

Tisztelt Olvasónk!

Az elmúlt évben indított új rovatunk, a Közérthető-N sikere a bizonyíték arra, hogy a színvonalas ismeretterjesztésnek egy szakmai folyóirat lapjain is helye van. Amikor egy-egy téma elismert tekintélye foglalja össze ismereteit, – amelyhez magas fokon ért, de az érdeklődő művelt emberek számára is hordoz élvezhető, befogadásra méltó tartalmat, – akkor elengedhetetlen az érdekes, követhető, lebilincselő fogalmazás. Korábbi témáink után új vizekre evezve, de az általunk szabott alapelvek mellett kitarva ezúttal az őssejtkutatás kérdéskörét próbáljuk megvilágítani. A téma hazai legnevesebb kutatói foglalják össze mindazt, amit az őssejtekről tudni lehet, tudni érdemes, és tudni kell – azért, hogy eligazodjunk a divattémának számitó területéről megjelent féligazságok rengetegében.

Ahogy előző számainkban, úgy most is arra kérjük olvasóinkat, ha tetszenek az írások, terjesszék azokat ismerőseik között, felhasználva a világháló nyújtotta lehetőségeket is!

Szerkesztőség

## Bioetikai kérdések az őssejtek kutatásával és felhasználásával összefüggésben

Dr. Urbán Veronika, Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar,  
Morfológiai és Fiziológiai Tanszék, Dr. Uher Ferenc, Országos Vérellátó Szolgálat

Az őssejtek a méhen belüli fejlődés során, de azt követően is, sőt egészen életünk végéig szervezetünk kiemelkedően fontos sejtjei. A szövetek és szervek kialakítása után, megbújva az érett sejtek között, ők felelősek az elhasználódott, elöregedett sejtek mindennapi pótlásáért és a sérüléseket követő regenerációért. Különleges képességeik miatt az őssejtek a regeneratív orvoslás legjobb reményeit teljesíthetik be. Az emberi sejtek egyre terjedő felhasználása a kutatásban és a gyógyításban újszerű etikai kérdéseket vet fel. Ebben az összefoglalóban ezek három nagy csoportját érintjük: az embrionális őssejtek, az indukált pluripotens sejtek és a klónozás, valamint az "őssejt-biznisz" etikai vonatkozásait. Megállapíthatjuk, hogy a kérdések, válaszok helyett, újabb kérdésekhez vezetnek, de éppen ez indokolja, hogy feltegyük őket.

*Stem cells stand out from all the other cells of our body. They are present not only during the intrauterine life, but after birth as well till the end of our life. After generating all the tissues, hiding among its cells, stem cells are responsible for the lifelong replacement of differentiated cells that either get worn out or damaged. Due to their unique properties they are thought to be able to fulfill hopes of regenerative medicine. These promising cell types also have generated debates and ethical questions, that are still neither finished nor answered. We review three groups of ethical issues of stem cell research and therapy: questions of embryonic and induced pluripotent stem cells, including issues of cloning, and also ethical aspects of commercial use of stem cells. We conclude that instead of giving answers, questions lead only to more and more questions, but that's the very reason why they must be asked.*

Sokan a legkülönbözőbb degeneratív és autoimmun betegségek gyógyításának, sérülések, szerzett v. öröklött hiányosságok pótlásának, de akár az öregedést kísérő leépülés megállításának ígéretét látják az őssejtekben. Az etikai aggályok főként abból adódnak, hogy emberi sejteket kell felhasználni. Ez néha azt jelenti, hogy amikor az egyiknek adunk, azt a másiktól vesszük el. Máskor az emberi élet alapvető tisztelete és az ember biológiájába történő súlyos beavatkozások lehetősége teszik kérdésessé a kísérletek és terápiák létjogosultságát. A sejt pótlás és szövetépítés mellett, az őssejtek felhasználásának más lehetőségei is megmozgatták az emberek fantáziáját, próbára teszik etikai érzékét. Felhasználhatóak fejlődésbiológiai alap kutatásokban, betegségek mechanizmusának vizsgálatára, gyógyszerek tesztelésére, fejlesztésére, a személyre szabott terápia optimalizálására, vagy akár a génterápia szállítóeszközeiként is. De sejtjeinknek az emberi szervezeten kívüli tanulmányozása és manipulálása klónok, ember-állat chimérák, cybridek, hibridek megítélésével kapcsolatos kérdéseket is felvet. Az etika, az etikus gondolkodás olyan új területeinek a megszületését vetíthetik ezek előre, melyekre egyelőre egyáltalán nem vagyunk felkészülve.

### AZ ŐSSEJTEK TÍPUSAI ÉS „TULAJDONJOGA”

A kísérleti és esetenként terápiás célra is már felhasználható őssejteket fejlődési potenciáljuk szerint alapvetően két, bővebben négy csoportra oszthatjuk.

- A pluripotens sejtek valamennyi testi szövetünk létrehozására képesek. Az ab ovo pluripotens sejtek az embrionális őssejtek (embryonic stem ill. ES sejtek), melyek forrása az emberi embrió, leggyakrabban a beágyazódás előtti állapotú hólyagcsíra. A felnőtt szervezet már

differenciált sejtjei, megfelelő indukcióval, szintén viszszaalakíthatók pluripotenssé (induced pluripotent stem, ill. IPS sejtek).

