

ÖRÖKLÉS – KÖRNYEZET: MIT IS JELENT AZ „IS”?

SZOKOLSZKY ÁGNES

Szegedi Tudományegyetem, Pszichológiai Tanszék, Szeged

E-mail: szokolszky@axelero.hu

Öröklés (nature) és környezet (nurture) viszonya a viselkedéssel foglalkozó tudományok egyik legelcsépeltebb, mégis legkevésbé jól megválasztott problémája. Általánosan elfogadott, hogy a környezet és a biológiai adottságok együttesen működnek közre a fejlődés hátterében, az „is” válasz azonban gyakran felszínes evidencia marad. A tanulmány kritikailag elemzi azt a szemléletet, amely a fejlődést befolyásoló biológiai és környezeti tényezőket tömbyszerűen dichotóm, egymástól független kettősségként fogja fel, és a pszichológia társtudományainak (etológia, viselkedésgenetika, evolúciótan) kulcsterületein sorra veszi azokat az érvrendszereket, amelyek túlmutatnak a biológiai determinizmus és a környezetelválasztás leegyszerűsítő magyarázatain. A tanulmány mellett érvel, hogy mind teljesebben lebontsuk a „természetet” és „környezetet” szétválasztó falat, és meghaladjuk az ezzel járó berögzött előfeltevéis-rendszert.

Kulcsszavak: öröklés, környezet, fejlődés, rendszerszemlélet, ösztön, tanulás, genetikai doktrína, evolúció

„Öröklés vagy környezet (nature or nurture)?” A kérdésfeltevés Francis Galtonig vezethető vissza, aki a tehetség családi örökletességét kutatva 1874-ben megjelent könyvének a következő címet adta: „English Men of Science: Their Nature and Nurture”. A probléma lényege az, hogy hogyan értelmezhető a biológiai tényezők és a környezet (tapasztalat, tanulás) fejlődésben betöltött szerepe. Ez az általános problémafelvetés további kérdések sorának filozófiai-elméleti kerete, egyúttal azonban gyakorlati jelentőségű is: bármilyen választ adjunk is, az következtetéseket foglal magában a társadalmi gyakorlatra vonatkozóan is. Annál inkább elgondolkodtató, hogy miért lett a „természet” és „környezet” viszonyának tisztázására irányuló kérdés a tudomány egyik legelcsépeltebb, mégis legkevésbé jól megválasztott problémája.

A kérdésfeltevés módja nyilvánvalóan behatárolja a válaszadás lehetőségeit. A kérdés „nature or nurture” formában való megfogalmazása alapvetően három választípust tesz lehetővé: 1. Az öröklött biológiai tényezőknek van döntő szere-

pük; 2. A környezeti tényezőknek van döntő szerepük; 3. Mindkettőnek döntő szerepe van. Az első típushoz azok a válaszok tartoznak, amelyek valamiféle biológiai determinizmust képviselnek. Ezek szerint bár a környezeti tényezők lényegesek, mégis csupán szükséges feltételei a biológiailag meghatározó tényezők kibontakozásának. Ismert, hogy a kérdéssel foglalkozó korai tekintélyek (Darwin és Galton) ezt az álláspontot képviselték. A környezetelvű válasz elsősorban a szovjet és az amerikai társadalmi-ideológiai feltételek között vált uralkodóvá a XX. század közepén. A század végére az inga visszalendült a biológiai mechanizmusok irányába, modern tudományterületek egész hadának (humán genetika, molekuláris és evolúciós biológia, szociobiológia) fejlődése következtében. A pszichológián belül teret nyert a szélsőséges formában is megjelenő biológiai determinizmus: többek felvetésében a „nature or nurture”-ból nyíltan „nature over nurture” lett (például: MCCRAE és munkatársai, 2000).

A harmadik lehetőséget az a felfogás képviseli, amely elismeri mind a két oldal alapvető szerepét és egymásra gyakorolt hatásuk fontosságát. Elvileg egyértelmű, hogy ez a választípus kiegyensúlyozottabb megközelítést tesz lehetővé, mint a „vagy” logikáján alapuló magyarázatok. Szigorúan véve a „vagy” logikája abszurd: olyan, mintha azt kérdeznénk, hogy egy terület nagyságát mi határozza meg: a hossza vagy a szélessége; vagy mintha azt tanulmányoznánk, milyen hang keletkezik, ha csak egy tenyérrel tapsolunk (KHAYUTIN és ALEXANDROV hasonlatai, 1988, 637). A „vagy” helyett sokkal népszerűbb az „is”: a szélsőséges nézeteket leszámítva úgy tűnik, hogy öröklés és környezet szembeállítása helyett az „is” logikáján alapuló egyetértés az uralkodó. A tipikus összegzés szerint: „a legtöbb pszichológus manapság nemcsak abban ért egyet, hogy mind az öröklés, mind pedig a környezet fontos szerepet játszik, hanem abban is, hogy folyamatosan egymásra hatva vezérlik a fejlődést” (ATKINSON és munkatársai, 1995, 66). Kérdés azonban, hogy mit is jelent valójában ez az „is”, mert amilyen lakonikusan igaz, tartalmilag olyannyira nehezen megfogható. Az „is” sokszor nem több, mint kinyilatkoztatás („természetesen mindkettő fontos”), amely mögött általában tovább él valamelyik – manapság általában a biológiai – oldal meghatározó szerepének a feltételezése. A feltételezés oki elsődlegességet, nem pedig kizárólagosságot jelent: a nativista magyarázatok is elismerik, hogy a környezeti feltételek szükségesek a belső struktúrák kibontakozásához, és a környezetelvű magyarázatok sem feltétlenül tagadják a belső struktúrák közvetítő szerepét. Mindkét válasz „is” típusú tehát, de az „is” legtöbbször csupán semmitmondó evidencia.

Az „is” típusú megközelítés tartalmibb megjelenési formája a „milyen mértékben” kérdés. Az általánosító, retorikus „természet vagy környezet” helyét jó ideje átvette a méltányosabbnak tűnő felvetés: milyen mértékben tudható be egy viselkedésforma öröklött, illetve környezeti tényezőknek? A kérdés egy-egy képesség vagy személyiségdimenzió vonatkozásában veti fel az aránylagos hozzájárulás mértékét. A viselkedésgenetika az öröklhetőségi arányok kiszámításával pontos válaszokat fogalmaz meg arra vonatkozóan, hogy egy-egy tulajdonság milyen mértékben tudható be a gének és milyen mértékben a környezet hatásainak. Ez a fajta „is” válasz meghaladni látszik az egyoldalú szélsőséget és az üres evidenciát, de több oknál fogva mégsem kielégítő az egyedfejlődésre vonatkoztatva (ezekre az

okokra a későbbiekben részletesen kitérek). Legfőképpen azért nem, mert a fejlődést befolyásoló tényezők összeadhatóságát feltételezi. Az örökölhetőségi arányok statisztikai modelljeiben az „is” nem más, mint „és”, azaz lineáris additív viszony, amely a biológiai és környezeti tényezőket különválasztható és összeadható hatásokként kezeli.

Itt mutatkozik meg a kérdésfeltevés mélyebb problémája. Nem csupán az a baj ugyanis, hogy a „vagy” hamis választást sugall, a szokványos „is” pedig a lényegét csak „odébb tolja”, de nem tisztázza. A probléma gyökere abban kereshető, hogy a kérdésfeltevés mögött húzódó szemlélet a fejlődést meghatározó biológiai és környezeti tényezőket tömörszerűen dichotóm, egymástól független kettősségként fogja fel. „Természet” és „környezet” alapdichotómiája pedig további dichotómiákra épülő téves előfeltevések egész rendszerét hordozza magában. A természet kontra tapasztalat kettősség együtt jár az öröklött és a tanult, a biológiai és a környezeti tényezők különválasztható, és így szembe is állítható minőségként való felfogásával. A biológiailag meghatározott viselkedés egyenlővé válik azzal, ami egyetemes, öröklött és nehezen változtatható; a tanult, kultúra által befolyásolt viselkedés viszont azzal, ami befolyásolható, esetleges és változékony. Végeredményképpen a változékony-környezettel szembekerül a stabil és univerzális biológiai-természeti, a fejlődés folyamata pedig a két „oldal” összeadásából adódik. A következőkben látni fogjuk, hogy ezek az előfeltevések nem tarthatóak.

A biológia és a pszichológia fejlődésének történetén olyan sokszínű, de alapszemléletében egyező általános gondolkodásmód húzódik végig, amely kísérletet tesz a fenti dichotómiák túllépésére. Ennek a rendszerszemléletű interakcionista megközelítésnek a filozófiai-módszertani specifikuma a *kölcsönhatások elsődlegességének* tételezésében rejlik, ami együtt jár „természet” és „környezet” jelentésének újragondolásával is. Ezt fogalmazta meg többek között BERTALANFFY biológiai rendszerszemlélete (1962/1933), Paul WEISS (1959/1939) és Sewall WRIGHT (1968) biológiai fejlődésmélete, LEHRMAN (1953, 1970), SCHNEIRLA (1956, 1960) és LEWONTIN (1974) interakcionizmusa. A mai fontosabb változatok közé tartozik Gilbert GOTTLIEB (1997) probabilisztikus epigenezise, az Eleanor Gibson és mások által képviselt ökológiai realizmus (DENT-READ, ZUKOW-GOLDRING, 1997), BRONFENBRENNER bioökológiai megközelítése (1994), az Esther Thelen és mások által képviselt dinamikus rendszerszemlélet (THELEN, SMITH, 1993), továbbá az EDELMAN (1987) által fémjelzett neurális szelekcionizmus.

Az öröklés–környezet „vitát” már több ízben lezártnak tekintették, mégis újra és újra felbukkan. A tudományterületek jelentős mértékben különböznek egymástól abban, hogy milyen mély gyökeret vert bennük a rendszerszemléletű megközelítés. Egyre részletesebb tudásunk van arról, hogy a fejlődés mögött álló sokféle és sok szintű tényező hogyan működik együtt. A mai palettán a szélsőségesen egyoldalú válasz mégis éppúgy megtalálható, mint a szintézis keresése.

Milyen érvrendszer szól az „öröklés vagy környezet” kérdésfelvetés ellen? Hogyan lehet túljutni a biológiai determinizmus és a környezetelvűség leegyszerűsítő magyarázatain? Mit jelent az „is” az üres evidencián és a „milyen mértékben” kérdésen túlmutatóan? Mivel az érvrendszerek túlmutatnak a pszichológia hagyományos keretein, a választ a pszichológiát övező tudományágak kulcsterületein kere-

sem. Kiindulási pontom az ösztön problematikája, mert a fogalom értelmezésének története voltaképpen a mikrokozmosza az öröklés–környezet kérdés körüli nézetek összeecsapásának.

ÖSZTÖN VAGY TANULÁS? A LORENZ–LEHRMAN VITA

Az 1930-as évektől kezdődően Konrad Lorenz Nicolaas Tinbergennel együtt fejtegette ki elméletét az ösztönös viselkedéssel kapcsolatban (LORENZ, 1937; TINBERGEN, 1951). Eszerint kétféle viselkedés különböztethető meg egyértelműen: az ösztönös és a tanult. Az ösztönös viselkedés sztereotipikus, fajspecifikus, a gének által meghatározott, az egyéni tapasztalattól független és általa nem módosítható. A tanult viselkedés ezzel szemben változékony és tapasztalatfüggő. A kétféle viselkedés alapját különböző idegi struktúrák jelentik. Ösztön és tanulás egymást kizáró, ugyanakkor egymást kiegészítő és a viselkedést teljeskörűen magyarázó fogalmak. A filogenetikusan meghatározott információ az érés biológiai folyamatában bontakozik ki, de megnyilvánulásához kell a környezet: egy kritikus inger vagy szociális kiváltó feltétel. Az etológus feladata annak meghatározása, hogy egy adott viselkedés a kettő közül mely kategóriához tartozik. Amennyiben egy viselkedés a kettő vegyülékének tűnik, úgy lebontható elemibb egységekre, amelyek viszont már egyértelműen besorolhatóak a két kategória valamelyikébe.

A Lorenz-féle megközelítés klasszikus kutatási módszere a laboratóriumi deprivációs kísérlet. Ennek során a kísérleti állatot elszigetelik, a viselkedés gyakorlását és a modell után való tanulást megakadályozzák, majd lehetőséget adnak a viselkedés megjelenésére. A deprivációs kísérlet feltételezi, hogy az ösztönös viselkedés az érettség meghatározott fokán automatikusan megjelenik és megnyilvánul valamely kiváltó inger hatására. Ha a viselkedés ilyen körülmények között is megjelenik, akkor ösztönös, ha nem jelenik meg, akkor tanult. Ha például egy galambot olyan szűk ketrecben nevelnek, hogy nem tudja kiterjeszteni a szárnyát és nem figyelhet meg más galombokat repülés vagy a repülés tanulása közben, ugyanakkor egy megfelelő időpontban a ketrecből kiengedve mégis tud repülni, akkor ez a viselkedés belső érési folyamat eredménye. Ha kísérleti feltételek között tartott mókusokat úgy nevelünk, hogy nem ismerkednek meg a mogyoróval, majd a mogyoróval való első találkozáskor ugyanúgy fogják és harapják szét, mint tapasztalt társaik, akkor a mogyorófeltörés ösztönös viselkedésforma. Mivel viszont a mókusok csak többszöri alkalom után igazítják megfelelően az állkapcsukat, az állkapocs beigazítása tanult komponens (Grohman 1939-es és Eibl-Eibesfeldt 1956-os vizsgálatait idézi JOHNSTON, 1987, 152). A viselkedés vagy külső (környezeti), vagy belső (genetikai) tényezők eredménye; ha a környezetit kiiktatjuk és a viselkedés mégis megjelenik, akkor az csak belső tényezők következménye lehet.

A Lorenz-féle ösztönfelfogás leghatásosabb kritikáját az amerikai Daniel LEHRMAN (1953) fogalmazta meg. A nézetek összeecsapásából több éven át tartó vita kerekedett, amelyben mások is megszólaltak (Lehrman oldalán SCHNEIRLA, 1956, és JENSEN, 1961; Lorenz oldalán EIBL-EIBESFELDT, 1961). Lehrman kritiká-

ja elsőként azt a feltevést vette célba, mely szerint az ösztön olyan biológiai eredetű viselkedés, amely a környezettől teljesen függetlenül érvényesül. A házi csirke kikelés után rögtön elkezd magvakat csipegetni. Ez a viselkedés nyilvánvalóan megfelel a Lorenz-féle ösztönkritériumoknak: sztereotip, fajspecifikus, izoláltan nevelkedő egyedeknél is jelentkezik, és nem szükséges a gyakorlása. Lehrman nem vonta kétségbe, hogy e kritériumok alapján az „ösztön” kategóriájába sorolhatók különböző viselkedések. Nem tartotta viszont indokoltnak azt az értelmezést, amely szerint az ilyen viselkedés kizárólag belső érési folyamat eredménye. Idézte KUOt, akinek az 1932-es vizsgálatai például egészen más megvilágításba helyezték a csirke ösztönös viselkedését. Kuo csirkeembriókon végzett megfigyelései feltárták, hogy az embrionális fejlődés harmadik napján a meginduló szívdobogás passzívan mozgatni kezdi a fejet, amely ritmikusan a petehártyának nyomódik. Egy nappal később a fej aktívan mozdul, és ezzel csaknem egy időben nyitódik-csukódik a csőr a fejmozdulatok okozta idegi ingerlés következtében. A 8. és 9. napon megfigyelhető, hogy a csőrnyitáskor a szájüregbe áramló folyadékot az embrió lenyeli. A 12. napra megfigyelhető az összehangolt fejmozgás, csőrnyitás, nyelés. A születés után ez a taktilis ingerlésen alapuló viselkedéssorozat vizuális kontroll alá kerül. Az „ösztönös” csipegetés tehát anatómiai, fiziológiai, idegrendszeri tényezők összjátéka folytán alakul ki; se nem tanult, se nem biológiai eredetű a szokásos értelemben. Lehrman következtetése: egy viselkedés kimerítheti az ösztönösség összes kritériumát, és mégis lehet fejlődés eredménye. Az „ösztönös” minősítés leíró értelemben elfogadható, de kifejezetten káros, ha magyarázó erőt tulajdonítunk neki, mert eltereli a figyelmet a viselkedés fejlődésének valós magyarázatáról. Az etológus feladata az, hogy a fejlődési folyamat kontextusában vizsgálja az állat környezettel való interakcióit, nem pedig, hogy belső eredetűként vagy szerzettként kategorizálja a különböző viselkedésformákat.

