

Pataki Ferenc (1998): Tömegek évszázada. Bevezetés a tömeglélektanba. Osiris, Budapest

Rousseau, Jean-Jacques (1978): A társadalmi szerződésről, avagy a politikai jog elvei. In: Rousseau, Jean-Jacques: Értkezések és filozófiai levelek. (ford. Kis János) Magyar Helikon, Budapest, 463–618.

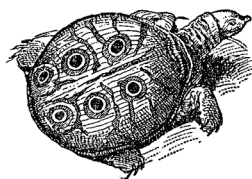
Safranski, Rüdiger (2007): *Friedrich Schiller, avagy a német idealizmus felfedezése*. (ford. Györffy Miklós) Európa, Budapest

Schmitt, Carl (1992): *Politikai teológia*. (ford. Paczolay Péter) ELTE ÁJK, Budapest

Schmitt, Carl ([1934] 2002): A Führer alkalmazza a jogot. In: Schmitt, Carl: *A politikai fogalma*. (ford. Cs. Kiss Lajos) Osiris–Pallas Stúdió–Attraktor, Budapest, 227–231.

Szelényi Iván (2016): Weber's Theory of Domination in Post-Communist Capitalism. *Theory and Society*. *Theory and Society*. 45, 1, 1–24. DOI: 10.1007/s11186-015-9263-6 • <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11186-015-9263-6>

Tacitus (1980): *Tacitus összes művei I–II*. (ford. Borzák István) Európa, Budapest • <http://mek.oszk.hu/04300/04353/>



Tanulmány

„MICSODA ŐRÜLT HAJLSZA...” – 100 ÉVE SZÜLETETT FRANCIS CRICK –

Venetianer Pál

az MTA rendes tagja
venetpal@brc.hu

Valószínűleg minden olvasó tudja, hogy a DNS szerkezetének úgynevezett kettős spirál modelljét James Dewey Watson és Francis Harry Compton Crick alkották meg 1953-ban (Watson – Crick, 1953a), és hogy vannak tudománytörténészek, akik ezt, az 1962-ben Nobel-díjjal jutalmazott felfedezést, a huszadik század, sőt egyesek minden idők legfontosabb tudományos eredményének tekintik. A felfedezés története, körülményei jól ismertek, szinte a tudományos folklór részévé váltak, hiszen mindkét szerzője sikeres könyvben dolgozta fel azt (Watson, 1970, Crick, 1988), de megírta a Nobel-díjban velük osztozó Wilkins is (Wilkins, 2003). Több könyv foglalkozott a felfedezésben fontos szerepet játszó, de korai halála miatt a Nobel-díjban nem részesülhetett Rosalind Franklinnal is, aki egy nemrégiben Londonban, Nicole Kidman főszereplésével játszott nagysikerű dráma hősévé is vált (Anna Ziegler: *Photograph 51*). A felfedezés súlyáról és nemzetközi kultuszáról egy sokat mondó adat: Cricknek az a kézzel írt levele, amelyben tizenegy éves fiával közli, hogy „...Jim Watsonnal tettünk egy valószínűleg rendkívül fontos felfedezést...”,

minden idők legmagasabb, egyetlen levélért fizetett árért, több mint hatmillió dollárért kelt el a Christie's cég árverésén 2013-ban.

Az azonban kevésbé közismert, hogy a felfedezés és a Nobel-díj közötti évtizedben Crick volt annak a „rögbicsapat-félének, akik között a labda kézről-kézre vándorol...” (François Jacob, egy másik Nobel-díjas nevezte így a molekuláris biológia klasszikus korszakának, a huszadik század ötvenes-hatvanas éveinek elitcsapatát, zseniális alkotóit) irányítója, vezéregyénisége, aki alapvető fontosságú elméleti megfontolásaival és kísérleteivel talán a legtöbbet tette e tudományág világképének kialakulásáért és megszilárdulásáért.

