

A látvány egészségessége és az izomorfizmus fogalma a pszichológia történetében¹

1. Bevezetés

Egy sajátos felfogást mutatok be az egészsleges képi szerveződés értelmezéséről, egy olyan természettudományos felfogást, amely nem működött, ám kiinduló egészsleges ihletése máig érvényesként megmaradt belőle. Elsősorban mint pszichológiatörténetész beszélek, ezért azt mutatom be, hogy egy évszázadon keresztül hogyan alakult az alaklélektanos mozgalom inspirációjára az észlelésben kibontakozó egészek értelmezése a pszichológiában, s milyen gondok keletkeztek ezzel kapcsolatban. Először érzékeltetem, hogy miért fontos az egészségesség s hogyan kapcsolódik hozzá az izomorfizmus fogalma a pszichológiában, s milyen értelemben van ennek három összetevője, úgymond lába. Az egyik a való világ, a másik az élmények világa és a harmadik, a legérzékenyebb sorsú az idegrendszer dinamikája. A 20. század eleji, száz évvel ezelőtti pszichológia az izomorfizmus fogalmával az egészségesség és a hasonlóság szerveződési mozzanatait szerette volna természettudományosan értelmezni. Azonban a legradikálisabban 1920-ban megfogalmazott koncepcióról hamarosan, az 1930-1950-es évekre kiderült, hogy számos „technikai probléma” van vele, s éppen a szó természettudományos értelmében nem tartható. A 20. század második felére jelentek meg a komp-

¹ Az MTA 2016. májusi közgyűlésén *Az izomorfizmus elsődleges és másodlagos formái a gondolkodás modellálásában és a neurális alapok keresésében* címmel tartott előadás nyomán. MTA-székház, 2016. május 5. A végső címet szándékosan tettem érthetőbbé.

romisszumos felfogások, amelyek a tárgyi és észlelési rends nem az egyes reprezentációk tekintetében tételeznek fel izomorfizmust.²

Ennek érintése után röviden megmutatom azt is, mi lett az izomorfizusból a művészetértelmezésben, elsősorban Rudolf Arnheimnak³ köszönhetően.

2. Az izomorfizmus terminus és -gondolatmenet keletkezése

Az izomorfizmus klasszikus matematikai fogalom, mely halmozok egymásravezíthetőségét jelenti. Az elmúlt századforduló világában a pszichológiában azonban egy sajátos ismeretelméleti ízt kapott. Élmények és nekik megfeleltetett idegrendszeri folyamatok hasonlóságát értették rajta. S ennek következtében, mivel az élmények értelmezésében a hangsúlyt a korábbi elementarizmusmal szemben az egészekre helyezték, az izomorfizmus feltételezése révén következtettek neurofiziológiai egészekre is.

Ezt a gondolatot már a klasszikus „elementarisztikus” pszichológia keretében előrevetítette Georg Elias Müller,⁴ amikor pszichofizikai (valójában pszichofiziológiai) maximáiban függvényyszerű megfeleléseket hirdetett az élmény és a pszichofiziológiai folyamat között. Harmadik alapelve fejezi ki ezt a legvilágosabban.

3. Ha egy érzéklet változásai azonos irányba mutatnak, vagy egy sor adott érzéklet közötti különbségek egyirányúak, akkor azonos irányúak azok a változások is, amelyeken a pszichofizikai folyamat keresztülmegy, illetve azonos irányúak az adott pszichofizikai folyamat különbségei is.⁵

² Shepard–Chipman 1970.

³ Arnheim 1979.

⁴ Müller 1896.

⁵ Müller 2004 [1896]: 116.

Vagyis valamiféle ikonikus viszony van az észlelési és a neurofiziológiai folyamatsorok között. Ha egy hang erősödik, a neki megfeleltetett agyi folyamatban is van valami „amplitúdónövekedés”. Müller minderre még nem használta az izomorfizmus kifejezést, a pszichofizikai paralelizmus klasszikusabb szóhasználatával élt. Vegyünk észre egy fontos mozzanatot. Müller nem az egyedi élmények tekintetében hirdet hasonlóságot, hanem két eseménysor között, míg az alaklélektanosok a függvény helyett a reprezentációk megfeleltetésére törekednek majd. Ugyanakkor Müllernél, akárcsak már Heringnél⁶ ott él az a gondolat, hogy az élmény (fenomenológiai) elemzéséből jogos következtetéseket levonni a mögöttes élettani folyamatokra. Heringnél például az, hogy a vörös és a zöld kizárják egymást az élményben, s egymás utóképei, jogot teremt arra, hogy egy közös receptorelemet tételjezen mögöttük egy vörös és egy zöld állapottal. Az alaklélektan egyik alapvetésében Köhler⁷ ezekben a klasszikus gondolatokban az izomorfizmus előképét látja. Ironikusan hozzátehetnénk, hogy éppen a korai megoldások könnyed analógiakeresése miatt látja őket előfutárnak, hiszen Heringnek ugyanúgy nem volt élettani érve a közös vörös-zöld elem feltevésére, mint majd Köhlernek a kérgi egészek tételzésére. Mindketten bátran ugranak az élménytől az élettan felé.

Az izomorfizmus feltevése az alaklélektan számára már nem egy általános pszichofizikai kérdés kezelésére, hanem az ember látványvilágában átélt egészes szerveződés kiemelésére lesz fontos. Valójában a vizuális egészek Ehrenfels⁸-kritériumairól van itt szó. A Gestaltok nem összegződően jönnek létre, ugyanakkor transzponálhatóak, hangzott Ehrenfels két fenomenológiai kritériuma a Gestaltokra a melódiaélmény példáján.

Az alaklélektani mozgalomban Wertheimer munkáiban megújulva, a modern fenomenológia ihletését mutatva jelenik meg az a gondolkodási stílus, folytatva Hering örökségét, melyben az

⁶ Hering 1964 [1878].

⁷ Köhler 1920.

⁸ Ehrenfels 1988 [1890].

élményből következtetnek a fiziológiára, de most már az Ehrenfels-kritériumokat értelmezve. A figurális szervezőelvekről szólva Wertheimer a naiv egészségességet kifejező mondattal indít.

Az ablakban állok, s egy házat, fákat, az eget látom. Elméleti célból elkezdhetnék számolgatni, és mondhatnám, hogy van itt [...] 327 világossági (és szín)fokozat. De megvan nekem valóban ez a 327? Nem. Én eget, házat, fákat látok. 327-et, mint olyat, senki sem birtokolhat. [...] Ezt a sajátos csoportosítást, ezt a sajátos szétválasztást látom; és az, hogy milyen természetű csoportosítást és szétválasztást látok, nem pusztán önkényem következménye. Nem tudok szándékosan bármilyen más koherens mintázathoz eljutni. (S milyen figyelemre méltó folyamat, amikor a vizuális integráció tényleg megjelenik. Milyen meglepetést élek át, amikor hosszan nézegetve, számos erőfeszítés után, egy nagyon természetellenes beállítódással felismerem, hogy az ablakban a sötét keret egy része, a lágyan ívelő léccel együtt egy nagy N betűt formálnak.)⁹

A köznapi fenomenologikus attitűdöt finomítva továbbviszi a tudós fenomenológiai attitűdje. Wertheimer az izomorfizmust először a látszatmozgás értelmezése során fogalmazta meg. φ -jelenségnek nevezi azt a kritikus időpontot, amikor két egymás utáni ábra (ő egy függőleges és egy vízszintes csíkot használt) bemutatásakor bizonyos időzítés mellett a függőleges elmozdulni látszik, mintegy lefordul vízszintesbe. Amikor Wertheimer a mozgáslátásról beszél, két kiváló tudós kísérleti személye, Koffka és Köhler leírásait idézi a tiszta φ -jelenségre. „Nem tudom megmondani, hogy milyen tárgyak voltak ott. Láttam egy erős mozgást (jelzi a megfelelő irányt), de semmit nem tudok a tárgyakról, egyszerűen nem láttam tárgyakat”.¹⁰ Wertheimer summazza is ezt a gondolatmenetet: „...a tiszta φ -kísérletben mostanra világossá vált, hogy *semmi* sem látható valamilyen közbülső

⁹ Wertheimer 2012: 127.

