, de biztos mérnöki fejlesztés folyik a fejlett világ egyetemének és biotechnológiai

cégeinek kutatólaboratóriumaiban. Egy múlt októberben publikált kísérletsorozat keretében⁴¹ például humán ES sejteket kétféle polimerből álló háromdimenziós vázba ültettek, és különböző növekedési faktorokkal kezeltek. Az adott szöveti sejtek differenciálódását indukáló faktorok hatására megfelelő szövetspecifikus fehérjék és sejtenkívüli mátrixmolekulák termelődését, valamint az adott szövetre jellemző sejtalakok kialakulását figyelték meg, így például retinsav hatására neuronális sejtnyúlvány-képződést és idegsejtekre jellemző nesztinfehérje-termelést, inzulinszerű növekedési faktor (IGF) hatására vérerszerű struktúrák kialakulását, transzformáló növekedési faktor (TGF béta) hatására porcszerű struktúrák képződését. Ezután ezeket a szövetkonstrukciókat kb. 5 x 4 x 1 mm-es darabkákra vágják, és beültették immundeficiens egerek háti régiójába, bőr alá. Két hét után vizsgálva a konstrukciók megőrizték mechanikai szilárdságukat, háromdimenziós organizációjukat, valamint a sejtek morfológiai és biokémiai állapotukat, azaz differenciált formájukat. Ezenfelül pedig a gazdaállatból származó vérerek nőttek be a szövetkonstrukcióba és valószínűleg összenőttek néhány helyen a konstruktumból származó erekkel.

Ezek ígéretes kezdeményezések, de azért az nyilvánvaló, hogy igen hosszú út vezet a néhány köbmilliméteres szövetdarabkák konstruálásától pl. a több köbdeciméteres, sokféle sejttypusból és szövetből álló máj létrehozásáig. Vagyis nem nagyon valószínű, hogy mondjuk öt éven belül valamelyik nagy amerikai áruházlánc egyik üzletében levehetjük a polcra az első, szövetépítők által készített vesét. Mivel gyors megtérülés hiányában a kockázati tőke jelentős része kivonulóban van a szövetépítéssel foglalkozó biotechnológiai cégek piacáról, ezért lehetséges, hogy a közeljövőben a fejlesztés leáll, és a szakemberek más lehetőségekre fognak koncentrálni.

Amennyiben a kívánt cél az emberi szervezet bármelyik szövetének, szervének regeneráltatása, akkor ehhez az *in vivo* és *in vitro* eljárások nagymértékű kombinálására lesz szükség. Ezen terápiás lehetőségek kutatását nevezik együttesen regeneratív medicinának.

Terápiás klónozás

A klónozás az itt használt értelemben embrió kialakítását jelenti a nukleáris transzfer (NT, szomatikus sejtmag-átvitel) technikája révén, vagyis az eljárás során felnőttből (páciensből) nyert differenciálódott, egészséges sejtet fuzionálnak enukleált,

sejtmagjától, a sejtmagi DNS-től megfosztott petesejttel, az így nyert sejtet pedig osztódásra készítik és hólyagcsíra állapotú embrióig növesztik. Terápiás klónozás esetében a cél személyre szóló ES sejtek kinyerése, és a blasztociszta állapotú klónozott humán embriókat erre használják. ES sejteket ugyanis a legbiztosabban a blasztociszta ún. belső sejtmasszájából (ICM, inner cell mass) lehet kinyerni. Az eljárás jó úton halad afelé, hogy rutinmunkává váljon. Amerikában például az Advanced Cell Technology nevű cégnél végeznek gyakorta sikeres terápiás klónozási kísérleteket, a február 12-ei Science-ben pedig egy dél-koreai kutatócsoport számol be hasonló eredményekről.⁴²

Ha a blasztociszta-állapotú klónozott embriót anyaméhbe ültetve egy béranya kihordaná, akkor az feltehetően olyan életképes magzattá és végül emberi egyedé fejlődhetne, akinek sejtmagi genetikai állománya azonos az eredeti sejtmagdonorral, így a donor klónjának tekinthető, amennyiben elfelejtjük azt, hogy a felhasznált petesejt citoplazmájában is található a petesejtet termelő nőtől származó mitokondriális eredetű DNS.⁴³ Ez az eljárás az ún. reprodukív klónozás, és jelenleg erős közmegegyezés van arról, hogy etikailag megengedhetetlen, ezért tiltani kell. A reprodukív klónozást a transzhumanisták sem tekintik kívánatos technológiának, és nem is lobbiznak mellette.