Francis Crick 1916. június 8-án született az angliai Northamptonban. Fizikusnak tanult a londoni egyetemen, de doktori tanulmányait félbeszakította a háború kitörése, ekkor a haditengerészetnél kezdett dolgozni, mágneses és akusztikus aknák fejlesztésével foglalkozott. A háború után, sok más fizikushoz hasonlóan, Erwin Schrödinger nagy hatása, *Mi az élet?* című könyve által befolyásolva, érdeklődése a biológia felé fordult. 1947-ben, kutatási támogatásért fordulván

az MRC-hez (Medical Research Council), ezt írta: „Engem az élő és az élettelen közötti határterület érdekel: fehérjék, vírusok, bakterériumok és a kromoszómák szerkezete. Céлом – bár ez jelenleg távolinak tűnik – hogy ezek működését szerkezetük révén értsem meg, azaz az őket alkotó atomok térbeli eloszlásából, amennyiben ez lehetséges. Ezt a megközelítést nevezhetnénk a biológia kémiai fizikájának” (Ma ezt nevezzük molekuláris biológiának). 1949-ben állást kapott Max Perutz fehérjeszerkezet-kutató munkacsoportjában a szintén fizikus William Lawrence Bragg által vezetett Cavendish-laboratóriumban, Cambridge-ben. Itt megtanulta a röntgendiffrakciós szerkezetvizsgálat elméletét és gyakorlatát, és el is kezdte a fehérjekutatást ezzel a módszerrel, de 1951-ig (ekkor már 35 éves) még nem jutott el doktori disszertációja befejezéséig. Ekkor megjelent az intézetben a huszonhárom éves amerikai James Dewey Watson, és a két ember azonnal egymásra talált egy közös intellektuális szenvedélyben. Mindketten meg voltak ugyanis győződve arról, hogy a biológia legfontosabb molekulája a DNS, és legfontosabb kérdése a DNS szerkezete. Ezzel kezdődött meg kettejük együttes „örült hajszája” a nagy titok megoldására. Ez nem kísérletezés volt, hanem viták, beszélgetések, ötletelések hosszú sora (többnyire nem a laboratóriumban, hanem a Sashoz címzett cambridge-i kocsmában), kiegészítve némi golyókkal és pálcikákkal végzett modellépítéssel, amit a kollégák többsége primitív játéknak tekintett. Így született meg végül 1953 tavaszán az a szerkezeti modell (csak javasolt modell, amelynek helyessége csak húsz évvel később bizonyosodott be véglegesen) és az ezt leíró, alig kétoldalas cikk a *Nature*-ben, amely a Nobel-díjat és a halhatatlanságot biztosította a két szerzőnek.

A kettőspirál-szerkezetből (amennyiben helyes) két fontos tétel, egyszersmind probléma következett a biológia számára. 1. Vélhetően a két szál komplementaritása teszi lehetővé az öröklési anyag megkettőződését. Hogyan? (Watson – Crick, 1953b) 2. A DNS-számban a négyféle nukleotid sorrendje határozza meg (kódolja) a fehérjék szerkezetét. Hogyan?

Crick a következő évtizedet e második probléma megoldásának szentelte, és Nobel-előadásában szinte nem is foglalkozott magával a díjazott felfedezéssel, csak a kódolási problémával (Crick, 1963). Ezen a téren három olyan koncepciót fogalmazott meg, amelyek döntően befolyásolták a molekuláris biológiai kutatást, és végül elvezettek a kód megfejtéséhez (1968-ban ezért kapott Nobel-díjat Marshall W. Nirenberg, Robert W. Holley és Har Gobind Khorana) (Crick, 1957).

Az első, a „centrális dogma”, az a tétel, hogy a biológiai információ csak a DNS-től haladhat a fehérjék felé, semmiképpen sem megfordítva. Ez más szavakkal annyit jelent, hogy a molekuláris folyamatok kizárják a szerzett tulajdonságok átöröklését. Noha ezt ma egy kissé lazábban értelmezzük, az epigenetikus mechanizmusok – ritka kivételként – némi kibúvót adnak a dogma hatálya alól, és később Crick maga is szerencsétlennek érezte a „dogma” szó használatát, de a tétel általánosságban mégis igaz és érvényes.