Lehrman erősen kritizálta a deprivációs kísérleteket, mert azok a biológiai tényezők (gének) környezeti hatásoktól mentes viselkedésmeghatározó szerepét feltételezték. Módszertanilag is tévedésnek tartotta azt a feltételezést, hogy a deprivációval ténylegesen ki lehet iktatni a környezet szerepét. Az elszegényített környezet ugyan kiiktatja a legnyilvánvalóbb tanulási formákat (megfigyelés, utánzás, próbálgatás), de nem zárja ki az interaktív környezeti tényezők kevésbé nyilvánvaló hatásait, amelyek lehetnek intraorganizmikusak, mint ahogyan azt Kuo idézett kutatása mutatja. Az állatot nem lehetséges saját magától izolálni, márpedig a csirkék esetében látott, nehezen kategorizálható, de mégiscsak tapasztalati tényezők magából a testi működésből adódnak. Lehrman kísérleti módszerként a lehetséges tényezők szelektív tesztelését ajánlotta: az ilyen kísérlet egy-egy specifikus tényező szelektív manipulálásával térképezi fel a tényező viselkedésfejlődésben betöltött szerepét. Ha például feltételezhető, hogy a fehérkoronás veréb daltanulásának feltétele a fajra jellemző dallam hallása, akkor azt vizsgáljuk, hogy ennek a tapasztalatnak a módszeres szelektív kiiktatása hogyan befolyásolja a daltanulást. A cél nem annak eldöntése, hogy a daltanulás, illetve annak komponensei szerzettek-e vagy hozottak, hanem hogy egy adott tényező hogyan járul hozzá a viselkedés fejlődéséhez. Lehrman hangsúlyozta, hogy a lehetséges interaktív tényezők sora igen hosszú: ide tartoznak az érzéleti és szociális tapasztalatoktól kezdve a

fiziológiai, hormonális, táplálkozási és genetikai tényezők. Mindamellet Lehrman-nak nem sikerült maradéktalanul megfelelő alternatív módszertani paradigmát kidolgoznia. Saját kísérleteiben ő is elsősorban a könnyebben manipulálható, nyilvánvaló környezeti tényezők befolyását vizsgálta, aminek következtében interakcionista programját sokan környezetelvűként értelmezték.

LORENZ a későbbiek során (1965) változtatott nyelvezetén. Az új megfogalmazás szerint a belső eredetű viselkedést a génekben lévő információ, a tanult viselkedést pedig a környezetből származó információ határozza meg. A gének nem közvetlenül tartalmazzák a veleszületett viselkedésformákat, hanem strukturális irányítást gyakorolnak. LEHRMAN (1970) továbbra is hangsúlyozta, hogy a gének önmagukban nem képesek meghatározni semmilyen viselkedésformát. Az interakciók szervezeten belüli szintjén a génproduktumok folyamatos interakcióban állnak egymással és a meglévő struktúrákkal, az interakciók magasabb szintjén pedig az organizmus áll folyamatos kölcsönhatásban a külső környezettel. Ezeknek a kölcsönhatásoknak az összessége határozza meg a viselkedésformák alakulását.

A vita első köre fontos, bár meglehetősen általános érveket hozott. Sok lényeges kérdés merült fel, így például az, hogy befolyásolják-e a gének közvetlen módon a viselkedést, mit jelent az, hogy „belső eredetű”, és milyen módszertani megoldásokat kíván a homályosnak tűnő „interakciók” tanulmányozása. A nézetek ütközése nem pusztán empirikus-módszertani vita volt, hanem tudományos világképek vitája is. A továbbiak során az empirikus bizonyítékok száma növekedett, a megközelítések különbözősége azonban nem oldódott.

TANULT ÖSZTÖNÖK – ÖSZTÖNÖS TANULÁS

A Lorenz–Lehrman-vita szempontjából különös elméleti jelentőségre tettek szert azok a későbbi etológiai kutatások, amelyek bizonyították, hogy a tanulás nyilvánvaló formái mellett a *nem nyilvánvaló tapasztalatnak* ténylegesen nagy szerepe van a viselkedés alakításában. A deprivációs kísérlet egy korai megjelenése volt Spalding fecskefiókákkal végzett 1875-ös vizsgálata. Spalding olyan szűk ketrecben nevelte a fiókákat, amelyben nem tudták kiterjeszteni a szárnyukat, így nem gyakorolhatták a repülést. A fecskék a ketrecből kiengedve mégis szinte azonnal tudtak repülni, amiből Spalding arra következtetett, hogy a fecskéknek nem kell tanulniuk a repülést. A későbbiek során azonban kiderült, hogy a repülés megjelenésének lényeges feltétele, hogy a ketrecben nevelt fecskék ha kiterjeszteni nem is, de mozgatni tudják szárnyaikat. A deprivációs kísérlet során a repülés képességének kialakulásában a tanulás ezen finom, rejtett szinten, de jelen volt (MILLER, 1997, 462).

A nem nyilvánvaló tapasztalat alakító szerepét az 1970-es évek óta kísérleti eredmények sora támasztja alá. Ezt a kutatási területet Kuo nyomán elsősorban Gilbert Gottlieb munkássága alapozta meg. A kiskacsák közvetlenül a kikelés után világos preferenciát mutatnak a fajuknak megfelelő anyai hívójel iránt. GOTTLIEB (1981) a tojásban lévő embriókon végzett „elnémító” operációval gátolta meg, hogy az embriók saját kikelés előtti vokalizációjukat hallhassák. Ennek a tapasztalatnak a hiányában a kacsák nem mutatták az anyai hívójel iránti fogékonyságot. Gottlieb

munkásságához kapcsolódóan más kutatások is bizonyították a nem nyilvánvaló tapasztalat formatív szerepét. MILLER (1997) megállapította, hogy a kiskacsák anyai vészjelzésre adott válaszában (megmerevedés) kialakulását bonyolult módon befolyásolják olyan nem nyilvánvaló környezeti tényezők, mint a saját vokalizáció hallása és a vokális gyakorlás társas kontextusa. WALLMAN (1979) ugyancsak kísérleti úton mutatott rá, hogy amennyiben a kiscsirkék nem láthatják saját lábukat, nem a szokásos módon reagálnak az élelem látványára. MARLER (1991) énekesmadarak daltanulásra irányuló kutatásaiból kiderült, hogy bár a különböző fajok dalspecifikus preferenciái első látásra egy Lorenz-féle belső kioldó mechanizmusra emlékeztetnek, bizonyos fajoknál a biológiai alapú válaszkészség a környezeti tényezők függvényében alakítható viselkedést eredményez; például a madarak „élő tutorok” mellett képesek más fajok dalait elsajátítani. A madárének kutatása során a nyilvánvaló tapasztalati forrás (az ének hallása fajtárstól) mellett a következő nem nyilvánvaló tapasztalati forrásokra derült fény: pre- és posztnatalis öningerlés, a fészektársak vokalizációjának hallása, a fészektársak részéről megnyilvánuló egyéb (nem vokális) stimuláció és a szülők részéről megnyilvánuló szociális ingerlés (JOHNSTON, 1988, 626). Más kutatások az alternatív fejlődési utak jelentőségére mutattak rá. A macskák zsákmányszerző készségeiket például többféle egyenértékű módon is kialakíthatják: úgy, hogy kölyökként élő zsákmányra vadásznak; figyelik anyjukat, miközben az vadászik; játszanak társaikkal vagy felnőtt állatként gyakorolnak (MARTIN, CARO, 1985).

Bebizonyosodott, hogy sok, korábban mereven sztereotipikusnak hitt viselkedés valójában rugalmasabban és nem kizárólagosan belülről irányított módon fejlődik. Sok esetben az élőlény saját aktivitása jelenti azt a döntő tapasztalatot, amely a későbbi viselkedést alakítja. A különböző viselkedésformák nem szoríthatók be az innát- (részletes értelmezését lásd a 60. oldalon) -merev és tanult-alakítható kategóriákba. Az ösztönfogalom meghatározónak tartott jegyei nem állnak össze koherens egységgé. Több olyan viselkedés van, ami születéskor már jelen van, fajtipikus, adaptív, nem tanult, a tapasztalat által mégis módosítható, ugyanakkor van olyan tanult viselkedés, amely stabil és alig változtatható (BATESON, MARTIN, 2000, 90, 147–152). Hasonló szemléleti változás következett be az imprinting, illetve a korai érzékeny periódusok fogalmával kapcsolatosan is. Az eredeti elképzelés szerint az imprinting jelensége mögött egy genetikai program húzódik meg, amely egy előre meghatározott időpontban „ablakot nyit” a világra, és lehetővé teszi, hogy a környezet maradandó befolyást gyakoroljon a viselkedésre, majd bezárja az ablakot. Az újabb kutatások arra mutattak rá, hogy az „ablaknyitás” nem független a környezeti hatásoktól. Amennyiben például a „normál” érzékenységi időszakon belül valamilyen oknál fogva nem sikerül megfelelő módon a fontos fajspecifikus tapasztalatok birtokába jutni, a szenzitív időszak jelentősen megnyúlhat (CLAYTON, 1988). A szenzitív periódus időzítése és hossza adaptívan változik a környezeti feltételektől függően. Az előre kódolt belső program fogalma nem ad valóságos magyarázatot a biológiai mechanizmus adaptivitására és rugalmasságára vonatkozóan.

Ellenkező oldalról viszont az is megerősítést nyert, hogy a tisztán tanultnak hitt viselkedésformák sem mentesek a biológiai korlátoktól. Marler és Gould (GOULD,

MARLER, 1987; MARLER, 1991) a „*tanulási ösztön*” fogalmába sűrítette azt a tézist, mely szerint minden ösztönös viselkedés tartalmaz tanulási komponenset, akár általános vagy szűken specifikus megnyilvánulásról van szó. Másrészt még a legönkéntesebb, kulturálisan közvetített tanulás sem mehet végbe „ösztönös” komponens nélkül. Minden faj a fájának legmegfelelőbb tapasztalati tényezők iránt a legfogékonyabb, ugyanakkor az ösztönös viselkedésformák maguk is tapasztalati úton formálódnak. A megfelelő kutatási kérdés az, hogy a biológiai mechanizmusok milyen módon járulnak hozzá a viselkedés különböző fokú plaszticitásához. Az ösztönös komponens keresése a tanult viselkedésben nem feltételezi a rugalmasság feladását, mint ahogy a tanult komponens keresése az ösztönös viselkedésben sem kell hogy a biológiai mechanizmus kiiktatásához vezessen, mivel a biológiai mechanizmusok jelentik a tanulás rugalmas, fajspecifikus alapját.

Az ösztönös viselkedés különböző formáinak komplexitása mellett szóló bizonyítékok két fő konklúziót támasztanak alá: 1. a látszatra mereven sztereotipikus viselkedések mögött is jelentős genetikai és neurális rugalmasság van a környezeti feltételek függvényében; 2. a környezet (tapasztalat) sokszor áttételesen, nem nyilvánvaló módon fejt ki a hatását. Mindkét konklúzió erősíti a Lehrman-féle interakcionista álláspontot: ösztön és tanulás együttműködő és egymást feltételező folyamatok. A környezettel való interakció finom mechanizmusai ténylegesen alakítják a viselkedés fejlődését, nem pedig „kioldják” az előre kódolt viselkedésformákat (GOTTLIEB, 1976; WEST, KING, 1985; MARLER, 1991).

A nem nyilvánvaló tapasztalat szerepe a „nem tanult, tehát szükségszerűen belső eredetű” okfejtés tarthatatlanságát bizonyította. Bizonyítottá vált, hogy a deprivációs kísérletben a kutató ugyan lehetetlenné teheti az állat számára annak a tapasztalatnak a megszerzését, ami feltételezése szerint döntő a viselkedés alakulásához, de nem zárhatja ki annak a lehetőségét, hogy az állat valamilyen alternatív fejlődési utat alkalmazzon. A nem nyilvánvaló tapasztalattal kapcsolatos kutatások azonban nem bizonyultak feltétlenül perdöntőnek az öröklés–környezet dichotómiával szemben. Azokban az esetekben ugyanis, amikor egy sztereotip viselkedés tanulás nélkül megjelenik és nincs bizonyíték a nem nyilvánvaló tapasztalat vagy egyéb környezeti mechanizmus szerepére, logikailag továbbra sem zárható ki a belső eredet, noha az is joggal feltételezhető, hogy csupán egyelőre nem sikerült kimutatni a környezeti tényezők szerepét. A nem nyilvánvaló tapasztalatok szerepére vonatkozó bizonyítékok felfoghatóak úgy is, mint amelyek ugyan tágítják a tanult viselkedés tartományát, de nem zárják ki végleg a belső és a külső eredet jogos megkülönböztetését. Az innát mechanizmusok feltételezése sok vezető kutató számára továbbra is logikus és elkerülhetetlen volt azon viselkedések magyarázatára, amelyek egyetemesek és fajspecifikusak, az egyedfejlődésben korán megjelennek és tapasztalati úton nehezen magyarázhatóak (például nyelv, madárénekek). Időközben a fejlődéstudományokban a felszínes „interakcionista egyetértés” szinte általánossá vált – nem kis mértékben Lehrman hatására. A „mindkettő fontos” nyilatkozattal egy keretben ugyanakkor jól megfért a viselkedés genetikai irányításának feltételezése. Timothy Johnston az 1980-as évek végén a „nature – nurture” vita újabb hullámát gerjesztette azzal, hogy továbbra is időszerűnek nyilvánította Lehrman kritikáját.

A MADARAK ÉNEKE NYOMÁBAN

JOHNSTON (1987, 1988) arra hívta fel a figyelmet, hogy az interakcionista nyilatkozatok ellenére tovább él az a dichotóm gondolkodás, amely öröklött és szerzett tartományokra osztja fel a viselkedést. Kritikájának terepéül a madárének-kutatást választotta, mert ez a kiterjedt és befolyásos irodalommal rendelkező kutatási terület paradigmatikusan vetette fel a „nature – nurture” komplexum összes problémáját, és modellként szolgált a humán nyelvfejlődés kutatása számára is.

Az 1960-as évek óta a madárének kutatásának egyik központi fogalmává vált az ún. *érzéketi sablon* fogalma. A terület vezető kutatói (MARLER, 1963; KONISHI, 1964) azt a lehetőséget vetették fel, hogy az akusztikus izoláció ellenére megjelenő ének egy belsőleg kódolt reprezentáció – az érzéketi sablon – megnyilvánulásának tudható be, amely mint genetikai terv irányítja a fejlődést. Mindketten hangsúlyozták ugyanakkor, hogy a fajra jellemző auditív tapasztalat fontos szerepet játszik az éneklés normál fejlődésében. Az érzéketi sablon megmagyarázta az énektanulás szelektivitásának jelenségét is: azt, hogy a tanulás korai fázisában nem minden input hatékony. A madárfióka annak köszönhetően képes reagálni éppen a fajspecifikus dalra a különböző dalok közül, hogy az idegrendszerében működő érzéketi sablon kiszűri a megfelelő dalt.