¹⁰ Wertheimer 2012: 56.

helyzetben, semmilyen szín vagy mozgó tárgy nem jelenik meg az elválasztó mezőben”.¹¹

Wertheimer mozgáslátás-tanulmányának számunkra releváns mozzanata, hogy itt jelenik meg először a fiziológiai magyarázat igényével az izomorfista gondolatmenet. A ϕ -jelenségnek, a mozgás látványának a látókéregben megfelel egy fiziológiai rövidzárlat. Német kifejezéssel élve *kurtzschluss*, illetve Wertheimer által is így fordított angol kifejezéssel: *short-circuit*. Ennek feltételezésére nem volt már kész fiziológiai, természettudományi érve. Egy különös jelenséget észlelt: bizonyos késleltetésnél mozgást látunk, miként a moziban is, s ahhoz, hogy ezt értelmezni tudjuk – gondolta Wertheimer –, fel kell tételeznünk, hogy van egy ennek megfelelő „izomorf” élettani folyamat a látókéregben.

Ugyanakkor a javasolt fiziológiai elmélet valamilyen átfogóbb dologra vonatkozik, nem csupán a látszatmozgás magyarázatára.

Véleményem szerint a fiziológiai elméletnek a kísérleti kutatással kapcsolatban két szerepe van. Egyrészt egységesíti a különböző egyedi eredményeket és törvényszerű kapcsolatokat, s lehetővé teszi azok levezetését. Másrészt, s szerintem ez az alapvetőbb funkció, az egységesítésnek szerepe van a tudomány haladásában azáltal, hogy irányítja a további kutatást, speciális kísérleti kérdéseket vet fel. Olyan kérdéseket, amelyek először magát az elméletet ellenőrzik, majd továbbhaladnak, a jelenség alapvető törvényszerűsége irányába.¹²

Mindez egy, Wertheimer által is kitérőnek nevezett részben elvezeti oda, hogy hangsúlyozza: „mindezek mögött az a feltételezés áll, hogy az agy fiziológiáját tekintve az egyedi ingerelt helyek és a vezetési asszociatív tényezők mellett speciális »keresztműködések« is figyelembe kell vennünk. Közelebbről olyan központi folyamatokat, amelyek az ingerelt helyek között zajlanak le, és az egyedi aktiváció alapján, sajátos módon mennek végbe. [...]

¹¹ Wertheimer 2012: 70.

¹² Wertheimer 2012: 75.

Maguk az ingerelt sejtek [...] és az egyedi izgalmak összessége *nem* minden. Jellegzetes transzverzális és *egészleges* folyamatok lépnek fel az egyedi helyek ingerlése alapján”.¹³ Ugyanezt a gondolatmenetet fejti ki polemikusan Koffka,¹⁴ kiemelve, hogy az alaki egészek, Gestaltok nem valamiféle mentális szintézis eredményei, nem „ideatermészetűek”, nem gondolati konstrukciók, miként sokan vélték a korban, hanem fizikai alapúak.

Wertheimer kollégája s fiatal követője, Wolfgang Köhler 1920-ban megjelent könyvében részletesen kidolgozta ennek elméletét, amelyet azután 1929-ben az alaklélektan tankönyvszerű első bemutatásában megismételt, és elfogadhatóvá tett a nagyobb közönség számára is. Ahogy Scherer¹⁵ mai terminológiával összefoglalja, Köhler logikája az izomorfizmus kifejtésében a következő.

1. A rendszer egészében alakulnak ki időtlen folyamatok;
2. a teljes folyamatot az egész topográfiája szabja meg;
3. a rendszer dinamikusan s nem geometriailag szerveződött;
4. a mező ugyanakkor tagolódik;
5. s értelmezhető benne a közelség;
6. a rendszerben az energiasűrűség variábilis.

Az élményoldalon strukturált figurák jelennek meg, elválva a háttértől, a vizuális élménynek és kortikális megfelelőjének közös vonása a strukturált egészek megléte. A kulcsmozzanat, mint könyvében a fizikusoknak és biológusoknak írt előszóban Köhler kifejti, az, hogy a fizikában is fel kell tételeznünk egészleges szerveződéseket, s ezek alapozzák meg a neurális egészeket. Ugyanakkor módszertanilag fordított utat járunk be. Az élményegésztől jutunk el az agyi egészekhez (neurális izomorfizmus), s innen a megalapozó fizikai egészekhez (fizikai izomorfizmus). „Ha vannak fizikai Gestaltok, akkor megalapozottan reménykedhetünk abban, hogy a központi fiziológiai folyamatok mint

¹³ Wertheimer 2012: 78.

¹⁴ Koffka 1915.

¹⁵ Scherer 1994: 184.

ezen fizikai Gestaltok speciális esetei értelmezhetőek. Megfordítva pedig, minden olyan esetet, amikor Gestaltot élünk át, Wertheimer és Köhler posztulátuma szerint fizikai Gestaltok kísérnek. A Gestalt-élmény sajátos, jól körvonalazott javaslatokat vet fel arra, hogy milyen folyamatokat kell vizsgálnunk az adott esetben. Megmutatja, merre keressünk a fizikában”.¹⁶

Mindennek Köhler¹⁷ ebben a klasszikus munkájában matematikai fizikai kifejezést ad. Differenciálegyenletekkel mutatja be az élmény kulcsoldalait mint a pregnancia s a kérgi vezetés feltételezett biofizikáját, ami nem statikus megoldásokhoz vezet. Később megfogalmazta az elveket a biofizikában laikusok számára áttekinthetőbben is. „A folytonosság a vizuális mező strukturális vonása. Az szintén strukturális tény, hogy az ebben a mezőben körülhatárolt sajátos érzetek különválnak mint foltok, ábrák és tárgyak. Mindkét jellegzetességben azt találtuk, hogy a kortikális folyamatok makroszkopikus aspektusa hasonlít a vizuális élményhez. Ebben a mértékben ezért a látás és annak kortikális megfelelője izomorf. [...] Ilyen módon, és nem geometriai értelmezésben, feltételezzük, hogy a kortikális kontinuumon belüli viszonylatok izomorfikusak a vizuális tér strukturális sajátosságaival. »Belül« vagy »kívül«, »között«, »kapcsolatban lévő«, »bizonyos távolságra lévő« olyan viszonylatok, amelyeket a matematikusok topológiaiainak neveznek. Más térbeli viszonylatoktól az a tény különbözteti meg őket, hogy adott esetben ezek változatlanok maradhatnak, miközben a szóban forgó struktúra metrikus sajátosságai radikálisan megváltoznak. [...] Nagyon erősen kétlem, hogy a funkcionális értelemben vett pszichofizikai távolságok arányosak az agyszövet geometriai távolságaival; azt sem feltételezem, hogy a kérgi szövetben két adott pont közötti funkcionális távolság egyszer és mindenkorra állandó érték.”¹⁸

¹⁶ Arnheim–Köhler 1998: 25.

¹⁷ Köhler 1920.

¹⁸ Köhler 2004 [1938]: 431, 433.

Köhler¹⁹ mindezt elhelyezi a fizikai világképre vonatkozó két általános modellben. Minden rendszer jellemzése során, fejti ki Köhler, kétféle megkötéssel kell számolnunk. Az egyik a gépek analógiájára felfogott szerkezeti megkötések rendszere, amely a legvilágosabban a klasszikus mechanika világképében érvényesül. Ez a modellálás az erők érvényesülésének korlátaival (a topográfiai megkötésekkel) foglalkozik. A másik a dinamikus modell, mely a rendszert irányító erők kölcsönhatásaival foglalkozik, azok egyensúlyával s egyensúlyhiányaival. Egy gőzgépben mint összetett rendszerben például a dinamikus modell a gőz keletkezését s az általa végzett munkát írja le, a mechanikus modell viszont azt, ahogyan a csövek kényszerpályára irányítják a gőzt.