- A szöveti, vagy felnőtt őssejtek (adult stem, ill. AS sejtek) fejlődési potenciálja csupán az otthon adó szövet sejtípusaira korlátozódik és megtalálhatóak életünk végéig bármely szövetünk érett sejtjei között. Ilyenek például a hematopoetikus, neuronális és a mesenchymális őssejtek, melyek rendre vérsejtek, ideg- és gliasejtek, illetve kötő- és támasztószöveti sejtek kialakítására képesek.

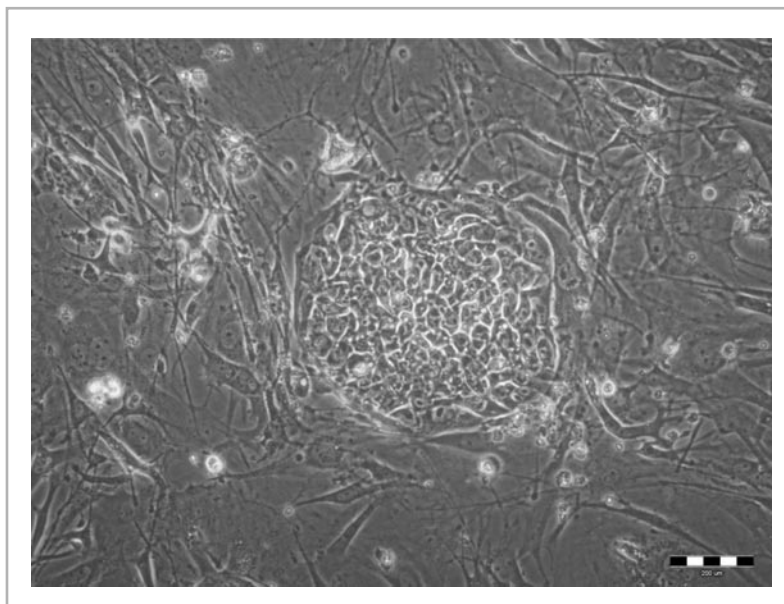
A fentiekén kívül szokás még főtális (magzati) őssejtekről is beszélni, mely alatt abortumokból nyert, különböző érettségű sejteket értenek. Például a főtális májból nyerhetnek sejteket és ezek felhígított szuszpenzióját használhatják, intravénás bejuttatás által, akár „öregedés elleni terápiára”. Az így nyert szöveti sejtek, inkább éppen etikai, jogi kérdések miatt kerülnek megkülönböztetésre más AS sejtektől, mintsem tudományos alapon. Igaz, hogy az őssejtek is öregszenek, tehát egy fiatalabb szerv szöveti őssejtjei elvben alkalmasabbak lehetnek bizonyos terápiára, de ameddig az elfogadott terápia nem létezik, addig mindez csak életeket veszélyeztető spekuláció.

Természetesen őssejt, sőt a legeredetibb, legpotensebb (totipotens) őssejt a megtermékenyített petesejt és az osztódásával létrejövő kezdetben identikus blasztomérák is. E totális fejlődési potenciállal bíró sejtek ex vivo kezelése és felhasználása az asszisztált reprodukció tárgykörébe tartozik, mely önmagában is bőségesen ontja a kényesebbnél kényesebb etikai kérdéseket. A két terület már csak az ES sejtek eredete miatt sem különíthető el teljesen, de az élet első sejtjeinek újabb keletű manipulációs lehetőségei miatt is szóba kerül ebben az összefoglalóban.

A sejtek „tulajdonjoga” szorosan összefügg a velük kapcsolatban felmerülő kérdésekkel. A legrégebbi, és a legtöbbet vitatott az ES sejtek kérdése. A hólyagcsírából származó sejtek, széles fejlődési potenciáljuk miatt, igen ígéretesek, de csak az embrió elpusztítása árán vihetők tenyésztésbe. Kérdés, hogy az embriók szüleinek joguk van-e úgy rendelkezni, hogy kutatási célra ajánlják fel embriójukat, vagy az új genommal bíró élőlény sejtjei – létének első percétől egyedül a sajátjai. A magzati sejtek felhasználása különösen súlyos etikai kérdés, ha a teresség sejtnyerés céljából jött létre, került megszakításra, esetleg az anya anyagi kompenzációt kapott. E remélhetően ritka, nehezen bizonyítható és szélsőséges esetek inkább a kriminológia területére vezetnek. De igen nehéz helyzetben vannak azok a szülők is, ahol egyik gyerekük a másik által adományozott sejtek által menthető meg. Ennek más aggályosabb esete, amikor a második gyermek életre hívásának egyetlen oka, az első gyermek kompatibilis transzplantációjának esélye. Vajon mennyire szabadon rendelkezik ez a gyermek a saját sejtjeivel egy, a beteg gyermek megsegítésére koncentráló családban? A legegyszerűbb eset a felnőtt személyből történő sejtnyerés, hiszen itt a tájékoztatáson alapuló beleegyezés elve az irányadó. Ez bevált és elfogadott kísérleti felhasználás esetén is, amennyiben a személy egyetért a kutatás céljaival.

Az eltérő őssejtípusok használata tehát más és más erkölcsfilozófiai kérdéskört érint és rendkívül összetett. Az őssejtekkel kapcsolatos etikai kérdések tárgyalását 3 fő témakörben folytatjuk a teljesség igénye nélkül.