JOHNSTON kifogásolta az érzéketi sablon mint belső magyarázó mechanizmus fogalmát. A kutatásnak nem arra kellene törekednie – hangsúlyozta Lehrmant visszahangozva –, hogy az éneklést, illetve annak elemeit a kettős eredet alapján kategorizálja, hanem arra, hogy feltárja a fejlődés folyamatát meghatározó interakciók szabályszerűségeit. Ezen belül a gének szerepéről akkor nyilatkozhatnánk, ha pontosan tudnánk manipulálni a gének hatását, és ennek függvényében vizsgálhatnánk a viselkedés fejlődését. A gének konkrét szerepéről való ismereteink hiányában azonban a „genetikai kontroll” feltételezése alaptalan, ráadásul félrevezető is, mivel az eredet kérdésének lezárásával úgy tűnik, mintha a fejlődés kérdését is lezártak nyilvánítaná, holott épp az a kérdés, hogy a genetikai hatás hogyan érvényesül a fenotipikus fejlődésben. Johnston kifogásolta, hogy a madárének-kutatásban továbbra is az izolációs kísérlet dominál, és mindenekelőtt, hogy fennmaradt a lorenzi feltevés a viselkedéses komponensek vagy öröklött, vagy tanult eredetére vonatkozóan. Az interakcionista álláspont lényegi mondanivalója változatlanul az volt, hogy a viselkedés fejlődésére vonatkozóan nem a meghatározó okok kettősségét (gén, környezet) kell feltételezni, hanem sokféleségüket, és nem alternativitásukat kell hangsúlyozni, hanem kölcsönös egymásrahatásukat.

A Johnston által képviselt álláspont különböző reakciókat váltott ki a „nyilvánvalóan hasznos”-tól kezdve (KHAYUTIN, ALEXANDROV, 1988, 637) addig a megítélésig, hogy „olyan általános és homályos, hogy nem alkalmas tesztelhető hipotézisek kidolgozására” (ALCOCK, 1988, 630). Az interakcionista lényegében tényleg azzal a mondanivalóval álltak elő, hogy „az élet bonyolult” (BURGHARDT, 1988, 632). Míg ezt az üzenetet egyesek bosszantóan semmitmondónak találták, mások hasznos figyelmeztetésnek vélték. A válaszolók jelentős része egyetértett Johnston kritikájának lényegével, de pragmatikus alapon fenntartotta, hogy az érzéketi sablon, ha nem is végső válasz, de hasznos elméleti konstrukció (HIRSCH, 1988,

635). Mások a madárének kutatásának módszertani nehézségeit hangsúlyozták, üdvözölve, hogy van, aki ébren tartja az epigenetikus komplexitás követendő ideálját. KING és WEST, akik Johnstonhoz hasonlóan az öröklés–környezet dichotómiák lebontásán fáradoztak, rámutattak: kutatásuk során három évig tartott, amíg megtanulták, hogyan lehet egy bizonyos madárfajt fogságban költetni, további négy évet vett igénybe megtanulni a kiköltött madarak fogságban történő nevelését, és újabb hat évet, amíg megismerték és elemezni tudták dalstruktúrájukat (1988, 638). Nem véletlen, hogy az etológusok csak nemrég kezdték el felfedezni az ösztönös viselkedés nem nyilvánvaló, interaktív finom mechanizmusait. A madárének-kutatás ebben a tekintetben talán különösen nehéz terep, de jól példázza, hogy az interakcionista elvek gyakorlatba ültetése nem csupán elméleti kifinomultság és elhatározás kérdése.

A megítélések egy része az időről időre fellépő interakcionista kritikában a fogalmak átgondoltabb, pontosabb használatára irányuló pozitív ösztönzést látott. Ismét nyilvánvalóvá vált, hogy különösen az „belső eredet” fogalma okoz tisztázatlanságot a különböző értelmű használat miatt. Az angol szaknyelvben a belső eredetre az „innate” szó használatos, ami a következő jelentéstartalmakra utalhat: 1. A viselkedés genetikai meghatározottsága. Ebben az értelemben „az innát tömör kifejezése annak, hogy egy viselkedést erős, bár talán indirekt módon meghatároz a genetikai információ” (BURGHARDT, 1988, 632). Ezt az értelmezést rejti magában a genetikai kanalizáció fogalma is, amely arra utal, hogy az olyanfajta viselkedés, amely megbízhatóan és egyetemesen megjelenik az ontogenetikus fejlődés során a környezeti változások és az egyéni tapasztalat szeszélyeinek dacára, genetikailag meghatározott (WADDINGTON, 1953; ALCOCK, 1988, 630). Az innát genetikai értelmű használata összekapcsolódik az öröklöttség fogalmával, amely önmagában is értelmezésre szoruló fogalom (erre a későbbiekben térek ki). 2. Más szóhasználatban az „innát” utalhat arra, hogy egy viselkedés valamilyen neurális struktúrához kötött. A madárének területén az érzékleti sablon innát jellege például sokak számára specifikus idegrendszeri alapok létezését feltételezi, amely lehetővé teszi, hogy a fajra jellemző éneklés „bizonyos akusztikus tapasztalatok hiányában is megbízhatóan megjelenjék” (KONISHI, 1978, 297). Míg egyesek tiltakoznak az ellen, hogy az idegrendszer szerepére utaló használat egyben genetikai meghatározottságot jelent, mások ugyanezt természetesnek vélik. 3. Az „innát” ugyanakkor használatos a genetikai vagy neurális alapokra való minden utalás nélkül is, pusztán leíró jelleggel abban az értelemben, hogy egy viselkedés veleszületett; végül 4. pusztán negatívan: azt jelölve, hogy egy viselkedés „nem tanult”, azaz modell után való tanulás hiányában is kialakul. Az innát szót ez utóbbi szűk értelemben használja a legtöbb etológus (SLATER, 1988, 649).

Fogalmi bizonytalanságok ugyanakkor a környezeti oldallal összefüggésben is felmerültek. Úgy tűnhetett, hogy a „nurture” oldalán elhelyezkedő fogalmak kevesebb kritikai ösztönzést kapnak, mint a „nature” oldal fogalmai, holott tanulás, környezet, tapasztalat legalább annyira tisztázatlan fogalmak, mint az innát eredet. Az „interakcionista” azonban többek között a nem nyilvánvaló tapasztalat hangsúlyozásával is arra hívták fel a figyelmet, hogy újra kell gondolni tapasztalat, kör-

nyezet és tanulás fogalmát. Amennyire a „belső eredet” nem válasz egy viselkedés fejlődésére, úgy a „környezeti eredet” sem válasz, hanem sokkal inkább kérdés.

A viták során a „nature” melletti elkötelezettség általában együtt járt a genetikai magyarázat előnyben részesítésével. Az interakcionista álláspontra viszont a gének szerepével kapcsolatban a tartózkodó megítélés volt a jellemző. JOHNSTON (1988, 623) hangsúlyozta, hogy az interakcionista keretbe éppen annyira beletartoznak a gének specifikus hatásai, mint a környezeti tényezők vizsgálata, de az interakcionista álláspont nem fogadja el a feltevést, mely szerint a gének specifikusan meghatároznák a viselkedéses fenotípust bármely vonatkozásban.

A gének fejlődésben betöltött szerepének feltárása mindenképpen kulcstényező az öröklés–környezet probléma jobb megértésében. Így nem meglepő, hogy az elmúlt évtizedekben a viselkedésgenetika vált a problémakör egyik legbefolyásosabb szakterületévé.

A „MILYEN MÉRTÉKBEN” KÉRDÉS

A viselkedésgenetika két részterülete a kvantitatív és a molekuláris genetika. A kvantitatív genetika statisztikai elemzéssel igyekszik rávilágítani arra, hogy milyen mértékben tudható be egy adott viselkedés genetikai, illetve környezeti tényezőknek, a molekuláris genetika pedig a DNS-láncok direkt vizsgálatával törekszik megismerni a viselkedésformák genetikai alapjait. A kutatások implicit vagy explicit állásfoglalást jelentenek arra nézve, hogy mit tartsunk az ontogenetikus fejlődés meghatározó tényezőinek, és hogyan fogjuk fel „természet” és „környezet” viszonyát.

A kvantitatív genetika kutatási programja a „milyen mértékben” kérdés megválaszolására alakult ki. A vizsgálatok arra irányulnak, hogy megállapítsák: különböző fenotípusos jellemzők esetében egy populáción belül az egyéni különbségek-ből fakadó variabilitás hányad része tudható be genetikai, illetve környezeti tényezőknek. Ez a kérdés vonatkoztatható növény-, állat- és humán populációkra is. A növénynevelés és állattenyésztés szempontjából világos jelentősége van a kérdésfelvetésnek, mert a genetikai tényező súlyának ismerete elősegíti a bizonyos tulajdonságok szempontjából kedvező populációk kialakítását. A kvantitatív genetikai vizsgálatok eredményei emberek esetében kevésbé egyértelműek, bár az iker- és családi örökletesség vizsgálatok különösen befolyásossá váltak, és népszerűségük folytán különösen hatékonyan járultak hozzá tévesen beidegződött értelmezések elterjedéséhez is.

A kvantitatív genetikai vizsgálatok fő bázisát két olyan „természetes kísérletet” jelentő populáció adja, amely a genetikai és a környezeti tényezők speciális kombinációit képviseli: az egyik az ikerpárok, ezen belül is a külön nevelkedő egy- és kétpetejű ikrek, a másik pedig az örökbefogadott gyermekek, akiknek jellemzőit össze lehet mérni mind az örökbefogadó, mind pedig a biológiai szülőjével. Az adatszerzés módja általában tesztelés, kérdőíves önjellemzés, családtag általi jellemzés, ritkábban telefonon keresztül történő kikérdezés és megfigyelés. A módszertani eljárás lényege a populációból vett párok jellemzői közötti korrelációkere-

sés. Külön családban felnövő egyetértő ikerpár esetében például azonosak a gének, viszont más a családi környezet. Így ha szorosan korrelál a pár pontszáma egy adott jellemző tekintetében, akkor az – a vizsgálat logikája szerint – a szóban forgó jellemző genetikai tényezőknek tudható be.

A korrelációs értékek egyben *örökölhetőségi becslést* is lehetővé tesznek, ennek számszerű formáját nevezik *örökölhetőségi aránynak* (heritability ratio). Egy tulajdonság 0,5-es örökölhetőségi arányértéke például azt jelenti, hogy a populációban mutatkozó variancia fele tudható be a génnek hatásának, fele pedig a környezetnek. Minél inkább közelít az érték az 1,0-hez, annál nagyobb a genetikai hozzájárulás mértéke a variancia megoszlásában, a 0-hoz közelítő érték viszont azt mutatja, hogy a variancia csak csekély mértékben hozható összefüggésbe a génekkel. A vizsgálatok több komplex jellemző vonatkozásában viszonylag konzisztens eredményt mutatnak. Több mint harminc ikervizsgálat (körülbelül 10 000 ikerpár) összegzett eredménye alapján például az intelligencia becsült örökölhetőségi aránya 0,5 körül mozog (0,3 és 0,7 közötti szélső értékekkel). A különböző személyiségvonások tekintetében (szociabilitás – félénkség, emocionalitás, aktivitásszint) a becsült örökölhetőségi értékek tipikusan 0,2 és 0,5 között mozognak (BATESON, MARTIN, 2000, 58).

Bár a kvantitatív genetika egyszerű és logikus választ ígér természet és környezet összefonódó szálainak kibogozására, az eredmények értelmezésénél több probléma merül föl. Sosem volt világos, hogy a kvantitatív genetika százalécai pontosan mit is jelentenek az egyedfejlődés szempontjából (STERNBERG, 2001). Komplex viselkedéses jellemzők esetén a vizsgálatok ritkán állapítják meg, hogy a variancia több mint fele tulajdonítható a géneknek (PLOMIN, DANIELS, 1987, 1). Nem sokat mond az intelligencia vagy bármely más tulajdonság fejlődéséről az sem, ha kiderül, hogy örökölhetősége statisztikailag 50 százalék. Az értelmezési problémákat azonban csak növeli, ha az egyik oldal dominanciájára utaló eredményt kapunk, például azt, hogy az IQ vonatkozásában a variancia 70%-ban genetikai tényezőknek köszönhető, ahogyan azt a minnesotai ikervizsgálat találta (BOUCHARD és munkatársai, 1990). A kézenfekvő olvasat szerint ez azt jelentené, hogy az intelligencia esetében a génnek fontosabbak, mint a környezet. Ez azt a benyomást keltheti, hogy az intelligencia ontogenetikus fejlődésében meghatározó szerepet töltenek be a gének. Ez az interpretáció azonban többszörösen nem indokolt.

Először is, az örökölhetőségi értékeket nem lehet közvetlenül az egyedfejlődésre vonatkoztatni, mert másra irányul az a biometrikus kérdés, amely egy populáció egyedei közötti fenotipikus változatosság forrását vizsgálja, és az az ontogenetikai kérdés, amely az egyedfejlődés mozgatórugóit keresi. Egy állattenyésztő számára például, aki a tejhozam növelésében érdekelt, fontos információ, hogy egy adott tehénfajta esetében a magas tejhozam erőteljesen örökölhető átlagos tenyésztési körülmények között – bár nem árt szem előtt tartani, hogy ugyanaz a fajta más földrajzi és tartási körülmények között megváltozott hozamot produkálhat (BATESON, MARTIN, 2000, 61). Az egyedfejlődés vonatkozásában azonban nem annak megismerése a lényeg, hogy átlagos körülmények között hogyan osztható fel az egyéni különbségek varianciája génnek és környezet között, hanem az, hogy

megismerjük a fejlődés lehetséges nyomvonalait. Ebben a tekintetben kevésbé informatív az a statisztikai index, amely egyetlen számban fejezi ki a környezeti és a genetikai tényezők relatív súlyát (vö. LEHRMAN, 1970; LEWONTIN, 1974; MILLER, 1997).

Súlyosabb probléma, hogy az örökölhetőségi arányszám megtévesztő, mert azt sugallja, hogy magyarázó erővel bír az egyedfejlődésre nézve, holott a magas örökölhetőségi érték nem azonosítható az adott jellemző genetikai meghatározottságával. Egy genetikailag sokféle embercsoportban például mindenkinek öt ujjja van, tehát az ujjak számának esetében nulla a fenotipikus variabilitás. Ez nulla örökölhetőségi értéket eredményezne, holott az ujjak száma nyilvánvalóan erős genetikai befolyás alatt áll (BURGHARDT, 1988, 632). Bár a példa didaktikus, nyilvánvalóvá teszi, hogy a nullához közeli érték nem jelenti, hogy a géneknek ne lenne *alapvető* szerepük, mint ahogy az egyhez közeli érték sem jelenti, hogy a környezetnek ne lehetne *szintén alapvető* szerepe egy adott viselkedésben.

Az értelmezésnél szem előtt kell tartani, hogy az örökölhetőségi értékek kritikusan függenek a vizsgált populáció jellemzőitől. Így például a testmagasság örökölhetőségi értéke magasabb lesz, ha középosztálybeli (jó táplálkozási feltételek között élő) mintán nézzük, mintha ugyanezt a fenotipikus jellemzőt egy környezeti háttér szempontjából heterogénebb mintán néznénk. A homogén középosztálybeli mintán nyert magasabb örökölhetőségi érték ugyanakkor természetesen nem jelenti, hogy a környezetnek ne lenne alapvető szerepe a testmagasság alakulásában. A magas örökölhetőségi érték egyenesen feltételezi a kedvező környezeti körülményeket (HOWE, 1997, 112; BATESON, MARTIN, 2000, 59).