A második koncepció, a „szekvencia-hipotézis”. Noha megfogalmazása idején még semmit nem lehetett tudni a kódolás mechanizmusáról, Crick úgy látta, hogy a lineáris szerkezetű, rigid DNS-molekula semmiképpen nem lehet alkalmas a fehérjeláncok feltekeredési módjának (a másod- és harmadlagos szerkezet kialakulásának) közvetlen meghatározására, csak az aminosavak kapcsolódá-

sának lineáris sorrendjét (elsődleges szerkezet) determinálhatja. Ehhez viszont fenn kell hogy álljon a DNS-nukleotidsorrend és a fehérje-aminosavsorrend kolinearitása. A kolinearitás tényét kísérletesen csak 1964-ben bizonyította be Sydney Brenner és Charles Yanofsky. Ebből a feltevésből pedig az is következett, hogy a fehérjelánc elsődleges szerkezete egyértelműen meg kell hogy határozza a lánc feltekeredésének módját. E tétel igazságát kísérletesen később Christian Boehmer Anfinsen bizonyította be, és 1972-ben Nobel-díjat kapott érte.

A legeredetibb gondolat talán a harmadik koncepció volt, az „adaptor-hipotézis”. A kettőspirál-modell megalkotása idején Watson és Crick úgy vélték (bár ezt nem írták le a cikkben), hogy a DNS mintegy öntömítőül szolgál, amelynek felszínén alakulnak ki a fehérjeláncok. Tovább gondolkodva azonban Crick realizálta, hogy ez tarthatatlan elképzelés. Feltételezte tehát, hogy léteznie kell egy eddig ismeretlen molekulatípusnak, az *adaptornak*. Ez hasonlítana a detergenszekhez, amelyeknek egyik vége hidrofil, a másik lipofil, és így biztosítják két elkülönülő fázis között a kapcsolatot. Az adaptor molekula egyik vége nukleinsavszerű volna, és kölcsönözhatna a DNS-sel, a másik végén pedig kapcsolódna az aminosavakhoz, amelyek azután a fehérjelánccá szintetizálódnak. A hipotézis megalkotása idején Crick még nem sejtette, hogy egymástól függetlenül három kutatóhelyen is (Mahlon Bush Hoagland, Paul Berg és Robert W. Holley laboratóriumai) érik az ismeretlen adaptor felfedezése, amelyet 1957–58-ban publikáltak, és a keresztségben a „transzfer-RNS” nevet kaptak.

Crick szerepét a kódolási probléma megoldásában egy 1961-ben publikált bravúros kísérletsorozat koronázta meg (Crick et al.,

1961). Ez valószínűleg az egyetlen olyan kísérleti munka volt Crick hosszú életében, amelyben manuálisan részt vett. Ezzel bizonyították be, hogy a kód triplet jellegű (azaz három nukleotid határoz meg egy aminosavat), és, hogy vesszőmentes (azaz az egyes tripleteket nem választja el egymástól „vessző”, mint a szavakat a szóközök, a tripletek sora folyamatos, de csak egyetlen fázisban olvasható az élő sejtekben. A fázis mesterséges eltolása lehetséges, de természetellenes vagy megszakított fehérjeláncok képződéséhez vezet). A munkában oroszánrésze volt a Crick-vel ebben az időben egy szobában dolgozó, és a kódolási probléma megoldásában egyéb szerepet is játszó Sydney Brennernek, aki negyven évvel későbbi, egészen más eredményeiért elnyert Nobel-díját így kommentálta: „Ez voltaképpen a második Nobel-díjam, csak az elsőt elfelejtettem megkapni”.