Az eszmetörténetben érdekes, hogy évtizedek múlva Karl Popper Köhler feltehetően olvasva az órák és felhők metaforájáról beszél a természet megértésében. Popper a „gépies órák rendje” helyett az ember rendjét a „felhő dinamikus s állandóan kibontakozó világához” hasonlítja (lásd *Of clouds and clocks*20).

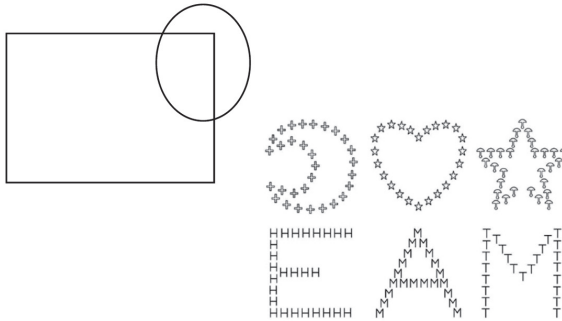
Visszatérve Köhlerre, szerinte a tudományban mindkét modell jogos és szükséges. A baj csak az, hogy a pszichológiában és az idegrendszer kutatásában (mindmáig) kizárólagos igény nyel uralkodik a mechanikus modell. Az idegrendszer kapcsán a telefonközpont-modellek uralmát jelenti ez: az idegrendszer működését előrehuzalozott, illetve a tapasztalás során kialakult (lásd a feltételes reflexek elvét vagy a behaviorista szemléletet) diszkrét pályákon megvalósuló, tehetetlenül helyhez kötött módon képzelik el. Az agyműködésben a távoli agyrészek közötti kapcsolatokat fel sem tételezik. Köhler szerint az idegrendszerben is fel kell tételeznünk dinamikus folyamatokat. E dinamikus folyamatok és az észlelés belső dinamikus folyamatai, az egészlegesség között van izomorfia és hasonlóság. Sok vita folyt arról, hogy ez a hasonlóság milyen természetű. Köhler maga nem szó szerint értelmezi a hasonlóságot. Olyan példákra tér ki, amelyek

¹⁹ Köhler 1929.

²⁰ Popper 1972: 206–255.

később, például Sellarsnál²¹ és másoknál is, az angolszász analitikus filozófiában a test-lélek viszonytal foglalkozva az érzéki minőség (*qualia*) problémáihoz vezetnek. Az érzetminőség éppen hogy nem kap izomorf értelmezést. Köhler²² gúnyosan kiemeli például, hogy senki sem gondolja azt, hogy ha valahol kék színt látunk, akkor az agykéregben kék kisülések keletkeznek. Ő csak a vizuálisan észlelt formák *egészlegettsége* és a feltételezett agykérgi folyamatok között tételez fel hasonlóságot.

Mi az, amit az izomorfizmus kezelni akar? A pszichológiai jelenség a holisztikus szerveződés, a *hasonlóság* és az *egészlegettség* problémája. Olyan szerveződések, mint amilyeneket az 1. ábra mutat.



Jó folytatás

Az egész elsőbbsége. Navon-ábrák

1. ábra. A vizuális egészlegettség néhány példája

„[Az izomorfizmus elve] szerint élményeinknek s az élményeket megalapozó [idegi] folyamatoknak a szerkezete azonos. Felteszünk például, hogy ha a látómezőben valami elkülönült egységnek tűnik, akkor a megfelelő agyi folyamat is elválik a környező folyamatoktól”.²³

²¹ Sellarsnál, 1963.

²² Köhler 1920.

²³ Köhler 1929: 334.

3. A „mező” sorsa a fizikában, a fiziológiában és a pszichológiában

Köhler²⁴ számára fontos az izomorfia tételezése három dolog között: a külvilág, az agykéreg és az élmény között. Gondolatmenetében nagy szerepet kapott a kor modern fizikája. A fizika egyik vonzereje az alaklélektanosok számára az egyetemes világkép képviselete. Ahogy Max Planck maga hangsúlyozta, ebbe beletartozik az a gondolat is, hogy a tudomány nem csupán tényeket értelmez, hanem világképet közvetít.²⁵ Planck²⁶ teljes és egyetemes rendszert keres a tudományban, mely nemcsak minden területre, de kultúrák között is érvényes törvényeket mutat be. Ez az egyetemes elméleti hozzáállás vonzza az alaklélektan képviselőit. A modern fizika azonban tartalmilag is befolyásolta az alaklélektant. Olyan világképet láttak a modern fizikában, mely felhagyott a szilárd tehetetlen tárgyakhoz kapcsolódó lokális determinizmussal, s tömegpontok helyett hosszú távú kölcsönhatásokra és erők dinamikus egyensúlyára támaszkodik. Az alaklélektan képviselői számára a modern fizika mezőfogalma igen vonzó volt. A fizikai mező megfelel az ő egészségesség iránti elkötelezettségüknek. Köhler, akinek egyetemi fizikatanára maga Max Planck volt, már 1920-ban tökéletesen tisztában volt a korai kvantumfizika egész szemléletével, és ennek a szemléletnek megfelelően, ahogy a fizikai világban, a külső, a tárgyi világban mezőkről van szó, úgy képzelte, hogy ennek ugyanúgy kell lennie az agykéregben és az élményben is. A mező az a szervezőfogalom, amely a tényszerű izomorfizmust megvalósítja. (A fizikai ihletés igen jó áttekintése Arezzo tanulmánya.²⁷)

Mindez a fizikai affinitás azért fontos, mert az alaklélektan a kor német közegében a szellemtudományos pszichológia pro-

²⁴ Köhler 1920.

²⁵ Ash 1985.

²⁶ Planck 2004.

²⁷ Arezzo 1970.

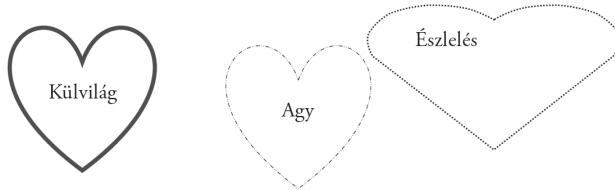
vokatív felvetéseire adott válasz.²⁸ A radikális szellemtudományosok szerint a természettudományos pszichológia nem képes megküzdeni az értelem nélküli szerveződéssel. Az alaklélektanosok szerint viszont igen. Nincsen szükség új, kissé misztikus pszichológiákra. Egyszerűen az elme természeti tanulmányozását kell megváltoztatni. Elementarizmus helyett egészekekről és részkekről beszélnek. Ugyanakkor a klasszikus lélektan követve az alaklélektan szenzualista marad. Minden egész és értelem az érzéki szerveződésben keresendő.

Köhler szerint²⁹ három mozzanat izomorfiaját tételezzük, mint a 2. ábra mutatja.

- a. A kint lévő fizikai mező.
- b. Az elektrodinamikus mező a látórendszer valamely szintjén.
- c. A perceptuális egészlegesség élménye.

A teljes elmélet alapkérdései:

- a. valóban hány szint is van; b. milyen a hasonlóság; c. a kérgi dinamikus neurális folyamatok.



2. ábra. Az eredeti izomorfizmusfelfogásban feltételezett három szint

Merleau-Ponty kezdeti lelkesedése után az izomorfizmus fizikalizmusában a fenomenológusok által levetkezni kívánt naturalizmus újramegjelenését látta.³⁰ Az olasz percepciókutató, Luccio

²⁸ Dilthey: 1894, 1977.

²⁹ Köhler 1920.

