
Darwin után kétszáz évvel – öregedő emberiség, öregedő emberek

Two Hundred Years after Darwin – Aging Humankind, Aging People

Kovács György

Milton Friedman Egyetem

kovacs.georg@gmail.com

Initially submitted September 12, 2018; accepted for publication October 18, 2018

Abstract

This essay is about the effects of human evolution on aging. Evolution is meant here both in biological and social sense. The natural laws of selection and adaptation have directly acted upon the biological development of man and humankind of course, but their impacts made indirect changes in social life, in the growth of human population and in the personal life of older people as well.

Kulcsszavak: evolúció, szelekció, alkalmazkodás, népességnövekedés, öregedés

Keywords: evolution, selection, adaptation, population growth, aging

Az evolúció az elmúlt időszakok egyik legmélyrehatóbb elmélete, mely Darwin után kétszáz évvel is jelentősen megosztja az emberi társadalmat és a tudományos közéletet. Az 1859-ben megjelent *A fajok eredete* című világrengető könyv, amely Darwin főműveként vonult be a köztudatba, alaposan átírta a fajok állandóságáról szóló elméleteket, és megnyitotta az utat egy új, izgalmas gondolatiság irányába. Ma már számtalan biológiai, fiziológiai, mi több gazdasági tevékenység is megmagyarázható evolúciós szemszögből nézve, miképpen az emberi öregedéssel foglalkozó tudományok sem mellőzhetik ezeket az irányvonalakat.

A kifejlődés a biológia tudományterületén belül az egyik legfontosabb teória, hiszen egyetlen „*miértre és hogyanra*” sem lehetne válaszolni ma már az fejlődés megkerülésével.

Vajon képes lenne-e a tudomány maradéktalan vagy legalábbis kielégítő válaszokat adni azokra a kérdésekre, hogy valójában miképpen alakult ki a világunk, benne a számtalan élőlényel, köztük az emberi fajjal, ha nem volna evolúciós elmélet. A kifejlődés folyamatainak rendszerezője, Darwin volt, aki a maga korában olyan elmélettel állt elő, amely nem csupán megdöbbenetett, hanem meg is osztotta a tudós társadalmat. Megfigyeléseiből levont következtetéseit 200 éve támadják, s ezek az ellenérvek többnyire azon alapulnak, hogy az elmélet tele van hiányosságokkal, megmagyarázhatatlan, az emberi képzeletet felülmúló történésekkel. A kreacionista beállítottságúak ennek köszönhetően megerősítették önmagukat ama elképzeléseikben, hogy ezek a hiányosságok éppen a teremtő alkotó munkáját igazolják. Szemléletükből kizártak mindent, ami a természettel ellentétes, és nem magyarázható másképpen, csakis úgy, hogy „Isten megteremté a világot”! Vajon kinek van igaza? Vajon Darwin tévedett volna? A válasz nyilvánvalóan nem egyszerű, hiszen alapkérdés, hogy a tudomány képes-e olyan szintre emelkedni, hogy minden kétséget kizáróan igazolja az elmélet létjogosultságát. Vagy Darwin után 200 évvel megdőln minden?

Teremtés vagy származás?

Az emberiség hitvilágának korai kialakulásakor elterjedt nézetek szerint minden természeti csoda, minden élőlény, így az ember is valamilyen istenség keze általi alkotó, teremtő munka eredménye. A mítoszokban szereplő ezernyi anyag és forma – az emberi hit szerint – nem alakulhatott ki másként, csak egy gondos tervező állhatatos munkája révén.

Az ősi görög vallásfilozófia egyik mítosza szerint a bolygónkat körülölelő levegő teremti az életet, így a levegő egynemű a lélekkel. Később, i. sz. III. században Plótinosz tanai nyomán terjedt el a szellem fogalma, vagyis a lélek anyagtalansága.

Az egyházak középkori fokozatos térnyerése folytán megmásíthatatlan dogmákká szilárdultak a teremtéslegendák, köszönhetően mindannak, amit a teológia a teremtésről tanított.

Ahogy Katona is írja,¹ annak az eszmének a virágzása, hogy a teremtés során az összes állat, növény és ember gyakorlatilag egy meghatározott időfolyamatban egyetlen teremtő munkássága révén jött létre, egészen a XVIII. századig megmásíthatatlan tényként uralkodott az emberi gondolkodás felett. Ez azt is jelenti, hogy a korábbi, sokkal fejlettebb természettudományos szemlélettel rendelkező gondolatok háttérbe szorultak. Például azok a természettudósok, akik már az i. e. IV. évszázadban bátorították felvetni annak a gondolatát, hogy az ismert élőlények megcáfolva ezt a világos folyamat leírást talán már jóval korábban is léteztek esetleg más formában.² Már Arisztotelész némely művében is fellelhetőek azok az újszerű gondolatok, hogy az élővilágban szigorú hierarchikus fejlettségi fokozatok találhatók. Vannak egyszerűbb és bonyolultabb szervek, szervrendszerek. A fokozatosság (gradáció)³ gondolata Arisztotelész természetszemléletében több, különböző elméleti síkon jutott érvényre, vagyis az egyszerűbb élőlények szervtelen anyagból – ősnemzéssel – jönnek létre, míg a bonyolultabb szervrendszerek keletkeznek petéből, tojásból.

Végső soron tehát az i. e. IV. századi görög természetfilozófia felfedezte az ember és az állatvilág alapvető hasonlatosságait és a különbözőségek relevánsabb tényezőit. Amennyiben figyelmesen áttanulmányozzuk az idevonatkozó részeket, még a Biblia sem zárkózott el az ellen, hogy bizonyos fokú párhuzamok valóban felfedezhetők az emberi és állati szervrendszerek, formák és egyes viselkedési mintázatok között, mégsem fogadják el azokat a tudományos téziseket, melyek ezeket igazolják. Helyette inkább kikerülhetetlen akadályt állítottak fel azzal, hogy az emberiség és az állatvilág közé éles határvonalat húztak, ezzel is lassítva a tudományos magyarázatok elterjedését.⁴

Annak a kérdésnek az eldöntése, hogy vajon létezett-e valaha is evolúció vagy sem, a napjainkra valóságos háborúvá duzzasztotta az ellentéteket. A kreacionisták – noha nem tudják megállítani az evolucionistákat – azt vallják, hogy a kialakult fő nézeteket egymással párhuzamosan kell tanítani, míg a másik tábor azt hangsúlyozza, hogy a tantervekben egyszerűen nincs helye természetfeletti vagy isteni

¹ Katona, 1974.

² – Anaximandrosztól származik egy olyan írástörredék, melyben megemlíti, hogy az emberek először a tengerben éltek, hal formájúak voltak, majd később a szárazföldre jöttek és levetették a halbórt.

³ – A gradáció során egy állatfaj populáció nagysága nagymértékben meghaladja az átlagos értéket. Az egyedsűrűség növekedése hirtelen következik be, majd egy csúcsérték elérése után hirtelen egyedszám csökkenést tapasztalhatunk. A gradáció után újra, több generáción keresztül az átlagos egyedsűrűség jellemzi a populációt.

⁴ – Katona, 1974.

csodákról szóló ismereteknek. Mindez abból fakad, hogy egyesek szerint az élet annyira bonyolult, hogy annak kialakulása csak egyféleképpen magyarázható: „a Teremtő áll mögötte!”.

Ezzel szemben másoknak az a meggyőződése, hogy a természet minden külső behatás nélkül képes létrehozni az élet számtalan megnyilvánulási formáit. Ezt a folyamatot határozták meg ezzel a máig is vitatott kifejezéssel: *evolúció*.

Ennek az egyetlen szónak és a forradalmian új elképzelésnek a megalkotója Charles Darwin. Az elmélet megszületése egy varázslatos utazással kezdődött 1831-ben, amikor az alig 25 esztendőes természettudós elindult a Beagle fedélzetén a távoli ismeretlenbe. Az öt évig tartó hajóút során minden lehetséges módot megtalált arra, hogy kövületeket, felfedezetlen állati és növényi nyomokat kutasson. Miután hazatért Londonba, több mint huszonkét éven át rakta össze azokat a kis mozaikokat, melyekből aztán az elmélete megszületett.

Az már Darwin előtt is ismert volt, a tudósok körében, hogy bolygónkat a távoli múltban soha nem látott létformák népesítették be. Akadtak olyan furcsa vagy félelmetes szörnyek is, melyet a ma élő ember soha nem láthatott, más állatok maradványai viszont ismerősnek tűnnek, mégpedig olyannyira, hogy a hasonlatosságok a kipusztult és a ma élő állatok valamiféle között rokonsági kapcsolat feltételhető. Darwinban felvetődött a kérdés: előfordulhat-e, hogy a ma élő állatok ezeknek a kipusztult fajoknak a leszármazottai? Létezik, hogy egy egykor élt faj idővel átalakul egy másikká? Amikor Darwin elindult ötéves felfedező útjára, maga is kreacionista beállítottságú egyszerű természettudós volt. Amit felfedezett, még önmagát is megdermesztette, talán ezért történhetett meg, hogy jegyzetei, egyéb leírásai közel harminc évig a fiókjának mélyén lapultak, hogy aztán majd 1859-ben bombaként robbanjanak és *A fajok eredete címmel* elinduljanak hódító útjukra⁵.

A könyv alapján véve három sokkoló erejű feltételezéssel borzolta a kedélyeket:

1. a Föld több százmillió éves
2. néhány egyszerű élőlényből alakult ki minden ma élő állat, növény és maga az ember
3. a fajok sokszínű kialakulásának mozgatórugója a természetes kiválasztódás.

Az istenfélő emberek ekkor találkoztak először ama merész gondolattal, miszerint az élet ilyen formában történő kialakulásához nem volt szükség teremtőre! De vajon igaza volt-e Darwinnak?

Mikor alakulhatott ki az élet a Földön?