- Az emberi embriók elpusztításával és az embrionális őssejtvonalak létrehozásával, kísérleti és terápiás felhasználásával kapcsolatos kérdések.
- A sejtmagáthelyezéssel létrehozott, vagy géntranszferrel



1. ábra  
Embriionális őssejtek tenyészete (A fotót Dr. Apáti Ágota, az MTA Természettudományi Kutatóközpont munkatársa bocsátotta rendelkezésünkre)

indukált pluripotens sejtek által generált kérdőjelek, különös tekintettel a klónozással kapcsolatos vitákra.

- A szöveti őssejtek árucikké válásához köthető problémakör. A magán és közösségi őssejtbankok dilemmájától, a klinikai kipróbálásokról és a bizonyíték nélkül, ámde igen drágán végrehajtott „kommerciális terápiákig”.

## MEGEGEDHETŐ-E, ILLETVE SZÜKSÉGES-E EMBERI EMBRIÓK FELÁLDOZÁSA?

Az első humán embrionális sejtek őssejt-tenyésztetbe vitele (1. ábra), 1998 óta (Thomson és munkatársai) aligha találunk még egy olyan összetett és vitatott kérdést az orvosi biológiai tudományterületen, mint amilyen az embrionális őssejtek kísérleti és gyógyászati felhasználása. A kérdés számos etikai vitákat vált ki a társadalom minden rétegében, számos ellenzője mellett egy internetes felmérés szerint, mégis 60% körüli azoknak az aránya, akik támogatják. Ez az arány a tudományterület fejlődésével és az információk hozzáférhetőségével folyamatosan változik. Egy-egy áttörő eredmény, vagy egy új kezelés bevezetése valószínűsíthetően növeli a társadalmi elfogadás mértékét, míg ezek hiánya ellenkezőleg hat. Megkérdőjelezhetetlenül nagy fejlődési potenciáljuk miatt, – mindhárom csiralemezből származó szövet kialakítható belőlük, – sokan talán túlságosan is nagy eredményeket várnak az ES sejtekkel foglalkozó területtől. Többen csak az emberi élet lehetőségét hangsúlyozzák a néhány sejt embriók kapcsán, és nem tekintenek rájuk személyként. Egy hólyagszóra csak potenciálisan ember, viszont számos nagyon súlyos betegségre találhat az emberiség gyógyírt általuk – hangsúlyozzák a kutatások hívei.

Viszont sokan hiszik úgy, hogy az emberi élet a fogantatás pillanatában kezdődik és ezért megengedhetetlen az ES sejtek felhasználása. Álláspontjuk szerint, amint a két ivarsejt kromoszómáiból összeáll az új, egyedi genom, a fejlődésnek induló ébrény morálisan semmilyen sem különbözik egy gyermektől vagy egy felnőttől. A Római Katolikus Egyház megfogalmazása szerint pedig semmilyen esetlegesen várható haszon, amiben valaki részesül, soha nem jogosíthat fel egyetlen másik emberi élet elpusztítására sem ("The destruction of even one human life can never be justified in terms of the benefit that it might conceivably bring to another" XVI. Benedek, 2011). Ha valóban emberként tekintünk az embrióra, akkor a polgári törvényeknek is büntetni kellene elpusztításukat. Tehát a valódi kérdés az, hogy miben áll az emberi élet és mikor is kezdődik. Az ilyen alapvető etikai kérdésekre viszont nem adható mindenki számára elfogadható, egyértelmű válasz. Az emberek vallási meggyőződésük és kulturális előítéleteik szerint foglalnak állást. Így szükségszerűen megoszlik a közvélemény, ami feszültségekhez vezet: lelkes kutatók és optimista betegek csoportja száll szembe buzgó vallási és más konzervatív aktivistákkal.

A leghevesebb viták a mesterséges megtermékenyítés (in vitro fertilization = IVF) foglalkozó klinikákon tárolt, pre-implantációs stádiumú embriók morális státusza körül folynak. A meddőség kezelése céljából létrehozott embriók

egy része ugyanis sohasem kerül beültetésre. Az ún. számfeletti embriók jó részének léte egyféle túlbiztosításnak tekinthető, és legtöbbször őket/ezeket ajánlják fel a szülők a tudomány céljaira. Számuk becsülhetően közelíti a milliós nagyságrendet világviszonylatban. Ugyanazon törvények védelmét élvezzék-e, mint bármely más emberi alany? A mi Alaptörvényünk például beláthatatlan ideig tartó várakozásra ítéli a beültetésre nem kerülő embriókat a klinikák folyékony nitrogénnel töltött tartályaiban.

A viták ellenére tény, hogy 1998 óta folyamatosan kutatják az emberi ES sejteket és sokat okult a tudomány – főleg a fejlődésbiológia és az epigenetika terén – a terület fejlődéséből. Az igazsághoz tartozik azonban, hogy az ES sejtek orvosi felhasználásával kapcsolatos nagy áttörés még mindig várat magára. Sem jelentősebb, tudományosan megalapozott, széles körben alkalmazható új őssejt-terápia, sem őssejtekkel végzett jelentősebb gyógyszerfejlesztés, sem csakis általuk feltárt betegség mechanizmus nem tette őket népszerűbbé. Nem is beszélve arról, hogy tumorigenitásuk okán az ES sejtek esetleges beadása kifejezett veszélyeket hordoz magában. Van egy vitathatatlanság, hosszú évtizedek óta működő őssejtterápia, amely nem az embrionális, hanem egy felnőtt (vagy szöveti) őssejt típushoz fűződik: ez a vérképző őssejtekhez kapcsolható csontvelő transzplantáció. A vérképző őssejtek terápiás felhasználása felnőtt donor esetén már jól bevált eljárás. Etikai értelemben forró pont viszont a köldökzsinórvérből nyerhető vérképző őssejtek eltávolításának kérdése, melyre a 3. pontban térünk vissza.