³⁰ Merleau-Ponty 1945.

egy mai elemzésben³¹ felveti, hogy a fizikai Gestaltok s az izomorfizmus kiterjesztése a fizikai világra megalapozatlan feltevés, illetve valójában magában foglal egy olyan dualizmust, ahol az egészek valahol a fizikai világban mintegy lebegnek. Ugyanakkor Luccio értelmezésében a fiziológiai és élménybeli folyamatok viszonyára a topológiai alap igen fontos megkötés, ami fenntartandó az izomorfizmusból. Ami érintkezik az élményben, annak élettani képviselője is érintkezik például.

Milyen gondok keletkeztek nagyon hamar Köhler izomorfizmusával kapcsolatban? Carl Lashley³² s a későbbi Nobel-díjas Sperry³³ majmoknál és macskáknál közvetlenül ellenőrizni próbálták az egészsleges élmény mögött feltételezett látókérgi elektromágneses mezők meglétét. Abból kiindulva, hogy ha a formáltságért valóban az egyes idegsejtek izgalmán túlvezető egészsleges elektromágneses reprezentációk felelősek, akkor ezt ellenőrizni lehet a feltételezett kérgi dinamika megzavarásával. Kísérleteikben megoperálták a majmok és macskák látókérgét. A feltételezett mezők megzavarása nem volt hatással a formálásra. Ahogy Scheerer összefoglalta: „a mintalátás háborítatlan maradt, miközben a fémszálak beoperálása révén az elektromos agyi mezők feltehetően torzultak. [...] 1980 táján mindenki úgy vélte, hogy [Köhler] elméletét mindörökre cáfolták. [...] Mára Köhler fiziológiájának »annyi«, s vele együtt bukott az izomorfizmus is. [...] Köhler elméleti szelleme azonban újra megfontolandó”.³⁴

A mai neurobiológiai értelmezés a zártságról³⁵ már nem mezőket képzel el, hanem azt, hogy különböző területeken, miközben egy kört látunk, az érzékenységi függvények a kontúroknak megfelelően alakulnak. Az általuk bemutatott „agyi térképek” azonban eredetükben nem egészsleges leképezések. Köhler szeretne volna, ha a körnek vagy az ellipszisnek megfelelő mágneses

³¹ Luccio 2010.

³² Lashley–Chow–Semmes 1951.

³³ Sperry–Miner 1955.

³⁴ Scheerer 1994: 200.

³⁵ Kovács–Julesz 1994.

mezőket találnánk az agykéregben, de ma ezek egyedi érzékleti függvényeknek a leképezései, s nem egészes mezők.

Az egyes, az izomorfizmus neurális rendszerét megkérdőjelező kísérleteknél jelentősebb következménye volt annak, hogy a magyar származású és Bécsben tanult Kuffler István – a Harvard Egyetemen – s két Nobel-díjas tanítványa, Hubel és Wiesel³⁶ később áttértek az alaklélektanból átvett *mező* kifejezés egy egészen más értelmezésére. Számukra a *mező* nem valamiféle belső kérgi holisztikus szerveződés volt, hanem Sherringtonnak a tapintással kapcsolatos megfigyeléseire s Hartline³⁷ béka- és krokodilretina-szerveződési vizsgálataira alapozva az egyes, az első modellekben retinális sejtekhez,³⁸ később pedig agykérgi sejtekhez tartozó *külvilágbeli mozzanatot*, amelyre a sejtek szelektíven reagálnak, s ez a sejt vagy sejtcsoport *receptív mezeje*. Hubel és Wiesel munkássága³⁹ során a receptív *mező* fogalma sokszorosán átalakult. A bizonyos recehártjai helyen észlelt bizonyos irányú vonalak (elsődleges sejtek), a bárhol észlelt, például vízszintes vonalak (másodlagos sejtek) s a vonalak felületeket eredményező kombinációi átkapcsolási hierarchiát alkotnak. A formalátásnak, az alaklélektan központi problémájának a mai világban egy elemi vonásdetektorokból építkező, analitikus kapcsolati elmélete alakult ki. A formaészlelés alapjait tisztázó modern vizsgálatok éppen azt igazolták, hogy – a kommunikációelmélettel megújított telefonközpont-elmélet keretében – ügyes kapcsolási rajzokkal „huzalos” magyarázatot tudunk találni a formalátás folyamataira.

Az izomorfizmus bukásának igazi oka nem az egyes cáfoló kísérletekben keresendő, hanem az idegtudományi gondolkodás egészenek megváltozásában, abban a nagy sikerű új élettanban, amely egysejt-regisztrációkat végez, s ezzel visszatér egy sajátos telefonközpont-modellhez.

³⁶ Hubel–Wiesel 1959.

³⁷ Hartline 1940.

³⁸ Kuffler 1953.

³⁹ Hubel–Wiesel 1959.

Ma már nem hiszünk a dinamikus izomorfizmusban. Köhler számára legfontosabb a középső lépés volt, hogy az agykéregben vannak dinamikus folyamatok, abban az értelemben, hogy túl-
lépnek az egyes neuronok minden vagy semmi működésén. Ez bizonyos tekintetben naivitás volt, ugyanakkor ez mozgatta akkoriban a vizuális egészek kutatását. Fontos azonban tudnunk, mint Mary Henle, egy Köhler-tanítvány megfogalmazta: „Még ha a kérgi áramok elmélete helytelennek bizonyul is, az izomorfizmus kérdése megmarad. Ez egy nem elhanyagolható heurisztika. Beletartozik olyan kérgi folyamatok keresése, melyek számot adnak a pszichológiai tények funkcionális jellemzőiről”.⁴⁰ Számos ilyen próbálkozás van a formalítás területén. Mint Rosenthal és Visetti összegzik,⁴¹ a különböző attraktorelméletek, önszabályozó neurális hálózatok mind ezt a célt hivatottak misztikus elektromágneses folyamatok tételezése nélkül megoldani.

Az idegrendszer modellálásában továbbra is meg kell küzde-
nünk a digitális folyamatok mellett az analóg folyamatokkal is – ezt mindannyian így látjuk.

Maga az izomorfizmus mint fiziológiai koncepció ebben nem bizonyult termékenynek. Ugyanakkor egy fontos racionális magva, nevezetesen az ingerléssel *analóg idegrendszeri folyamatok* kérdése egy alapján digitálisan kódoló idegrendszerben továbbra is izgatja az idegrendszer modellálóit. Ez természetesen ugyanígy felvethető élmény és külvilág viszonyában is. Az ikonikus mozzanat mindenképpen kezelendő az észlelés kutatásában. Karl Pribram fantáziadús elképzelése⁴² az agyműködés és az emlékezet holográfiás megközelítéséről jellegzetes példa az analóg idegrendszeri reprezentáció gondolatának tovább élésére. Hasonló módon maga az alaki szerveződés, mint olyan gondolat, amely az idegrendszeri modellálás számára központi gond (például a nézőpontfüggetlen és méretfüggetlen reprezentációk

⁴⁰ Henle 1984: 325–326.

⁴¹ Rosenthal–Visetti 1999.

⁴² Pribram 1984.

kialakulása révén), szintén elismerten az alaklélektantól származó adalék.

Egyszerűen fogalmazva: az alaklélektan izomorfizmuskoncepciója mint konkrét neurológiai doktrína kudarcot vallott. Ugyanakkor az, aminek a magyarázatára szolgált, továbbra is a percepciókutatás alapkérdése.⁴³ Ráadásul számos más területen már nem az agy és az élmény, hanem a világ és az élmény – legyen az tárgyi vagy szemantikai világ – közötti viszonyok elemzésében újra és újra megjelenik ez a kifejezés, mint a következő fejezetben áttekintjük.