Darwin kezdetben nem állította azt, hogy tudja, miként kezdődött az élet, de azt igen, hogy a Föld sokkal régebbi, mint azt bárki is feltételezte volna az ő korában. Szerinte a Föld több százmillió éves, míg az ellenzői szerint bolygónk még fiatal, hiszen Isten az utolsó 10.000 év alatt teremtett minden élőlényt.

Martin van Kranendonk, napjaink neves természettudósa, Ausztráliában a Föld legidősebb kövületeinek nyomába eredve számos olyan leletre bukkant, mely régmúltban élt élőlények tisztán megőrzött maradványait rejtették. Ezeknek a tüzetesebb vizsgálatai közelebb visznek bennünket ahhoz a korszakhoz, ahol valaha minden elkezdődött.

Kranendonk megállapításai szerint az Ausztrália nyugati részén talált leletek azért rendkívül fontosak, mert ezek többsége megcáfolhatatlanul őrzi az élet keletkezésének legtisztább bizonyítékait. A kőzetek külső burkolata arról árulkodik, hogy az ott talált formákat csakis élőlények alakíthatták ki.

⁵ - Darwin, 2007.

Ezek a sztramatolitok,⁶ melyeket a tengerben élő baktériumok építettek fel, és a tudósok ma már nagy bizonyossággal állítják, hogy ezekből alakult ki minden élőlény, köztük az emberi faj is.

Darwin korában a megfelelő technikai eljárások hiányában a kőületek korának pontos behatárolása még nem volt lehetséges. A tudomány rohamos fejlődése azonban számunkra már elhozta annak a lehetőségét, hogy a kőületek korát nagyon pontosan megállapíthassuk.⁷ Amikor az Ausztráliában talált kőzeteket megvizsgálták, kiderült, hogy azok életkora 3.5 milliárd év, tehát Darwin nemcsak, hogy nem tévedett, de igen közelítően tudta megbecsülni a Föld valódi korát. Ebben a kérdésben tehát igaza volt.

Egy vagy néhány egyszerűbb élőlényel kezdődött az élet

Darwin további megfigyelései szerint a későbbi életformák ezekből az élőlényekből fejlődtek ki hosszú évmilliók alatt, ezekből azután újabb és újabb fajok alakultak ki, aminek köszönhetően fajok milliói népesítették be a bolygónkat.

A világ számos pontján lévő természettudományi múzeumok számtalan olyan kőületet őriznek, melyek vizsgálataiból pontosan megmondható, hogy milyen volt a Föld élővilága az élet egyes szakaszaiban. Mivel a radiometria segítségével minden kihalt élőlény korát pontosan meghatározhatjuk, már azt is tudjuk, hogy mikor és milyen sorrendben követték egymást. Ha Darwinnak újfent igaza volt, akkor joggal elvárhatjuk, hogy a legkorábbi kőületek egyszerű élőlényektől származnak, és ahogy az idő múlt, a fossziliák egyre változatosabbak lettek és bonyolultabb élet nyomait tartogatták az utókornak.

Az élet első nyomainak tehát a kb. 3.5 milliárd éve megjelent sztramatolitok, amiket baktériumok hoztak létre. Mivel ezek a legegyszerűbb élőlények közé tartoznak, Darwin jogosan vélekedett úgy, hogy az élet a legprimitívebb formákból alakult ki. A kérdés csupán az, hogy mikor és hogyan lett a kezdetleges élet egyre változatosabb, bonyolultabb. A vizsgálatok kimutatták, hogy innentől számítva kb. 1500 éven át szinte elhanyagolható mértékű volt a változás. Nagyjából 2.5 milliárd évvel ezelőtti időszakban találhatók az első olyan egysejtűek nyomainak, melyek már sejtmaggal rendelkeznek. Ilyen sejtek építik fel a mai élőlények majdnem teljes egészét. Ekkortól kb. 600 millió év telik el az első állatok megjelenéséig.⁸ Aztán az élet úgy 500 millió évvel ezelőtt, a kambriumi időszakban végre fejlődésnek indult, aminek egyik tagadhatatlan ténye, hogy az elődökhöz képest ezeknek az élőlényeknek már fejük és végtagjaik is voltak. Ez pedig egyértelműsíti azokat a feltételezéseket, hogy az élet egyre szín pompásabb formákat öltött. Tehát Darwinnak ebben a kérdésben is igaza lett, de vajon mi a helyzet a harmadik állításával?

A természetes kiválasztódás törvénye

Ez a rendkívül merész, és a 19. század emberének gondolatiságával nehezen összeegyeztethető kijelentés magyarázatot adhat arra, hogy az élőlények miért alakultak olyan változatosan, ahogy azt ma már ismerjük.

Darwin szerint a természet hatalmas ereje hozta létre az újabb és újabb fajokat, melyet ő egyszerűen a természetes kiválasztódás (szelekció)⁹ törvényeivel magyarázott. A kreacionista elképzelésekkel

⁶ - A sztramatolit cianobaktériumok, azaz fotoszintetizáló kékbaktériumok által létrehozott üledékszerkezet.

⁷ - A radiometria, azaz a földtani kormeghatározás.

⁸ - Dawkins, 2009.

⁹ - A szelekció vagy kiválasztódás olyan evolúciós folyamat, mely során a reprodukcióra képes élőlények nemzedékeinek váltakozásával bizonyos tényezők hatására egyes öröklődő tulajdonságok gyakorisága nő, egyesek

ellentétben Darwin azt állította, hogy a különböző fajok lassú, de fokozatos kiválasztódás mentén alakultak ki. A téma tisztább megértése érdekében nézzük meg először, hogy hogyan működik a természetes szelekció. Hogyan képes egy természeti erő újabb formákat kialakítani vagy más változatokat létrehozni? Darwin szerint a válasz ott van, ahol nem is sejtenénk: a természetben zajló állandó, soha véget nem érő mészárlásban. A természet sokszor könyörtelen, de igazságos is egyben. A legtöbb állatnak esélye sincs arra, hogy túlélje a holnapot, ezáltal szaporodhasson, és genetikai örökségét továbbítsa az utódokban. Darwin úgy gondolta, hogy ebből a látszólag kegyetlen vérengzésből valami csodálatos dolog kerekedik. Bizonyos egyedeknek olyan tulajdonságaik vannak, amelyeknek köszönhetően jobb esélyekkel maradhatnak életben, mint mások. Ilyenek lehetnek a kifinomultabb érzékszervek, nagyobb vagy erősebb fogazat, gyorsabb futóképesség vagy akár hatékony álcázási stratégia. Következésképpen az olyan egyedek, amelyek valamilyen előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, nagyobb eséllyel élnek túl a ragadozók támadását vagy ejtenek el zsákmányt. Ám ezek az adaptív értékek nem csupán a túlélésben játszanak szerepet, hanem ezek tovább öröklődnek az utódokban is. Ez a jelenség a legrátermettebbek fennmaradásának alapfeltétele, melyet Darwin úgy írt le, hogy *csak a legerősebb maradhat életben!* Ennek köszönhető, hogy az utódok egy kicsivel gyorsabbak, erősebbek, nagyobbak vagy akár ravaszabbak lesznek elődeiknél. Ez a megállapítás kielégítő magyarázatot ad arra, hogy miképpen lesz az élet egyre változatosabb és bonyolultabb. Ez azonban újabb kérdéseket vet fel, például miképpen lesz színesebb egy létforma, illetve hogyan lesz egy fajból kettő? Darwin szerint a válasz magában a környezetben keresendő.

Fő kérdés, hogy milyen módon hat a létért folyó küzdelem az egyes változatokra, milyen szerepet játszanak a környezeti hatásokhoz, vagy a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodás?

A köztudatban nagyon sokan félreértelmezik a természetes szelekció valódi jelentését, vannak, akik azt képzelik, hogy ez idézi elő a változatok kialakulását, pedig ez csupán megőrzi az alkalmazkodás következtében egyébként is fellépő előnyös változásokat. Ilyen többek között a jegesmedvék esete, ami jellegzetes példája annak, hogyan alakult át hófehér bundájú változattá a barnamedve? Hogyan lett egy fajból kettő? Az ő esetük bizonyítja, hogy milyen döntő fontosságú az alkalmazkodás egy körülmény megváltozásakor. A jegesmedvék kialakulása pedig éppen ilyen alkalmazkodás következménye és nem a természetes kiválasztódásé. Sötét színű bundájuk gátolta a medvéket abban, hogy az örök hó birodalmában sikeresen vadászhassanak, ezért, alkalmazkodva a körülményekhez, fokozatosan kifehéredtek, így beleolvadhattak környezetükbe, s ez a vadászatok során kifejezetten előnyössé vált számukra. Ebből következtethetünk arra a megállapításra, hogy az életfeltételek változása fokozza a változékonyságra való hajlamot. Az iménti példából kitűnik, hogy az életfeltételek átalakulása ebben az esetben kimondottan kedvezően hatott a természetes kiválasztódásra, mert jobb esélyt teremtett az előnyös változatok megjelenésére. Ha ez nem így lenne, a természetes kiválasztás önmagában kevés lenne. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy itt a „változat” kifejezés alatt csupán egyedi különbségeket kell érteni. Ezek az egyedi különbségek lehetnek hasznosak, illetve lehetnek hátrányosak, és Darwint idézve: *„a természetes kiválasztás a világon minden nap, minden órában ellenőrzi a legcsekélyebb változásokat is.”* Mindez azt jelenti, hogy ez idézi elő azt a jelenséget, ami úgy igyekszik javítani az élőlényeken a természetes kiválasztás törvényei szerint, hogy nem engedi elszaporodni a hátrányos változatokat, következésképpen az alkalmatlanoknak pusztulniuk kell!