Génmanipuláció

A génterápia a fejlett génmanipulációs, génszélesítési eljárások alkalmazása terápiás célokra. Segítségével adott egészséges gént vagy géneket hordozó DNS-szakaszokat építenek be a kívánt sejtekbe, szövetekbe, módosítanak meglévő, hibásan működő géneket az adott bázisszekvenciánál, vagy éppen kivágnak hibás géneket a sejtekből. Szomatikus génterápia esetében ezeket a manipulációkat adott egyén diploid, anyai és apai kromoszómakészlettel egyaránt rendelkező, testi sejtjeiben végzik el, csíravonali génterápia esetében pedig a haploid, csak egyféle kromoszómakészlettel rendelkező ivarsejtben (petesejt vagy hímivarsejt). Csíravonal-manipuláció során a kívánt, bevitt tulajdonságot, tulajdonságokat hordozó gén(csoport) kifejeződik az utódokban, és örökletessé válik. Ez vezet ahhoz a lehetőséghez, hogy az embriókat módosítsák a szülők által választott tulajdonságok szerint. Ilyen tulajdonság lehet az intelligenciaszint, testmagasság, szem- és hajszín, külső megjelenés, fizikai teljesítőképesség, szexuális orientáció. Amennyiben az öregedésért viszonylag kisszámú gén működése tehető felelőssé, akkor ezek génmanipulációval történő módosítása elvileg sokszorosára növelhetné az élettartamot, és ez egy olyan

lehetőség, amit a transzhumanisták semmiképpen sem szeretnének elmulasztani. Alacsonyabb rendű állatokban, pl. a *Caenorhabditis elegans* nevű fonalféregben találtak olyan génmutációkat, amelyek révén a féreg életkora akár két és félszeresére növekedett, de találtak ilyen mutációkat az ecetmuslicában is. Jelenleg intenzív kutatás folyik az ezekben a mutációkban érintett gének emberi homológjai után, ám attól még igen-igen messze vagyunk, hogy minden, az öregedés folyamatában szerepet játszó gént és ezek fontos mutációit ismerjük. Ugyanakkor egyáltalán nem biztos az, hogy az öregedés ennyire jelentős mértékben genetikailag determinált program, amely csak a kromoszómális, sejtmagi DNS mutációira vezethető vissza, hiszen vannak rivális öregedéseméletek, mint pl. az öregedés kopáselmélete, vagy a szabadgyök- és mitokondriális elmélet, és ezek mellett szintén szólnak empirikus bizonyítékok.

A csíravonal-manipuláció alkalmazhatóságának egyik legkomolyabb elméleti akadálya, hogy a legtöbb, módosítani kívánt tulajdonság (mint pl. az intelligencia) kialakításában sok gén és fehérje-géntermék vesz részt. Ám a gének többsége az emberi élet folyamán többféle funkciót láthat el, és a módosítani kívánt komplex viselkedés sok-sok gén egymással és a környezettel való bonyolult, jelenleg kiszámíthatatlan kölcsönhatásainak eredménye. A szükséges interakciók ismeretének hiányában tudományos és etikai szempontból egyaránt igen felelőtlen vállalkozás lenne a komplex tulajdonságokkal kapcsolatos génmanipuláció.

Egy másik, etikai jellegű érv a csíravonali génmanipulációval szemben az, hogy megváltoztatja az emberiség közös génállományát, mégpedig irreverzibilis módon, és ez a manipuláció utáni generációk mindegyikét érinteni fogja. Vagyis ezektől a generációktól elveszi a választási szabadságot abból a szempontból, hogy ezek az emberek maguk nem dönthetnek arról, hogy kívánatosnak tartják és vállalják-e az adott, beépített génkombinációt. A transzhumanisták válasza az, hogy egy későbbi csíravonali génmanipulációval megszüntethetik a hatását a korábbi beavatkozásoknak, vagyis az ilyen típusú módosítás reverzibilis. Valóban, elvileg semmi akadálya annak, hogy ha beépítenek adott számú gént a hímivarsejtbe vagy petesejtbe, akár az eredeti kromoszómákba, akár mesterséges kromoszómakonstrukcióval, akkor azokat később el is távolíthatják, kivághatják a genomból, ismerve a manipuláció pontos helyét és mechanizmusát. De ebben az esetben is lesz legalább egy olyan generáció, akit érinteni fog a nem önként választott géntermékek fiziológiai hatása, pl. a memóriakapacitás megnövekedése, hangzik az ellenvetés. A válasz pedig erre is készen áll, hiszen létezik az a géntechnológia,

amely révén kondicionált módon építenek be egy gént, mivel eléépítik egy ún. gátló represszorfehérje génjét, és ennek átíródását és termelését egy adott stimuláns szedése indukálja, meggátolva ezzel az eredeti memóriafokozó géntermék átíródását.

Egy harmadik, igen súlyos probléma az eugenika vádja. Több ellenző szemében⁴⁴ a transzhumanisták által pártolt csíravonali génmanipuláció, vagyis a csecsemőtervezés aktív eugenikának minősül. Ezzel kapcsolatban két dolgot érdemes meggondolni. Egyfelől a humán embriók preimplantációs diagnosztizálása és szelekciója már elég régóta bevett gyakorlat. Gondoljunk arra, hogy az embriókat már eddig is szűrték olyan jól ismert születési rendellenességek, mint a Down-kór vagy az olyan, egyértelműen örökletes eredetű betegségek, mint a cisztikus fibrózis, a sarlósejtes vérszegénység vagy egyes rákfajták kapcsán. De, folytatódik az ellenvetés, az előzetes szűrés és szelekció passzív eugenika, míg a tulajdonságokat a születendő csecsemőben tetszés szerint módosítani kívánó géntechnológia aktív eugenika, s mint ilyen etikailag megengedhetetlen. A kérdést tovább mélyítendő érdemes egy másik szempontot megvizsgálni, mégpedig az ilyen eljárások várható költségeit. Ha a géntechnológiai szolgáltatás igen költséges lesz, akkor a csecsemőtervezés a gazdagok, a társadalom egy igen kis része számára lesz csak hozzáférhető. Ekkor, érvelhetnek jogosan az ellenzők, fellép annak veszélye, hogy kialakul egy új, genetikai alapú arisztokrácia, amely kompetitív előnyét generációkon keresztül megtartja. Abban az esetben viszont, ha a géntechnológia olcsóvá válik, lehetséges lesz, hogy akár állami szinten is garantálható legyen. Ekkor egalitárius szempontok is érvényesülhetnek, ugyanis lehetővé válik például örökletes betegségekben szenvedők, fogyatékkal élők számára, hogy utódaik (illetve szomatikus génterápia esetében maguk az érintettek) „genetikai minőség tekintetében a lehető legmagasabbat ériék el”.⁴⁵ Ennél a verziónál a transzhumanisták érvelhetnek a génmanipuláció mellett.