Egyre több figyelem irányul a szöveti sejtek visszaprogramozására, és ezek használatára az ES sejtek helyett. A differenciált szöveti sejtek felhasználása etikai szempontból lényegesen kevésbé kényes kérdés, és kétféleképpen is újra pluripotenssé tehetőek. A klónozásként elhíresült sejtmagáthelyezésen kívül (Gurdon 1962), egy japán kutatók által kifejlesztett eljárásnak köszönhetően (Yamanaka 2007), a visszaprogramozás géntranszferrel is megoldható. Mindez némileg megkérdőjelezi az ES sejtek felhasználásának szükségességét, bár jelenleg még mindig belőlük állíthatóak elő a legegyszerűbben a legszélesebb fejlődési potenciállal bíró tenyészetek.

## MIT OLD MEG, ÉS MILYEN ÚJ KÉRDÉSEKET VET FEL AZ INDUKÁLHATÓ PLURIPOTENCIA ÉS A KLÓNOZÁS?

Mára tehát a technológia fejlődése lehetővé teszi, hogy embriók elpusztítása nélkül állítsunk elő embrionális fejlődési potenciállal bíró sejt vonalakat. Az egyik eljárás lényege, hogy nagyhatású, pluripotenciáért felelős transzkripciós faktorok génjeit juttatják be, és fejeztetik ki testi sejtekből létrehozott tenyészetben. A géntermékek visszaprogramozzák a genomot úgy, hogy újra megnyitnak a differenciálódás során epigenetikusan lezárt területeket a transzkripció előtt. Az így nyert IPS sejtek az ES sejtekkel azonos módon használhatóak. Általános vélekedés, hogy ez megoldja az ES sejtekkel kapcsolatos etikai dilemmákat, valójában pedig csak más típusú etikai megfontolásokat tesz szükségessé. Ennek a legegyszerűbb oka, hogy az IPS sejtek alkalmasak lehet-

nek ivarsejtek, és IVF-el embriók létrehozására is. Még agályoskodóbb vélemények szerint, miután a pluripotens sejtek chimera embrióba integrálva részt vehetnek magzat kialakításában, lényegében nem oldottunk meg semmit, ami a (potenciális) emberi élet megóvására vonatkozó kötelezettségekkel kapcsolatos. Kissé abszurdnak tűnik az ilyen távoli lehetőség figyelembe vétele, de felvetői szerint maga az IVF is komoly technológiai beavatkozást igényel, mégis embert eredményez. Mára már 5 millió felett van az asszisztált reprodukcióval életre segített emberek száma. Az IPS technológia fejlesztése óhatatlanul elvezethet a több lépcsőben, testen kívül kreált emberi élet létrejöttéhez. Lesz-e és miben fog állni a különbség az ily módon létrehozott és a természetes emberi embriók között? Az IPS sejtvonalak vajon valaha használhatóak lehetnek a regeneratív orvoslás számára? Egyelőre úgy tűnik, hogy az iPS sejtvonalakot genetikai instabilitásuk miatt, a legtöbb esetben annyira sem lehet még közvetlen terápiára használni, mint az ES sejteket. Ugyanakkor például alkalmasnak mutatkoznak vércépző őssejt irányú differenciálásra és ezen keresztül emberi vörösvérsejtek ipari mértékű termeltetésére.

John Gurdon még 1962-ben egy béka petesejt magját elpusztította, és a helyére egy differenciált sejt magját ültette. A citoplazma visszaprogramozta a sejt magáthelyezéssel belekerült sejt magot. A keletkezett sejt fejlődésnek indult, akár csak egy ifjú zigóta. Ez az egyszerűbb, de kevésbé hatékony eljárás az alapja a további klónozásoknak. Ki ne hallott volna Dollyról az 1997-ben, az angliai Roslin Intézetben klónozott bárányról? Azóta szinte minden háziállatot sikerült klónozni. Jómódú gazdik mára már megrendelhetik öregedő kedvencük genetikai másolatának, klónjának „legyártását”, legalábbis ami a sejt mag szekvenciáiban rejlő genetikai információt illeti. Az idegen citoplazma – különösen a mitokondrium genomja – miatt a másolat még genetikai értelemben sem lesz tökéletes. A differenciálódás során a genomra íródó egyes epigenetikus információk véletlenszerű megőrződése pedig, megjósolhatatlan módon befolyásolhatja a klón génszabályozását és azon keresztül egészségét, várható élettartamát. Az üzletszerűen klónozóknak pechje, hogy a macskák szőrszínét és mintázatát is részben epigenetikai tényezők határozzák meg. Jó példa erre Copycat, az első klónmacska, mely külsőre csöppet sem hasonlított a genetikailag azonos sejt magdonor állatra. Mára világossá vált, hogy a kislállat klónozás mégsem akkora üzlet, nem is beszélve arról, hogy világszerte állatvédők szólnak fel legjobb barátaink jólétének öncélú veszélyeztetése ellen.

