

## AZ IDEGRENSZER ALAPMŰKÖDÉSE.\*

A régi pszichológia az érzés, gondolkodás, akarás nevek alatt három nagy osztályát különböztette meg a pszichológiai jelenségeknek. Ennyit az e jelenségekkel szakszerűen nem foglalkozó laikus ember is megkülönböztet a mindennapi beszédben, a mi azonban ép úgy, mint a régi pszichológia ilyen osztályozása éppen nem bizonyít a mellett, hogy az így osztályozott s elkülönített jelenségek a valóságban úgy különbözének egymástól s egyáltalán nem, hogy egymástól ilyen módon elválaszthatók volnának. Régen mutatkozott a törekvés: ezeket egyre vinni vissza. Míg az elmélkedő német pszichológusok nagy része mindent a gondolkodásra, a képzeletműködésre iparkodott visszavezetni (Hegel, Herbart), mások meg az akaratra (Fichte, Schopenhauer), addig a tapasztalati pszichológia emberei az érzésben látják a leglényegesebb jelenséget, melyre a többi mind visszavezethető volna. Így Höffding egyenesen az érzést tartja a pszichológiai élet alapjelenségének, érdekesen hangsúlyozva, hogy az elmebajok is a gondolkodás zavarainál jóval előbb, a logikus gondolkodás teljes épsége mellett az érzés, főleg a közérzés, a kedély zavaraival kezdődnek. J. Soury még általánosabban az ingerelhetőséget, az irritabilitást tartja az élő anyag érző része, az idegrendszer alaptulajdonságának.

Minthogy a pszichológiai jelenségek mind idegrendszerünk működése, ez osztályozások is a valóságban csak erre vonatkozhatnak s itt csak arról van szó, e működés jelenségeiben melyek képezik az alapjelenséget. Lássuk tehát: mi

\* Ez a cikk, véleményünk szerint, nemcsak a laikusokra lesz érdekes, hanem a kérdéssel foglalkozókra nézve is annyiban, hogy az újabb kutatások némely eredményét is érinti.  
*Szerk.*

ennek az idegrendszernek működése, alapsajátsága, vagyis mi a pszihológia alapjelensége.

Az idegrendszer nem egyéb, mint utak, pályák hálózata, mely a test külső felületét s belső részeit egy bizonyos központtal s viszont e központot a test különféle részeivel összeköti. A legfelsőbb központ az agykéreg, az agyvelő szürke felületi része. Belé futnak a test minden részéből a pályák: ezek a bevezető centripetal — s belőle indulnak a test részeibe a pályák: ezek a kivezető centrifugai idegpályák. E pályákat együtt vetítő, projektív pályáknak nevezzük. E pályák központi végeit, vagyis az agykéreg egyes tájékait, az úgynevezett kéregmezőket az agyvelőben számos pálya köti össze egymásközt. Ez összekötő pályák a kapcsoló, associatív-pályák. Az egész agyvelő nem egyéb, mint keresztül-kasul haladó vetítő és kapcsoló idegpályák bonyolult hálózatának tömege. Ez az agyvelő és csak ez.

Az egész idegrendszer, e bonyolult pályarendszer egymással össze nem kötött, csak érintkező idegsejtekből, neuronokból van felépítve. Az idegsejtek képezik a pályák kezdetét vagy végét. A sejtek plasmanyúlványai, a hosszú tengely szál-nyúlványok az idegrostokat, a pályákat. A sokszor igen hosszú ily tengelyszál nyúlvány végét a következő idegsejt nyúlványa kosárszerűen körülveszi, de csak érintkezik vele. Az agykéreg sejtjeinek nyúlványai sokszor azonban oly sokféle ágaznak szét s egyáltalán e sejtek nyúlványaik útján oly bonyolult módon vannak egymásfőle rendezve, hogy az agykéregbe jutott izgalom számtalan, a legkiszámíthatatlanabb irányban mehet tovább, főleg az egyes kéregmezők akkori izgalmi állapota s a frissen jött, új izgalom természete szerint. Mindebből látható, hogy az egész idegrendszernek, mely nem egyéb, mint egy bonyolult pályarendszer, rendeltetése a vezetés, az idegizgalom vezetése.