Egyébként könnyen lehetséges, hogy a súlyos etikai aggályokat okozó géntechnológiák elavulttá válnak mielőtt még széles körben alkalmaznák őket, mivel a molekuláris nanotechnológián alapuló nanomedicina ugyanazokat a kívánt célokat sokkal hatékonyabban elérhetővé teszi.

Nanovilág

A nanotechnológia olyan interdiszciplináris megközelítést használó alkalmazott tudomány, amely elvben egyaránt alkalmas az ember és környezete átalakítására. A

nanotechnológia a néhány száz nanométeres (1 nanométer = 10^{-9} m) és néhány mikrométeres (1 mikrométer = 10^{-6} m) mérettartományban lehetővé teszi az anyag szerkezetének manipulálását és molekuláris részletekre kiterjedő ellenőrzését. Ez a mérettartomány a biológiailag fontos makromolekulák (nukleinsavak, fehérjék, lipidek, szénhidrátok) mérettartományával esik egybe, így felveti a sejtek ezen építőanyagainak manipulálási lehetőségét, valamint azt, hogy a biológiai makromolekulák felépülését, összeszerelődését mintaként használjuk mesterséges nanoanyagok tervezésekor és gyártásakor. A nanotechnológia alapjául az a feltevés szolgál, hogy a kémiaiilag, energetikailag stabil és ismert szerkezetű anyagok meg is építhetők.

Susan Lindquist a következőképpen fejezte ki a nanotechnológia által nyújtott lehetőségeket: „Körülbelül 10 000 évvel ezelőtt kezdte el az ember domesztikálni a növényeket és az állatokat. Most eljött az ideje a molekulák domesztikálásának.”⁴⁶

Jelenleg két, egymást kiegészítő módszert használnak molekuláris nanoméretű anyagok (pl. szén-nanocsövek, fém-nanohuzalok), köztük bioanyagok (pl. szövetépítéshez használatos biokompatibilis fehérje-polimervázak) építésére: 1. fentről-lefele (top-down) módszert, amelyben egy komplex szerkezetet a részeire szednek, bontanak, és így alakítják ki a kívánt nanoszerkezetet, valamint 2. az alulról-felfele (bottom-up) módszert, amely során molekuláról molekulára, esetleg atomról atomra szerelik össze a kívánt szerkezetet.⁴⁷ A természet számtalan hatékony és kifinomult bottom-up gyártási folyamatot fejlesztett ki, és ezek eredményei olyan különleges anyagok és molekuláris gépezetek, mint a szervetlen ásványok, a szerves és szervetlen anyagokat egyaránt felhasználó kagylók, korallak, fák, csontok, izomrostok, fogak és a sejtközötti állomány nagy részét adó extracelluláris mátrix-molekulák, mint a kollagén, elasztin, valamint az olyan többfunkciós makromolekuláris szerkezetek (assemblerok), mint az oxigént a vértől a szövetekig és vissza szállító hemoglobin, a sejtmembrán különböző ioncsatornáit, a nukleinsavakat szintetizáló polimerázok, a fehérjék összeszerelő szalagaként szolgáló riboszómák és a sejtek fő kémiai-mechanikus energia-átalakítójaként szolgáló ATP (adenozin-trifoszfát) molekulát szintetizáló ATP szintázok. Nem nehéz párhuzamot vonni a molekuláris gépezetek és az ember által fabrikált gépek között: a hemoglobin szállítóeszköz, a riboszóma (össze)szerelőszalag, az ATP szintáz motor és generátor, a DNS és RNS polimeráz másológép, az ioncsatorna kapu, a membrán elektromos kerítés, a fehérjebontó proteáz bulldózerek, és a sejtmagi nukleoszóma, amely DNS és fehérjék funkcionális komplexuma, ami pedig nem más, mint miniatűr

(„nanoatúr”) digitális adatbázis. Mindezek a molekuláris masinák mintául szolgálhatnak az ember számára saját nanogépezeti tervezésekor és építésekor.