## **AZ EMBER REPRODUKTÍV ÉS TERÁPIÁS CÉLŰ KLÓNOZÁSA: KLÓNEMBEREK ÉS EMBERKLÓNOK**

Az ember reproduktív célú klónozása is valószínűleg megoldható technikailag, de szerencsére elég nagy az egyetértés ennek tiltásában. Ráadásul az emlősök klónozása igen rossz hatékonyságú, legfeljebb 1% körüli, és ez egy nagyon túlzó becslés. Tehát legalább 100 sikeres sejt magtranszfer és méhbe történő beültetés szükséges ahhoz, hogy

abból egy élő egyed megszülessen (Dolly esetében 277 sejt magtranszferből született 1 élő bárány). Sok klónozott állat a méhen belül, vagy a megszületésekor elpusztul, esetleg élete későbbi szakaszaiban sújtja őket különböző egészségügyi probléma. A klónozással évtizedekig foglalkozott szakemberek (Rudolph Jaenisch, Ian Wilmut) egybehangzó véleménye szerint nincs teljesen egészséges, normális klón és soha nem is lesz. Klónemberek létrehozása tehát etikus gondolkodású szakember célja nem lehet.

Több, később részben megcáfolt eredmény szerint az ember reproduktív klónozása mégis sikerült néhányaknak. A reproduktív célú emberi klónozás egyik híve, sőt állítólagos végrehajtója Severino Antinori olasz nőgyógyász törekvéseit egyetlen ország kormánya sem támogatta. Ennek ellenére, még 2003-ban közzé tette három sikeres beültetésének híreit. Ezeket a tudományos közvélemény hírlapi kacsának tartotta és tartja azóta is. Az igazságot (rém)regénybe illő homály fedi, mindazonáltal az tűnik valószínűbbnek, hogy egyetlen klón-gyermek sem született meg. Az esetlegesen létrehozható gyermekek jogi és morális helyzete, az őket várhatóan sújtó testi, lelki problémák mellett, a technikai nehézségek és a vállalkozó petesejt donorok és kihordó anyák kérdése is visszaveti a próbálkozásokat. Ki találna százával ilyen kísérletekre vállalkozó nőket?

A terápiás klónozás lényege, hogy a klónembrió nem kerül beültetésre és kihordásra, hanem csak olyan emberklón sejt vonalakat hoznak létre belőlük, melyet a beteg sejtterápiájára, vagy egy kockázatos terápia ex vivo kipróbálására szánnak. Az IPS sejtek létrehozása óta a tudományos világ sokkal inkább ezekre koncentrál, mintsem a sejt magáthelyezéssel kapcsolatos technikákra. Nem úgy a média...

## **PARAHUMÁN ÉLŐLÉNYEK: CYBRIDEK, HIBRIDEK ÉS CHIMERÁK**

A petesejtek nyerése a női szervezetből több mint kellemtelen: invazív eljárás, melyet veszélyes hormonális kezelés előz meg. Ez akkor is így van, ha a sejt magtranszfer célja a morálisan elfogadhatóbb terápiás klónozás. Kérdéses, hogy nagyszámú petesejt etikus és pláne törvényes úton beszerezhető-e kísérleti sejt magtranszfer céljára. A dél-koreai Hwang az 1990-es évek végén éveket ült a börtönben klónozással kapcsolatos csalás és etikátlanul szerzett petesejtek miatt. Éppen a nehezen nyerhető humán petesejtek miatt gondolták a kutatók, hogy esetleg megteszi a visszaprogramozást az állati (pl. sertés, főemlős) petesejt citoplazmája is. Kevésbé sikeres, de annál megkérdőjelezhetőbb kísérletek folytak ebben az irányban. Az ilyen élőlények, nem lennének valódi hibridek, mert a sejt mag genomja teljes egészében emberi maradna, csak a petesejt citoplazmája, lenne állati. Kifejezőbb ezért cybrideknek (citoplazma hibridek) nevezni ezeket a sejteket, melyek azonban etikai okokból éppúgy nem kerülhetnek beültetésre, mint a teljes egészében emberi eredetű klónok.

Talán furcsa belegondolni, de évtizedek óta léteznek olyan kísérleti egerek, amelyek vérében emberi véresejtek

keringenek. Ezeket a vérképző őssejtek, tehát egy multipotens őssejtípus viselkedésének tanulmányozására hozták létre, elsősorban a csontvelőtranszplantációk modellezésére. Chimérák, hiszen olyan állatok, melyek sejtjeinek egy része egy másik gerincesből származik. Tételezzük fel egy pillanatra, hogy valamely pluripotens sejtekből létrehozott sejtípus annyira ígéretes, hogy a tesztelésébe fognak. Egy feltételezett gyógy mód biztonságosságának és hatásosságának teszteléséhez milyen állatokat kellene felhasználni? Utóbbi kérdésnél gondoljunk bele, hogy ehhez emberi, potenciálisan akár agykérgi neuronokká, vagy ivarsejteké differenciálódó őssejtekkel kezelünk állatokat, például főemlősöket. Még veszélyesebb, ha embriójukba integrálunk emberi sejteket. A létrehozó chimérák morális helyzete újabb megoldhatatlan kérdések kiindulópontja. Utódaik elméletben – ha emberi sejtek települnek ősvarsejtként a gonádjukba – akár valódi ember-állat hibridek is lehetnek, melyek minden egyes sejtje félig emberi, félig állati genomot tartalmaz. Az ilyen genom valószínűleg nem működne, de vajon érdemes-e kockáztatni? Szabad-e ilyesmivel kísérletezni? Az emberi és állati sejtek fúziójával in vitro is próbálkoztak már elszánt kutatócsoportok. Nem véletlen, hogy egyes kommentároknak „Majmok bolygója kísérletekként” emlegetik a „parahumán élőlények” létrehozására irányuló törekvéseket. Egyes, főleg szenzációhajhász megnyilvánulások a parahumán címszó alatt mossák össze az ember-állat chimera, cybrid, hybrid fogalmakat. Egyelőre messze nem kell attól tartanunk, hogy klónok, vagy emberre és állatra egy személyben emlékeztető élőlények özönlenek el a Földet. Az etikus gondolkodás éberségére viszont akkor is szükség van, ha egyelőre senki nem végez sikerrel ilyen, technikailag már megoldható kísérleteket. Annál is inkább, mert visszatekintve az emberiség történelmében, ránk jellemző általános szabálynak tűnik, hogy ha valami lehetséges, akkor – még ha a többség elítéli is, – előbb-utóbb akad valaki, aki megpróbálja azt megvalósítani.