Ha már most e nyúlványaik útján érintkező idegsejtekből, neuronokból felépített bonyolult pályarendszer működését tekintjük, úgy találjuk, hogy a centripetal pályák a különféle ingereket felvevő, idegizgalommá átalakító különféle idegvégkészülékeikkel felveszik a külső hatást s elvezetik a központba, a hol ez rövidebb vagy hosszabb úton áttevődik valamelyik centrifugai pályára. Ez a reflex, ez az egész folyamat. Manapság általánosan elfogadott tény, hogy *minden idegműködés alaptypusa a reflex* s hogy egyáltalán *minden idegműködés alapjában véve a reflex*. A reflex bevezető centripetal pályán haladó izga-

lomnak központi áttevödése a kivezetö centrifugai pályára. Minden idegmüködés tehát nem egyéb, mint befelé haladó izgalomnak áttétele kifelé haladóvá. Minden idegmüködés csak abból áll, hogy abba a bonyolult pályarendszerbe belekerülve valamilyen hatás, behalad a központba s ott átcsap a kivezetö pályák valamelyikére. Természetes, hogy az izgalom központi áttétele nagyon különbözö lehet, a mint azt az a bonyolult pályatömkeleg, az agyvelö s a sejteknek fennebb kiemelt bonyolult egymásfölrendezödése nyúlványaik segítségével, érthetövé teszi.

Bár vannak ugyan az idegrendszer pályarendszerében alsöbbrangu központok is az agykéregnél, de ezeket csak úgy kell tekintenünk, mint továbbbitö állomásokat, míg a rendezö állomás, a kapcsolö, összerendezö központ csak az agykéreg, mert ép magyar szaktudósna, *Pándina* az érdeme, hogy kimutatta, hogy ép, egészséges rendszerben minden reflex útja az agykérgen vezet át, hogy természetes követelmény, miszerint az izgalmak áttétele az egész idegrendszeres állatvilágban a megfelelő rendszer legfelsöbb részében történjék. Az alsöbb központok helyettesíthetik bizonyos esetekben az agykérget, de az ily reflexek tökéletlenek, rendezetlenek lesznek. Az agykéreg tehát a hatalmas összerendezöje az összes reflexeknek, az összes idegmüködéseknek. Az idegrendszert alkotö nagy pályahálózatnak tehát az agykéreg a bonyolult összerendezö állomása.

A milyen fontos minden vezetés kéregbeli áttétele, ép oly fontosnak tartjuk a következö elöítélet elosztatását. A test minden részéböl futnak bevivö pályák az agykéregbe. Az ugyanazon helyről jövö pályák a kéregfelületben is egy helyen végzödnek. így valósággal az egész testet rávetítve képzelhetjük az agykéregre, a befelé haladó izgalmak kiinduló helyét tekintve. Szóval az egyes testrészeknek izgalmakat vezetö pályák központja *lokalizálva* van az agykérgen. Így beszélünk, mint fennebb mondtunk, kéregmezökröl, a szem, a fül, az orr stb. kéregmezöiröl. A kivivö pályáknak is megvannak a testrészek szerint való kéregmezöi. Már most a bevivö pályák kéregmezöit, melyek inkább az agy hátsö-alsö kérgén terülnek el, elnevezték érzömezöknak, a kivivö pályákéit pedig, melyek inkább az agy elülsö-felsö kérgén terülnek el, elnevezték mozgatö mezöknak. J. Soury hangsúlyozta különösebben, hogy voltakép nem beszélhetünk érzö- és mozgatö-mezökröl, hogy a látszat s föleg a szavak ellenére is az érzés és mozgás jelenségeit alapjukban azonos folyamatokra kell visszavezetnünk. És valóban mi csak befelé

haladó s kifelé haladó izgalomról szólhatunk s még kevésbbé beszélhetünk érző s mozgató mezőkről. Mi csak azt mondhatjuk, hogy úgy a bevívő, mint a kivívó pályák központi vége a testrészek szerint, a honnan jönnek, vagy a hová futnak, lokalizálható az agykéregben és pedig a bevívőké s kivívőké jobbára külön-külön csoportokban. Vagy pedig talán még helyesebb azt mondanunk, hogy a bevívő pályák az agy alsó-hátsó kérgébe futnak s úgy tevődnek át a központi összerendező állomásban, hogy az agy elülső-felső kérgéből futnak ki, mint kivívók. Igenis, a pályák lokalizálhatók, de csak ilyen módon, hogy itt és itt van központi áttételük. Nem helyes tehát érző-, mozgató mezőket különböztetni meg, de helyes bevívő, kivívó pályák mezeiről beszélni, vagy talán a leghelyesebb volna *bevetítő* és *kivetítő kéregmezőket* különböztetni meg.