4. Izomorfizmus a mai kognitív elméletekben

Az izomorfizmus mint fogalom és mint kifejezés több formában tovább él a mai pszichológiában. Ezt használja s ezen vitázik a képzetalkotás elmélete: Roger Shepard kidolgozta a másodrendű izomorfizmus komplex elméletét.⁴⁴ Ez az elmélet azonban nem az agy és az élmény, hanem a környezeti mező rendje és az élmények rendje közti vonatkozást ragadja meg az eredeti alaklélektanos hármasságból. Az alaklélektannak központi gondolata volt struktúrák között megfelelést keresni, de eközben mindig egy egyedi élmény és egy egyedi idegrendszeri leképezési folyamat közötti strukturális megfelelést keresték. Shepard viszont az ingerek egymás közötti viszonya és az élmények egymás közötti viszonya között keres megfelelést. Vagyis a struktúrák nem egy ingeren belül, hanem ingerek között lesznek érvényesek. Shepard szerint nem a környezet és az élmény között kell izomorf leképezést keresnünk, hanem a környezeti elemek viszonya s az élmények viszonya között. Ezt a függvényt nevezi ő másodrendű izomorfizmusnak.

Shepard visszatér Köhler egyik inspirációjához, Georg Elias Müller 1894-ben megjelent koncepciójához, amely szerint a ha-

⁴³ Wagemans et al. 2012.

⁴⁴ Shepard 1978.

sonlóság nem egyedi élmények és az idegrendszeri folyamatok között áll fenn, hanem reprezentációs rendszerek között. Shepard ezt a függvényleképezést mutatja be kísérleteiben. Egyik ilyen kísérletében,⁴⁵ amelyet az 1960-as évek amerikai diákjaival készített (persze ez még a GPS-világ előtt volt, ma már ilyen kísérletet nem lehetne elvégezni), a személyeknek az Egyesült Államok tagállamainak hasonlóságait kellett megítélniük. Az egyik esetben csak a nevek alapján, mintha európaiaknak azt mondanánk, hogy mennyire hasonlít Csehország, Dánia, Magyarország, Olaszország formája, és nem lenne hozzá térkép. A másik esetben pedig a kézben tartott térképek hasonlóságát kellett megítélni. Kiderült, hogy az elnevezések alapján az emberek ugyanúgy reprezentálják az államokat, mintha a térképen látnák. Az elnevezések és a tényleges térkép alapján készült rendszer szinte ugyanaz, ami arra utal, hogy a nevek alapján előhívott belső képek és a tárgyak rendszere izomorf.

Shepard azután ezt terjeszti ki a mentális képek és a mentális rotáció egész elméletére⁴⁶ (3. ábra). A mentális kép analóg természetét az támasztja alá, hogy hasonló dolog történik akkor, amikor képzeletben fordítunk el tárgyakat, mint akkor, amikor ténylegesen, például mintha a Rubik-kockát forgatnánk.

Ez a struktúrák közötti, viszonyok, rendszerek közötti megfeleltetés hasonlít ahhoz, ahogy Merleau-Ponty csalódik az izomorfizmus fizikai fogalmában,⁴⁷ mert azt egy újabb naturalista megoldásnak tartja, s áttér az egész alakkérdés strukturális és nem ontológiai értelmezésére.⁴⁸ Arezzo áttekintése⁴⁹ is a strukturális mozzanatot tartja a legfontosabb Gestalt-örökségnek.

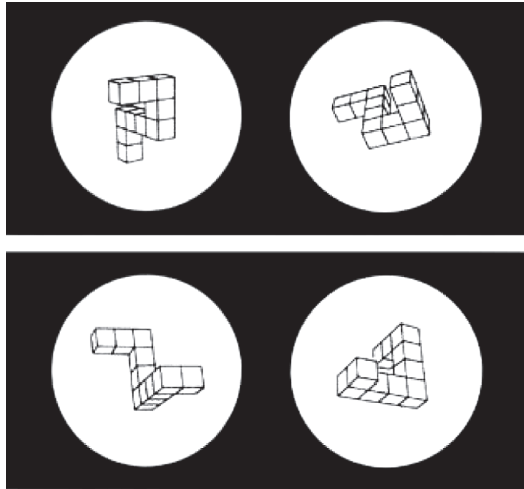
⁴⁵ Shepard–Chipman 1970.

⁴⁶ Shepard–Metzler 1971; Shepard–Cooper 1982.

⁴⁷ Merleau-Ponty 1942, 1945.

⁴⁸ Barbaras 2001; Welsh 2006.

⁴⁹ Arezzo 1970.



3. ábra. A mentális rotáció alátámasztására használt ábrák⁵⁰

Hasonló kifinomult módon él tovább az izomorfizmus fogalma a kognitív modellálásban, ahol az idegrendszer oksági és a logika, valamint a szemantika implikációs viszonyai között keresik a kapcsolatot.⁵¹ Már Piaget is úgy vélte, hogy „a tudatállapotok és a megfelelő fiziológiai folyamatok paralelizmusa lényegében az oksági és a tágabb értelemben vett implikációs rendszerek izomorfizmusán alapszik”,⁵² illetve „a jelentések implikatív rendszerei és a kauzális anyagi rendszerek izomorfak”.⁵³ Konkrét példája is van rá. A neuronok minden vagy semmi működése, mint McCulloch és Pitts neves modellje⁵⁴ bemutatta, képes megvalósítani egy kétértékű logikát. Amit Piaget a pszichofizikai paralelizmus modern megfogalmazásának tart, a mai kognitívizmusban mint

⁵⁰ Shepard–Metzler 1971.

⁵¹ Lásd ezekről Pléh 2013.

⁵² Piaget 1967: 206.

⁵³ Uo. 208.

⁵⁴ McCulloch–Pitts 1943.

egyéni mentális okság és logikai következmény izomorfizmusa jelenik meg. Fodor elképzelése szerint⁵⁵ kétféle hálózatot kell feltételeznünk. A mentális állapotok okságilag levezetett hálózatát egyrészt, a másik oldalon pedig a propozíciók közötti következtetési (logikai) viszonyok hálózatát. „A két hálózat – az oksági és a következtetési – között részleges izomorfizmus állapítható meg. Egy ilyen izomorfia fényében *egy propozicionális attitűd oksági szerepe a tárgyat alkotó propozíció szemantikus szerepét tükrözi*”.⁵⁶

Ezek a szóhasználatok az izomorfizmus neurobiológiáját és egészlegességét már elfeledik, mint Henle gúnyosan megjegyzi.⁵⁷ Az izomorfizmus kifejezés csupán a pszichofizikai kettősség kezelésének egy eszköze lesz számukra.

5. Izomorfizmus és egészlegesség a művészet elméletében és gyakorlatában

A művészetelméletben is tovább élt az izomorfizmus gondolata. Rudolf Arnheim, az alaklélektani felfogás kiterjesztője a képzőművészet értelmezésére egy olyan tág izomorfizmus-konceptiót védelt meg a 20. század második felében is, ahol az izomorfizmus a képi mező, az agykérgi mező és a kép keltette mozgásos és érzelmi mozzanatok között érvényesül.⁵⁸

Arnheim egy negyedik fázist vagy síkot is javasol tehát, a kifejezés síkját, Köhler három síkja mellé. Arnheim számára az expresszió, a testi reprezentáció, az izomfeszülés mintázata az izomorf szintet hoz létre a látvány, az idegrendszer és a világ mellett.⁵⁹ Mint egy filozófus értékelője, Verstegen kiemelte, Arnheim fenomenális realista, „párhuzamot lát az elme és a világ szervezőelvei közt [...]”. Fenomenalizmusát úgy éri el, hogy

⁵⁵ Fodor 1996.

⁵⁶ Fodor 1996: 74.

⁵⁷ Henle 1984.

⁵⁸ Arnheim 1979.

⁵⁹ Arnheim 1943.

fenntartja azt, hogy a femomenális struktúra és a megfelelő agyi szerveződés anyagilag egy »izomorfizmusban« oldódik fel⁶⁰.

Érdeemes emlékeznünk rá a művészet kapcsán, hogy az egészséges szerveződéssel kapcsolatos megfontolások mind intellektuálisan, mind személyileg összekapcsolódnak a 20. század 20-as, 30-as éveiben megjelenő modern festészeti irányzatokkal. Azért érdemes minderre emlékezni, mert valójában azt látjuk, hogy az egészből kiinduló pszichológiai mozgalom éppen egy dekompozíciós festészeti, illetve művészeti mozgalom inspirátorává válik.