Mindebből az is kitűnik, hogy a természetes szelekció vezetett el végeredményben a különböző fajok kialakulásához, hiszen elsődleges szerepe a genetikai örökség állandó jobbításában rejlik. Az örökléstan fejlett tudománya ma már egyértelműen rávilágított arra a jelenségre, hogy utódláskor lényegében egy „hibásan másolt” génállomány keletkezik, ami olyan kisebb eltéréseket eredményez, amelyek a változásokért felelősek. Ezeknek az apró változásoknak a végeredménye egy valamikor bekövetkező új faj kialakulása.

A szociális versengés

A társas viselkedés kifejlődésének fő irányvonalai az együttműködés és az altruizmus (önzetlenség). Ennek ellenére a kellemetlen valóság mégis az, hogy a személyes összesített alkalmasság maximalizálása általában a rokonok, illetve a fajtársak rovására történik.

Amíg az egyedek genetikailag különböznek egymástól, várható, hogy elsősorban mindegyik a saját érdekeit, vagyis az előnyökhöz jutás lehetőségeit tartja szem előtt. Vetélkedés akkor jelentkezik, ha két, vagy több egyed törekszik valamilyen számukra létfontosságú erőforrás megszerzésére, amely azonban mennyiségileg korlátozott. Ebből fakadóan komoly versengés alakul ki a táplálékért, vízért, fészkelő helyért vagy egy megfelelő társért.

A szociális versengés kapcsán az ilyen erőforrásokért történő küzdelemnek két alapvető módját határozhatjuk el:

- 1) tülekedés, tolongás
- 2) viadalszerű versengés

Tolakodásról (*tülekedésről*) akkor beszélünk, ha a résztvevők minden egyede a felhalmozott erőforrásokból annyit hasznosít, amennyit csak képes. Ekkor jellemzően a vetélytársakkal semmilyen számottevő társas interakció nem lép fel. Hasonlít az állapot a tőzsdéhez, amikor az emberek, mint a heringek összezsúfolódva, tolongva hadonásznak egy-egy nagyobb haszonnal kecsegtető üzlet reményében, ennek ellenére rendszerint nem alakul ki sem verekedés, de még csak veszekedés sem, mert minden ilyen „akció” az üzletről való lecsúszás veszélyével járna.

Ha a készlet felhasználódik, a tülekedéses versengésnek azok lesznek a győztesei, akik a legtöbb vagy legnagyobb részt tudták maguknak megszerezni.

Abban az esetben viszont, ha a versengő egyedek közvetlen kapcsolatba kerülnek egymással, és a kölcsönhatások kimenetele meghatározza a lehetőségeiket az erőforrások kiaknázásában, akkor *viadalszerű versengésről* beszélünk. Ekkor az erőforrás teljes terjedelmében a győztest illeti, vagyis ekkor a képlet tiszta és egyértelmű, a nyertes mindent visz.

A viadalszerű versengés közvetlen kiváltó mechanizmusa az agresszió, amit a későbbiekben majd bővebben tárgyalok, most azonban fontosnak tartom megvitatni annak a kérdését, hogy e két versengési mód kapcsán mikor legyen egy egyed agresszív. Az evolúciós elmélet voltaképpen egyszerű választ ad erre a kérdésre, mivel a válasz összhangban van az egyéb stratégiai kérdésekkel. Ez alapján kijelenthető, hogy az egyed akkor lesz agresszív, ha az ilyen megnyilvánulás növeli a teljes alkalmasságát. Másképpen fogalmazva: a támadás csak olyan helyzetekben jellemző, ahol a viadalszerű versengés hatékonyabb, mint a tülekedés, illetve tolongás. Ez főképpen akkor tapasztalható, ha az emberek egy hosszabb nélkülözés után korlátozott mennyiségű élelem megszerzéséért küzdenek. Vagy ha például egy csapat gyerek küzd egy tábla csokoládéért. Ilyenkor várható, hogy az egyedek között agresszív kölcsönhatások lépnek fel. Ekkor azonban egy másik lehetőséggel is számolnunk kell, vagyis

azzal, hogy a gyerekek vagy felnőtt társaik viselkedését, versengési aktivitását egy korábbi versengés eredménye befolyásolja, vagyis a versengők között egy kialakult hierarchia alapján kerül felosztásra a vitatott erőforrás.

Az agresszióra készítő okok között a táplálékért folyó küzdelem igen előkelő helyet foglal el, mivel az életben maradásban ez nagy fontossággal bír, így az agresszív versengés főként a korlátozott erőforrások esetében aktiválódik. Ugyanakkor a népesség növekedése újabb okot ad az agresszió kifejeződésére, amiből arra lehet következtetni, hogy van valamilyen összefüggés a populációsűrűség és az élőlények egymás iránt tanúsított toleranciája között. Itt azonban megjegyzem, hogy megkülönböztethetők az úgynevezett sűrűségűző, és a sűrűséget nehezen viselő csoportok, de a zsúfoltság okozta agresszivitás mértékét minden esetben az alkalmazkodás követelményei határozzák meg.

A család szétszóródásakor többnyire a fiatal egyedek távozását lehet tapasztalni, általában a felnőtt hímek kirekesztő viselkedésének hatására, s ez a populációsűrűség szempontjából, illetve a rokontenyésztettség elkerülése céljából válik fontossá. A felnőttek érdekeit a felnövekvő nemzedék gyakran veszélyezteti, így a velük szembeni agresszió teljesen természetes. Az evolúciós elméletből azonban egyenesen következtethető, hogy a felnőtt egyedek megkülönböztetik a saját utódait a másokétól, s ezekkel szemben kevésbé válnak agresszívvá.

A mértani haladvány szerinti bővülés törvényei

Ahogy azt a fentiek alapján már megvilágítottam, az egyes fajokra jellemző specifikus viselkedési formák sok esetben attól is függenek, hogy az adott területen élők egyedszáma milyen sűrűséget ér el, vagyis a lakottság mértéke is döntő szerepet tölt be bizonyos viselkedések kialakulásakor.

Darwin ez irányú megfigyelései alapján szeretnék néhány gondolatot szentelni a bolygónk teljes lakóinak létszámát illető kérdéseknek, mivel az ember esetében zajló túlnépesedési tendencia némiképpen ellentmond a mértani haladvány szerinti bővülés törvényeinek. *A fajok eredetében* részletesen olvashatunk arról, hogy egy adott területen bekövetkező túlnépesedés során jellemzően bekövetkezik valamilyen járvány, amely szinte megtizedeli az ott élőket, mert ez a természeti egyensúly helyreállításának egyik fontos momentuma.

„Minden lény, amely egyedeinek természetes élettartama során egynél több petét vagy magvat hoz létre, ezek élete során valamikor, az életévük valamely szakaszában komoly pusztulásra kell számítsanak, mert különben a mértani növekedés szabályai szerint hamarosan már olyan mérhetetlenül nagy számban létezne, hogy egyetlen vidék sem tudná eltartani.”¹⁰

Nos, megtehetjük, hogy e gondolatok felett elegánsan elsiklunk, de akár el is gondolkozhatunk azon a mindnyájunkat érintő globális problémán, hogy a Földet jelenleg szó szerint benépesítő emberiség létszáma immár meghaladja a hétmilliárdot, ami komoly aggodalomra adhat okot.

Az alábbiakban nézzük meg, hogy demográfiailag milyen állomások mentén robbant az emberi létszám egyik milliárdról a másikra, mindezt annak fényében, hogy a KSH adatai szerint mind Magyarország, mind pedig Európa összlakosságának a létszáma folyamatosan csökken. Amennyiben a hazánkban tapasztalható tendencia továbbra is ebben az ütemben folytatódik, a becslések szerint 2050-re a magyarországi lakosság létszáma nyolcmillió fő alá süllyed. Ugyanez a becslések szerint

¹⁰ - Darwin, 2007, 61.

Németországban a jelenlegi kb. 85 milliőről 60 millióra történő apadást fog eredményezni. Feltehető a kérdés, hogy akkor mi a probléma a teljes lakosság létszámával?

A 20. század második felében a Föld népessége óriási mértékben kezdett növekedni. Ez a folyamat a születések számának növekedésével és a halálozások számának csökkenésével kezdődött – ezen már túl vannak a fejlett országok, viszont a fejlődő országokban jelenleg is ez a tendencia a meghatározó. A fejlett országokban mind a születések, mind a halálozások száma is csökken, így mérséklődik a népesség gyarapodása. Ez a tendencia egyre több helyen, pl. Magyarországon is népességfogyásba csapott át. Ennek ellenére a világ népessége elérte a 6,2 milliárdot, ami ugyan nem használja ki maximálisan a Föld eltartó képességét, de az élelmiszer-eloszlás egyenlőtlensége miatt a szegényebb fejlődő országok és a fejlettek között óriási szakadék alakult ki. A bolygó népességének 80%-a fejlődő országban él, és ez az arány az előrejelzések szerint tovább fog nőni, amit igazol az a tény, hogy a bolygó teljes lélekszáma a 21. század legelején már elérte a hét milliárdot.

Tehát míg egyes országok túlnépesednek, és éheznek az emberek, addig a fejlett nyugat-európai országok népessége nemcsak, hogy csökken, de fokozatosan elöregedik.

Darwin teljesen logikusan építette fel a létszámokról alkotott teóriáját, amikor párhuzamot vont a természetes kiválasztódás és a mértani haladvány szerinti bővülés folyamatainak meghatározásakor. Mi több egészen a XIX. századig az emberiség tekintetében is jelen volt a „kötelező” pusztulás lehetősége. Az emberiséget sokszor megtizedelő járványok, melyek időről időre végigsöpörtek a különböző kontinenseken, biztosították a népesség túlszaporodásának természetes gátjait. Azonban az orvostudomány jelentős fejlődése, a járványok egyre hatékonyabb megfékezése, a betegek gyógyítása, az idősek és egyéb rászorulókat ellátása miatti növekedési tendencia ma már tökéletes ellentétben áll a fentebb említett darwini állításokkal, legalábbis az emberiség létszám növekedési tendenciáit tekintve.