Mert egy-ugyanazon izgalom az, a melyik bejön a bevívő pályán s végig csap a központi összerendező állomás bizonyos kapcsoló pályáin s rácsap valamelyik kivívó pályára. Az izgalom nem különbözik, mindenkor csak idegizgalom. És hogy mennyire összefügg és mennyire el nem különíthető a befelé haladó izgalomtól a kifelé haladó, szóval az, a mit a közönséges beszédben annyira szétválasztunk s oly élesen iparkodunk elkülöníteni, az érzés és mozgás jelensége, erre kitűnően felel *Hering* éppen egy újabb értekezésében *A centripetal idegek épsége mennyiben feltétele az akaratlagos mozgásnak\** czímen. A környéki ingerlések megsemmisülése — szerinte — az akaratlagos mozgások teljes kimaradását vonja maga után, legyenek bár az idegközpontok ingerelhető állapotban s legyenek bár a cenzifugál idegek még oly jó vezető képességben is. A bevezető utak sérüléseivel gyarapodnak a mozgásbeli nehézségek, szóval a mozgások közvetlen összefüggésben vannak az érzés izgalmakkal. Tehát az akaratlagos mozgások is, melyekről azt hiszik a laikus felfogásban, hogy önálló iniciatívák, vagy legalább is képzetkapcsolások, lelki műveletek eredményei, alapjában véve, bár sokszor sok kapcsoláson is haladva át, érzéki izgalmak központilag áttevődött folytatódásai. *Sollier* még azt is kimutatta volna, saját állítása szerint, hogy oly egyénnek, kinek érzéki benyomásait megsemmisítjük, emóciói, felindulásai, lelki indulatai sincsenek. Tehát nemcsak a mozgás, hanem maga az érzés, mint érzelmi állapot is szorosan össze-

\* Dr. H. E. Hering: In wie weit ist die Integrität der centripetalen Nerven eine Bedingung für die willkürliche Bewegung.

függ az érzéki benyomásokkal. A gondolkodás pedig nyilvánvalólag csak az érzéki benyomásokból épülhet fel, hisz csak régebbi ilyenek kapcsolásaiból áll s mint ilyen az érzékektől jött izgalomnak csak központi átfutását teszi ki a bonyolult kapcsolattömkelegeken.

Minden mozgást eredetileg bizonyos érzés vált ki. Legelső mozgásainkat is, melyek az első életjelek gyanánt tűnnek fel, bizonyos külső hatások előidézte érzések váltják ki és éppen kellemetlen, fájdalmat okozó érzések. Így első sorban lélegzésünket is, a túlságosan felszaporodott szénsavnak a vérben az agy bizonyos, lélegző központnak nevezett részét kellemetlenül izgató hatása váltja ki. Hasonlóan ily kellemetlen érzések váltják ki az első mozgásokat a táplálék után.

Szabad-e azonban, szorosán a természeti tények nyelvén szólva, e két működést, mely elválaszthatatlan folytatását képezi egymásnak a valóságban, újból felvetjük, szabad-e elválasztanunk. Hisz egyugyanazon fajta izgalomról van szó, mikor a központ felé halad, mint érzés, s mikor a központon keresztül menve kifelé halad, mint mozgás-izgalom, egyugyanazon fajta izgalom átplántálódásáról van szó. Az egész érzés-mozgás, a visszahatás egész folyamata a legnagyobb valószínűséggel nem áll másból, mint bizonyos idegsejtek anyaghasonításából, melynek ez után változott fizikai (valószínűleg villamos) sajátosságai hasonlókat indítanak a következő sejtben s így itt is anyaghasonítást hoznak létre és így tovább. S az idegizgalom illetően terjedése azonos az érző, a mozgató pályákon egyaránt. Lehet-e már most szétválasztanunk? Bizonyára nem.