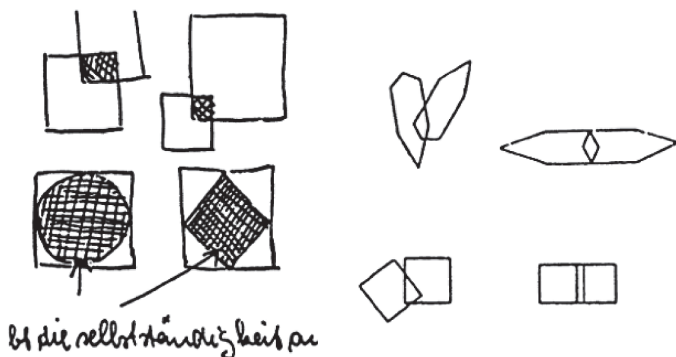
Arnheim, az alaklélektanos Duncker s a festő Kandinszkij és Klee interakciói a festészetben és az elméleti munkában tartós hatást gyakoroltak a modern művészetre. Bár a történeti részletek egy része – ki tartott kurzust, kik ültek bent – még mindig vitatott,⁶¹ biztos, hogy nem triviális interakciók voltak a német Bauhaus modernista művészete és az alaklélektan között. „A Gestalt-pszichológusok közül senki sem volt művész, különösen nem dizájnér, de igen korán megjelent a kölcsönös érdeklődés. 1927-ben például az alaklélektanos Rudolf Arnheim meglátogatta a dessau-i Bauhaust, s publikált egy cikket a *Die Weltbühne* című baloldali hetilapban, dicsérve épületterveik őszinteségét és világosságát. [...] 1929-ben Köhler időpontütközések miatt nem tudott elfogadni egy Bauhaus-meghívást, úgyhogy helyette diákja, Karl Duncker adott elő. A hallgatóságban ott volt a festő Paul Klee, aki már 1925-ben megismerkedett Wertheimer kutatásaival. Más Bauhaus-művészek is érdeklődtek, közöttük Vaszlij Kandinszkij és Josef Albers”⁶².

Kandinszkij és Klee már korábban is próbálkoztak a modern látáskutatás és a művészet összekapcsolásával. Van Campen (1997) bemutatja, hogyan jelennek meg a jó forma Wertheimer-féle elvei egy Bauhaus-diák jegyzeteiben feltehetően Duncker és Klee előadásai nyomán (4. ábra).

⁶⁰ Versteegen 2004: 94–95.

⁶¹ Behrens 2012; Boudewijnse 2012.

⁶² Behrens 1998: 300.



4. ábra. Egy Bauhaus-diák ábrái (bal oldal)
s Wertheimer (jobb oldal) rajzai a transzparenciáról⁶³

Van Campen Klee és Kandinszkij elméleti írásait is elemezve rámutat, hogy a korai művészeti absztrakció és az alaklélektan között az volt a hasonlóság, hogy mindkét megközelítés a tiszta formát helyezte a látásról való gondolkodás középpontjába. „Mind a korai absztrakt művészek, mind a Gestalt-pszichológusok a »tiszta látványt« a művészetkutatás formális módszereinek alkalmazásával vizsgálták. A két diszciplína meglepő vizuális hasonlóságát úgy értelmezhetjük, mint a képek észlelésével kapcsolatos formális hozzáállásuk logikus következményét, melyek közös történeti gyökere a késő 19. századi művészetelméletben keresendő”.⁶⁴

Van Campen azt is bemutatja,⁶⁵ hogy Rubin ábrái⁶⁶ a figura-háttér tagolódás elkerülhetetlenségéről és kétértelműségeiről hogyan befolyásolták Klee, Kandinszkij és a Bauhaus-csoport mellett a holland De Stijl-csoportot is. Néhány alapelvük Rubintól származott: „(1) minél elvontabbak az egymást kiegészítő

⁶³ Van Campen 1997: 133.

⁶⁴ Van Campen 1997: 136.

⁶⁵ Van Campen 1997: 134.

⁶⁶ Rubin 1921.

figurák, annál nagyobb az esély a figura-háttér váltásra; (2) a két kiegészítő ábra közti határt rendesen a figura (s nem a háttér) kontúrjának látjuk; (3) a figurát és a háttérret Gestaltnak (egészeknek) észleljük; (4) az észlelt figurát enyhén a háttér előtt látjuk, ami mélységet sugall a figura és a háttér között. Néhány évvel Rubin értekezésének megjelenése után a De Stijl-csoport tagjai, Piet Mondrian, Theo van Doesburg (a De Stijl alapítója), és a magyar Huszár Vilmos hasonló figura-háttér ábrákkal kezdtek kísérletezni. Ez látványos figura-háttér kísérletsorozathoz vezetett absztrakt kompozíciókban”.

A figura-háttér kétértelműségek kulcsszerepet játszottak Salvador Dalí későbbi szürrealista festményeiben is. Ahogy a látás neurobiológusa, Semir Zeki részletesen elemezte,⁶⁷ Dalí valójában művészete témájává emelte a látás kétértelműségeit. „Hajlok arra a nézetre, hogy Dalí valójában azért fogadta el az ellentmondásokat, mert nem tartotta őket ellentmondásoknak, hanem pusztán pszichológiai felépítésünk elkerülhetetlen következményének. [...] A kétértelműség, mely szokásosan a nagy művészet jellemzője, nem olyasmi, amit a művész a vásznon talál ki. Az agynak egy lehetősége, amit a művész felhasznál, időnként nagyon hatásosan, mint ahogy Dalí is. Az általam vizsgált időszakban Dalí munkáinak egy része az agy ilyen lehetőségeit mutatja, s tanulmányozásuk sokat adhat a vizuális agy logikájának megértéséhez”.⁶⁸

Vagyis kétirányú forgalom volt egykor a látás a kutatók és a festők között, s a festőknek ma is van mondandójuk a tudósok számára. A kétértelműségekkel vagy a lehetetlen ábrákkal való művészi játszadozás⁶⁹ arra emlékezteti a kísérleti pszichológust, hogy milyen bonyolult a viszony az automatikus és a megkonstruált folyamatok között köznapi látási élményeinkben.

⁶⁷ Zeki 2004a, b, é. n.

⁶⁸ Zeki é. n.: 2–3.

⁶⁹ Hofstadter 1998.

Érdekes mozzanat, miként Verstegen elemzi,⁷⁰ hogy a Gestalt-hagyománynak nagyon eltérő utóélete van a két Közép-Európából indult művészetszichológiai gurunál. Gombrich művészettelfogása⁷¹ meglehetősen nominalista, s minden megfontolását a kultúra hatására és a perceptuális tanulásra alapozza. Miközben Arnheim is elismeri a kontextus szerepét a formalításban s a művészet értékelésében,⁷² számára azonban a kontextus elsősorban lokális tényező. Mint egy kései interjúban kifejtette,⁷³ de már egyik első amerikai írásában⁷⁴ is elmondja, az ő alaklélektanos szemléletében a jó forma, s így az esztétikum is, „ott van kint”, míg Gombrich kontextualista szemléletében „a szépség a néző tekintetében”, odabent van. Gombrich számára⁷⁵ a jelentésért és a jelentésváltozásért a kontextus a felelős. Nála ez a kontextushatás túlmegy az érzékleti mező pusztá észlelési dinamikáján. Ez eredményezi a művészi jelentést.⁷⁶ Gombrich és Arnheim ilyen szembeállításra természetesen leegyszerűsítés. Mint Nyíri Kristóf igen alapos elemzése megmutatta,⁷⁷ későbbi munkáiban Gombrich határozottan kiáll a képszerűség mellett a konvencionális szemben. Itt bemutatott, kissé leegyszerűsítő szembeállításukat egy dolog menti. Arnheim maga az említett interjúban ezt az eltérésüket emeli ki, Gombrichot szubjektívnek és konvencionalistának, saját magát pedig objektivistikusnak és az egészlegesség automatikus kiépülését hirdetőnek állítva be.