Mire és hogyan szeretnék felhasználni a transzhumanisták a nanotechnológiát? A transzhumanista Eric Drexler több könyvében⁴⁸ is foglalkozott a nanotechnológia jövőbeni lehetőségeivel. A Drexler által megálmodott assemblerek olyan nanoszerkezetek, amelyeknek nanoméretű számítógép által vezérelt robotkarjai vannak, és ezek segítségével képesek lesznek önmaguk másolatait is elkészíteni. A ribonukleinsavakból és fehérjékből álló riboszómák elvileg ilyen assemblernek tekinthetők, hiszen ezek „gyártják le” a földi élővilág által használt összes fehérjét, így részben önmagukat is. A Drexler-féle általános assembler a jóval speciálisabb funkciójú riboszómát alapul véve képes lesz elvileg tetszőleges molekuláris szerkezetet molekuláról molekulára haladva megépíteni, mégpedig a riboszómáktól eltérően, amelyek csak peptidkötést létesítenek, többféle kémiai kötés felhasználásával. A transzhumanisták nem is olyan titkos favoritja a nanotechnológia, amely a technológiák jolly jokereként képes lesz gyakorlatilag az összes jellegzetes transzhumanista célt, azaz az ember biológiai, intellektuális, érzelmi korlátainak meghaladását megvalósítani. Az ilyen assemblereket azért is favorizálják, mert majdnem tökéletes, néhány angströmnyi pontossággal lesznek képesek az egyes molekulákat egymás mellé építeni, kiváló minőségű és hihetetlen megbízhatóságú termékeket állítanak majd elő, továbbá mert környezetkímélők lesznek éppen a pontosságuk miatt. Ugyanakkor attól sem kell majd tartani, hogy ezek a nanogépek kiszabadulnának a kontroll alól, hiszen ún. kondicionált nanorendszerek kialakításával, amelyek működése valamilyen kívülről adagolt ritka vegyszertől, katalizátortól függne, a probléma kezelhetővé válna.

Szuperintelligenciának neveznek a transzhumanisták minden olyan értelmet, amely nagyságrendekkel tútesz az emberi elméken minden szempontból, legyen szó akár a kalkulációs, szimbólummanipuláló képességek gyorsaságáról (órajel), memóriáról, kreativitásról, társadalmi képességekről, és függetlenül attól, hogy emberi (szénalapú) vagy nem-emberi (szilíciumalapú) eredetű a szuperintelligencia. A gépi szuperintelligencia esetében a klasszikus mesterséges intelligencia eljárásai vagy a genetikusan kódolt algoritmusok és neurális hálózatok a mérvadóak. A másik esetben pedig három forgalomban levő technológiai lehetőségről is beszélnek, hogy az emberek szuperintelligenciákká válhassanak: 1. neurofarmakológiai szerek, nootrópikumok (agystimulánsok), 2. agy-gép interfészek, neurális implantátumok, 3. elmefeltöltés.

Boldogságtól ordítani

A transzhumanisták céljai között szerepel a kognitív kapacitás megnövelésén túl az ember jelenlegi érzelmi életének elmélyítése és gyógyszeres kontrollálása is. „Boldogság-központjaink átalakításával vagy gyógyszeres élénkítésével élvezhetjük érzelmeink sokrétűbb változatosságát, az életre szóló örömet és a derűs élménymaximumokat mindennap.”⁴⁹ Olyan típusú pszichotróp gyógyszerek nagyon felturbósított változataira gondolnak, mint az antidepresszáns Prozac (fluoxetin) vagy a koncentrációs készséget és munkateljesítményt fokozó stimuláns, a Ritalin (metilfenidát). Ezek a szerek Amerikában gyógyszernek minősülnek, és egyre több amerikai szedi őket. Ugyanakkor parázs vita folyik ösztársadalmi hatásukról, melyben az egyik oldalon állnak a megengedők és igenlők, a libertáriusok, akik szerint mindenki azt szed, amit jónak lát, feltéve ha másoknak nem árt vele, és ebbe a táborba tartoznak értelemszerűen a transzhumanisták is, a másik oldalon pedig a korlátozó, szigorúbb gyógyszerfelírási és használati szabályozást követelő konzervatívok, mint például Fukuyama. Fukuyama érvelése igen érdekes és megfontolandó a pszichotróp szerekkel kapcsolatban; a sokféleség és különbözőség liberális értékeit szeretné védeni a többség zsarnokságaként értelmezett demokráciával szemben, mondván, hogy nemcsak a politikai ellenőrzés, hanem a társadalmi ellenőrzés és manipuláció is veszélyes, amelyet pl. a szülők és tanárok érhetnek el a neurofarmakológiai szerek gyerekeknek előírt használata révén.⁵⁰