Nem is beszélhetünk tehát, mikor az élő szerves anyagot, az élettelen, szervetlen anyagtól különösen meg akarjuk lényegében különböztetni, sem érző anyagról, sem mozgó anyagról, hanem csak *visszahatás visszahatékony anyagról, matéria reagibilis*-ről. Ez a fősajátsága az élő anyagnak.

Íme, mivé lett a régi pszichológia s a laikus ember hármasságának beosztása: az érzés, gondolkodás, akarat a pozitív tudomány világító mécse előtt. Az érzésnek megfelelő valóság, mit e szó alatt értünk, a bevívő pályán befelé haladó izgalom, a gondolkodásnak megfelel a központi kapcsoló pályákon haladó izgalom, az akaratnak a kivívó pályákra, vagy csak mezőikre átcsapott izgalom. Természetesen ezek csak nagyjában felelnek meg egymásnak, a minthogy e három kifejezés is oly ingatag használatú, hogy sokszor egyének szerint is mást jelent.

Mi tehát az idegrendszer működése, a reflex? Hatásoknak átvezetése, mert hiszen láttuk, hogy az izgalom csak egyféle lehet. Ezért mondja J. Soury is, hogy nem lehetnek külön mozgató sejtek, pályák az idegrendszerben, hogy az idegsejtek egyetlen s egyedüli sajátága az ingerelhetőség, az irritabilitás, ennek csak különös esete az érzés, vagy a mozgásinger. Ezért vezeti vissza mindkettőt az irritabilitásra. Mindenképen tehát itt csak hatások átvezetéséről van szó, csak ez az idegrendszer működése. Tekintetbe véve a környezetet is s így tekintve az élő anyagot, a szerves egyént a saját környezetében, e hatások átvezetése voltaképp visszahatás a környezet hatásaira. Az idegrendszer működése tehát visszahatás, alapsajátága visszahatásra való képesség, mondjuk *reagibilitas*. Ez tehát minden idegrendszernek alaptörvénye.

Felettébb fontosnak tartjuk ennek kiemelését, az elsőrangú, a lényeges vonás kiemelését a mellékesekkel szemben, ép úgy a milyen fontosnak tartja Le Dantec s kell mindnyájunknak vele együtt tartanunk, annak kiemelését, hogy a sejtek életében az elsőrangú, az elsődleges jelenség az anyaghasonítás, szóval a kémiai jelenség; az összes egyéb fizikai jelenségek csak kísérői ennek az alapul szolgáló fundamentális jelenségnek, a kémiai jelenségnek, csak ebből folynak, ennek következményei, ennek az anyaghasonításnak.

Így minden idegrendszer működésének is alaptörvénye, fundamentális működésbeli képessége a *reagibilitas*. Mi e szót természetesen fiziológiailag értjük. De nem tehetjük, hogy meg ne jegyezzük, hogy ép úgy érthetjük kémiaiilag is, hiszen Le Dantec nagyon valószínűvé tette, hogy az egész idegvisszahatás bizonyos sajátos indítások által idegsejtről idegsejtre tovább plántált kémiai reakciókból áll. Ez egyszersmind lerontja azonban azt a sarkalatosnak s áthidalhatatlannak vélt különbségtételt a szerves és szervetlen anyag között. S valóban csak azt mondhatjuk, hogy a szerves élő anyagot *sajátos reakciókra képes reagibilitása* jellemzi, melyhez sajátos szerkezeti s szerkezeti elrendezettség szükséges, de különben semmiképen sem lehet oly élesen elkülönítenünk a szervetlentől, ha csak nem használunk olyan élő, érző, mozgó anyag kifejezéseket, melyek azonban már a tudomány jelenlegi állásánál is kémiai s fizikai egyszerűbb alapjelenségekre vezethetők vissza.

*Matéria reagibilis*, ez az élő anyag első sorban, s ennek az élő anyagnak ép az a része, rendszere, mely megint az egész

szervezetnek legreagilisabb rendszere, az a része az idegrendszer. Minden idegrendszer fő sajátása, fő törvénye tehát a *reagibilitas*, képesség idegvisszahatásokra.