Ha a környezet változatlanul hagyása mellett a genotípust variáljuk, akkor az örökölhetőségi arányszám szükségszerűen magas lesz, mert a variancia egyedüli lehetséges forrása a genetikai variabilitás. Ha viszont a genotípust tartjuk konstans szinten és a környezeti feltételeket variáljuk, akkor az örökölhetőségi arányszám alacsony lesz, mert a variancia egyedüli forrása a környezeti variabilitás. Ha két genotípusban különböző állatcsoportot azonos környezetben tartunk és fenotipikus variabilitást találunk, akkor teljesen indokolt ezt a variabilitást a genotípusnak tulajdonítani. Elvileg azonban az örökölhetőségi érték ugyanazon jellemző vonatkozásában jelezhet teljesen belső vagy teljesen szerzett eredetet attól függően, hogyan variáljuk a környezeti feltételeket és a genotípusokat (LEWONTIN, 1974; JOHNSTON, 1988).

Az örökölhetőségi érték tehát nem a genetikai meghatározottság fokmérője. Nem olyan iránymutató, amely kifejezné, hogy az egyedfejlődés szempontjából melyik tényezőcsoport a meghatározó. Különösen nem tekinthető fix értéknek azért, mert csak a megvalósult genetikai potenciált veszi figyelembe, a nem megvalósultat nem: a vizsgálatokból nem derül ki, hogy az arányszámok hogyan alakulnának a környezeti feltételek megváltozása mellett (BRONFENBRENNER, CECI, 1994, 570; HOWE, 1997, 112). Csak a genetikai és a környezeti feltételek szisztematikus változtatása mellett derülhetne fény arra, hogy meghatározott genetikai vonalból származó egyedek számára melyek az optimális környezeti feltételek. A genetikai és a környezeti oldal szisztematikus variálása azonban nehezen képzelhető el emberi népeség esetében. A genetikai potenciál végességének kérdése

nyitott kérdés marad. A genotípus válaszövezete (összes lehetséges fejlődési változata) legjobb esetben is csak részlegesen ismert, mivel egyszerűen megvalósíthatatlan, hogy egy-egy genotípus fenotípusos fejlődési potenciálját minden lehetséges környezetben megvizsgáljuk – már csak azért sem, mert nem tudni, hogy milyen új környezetek fejlődhetnek ki a jövőben (Dobzhansky 1955-ös érvelését idézi BRONFENBRENNER, CECI, 1994, 583).

A varianciafelosztás modelljei valójában leegyszerűsítő módon kezelik mind a környezeti, mind a genetikai oldalt, mind pedig a kettő kapcsolatát. A genetikai oldalon a modellek a rokonsági foknak megfelelő közös genetikai állománnyal asszociálható hatásokra korlátozódnak, és ennek következtében kihagyják a gén–gén és gén–környezet interakciók hatásait a mért genetikai hatások közül. Egyúttal ezek a hatások burkoltan megjelennek a környezeti oldalon, amely valójában negatív meghatározású, ide tartozik ugyanis minden, ami a szűken vett genetikai hatásokon kívül esik, beleértve a gén–gén, illetve gén–környezet interakciókat, sőt még a mérési hibát is, amely a meglehetősen durva mérési módszerek mellett nem elhanyagolható tényező.

A terület vezető kutatói azt tartják, hogy a kvantitatív genetica környezeti hatásokkal foglalkozó alterületéhez (környezeti genetica) fűződik az elmúlt évtizedek két legfontosabb felfedezése. Az egyik felfedezés a „nem közös környezet” (nonshared environment) fogalmához kapcsolódik. Ennek lényege az, hogy a szocializációs szemlélet hagyományos feltevésével szemben az azonos családi környezet különbözővé, nem pedig hasonlóvá formál, mivel ugyanazon családi környezet lényeges vonatkozásait nem azonos módon élék meg a testvérek (PLOMIN, DANIELS, 1987; PLOMIN, 2000). A nem közös környezet koncepciója nem teljesen új keletű. Az a gondolat, mely szerint ugyanazt a fizikai környezetet az abban élő szervezetek másként élék meg, legalább Jacob von Uexküllig nyúlik vissza. A környezetnek ezt a dinamikus-relációs mivoltát fejezte ki Uexküll az „Umwelt” fogalmával (vö. UEXKÜLL, 1934). Míg azonban az Umwelt környezet és organizmus kölcsönös feltételezettségét fejezte ki, a kvantitatív genetica nem közös környezet koncepciója éppen azon az alapfeltételezésen alapul, hogy környezet és organizmus egymástól függetleníthetőek: a vizsgálatok a variancia genetikai és környezeti részre való osztása után tovább bontják a környezeti részt „közös” (az azonosság irányában ható), illetve „nem közös” (a különbözőség irányában ható) összetevőkre.

A kvantitatív genetica másik felfedezése a „környezet természetére” (the nature of nurture) vonatkozik (PLOMIN, OWEN, MCGUFFIN, 1994). Eszerint nem véletlenszerű, hogy az egyént milyen környezeti hatások érik, mert az egyén maga is aktívan keresi és alakítja közvetlen környezetét. Ezt a lényeges (bár ismét nem új keletű) szempontot fejezi ki a „környezetválasztás” (niche picking) fogalma. Új viszont az a feltételezés, amely szerint a környezetválasztás meghatározó mértékben genetikai eredetű. Az ide vonatkozó iker- és örökbefogadási vizsgálatok „bár ellentmondásosnak tűnnek”, genetikai befolyást találtak olyan „állítólagos környezeti mutatók” mögött, mint például a televízió-nézés, a gyerekkori balesetek, különböző életesemények, mint például válás, és a gazdasági-társadalmi helyzet. A végkövetkeztetés szerint az egyedek „bizonyos mértékig genetikai okok miatt alakítják ki tapasztalataikat” (PLOMIN, OWEN, MCGUFFIN, 1994, 1735). Amennyiben azt tart-

jük, hogy nincsen genetikai befolyástól mentes viselkedés, akkor nem meglepő, hogy bármely viselkedés esetén lehetséges „genetikai befolyást” kimutatni. Viszont valóban ellentmondásos azt feltételezni, hogy a gének, még ha közvetett módon is, képesek meghatározni olyan komplex fenotipikus viselkedésformákat, mint az említettek.

Összegezve: a kvantitatív genetika eredményei statisztikai támpontot adnak annak értékelésére, hogy adott körülmények között a genetikai tényezők milyen mértékben járulnak hozzá az egyedek közötti variabilitáshoz egy bizonyos populáció keretén belül. Az értelmezés egyedfejlődésre való kiterjesztése azonban inkább a zavart, mint a tisztánlátást növeli, mert a varianciafelosztás eredményeképpen kapott populációgenetikai értékek összefonódnak az egyedi öröklhetőségre vonatkozó értelmezéssel. Az az interpretáció, amely a magas öröklhetőségi érték alapján arra következtet, hogy az adott jellemző nehezen fejleszthető, kétszeresen téves feltételezésen nyugszik: az egyik az, hogy az öröklhetőségi érték rögzített mutató, a másik, hogy ami genetikai, az nehezen változtatható. Az „öröklött”-et ma is sokan azonosítják a „genetikai”-val, a genetikait pedig az előre bejósolhatóval, a nehezen változtathatóval. Ennek ellentmond az a felismerés, amely szerint a legtöbbször éppen a változékonyság az, amit öröklünk (BÁNKI, 1994, 220), és hogy a környezeti tényezők részét képezik annak, ami öröklöttnek tekinthető (WEST, KING, 1987). Az öröklött változékonyság ellentétes azzal, hogy külön minőségként tételezzük azt, ami öröklött, és azt, ami szerzett (ezekre a kérdésekre a továbbiakban kitérek). A tanulság itt is az, hogy a biológiai és a környezeti oldalt nem indokolt fogalmi dichotómiaként kezelni, mert a fejlődés olyan amalgám, amelyben nincsenek tisztán biológiai tényezők, amelyek mentesek lennének a környezeti hatásoktól, és nincsenek tisztán környezeti tényezők, amelyek mentesek lennének a biológiai hatásoktól.

A GENETIKAI DOKTRÍNA, ÉS AZON TÚL

A kvantitatív genetika a genetikai hozzájárulás mértékét igyekszik megbecsülni, azonban semmit sem mond a genetikai hozzájárulás hogyanjáról. Annak megállapítása, hogy egy tulajdonság vagy viselkedésforma mögött meghatározott mértékű „genetikai alap” húzódik meg, nem jelent egyúttal magyarázatot arra vonatkozóan, hogy ez hogyan érvényesül a fejlődés során. A fejlődés kérdése genetikai szempontból arra vonatkozik, hogyan lesz a genotípusból fenotípus. Az a gyakorlat, amely egy viselkedésforma genetikai alapúnak minősítését magyarázatként tünteti fel, nem más, mint leegyszerűsítő címkézés, a magyarázat elodázása (OYAMA, 1985).

Fokozatosan alakult ki, majd jutott uralkodó helyzetbe az a nézet, amely a „természet” oldalát végső soron a gének szintjére redukálta és a fejlődést genetikai meghatározottságúnak tekintette. Ennek a nézetnek adott modern formát a viselkedés genetikai irányításának fő metaforája: a *genetikai program* vagy genetikai tervrajz fogalma, amely azt a gondolatot fejezi ki, hogy a DNS-kód utasítás-szerűen írja elő a fejlődés menetét. 1970-ben Francois Jacob *Az élet logikája* című

munkájában így írt: „Egy baktérium körülbelül egy milliméter hosszú nukleinsav-szekvenciának felel meg, ami mintegy 20 millió kódot foglal magában. Az embert egy másik szekvencia határozza meg, ez kb. 2 méter hosszú és több milliárd jelet tartalmaz” (idézi CHANGEAUX, 1997, 191). A számítógépek közkeletűvé válásának korszakában meggyőzőnek hatott az az elképzelés, amely szerint ez a több milliárd jel olyan önmagában meghatározott instrukciósorozatot alkot, „lefutásának” eredménye pedig a felnőtt organizmus. Kevés figyelmet kapott a metafora korlátozottsága: az az alapvető különbség, hogy míg a számítógép esetében a szoftver feltételezi a hardver meglétét, az élőlény esetében a „hardver” saját magát hozza létre. Az információt előre tartalmazó, csak megvalósításra váró instrukció gondolata azért sem elégséges magyarázat, mert úgy tűnteti fel, mintha az instrukció követése magától értetődő feladat lenne, holott ez távolról sincs így: egy utasítás értelmezése sosem olvasható ki közvetlenül az utasításból (COEN, 1999). A genetikai program gondolata feltételezi, hogy lineáris összefüggés van genom és biológiai komplexitás között. Az ún. *komplexitás-értékparadoxon* azonban arra mutat rá, hogy nem létezik ilyen összefüggés: egérben és emberben is körülbelül 70 000 kódoló gén van, az idegsejtek számában mégis óriási a különbség: az egér esetében ez hozzávetőleg 40 millió, míg az ember esetében körülbelül 85 milliárd (RAFF, KAUFMAN, 1983; adatait idézi GOTTLIEB, 1997, 147).

Mindamellet a genetikai tervrajz gondolata népszerű lett az ösztönös viselkedésen túlmenően a komplexebb viselkedésformák vonatkozásában is. Elterjedt a genetikai program fogalmának retorikus használata, sokszor a kimerítő magyarázat illúzióját keltve egy-egy fejlődési jelenség vonatkozásában. A fejlődésben formatív szerepet játszó belső (környezetfüggetlen) program mint magyarázóelv impliciten, de expliciten is megerősítette a „természet kontra környezet” szemléletet. Eközben a gének a köztudatban mágikus hatalommal bíró ágensekké nőttek. A DNS kettős spirálja – „az élet vékony kötete, spirálisan kötve” – a huszadik század egyik jelképévé nőtt. Még nagyobb hatású ez a jelkép akkor, amikor az emberi genom megfejtésének híre azt a tévképzetet keltheti, hogy a „nagy tervet” megismerve az ontogenetikus fejlődés kulcsának birtokába jutunk.

A kérdés lényege arra vonatkozik, hogy hogyan jellemezhető geno- és fenotípus egymáshoz való viszonya. A genetikai doktrína arra az alapfeltevésre épül, hogy a genotípus alapvetően egyirányú oksági kapcsolatban áll a fenotípusjegyekkel (beleértve a viselkedést). A géneknek tulajdonított fejlődésmeghatározó szerep különböző elméleti konstrukciókban fejeződhet ki. A determinista felfogás szerint a fejlődés folyamata strukturálisan előre kódolt: a genetikai tervrajz adott elemei 1 : 1-hez viszonyban állnak a viselkedés adott elemeivel. A rugalmasabb változat megkülönböztet zárt és nyitott genetikai programokat (MAYR, 1974): a nyitott genetikai program közvetett módon diktálja a viselkedésformát az idegrendszerben kódolt programon keresztül, amely viszont a genetikai program „neurális lefordításának” eredménye. A nyitott programok úgy biztosítják a viselkedés bizonyos fokú módosíthatóságát, hogy meghatározott pontokon „üres helyeket” hagynak, amelyeket a környezeti információ betölthet, mint például az imprinting klasszikus felfogásában. Hasonlóképpen „nyitottan” predeterminisztikus WADDINGTON epigenezis-felfogása (1957), amely szerint a fajra jellemző egyes fej-

lódási formák genetikailag erősen kanalizáltak (azaz kevésbé módosíthatóak), míg más formák jobban függnék a környezeti hatásoktól: az „epigenetikus tájképen” a mély völgyek a genetikailag erősen meghatározott irányokat, a sekély völgyek pedig a kevésbé predeterminált fejlődési vonalakat képviselik. Más elméleti megfogalmazások úgy őrzik meg a genetikai irányítás lényegét, hogy annak közvetett és valószínűségi jellegét hangsúlyozzák. A genetikai alapú környezetválasztás már érintett nézete szerint (SCARR, MCCARTNEY, 1983) a genotípus bár indirekten, de mégis alapvetően meghatározza az egyéni fejlődés lényeges összetevőit a személyiségvonásoktól kezdve az intellektusig, mivel egy adott genotípus meghatározott környezeti befolyások „előhívására” hajlamosít. A genetikai kontroll „probabilisztikus”, de a genotípus „fogalmilag elsődleges”; a „nature – nurture” csapatot a genetikai csapatkapitány irányítja (SCARR, MCCARTNEY, 1983, 425, 433).

A genetikai meghatározottság különböző fokú és jellegű feltételezése rendre a genetikai determinizmus elvetése, sőt „abszurdításnak” nyilvánítása mellett történik (SCARR, MCCARTNEY, 1983, 428). PLOMIN és DEFRIES (1999, 80) is azt írják: „Nem hangsúlyozhatjuk eléggé, hogy a genetikai hatások nem jelentenek genetikai determinációt, se nem korlátozzák a környezeti intervenciót.” Mindamellett ugyanazon a helyen a gének privilegiált szerepét sugallják: *„Az utóbbi évek genetikai kutatásai az intelligenciát alkotó komponensek nagyfokú örökölhetősége mellett tanúskodtak, és a kutatók megkezdtek az egyes kognitív funkciók megvalósulásában szerepet játszó gének azonosítását. Ezek az eredmények nem cáfolják, hogy a környezeti tényezők alakítják a tanulási folyamatot. Inkább azt jelentik, hogy az emberek génjeiben meglévő különbségek befolyásolják azt, hogy mennyire könnyen tanulnak”* (uo. 70). A nyílt genetikai determinizmus elutasítása tehát jól megfér azzal a genetikai doktrína lényegét alkotó nézettel, amely szerint a fejlődés alapvető feltételeit egyoldalúan a gének határozzák meg, még ha valószínűségi alapon és áttételesen is. A genetikai irányítás nyitottnak vagy probabilisztikusnak nyilvánítása fenntartja azt a feltevést, mely szerint a lényeges „instrukciók” egy irányban folynak a genetikai struktúrától a fenotípus felé.

