teljesítményük javult, vagy jobb eredményt mutattak az *egyszerű mértani formák* felismerésében. Az *egyszerű* feladatok teljesítményét tehát az ingermegvonás inkább *javítja*, míg az *összetett* feladatok teljesítményét csaknem mindig *lerontja*. Az ingerekben szegény környezet tehát bizonyos esetekben jótékonyan hat arra a diákra, akinek tetemes tananyagot kell szóról szóra megtanulnia. Föltehetően némely művésznek is szabadabban szárnyaló gondolatai támadnak, ha ingerekben szegény környezetben tartózkodik.

Számos klinikus a pszichoterápia kiegészítőjének vagy elsődleges pszichoterápiás módnak tekintette a szenzoros deprivációt. Némely gyógymód hagyományosan magában foglalta az ingermegvonásos helyzetet, pedig alkalmazói az ezzel kapcsolatos kísérleti eredményekről még nem is tudhattak.

A klasszikus lélekelemzés — a pszichoanalízis — szintén csökkenti az ingerhatást, hiszen a beteg félhomályos szobában fekszik egy heverőn mozdulatlanul, s csak az analitikussal beszélget, akit ráadásul általában nem is lát, mert az mögötte ül. Az ilyen környezet ugyanis növeli a beteg képességét arra, hogy legbensőbb problémáinak szentelje a gondolatait.

Némely pszichiáter — úgy tetszik — határozottan erőt merített a szenzoros deprivációs kísérletek eredményeiből. Elmebetegek állapotában néhány napig tartó ingermegvonás a személyiségvizsgálatok szerint javulást mutatott. Sikerrel alkalmazták a dadogás gyógyításában, az értelmileg elmaradott gyermekek tanulási teljesítményének javításában és az autisztikus* gyermekkel való kapcsolatteremtésben is. Arról, sajnos, nem tudunk részleteket, hogy hogyan, milyen körülmények között megy végbe mindez. Valószínűleg nem hat gyógyítóan mindenféle elmebetegségre, s nem alkalmazható a különféle eredetű dadogás terápiájaként sem. Bizonyára nem jó például az, ha a dadogót bezárják egy sötét és csendes helyre! Az sem mindegy, hogy az ingermegvonás mennyi ideig tart.

KÖNNYEBB LESZOKNI A DOHÁNYZÁSRÓL?

Suedfeld és munkatársai a dohányzásról való leszoktatásban szintén sikeresen alkalmazták a szenzoros deprivációt. Az ingermegvonás után rövid tájékoztatót adtak a kísérleti személyeknek arról, hogy a dohányzás mennyire ártalmas az egészségre. Három hónap múltán a kísérletben részt vevők 38 százaléka arról számolt be, hogy sokkal kevesebbet dohányzik, mint azelőtt, míg az ellenőrzőcsoportban a dohányzás ártalmairól szóló intelmek teljesen hatástalannak bizonyultak. Csakhogy az is lehet: nem az ingermegvonás a hatótényező. Ugyanis más vonatkozásban kísérletileg igazolták, hogy ellazult állapotban az ember kevésbé áll ellent szuggesztív hatásoknak. Elképzelhető tehát, hogy az ingermegvonásos helyzetben a személy relaxált* állapotba kerül, s a dohányzás ártalmairól szóló intelmek ezért hatnak rá.

Az ingerek hiányának hatását vizsgáló kísérletek még nem fejeződtek be. Számos kérdés megválaszolatlan. Ezért nem könnyű a különféle kísérleti eredményekből kihámozni azt, ami valóban általánosan érvényes. A cikkünkben idézett újabb vizsgálatok egyvalamit azonban megmutattak: túlságosan sematikus volt az a kép, ami korábban élt bennünk az ingerek hiányának következményeiről. Ma már tudjuk, hogy az ingermegvonásnak nemcsak rossz oldalai vannak, hanem jótéteményei is. És még valami kiderült: a hatás nemcsak az ingerek mennyiségétől függ, hanem az egyén életkorától, fizikai és lelki állapotától, s feltehetően régebbi tapasztalataitól és élményeitől is.