Az egysejtű állatoknál, a Protozoáknál meg van e reagibilitas magában annak az egy sejtnek a protoplasmájában; a magasabbrendű állatoknál külön szerv vette át e működést s ez az idegrendszer. Idegrendszerén kívül nem reagibilis az ilyen állat, vagyis idegrendszerétől megfosztva képtelen mindennemű visszahatásra, reakcióra a környezettel szemben s így azokra is, melyek legközvetlenebbül élete fentartására szükségesek. Az ily magasabbrangú állatnál a különféle sejtrendszerek, szövetek közt megoszlottak az egysejtű őállatnál együtt található életműködések, megoszlottak pedig a munkafelosztás természetes elve szerint. A különféle szervek különféle munkásságát egymással és a külvilággal összeköti s kiegyenlíti ép az idegrendszer a saját mindenoldalú örökös reagibilitásával, melyet egyaránt izgat a külvilág a szervezetnek szükséges dolgokkal, s az egyes szervek szükségleteikkel, működésük zavaaraival. Nyilvánvaló, hogy az idegrendszert olybá kell tekintenünk, mint a mely a magasabb rangú állatoknál átvette az egysejtű állatok plasmájának érző, ingerelhető, reagibilis szerepét. A hogy elkülönültek az ily magasabbrangu állatban az egy sejtéből, a különféle sejtrendszerek, a szövetek, úgy elkülönültek az egy sejt complex működéséből a különféle szerveknek megfelelő különféle működések.

Az idegrendszer működése tehát a visszahatás. Ez a visszahatás a külső vagy belső, de bevivő pályán érkezett izgalomra izomösszehúzódással vagy mirigykiválasztással felel, azaz rajta áttevődik az az izgalom oly kivivő pályára, melyen vagy izomkontrakciót, vagy valami kiválasztó szervben kiválasztást idéz elő s ép ez az idegrendszer különös sajátossága, ez a reagibilitas, hogy a központba jövő izgalomra kontrakcióval vagy kiválasztással felel.

Hogy hogy történik ez a visszahatás, az izgalomáttétel, pozitív tudásunk nincs róla. Sok rokonnal az a villamos indításhoz analóg ideges indításra engednek következtetni az egyes neuronok érintkező nyúlványai közt. Nagyon kedvezni látszanak ennek az idegsejtek protoplasma nyúlványainak el ágazó dásai, melyek kosárszerűen veszik körül a következő idegsejt nyúlványának végződését. Félix Le Dantec, ki az »Élet új elméletéről« szóló munkájában ép az egyes sejtek elemi életével foglalkozik

behatóan s a sejt életének alapjelenségét az anyag hasonítás kémiai jelenségében látja, melynek a fizikai jelenségek csak kísérő, velejáró tünetei volnának, a következőképen gondolná az idegrendszer működését: Egy idegsejt, vagy mint ő mondja plastid, azaz plasmatest nem tökéletes plastid, mert magában nem képes működésre, azaz anyag hasonításra. Szükséges hozzá külső inger vagy egy szomszédos plastid hatása, hogy anyagkicserélődések jöjjenek létre valamely idegplastidban. Az ily anyag hasonító idegsejt anyagait természetesen a vérből meríti. Az anyagkicserélődések csak a plastid területén történnek és csak az e plastid elemi életével, azaz anyag hasonításával járó fizikai jelenségek hatnának a szomszédos plastidra pl. villamos áram indítása alakjában.

A külső inger tehát, Le Dantec szerint, mint mechanikai hatás a környéki szövetekben vegyi visszahatásokat hoz létre, melyben a következő idegsejt tengelyszála is osztozik s valami új anyagot hozván magába az idegsejtbe, anyag hasonításra, elemi életre kelti. Ez elemi életet kísérő fizikai jelenség indítólag hat a szomszédos plastidra s ép úgy vegyi visszahatásokat idéz elő benne, mint előbb a külső mechanikai hatás a környéki szövetekben. A visszahatás a sejtről átterjed a környéki elemre is pl. az izomsejtekre s ezeknek anyag hasonítása eredményezi az összehúzódást.