PLOMIN (2000) szerint egyes tulajdonságok genetikai meghatározottságával kapcsolatban a szkeptikusokat csak az fogja meggyőzni, ha sikerül azonosítani az egyes tulajdonságokért „felelős” specifikus géneket vagy géncsoportokat. A modern genetika ténylegesen sok olyan egyedi gént talált, amelyek kapcsolatba hozhatók meghatározott betegségekkel, az 1980-as évek pedig sikerült több faj esetében génmutációs eljárással azonosítani néhány gén specifikus viselkedésbefolyásoló hatását (BATESON, MARTIN, 2000, 46). Az egyre komplexebb emberi tulajdonságok génjei után vadászó genetikusok az 1990-es évek végére azonosítottak többek között egy olyan génjelzőt, amelyet az intelligencia *g* faktorról hoztak összefüggésbe (*Science*, vol. 280. 1. May 1998, 681). Az egyes fenotípusokkal asszociálható gének feltérképezése azonban nehéz feladat már csak azért is, mert ismert, hogy a fenotípusok döntő többsége poligén, tehát egy kollaboratív géncsoporttal asszociálható, ugyanakkor egy gén több fenotípus vonatkozásában is aktív lehet. Mindazonáltal az utóbbi években több géncsoportot azonosítottak olyan komplex fenotípusokkal kapcsolatban, mint például az étkezési vagy az olvasási zavarok (PLOMIN, DEFRIES, 1999, 78–79). Ma már a pszichopatológia mellett az általános és specifikus humán képességek, teljesítmények és személyiségvonások (intelligen-

cia, olvasás, téri tájékozódás, iskolai teljesítmény, introverzió, félénkség) genetikai alapjainak vizsgálata is folyamatban van (PLOMIN, OWEN, MCGUFFIN, 1994, 2000).

A genetikai kutatások fejlődési üteme arra enged következtetni, hogy a tudomány a közeljövőben egyre több olyan gént és géncsoportot fog felfedezni, amely egy-egy meghatározott fenotípussal asszociálható. Kérdés azonban, hogy ezeket az asszociatív kapcsolatokat hogyan értelmezzük. Az egyre finomabb szintű kutatások arra mutatnak, hogy még az olyan viszonylagosan egyszerűnek tűnő fenotípus-jegy is, mint amilyen például a testsúly, viselkedéses, környezeti és genetikai tényezők komplex egymásra hatásának következménye (COMUZZIE, ALLISON, 1998). Ugyanakkor a viselkedésgenetikusok az egyes fenotípusokkal összefüggésbe hozható géneket előszeretettel nevezik az adott fenotípusért „felelős” géneknek, ez a nyelvezet pedig megerősíti a képzetet, hogy egyes gének vagy géncsoportok önmagukban véve bizonyos komplex viselkedéses fenotípusok okának tekinthetők. Ez a nyelvhasználat érzékelhetően magukat a genetikusokat is sokszor a genetikai okság egyszerűsítő magyarázatának irányába befolyásolja (BATESON, MARTIN, 2000, 63). Az intelligenciáért, félénkségért, homoszexualitásért, kriminalitásért „felelős” géneknek a modern genetikai technológia segítségével történő azonosítása még meggyőzőbben kelti a kívülállókban a magyarázat illúzióját, mint korábban egy-egy feltételezett, de molekulárisan nem bizonyított genetikai program.

A gén „fogalmi elsőlegessége” tehát olyan sokféle módon és minőségben megnyilvánuló feltételezés, amely nyíltan vagy rejtve, de mélyen áthatja a gondolkodást. A mögöttes megfontolás szerint a fejlődésben jelentkező szabályszerűségeket a biológiai kódolásnak kell garantálnia, mert a környezeti hatások alapvetően véletlenszerűek: „A természet nem hagyta kiszolgáltatva a humán fejlődést olyan tapasztalatok kénye-kedvére, amelyekre az egyén vagy szert tesz, vagy sem” (SCARR, MCCARTNEY, 1983, 429). A genetikai okság melletti érvelés sokszor negatív bizonyítékon alapul: nyilvánvaló környezeti okok hiányában úgy tűnik, hogy bizonyos hasonlóságokra nincsen alternatív magyarázat. A genetikai magyarázat előtérbe kerülésének egyik oka az, hogy bizonyos kérdésekben a környezeti oldal magyarázatára hivatott tudományok túl kevés eredményt tudtak felmutatni (HOWE, 1997, 110). Nyilvánvaló például, hogy az erőszakos bűncselekmények elkövetői esetében szociológiai és pszichológiai tényezők egyaránt szerepet játszanak, de a vizsgálatok nem adtak választ arra a kérdésre, hogy az egyik ember miért lesz bűnöző, a másik meg miért nem. Sok esetben az ilyen jellegű űrt tölti ki a genetikai magyarázat előtérbe kerülése (GIBBS, 1999).

Kérdés tehát: valójában mit és milyen módon határoznak meg a gének – mi van és mi nincs „benne” a génekben? A szakirodalomban önmagukért beszélő címek jelzik az álláspontok és megközelítések különbözőségét (lásd például LEWONTIN, ROSE, KAMIN, 1984: „Not in our genes”; STENT, 1999: „It is in the genes”). Kérdés azonban az is, hogy mi határozza meg azt, hogy mit határoznak meg a gének. Jelenlegi ismereteink szerint az egyetlen információ, amit a gének közvetlenül kódolnak, az a nukleinsavak bázissorrendjének meghatározására vonatkozik, de ez az alapvető szint sem mentes teljesen a sejten belüli környezeti feltételek hatásaitól: a fehérjemolekulák háromdimenziós szerkezetének kialakulását befolyásolja a sejten belüli Ph-szint és a hőmérséklet (JOHNSTON, GOTTLIEB,

1990, 475). A DNS-lánc nem minden része tartalmaz hasznos információt, ezért a teljes kód a potenciális információt hordozó különböző DNS-szegmensek összefűzéséből áll össze. Ez a folyamat a sejtkörnyezettől függ, mivel az adott információt sejtenzimek aktiválják külső ingerek hatására. A fehérjemolekulák mint génproduktumok döntőek minden egyes sejt működésének meghatározásában, de nem izoláltan fejtik ki hatásukat, hanem a lokális – sejtben belüli és sejtek közötti – környezeti feltételek függvényében (BATESON, MARTIN, 2000, 65).

Ismert, hogy a genetikai készletnek csupán egy része fejeződik ki az egyed élete során. Bár minden sejt ugyanazt a génkészletet tartalmazza, az egyes gének más génproduktumokkal és nem genetikai anyagokkal való interakcióiktól függően aktiválódhatnak vagy inaktiválódhatnak. Újabb az a felismerés, mely szerint a fejlődő és érett idegsejtekben a génkifejeződés transzszinaptikus szabályozás alatt áll: a preszinaptikus sejt által kibocsátott neurotranszmitterek kritikus módon „beleszólnak” a posztzinaptikus sejtben belüli génkifejeződésbe (GINTY, BADING, GREENBERG, 1992). Az az idealizált elképzelés, mely szerint a gén mint önálló entitás előre rögzített információsorozatot kódol, nem állja meg a helyét (COEN, 1999). Ami a gének által hordozott utasításnak tűnhet, valójában a gének és közvetlen-közvetett környezetük együttes működésének eredménye.

Az embriológiai szövet-transzplantációs kísérletek is arra mutatnak rá, hogy a géntevékenység vonatkozásában nem triviális a sejtben belüli és a sejtek közötti interakciók szerepe. A kísérleti embriológia kezdetekor Hans Driesch tengeri sünnembriókkal végzett kísérletei bizonyították először az embrionális sejtek multipotencialitását, azaz azt a jelenséget, hogy bármely embriósejtből bármely szerv kifejlődhet. További kísérletek bizonyították az ún. *embrionális indukció* vonatkozásában, hogy az embrionális fejlődés megfelelő szakaszában átültetett szövet az átültetésnek megfelelő szervvé fejlődik. Meghatározott időben történő transzplantációnál az embrió fejéből a hátába átültetett szövet például hátszövetté alakul, de ha az átültetés később történik, akkor az eredeti hely szerinti funkció szerint fejlődik, így akár egy (harmadik) szem is kialakulhat az embrió hátán (vö. GOTTLIEB, 1997, 92; HAMBURGER, 1988). Egér szájüregéből vett szövet csirkeembrióba átültetve fogkezdemény kifejlődését eredményezi (KOLLAR, FISHER, 1980). Ebből arra lehet következtetni, hogy a fogazat eltűnése a madarak evolúciója során nem a genetikai lehetőség eltűnése miatt következett be, hanem azért, mert a szervgenézis során megváltoztak a szöveti interakciók. A kísérleti indukció ezeket a „hallgató” géneket „szólaltatta meg”. Az embrionális sejtek multipotencialitása megerősítést nyert az emlősök agysejtjeinek vonatkozásában is; például az egerből kivett és patkány előagyába ültetett sejtek az új helynek megfelelően integrálódnak az agyi szövetbe, ha megfelelő időpontban történik az átültetés (BARBE, 1996).

A *valószínűsített idegszövet* (presumptive neural tissue) fogalma utal a korai átültetés útján új helyre került szövet fejlődési plaszticitására, arra a tényre, hogy minden sejt és sejt szövet környezetével összhangban fejlődik (KANDEL, SCHWARTZ, JESSEL, 1991). Kísérletek sora vizsgálja átültetett sejtek sorsának alakulását (a sejt átültetés során meghatározódó sorsára utal a „fating” kifejezés). A sejt differenciáció tehát helytől és időtől függő interaktív folyamat, amelynek alapvető összetevője, de nem teljes meghatározója a gén. A kísérleti sejt- és szövetátültetés a sejtek

fenotipikus potenciálját tesztelve fényt derített arra, hogy bármely sejt végső molekuláris fenotípusa egy fokozatosan kibontakozó (epigenetikus) folyamatban dől el, amelyben minden lépés az előző lépés függvénye. Ebben a folyamatban döntő szerepet játszanak a sejt aktuális környezete által adott kémiai jelzések és sejt–sejt interakciók.

A genetikai doktrína elképzelése szerint a gén képes befolyásolni a szervezet fejlődését a viselkedésre kihatóan is, maga a géntevekenység azonban alapjában védett a külső környezet hatásaitól. Ezzel szemben egyre több bizonyíték szól amellett, hogy a szervezeten kívüli környezet befolyása elér a genetikai aktivitás szintjéig: az egyéni tapasztalat befolyásolja a génkifejeződést az ontogenetikus fejlődés során (GOTTLIEB, 1997, 100). Az 1930-as, majd 1980-as évek kísérleti embriológiai kutatásai mutatták, hogy a géntevekenység feltűnő módon reagálhat a szervezetre érő környezeti hatásokra: például a fejlődés meghatározott időpontján éternek kitett muslica azon szövete, amely normálisan egyensúlyozó szervvé fejlődik, egy második pár szárnyra fejlődhet ki (Victor Jollos és Mae-Wan Ho kísérleteit idézi GOTTLIEB, 1997, 94). Mára már sok olyan jelenség dokumentált az élővilágban, amely a génkifejeződés környezetfüggőségét mutatja (például WICHESTER, 1972; SHAPIRO, 1981; JANZEN, PAUKTIS, 1991; CREWS, 1996; LEE és munkatársai, 1996). Eredetileg a genetikai válaszóvezet fogalma fejezte ki azt a tényt, hogy egy adott genotípushoz mindig alternatív fenotípusok sora tartozik. Mára olyan mértékben megszorodott azoknak a kutatási eredményeknek a száma, amelyek a génkifejeződés közvetlen környezeti (hormonális, érzéketi, tapasztalathoz kötődő) meghatározóit mutatták ki, hogy összefoglalásukra új fogalom született: az *azonnali korai génkifejeződés* fogalma (immediate early gene expression; GOTTLIEB, 1997; SHENG, GREENBERG, 1990). Sikertült például olyan azonnal kifejeződő géneket kimutatni patkányok agykérgében, amelyek taktilis stimulációra reagáltak (MACK, K. J., MACK, P. A., 1992).

A molekuláris biológia elmúlt egy-két évtizede alapvetően megváltoztatta a genomról alkotott képünket: a genom nem zárt információhordozó, hanem rugalmas, reagálásra képes rendszer. A neurobiológia területén szintén születtek olyan eredmények, amelyek megkövesedett nézetek felülvizsgálatát teszik indokolttá: áttörés történt tekintetben, hogy az idegtudomány elismerje a felnőtt emlőszagban végbemenő neurogenesis létezését (GROSS, 2000). Mindez azt mutatja, hogy az agyműködés genetikai plaszticitásának még alig feltárt mechanizmusai vannak. Jól ismert már viszont a funkcionális aktivitás kiemelkedő szerepe az agy fejlődésében. A genetikai kódolás csak igen elnagyolt vonalakban biztosítja az alapvető fejlődési struktúrákat; a tartós agyi anatómiai struktúrák a használat következtében alakulnak ki (SCHATZ, 1999; EDELMAN, 1987). A fejlődés során a gének nem válnak egyre komplexebbé, az agy és a viselkedés azonban igen. A komplexitás forrása az individuális gén szintjét meghaladó interakciók szintjén kereshető (OYAMA, 1985).

A génszintet meghaladó, de a génkifejeződésre is kiható interakciók egyre jobban megértett forrását jelentik a hormonok. Elsődlegesen a hormonok nemi érésben betöltött szerepe vált ismertté; az hogy a nemi hormonok hogyan segítik elő az érés időzített élettani folyamatait. Ilyen módon a hormonok beleilleszthetők

voltak a fejlődést meghatározó belső biológiai program fogalmi keretébe. A pszichés-neurális funkciók és a hormonok kapcsolatát vizsgáló (ún. pszichoneuro-endokrinológiai) kutatások eredményei szerint azonban a hormonok szerepe ennél jóval kiterjedtebb és bonyolultabb. A nemi hormonok fejlődés-, illetve viselkedésbefolyásoló hatása széles körű: kihat az immunrendszertől kezdve a különböző agyterületek (hipotalamusz, hipokampusz) fejlődésén át, olyan viselkedési jellemzőkre, mint az észlelés, az emlékezet és a motorikus teljesítmény. A hormonhatások nemcsak a pre- és perinatális időszakban érvényesülnek, hanem egész életen át, és az érvényesülés nem jellemezhető egyszerű összefüggésekkel: egy adott hormon hatása más lehet attól függően, hogy milyen dózisban van jelen (a dózishatás nem lineáris); hogy a fejlődés mely pontján történik; hogy milyen az egyén érzékenysége a hormonnal szemben; hogy milyen egyéb hormonok vannak jelen, és attól is, milyen fizikai-szociális hatások módosítják a hormonhatást (BERENBAUM, 1998).

A hormonok és a környezet kapcsolata összetett: a külső környezet közvetlenül is befolyásolhatja a hormonképződést, a hormonszint befolyásolja a viselkedést, és a viselkedés befolyásolja a környezet reagálását. A környezet a legkülönbözőbb – nem nyilvánvaló – módokon befolyásolhatja a hormonszintet. Rágcsálók körében végzett vizsgálatok például kimutatták, hogy egy magzatban a nemi hormonok szintje függ a szomszédos magzatok nemétől: a magzat vérében nagyobb koncentrációban fordul elő a nemi hormon akkor, ha két azonos nemű között helyezkedik el, mint amikor két ellentétes nemű szomszédja van. A nemi hormonok szintje ugyanakkor hatással van a későbbi reprodukzív jellegekre: a méhen belül azonos nemű szomszédokkal rendelkező hím egyedek társaiknál agresszívabbak, de szexuálisan kevésbé aktívak, az ellentétes nemű méhen belüli szomszédok mellett fejlődő nőtények pedig több hím utódot hoznak a világra, és szexuálisan kevésbé vonzóak a hímek számára (CLARK, GALEF, 1998). Humán adatok is engednek arra következtetni, hogy a perinatális hormonbefolyás kihatással van a későbbi nemi és egyéb vonatkozású fejlődésre, például a temperamentumra és a követett életstratégiára (UDRY, MORRIS, KOVENOCK, 1995).