Varga Katalin

A GENETIKA

Beszélgetés Venet

Csaknem pontosan harminc évvel ezelőtt készült el az a terjedelmében jelentéktelen, hatásában azonban korszakos fontosságú tudományos közlemény, amelyben James Watson és Francis Circk tömören leírta a DNS-nek az örökletes információk anyagi hordozójának, a dezoxiribonukleinsavnak általuk elképzelt szerkezetét.

A méltán Nobel-díjjal honorált Watson—Circk-modell óriási lendületet adott a molekuláris genetikai kutatásoknak. Egymást követték az izgalmas felismerések, s megszülettek ennek az új tudományterületnek az első dogmái. Ezek alapján tovább bővültek a molekuláris genetikai kutatások, új módszereket dolgoztak ki, s ezek olyan eredményeket hoztak, amelyek ellenmondásba kerültek a „hősi korszak"-ban elfogadott és az előbbre lépést jó ideig sokban segítő dogmákkal. A megcáfolt régi dogmákat, persze, többnyire nem dogmaként fogalmazták meg, hanem inkább csak kimondott vagy ki nem mondott alapelvként fogadták el a szakterület kutatói, s megdöntésüket sem kell szó szerint érteni, mert némelyiküknek csupán korlátozódott az érvényessége, illetőleg csak részben veszett el az igazsága. A molekuláris genetikának ezekről az időszerű kérdéseiről Venetianer Pállal, a biológiai tudományok doktorával, a Szegedi Biológiai Központ Biokémiai Intézetének az igazgatóhelyettesével beszélgettünk.

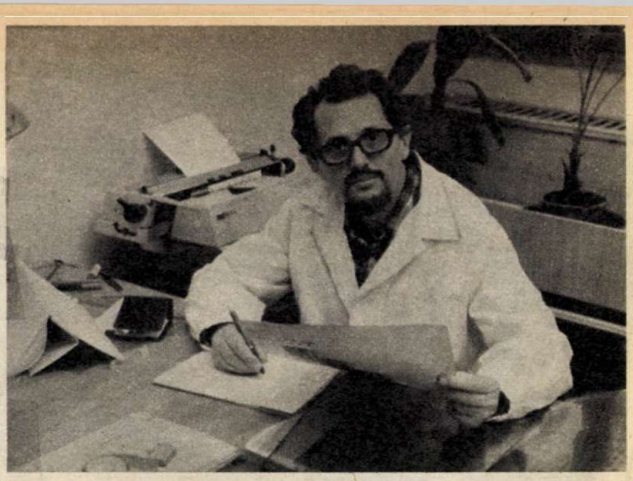
— Miféle tudományos dogmákat vont kétségbe a molekuláris genetika fejlődése?

— A legfontosabb talán a *kolinearitás dogmája.* Eszerint a gének a kromoszómát alkotó DNS-nek egymás után sorakozó szakaszai, s *egy gén egy enzimet kódol.* A kolinearitás elvét előbb munkahipotézisként vetették fel, majd 1964-ben *Yanofsky* és *Brenner* kísérletileg is igazolta. A hetvenes évek derekáig kétség sem fért az igazságához. 1977-ben azonban kiderült, hogy az egyszerűbb szerveztekben a hatékonyabb információtárolásra kifejlődtek az úgynevezett *átfedő gének:* ezekben a különféle fehérjéket kódoló DNS-szakaszok átfedik egymást. Ezzel ellentétben a magasabbrendű szervezetekben a fehérjét kódoló DNS-szakaszok *(exonok)* között *nem kódoló szakaszokat (intronokat)* fedeztek föl. (Róluk lapunk 1982. évi 9. számában írtunk. — *A szerk.)* Egy-egy génben a nem kódoló szakaszok hossza többszöröse is lehet a kódoló szakaszokénak.