Rothman és Verstegen⁷⁸ ezzel kapcsolatban egy Arnheim inspirálta művészettörténeti gondolatot is felvet. Braque és Picaso kubizmusát szerintük nem mint a festészet nyelvszerű – vagy

⁷⁰ Verstegen 2004; Rothman–Verstegen 2007.

⁷¹ Gombrich 1972, 1980; Gregory–Gombrich 1982.

⁷² Arnheim 1979, 1986.

⁷³ Pariser 1984.

⁷⁴ Arnheim 1943.

⁷⁵ Gombrich 1972.

⁷⁶ Gombrich 2003.

⁷⁷ Nyíri 2016.

⁷⁸ Rothman–Verstegen 2007.

mint Hintikka kifejti,⁷⁹ fogalmi – fordulatát kell értelmeznünk, hanem mint olyan új dekompozíciót, mely szakít a másolati alapú hasonlósággal. Átfogóbban is azt hirdetik, hogy az Arnheim felkínálta „automatikus szerveződés” a Gestalt-hagyomány igazi üzenete a művészetértelmezésben.

A Bauhaus és a Gestalt-hagyomány közötti affinitás részben Arnheim révén került át Amerikába, de az új Bauhausba közvetlenül is átkerült Kepes György közvetítésével. Kepes szerint⁸⁰ a Gestalt-szerveződés egyetemes elvei mindig jelen vannak a dizájn alapvetésében. „Összetett optikai mezővel találkozáskor azt alapvető kapcsolataira vezetjük vissza. Miként a természetben is megvan a tendencia a leggazdaságosabb felület megtalálására, így a vizuális szerveződésben is megvan a tendencia a leggazdaságosabb téri egység megtalálására az optikai különbségek elrendezésében”.⁸¹

Kandel, a Nobel-díjas neurobiológus egy kultúrtörténeti könyvében⁸² felveti, hogy a modern festészet kísérletező korszakát a fényképezés indította el. A fényképezéstől kezdve az egyre hitelesebb festés szakmájának bizonyult. A művészek elkezdtek kísérletezni a jelölővel, felbontották azt. De kísérleteztek a jelölttel is, például elemeire bontva az arcot vagy az azon megjelenő érzelmeket. Kandel és a szintén neurobiológus Zeki rámutatnak arra,⁸³ hogy a modern tudományos látáskutatás a művészet nyomdokain haladt, amikor a tudósok magát a látást próbálták meg felbontani, nem csupán a művészi látványt. A tudományos dekomponálás mintája a művészi dekompozíció volt. Zeki a dekomponált modern festményeket mint szuperingereket használja kísérleteiben⁸⁴ (mondriánózásnak nevezi ezt az eljárást), hogy például a forma- és színfeldolgozás függetlenségét bemutassa.

⁷⁹ Hintikka 2003.

⁸⁰ Kepes 1944, 1979.

⁸¹ Kepes 1944: 45.

⁸² Kandel 2012.

⁸³ Kandel 2012; Zeki 1993, 1999a, b, 2004a.

⁸⁴ Zeki 2004a, b.

6. Summázat

Egyszerűen fogalmazva az alaklélektan izomorfizmusa mint konkrét idegrendszeri doktrína kudarcot vallott. Ugyanakkor az egészsleges élményszerveződés, amelynek magyarázatára szolgált, továbbra is a percepciókutatás alapkérdése. Ráadásul számos más területen már nem az agy és az élmény, hanem a világ és élmény – legyen az tárgyi vagy szemantikai világ – közötti viszonyok elemzésében újra és újra megjelenik.

Természetesen vannak vizuális egészek, és vannak nekik megfeleltethető mentális képek. A mentális világban holisztikus reprezentációk, de nincs egy naiv értelemben vett, fizikalisztikusan értelmezhető izomorfizmus ezek mögött. A fejünkben lévő, elképzelt csészék és a tényleges fizikai csészék között nincsenek a neurális tevékenységből kiemelkedő reprezentációs mezők. Természetesen vannak mágneses mezők az idegrendszerben, amelyek az anyagcsere-folyamatok révén keletkeznek, ám ezek nekünk, kutatóknak csupán másodlagosan érdekesek.

Az elmondottak tudománytörténeti tanulsága, hogy az eredeti, egyszerre fizikus és pszichológus Köhler által javasolt fizikai neurális modell kudarcot vallott. Ugyanakkor az ezt kísérő fenomenológiai modell, amely a sajátos alaki és egészsleges szerveződésekkel állította a látás kutatásnak középpontjába, mindmáig tartó siker, mely a művészetet is alakítja.

Irodalom

- Arezzo, G. 1970. „Gestalt” come struttura. *Bollettino di Psicologia Applicata*, 43: 155–202.
- Arnheim, Rudolf 1943. Gestalt and art. *Journal for Aesthetics and Art Criticism*, 2 (8): 71–77.
- Arnheim, Rudolf 1979. *A vizuális élmény*. Budapest: Gondolat.
- Arnheim, Rudolf 1986. *New Essays on the Psychology of Art*. Berkeley: University of California Press.

- Arnheim, Rudolf – Köhler, Wolfgang 1998. Wolfgang Köhler and Gestalt theory. An English translation of Köhler's introduction to *Die physischen Gestalten* for philosophers and biologists. *History of Psychology*, 1: 21–26.
- Ash, Mitchell G. 1995. *Gestalt Psychology in German Culture, 1890–1967. Holism and the Quest for Objectivity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barbaras, Renaud 2001. Merleau-Ponty et la Psychologie de la Forme. *Les Études Philosophiques*, n° 57: 151–163.
- Behrens, Roy R. 1998. Art, Design and Gestalt Theory Author(s). *Leonardo*, 31: 299–308.
- Behrens, Roy R. et al. 2012. Gestalt theory and Bauhaus. A Correspondence Between Roy Behrens, Brenda Danilowitz, William S. Huff, Lothar Spillmann, Gerhard Stemberger and Michael Wertheimer in the summer of 2011. *Gestalt Theory*, 34 (1): 81–98.
- Boudewijnse, Geert-Jan 2012. Introduction. Gestalt theory and Bauhaus. A correspondence. *Gestalt Theory*, 34 (1): 81–94.
- Dilthey, Wilhelm 1894. Ideen über eine beschreibende und zergliedernde Psychologie. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 2: 1309–1407.
- Dilthey, Wilhelm 1977. *Descriptive Psychology and Historical Understanding*. Hague. Nijhoff. Dilthey (1894) és más írások fordítása.
- Ehrenfels, Christian von 1988 [1890]. On Gestalt Qualities. In Barry Smith (ed.): *Foundations of Gestalt Theory*. München–Wien: Philosophia Verlag. Electronic version: http://ontology.buffalo.edu/smith/book/FoGT/Ehrenfels_Gestalt.pdf
- Ellis, Willis D. (ed.) 1938. *A Source Book of Gestalt Psychology*. London: Routledge.
- Fodor, Jerry 1996. Fodor kalauza a mentális reprezentációhoz. In Pléh Csaba (szerk.): *Kognitív tudomány*. Budapest: Typotex. 64–86.
- Gombrich, Ernst H. 1972. *Művészet és illúzió*. Budapest: Gondolat.
- Gombrich, Ernst H. 1980. Elmélkedés egy vesszőparipáról. In Horányi (szerk.) 2003: 23–37.
- Gregory, Richard – Gombrich, Ernst (szerk.) 1982. *Az illúzió a természetben és a művészetben*. Budapest: Gondolat.
- Hartline, Haldan K. 1940. The Receptive Fields of Optic Nerve Fibers. *American Journal of Physiology*, 130: 690–699.