Összegezve: a gének ontogenetikus fejlődésben betöltött szerepe kritikusán fontos, de rendkívül közvetett. A gének pleiotropikus hatások sokaságát indítják el, amelyek interakciókat eredményeznek a génproduktumok között a szervezet belső környezetében és a szervezet és a külső környezet között. A gének aktív és reaktív működésük folytán lehetővé teszik és befolyásolják, de nem tartják kontroll alatt az eseménysort és annak viselkedéses kimenetelét (STENT, 1981; COEN, 1999; JABLONKA, LAMB, 1999).

Mindez újra felveti az „öröklés–környezet” formulában rejlő szemlélet alapvetően inadekvát voltát. A szokásos értelmezés szerint a „környezet” a nyilvánvaló külső hatásokra és tapasztalatokra utal, arra, ami szerzett, elsajátított, szemben az-
zal, ami biológiailag „adott” – ebből következik az „öröklött kontra tanult” dichotómiaja. Ha azonban a „szerzett” kontra „biológiailag adott” kategóriába kellene besorolnunk a fejlődést befolyásoló lényeges tényezők mindegyikét, hova kerülhetnének a meghatározó szerepet játszó interaktív folyamatok? A külső (szerzett) vagy belső (adott, öröklött) kategóriájába tartozik-e a külsőleg indukált génkifeje-

ződés, a neuronok funkcionális aktivitása vagy a külső-belső tényezőktől egyaránt függő hormonhatások? A természet–környezet dichotómia szűk és elégtelen keretet ad ezeknek a döntő folyamatoknak az értelmezésére, mint ahogy alkalmatlan a korábban tárgyalt nem nyilvánvaló tapasztalatok körének értelmezésére is. A környezet nem más, mint bármely struktúra vagy folyamat viszonyokat kifejező és állandóan jelenlevő kontextusa. Olyan interaktív feltételrendszer, amely egyaránt jelen van a sejt, a szövet, a szerv és az organizmus szintjén, beleértve az ember esetében kiemelkedő jelentőségű társadalmi-szociális szerveződési formákat is.

A genetikai doktrína felfogásában a környezet fogalma nemcsak szűk, hanem csökkent értékű is, amennyiben együtt jár azzal az előfeltevéssel, mely szerint a környezet és a tapasztalat nem lehet a fejlődés szabályosságát biztosító állandó és egyetemes információ forrása. Ha feltételezzük, hogy a környezeti tényezők lényegi és alapvető jellemzője a változékonyság és a megbízhatatlanság, a genetikai kanalizációnak mintegy védenie kell a fejlődés szabályos menetét a környezeti hatásokkal szemben (GOTTLIEB, 1997, 85). Ezzel szemben a fejlődési vonalak behatárolása nem feltétlenül kell hogy a génekhez kötődjön: a tapasztalat szintén játszhat kanalizáló szerepet. A genetikai kanalizáció arra utal, hogy a gének bizonyos hatásokkal szemben érzéketlenné teszik a fejlődő organizmust. A *tapasztalati kanalizáció* jelensége azt mutatja, hogy a fejlődő organizmus bizonyos tapasztalatok birtokában szintén érzéketlenné válhat meghatározott környezeti hatásokkal szemben és specifikusabb viselkedést mutathat a tapasztalat után (GOTTLIEB, 1991, 1997). A tapasztalati kanalizáció hasonlít a „neurális darwinizmus” fogalmához (EDELMAN, 1987), amely azt az alapvető fejlődési jelenséget írja le, miszerint a neurális fejlődés a burjánzó szinaptikus kapcsolatok funkcionális aktivitáshoz kötődő szelekcióján keresztül valósul meg; a kezdeti sokaságból azok a kapcsolatok maradnak meg, amelyek aktívak, az inaktivitás a kapcsolat elhalásához vezet.

Mindez arra mutat, hogy a normál fejlődéshez minden körülmények között egyszerre szükséges a normál genom és a normál környezet, illetve ezek normál interakciók formájában való kölcsönhatása. Mindaz, amit a gének meghatároznak, a környezettel való interaktív folyamatokon keresztül valósul meg. A környezet egyetlen szerveződési szinten sem alárendelt statisztika, hanem a fejlődést meghatározó interakciók forrása. A normál fajspecifikus környezet a változékonyság mellett nagyfokú állandóságot és egyetemességet is mutat: ilyen állandóság forrása maga a test, az anyaméh mint prenatális közeg vagy az egyedek társas érintkezése, beleértve például az anyai viselkedést. Ismertek azok a vizsgálatok, amelyek kimutatták, hogy azok az újszülött patkányok, amelyeket anyjuk többet gondoz és nyalogat, későbbi életük során ellenállóbbak a stresszhatásokkal szemben (LEVINE, LYONS, SCHATZBERG, 1997). Ez az anyai viselkedés normál körülmények között jelen van minden generációban, tehát stabil, megbízható környezeti feltétel. Az ehhez hasonló, megbízhatóan jelen lévő környezeti kontextusok jelentik azt az interaktív közeget, amely a fajspecifikus fejlődés szabályosságát a genetikai tényezőkkel együtt biztosítja, egyúttal nélkülözhetővé teszi a genetikai utasításra történő fejlődés gondolatát. A „terv alapú” érvelés a fejlődés szabályosságait valamilyen predeterminatív, a fejlődési folyamaton kívül eső eredetű struktúra létezésének tulajdonítja, akár genetikai programról, genetikusan meghatározott neurális program-

ról, akár zárt, nyitott vagy valószínűségi alapon működő irányításról beszél. A fejlődés menetének szabályszerűségei azonban nem a génekben, hanem a fejlődés dinamikusán stabil interaktív rendszerében kereshetők.

A természet–környezet dichotómia genetikai doktrínában megfogalmazódó változata azért sem tekinti a két „oldal” kapcsolatát egyenrangú partnerek viszonyának, mert az öröklés széles körben elfogadott fogalma a génekhez kapcsolódik: öröklött az, amit a gének közvetítenek. Továbbá – az ezzel összefüggésben álló előfeltevés szerint –, ami öröklött, az nehezen változtatható. A teljes előfeltevésláncolat szerint: ami nem tanult, az belső eredetű, ami belső eredetű, az öröklött, ami öröklött, az a génekben van, s ami a génekben van, az nehezen változtatható. Ugyanakkor sok érv és bizonyíték szól amellett, hogy az öröklés összetettebb folyamat, mint a genetikai anyag utódra történő átvitele, és az öröklött nem azonosítható a változtathatatlannal. Az öröklés kérdése összefügg az evolúció problémakörével, mivel az ontogenetikus öröklés (a szülői jelleg átvitele az utódokra) és a filogenetikus öröklés (a fajra jellemző tulajdonságok átvitele nemzedékről nemzedékre) összetartozó kérdések. Az evolúció problémaköre azért is megkerülhetetlen, mert a dichotómiák gyökerei nem kis mértékben innen erednek.

ÖRÖKLÉS, EVOLÚCIÓ

Fokozatosan alakult ki a XX. század közepe tájékára az a felfogás, amelyik az öröklést kizárólag a genetikai információ átadásához köti. A neodarwinizmus előtt az evolúciós elmélet szinte kizárólag a fenotípusok változásának elmélete volt. A természetes szelekció Darwin szerint megkövetelte az élőformák változatosságát, de nem feltételezett többet, mint egy „változatosságra irányuló tendenciát, amelynek okait nem ismerjük” (idézi JOHNSTON, GOTTLIEB, 1990, 471). Darwin, Lamarck és mások olyan evolúciós mechanizmus létét feltételezték a spontán fenotípus-variációk természetes szelekciója mellett, amely a szerzett tulajdonságok átöröklését is lehetővé teszi. Erre a gondolati útra csapást mért a XIX. század végén Weismann, akinek vizsgálatai azt mutatták, hogy a sejtmag és a citoplazma között áthatolhatatlan fal van. A huszadik század elején a fókusz a fenotípusról egyre inkább a genotípusra, az egyedről pedig a populációra tevődött át Mendel öröklődésre vonatkozó törvényeinek újrafelfedezése következtében. Watson és Crick nyomán pedig véglegesen kialakult a molekuláris genetika „központi dogmája” (OYAMA, 1985), mely szerint az információ csak a DNS felől áramolhat a proteinmolekulák felé, fordítva nem. Kialakult a fejlődést diktáló nukleáris gén mítosza. A neodarwinista szintézis kialakította a természetes szelekció genetikai elméletét, amely a fenotipikus variációt kizárólag a genetikai változásokra vezeti vissza. Az evolúció fogalma egyenlővé vált a populáció genetikai összetevőinek változásával. Axiomatikussá vált az a feltételezés, hogy meg kell különböztetni a genetikai örökítő anyaghoz köthető tulajdonságokat a nem örökíthetőektől, mert a természetes szelekció csak az előbbieken fejti ki hatását a mutáció–rekombináció mechanizmusán keresztül. Ezzel szemben a szerzett tulajdonságok nem tárgyai a

természetes szelekciónak, mert csupán átmenetiek és nem örökölhetőek. (A biológiai elmélettörténetre vonatkozóan lásd SAPP, 1987; JOHNSTON, GOTTLIEB, 1990.)

Az evolúciótan e tételei evidenciaként épültek be a fejlődéstudományba. Az evolúciótannak szüksége volt fejlődéstudományra, mivel a genetikai modellek nem adtak magyarázatot arra, hogy hogyan lesz a genotípusból fenotípus. A neodarwinista evolúciótannal harmonizáló fejlődéstudomány (például Lorenz) a genetikusan meghatározott érési folyamat mechanizmusát kínálta ennek a lépésnek a kitöltésére, míg a szerzett tulajdonságokkal kapcsolatban azt tartotta, hogy minden generáció „tisztá lappal” indul. E szintézis elsőpró elfogadottsága ellenére a „fenotípus kísértése” nem szűnt meg teljesen az evolúciós biológiában. Az evolúció elméletének végső soron mégiscsak a hosszú távú fenotípusos (anatómiai, fiziológiai, viselkedésszerű) változásokat kell megmagyaráznia. A genocentrikus redukcionizmussal kevésbé szimpatizáló álláspont szerint „az evolúció igazi alapanyagát a fenotipikus változás jelenti, nem pedig a genotípus jegyei” (LEWONTIN, 1974, 19). A „naturalisták” szerint az evolúció „nem azonosítható csupán a populációban található allélgyakorisággal, ahogy azt a redukcionista állítják, hanem ezzel együtt egy olyan folyamat, amely szervekre, viselkedésre, valamint egyének és populációk interakcióira is vonatkozik” (MAYR, 1988, 530). A rendszerszemléletű megközelítés arra törekszik, hogy integrálja az evolúcióban szerepet játszó lényeges tényezőket, amelyek fejlődést eredményezhetnek. Ebben a megközelítésben a génvariánsok természetes szelekciója csak egyik komponense egy tágabb folyamatnak, ami azonos a fenotípusos evolúciós idő mércéjével mért változásaival. Ebből következően újra kell gondolni az extragenetikus mechanizmusok szerepét (JABLONKA, LAMB, 1999; JOHNSTON, GOTTLIEB, 1990).

Tegyük fel, hogy egy rágcsáló populáció számára valamely okból új táplálékfajta válik elérhetővé, például lágy növények helyett kemény, táplálékanyagban gazdag magvak, és általánossá válik ez a táplálékosztály. Az új táplálékosztály szokásnak köszönhetően fenotipikus változások várhatóak a populációban, mivel a táplálkozás közvetlen hatással van sok tényezőre, a testsúlytól a szexuális éréseig keresztül az idegrendszer fejlődéséig, továbbá anatómiai-izomzati változások is várhatóak például az állkapocs felépítésében. A funkcionális környezetben beállt változás tehát fenotipikus változást eredményez. Lehet-e ez tartós és evolúciós szempontból is „valódi”? Mivel a neodarwinista evolúcióelmélet a populációk szintjén fogalmazódik meg, azt tartja, hogy ami nem kerül be a génekbe, az nem valódi. Ugyanakkor minden populáció egyénekből áll, és minden természetes szelekciót meg kell hogy előzzön az egyéni fenotípus-változás. Amennyiben tartós a funkcionális környezetben beállt változás, úgy az annak megfelelő fenotípus-változás is tartós. Előbb-utóbb a tartós fenotípus-változás érinteni fogja a gének szintjét. Ez a változás valódinak tekinthető akkor is, ha ez a változás genetikailag asszimilálódik, és akkor is, ha nem (JOHNSTON, GOTTLIEB, 1990, 478).

Tehát mind a genetikai, mind pedig a nem genetikai tényezők vezethetnek tartós, transzgenerációs fenotípus-változáshoz. A fenotípus fejlődési folyamat eredménye, a fejlődés pedig olyan kölcsönhatási viszonylatok rendszere, amelyben sok komponens vesz részt a testen belül (gének, hormonok, idegrendszer) és a testen kívül (például életfeltételek, szociális hatások). Ezen kölcsönhatások bármely

lyike létrehozhat szignifikáns adaptív változásokat a fenotípusban, ezért nem lehet a priori döntés alapján kizárni őket az evolúciós mechanizmusok közül. Emellett az érvelés mellett empirikus bizonyítékok is szólnak. A már idézett Jollos és Hoféle eredmény, amely környezeti hatásra megváltozott fenotípust (a második pár szárnyra fejlődött egyensúlyozó szervet) eredményezett, transzgenerációsán érvényesült, azaz az anya környezeti hatásnak ki nem tett nőnemű utóda a változott fenotípust mutatta, sőt további generációkon keresztül fennmaradt a változás abban az esetben is, ha a nőnemű utód normál hímneműekkel párosodott (GOTTLIEB, 1997, 94). Egy másik példát véve, Seymour LEVINE (1956) és Victor DENENBERG (1969) kísérletei nyomán kiterjedt vizsgálati eredmények állnak rendelkezésre patkányok stresszválaszána fejlődésére vonatkozóan. Ezeknek a vizsgálatoknak köszönhetően ismert, hogy a laboratóriumi feltételek között nevelt patkánykölykök stresszel szembeni ellenálló-képessége szignifikánsan nagyobb, ha születés után rendszeresen kézbe veszik őket, mint azoké, amelyek nem részesülnek ilyen bánásmódban. A kézbe vett egyedek utódainak viselkedése kimutathatóan eltért a kézbe nem vettek utódaiktól, és ez a felfedező és problémamegoldó viselkedést érintő különbség a másodgenerációs leszármazottaknál is kimutatható volt, bár genetikai változás nem történt (DENENBERG, ROSENBERG, 1967). Ugyancsak nem genetikai transzgenerációs viselkedésváltozást írtak le angliai kutatók városban élő cinegék vonatkozásában. Ezek a madarak normál táplálkozási készségeiket továbbfejlesztve megtanulták a házak elé tett tejcsüvegek kibontását, és ez a tudás generációról generációra hagyományozódott (SHERRY, GALEF, 1990). A *nem genetikai átöröklés* (nongenomic transmission, vö. FRANCIS és munkatársai, 1999), vagy másként *epigenetikus öröklés* (epigenetic inheritance, vö. JABLONKA, LAMB, 1999) mechanizmusait az anatómiai, fiziológiai, hormonális és viselkedéses tényezők között egyaránt lehet keresni; az öröklött információt a rendszer egésze hordozza.