Bizsergetés

Az agy-gépi interfészek és neurális implantátumok mögötti gondolat az, hogy mivel az agyban az ingerületek elektromos módon terjednek, és ezek az elektromos jelek, akciók és egyéb potenciálok például elektródokkal elvezethetőek, ezért a szenzoros bemenetek és motoros kimenetek, idegpályák, interneuronok kívülről, számítógéppel manipulálhatóak, a neuronok nyúlványait bele lehet növeszteni szilíciumchipekbe. Az elmúlt években igazán biztató eredmények születtek a különböző interfészek klinikai alkalmazásával.⁵¹ Ami a szenzoros, érzetfeldolgozó neurális területek elektromos ingerelhetőségét illeti, több ezer süket emberben lehetett tartósan hallásérzetet kiváltani a fülcsigába implantált elektródok segítségével. Hasonló kísérletek folynak annak érdekében, hogy vakokban látás- és fényérzetet váltsanak ki a vizuális kéreg ingerlésével. A Parkinson-kórnál a dopamin nevű idegi ingerületátvivő anyag csökkentett szintje két agyi régió, a nucleus ventralis posterior és nucleus subthalamicus túlzott működéséhez és végső stádiumban teljes

mozgásképtelenséghez és halálhoz vezet. Mellkasba helyezett kis elektronikus kontrollegység és agyba implantált elektródok révén francia kutatók a két agyi mag stimulálásával jelentősen mérsékelni tudták a legsúlyosabb tüneteket, amikor kívülről rádiójelek segítségével bekapcsolták a készüléket. Ami a fordított irányt, vagyis a motoros kimenetek elvezetését és feldolgozását illeti, itt is intenzív munka folyik annak érdekében, hogy mozgássérült betegek tárgyakat tudjanak mozgatni a környezetükben, vagy éppen gerincvelői idegekhez kötött programozható protézisek segítségével mesterséges végtagok mozgását irányítsák.

A transzhumanisták a klinikai céloknál sokkal többet szeretnének elérni a bionikus agyimplantátumokkal. A komputációs képességet sokszorosára növelő, a memóriát lényegesen kibővítő, az érzelmi életet stabilizáló agyimplantátumokon túl most csak egy gondolatot említünk: a neurális-elektronikus interfészekkel és ezek által drótnélküli neteléréssel rendelkező emberekből álló globális csoportelme gondolatát.⁵²

Elmefeltöltés

A testi, fizikai, jelenlegi szénalapú hardverünket megőrző immortalizáció riválisa a hardverváltoztató feltöltés (elmefeltöltésnek, agyrekonstrukciónak is hívják), amely az adott emberi egyén teljes neurális hálózatát virtuális valóságban, számítógépekkel szimulálná. Egyes transzhumanisták elképzelései szerint az agy szinaptikus hálózatát le lehetne szkennelni fejlett leképező eljárások segítségével, esetleg nanotechnológiai eszközökkel atomokra bontva megszerezni a szükséges információt, és ezt számítógépen „programként” lefuttatva áthelyezni az emberi elmét. Milyen típusú információk begyűjtésére lenne szükség egy valamennyire is pontos másolat elkészítéséhez? Ismerni kellene az agyat alkotó idegsejtek szerkezetét, elhelyezkedését, háromdimenziós topológiáját, a neuronok egymás közötti drótozását, hierarchiáját, vagyis az idegsejt-nyúlványok, az axonok és dendritek hálózatát, a megközelítőleg teljes szinaptikus rendszert, az egyes régiók tüzelési mintázatait, a neurotranszmitterek pontos eloszlását, aztán mindezt az információt reprodukálni kéne egy számítógépen. Ezen a ponton érdemes néhány számmal előhozakodni, hogy érzékeltessük a feladat nagyságát. Az emberi agyban körülbelül 100 milliárd (10^{11}) idegsejt található. Ha egy neuron átlagosan 1000 kapcsolattal rendelkezik, akkor ez összesen körülbelül 100 trillió (10^{14}) kapcsolatot jelent. Tehát ezt a hálózatot kellene valahogyan leképezni, és számítógépen feldolgozni. Nem számoltuk bele az agysejtek támasztószövetét alkotó gliasejtek számát, amelyekből

becslések szerint 10 jut egy neuronra. Ez összesen 1 trillió (10¹²) sejt, és a gliasejtek szerepét illetően a szakirodalomban az elmúlt években valóságos kis forradalom játszódott le: immár nemcsak mechanikus, idegsejtek számára letapadási felületet, megfelelő fiziológiai mikrokörnyezetet és az idegrostoknak védőburkot biztosító sejteket látnak bennünk, hanem alkalmasint neuronális összejtraktátat, valamint az is felmerült, hogy az eddig feltételezettnél sokkal komolyabban részt vesznek az információfeldolgozó folyamatokban is.

Hogyan képzelik a transzhumanisták a feltöltést? Destruktív feltöltés esetében az eredeti agy megsemmisülne, nem-destruktív esetben pedig érintetlenül megmaradna. Destruktív esetben frissen lefagyasztott agyból indulnának ki, és szeletekre vágva, kétdimenziós szkennelő eljárásokkal, például elektronmikroszkóppal nézve, szeletről szeletre térképeznék fel az agyat, majd ezeket az információkat megfelelő szoftverek révén háromdimenziós hálózattá alakítanák. Az elvárás az, hogy az ily módon futtatni kezdett program azt állítaná, hogy ő az a személy, akinek az agyát sejtekre és molekulákra szedték szét, mivel ugyanaz lenne a személyisége, az érzései, az egyéni élettörténete, az emlékezete. Nem-destruktív esetben egy nem-invazív, azaz behatolást nem igénylő leképező eljárást használnának, például a nagy felbontású magmágneses rezonancián alapuló leképezés továbbfejlesztett formáját vagy valamilyen optikai leképező metódust.