### **GYERMEK, AKI HÁROM SZÜLŐTŐL SZÁRMAZIK, VAGY AKKUMULÁTOR CSERE?**

Idén februárban a Brit Alsóház, majd a Lordok Háza is elsősorban többséggel megszavazta a mitokondrium transzferrel, lényegében három szülőből létrehozható gyerekek „elkészítésére” vonatkozó törvényjavaslatot. A rendkívül heves viták, sőt számos ország és szervezet tiltakozása ellenére, idén októberre törvényesítik az eljárást. Így az első, lényegében génmódosított újszülött 2016 őszén már meg is szülehet az Egyesült Királyságban. Az eljárás lényege, hogy egy – mitokondriumokhoz köthető, örökletes betegség miatt – hibás mitokondriumokat tartalmazó petesejt magját áthelyezik egy másik nőtől származó, egészséges mitokondriumokat tartalmazó, magjától megfosztott petesejtbe. Ez akár az IVF-el történő megtermékenyítés előtt, akár utána történik, a petesejt citoplazmája és a magja más-más nőtől származik, így a gyermeknek – ha szigorúan vesszük – 2 anyja lesz. A mitokondrium DNS-e ugyan a sejt teljes DNS tartal-

mának csupán 0.1 százalékát képezi, de ennyi lecserélése is már bőven kimeríti a génmódosítás fogalmát. Megengedőbb nézőpont szerint az utód hibás mitokondriumainak, azaz energia termelő sejt szervecskéinek cseréje nem több, mint egy akkumulátorcsere – az auto lényege nem változik meg tőle. Az Anglikán és a Katolikus Egyház, a Human Genetics Alert és a Comment on Reproductive Ethics nevű szervezet is ellenzi az IVF és a sejtmagtranszfer ilyen kombinálását. Érveik között szerepel, hogy embriók megsemmisítésével járhat, hogy az emberiség fejlődését és biológiáját írhatja át megnyitva az utat az emberi utódok további genetikai módosítása és az ún. „designer babies” előtt. Különösen azért kritikus a kérdés, mert a csíravonalat változtatják meg, vagyis a módosítás minden sejtbe belekerül és így továbbadódik az utódoknak is. Nyilvánvaló, hogy a hatás nem maradhat az Egyesült Királyság határain belül. Továbbá az eredeti betegség és beteg gyógyítása ezáltal már nem is cél többé. Ha minden genetikai betegséget, később pedig majd más, akár társadalmi gondot ehhez hasonló módszerekkel igyekszünk megoldani, akkor hamarosan magunk intézzük saját evolúciónk minden részletét, és ismerve az emberi természetet, rövid időn belül eljuthatunk Huxley Szép Új Világának társadalmi rendjéhez.

A kibontakozó lehetőségek kirajzolnak egy újabb, általánosabb etikai kérdést. Van-e joga vagy éppen kötelessége a társadalomnak, hogy gátolja, vagy korlátozza a tudomány és a technika fejlődését? Gátolhatja-e már akkor, amikor az új technológia még csak fejlesztése elején tart? Örök kérdés, hogy kell-e annyira tisztelnünk, netán félnünk az ismeretlent, hogy nem próbálunk beavatkozni, ha annyira már kismertük, hogy változtassunk, de annyira még nem, hogy a következményeket megjósolhassuk. Néhányak esetleges megmentésével nem sodrunk-e a későbbiekben sokkal többeket veszélybe?

### **AZ ŐSSEJTEK KOMMERCIÁLIS FELHASZNÁLÁSA. SEJTBIZNISZ: SEJTBANKOK ÉS ŐSSEJT-TURIZMUS**

Az elvi latolgatásokkal filozófiai magaslatozig emelkedhetünk, miközben az őssejtekkel egészen földhözragadt motivációk máris üzletágakat működtetnek.

A köldökszinórvér tárolásából az őssejtbankok hazánkban is többmilliárdos forgalomra és komoly profitra tesznek szert. De akár „bankba tehető”, azaz lefagyasztható a kliens köldökszinórja, hímvarsejtjei, petefészke, embriója, egyes országokban a placentája, tejfoga, zsírszívása, szélsőséges esetben házi kedvence, vagy az egész ember is.