- Henle, Mary 1984. Isomorphism. Setting the record straight. *Psychological Research*, 46: 317–327.
- Hering, Ewald 1964 [1878]. *Zur Lehre Vom Lichtsinne*. 2. kiadás. Wien: C. Gerold's Sohn. Angolul: *Outlines of a Theory of the Light Sense*. Cambridge: Harvard University Press.
- Hintikka, Jaako 1975. A fogalom mint látvány. A reprezentáció problémája a modern művészetben és a modern filozófiában. In Horányi (szerk.) 2003: 149–169.
- Hofstadter, Douglas 1998. *Gödel, Escher, Bach: egybefont gondolatok birodalma: metaforikus fűga tudatra és gépekre, Lewis Carroll szellemében*. Budapest: Typotex.
- Horányi Özséb szerk. 2003. *A sokarcú kép*. 2. kiadás. Budapest: Typotex.
- Hubel, David H. – Wiesel, Torsten N. 1959. Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex. *The Journal of Physiology*, 148: 574–591.
- Kandel, Eric R. 2012. *The Age of Insight. The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*. New York: Random House.
- Kepes, György 1944. *The Language of Vision*. Chicago: Theobald.
- Kepes György 1979. *A látás nyelve*. Budapest: Gondolat.
- Koffka, Kurt 1915. Zur Grundlegung der Wahrnehmungspsychologie. Eine Auseinandersetzung mit V. Benussi. *Zeitschrift für Psychologie*, 73: 11–90.
- Kovács, Ilona – Julesz, Béla 1994. Perceptual sensitivity maps within globally defined visual shapes. *Nature*, 370: 644–646.
- Köhler, Wolfgang 1920. *Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand. Eine naturphilosophische Untersuchung*. Braunschweig: Vieweg.
- Köhler, Wolfgang 1929. *Gestalt Psychology*. Oxford: Liveright.
- Köhler, Wolfgang 2004 [1938]. Az izomorfizmusról. Egy fejezet The place of value in a world of facts c. könyvből. In Pléh–Győri (szerk.) 2004: 423–433.
- Kuffler, Stephen W. 1953. Discharge patterns and functional organization of mammalian retina. *Journal of Neurophysiology*, 16 1: 37–68.
- Lashley, Karl S. – Chow, K. L. – Semmes, Josephine 1951. An examination of the electrical field theory of cerebral integration. *Psychological Review*, 58: 123–136.

- Luccio, Riccardo 2010. Anent isomorphism and its ambiguities. From Wertheimer to Köhler and back to Spinoza. *Gestalt Theory*, 32: 219–262.
- McCulloch, Warren – Pitts, Walter 1943. A logical calculus based on ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5: 115–133.
- Merleau-Ponty, Maurice 1942. *La structure du comportement*. Párizs: Presses Universitaires de France.
- Merleau-Ponty, Maurice 1945. *La phénoménologie de la perception*. Párizs: Presses Universitaires de France.
- Müller, George E. 2004 [1896]. A pszichofizika négy legfőbb axiómája. In Pléh–Györi (szerk.) 2004: 116–118.
- Nyíri Kristóf 2016. *Elfelejtett képeleméletek*. Budapest: BME GTK Műszaki Pedagógiai Tanszék. Képi Tanulás Füzetek. No. 3.
- Pariser, David A. 1984. A conversation with Rudolf Arnheim. *Studies in Art Education*, 25 (3): 176–184.
- Piaget, Jean 1967. A pszichológiai tények magyarázata és a pszichofizikai paralelizmus. In Piaget, Jean – Friaise, Paul – Reuchlin, Maurice: *A kísérleti pszichológia módszerei*. Budapest: Akadémiai. 167–209.
- Planck, Max 2004. *Válogatott írásai*.
<http://mek.oszk.hu/05000/052016010/html/>
- Pléh Csaba 2013. *A megismeréstudomány alapjai*. Budapest: Typotex.
- Pléh Csaba – Györi Miklós (szerk.) 2004. *Olvasmányok a kísérleti pszichológia történetének tanulmányozásához*. Budapest: Osiris Kiadó.
- Popper, Karl R. 1972. *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*. Oxford: Clarendon Press.
- Pribram, Karl 1984. What is iso and what is morphic in isomorphism? *Psychological Research*, 46 4: 329–332.
- Rosenthal, Victor – Visetti, Yves-Marie 1999. Sens et Temp de la Gestalt. *Intellectica*, 28: 147–227.
- Rothman, Roger – Verstegen, Ian 2007. Arnheim's lesson. Cubism, collage, and Gestalt psychology. *Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 65: 287–298.
- Rubin, Edgar 1921. *Visuell wahrgenommene Figuren*. København: Gyldendalska Boghandel.
- Scheerer, Eckart 1994. Psychoneural isomorphism. Historical background and current relevance. *Philosophical Psychology*, 7: 183–211.

- Sellars, Wilfrid 1963. *Science, Perception and Reality*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Shepard, Roger N. 1978. The mental image. *American Psychologist*, 33: 125–137.
- Shepard, Roger – Chipman, S. 1970. Second-order isomorphism of internal representations. *Cognitive Psychology*, 1: 1–17.
- Shepard, Roger – Cooper, Lynn 1982. *Mental images and their transformations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Shepard, Roger – Metzler, Jacqueline 1971. Mental rotation of three dimensional objects. *Science*, 171: 701–703.
- Sperry, Roger W. – Miner, Nancy 1955. Pattern perception following insertion of mica plates into the visual cortex. *Journal of Comparative Physiology and Psychology*, 48: 463–469.
- Van Campen, Crétien 1997. Early abstract art and experimental Gestalt psychology. *Leonardo*, 34: 133–136.
- Verstegen, Ian 2004. Arnheim and Gombrich in social science perspective. *Journal for the Theory of Social Behavior*, 34: 91–102.
- Verstegen, Ian 2005. *Arnheim, Gestalt and art. A psychological theory*. New York: Springer.
- Wagemans, Johan – Elder, James H. – Kubovy, Michael – Palmer, Stephen E. – Peterson, Mary A., – Singh, Manish – von der Heydt, Rüdiger 2012. A Century of Gestalt Psychology in Visual Perception. I. Perceptual Grouping and Figure–Ground Organization. *Psychological Bulletin*, 138: 1172–1217.
- Wagemans, Johan – Feldman, Jacob – Gepstein, Sergei – Kimchi, Ruth – Pomerantz, James – van der Helm, Peter – van Leeuwen, Cees 2012. A Century of Gestalt Psychology in Visual Perception. II. Conceptual and theoretical foundations. *Psychological Bulletin*, 138: 1218–1252.
- Welsh, Talia 2006. From Gestalt to Structure. Maurice Merleau-Ponty's Early Analysis of the Human Sciences. *Theory & Psychology*, 16: 527–551.
- Wertheimer, Max 1912. Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. *Zeitschrift für Psychologie*, 61: 161–265.
- Wertheimer, Max 1922. Untersuchungen zu Lehre von der Gestalt. *Psychologische Forschung*, 1: 47–58.

- Wertheimer, Max 2004. A látszatmozgás fiziológiai magyarázata. Részleges fordítás Wertheimer 1912-ből. In Pléh–Gyóri (szerk.) 2004: 415–418.
- Wertheimer, Max 2012. *On Perceived Motion and Figural Organization*. Cambridge MA: M.I.T. Press. Wertheimer 1912 és 1922 modern fordítása.
- Zeki, Semir 1993. *A Vision of the Brain*. Oxford: Blackwell.
- Zeki, Semir 1999a. Art and the brain. *Journal of Consciousness Studies*, 6 No. 6/7.
- Zeki, Semir 1999b. *Inner Vision. An Exploration of Art and the Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Zeki, Semir 2004a. Vizuális kép az elmében és az agyban. In Pléh Csaba – Boross Ottilia (szerk.): *Bevezetés s a pszichológiába*. Budapest: Osiris. 167–179.
- Zeki, Semir 2004b. The neurobiology of ambiguity. *Consciousness and Cognition*, 13: 173–196.
- Zeki, Semir é. n. *The neural sources of Salvador Dali's ambiguities*. Kézirat, U. London, Vision Lab.