Pályája következő szakaszán – sok más nagy molekuláris biológushoz hasonlóan – Crick érdeklődése a magasabbrendű szerzetek magasabbrendű funkciói felé fordult. Élete utolsó évtizedeiben elméleti neurobiológussá vált, és elsősorban a „tudat” problémája foglalkoztatta. Ez azzal is járt, hogy intézményt és hazát váltott, 1976-tól haláláig a kaliforniai La Jollában, a Salk-intézetben dolgozott. Természetesen ezt a problémát nem oldotta meg, de számos fontos, új gondolatokat felvető közleménnyel és egy könyvvel (Crick, 1994) gazdagította a kérdés irodalmát.

Ez a jubileumi megemlékezés nem lehet teljes úgy, hogy ne szóljon Crickről, az emberéről is. Remek szónok volt, dinamikus, magával ragadó, szellemes és humoros előadásai mindig lenyűgözték a hallgatóságot. Hargittai Istvánnak adott interjújában azt mondta, hogy senki sem szeretett őutána beszélni a konferenciákon. Humorérzéke a személyes

érintkezésben is megnyilvánult, szinte minden visszaemlékezés megemlíti fertőzően harsány kacagását. Watson könyvének hírhedt nyitómondata („Francis Cricket sohasem láttam szerénynek”) kissé bántotta, vizsgázásul megjegyezte, hogy ha ő írna egy válaszkönyvet, az így kezdődne, „... Rossz volt nézni, hogy Jim Watson miként kezdett hozzá egy narancs meghámozásához”. Gondolkodásának merészen eretnek volta, antikonformizmusa, végtelen racionalizmusa és ateizmusa olykor megbotránkozott kijelentésekre indította. Felvetette például, hogy a megszületett csecsemőket jogilag csak a harmadik naptól kellene embernek tekinteni, így a torzszülötteket, teljes életre nyilván képtelenekeket addig meg lehetne ölni. Vagy: a nyolcvan év felettiek kezelésére, gyógyítására a társadalombiztosításnak már nem szabadna egy fillért sem áldoznia. (Erről egykori barátja, Watson így nyilatkozott: „Kíváncsi vagyok, hogy Fran-

cis most, miután már elmúlt nyolcvan, fenn tartja-e ezt a véleményét?”). A vallásról: „Kölcsönösen egyetértő felnőttek magánügyeként OK, de gyermekeket nem volna szabad ennek kitenni”.

Crick „örült hajszája” 2004-ben zárult le, ekkor hunyt el vastagbélrákban, San Diegóban (önéletrajzi könyvének címe *What Mad Pursuit* John Keats csodálatos, *Óda egy görög vázához* című verséből vett idézet. Sajnos Tóth Árpád fordítása ezt nem adja vissza hűen magyarul). Stílszerűen, halálos ágyán is utolsó cikkének kéziratát korigálta.

Epilógus: Londonban most fogják felavatni Európa legnagyobb orvosi-biológiai kutatóintézetét, amelyet róla neveztek el.

Kulcsszavak: *kettőspirál-szerkezet, kódolási probléma, centrális dogma, szekvencia-hipotézis, adaptor-hipotézis, neurobiológia, tudat*

IRODALOM

- Crick, Francis Harry Compton (1957): On Protein Synthesis. *The Symposia of the Society for Experimental Biology*. 12, 138–163. • <https://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/SCBBZY.pdf>
- Crick, Francis Harry Compton (1963): On the Genetic Code. *Science*. 139, 3554, 461–464. DOI: 10.1126/science.139.3554.461
- Crick, Francis Harry Compton (1988): *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery*. Basic Books, New York • <https://books.google.hu/books?id=azH1bT79PE8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&cf=false>
- Crick, Francis Harry Compton (1994): *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. Scribner, New York
- Crick, Francis Harry Compton et al. (1961): General Nature of the Genetic Code for Proteins. *Nature*,

192, 1227–1232. • <https://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/SCBCEB.pdf>

Watson, James D. (1970): *A kettős spirál*. Gondolat, Budapest

Watson, James D. – Crick, Francis Harry Compton (1953a): Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*. 171, 4336, 737–738. • <http://www.nature.com/nature/dna50/watsoncrick.pdf>