Utóbbi helyzet elképzélésekor igen komoly szerep jutna a személyes azonossággal kapcsolatos filozófiai álláspontoknak, ugyanis el kéne döntenie például, hogy a nem-destruktív feltöltés után pontosan kivel is lenne azonos az eredeti személy, a feltöltött és futtatott szimulációval, vagy a fizikailag megmaradt mintapéldánnyal, esetleg mindkettővel, vagy éppen egyikkel sem. Egyelőre nem hallani olyan transzhumanistáról, aki feltöltéssel próbálkozott volna.

Miénk az űr

Az ember környezetére ható transzhumanista technológiák közül kiemelt szerepet kap az űrtechnológia. Ami a jelenlegi helyzetet illeti, van állandó emberi jelenlét az űrben, a Nemzetközi Űrállomáson (jóllehet ez 2010-ben megszűnik), és hatalmas publicitás övezi Bush 2003. december 17-ei bejelentését, mely szerint néhány évtizeden belül állandóan lakott holdbázist hoznának létre, és végrehajtanák az első emberes Marsot érintő űrutazást.⁵³ Az Európai Űrügynökség (ESA) 2030 körül véget érő Auróra programjának célja szintén emberek Marsra juttatása.

Az emberi időléptékben elképzelhetetlenül hosszú ideig tartó transzhumanista elgondolás a galaxis benépesítése. Űrkolonizáció, vagyis az emberi életforma kiterjesztése a térben és életkor-meghosszabbítás, vagyis az emberi életforma kiterjesztése az időben komplementer folyamatként foghatóak fel. A hosszú távú, más naprendszerekbe történő emberes űrutazások egyfelől vagy krionikus, lefagyasztó technológiát, vagy meghosszabbított életű személyzetet igényelnek, másfelől pedig az egy, a földi népesség számára széles körben elérhető életkor-meghosszabbító technológia által esetlegesen okozott túlnépesedési problémákat az űrkolonizáció értelemszerűen orvosolhatja.

A mozgalom heterogenitása, amely az egyes technológiák bemutatásából már eddig is kiderülhetett, a különböző transzhumanista technológiák egymás közötti viszonyainak vázlatos feltérképezésével érzékeltethető. Komplementer technológiák esetében a két technológia kölcsönösen erősítheti a másikat, de nem eszközszinten, hanem társadalmi megfontolásból, mint pl. az űrtechnológia és az életkor-meghosszabbítás. Inkompatibilis technológiák esetében ellenérdekeltség lép fel; ugyanazt a célt egészen más eszközökkel, más fizikai hordozókkal akarják elérni – példa erre a hardvermegőrző biotechnológiai életkor-meghosszabbító módszerek (amelyek jelenlegi fizikai formájában szeretnék az embert konzerválni) és a feltöltés révén történő hardverváltató immortalizáció viszonya. A kompetitív technológiák versengenek egymással ugyanazon cél elérése kapcsán, pl. az immortalizáció, kognitív képességek növelése esetében ilyen az őssejtterápia, szövetépítés, nanotechnológia, géntechnológia, a hangulatjavítást illetően pedig a pszichotróp szerek és a génterápia. Segédtechnológiák esetében az egyik technológia segít a másik technológia egyes részproblémáinak megoldásában: pl. a bionikus szervalkatrészek (mondjuk titánötvözetből készült, beépített, utántölthető elemekkel működő szív, művese, végtagprotézisek) az életkor-meghosszabbításnál egyes biotechnológiai megoldások (mint az őssejtterápia) mellé jó segítségnek bizonyulhatnak. Alaptechnológia pl. a fejlett információtechnológia, hiszen minden más transzhumanista technológiához szükséges információfeldolgozási eszköz. Vagy mondjuk a terápiás klónozás eléréséhez az embrionális őssejtek előállításához. Végül van egy univerzálisan alkalmazható technológia: a nanotechnológia.

A végtelen számú technológiai lehetőség és a technológiák közötti cseppfolyós viszonyok, azok átjárhatósága egymásba segítenek megérteni a szingularitás gondolatát, melyet Vernon Vinge vezetett be.⁵⁴ A szingularitás egy olyan jövőbeli

hipotetikus pillanat, amikor a technológiai fejlődés a pozitív visszacsatolások révén egymást erősítő technológiák hatására olyan mértékben megugrik, hogy a világ rövid időn belül a felismerhetetlenségig átalakul, és a jövő megjósolhatatlanná válik.

A szingularitás pillanatáig azonban nyilvánvalóan még sok vita lesz a transzhumanizmus körül. Ahogy az is kézenfekvő, hogy egy ilyen heterogén mozgalom esetén nehéz egységes érvelést pro vagy kontra kialakítani. Úgyhogy a viták mederben tartásához – a transzhumanizmus céljainak, kulcsfogalmainak fenti tisztázásán túl – hasznos és fontos lehet, hogy különbséget tegyünk az olyan etikailag erősen aggályos transzhumanista technológiák, mint a csíravonali génmanipuláció vagy a neurofarmakológiai szerek, és a kevésbé aggályosak, mint a feltöltés, az embrionális őssejteket használó kutatások, a neurális implantátumok vagy a nanotechnológia bizonyos felhasználásai, illetve az egyáltalán nem aggályos technológiák, mint a felnőtt szöveti őssejteket használó őssejtterápia és szövetépítés, vagy éppen szomatikus génterápia között. Már amennyiben érdemi vitát akarunk folytatni.