A DNS szerkezetében rejlő örökletes információk egy másik, a DNS-hez nagyon hasonló óriásmolekulának, a ribonukleinsavnak — RNS-nek — a közvetítésével határozzák meg az enzimfehérjék sajátos felépítését. A DNS kódoló és nem kódoló szakaszai folyamatosan átíródnak a fehérjeképzés információját hordozó RNS-be. A *nem* kódoló szakaszok azonban később több lépésben *kihasadnak* az RNS-ből, amíg — ma még nem pontosan tisztázott módon — kialakul az a hírvivő RNS, amelynek bázissorrendje megfelel a fehérje aminosavsorrendjének. A képet az bonyolítja, hogy a DNS-nek egy-egy génszakasza a szervezet szöveteinek sejtjeiben hol exonként, hol intronként viselkedhet.

— Az iménti állítás nem cáfolja azt az elfogadott alapelvet, hogy szervezetünk valamennyi sejtjének azonos a DNS-készlete?

DOGMÁIRÓL
aner Pál biológussal



— Az, hogy a többsejtűek valamennyi sejtje a DNS-szinten egyenértékű, s a DNS az egyedfejlődés során nem változik, valójában egy olyan elfogadott dogma, amelyet így valószínűleg sohasem mondott ki senki. Lényegét tekintve ma is helyes, mégis több újabban felismert jelenség ellentmond neki. Például a *kétéltűek* fehérjeszintézist végző sejtszervecskéinek, riboszómáinak RNS-ét kódoló génjeiből sok százszor több van a növekvő *petesejtben* (az oocitában), mint a *testi* sejtekben. Viszont az ecetmuslica *nyálmirigyének* óriáskromoszómájában átlagosan ezerszer annyi DNS van, mint az *ivarsejtjeiben*, de a gének nem egyforma arányban sokszorozódtak meg benne. A részleges génsokszorozódásnak, illetőleg génvesztésnek ezeknél az ismert példáinál sokkal érdekesebbek azok a szabályszerű DNS-átrendeződések, amelyeknek jól ismert biológiai szerepük van, s amelyek az egyedi élet során sűrűn követhetik egymást.

Régebbi adatok szerint az emlősök szervezete néhány millió — egymástól különböző — antitest-molekulának a szintézisére képes. Minden antitestmolekula két hosszabb, úgynevezett nehéz, és két rövidebb, könnyű láncnak az összekapcsolódásával jön létre. Bármely könnyű lánc bármely nehéz lánchoz hozzákapcsalódhat. A milliónyi kombináció kialakításához tehát legalább ezer-ezer különféle könnyű, illetőleg nehéz lánc kellene, s mindkettőhöz ugyanennyi kódoló génre lenne szükség. Miközben azonban az antitestgének száma csak mintegy *háromszáz*, az antitest-molekulákból *18 milliárdféle* képződhet. Ez az elképesztően nagy variabilitás annak köszönhető, hogy a könnyű lánc három különböző szakaszát (a V, a J és a C szakaszt) kódoló különálló gének *egymáshoz különbözőképpen kapcsolódhatnak*. Ez több ezerszeresen megnöveli a könnyű láncok változatainak számát. A nehéz láncok változatainak száma szintén hasonló módon növekszik, s meghaladja a kétmilliót. (Az RNS-be való átíródás során még tovább növekszik e variációs lehetőség azáltal, hogy az előzőekben már említett exon-intron-mechanizmussal más és más génszakaszok átirata esik ki, illetve marad meg a nehéz fehérjeláncot kódoló RNS-ben.) Az a tény, hogy a DNS a génkészletnek egy jól körülhatárolt részén ilyen nagy mértékben átrendeződhet, sőt törvényszerűen átrendeződik, arra mutat, hogy az élővilágban ez a jelenség a ma ismerteknél sokkal szélesebb körben létezhet.