A fontosabb demográfiai robbanások

- Hárommillió évig tartott, míg a földlakók száma 1800-ban elérte az egymilliárdot.
- A második milliárdra 1930-ig, tehát 130 évig kellett várni,
- Még harmincat 1960-ig, a hárommilliárdig.
- A negyedik milliárdot 1975-re, mindössze 15 év alatt értük el,
- 1987-ben ötmilliárd,
- 2004-ben pedig hatmilliárd fölöttivé gyarapodott a Föld népessége
- 2011 → hétmilliárd¹¹

A fenti adatokból jól látszik, hogy az emberiség létszáma milyen módon növekszik az egész bolygón, függetlenül azoktól a számításoktól, melyeket például Linné, vagy Darwin tett. Történelmünk folyamán az emberiség számának növekedése sokáig csak lassú emelkedő tendenciát mutatott, a gyors növekedés egy relatíve rövid időszakra, az utolsó 200 évre tehető. Az egyensúlyi állapot megszűnésével az emberi népesség szaporodási üteme ugrásszerűen fokozódott (demográfiai robbanás).

A technológiai fejlődés, az egészségügyi ellátás fejlődése alacsony halálozási rátához vezetett (különösen a gyermekhalandóság csökkent). Míg a halálozási arány csökkent, ugyanakkor a várható életkor nőtt. 1900-ban például egy fejlett országban élő nő várható életkora 50 év volt, míg 1996-ban kb. 80 év. A várható életkor ilyen magas növekedéséhez nagymértékben hozzájárult a

¹¹ - KSH. 2012.

csecsemőhalálozás nagymértékű csökkenése. Az 1900-as évek 100 esetéről 1997-re 10 alá (1000 élveszülésre számítva).

A népesség alakulásánál az utolsó 6000 év folyamán a megkétszereződés időtartama 200 évről 30 évre csökkent. Az időszámítás kezdetén 200 millió, 2000-re 6,5 milliárd, 2035-re 25 milliárd fő is lehet, bár az ENSZ előjelzések szerint 8-14 milliárd között állandósulni fog a Föld népessége.

Becslések szerint egy embernek a kulturált életfeltételeihez 800 négyzetméter terre (út, iskola, lakás, kórház, stb.) van szüksége. Ha az emberi népesség növekedésének ütemét változatlanak tételezzük fel, 500 év múlva 1 négyzetméter állna rendelkezésre csupán minden ember számára. Ez a matematikai játék rámutat a jelenlegi tendencia tarthatatlanságára. A népesség növekedésének tendenciavizsgálatával, illetve a mértani haladvány szerinti bővülés törvényszerűségeivel nem csupán Darwin foglalkozott, hanem ezt a témát már az őt megelőzendő időszakokban is komoly kutatások övezték. Az ebből keletkezett eredmények közül az egyik leghíresebb következtetés Thomas Robert Malthus nevéhez fűződik, aki a századforduló Angliájának két releváns gazdasági problémájára próbált megoldást találni, s ehhez mind a családi háttere, mind pedig a tudományos foglalkozása számtalan adalékkal szolgált. Malthus már a 19. század elején rámutatott, hogy a növekedés elsősorban a *nagyon szegény* családokban volt megfigyelhető. Malthus megpróbált választ adni arra a kérdésre, hogy mi az oka a szegénységnek, s hogy vajon szerepe van-e abban a népesség növekedésének. Ezzel kapcsolatosan fejtette ki híres-hírhedt *népesedélméletét*, illetve növekedélméletét. Az ehhez szorosan kapcsolódó *piacelmélet* szerint, ha az embereknek nincs pénzük, hiányzik a megfelelő nagyságú fizetőképes kereslet. Ennek hiányában pedig értékesítési gondok lépnek fel, s ezek nemcsak a kereskedőket, hanem a termelőket is hátrányosan érintik. Angliában a 18-19. század fordulóján a kereslethiány visszavetette a termelést és a gazdaság fejlődését is. Malthus piac- és népesedélmélete ezen a ponton kapcsolódik össze.

Malthus ördögi körként ábrázolta, hogy a természetes korlátokba ütköző népszaporulat a létminimumon tartja a béreket. Ha ezek emelkedni kezdenek, vagyis emelkedik az emberek életszínvonala, akkor nagyobb valószínűséggel több gyereket vállalnak, ami aztán a létfenntartási cikkek hiányához és újból bekövetkező életszínvonal csökkenéshez vezet. Az első problémának, a népesség gyors szaporodásának okait keresve nagyon sok megfigyelést végzett, a későbbiekben pedig rengeteg statisztikai anyagot gyűjtött össze. Ezek alapján fogalmazta meg híres-hírhedt tételét: *a népességszám a mértani haladvány szerint (1, 2, 4, 16, ...) növekedik*, ez pedig arra vezethet, hogy a népesség húsz-huszonöt évente megduplázódik. De vajon az élelmiszer-termelés képes-e lépést tartani a népességszaporodással? Malthus válasza gyakorlati tapasztalatai alapján egyértelmű: *nem képes!* A föld termőképessége – szerinte – számtani haladvány (1, 2, 3, 4, 5, 6, ...) szerint fokozható, ezért szükségszerűen következik be a nyomor, az éhezés. Példaként azt hozza fel, hogy hiába megy ki a földre kétszer annyi arató, nem képesek kétszer annyi gabonát betakarítani. A megművelhető termőföldterület véges, hiába növeljük tehát a dolgozók számát, a betakarítható termék (gabona) csak szerény mértékben nő.¹²

Amikor Darwin számára világossá vált, hogy a fajok átalakulhatnak, és új fajok keletkezhetnek a környezettől függően, és ezek korszakról korszakra változnak, már csak a folyamat mechanizmusát kellett megtalálnia. 1838-ban elolvasta Thomas Malthus dolgozatát, mely szerint a populációk növekedését a rendelkezésre álló táplálék mennyisége korlátozza. Darwin ekkor jutott arra a felismerésre, hogy a létért való küzdelemben az alkalmas változatok fennmaradnak, míg a kevésbé

¹²

- Thomas R. Malthus: *An Essay on the Principle of Population*, London, 1798. (Magyarul: Malthus, 1902.)

alkalmasak elpusztulnak. Megvolt tehát az új fajok keletkezésének mechanizmusa: *a természetes kiválasztódás*.

Emberré válás, emberelődök

A tudományos fejlődés-magyarázat tehát hosszú időtartamban gondolkodik. Évmilliókkal ezelőtt volt honos Afrikában egy ősmajomfaj, az ún. *Ramapithecus*¹³, amelynek testfelépítése úgy öt-hatmillió éve fokozatosan kezdett átalakulni, és nem is egy, de legalább három új faj keletkezett belőle. Mindhárom faj egyedei – elődeikkel ellentétben – már nem a fákon éltek, hanem a földön és felegyenesedve, két lábon jártak. A leletek tanúbizonysága szerint valószínűleg csak lassan tudtak futni, ami jelentős hátrányt feltételezett a többi állattal szemben. De volt néhány szerencsés tulajdonságuk, amelyeket még a fán szereztek: elől ülő, szemek, remek tér- és színlátással, ám a legfőbb előnyt a markolásra alkalmas végtagok jelentették. A felegyenesedés révén már messziről képesek voltak meglátni a fenyegető ragadozókat, illetve a távolabbi táplálékforrásokat, ehhez csak fel-fel kellett egyenesedniük a szavannák magas fűvében. Az idők folyamán fokozatosan áttértek a hátsó lábakon való járásra, ezzel pedig felszabadult mellső lábuk, mellyel köveket, fadarabokat tudtak megfogni, eszközként használni, ami jelentős mértékben hozzájárult egy visszavonhatatlan fejlődési folyamathoz. A magasságukat tekintve a mai emberhez képest kistermetűek voltak, nagyjából másfél métereseek. A három faj egymás közvetlen közelében élt, hogy békében vagy sem, azt nem tudhatjuk, de tény, hogy közülük kettőre nem sok jó várt: pár évmillió alatt kihaltak – talán részben éppen a harmadik faj utódai szorították ki őket. A harmadik továbbfejlődött, utódai pedig páratlan mértékben elszaporodtak a Földön. Ez a harmadik faj az úgynevezett *Homo habilis* (ügyes ember). Mai feltételezések szerint ez egy vonatkozásban tért el a másik kettőtől. Míg azok egyedei magukban gyűjtögettek, és rögtön elfogyasztották ételmüket, addig a *Homo habilis* csoport tagjai megosztották egymással szerzeményeiket. (Elsősorban növényi ételmelet és lárvákat gyűjtögettek.) Így egyes tudósok feltételezik, hogy az emberré válás folyamata a táplálékmegosztással kezdődött, hiszen ez a létforma már bizonyos fokú együttműködést és kommunikációt igényelt.

A kommunikációs képességek kifejlődése pedig számos olyan lehetőséget is nyilvánvalóvá tett az emberelődöknek, amelyeket már nemcsak a táplálék megosztása során tudtak felhasználni. A kommunikáció konkrétan az életben maradás egyik fontos stratégiai elemévé vált. A koponyamaradványokat vizsgálva olyan agyra következtettek, amelyek lehetővé tették a kommunikációt, de kezdetben inkább csak mimikával és csak másodsorban beszédszerű hangokkal¹⁴. A *Homo habilis* kreativitását mutatja, hogy ő építette a történelem legrégebb ismert „épitményeit”, kőköröket, melyek kunyhók alapjai lehetnek. A *Homo habilis*ből fejlődött ki körülbelül kétmillió évvel ezelőtt a *Homo erectus* (felegyenesedett ember). Már bonyolult pattintási eljárással készített szakócákat is elő tudtak állítani, és használták a tüzet. A társas együttműködést továbbfejlesztve, már nagyvadakra vadászott szervezett csapatokban. A *Homo erectus* már nem csak Afrikában élt, mint elődei, hanem északra vándorolva Európában és Ázsiában is elterjedt. (Magyarországon, Vértesszőlősen találták meg egy *Homo erectus* maradványait, ez Európa legrégebbi embertani lelete.)