Jegyzetek

1 Persze ezek a preferenciák és ellenérzések könnyen megváltozhatnak a személy információs állapotának módosulása és a változatos élettapasztalatok függvényében. De annak kicsi a valószínűsége, hogy bekövetkezzen egy olyan állapot, amikor az illető az összes felsorolt lehetőséget támogatja, és az is ugyanolyan valószínűtlen, hogy mindegyik alternatívát elutasítsa.

2 <http://www.transhumanism.org/translations/hungarian/MagyarFAQ.htm> – a fordítást néhol módosítottam.

3 ...an interdisciplinary approach to understanding and evaluating the opportunities for enhancing the human condition and the human organism opened up by the advancement of technology (Bostrom et al.).

4 Transhumanism is an emergent school of speculative philosophy that is predicated on the idea that the human species is not confined to what biological evolution has thus far produced, and instead suggests that humanity has entered a new era, sometimes referred to as the post-Darwinian era, in which the species has the power to direct its own evolution . <http://en.wikipedia.org/wiki/Transhumanism>

5 Bostrom például ezt 70 éven belülre teszi.

6 Az embernek önkéntelenül is a „természeti korlátok visszaszorításának” marxi gondolata jut az eszébe.

7

http://www.transhumanism.org/translations/hungarian/mi_a_transzhumanizmus.htm

8 Ray Kurzweil: The Age of Spiritual Machines. Phoenix, 1999.

9 Magyarul lásd Francis Fukuyama: Poszthumán jövőnk. A biotechnológiai forradalom következményei. Európa Könyvkiadó, 2003.

10 178.

11 Daniel C. Dennett: Darwin veszélyes ideája. Typotex, 1998. 102.

12 Ha szabad két mondat erejéig ködös és semmire sem kötelező nemzetkarakterológiai fejtegetésekbe bocsátkoznom, akkor azt mondhatom, hogy az egész mozgalom nagyon amerikai jellegű. Ilyen tulajdonságnak tekintjük a biológiai korlátok meghaladására tett „bárki és bármi lehetsz még, csak akarnod kell” típusú hozzáállást, a tudományba és technológiai alkalmazhatóságába vetett határtalan és sokszor naiv hitet és hurráoptimizmust, valamint az olyan, viszonylag nagy volumenű feladatok kapcsán mutatott pragmatikus problémamegoldó szemléletet, mint az immortalizáció, űrkolonizáció, mesterséges intelligencia.

13 A szövetség honlapját lásd: <http://www.transhumanism.org/>

14 <http://www.natasha.cc/laweekly.htm>

15 Sandberg honlapja az egyik leginformatívabb transzhumanista site: <http://www.aleph.se/Trans>

16 Bostrom személyes honlapja: <http://www.nickbostrom.com>

17 A mozgalom egy elszánt kritikusa, Wesley Smith a következőképpen fogalmaz:

„A transzhumanista gondolatok első látásra egy olyan figura webes átokfutásának tűnhetnek, aki kristálygúlat visel a fején, nehogy a CIA olvashasson a gondolataiban. Éppen ellenkező a helyzet. A transzhumanisták az akadémiai körök legfelső szintjeiről jönnek.”

<http://www.nationalreview.com/script/printage.asp?ref=/comment/comment-smith092002>

18 More Oxfordban tanult filozófiát, ma pedig technológiai cégek tanácsadója.

19 Ez az a pont, ahol a transzhumanisták és a transzszexuálisok összetalálkoznak.

20 <http://www.foresight.org>

21 <http://www.wired.com>

22 Például 80 dollárért megvehető, 10 éves gyerek által is használható DNS-izoláló és ujjlenyomat-készítő kivet.

23 Elég, ha itt csak a tűzlopó, a későbbi plágiummal vádolható kutatók prototípusának tekinthető Prométheuszra, a racionális, mérnöki szemléletmódot és eszközöket alkalmazó technológus Daidaloszra vagy a Gilgames eposzban a halhatatlanság utáni gyógynövényt kutató „biológus” királyra gondolunk.

24 Nem maradhat ki például Newton, Locke, Kant vagy a szabad idejében az életkor-meghosszabbításról elmélkedő Franklin és Voltaire. A vélt elődökről lásd

<http://www.transhumanism.org/translations/hungarian/MagyarFAQ.htm>

25 Olyan ismert tudósok és gondolkodók műveire kell itt gondolnunk mint a biokémikus J. B. S. Haldane, a matematikus és filozófus Bertrand Russell, aki a szigorú érvelési kánont bevezető analitikus filozófia egyik megalapítója. Az írók is kivették a részüket ebből a fajta gondolkodásból, pl. a már említett Aldous Huxley.

26 A nagy nevek, mint Isaac Asimov, Arthur C. Clarke, Stanislaw Lem, Robert Heinlein közismertek. Későbbi és a nagyközönség előtt talán kevésbé közismertek az olyan sci-fi írók, mint Bruce Sterling, Greg Egan, Vernor Vinge.