A köldökszinórvér őssejtjei valóban értékesek lehetnek és akár életet is menthetnek, a megfelelő helyen és időben. Egy őssejtbank eljárása etikailag akkor kifogásolható, amikor visszaélve a szülők tájékozatlanságával és a gyermekvállalás körüli érzékenyített lelkiállapotával, agresszív hirdetési kampányokkal bombázzák a családokat. Azt az érzést kelthetik, hogy szinte minden betegségre megoldást nyújtanak a köldökszinórvérben lévő őssejtek, vagy legalábbis ez bizonyosan így lesz a közeljövőben. Milyen szülő az – sugall-

hatják a kérdést – aki a gyermeke jövendő egészségéhez viszonyítva minimális anyagi áldozatot nem hozza meg? Az elkért összeg a legtöbb család számára igen nagy teher és ugyanakkor a köldökzsinórvér őssejtjei egyelőre csak csontvelőtranszplantációra használhatóak. A legoptimistább becslések szerint is csak legfeljebb ezred százalékokban mérhető a magán bankokban lefagyasztott minták felhasználási esélye a tudomány jelenlegi állása szerint. A szép reményeken kívül semmi nem jogosít fel senkit arra, hogy ennek a hamarosan bekövetkező megváltozását ígérje. Öröndetes fejlemény, hogy a legnagyobb magyar őssejtbankok 2012-ben kiadtak egy közös etikai kódexet, mely első sorban a korrekt kommunikációra vonatkozik és melyet önmagukra nézve kötelezőnek nyilvánítottak.

A nem profit-, de gyógyításiorientált megoldást az állami finanszírozású, vagy más közösségi őssejtbankok jelentenék, ahol köz(ös)pénzen gyűjtenék a mintákat és ahonnan a rászorulóknak bármikor hozzájuthatnának. Kellő számú minta – Magyarországon esetében ez tizenötözezerre becsült, – esetén ugyanis bárki megtalálhatná a számára kompatibilis őssejtet, és ezzel jelentősebb százalékos arányra emelkedne a kivételek és a társadalom szintjén a gyógyulások száma.

A profitorientált hozzáállás, különösen busás haszon esetén, már önmagában kifogásolható etikailag, amikor kétségbeesett emberek életéről, egészségéről van szó. De az ehhez esetenként társuló súlyos félreinformálás, direkt csalás, sőt a betegek egészségi állapotának további romlásával járó „kezelések” az őssejtbiznisz igazi sötét oldalára visznek.

Talán a legmegkérdőjelezhetőbb területe az őssejtek profitorientált felhasználásának az olyan magán klinikák működése, melyek még el nem fogadott és ellenőrizhetetlen sejterápiákat alkalmaznak súlyos betegeken, jelentős összegekért. Ezek a klinikák jobbra távoli országokban vannak, amelyek egyrészt utazási költségekkel tetézi a terheket, másrészt szinte kizárja a betegek utánkövetését. Különösen fontos az ilyenre vállalkozóknak, hogy megértsék, akár rosszból is lehetnek a „terápiától”. Kérdés, hogy a várható haszon megéri-e a kockázatot – csak hogy éppen ennek a kérdésnek a megválaszolására nem készülnek felmérések, minthogy ez feltétlenül nem is érdeke az ilyen klinikák többségének.

Az International Society for Stem Cell Research (ISSCR) honlapján bárki hasznos tanácsokat talál, ha ilyen szolgálta-

tás igénybevételét fontolgatja. Felsorolják például, hogy milyen vészjósló jelek utalhatnak arra, hogy a kezelés nem legitim, sőt kifejezett veszélyt jelenthet. Az ISSCR azt tanácsolja, hogy csak olyan terápiákra vállalkozzanak a betegek, melyeket ellenőrzött klinikai kipróbálásokat követően elfogadott az amerikai FDA (U.S. Food and Drug Administration), vagy az európai EMA (European Medicines Agency), de legalább valamilyen, az adott klinikától független etikai bizottság. Ha más esélyt nem lát, és mindenképpen el nem fogadott kezelést szeretne kipróbáltatni magán valaki, érdemes inkább a hivatalos klinikai kipróbálások valamelyikére jelentkezni. Az ilyen próbákért sohasem kérnek pénzt, és igyekeznek a kockázatokat a minimálisra csökkenteni. A clinicaltrials.gov oldalon Amerikában és a világ majd kétszáz más országában folyó klinikai kipróbálások naprakész adatait találhatjuk meg, beleértve a kezeléseken való részvétel feltételeit és a jelentkezés módját. Jelenleg is több ezer emberi kipróbálás folyik őssejtekkel.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az emberi őssejtek felhasználása a gyógyászatban több mint 50 éves történet, hiszen csontvelőtranszplantációk már az 1960-as évek eleje óta folynak. Az utóbbi 15-20 évben új remények jelentek meg a kutatásban és a gyógyításban egyaránt. Ezek némelyike már a kutathatóság szintjén is etikai mérlegelést tesz szükségessé. Némely felvetődő lehetőség nemcsak az emberi élet kezdetével és végével, de annak mibenlétével kapcsolatos igoványos területekre vezethet minket. Minden etikai és anyagi megfontolás naprakész tudományos ismereteket igényel. A tudomány fejlődésével a kérdések átfogalmazódhatnak, vagy újak jelenhetnek meg. Az őssejtek felhasználásának kérdése a rendkívüli elvárások miatt különösképpen alkalmas arra, hogy a szenzációhajhász vagy a profitorientált megközelítések tévútra vigyék a közvéleményt. Az üzleti szempontok előtérbe helyezése és a veszélyes „terápiák” nem kevésbé lelkiismereti kérdések. Itt nem csak azok lelkiismeretére gondolunk, akik esetleg beválthatatlan ígéreteik fejében kérnek el hatalmas összegeket. A tájékoztatás felelősségére is, amiből reményeink szerint ezzel az írással magunkra vállaltunk valamennyit.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Christine Mummery, Sir Ian Wilmut, Anja van de Stolpe and Bernard Roelen: Stem Cells Scientific Facts and Fiction, ISBN: 978-0-12-381535-4
- [2] Anthony Atala, Robert Lanza, James A. Thomson and Robert M. Nerem: Principles of Regenerative Medicine, ISBN: 978-0-12-381422-7
- [3] Robert Lanza, John Gearhart, Brigid Hogan, Douglas Melton, Roger Pedersen, E. Donnall Thomas, James Thomson and Sir Ian Wilmut: Essentials of Stem Cell Biology, ISBN: 978-0-12-374729-7
- [4] NIH Stem Cell Information Home Page: stemcells.nih.gov
- [5] Clinical Trials: <https://clinicaltrials.gov>
- [6] International Society for Stem Cell Research (ISSCR): [www.isscr.org](http://www.isscr.org)
- [7] Human Genetics Alert: [www.hgalert.org](http://www.hgalert.org)
- [8] Comment on Reproductive Ethics: [www.corethics.org](http://www.corethics.org)