¹³ – Rokonának maradványait Magyarországon, Rudabányán is megtalálták.

¹⁴ – Katona, 1974.

Az Európába vándorolt *Homo erectus* alkalmazkodnia kellett a fokozatos lehűléshez, a második, majd a harmadik jégkorszakhoz. Állatbőrökből ruhákat készített magának, barlangokba húzódott. A *Homo erectus*-ból körülbelül 300 ezer éve kifejlődött *Homo sapiens* (értelmes ember) már eltemette halottait és feltehetően volt valamiféle vallása. Belőle alakult ki nagyjából 30 ezer éve a *Homo sapiens sapiens*, mely az egész földön, így az amerikai kontinensen és Ausztráliában is elterjedt. Testfelépítésében, képességeiben és koponya úrtartalmában és barázdáltságában megegyezett a mai emberrel.

Az emberré válás során folyamatosan növekedett a testmagasság, és még ahhoz képest is nőtt az agytérfogat. Még fontosabb az agy külső rétegének, az agykéregnek kialakulása, és redőzötté válása, amellyel megnövekedett a felszíne. Számos állatnak a testéhez képest nagyobb az agytérfogata, mint az embernek, de agya kevésbé barázdált. A társas érintkezés, az együttműködés következtében kényszerült rá az ember a kommunikációra, ez pedig a fogalomalkotásra, a fogalmak egyre finomabb megkülönböztetésére és kifejezésére, szimbólumok használatára, végső fokon egyre magasabb rendű gondolkodásra kényszerítette. E változások során folyamatosan alakult át az emberi agy.

A koponya szerkezete is átalakult, az agykoponya az arckoponyához képest aránylag nagyobb lett, a kiugró szemöldökeresz eltűnt, a fogak és az állkapocs – a már főtt és sült étel miatt – kisebb lett, az áll hegyesebb. A kommunikáció igényéhez alkalmazkodott az arc felépítése, mely rendkívül mozgékonyvá vált (csak az ember tud annyiféle arckifejezést mutatni), és átalakult a garat felépítése (boltozatos szájpaddás, rövidebb nyelv stb.), amely képessé vált sokféle hang megformálására. Segítette a gondolkodást, az agy és idegrendszer fejlődését, a kéz szabaddá válása pedig az eszközkészítést is. Ennek további következménye a kéz átalakulása, a hüvelykujj szembefordíthatósága a mutatóujjal, a finom fogásra és tapintásra alkalmas kézfej kialakulása. Ezzel párhuzamosan a hátsó végtag, a lábfej a nagy súly stabil megtartására alkalmazkodott.¹⁵

Az embernél már megszűnt a rövid ivarzási ciklus, és ezzel lehetővé vált, hogy egész évben képessé váljon a szaporodásra. Így kézzelfoghatóvá vált az ember korlátlan szaporodási lehetősége, valamint nőtt annak a valószínűsége, hogy több jó képességű egyed szülessen, ami felgyorsult természetes szelekciót eredményezett. Eközben a terhesség ideje hét hónapról kilencre nőtt. Így az újszülöttek fejlettebbek, ellenállóbbak lettek. Elsősorban is több idegsejtjük volt, ami azért fontos, mert az idegsejtek csak a születésig osztódnak, utána már nem.¹⁶

Az emberré válás főbb viselkedési eseményei

- két lábon járás 4,5 millió éve
- húsevés 2,5 millió éve
- eszközkészítés 2 millió éve
- csoportos vadászat 1,5 millió éve
- tűz használat 1,4 millió éve
- tagolt beszéd 40 ezer éve

¹⁵ - Webster, 2000.

¹⁶ - Katona, 1974.

- letelepedés 12 ezer éve¹⁷

A fenti felsorolásból szándékosan kihagytam az állatok domesztikációjának időszakát, mivel az aktuális szakirodalomban leírtak nem fedik az utóbbi évtized kutatási eredményeit. A házasítással kapcsolatban két anomáliát kívánok tisztázni. Az egyik, hogy a kutya házasítása a legfrissebb kutatások szerint már nem 10-12 ezer évre tehető, hanem több tízezer éve, hogy pontosan fogalmazzak, nem kizárt, hogy akár 60 ezer évvel ezelőttre tehető az ember és a kutya szoros kapcsolatfelvétele. A másik, hogy a jelenlegi állás szerint megkérdőjelezhető, hogy a kutya volt az első állatfaj, melyet az ember házasított, mivel egyre erősödik az a tábor, amelynek álláspontja szerint a hús és tejhozam céljából az olyan állatok szelídítésre került sor először, amelyek képesek voltak az elődeinket „táplálni és ruházni”.

Az emberré válás kérdőjelei

Mint a legtöbb nagyszabású elmélet, így az ember kialakulásának folyamatát tárgyaló is, különböző kérdéseket vet fel. Dacára annak, hogy az emberi fejlődést már többé-kevésbé egzakt módon feltárták, vannak olyan elméletek, melyek megkérdőjelezik az evolúció által biztosított fokozatos fejlődés lehetőségét, s ehelyett inkább azt feltételezik, hogy az ember fejlődése több lépcsős, „ugrásos” rendszerben következett be. Ennek tudható be, hogy az emberek többsége tökéletesen egyedi, véletlenszerűen kialakult külső jegyeket szerzett. Az ilyen és ezekhez hasonló elméletek megszületése többnyire annak tudható be, hogy a paleontológusok erőfeszítései ellenére még mindig csekély lelet áll a rendelkezésünkre, a megtalált maradványok pedig általában töredékesek. Ezek a hézagok azonban alkalmasak arra, hogy kételyeket támasszanak. Bár az eddig talált leletek korát már szinte percre pontosan meg lehet állapítani, de arra, hogy ezek egymáshoz képest milyen összefüggéseket tartalmaznak, még nincsenek minden kétséget kizáró bizonyítékok. Mivel a kialakult formák esetleges összefüggései vitathatóak, így ezek már elegendő táptalajt adnak azoknak az elméleteknek, melyek az átalakulóban lévő fajok hiányában az „átugrás” teóriáját hangoztatják. Mivel a tudomány jelenlegi álláspontja szerint az egyik fajból a másikba való átmenet viszonylag gyorsan ment végbe sajnos elég csekély az esélye annak, hogy a hiányzó láncszemeket megtalálják. Az átmeneti leletek hiányában pedig továbbra is nyitott kérdések maradnak, melyek újabb elméletek megszületését eredményezik.

A „csupasz majom”

Azok a változások, melyeken a születésünk pillanatától keresztülmegyünk, a mai ember számára voltaképpen természetes, mi több elkerülhetetlen folyamatok összességéként realizálódnak. Ám a törzsfajlás során bekövetkező változások ismerete már korántsem ennyire hétköznapi, többnyire nem is beszédtema, ám mégis vannak olyan kérdések, amelyek az átlagember érdeklődésének fókuszába kerülnek. Ilyen többek között az emberi testet borító szőrzet kérdése. Miért maradt meg a hajunk? Vagy miért csak bizonyos testrészeinken van jól látható szőrzet, míg más testtájékaink csupaszok? Miért vannak ma is olyan emberek, akik jóval szőrösebbek másoknál, és miért kezdünk el szőrösödni időskorban? Nos, a hiedelemmel ellentétben a mai modern embernek is pontosan annyi testszőrzete van, mint a csimpánzoknak, csak jóval rövidebb, ezért kevésbé látható. Vagyis ez azt jelenti, hogy az evolúció során valójában nem veszítettük el a testszőrzetünket, csupán az éghajlati változásokhoz való adaptációs képességeinket kiegészítve az öltözködési kultúránk elemeivel, a mai embernek már nincs

¹⁷

- Harmat, 2015.

szüksége olyan bundázatra, mely az elődeinket jellemezte. Nézzük meg, hogy milyen folyamatok játszottak szerepet ebben a jól látható változásban.

Szervezetünk nagyon érzékenyen reagál a külső és belső hőmérsékleti ingadozásra, mely általában abban nyilvánul meg, hogy nagy melegben intenzívebbé válik a testünk kipárolgása, vagyis erőteljes izzadás kíséretében szabadulunk meg a folyadékháztartásunk jelentős részétől. Hidegben viszont gyakran tapasztaljuk, hogy bőrünk libabőrössé válik, és dideregve igyekszik a szervezetünk hőt termelni a test felmelegítéséhez. Ám ez nem volt mindig így, hiszen a testet borító dús szőrzet a külső hőingadozás ellen jól védte őseinket. Azonban a kezdetekben az emberi test még nem volt képes izzadni, legalábbis nem olyan formában, ahogy azt ma tesszük. Ahhoz, hogy egy ilyen szembetűnő változási folyamat vehesse kezdetét, nyilvánvalóan markáns környezeti változásnak kellett bekövetkeznie. A legtöbb környezeti változás valamilyen fokú alkalmazkodást feltételez, vagyis azok a fajok, melyek képesek egy megváltozott körülményhez alkalmazkodni, fennmaradtak, míg mások kipusztultak. A paleontológusok azt feltételezik, hogy a Földön 3 millió éve egy felmelegedési periódus kezdődött. Ez őseink akkori élőhelyén, Kelet- és Közép-Afrikában az addiginál szárazabb időjárást eredményezett. A csapadékmennyiség csökkenése miatt az erdős területek egyre inkább nyílt, füves szavannákká alakultak, emellett csökkent az addig a közelben is elérhető erőforrások mennyisége, melynek következményeként a dús erdős élőhelyeket kedvelő emberféléknek emiatt fokozatosan fel kellett adniuk addigi létformájukat, a lecsökkent és a lakóhelyüktől csak nagyobb távolságokban fellelhető táplálék és vízforrások intenzívebb mozgásra kényszerítették az elődeinket. Ez pedig törvényszerűen azt eredményezte, hogy az egyre fáradtságosabbá váló táplálékszerzés miatt a test gyorsabban felmelegedett, az izzadás hiányában a testünk hőleadási kapacitása megnövekedett, így a testet borító és addig védelmet nyújtó dús szőrzetünk csapdájába kerültünk.