Watson, James D. – Crick, Francis Harry Compton (1953b): Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid. *Nature*. 171, 4361, 964–967. • <http://www.nature.com/nature/dna50/watsoncrick2.pdf>

Wilkins, Maurice (2003): *The Third Man of the Double Helix*. Oxford University Press • <https://books.google.hu/books?id=HwJ6CG3r3QC&printsec=frontcover#v=onepage&q&cf=false>

NYUGDÍJMODELLEK – BELÜLRŐL

Simonovits András

a közgazdaság-tudományok doktora, tudományos tanácsadó,
MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Közgazdaság-tudományi Intézet
simonovits.andras@krtk.mta.hu

Ebben a cikkben néhány nyugdíjmodellt mutatok be belülről, azaz leírva az egyenleteket. Mivel nem szakértőnek írok, nagyon egyszerű modellekre szorítkozom. Az életciklus modellje a munkában és nyugdíjban töltött időszak hosszának arányában határozza meg a fogyasztási pálya kisimításához szükséges megtakarítási hányadost. A tb-nyugdíjrendszerben az állam nemzedékek közötti megállapodást hoz létre, és így bonyolítja le a megtakarítást. Két alaptípusa a nyugdíjrendszer két feladatának felel meg: a keresetarányos rendszer a jövedelempótlást, az alapnyugdíj-rendszer pedig az időskori szegénység kiküszöbölését tűzi ki célul. A kötelező tőkésített nyugdíjrendszerek látszólag függetlenítik a megtakarítást a nemzedékek közti megállapodástól. Az önkéntes magánnyugdíj-rendszer az adótámogatással próbálja a tücsköket hangyává varázsolni. A cikk végén kitérünk a jelenleg domináns tb-nyugdíjak rejtelmeire, valamint idő- és térbeli változataira.

Bevezetés

A modern társadalmakban a nyugdíj a mindennapi élet része. Még olyanok is érdeklődnek a nyugdíjkérdések iránt, akik általában közömbösek a közgazdasági kérdésekkel szemben. Különösen a nyugdíjkorhoz közeledve kérdezik: „mennyi lesz a nyugdíjam, ha

62 éves koromban 39 éves szolgálati idővel nyugdíjba akarok menni? Mennyivel nő a nyugdíjam, ha még egy évet rádolgozom?”

Mindegyik nyugdíjrendszer túl bonyolult ahhoz, hogy e kérdésekre egyszerű választ lehessen adni. A válasz – különösen hazánkban – érzékenyen függ attól, hogy éppen melyik évben vagyunk. Mennyi az általános korhatár? (2015 decemberében még 62,5 év volt, 2016 óta – egy évig, 63 évre ugrott.) Van-e még előrehozott nyugdíj? (2011-gyel bezárólag volt, azóta nincs.) Van-e női kedvezmény? (2011 óta van; akinek negyvenéves jogviszonya van, az levonás nélküli nyugdíjat élvezhet az általános korhatár elérése előtt is.) Hogyan lehetnek milliós nyugdíjak? (2013-ban megszűnt a nyugdíjplafon, amely körülbelül 300 ezer forintban maximalizálta a nyugdíjkorhatáron visszavonulók járadékát.)

Ebben a tanulmányban ilyen és hasonló kérdésekre próbálok meg válaszolni. Nem törekszem jogászai pontosságra, de matematikus lévén nem tudok ellenállni az egyszerűbb képletek és modellek alkalmazásának. Aki tartalmi részletekre kíváncsi, annak sokkal alaposabb modellekre van szüksége (Bajkó et al., 2015 vagy Rézmovits, 2015), de akkor a betekintéshez meg kell szereznie a teljes dokumentációt is. A jelen cikkhez hasonló szinten tárgyalta a nyugdíjrendszer kérdéseit Augusztinovics Mária (2002) és Simonovits