Az idegrendszer bonyolult központi összerendező állomásán, az agykéregben az idegsejtek protoplasmanyulványai számos más idegsejttel állnak az érintkezés, contiguitas viszonyában s így a reflexek központi áttétele igen különféle lehet a nagyobb vagy csekélyebb ellentállású irányok szerint. Mert ha itt a villamoshoz hasonló ideges indítást tételezhetünk fel, az mindenesetre bármely irányban a távolság négyzetével fogyva egyformán fog hatni, csakis ott fog azonban leghamarabb indításával anyag hasonítást előidézni, a hol már erre megfelelő viszonyokat talál. Ha a központba került izgalom egyformán terjed minden irányban, energiája leghamarabb ott fog érvényesülni, a hol már járt volt, a hol járt utat talál. Ez lesz a legcsekélyebb ellentállású irány t. i. a legjártabb út. *A legcsekélyebb ellentállás így szabja meg az izgalom útját a központi pályatömkeleghen.* Ezt értik a legcsekélyebb ellentállás elve alatt.

Az egyes ilyen pályakapcsolatok azonban csak lassan fejlődnek ki az új egyénben. Ezek kifejlődését, mintegy kiépü-



lését nevezik a németek *Bahnung*nak. A tanulás és tanítás, szoktatás, nevelés nem egyéb mint ily új kapcsolatok kialakulása, új reflexutak, új pályák kifejlesztése. Az emlékezetben való megtartás ép a pálya kijártsága fokától függ. A szokás hatalma az ily pályák kijártságát, a hozzájuk való megrögzött ragaszkodást jelenti. A reflexutaknak így egész egymásfölé rendelt hierarchikus rendszere fejleszthető ki, melyek újabb és újabb bonyolultabb kapcsolatokkal megakadályozzák előbbi kapcsolatok érvényesülését. Ezt teszi a nevelés. Ezen alapszik az egész nevelés. A nevelés oly tervszerű, célzatos beavatkozás az agyvelőre, erre a központi pályáösszerendező tömkelegre, hogy bizonyos pályák így s így kapcsolódjanak, s hogy e kapcsolatok állandóakká legyenek.

Mindebből igen természetes, hogy az egyes egyének szerint végtelen sok eltérés, változat képzelhető e központi pályakapcsoló hely, az agyvelő pályáinak útjaiban, lefutásaiban, melyek az egész egyén életét megváltoztatják. Apró különbségek e központi kapcsolatokban hatalmas különbségeket hozhatnak létre a szervezetekben. Így az egyéniség ép az idegrendszertől függ első sorban, ennek pályarendszerei s kapcsolatai sajátos összetételétől, mely lassan-lassan alakult ki az egyén élete folyásában s így ha Le Dantec azt mondja, hogy a felserdült ember mindannak eredménye, a mit azóta tett, hogy pete volt, olyanok szervei, a hogy használta, úgy legfőképpen áll ez az idegrendszerre, mert hisz ez az egész szervezet vezetője, s tekintve ezeket a sokszor nagyon sajátos, egyéni pályakialakulásokat, az ember igazán múltjának alkotása, a szó tegteljesebb értelmében.

Összefoglalva tehát: az idegrendszer az egész testet behálózó pályarendszer, mely bevívó és kivívó pályákból és ezeket a központban összekötő kapcsoló pályákból áll. A bevívó pályák a bevetítő mezőkre futnak a központban s oda vetítik az egész testből jövő izgalmasokat; a kivívó pályák a kivetítő mezőkről indulnak a központból s onnan vetítik ki az egész testbe az izgalmasokat az izomműködéshez vagy mirigykiválasztáshoz. A bevetítő mezőket a kivetítőkkal a kapcsoló pályák, vagy ereszték-pályák kötik össze a központban. A bevetítő s kivetítő pályák alkotják a vetítő (*projectio*) mechanizmust, a kapcsoló pályák a kapcsoló (*associatio*) mechanizmust. A vetítő mechanizmus be- és kivezeti az izgalmasokat; a kapcsoló mechanizmus tömkelegre átteszi a bevívó pályák izgalmasait a kivívó

pályákra. Fősjátsága már most e kettős pályarendszernek, hogy átvezet, átveszt izgalmakat és pedig azáltal, hogy bevívó pályán jövő izgalmat áttesz a kivívó pályák valamelyikére, visszahatást hoz létre a szervezet részéről a környezettel szemben, — fősjátsága tehát a visszahathatóság, a reagibilitas.

*Dr. Pekár Károly.*