27 Az ötletet lásd

http://transhumanism.com/articles_more.php?id=1051_0_4_0_M

28 Lásd például Karl Jahn, <http://members.tripod.com/karljahn.com/trans.html>

29 <http://www.transhumanism.org/declaration>, magyarul pedig <http://www.transhumanism.org/translations/hungarian/nyilatkozat.htm>

30 „A transzhumanisták szerint a halálnak önként választottnak kell lennie.” (<http://www.transhumanism.org/translations/hungarian/MagyarFAQ.htm>) Ebből az is következik, hogy az önkéntes eutanázia is alapvető emberi jog kell legyen.

31 Amennyiben lehetséges, akkor érdemes rajta dolgozni is, hiszen minden bizonnyal az immortalizáció lesz a világ legnagyobb üzlete, mert 1. potenciálisan minden embert érdekelne, 2. mert valószínűleg nem egyszeri, hanem folyamatos beavatkozást jelent egy életen át, 3. mert melléktermékeként rengeteg terápiás eljárás, gyógyszer lenne fejleszthető vele. Az USA-ban már most is dollármilliárdokat költenek az ún. longevity research-re, például a Phoenix Egyetem alapítója, John Sperling 3 milliárd dollárt szeretne ilyen kutatásra szánni, övé az Exeter Life Sciences nevű cég, és ő áll a Kronos Longevity Research Institute mögött is. Erről lásd Wired, 2004. február, 131–3.

32 <http://www.transhumanism.org/translations/hungarian/MagyarFAQ.htm>

33 A differenciáció az a folyamat, melynek során egy nem-specializált embrionális sejt specializált funkció ellátására alkalmas sejtté fejlődik.

34 A blasztociszta (blasztula) 30-150 sejtből álló (4-5 napos) méhfalba történő implantáció előtti preembrió, ami áll egy külső sejtrétegből (trofektoderma, trofoblaszt), egy folyadékkal töltött üregből (blasztocöl) és egy belső sejtcsomóból (Inner Cell Mass).

35 A gonadális csík magzatban található képlet, mely hím és női ivarmirigyekké fejlődik.

36 Bjornson et al.: Turning brain into blood: a hematopoietic fate adopted by adult neural stem cells in vivo. *Science* 283 (5401), 1999, 534–7. Clarke et al.: Generalized potential of adult neural stem cells. *Science* 288 (5471), 2000, 1660–3.

37 Mezey É.–Key S.–Vogelsang G.–Szalayova I.–Lange GD.–Crain B.: Transplanted bone marrow generates new neurons in human brains. *Proc Natl Acad Sci USA* 100 (3), 2003, 1364–9.

38 In vitro: az élő szervezeten kívül, laboratóriumi körülmények között, mesterséges környezetben.

39 In vivo: az élő organizmusban, szervezetben, természetes környezetben.

40 Freed et al.: Transplantation of Embryonic Dopamine Neurons for Severe Parkinson's Disease. *The New England Journal of Medicine* 344, 2003, 710–9.

41 Levenberg et al.: Differentiation of human embryonic stem cells on three-dimensional polymer scaffolds. *Proc Natl Acad Sci USA* 100 (22), 2003, 12741–6.

42 <http://www.sciencemag.org/sciencexpress/recent.shtml>

43 A mitokondrium saját DNS-állománnyal rendelkező sejtszervecske, a sejt energiaraktára, a legtöbb ATP molekula (lásd nanotechnológia rész) szintézisének helye. A mitokondriális DNS eltérően a sejtmagi, kromoszomális DNS-től, anyai ágon öröklődik.

44 Lásd például Wesley Smith már idézett írását: *The Transhumanists. The next great threat to human dignity.*

45 Fukuyama: *Poszthumán jövődönk*, 123.

46 Lindquist, S. Presentation at the Third Multidisciplinary Workshop: Self-assembly of Peptides, proteins in Biology, Engineering and medicine. Crete, Greece, August 1–5, 2003.

47 Zhang, S.: Fabrication of novel biomaterials through molecular self-assembly. *Nature Biotechnology* 21 (10), 2003, 1171–8.

48 Drexler, E.: The Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology. 1986, és Nanosystems, JohnWiley & Sons, 1992.

49 <http://www.transhumanism.org/translations/hungarian/MagyarFAQ.htm>

50 I. m., 78.

51 Az agy-gép interfészek kapcsán jó áttekintést nyújt a jelenlegi helyzetről és trendekről Mussa-Ivaldi, F. A., Miller L. E: Brain-machine interfaces: computational demands and clinical needs meet basic neuroscience. TRENDS in Neuroscience 26 (3), 2003, 329–34.

52 http://transhumanism.com/articles_more.php?id=1051_0_4_0_M

53 A jelenlegi űrtechnológiai, űrkolonizációs tervekről és kritikájukról, valamint az űrhatalmi vetélkedésekről lásd Galántai Zoltán írását „Az űrkolóniáktól a szegénynegyedekig” címmel, Beszélő, 2004. február.

54 Vinge V.: The Coming Technological Singularity. 2003. <http://www.rohan.sdsu.edu/faculty/vinge/misc/singularity.html>)