Megfontolásra méltó érvek szólnak tehát amellett, hogy nem indokolt csak a géngyakoriságon alapuló természetes szelekciónak tulajdonítani az evolúciós léptékű fenotípus-változásokat. Az evolúció modern szintézise még nem építette be magába a génszint feletti epigenetikus fejlődést és az extragenetikus öröklési mechanizmusokat, de ez a lépés többek szerint elkerülhetetlennek tűnik (JABLONKA, LAMB, 1999; JOHNSTON, GOTTLIEB, 1990; FUTUYAMA, 1988). A környezeti tényezők részét képezik annak, ami öröklöttnek tekinthető (WEST, KING, 1987), és ez az onto- és filogenetikus fejlődésre egyaránt vonatkozik. Ha nincs környezettől független gén és környezettől független szervezet, akkor lehetetlenség izolált géneket örökölni. Az öröklés alapegységének tekinthető a génen kívül a sejt és a viselkedés szintű fenotípus is, így az evolúció „alapanyagát” nemcsak a gének jelentik, hanem a fejlődési tényezők egész rendszere (GOTTLIEB, 1997). Ebből következik, hogy a fajspecifikus fejlődést jellemző stabilitásnak a letéteményese sem a fejlődés előzetes tervét tartalmazó gén, hanem a gén–környezet rendszer. A környezeti feltételek lehetnek megbízhatóan állandóak (például gravitáció) vagy viszonylag állandóak (például égővi hőmérséklet). Az ilyen stabil környezeti feltételek tükröződnek a genetikai adaptációban, de ettől még evolúciós jelentőségük nem szűnik meg. A funkcionális környezet változékonnyabb aspektusokkal is rendelkezik; ezekben az

esetekben a sejtek széleskörű válaszlehetőségei a funkcionális környezet adta feltételeknek megfelelően alakulnak. Öröklés és változékonyság nem ellentétes fogalmak. Sem onto-, sem filogenetikusan nem lehetséges kétfajta folyamatot elkülöníteni, egy olyat, amelyhez a stabilitás, és egy olyat, amelyikhez a változás kötődne. Nem lehet kijelenteni, hogy vannak olyan folyamatok, amelyekben a gének fontosabb szerepet játszanak, mint más folyamatokban (OYAMA, 1985, 645).

Az eddigi áttekintés alapján egy máig fennálló szemléleti megosztottság körvonalazódik, amely bizonyos fokig tudományterületekhez is köthető. Az egyik oldalon áll a géncentrikus megközelítés: ez az álláspont nem feltétlenül azonos a genetikai determinizmussal, de a gén „hatalmára” koncentrálna. A génekre úgy tekint, mint a fejlődést diktáló erőre. Ezt a szemléletet erősítette történetének jelentős része alatt a molekuláris biológia és a kvantitatív genetika, valamint az evolúció neodarwini szintézise. Más tudományterületek (kísérleti embriológia, fejlődés-neuropszichológia, pszichoneuro-endokrinológia) felől közelítve viszont nyilvánvaló, hogy a gének alapvető, de mégiscsak részleges alkotóelemei az élő szervezet komplex rendszerének. A gén–agy–viselkedés összefüggéssor elemzésének ki kell egészülnie a viselkedés–agy–gén összefüggéssor elemzésével.

Az eltérő megközelítések részben a tudományterületek tartalmi-fejlődési sajátosságainak tudhatók be. Egyes területeken hosszú ideig a redukcionista stratégiák bizonyultak sikeresnek, más területek nézőpontjukból fakadóan a rendszerszerű működésből indultak ki. A természet–környezet probléma szálainak felgöngyölítésénél azonban hiba lenne azt gondolni, hogy kizárólag tudományos vagy meta-tudományos nézetek különbségeiről van szó. Az érvelés egy síkja empirikus–elméleti, egy további síkja a tudományos világkép és a filozófiai alapfeltevések kérdéseit érinti (mint amilyen például az okság és a magyarázat természete vagy a determinizmus kérdése). Egy még további síkon pedig a természet–környezet kérdést kísérő nézetek háttérében korszellem, világnézet és ideológia egyaránt tetten érhető. Ezek a tudományfejlődési és társadalmi tényezők mind szerepet játszanak a természet–környezet inga XX. századi ide-oda lendülésében.

A TERMÉSZET–KÖRNYEZET INGA

Eleve benne rejlik az inga lehetősége abban a felfogásban, amely dichotómiaként közelít természet és környezet viszonyához. Ha abból indulunk ki, hogy van környezetmentes természet és természetmentes környezet, akkor elkerülhetetlen az állásfoglalás amellett, hogy ez vagy az a viszonylagosan fontosabb. Az egyik oldal fontosságának hangsúlyozása előbb-utóbb kiváltja az igényt az elhanyagolt másik oldal fontosságának hangsúlyozására. Jól példázza ezt a változást a szkizofréniával kapcsolatos nézetek alakulása. Az 1960-as években a szkizofrénia keletkezésének fő okát az abnormális szülői magatartásban keresték. Lényeges szemléleti fordulatot hoztak az örökbefogadott gyermekeken végzett kvantitatív genetikai vizsgálatok, amelyek azt az ígéretet hozták, hogy alapjukon „el lehet dönteni, hogy a szkizofrénia természet vagy környezet okán van-e jelen az érintett családokban” (PLOMIN, OWEN, MCGUFFIN, 1994, 1733). Az eredmények azt mutatták, hogy szkizofrén

szülők örökbefogadott gyermekei esetében körülbelül ugyanannyi esély van a betegség kifejlődésére, mint skizofrén szülők által nevelt gyermekek esetében. A genetikai tényezők fontosságát hangsúlyozó korszellemnek megfelelően mégis fokozatosan az a nézet vált uralkodóvá, hogy a skizofrénia alapvetően genetikai betegség. 1987-ben viszont Plomin és Daniels már így írtak:

Tíz évvel ezelőtt szükséges volt, hogy hangsúlyozzuk a genetikai tényezők szerepét ... annak érdekében, hogy ellensúlyozzuk a környezetelvűség befolyását. Most a viselkedésgenetikusok úgy gondolják, hogy sokkal inkább a környezeti tényezők szerepét kell hangsúlyozni. A viselkedésgenetikai kutatások csak ritkán találnak bizonyítékot arra, hogy egy komplex viselkedés jellemző több mint 50%-ban az egyének közötti genetikai különbségekre lenne visszavezethető... A skizofrénia idegrendszeri alapjainak megismerésére irányuló figyelem mellett ki tanulmányozza ma a variabilitás fő forrását – a környezetet? (PLOMIN, DANIELS, 1987, 1)

Az ingával azonban nemcsak akkor van baj, amikor a kilengések folytán időről időre szem elől tévednek lényeges tényezőcsoportok, hanem akkor is, amikor a megközelítések „kiegyensúlyozottan” érvényesülnek. A tudományos megközelítés kereshet valamiféle egyensúlyi állapotot „természet” és „környezet” között, de ez a fajta egyensúlyozás nem a legmegfelelőbb válaszkeresés a fejlődés szempontjából lényeges „hogyan” kérdésre (vö. ANASTASI, 1958).

A tudományon belüli belső kiegyensúlyozó tendenciák korlátozhatják az ingamozgást, mégsem ritkák a szélsőséges kilengések. Míg a mérsékelt ingamozgás belefér a tudomány fejlődésének viszonylagos öntörvényűségébe, a szélsőséges kilengéseknél sokkal egyértelműbb a tudományon kívüli tényezők szerepe. A természet–környezet „vita” lényegénél fogva potenciálisan összefonódott nemcsak a tudományos, hanem a társadalmi világképekkel is. Az öröklött megváltoztathatatlanságába vetett hit miatt a „természet” szerepének hangsúlyozása összetalálkozik a különböző konzervatív társadalomfelfogásokkal, a „környezet” oldal hangsúlyozása pedig azokkal a felfogásokkal, amelyek egyén és társadalom (néha korlátlan) alakíthatóságában hisznek. Akarjuk vagy sem, az ide vonatkozó tudományos nézeteknek közvetetten vagy közvetlenül társadalmi mondanivalójuk van.

A tudományos nézetek és meghatározott ideológiák közötti affinitásra sok példa hozható a tudomány történetéből. Példa erre nézve maga Konrad Lorenz is, akit biológiai determinizmusa a háború előtti időszakban átmenetileg a Harmadik Birodalom ideológiájával való szimpátiára vezetett. Lorenz egy később nagyon megbánt 1940-es cikkében azt írta, hogy elejét kell venni azon egyének szaporodásának, akik nem felelnek meg a „népünk legjobbjai által megszabott típusmodellnek” (idézi BATESON és MARTIN, 2000, 86). A Lorenz ösztönfelfogását kritizáló amerikaiak (Schneirla, Lehrman) számára a vitára motiváló egyik tényező az volt, hogy aláássák a biológiai determinizmusban rejlő ideológiai implikációkat. A genetikai determinizmusban rejlő társadalomkép azonban újra meg újra nyers nyíltsággal fogalmazódik meg. Ennek a hullámnak a jellegzetes megnyilatkozása például HERRNSTEIN és MURRAY 1994-ben megjelent közismert és befolyásossá vált munkája, *The Bell curve*, amelyben a következőhöz hasonló állítások szerepelnek: „Az amerikai gazdaságban való érvényesülés sikere vagy sikertelensége egyre inkább annak a

kérdése, hogy milyen géneket örököl valaki. ... A leszakadók felemelésére irányuló programok nem fognak jelentősebb eredményekkel járni” (50). Az idézeteket lehetne folytatni, de itt nem az ilyen irányú elemzés a célom, hanem a következő konklúzió: A biológiai tényezők fejlődésben betöltött szerepének tudományos vizsgálata nem mentesíthető a társadalmi vonatkozásoktól. A természet–környezet dichotómiától való megszabadulás viszont mentesíthet attól, hogy az ide-oda lengő inga a szélsőségig lendüljön, mert mentesít magától az ingától.

FEJLŐDÉSELMÉLET DICHOTÓMIÁK NÉLKÜL

A biológiai–öröklött versus környezeti–szerzett dichotómiák mélyen beépültek a viselkedéstudományok hagyományos előfeltevés-rendszerébe. Az etológia az ösztönös–tanult viselkedés kettősségére épített, a kvantitatív genetika módszertani kiindulópontjává tette a természet–környezet felosztást, a molekuláris biológia és az evolúciótan pedig a genetikai doktrína révén szakította el a többi tényezőtől és helyezte privilegizált helyzetbe a „természet plusz környezet” képlet bal oldalát.

A dichotómiákat ellenző rendszerszemléletű megközelítést többek között a biológus Ludwig von Bertalanffy fogalmazta meg a XX. század első harmadában, egyrészt a vitalizmussal, másrészt a mechanikus felfogással szemben. BERTALANFFY (1933/1962) a mechanikus szemléletű fejlődéseméletek alaphibájának azt tartotta, hogy azok az élő organizmus fejlődését egymástól függetleníthető komponensek egyszerű összegeként kezelték. Ezzel szemben az organizmust alkotó folyamatok rendszerszerű koordinatív működését hangsúlyozta, egybehangzóan az alaklélektan azon alapelvével, amely szerint az egész nem azonos a részek összegével. A rendszerszemlélet korai megfogalmazódását az a részben jogos kritika érte, hogy tartalmilag homályos. A rendszerszemlélet a komplexitást hangsúlyozza, és amíg nem voltak megfelelő tudományos eszközök a komplexitás vizsgálatára, addig ez a megközelítés valóban homályos maradt. Mára azonban az egyszerű, lineáris, mechanisztikus magyarázatok kora végleg lejárt, és nemcsak a viselkedéssel foglalkozó tudományokban, hanem a természettudományok magterületein is (PRIGOGINE, STENGERS, 1995).

Lehrman jövőbe mutatóan tűzte ki célul a század közepén, hogy a fejlődést potenciálisan befolyásoló összes tényező egymással való kölcsönhatását meg kell ismernünk. Szintén előremutató volt az a feltevés, mely szerint a fejlődés mögött nincs esszenciális ok, nincs előzetes terv. A fejlődés epigenetikus, azaz magában a fejlődés folyamatában határozódik meg oly módon, hogy a befolyás oda-vissza irányú a fejlődési struktúrák és funkciók, valamint szerveződési szintek (gén, sejt, szerv, szervezet, külső környezet) között. A kritikusok számára beláthatatlannak tűnt, hogy a számtalan tényező egymásra hatásából hogyan bontakozhat ki a fejlődésre jellemző stabilitás és szabályosság. Úgy tűnt, hogy ha igaz lenne az interaktivitás ilyen foka, akkor a fejlődési folyamatot a megireguláztatlan variabilitás kellene hogy jellemezze. Ezzel szemben folyamatosan beigazolóódik, hogy a fejlődést potenciálisan befolyásoló tényezők száma nagy, de nem misztikusan végtelen, és bár az interaktív összefüggések rendkívül kiterjedtek, mégis egzakt módon feltárhatóak.

A stabilitást nem kell feltétlenül egy stabil kódból származtatni, mert származhat magából az interaktív működésből. Olyan fejlődésemélet kell, amelyik a fejlődés stabilitását és dinamikus, plasztikus, instabil jellegét egyaránt megmagyarázza. Erre nem az olyan magyarázatok a legalkalmasabbak, amelyek kész mintázatokot feltételeznek, hanem olyanok, amelyek a mintázatok létrejöttére adnak magyarázatot.

A fejlődés rendszerszerű megközelítésének egyik kedvelt – bár csupán részleges érvényű – metaforája a főzési folyamatra utal (BATESON, MARTIN, 2000): az eredmény függ az alapanyagoktól, de nem kis részben attól is, hogy milyen interaktív folyamatoknak tesszük ki ezeket. Az alapanyagok hatásukat egymás, illetve a főzés mint folyamat függvényében fejtik ki. Az eredmény a kiindulási lehetőségek közül csupán egyet valósít meg, és ugyanahhoz az eredményhez többféle módon is el lehet jutni. Minden lépés az előzőek függvénye, mégis nyitott lehetőségeket tartalmaz – ez adja a fejlődés *indeterminatív* jellegét –, azt, hogy a folyamat se nem determinatív, se nem rapszodikus; az eredmény lineáris okság alapján előre nem kiszámítható, de nem is véletlenszerű (FOGEL, LYRA, VALSINER, 1997).

Az öröklés–környezet kérdés hagyományos felvetése a tudománytörténet meghatározott szakaszának felelt meg. Az öröklés–környezet problematika nem egyszerű vita, hanem lényegében tudományfejlődési kérdés. A leegyszerűsítő dichotómiákon alapuló kérdésfelvetéseket nem eldönteni kell, hanem meghaladni – ez a feladat azonban mindmáig időszerű. Ma már lehetőségünk van meglátni, hogy a komplexitás legfőbb forrása a biológiai és környezeti tényezők egymásba fonódása. A komplexitás vizsgálhatóvá válása és középpontba kerülése bizonyára végleg ki fogja koptatni a „természet kontra környezet” malomban való hamis örlődést. A cél nem az, hogy valamiféle ideális egyensúlyt teremtsünk magyarázatainkban a biológiai és a környezeti oldal között, hanem az, hogy részleteiben megértsük a fejlődés valódi komplexitását. Ehhez nélkülözhetetlen, hogy lebontsuk a „természetet” és „környezetet” szétválasztó falat, és meghaladjuk az ezzel járó, sok tekintetben láthatatlan kényszerzubbonyként viselt előfeltevés-rendszert.

IRODALOM

- ALCOCK, J. (1998) Singing down a blind alley. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 630–631.
- ANASTASI, A. (1958) Heredity, environment and the question „how?” *Psychological Review*, 65, 197–208.
- ATKINSON, R. L., ATKINSON, R. C., SMITH, E. E., BEM, D. J. (1995) *Pszichológia*. Osiris Kiadó, Budapest
- BÁNKI M. Cs. (1994) *Az agy évtizedében*. Biográf Kiadó, Budapest
- BARBE, M. F. (1996) Tempting fate and commitment in the developing forebrain. *Neuron*, 16, 1–4.
- BATESON, P., MARTIN, P. (2000) *Design for a life. How behavior and personality develop*. Simon and Schuster, New York
- BERENBAUM, S. A. (1998) How hormones affect behavioral and neural development: Introduction to the special issue of „Gonadal hormones and sex differences in behavior”, *Developmental Neuropsychology*, 14, 2/3. 175–196.