A Pennsylvania Egyetem antropológiával és evolúcióval foglalkozó kutatója, N. G. Jablonski és munkatársai azt feltételezik, hogy az akkori előemberek nem csupán a megváltozott éghajlati hatásoknak köszönhetően vesztették el fokozatosan a testszőrzetüket, hanem ennek járulékos következményeként emergentív¹⁸ viselkedési mintázatok alakultak ki. Ezzel egyetemben a kizárólagos növényi eredetű táplálékot egyre inkább a húsfogyasztás váltotta fel, emiatt a zsákmány elejtéséhez vadászni kellett, ami szintén testhőmérsékleti emelkedéssel járt. Vagyis itt merült fel először az emberi szervezet túlmelegedésének kockázata, ami a szőrzet elvesztésének talán legfontosabb oka lehetett. Fokozott aktivitásunk a korábbinál nagyobb belső hőmennyiséget szabadított fel szervezetünkben, amit ellensúlyozni kellett valamivel. A hatékony izzadás – és az ezt lehetővé tevő verejtékmirigyek elterjedése – szintén az életmódváltás következményeként mehetett végbe, amire több konkrét bizonyíték is utal.¹⁹ Jablonski továbbá kifejti, hogy szőrzetünk elvesztése a legutóbbi becslések szerint 1,6 millió éve már javában folyamatban volt. Erre utal például az, hogy a *Homo ergaster* korai egyedeinél nagyjából szintén ekkor alakult ki a folyamatos gyaloglást és a futást lehetővé tevő erősebb testalkat. A változások idejére nemcsak a fossziliákból, hanem a bőrszín genetikai vizsgálataiból is következtethetünk. A Pennsylvania Egyetem vizsgálatai szerint a sötétebb bőrszínért felelős egyik specifikus génavariáns – amely minden afrikainál jelen van – nagyjából 1,2 millió éve jelent meg. Feltételezhető, hogy a nap ellen védő sötét bőrszín kialakulása – a fekete bundával takart korábbi rózsaszínes helyett – nem sokkal a szőrzet elvesztését követően, éppen ennek hatására mehetett végbe.

¹⁸ – A kreativitás legmagasabb szintjén gyökeresen újat teremtő.

¹⁹ – Jablonski, 2013.

Mindezek ellenére sem jelenthető ki, hogy a szőrzet elvesztése teljes mértékű és végleges lenne. Mint azt a fentiekben megemlítettem a mai modern ember szőrmennyisége voltaképpen nem változott, csupán sokszor szabad szemmel nem vagy alig látható pihék formájában fedik testünket. Az elmúlt évszázadok során az adott korszak társadalmi kultúrája nagyban befolyásolta a testszőrzethez való viszonyulásunkat. A nők esetében a csupaszság szexuális vonzerőként kezdett hatni, míg a férfiaknál a legtöbb kultúrában az erő, férfiasság (ivarérettség) szimbólumát testesítette meg. Ám tegyük fel önmagunknak a kérdést: vajon milyen szerepe van a mi életünkben a testszőrzetnek? Miért maradt meg a hajunk, illetve a hónalj- és a fanszőrzetünk? Mi a szőrzet funkciója azokon a helyeken, ahol látványosan megmaradt? A haj esetében továbbra is fontos a fej árnyékolása és a hőszigetelés. *Akik még nem kopaszodtak meg, nem is tudják, hogy ez mennyit számít: haj hiányában például sapkára lehet szükség a fejtetőt érő meleg elleni védekezéshez. A hónalj- és a lányéktáji szőrzet – és részben a haj is – az ember ivarérettségéről és koráról tudósít.*²⁰ Hajunk mennyisége a korrallal együtt változik: az idősödő férfiaknál gyakori a kopaszodás, és mindez a nőknél is megfigyelhető, bár kisebb mértékben. A szakállasodás pedig öregít, így a többiek számára ez is jelezheti egy férfi korát. A szakáll jelezheti a társadalmi státuszt is, így az afrikai vagy ázsiai embereknél a szakáll például a bölcsesség jele. A nemi szőrzet az ivarérettségünket fejezi ki, és alakja eltér a két nemből. Altbäcker szerint nem véletlen, hogy a legtöbb kultúrában eltakarják a fanszőrzetet és a nemi szerveket az ivaréretést követően. Ezzel csökkenthető a szexre való közvetlen felhívás, aminek fontos szerepe van egy olyan társadalomban, ahol az egyedek sűrűn élnek egymás mellett. A fanszőrzet másik funkciója szintén a szexualitással függ össze, és elsősorban a négy lábón járás korában volt fontos. A nemi váladékok a nemi szervek körüli szőrzetre kerültek, a szőrszálak pedig szétoszlatták és felerősítették az illatanyagok – feromonok – hatását. A hónalj- és a fanszőrzet nem fog eltűnni a jövőben sem, mert továbbra is fontos szerepet tölt be. Ha például leborotváljuk a hónaljszőrzetünket, muszáj parfümöt használnunk az illatok miatt. Az izzadás párologtatásában szintén részt vesz a hónaljszőrzet, amit borotválás esetén ugyancsak kozmetikumokkal csökkentünk. A szőrtüszők egyébként könnyen begyulladnak a borotválást követően, legalábbis amíg rövidek: ebből látható, hogy a szőrzet súrlódáscsökkentő funkciója továbbra is megmaradt. Az ember evolúciójáról egyébként fontos megjegyezni, hogy az utóbbi ötven-százezer évben elsősorban nem biológiailag, hanem kulturálisan fejlődöttünk. Ezért nem várható a szőrzet további eltűnése sem: mivel az emberiség létszáma mára igen magas, nem lenne esélye egy szőrtelenségre hajlamosító mutáció elterjedésének, mert a mutációt hordozó egyedek elkülönülésének gyakorlatilag semmi esélye.

A neolitikus forradalom

A *neolitikus forradalom* kifejezést elsőként az ausztrál régész, Gordon Childe (1892-1957) használta a neolitikum időszakában a vándorló, vadászó-gyűjtögető életformáról a letelepült, földművelő életformára való áttérés magyarázatául. Sokan ezt az időszakot tekintik az emberiség fejlődése egyik legjelentősebb mérföldkövének, mivel a letelepedés kezdetével egy új társadalmi berendezkedés vehette kezdetét, ami nem csupán az emberi viselkedés tekintetében okozott változásokat, de ekkortájt változhatott meg az öregekhez való viszonyulás is.

A vándorló, gyűjtögető életmód során azok a kiöregedett példányok, melyek már nem voltak képesek felvenni a törzs által diktált tempót, fokozatosan lemaradoztak a többiektől, majd teljesen

²⁰

- Csányi, 2011.

magukra maradva elpusztultak. Ez a fajta kiszelektálódás azt eredményezte, hogy a törzs többi tagja zavartalanul, a saját tempójukat diktálva tudott továbbhaladni és biztosítani maguknak a túléléshez szükséges erőforrásokat.²¹

A neolit-forradalom azonban egy új viszonyulási rendszer kialakulását hozta magával, jóllehet az öreg egyedeknek ez nem mindig lehetett kedvező, hiszen számukra a pusztulás továbbra is elkerülhetetlenné vált. Míg a vándorló időszakban az öregek, leszakadva a többiektől elpusztultak, addig a neolit korban számos olyan lehetőség nyílt számukra, ahol a letelepedett létforma adta lehetőségeket kihasználva tették magukat hasznossá. Ez által jóval későbbre tolódott ki az elhalálozás ideje is (legalábbis az akkori átlagéletkort tekintve), hiszen nem maradtak magukra, hanem a letelepedett közösség tagjaiként osztozhattak azok erőforrásaiban. Ekkortájt értékelődhetett fel elsőként az öregkori tudástartalom, hiszen az idős egyedek az erőforrásokért cserébe a törzs hasznára bocsájtották szellemi tőkéiket, ami elsősorban a fiatalok tanításában realizálódott.

Ám a képlet mégsem ennyire egyszerű, mivel Childe 1936-ban írt *Az ember kitalálja önmagát* című munkája nem aratott osztatlan sikert. Bár számos tudományág igyekezett igazolni a neolit-forradalom valóságtartalmát, szép számmal születtek olyan publikációk, ahol ezt igyekeztek cáfolni. A Childe tézisének támogató tudományosság mellett érvelt, hogy a jelzett időszakban bekövetkezett éghajlati változások eredményeképpen a felmelegedés és szárazság segítette elő a letelepedést, mely az állat és növénytermesztés útjára terelte az akkori még viszonylag kis lélekszámú közösségeket. Ezt a tézist azonban megkérdőjelezték azok a kutatások, amelyek kimutatták, hogy az általa jelzett időpontban nem lett szignifikánsan szárazabb az éghajlat, így a változás nem volt jelentős. A környezeti változás nélkül pedig nehezen volt magyarázható a mezőgazdaságra való áttérés, hiszen az alacsonyabb lélekszámú közösségek számára könnyebb volt kiaknázni a természet kínálta élelétárat, mint az élelemtermelés fárasztó munkájába fogni. A 90-es években további újabb leleteket tártak fel, melyek azt igazolták, hogy már jóval a mezőgazdaság meghonosodása előtt is létrejöhettek bonyolult szerkezetű, nagyobb lélekszámú közösségek. A Törökországban fekvő Göbekli Tepe dombságon Klaus Schmidt és kutatócsoportja olyan nagyszabású mészkőépítményt tárt fel, ami alapjaiban rengette meg az eddigi elméleteket. Schmidt szerint az építmény nem egy meglévő település hozadékaként keletkezett, hanem valószínűbb, hogy egy település nélküli zárandokhelyként funkcionált, és mivel az ásatás közelében a mezőgazdaságnak vagy állattenyésztésnek nyomát sem találták, azt feltételezik, hogy már jóval a növénytermesztő korszak előtt is léteztek nagyobb lélekszámú közösségek, melyek képesek voltak ilyen komplexumok építésére.