— Néhány évvel ezelőtt számos közlemény jelent meg az úgynevezett ugráló génekről, amelyek átlépheznek egyik kromoszómáról a másikra. Vajon ezek léte mennyiben érinti a genetika dogmáit?

— Az „ugráló" gének létezését *Mc. Clintock* már a negyvenes években megfigyelte a kukoricában, de magyarázatot nem talált rájuk. Ezért a genetikusok hallgatólagosan továbbra is elfogadták azt, hogy a génkészleteken belül a DNS *elrendeződése állandó*, s csak az egy-egy bázis megváltozásával járó *pontmutáció* vagy kromoszómapárok tagjai közt végbemenő *génkicserélődés* (homológ rekombináció) változtat rajta. De 1970-ben *Starlinger* és *Saedler* baktériumban is kimutatott „ugráló" DNS-t, azóta pedig már rengeteg ilyet találtak a magasabbrendűek DNS-ében is. Ezzel végképp bebizonyosodott, hogy az említetteken kívül más lehetőség is van a génkészlet átrendeződésére. A legegyszerűbb „ugráló" géneknek, az úgynevezett *IS-elemeknek* az „ugráláson" kívül nincs más funkciójuk, másik csoportjuknak (a *transzpozonoknak)* ellenben van: azok egy vagy több fehérjét kódolnak.

Az is bebizonyosodott, hogy az „ugráló" gének valójában nem „ugrálnak", hanem — egy még csak részben igazolt elképzelés szerint — *megkettőződnek*, s az újonnan képződött szakasz a DNS-nek egy másik területébe kapcsolódik be, miközben az eredeti példány a helyén marad. Azt még nem tudjuk felmérni, hogy mennyire gyakori jelenség az „ugrálás", de annyi bizonyos, hogy a DNS ezen a módon is nagymértékben átrendeződhet, s ennek igen nagy evolúciós jelentőséget tulajdonítanak.

— A molekuláris biológia centrális dogmája kimondja, hogy az élővilágban az információátadás egyirányú: a DNS-től az RNS és a fehérje felé halad. Vajon ez a dogma megőrizte-e érvényességét?

— Részben. *Temin* és *Baltimore* már 1971-ben fölfedezte az információ *fordított átírását*, a „reverz transzkripció"-t. Eszerint egy enzim jelenlétében az *RNS-minta alapján készül DNS-molekula*. Azóta tudjuk, hogy bizonyos állati vírusok, a *retrovírusok* körében ez a fordított irányú átírás a természetes életciklus része. (Írtunk róla lapunk 1972. évi 26. számában. — *A szerk.)* Az sem zárható ki, hogy a fordított átírásnak szerepe van az egymással semmiféle rokonságban sem lévő élőlénycsoportok között végbemenő *génátadódásban*. Például a pillangós virágú növényekben van egy fehérje, a *leghemoglobin*. Ez a vegyület a növényvilág egyetlen más képviselőjében sincs jelen, de nagyon hasonlít a gerincesek vérfestékéhez, a hemoglobinhoz. Elképzelhető, hogy a *hem* rész termelésére vezető információ egy retrovírus közvetítésével jutott ki a gerincesekből, s került bele a pillangósokba.

— A dogmák átértékelődése visszaveti-e a genetika fejlődését, avagy ellenkezőleg, segíti?

— A válasz már a kérdésben rejlik. Természetesen segíti.

— Hogyan hatnak e változások a tágabb értelemben vett ismereteinkre? Például fölvethető-e újra az a gondolat, hogy a szerzett tulajdonságok öröklődnek?

— Az elmondottak alapján semmiféle létjogosultsága sincs annak, hogy újra elővegyük a szerzett tulajdonságok öröklődésének elképzelését. A molekuláris genetika új eredményeit így értelmezni tévedés.

— Köszönöm a beszélgetést.

Barabás Zoltán