- BERTALANFFY, L. VON (1933/1962) *Perspectives on general systems theory. Scientific – philosophical studies*. George Braziller, New York
- BERTALANFFY, L. VON (1962) *Modern theories of development: An introduction to theoretical biology*. Harper, New York
- BOUCHARD, T. J., LYKKEN, D. T., MCGUE, M., SEGAL, N. L., TELLEGEN, A. (1990) Sources of human psychological differences: The Minnesota study of twins reared apart. *Science*, 12 October, 223–228.
- BRONFENBRENNER, U. (1994) Ecological models of human development. In Husten, T., Postlethwaite, N. (eds) *International encyclopedia of education*. 2nd. ed. vol. 3. 1643–1647. Elsevier, New York
- BRONFENBRENNER, U., CECI, S. J. (1994) Nature-nurture reconceptualized in developmental perspective: A bioecological model. *Psychological Review*, 4, vol. 101. 568–586.
- BURGHARDT, G. M. (1988) Developmental creationism. *Behavioural and Brain Sciences*, 11, 632.
- CAIRNS, R. B., GARIEPY, J., HOOD, K. E. (1990) Development, microevolution, and social behavior, *Psychological Review*, 97, 49–65.
- CECI, S. J. (1990) *On intelligence ... more or less: A bio-ecological treatise on intellectual development*. Englewood Cliffs, Prentice Hall
- CHANGEAUX, J-P. (1997) *Neuronal man. The biology of mind*. Princeton University Press, New Jersey
- CLARK, M. M., GALEF, B. G. (1998) Effects of intrauterine position on the behavior and genital morphology of litterbearing rodents, *Developmental Neuropsychology*, 14, 2/3, 197–211.
- CLAYTON, N. S. (1988) Song tutor choice in zebra finches and Bengalese finches: the relative importance of visual and vocal cues. *Behaviour*, 104, 281–299.
- COEN, E. (1999) *The art of genes. How organisms make themselves*. Oxford University Press, Oxford
- COMUZZIE, A. G., ALLISON, D. B. (1998) The search for human obesity genes, *Science*, vol. 280. 29 May, 1374–1377.
- CREWS, D. (1996) Temperature dependent sex determination: The interplay of steroid hormones and temperature. *Zoological Science*, 13, 1–13.
- DAMASIO, A. R. (1996) *Descartes tévedése. Érzelem, értelem és az emberi agy*. AduPrint, Budapest
- DENENBERG, V. H. (1969) The effects of early experience. In Hafez, E. S. E. (ed) *The behaviour of domestic animals*. 95–130. 2nd. ed. Williams és Wilkins, Baltimore
- DENENBERG, V. H., ROSENBERG, K. M. (1967) Nongenetic transmission of information. *Nature*, 216, 549–550.
- DENT-READ, C., ZUKOW-GOLDRING, P., eds (1997) *Evolving explanations of development. Ecological approaches to organism – environment systems*. American Psychological Association, Washington
- EDELMAN, G. M. (1987) *Neural Darwinism. The theory of neural group selection*. Basic Books, New York
- EIBL-EIBESFELDT, I. (1961) The interactions of unlearned behavior patterns and learning in mammals. In Delafresnaye (ed.) *Brain mechanisms and learning*. 53–73. Blackwell, Oxford

- FOGEL, A., LYRA, M. C. D. P., VALSINER, J., eds (1997) *Dynamics and indeterminism in developmental and social processes*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale
- FRANCIS, D., DIORIO, J., LIU, D., MEANEY, M. J. (1999) Nongenomic transmission across generations of maternal behavior and stress responses in the rat. *Science*, vol. 286, 5 November, 1155–1158.
- FUTUYAMA, D. J. (1988) Sturm und Drang and the evolutionary synthesis. *Evolution*, 42, 217–226.
- GIBBS, W. W. (1999) Seeking the criminal element. In *The Scientific American Book of the Brain*. 207–217. The Lyons Press
- GINTY, D. D., BADING, H., GREENBERG, M.E. (1992) Trans-synaptic regulation of gene expression. *Current opinion in Neurobiology*, 2, 312–316.
- GOTTLIEB, G. (1976) Conceptions of prenatal development: Behavioral embryology. *Psychological Review*, 83, 215–234.
- GOTTLIEB, G. (1981) Development of species identification in ducklings: Embryonic vs. postnatal critical period for the maintenance of species typical perception. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 95, 540–547.
- GOTTLIEB, G. (1991) Experiential canalization of behavioral development: Theory. *Developmental Psychology*, 27, 4–13.
- GOTTLIEB, G. (1997) *Synthesizing nature – nurture. Prenatal roots of instinctive behavior*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale
- GOUD, J. L., MARLER, P. (1987) Learning by instinct. *Scientific American*, 256, 74–85.
- GROSS, C. G. (2000) Neurogenesis in the adult brain: Death of a dogma. *Nature*, 1, 67–73.
- HAMBURGER, V. (1988) *The heritage of experimental embryology: Hans Spemann and the organizer*. Oxford University Press, New York
- HERRNSTEIN, R. J., MURRAY, C. (1994) *The Bell curve: Intelligence and class structure in American life*. Free Press, New York
- HIRSCH, J. (1988) Behavior-genetic analysis versus ontogenetic imperialism, *Behavioural and Brain Sciences*, 11, 635–636.
- HO, M. W. (1991) The role of action in evolution: Evolution by process and the ecological approach to perception. *Cultural Dynamics*, 4, 336–354.
- HOWE, M. J. A. (1997) *IQ in question. The truth about intelligence*. Sage, London
- INGOLD, T. (1986) Introduction. In Ingold, T. (ed.) *What is an animal?* 1–15. Unwin Hyman, London
- JABLONKA, E., LAMB, M. J. (1999) *Epigenetic inheritance and the Evolution. The Lamarckian dimension*. Oxford University Press, Oxford
- JANZEN, F. J., PAUKTIS, G. L. (1991) Environmental sex determination in reptiles: ecology, evolution and experimental design. *Quarterly Review of Biology*, 66, 149–179.
- JENSEN, D. D. (1961) Operationism and the question „Is this behavior learned or innate?” *Behavior*, 17, 1–8.
- JOHNSTON, T. D. (1987) The persistence of dichotomies in the study of behavioral development. *Developmental Review*, 7, 149–182.
- JOHNSTON, T. D. (1988) Developmental explanation and the ontogeny of birdsong: Nature/nurtre redux. *Behavioural and Brain Sciences*, 11, 617–663.

- JOHNSTON, T. D., GOTTLIEB, G. (1990) Neophenogenesis: A developmental theory of phenotypic evolution. *Journal of Theoretical Biology*, 147, 471–495.
- KANDEL, E. R., SCHWARTZ, J. H., JESSEL, T. M. (1991) *Principles of neural science* (3rd. ed.) Elsevier, New York
- KHAYUTIN, S. N., ALEXANDROV, L. I. (1988) Ab ovo with song? *Behavioural and Brain Sciences*, 11, 637–638.
- KING, A. P., WEST, M. J. (1988) Ducks don't sing. *Behavioural and Brain Sciences*, 11, 638–639.
- KOLLAR, E. J., FISHER, C. (1980) Tooth induction in chick epithelium: Expression of quiescent genes for enamel synthesis. *Science*, 207, 29 February
- KONISHI, M. (1964) Effects of deafening on song development in two species of juncos. *Condor*, 66, 85–102.
- KONISHI, M. (1978) Auditory environment and vocal development in birds. In Walk, R. D., Pick, H. L. (eds) *Perception and experience*. Plenum Press, New York
- KUO, Z.-Y. (1921) Giving up instincts in psychology. *Journal of Psychology*, 18, 645–664.
- KUO, Z.-Y. (1976) *The dynamics of behavior development*. Plenum Press, New York
- LEE, C., PARIKH, V., ITSUKAICHI, T., BAE, P., EDERY, I. (1996) Resetting the Drosophila clock by photic regulation of PER and a PER-TIM complex. *Science*, 271, 740–744.
- LEHRMAN, D. S. (1953) A critique of Konrad Lorenz's theory of instinctive behavior. *The Quarterly Review of Biology*, 4, 337–363.
- LEHRMAN, D. S. (1970) Semantic and conceptual issues in the nature – nurture problem. In Aronson, L. R., Tobach, E., Lehrman, D. S., Rosenblatt, J. S. (eds) *Development and evolution of behavior: Essays in memory of T. C. Schneirla*, 17–52. W. H. Freeman, San Francisco
- LEVINE, S. (1956) The effects of infantile experience on adult behavior. In Bachrach, A. J. (ed.) *Experimental foundations of clinical psychology*, 139–169. Basic Books, New York
- LEVINE, S., LYONS, D. M., SCHATZBERG, A. F. (1997) Psychobiological consequences of social relationships. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 807, 210–218.
- LEWONTIN, R. C. (1974) The analysis of variance and the analysis of causes. *American Journal of Human Genetics*, 26, 400–411.
- LEWONTIN, R. C., ROSE, S., KAMIN, L. J. (1984) *Not in our genes*. Pantheon, New York
- LORENZ, K. (1937) The companion in the bird's world. *Auk*, 54, 245–273
- LORENZ, K. (1965) *Evolution and modification of behavior*. University of Chicago Press, Chicago
- MACK, K. J., MACK, P. A. (1992) Induction of transcription factors in somatosensory cortex after tactile stimulation. *Molecular Brain Research*, 12, 141–147.
- MARLER, P. (1963) Inheritance and learning in the development of animal vocalization. In Busnel, R. C. (ed.) *Acoustic behavior of animals*, Elsevier, London
- MARLER, P. (1991) The instinct to learn. In Carey, S., Gelman, R. (eds) *The epigenesis of mind. Essays on biology and cognition*. 37–66. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale
- MARTIN, P., CARO, T. M. (1985) On the functions of play and its role in behavioral development. *Advances in the Study of Behavior*, 15, 59–103.
- MAYR, E. (1974) Behavior programs and evolutionary strategies. *American Scientist*, 62, 650–659.

- MAYR, E. (1988) *Toward a new philosophy of biology: Observations of an evolutionist*. Belknap Press, Cambridge
- MCCRAE, R. R., COSTA, P. T., OSTENDORF, F., ANGLEITNER, A., HREBICKOVA, M., AVIA, M., SANZ, J., SANCHEZ-BERNARDOS, M., KUSDIL, M. E., WOODFIELD, R., SAUNDERS, P., SMITH, P. B. (2000) Nature over nurture: Temperament, personality and life span development. *Journal of Personality*, 1, 173–186.
- MILLER, D. B. (1997) The effects of nonobvious forms of experience on the development of instinctive behavior. In Dent-Read, C., Zukow-Goldring, P. (eds) *Evolving explanations of development. Ecological approaches to organism – environment systems*. 457–508. American Psychological Association, Washington
- OYAMA, S. (1985) *The ontogeny of information. Developmental systems and evolution*. Cambridge University Press, Cambridge
- OYAMA, S. (1989) Ontogeny and the central dogma: Do we need the concept of genetic programming in order to have an evolutionary perspective? In Gunnar, M., Thelen, E. (eds) *Systems and Development Minnesota Symposium on Child Development*, 1–34. Vol. 22, Erlbaum, Hillsdale
- PLOMIN, R. (2000) Behavioural genetics in the 21st century. *International Journal of Behavioral Development*, 24, 1. 30–34.
- PLOMIN, R., DANIELS, D. (1987) Why are children in the same family so different from one another? *Behavioral and Brain Sciences*, 10, 1–60.
- PLOMIN, R., DEFRIES, J. C. (1999) The genetics of cognitive abilities and disabilities. In *The Scientific American Book of the Brain*, 69–80. The Lyons Press
- PLOMIN, R., OWEN, M. J., MCGUFFIN, P. (1994) The genetic basis of complex human behaviors *Science*, vol. 264, 17 June, 1733–1739.
- PRIGOGINE, I., STENGERS, I. (1995) *Az új szövevény. A tudomány metamorfózisa*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- RAFF, R. A., KAUFMAN, T. C. (1983) *Embryos, genes and evolution*. Macmillan, New York
- SAPP, J. (1987) *Beyond the gene. Cytoplasmic inheritance and the struggle for authority in genetics*. Oxford University Press, New York
- SCARR, S., MCCARTNEY, K. (1983) How people make their own environments: A theory of genotype – environment effects. *Child Development*, 54, 424–435.
- SCHATZ, C. J. (1999) The developing brain. In *The Scientific American Book of the Brain*, 3–16. The Lyons Press
- SCHNEIRLA, T. C. (1956) Interrelationships of the innate and the acquired in instinctive behavior. In Grasse, P. P. (ed.) *L'Instinct dans le comportement des animaux et de l'homme*, 387–452. Masson, Paris
- SCHNEIRLA, T. C. (1960) Instinctive behavior, maturation – Experience and development. In Kaplan B., Wapner, S. (eds) *Perspectives in psychological theory – Essays in honor of Heinz Werner*. 303–334. International Universities Press, New York
- SHAPIRO, D. Y. (1981) Serial female sex changes after simultaneous removal of males from social groups of a coral reef fish, *Science*, 209, 1136–1137.
- SHENG, M., GREENBERG, M. E. (1990) The regulation and function of c-fos and other immediate early genes in the nervous system. *Neuron*, 4, 477–485.
- SHERRY, D. F., GALEF, B. G. (1990) Social learning without imitation – more about milk bottle opening by birds. *Animal Behaviour*, 40, 987–989.

- SLATER, P. J. B. (1988) The nature and nurture of bird song. *Behavioural and Brain Sciences*, 11, 648–649.
- STENT, G. (1981) Strength and weakness of the genetic approach to the development of the nervous system. In Cowan, W. M. (ed.) *Studies in developmental neurobiology*, 288–321. Oxford University Press, New York
- STENT, G. (1999) It's in the genes. *Science*, 25 June, 2096–2097.
- STERNBERG, R. J. (2001) Epilogue: Is there a heredity – environment paradox? In Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L. (eds) *Environmental effects on cognitive abilities*, 425–428. Lawrence Erlbaum, Hillsdale
- THELEN, E., SMITH, L. B. (1993) *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. The MIT Press, Cambridge
- TINBERGEN, N. (1951) *The study of instinct*. Oxford University Press, New York
- UDRY, J. R., MORRIS, N. M., KOVENOCK, J. (1995) Androgen effects on women's gendered behavior. *Journal of Biosocial Science*, 27, 359–368.
- UEXKÜLL, J. VON (1934) *A stroll through the worlds of animals and men*. New York
- WADDINGTON, C. H. (1953) Genetic assimilation of an acquired character. *Evolution*, 7, 118–126.
- WADDINGTON, C. H. (1957) *The strategy of the genes*. George Allen and Unwin, London
- WALLMAN, J. (1979) A minimal visual restriction experiment. Preventing chicks from seeing their feet effects later responses to mealworms. *Developmental Psychobiology*, 12, 391–397.
- WEISS, P. (1959/1939) Cellular dynamics. *Reviews of Modern Physics*, 31, 11–20.
- WEST, M. J., KING, A. P. (1987) Settling nature and nurture into an ontogenetic niche. *Developmental Psychobiology*, 20, 549–562.
- WINCHESTER, A. M. (1972) *Genetics*. Houghton Mifflin, Boston
- WRIGHT, S. (1968) *Evolution and the genetics of population*. Vol 1. Genetic and biometric foundations. University of Chicago Press, Chicago

NATURE – NURTURE: THE MEANING OF „BOTH”

SZOKOLSZKY, ÁGNES

The „nature – nurture” problem is still haunting accounts of development. The problem refers to the role of biological and environmental factors. Acknowledging the importance of both groups of factors is frequently assumed to be an adequate basis for finding the right answers. This type of answer, however, tends to cloud rather than clarify the problem because it preserves dichotomies in thinking (such as instinctive versus learnt or biological versus experienced), that prevent us from revealing the complexity of development. Arguments and empirical findings in the fields of ethology, behavior genetics and evolution are exposed to show the inadequacy of the typical „both” answer and the need for systems – oriented views in theories of development.

Key words: nature, nurture, development, systems view, instinct, learning, genetic doctrine, evolution