Schmidt szerint tehát nem az élelemtermelés hozta létre a társadalmat, hanem valamilyen közös kultusz teremtette meg a nagyobb lélekszámú közösséget. A nagyobb létszámú rituális közösségnek nagyobb mennyiségű élelemre volt szüksége, ami aztán elvezetett az élelemtermelés, állattenyésztés kialakulásához. Elképzelhető az is, hogy a vallási rendezvények alkalmával, ahová jelentős mennyiségű vadon termő növényt szállítottak, véletlenül fedezték föl a termelés lehetőségét.

Ami azonban kétségtelen, hogy maga a letelepedés gyökeresen megváltoztatta az emberi kapcsolatrendszert, az addig viselt életmódot és megkezdődhetett a társadalmi létforma és kultúra

²¹ – A kiöregedő egyedekkel való „állatias” bánásmód valóság alapjait a ma élő vadállatok viselkedéséből lehet visszavezetni.

kialakítása, fejlesztése. Ez pedig óhatatlanul egy jelentősen megváltozott kapcsolati szemléletváltoztatást is feltételezett, s ez megalapozta azokat az emberi viszonyokat is, amelyek a mai modern társadalmunkra is jellemzők.

A családok, illetve közösségek kialakulásának történetét tovább vizsgálva, szeretném kiemelni Wolfgang Schmidt kutatási eredményeit, melyek arról tesznek tanúbizonyságot, hogy az archaikus korban élő elődeink (hordakorszak) morálisan több szempontból is felülkerekedtek a mai modern társadalmak moralitásán. Ilyen többek között, hogy rögzített „hordatörvényeik” voltak, melyek meghatározták, hogy a hordán belül tilos minden erőszak, a gyengéket, terhes nőket, gyerekeket és öregeket védeni kell! Amennyiben ezek a kutatási eredmények valóságok, könnyen belátható, hogy mekkora morális fölény jellemzett egy olyan kezdetleges kultúrát, mely a mai modern ember számára oly távoli, és vadnak ható volt. Sigmund Freud egyik naplóbejegyzésében úgy fogalmazott: „az emberi kultúra akkor kezdődött, amikor az ember ugyan acsarogva, hörögve fenyegette a másikat, de nem ütötte meg, csupán megmaradt ezen a fenyegető gesztusszinten.”

Az ember mint az evolúció fintora

Az emberi szervezet kialakulásában, a viselkedési mintázatunk fejlődésében, és nem utolsósorban az öregedési folyamataink manifesztációjában az evolúció kulcsfontosságú szerepet játszott. Ugyanakkor az evolúciónak nincs előre „programozott” terve az öregedéssel kapcsolatosan, vagyis amit az evolúció nagymértékben alakított, az a szervezetünk reprodukciós képessége.²² Ez nagyjából annyit jelent, hogy szelekciónk révén az emberi faj az alapján módosult, hogy az egyedek képesek lesznek-e elérni a reprodukciós életkort, amelynek során lehetővé válik a genetikai örökség továbbadása. Tehát az evolúciós behatások biztosították őseinknek, hogy a fejlett adaptációs képességeiknek köszönhetően szükségszerűen megküzdhessenek a mindenkori környezeti körülményekkel, ami nem csupán a faj fennmaradását segítette elő, hanem a nemzőkor elérését is lehetővé tette. Mivel az állatvilágban számos faj leszármazottai csak a szülők életben maradása révén maradhatnak fent, így az evolúció bizonyos mértékig azokat preferálta, akik tovább éltek.²³

Ám az életkor meghosszabbodásával új problémák is keletkeztek, amelyek az idősödés során szinte elkerülhetetlenül bekövetkeznek, és az életminőség romlását idézik elő.

A különböző eredetű és súlyosságú fájdalokkal való megküzdés nem csupán életkori sajátosság, hiszen számos fiatalabb nemzedékhez tartozó egyed szenved napi szinten valamilyen hasogató vagy idegesítően monoton fájdalomtól.

Az evolúciós folyamatok alakító hatásának magyarázatakor azonban szeretnénk mellőzni a betegségek által kialakult fájdalokat, helyette egy olyan kérdést kívánunk megvilágítani, amelyről ma már tudjuk, hogy a Föld immáron több mint hétmilliárdra duzzadt népességének legalább a felét érintő problémává fejlődött. Ez pedig nem más, mint a különböző ízületi, gerinc, és derékfájdalom, és az egyik legelterjedtebb mozgásszervi betegségünk a csípőízületi artrózis.

²² - Semsei, 2011, 62.o

²³ - Semsei, 2011, 63.o

Az ízületi elváltozások mint az emberiséget globálisan érintő problémák okai, valahol a régmúltban keresendők. Egy olyan világban, ahol az őseink épphogy elkezdtek felkapaszkodni a tápláléklánc csúcsára. Egy olyan világban, ahol az evolúció elindította formáló hatását, hogy aztán az ember valamikor a jövőben átvehesse az irányítást a saját világa fölött.

Az ember esetében tudjuk, hogy az állatvilágból történő kitörés egyik kulcsmomentuma a két lábon való járás volt, vagyis a felegyenesedés. Ennek köszönhetően őseink két elülső végtagja felszabadult a járás terhe alól és utat nyitott egy másféle felhasználási mód felé.

Az evolúció cél nélkül teremt célszerűen működő szerkezeteket²⁴, vagyis ez azt jelenti, hogy egy faj számára az alkalmazkodási képesség törvényszerűségeit figyelembe véve a pillanatnyi előnyök válnak mozgatórugóvá, ezért az evolúciónak nincs célja. Vagyis nem a jövőben bekövetkező események mozgatják, hanem a pillanatnyi körülményekhez való alkalmazkodás. Egyetlen élő forma további evolúciós alakulását sem lehet előre megjósolni, tehát nem lehet kiszámítani, hogy milyen mérvű átalakuláson megy keresztül az adott faj, és az átalakulás folyamata véget ér-e valaha.

Evolúciós szempontból tehát az ember esetében a pillanatnyi előnyöket a két lábon való járás elsajátítása jelentette, hiszen az előnyöket a felszabaduló két elülső végtag mellett az indukálta, hogy a felegyenesedés következtében a terep jobban beláthatóvá vált, ami a zsákmányszerzésben és a védekezésben is óriási szerepet játszott. Az evolúció azonban „nem tudta”, hogy ezek az előnyök a későbbiekben milyen negatívumokkal fognak járni. Mint ahogy azt sem, hogy az ember manapság képes akár több mint száz évig is eléldegélni. Amikor az elődeink engedelmességek az evolúció átalakító hatásának két lábra egyenesedtek, akkor a várható átlag élettartam nem haladta meg a harminc évet, vagyis az új testtartásból fakadó ízületi elváltozások, ha voltak is, csupán az egyed életének végső szakaszában okozhattak problémákat. Mindehhez még hozzájárul az is, hogy a felegyenesedés időszakában élt őseink átlagos testsúlya és magassága is alulmaradt a ma élő emberéhez képest.

Amennyiben a Föld népességének a gerinc, hát, vagy derékproblémáit elemezzük, a kapott felmérési eredményekből kiderül, hogy az emberek ízületi fájdalmai nagyjából harmincéves kor körül már jelentkezhetnek. Csakhogy amíg az elődeink nagy része ebben a korban már a túlvilági élettel ismerkedett, vagy „vén öregként” szenvedett egy-két évet, addig a ma élő fiatal harmincas, negyvenes éveiket taposó emberek nagy hányada küszködik ezekkel a fájdalmakkal, némelyikük akár 40-50 évet is.

Az időskori változások és az evolúció összefüggései

A 19. század derekán Weismann felvetette azt a gondolatot, hogy az élőlények körében tapasztalható öregedési folyamatnak egyetlen célja van, mégpedig, hogy kiiktassa az adott faj „elhasználódott”, ezáltal a populáció számára értéktelenné vált egyedeit. Noha ezt a kijelentést a tudománynak idáig még nem sikerült maradéktalanul igazolni, annyiban egyetérthetünk Weismann-nal, hogy a természetben valóban ritka jelenség, hogy valamely faj egyede megérje az öregkort, ami a faj túlélési stratégiája szempontjából nem létfontosságú, vagyis az öreg egyedek megmaradása a faj fennmaradásának tekintetében nem jelentene szelekciós előnyt.

Egyes tudóscsoportok mindazonáltal azt feltételezik, hogy az öregedés folyamata hasonló evolúciós változáson megy keresztül, mint az egyedfejlődési változások. Az ontogenezis során a genetikai

²⁴

- Mayr, 2001, 67.

program egzakt módon működteti azt a bonyolult eseménysort, amelynek folyamán a megtermékenyített petesejtből kifejtett egyed lesz. A gerontológusok egy része azt feltételezi, hogy ugyanilyen genetikai program vezérli a kifejtett egyedét az ivarérettségtől az időskorig, mindezt az öregedésre jellemző folyamatos változások szabályai szerint.