## A SZERZŐK BEMUTATÁSA



**Dr. Urbán Veronika** az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán 1991-ben szerzett biológus oklevelet. 1999-től a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar Morfológiai és Fiziológiai Tanszékén dolgozik, ahol 2009-től főiskolai adjunktus, 2011-től docens, 2014-től főis-

kolai tanár. A PhD fokozatot a Semmelweis Egyetemen 2009-ben szerezte Dr. Uher Ferenc témavezetésével. Uher professzor tanítványaként 2004 óta összejtbiológiával foglalkozik. Az Országos Vérellátó Szolgálat, az Egészségtudományi Kar és a Chicagói Illinois Egyetem támogatásával 2011-ben három hónapos tanulmányúton járt Chicagóban, ahol az őssejtek epigenetikájának kutatásában vett részt.



**Dr. Uher Ferenc** immunológus és őssejtbiológus. Biológus diplomáját 1979-ben a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetemen (ELTE) szerezte. A Magyar Tudományos Akadémia doktora, valamint az ELTE habilitált egyetemi tanára. Az ELTE Immunológiai Tanszékén 1979 és 1996 közötti időszakban végzett kutatómunkája

nulmányozta. A National Institutes of Health (NIH) részeként működő National Cancer Institute (NCI) által meghívott kutatóként immunológiai témákon dolgozott 1983 és 1986 között az Egyesült Államokban. Az Országos Haematológiai és Immunológiai Intézet, Kísérletes Csontvelőtranszplantációs Laboratórium tudományos főmunkatársaként dolgozott 1996 és 2002 között. Az Országos Vérellátó Szolgálat Őssejt-biológia laboratórium vezetője volt 2002 és 2014 között, ahol fő kutatási területe a különböző állati és emberi szövetekből és szervekből izolált mesenchymális őssejtek fejlődéstani eredete és biológiai funkciói volt. Jelenleg az Országos Vérellátó Szolgálat oktatási igazgatója.

során elsősorban a B limfociták növekedésének és differenciálódásának autokrin szabályozását, valamint a természetes autoantitesteket és az immunológiai homunculust ta-

## ***Egységes ajánlás az egészségügyi dokumentáció másolási költségeihez***

**Az egészségügyi dokumentáció másolási díjaira és azok kikérése esetén alkalmazandó formanyomtatványra vonatkozó ajánlást készítette az Országos Betegjogi, Ellátottjogi, Gyermekjogi és Dokumentációs Központ (OBDK) a betegbiztonság erősítése és a betegjogok hatékonyabb érvényesülése érdekében.**

Jelenleg Magyarországon az egészségügyi dokumentáció megismeréséhez való jog, ezen belül a másolatkészítés joga szabályozott, azonban a másolás díjaira vonatkozóan nincsenek rögzített előírások.

Az OBDK betegjogi képviselői útján felmérte a hazai fekvőbeteg intézmények ez irányú előírásait és megállapította, hogy az egészségügyi szolgáltatók egymástól nagymértékben eltérő gyakorlatot alkalmaznak az egészségügyi dokumentáció másolásával, valamint a másolatot tartalmazó CD/DVD felvételek kiadásával összefüggésben felmerülő díjak számítása során.

Az OBDK – a Magyar Kórházszövetség együttműködésével – az egységes és irányadó szabályozás kialakítása érdekében a másolási díjakra vonatkozó ajánlást és a másolat kikérése során alkalmazható formanyomtatvány-mintát készítette. A Központ az ajánlást – az EMMI Egészségügyért Felelős Államtitkárságának támogatásával – az egészségügyi szolgáltatók fenntartói és a járó- és fekvőbeteg gyógyintézmények részére eljuttatta, valamint honlapján is elérhetővé tette (<http://www.obdk.hu/tajekoztatok.html>).

Az Országos Betegjogi, Ellátottjogi, Gyermekjogi és Dokumentációs Központ ajánlásának célja az egységes és átlátható „jó gyakorlat” kialakításának segítése, lehetőséget teremtve ezáltal arra, hogy a jogosultak az ország különböző pontjain azonos feltételek mellett juthassanak hozzá az egészségügyi dokumentációhoz, az egészségügyi szolgáltatók pedig érvényesíteni tudják azokat a reális költségeket, amelyek a dokumentáció másolásához kapcsolódhatnak.

*Országos Betegjogi, Ellátottjogi, Gyermekjogi és Dokumentációs Központ*