Ám az alapkérdés továbbra is az, hogy az öregedés folyamata vagy az élettartam fejlődött-e az evolúció során? Egyes szakirodalmak azt fogalmazták meg, hogy az evolúció folyamán az élettartam fokozatos meghosszabbodása alapján történik a szelekció. Vagyis az látszik körvonalazódni, hogy a hosszú élettartam bizonyos fajok számára semmilyen előnyt nem jelent, az evolúció mégis, mintha kedvezne az élettartam növekedésnek. Az állatvilág területén történt további megfigyelések igazolják, hogy általában az intenzívebb mértékű szaporaság rövidebb, a kisebb mértékű vagy lassabb szaporaság pedig hosszabb élettartamot eredményez. Ezáltal kijelenthető, hogy a szaporodási esély és az élettartam között bizonyos mértékű kompromisszum tapasztalható.²⁵

Az öregedés folyamatainak biológiai hátterét alaposabban megvizsgálva azzal az alapvető problémával találjuk magunkat szemben, hogy maga az öregedés a szaporodási időszak végén zajlik, így valójában a szelekciós tényezők már nem hatnak rá. Szerfölött izgalmas kérdés, hogy az öregedési folyamatok mintázata annak ellenére, hogy egyénekenként rendkívül eltérő módon megy végbe, mégis többé-kevésbé mindenkinél egyforma.

Az evolúció alapján abból célszerű kiindulnunk, hogy az öregedés a természetes kiválasztódás mellékterméke, vagyis a szelekció nem magára az öregedésre, hanem valami egészen másra irányul, és az öregedés csupán szekunder következményként lett része az egész folyamatnak. Minden egyed szaporodásának van egy várható valószínűsége, ami a születéskor nulla, fiatal felnőttkorban maximális, majd ezután fokozatosan csökkenő tendenciájú.²⁶ Ezek alapján úgy tűnik, hogy a fitness²⁷ egyik alapvetése, hogy az egyed kellő életkort éljen meg a megfelelő mennyiségű szaporodáshoz, de a hosszú élettartamot meghatározó programra nincs szelekció.²⁸ Ezek alapján az körvonalazódik, hogy az ember késői életeseeményeire valószínűsíthetően nem hat a szelekció, a mechanizmusok mégis lehetővé teszik, hogy az öregedés genetikai hátterét valóságnak gondoljuk.

Medawar 1952-ben írt tanulmányában kifejti, hogy ha az idősebb korban felhalmozódó káros mutáció a reprodukciós szakasz késői részében következik be, az átöröklődhet a további generációkba, mert hatása csak a szaporodási időszak után érvényesül. Ez az elmélet az öregedésért felelős gének passzív felhalmozódását feltételezi. Az időskorban történő gyermeknemzés pontosan ezért veszélyes az utódgenerációra, mert a mutációk kialakulása egy bizonyos kor után nem csupán felerősödik, hanem tovább is öröklődik.

A fenti elméleti okfejtéssel ellentétben Kirkwood abból indul ki, hogy a testi funkciók fenntartása energia befektetést igényel, aminek viszont csak addig van funkcionális előnye, amíg a reprodukciót szolgálja, ezt követően már érvényét veszíti. Ezt nevezte Kirkwood az „eldobható test” elméletének, mely kimondja, hogy amennyiben a körülmények lehetővé teszik a hosszabb élettartamot, akkor

²⁵ – Hayflick, 1995. 267-275.

²⁶ – Le Bourgh, 2001.

²⁷ – Fitness: itt szaporodási siker, rátermettség.

²⁸ – Szeberényi, 1999.

érdemes a test minél hosszabb ideig való megtartására energiát befektetni, és a lassabb, de többszörös szaporodásra átállni. Ha viszont az adott körülmények nem jósolnak hosszabb élettartamot, akkor a test megtartására fordítható energiák helyett a gyorsabb, de rövidebb szaporodásra kell koncentrálni. Ez viszont felgyorsítja az öregedést, mert a testet egyensúlyban tartó folyamatok redukálódnak. Ez alapján könnyen elképzelhető, hogy ez nem csupán az evolúció, hanem az ontogenezis szintjén is működő mechanizmus, ami magyarázatot adna az élethossz tekintetében mutatkozó variabilitásra is.²⁹ E teória szerint az egyén élethosszát mind a szaporodáshoz, mind pedig az élethossz fenntartásához szükséges energia határozza meg.

Az öregedést tárgyaló evolúciós szemlélet az eldobható test teóriáján kívül három fő kérdés mentén körvonalazható. Az egyik a *mutáció akkumuláció*, ami azt a felhalmozódást jelenti, ami az életünk során az egyre több génmutáció elraktározódása folytán ér bennünket, és amit valójában nem lehet elhárítani. Bár ezek a mutációk általában nem okoznak végzetes hibákat az emberi szervezetben, hiszen a védő mechanizmusaink időről-időre „kijavítják” ezeket a hibákat, de az olyan sejtszerveinkben, mint például a mitochondriumokban, ahol nincs ilyen védőmechanizmus, ott a mutációk felhalmozódásával és akkumulálódásával egyaránt számolnunk kell. Ezek a felhalmozódások azt eredményezik öregkorban, hogy az egész szervezet működését képesek lesznek befolyásolni.³⁰

A másik az ellentétes irányú hatásváltás elmélete (antagonisztikus pleiotropia), ami azt feltételezi, hogy van néhány olyan gén, amiknek a hatása a szaporodási életkor után megváltozik. Vagyis, ha egy gén például valamilyen szervnek a növekedését szolgálta fiatal korban, akkor ugyanaz a gén a hatásváltás következtében az adott szerv csökkenését, esetleg annak az elpusztítását fogja szorgalmazni. Vagyis ezek a gének fiatal korban pozitív, időskorban pedig negatív hatást gyakorolnak a szervezetünkre. Mivel a pozitív hatás miatt ezeket az evolúció előnyben részesíti, ezek szintén felhalmozódnak, és minél több van belőlük, annál inkább képesek kifejteni a hatásukat, melyeknek a negatív eseményeit időskorban fogjuk érzékelni.

A harmadik az úgynevezett *felesleges túlfutás* (redundancia) ami az ivarérettség időtartamakor kezdődő folyamatokat foglalja magába. Egy faj fennmaradásának egyik fontos alaptényezője a szaporodási kor elérése, valamint minél több utód létrehozása. Ez az időszak egy meghatározott időintervallumot feltételez, a modern ember esetében kb. 55-60 éve korig tartó szakasz, amelynek során az evolúció egy bizonyos túlfutási (redundáns) időszakot biztosít a szaporodásnak. Tehát, ha egy bizonyos fajnak a szaporodási korszaka mondjuk harminc év, akkor az élettartama ennek a fajnak harmincöt év lenne, tehát a fennmaradó öt év az a redundáns túlfutási időszak, ami még az esetleges szaporodást biztosítja. Mivel ez a túlfutási időszak már eredendően nem az aktív szaporodási időszakba tartozik, így azok az evolúciós célok is megváltoznak, melyek odáig a szaporodás irányába hatottak.³¹

Az öregedési folyamatokat ugyanakkor közvetlen evolúciós szemlélet mentén is megközelíthetjük, mely az előzőektől eltérő módon igyekszik magyarázatot adni arra, hogy miért és miként öregsünk. Az elmélet kiinduló pontja az úgynevezett *„feltétlen szükséges élettartam”*³² fogalmi rendszerén alapul, mely azt a minimális élettartamot feltételezi, amely a sikeres szaporodáshoz szükséges. Tehát az evolúció egy faj számára nem azt írja elő, hogy meddig éljen, hanem azt, hogy mennyi az a minimum élettartam, ameddig élni kell, s ezt nevezhetjük szaporodási élettartamnak is. A sejtek parányi komputerként, egy öröklött kódrendszerrel programozottak, ami nagyságrendileg addig az életkorig

29 - Le Bourgh, 2001.

30 - Bárdos, 2006.

31 - Ld. u.ott.

32 - Ld. u.ott.

hatékony, ameddig az evolúciós erők szelektív hatása érvényesül, vagyis a normális reprodukív időszak végéig. Az élet e szakasza után a program még folytatódik egy ideig, de arra már nincsen képessége, hogy az öregedés további hatásaival megbirkózzék.

Ezek az elméletek, függetlenül attól, hogy maradéktalanul nem igazoltak, mind kellően elgondolkodtatóak és nagy biztonsággal állítható, hogy mindegyik elmélet tartalmaz bizonyos valósági tényezőket. Ha a fentieket összegezzük, akkor – bár az öregedés folyamatát nem fejtettük meg – világossá válhat számunkra, hogy a folyamat több egymásra ható vagy egymásra épülő mechanizmus mentén körvonalazható, tehát semmiképpen nem vezethető vissza egyetlen okozati tényezőre. Vagyis az öregedés olyan komplex folyamat, mely több együttes tényező kölcsönhatásaként megy végbe és belső mechanizmusokat feltételez.

IRODALOM

BÁRDOS György (2006): *Az élet árnyoldalai*. Scolar, Budapest, 2006.

Le BOURGH, Éric (2001): A mini-review of the of evolutionary theories of agging. *Demogr. Res.* 4: Art. 1., 1-28.

DARWIN, Charles (2007): *A fajok eredete*. Tipotex, Budapest, 2007.

CSÁNYI Vilmos (2011): *Társadalom és ember*. Gondolat, Budapest, 2011.

HARMAT Árpád Péter (2015): *Az őskor és az emberré válás története*. <http://tortenelemcikkek.hu/node/1491998>.

HAYFLICK, Leonard (1995): *Az öregedés titkai*. Magyar Könyvklub, Budapest, 1995.

JABLONSKI, Nina G. (2016): The Naked Truth. *Scientific American*, Volume 25, Number 4s, September, 2016., 52-59.

KATONA Ferenc (1974): *Emberré válás*. Gondolat, Budapest, 1974.

MAYR, Ernst (2001): *What Evolution Is*. Basic Books. New York, 2001.

MALTHUS, Thomas Robert (1902): *Tanulmány a népesedés törvényéről*. Pulitzer Kiadó, Budapest, 1902.

SEMSEI Imre (szerk.) (2011): *Gerontológia II.* kötet, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2011.

SZEBERÉNYI József (1999): *Molekuláris sejtbológia*. Dialog Campus, Budapest – Pécs, 1999.

WEBSTER, Richard (2002): *Miben tévedett Freud?* Európa, Budapest, 2002.