

## AZ IDEGRENSZER PLASZTICITÁSA ÉS A NEVELHETŐSÉG

(Részlet egy nagyobb tanulmányból)

Írta: Király József, a Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi—Lélektani Intézetének adjunktusa

Az organizmusban a környezettől származó ingerek, benyomások elváltozásokat hoznak létre, ezek a benyomások az organizmusban rögzítődnek, majd szerzett tulajdonságokkal gazdagítják az organizmust, amelyek — tartósabb ismétlődés esetén — át is öröklődhetnek az organizmus utódaira. Az agyvelő, az idegrendszer strukturális viszonyait, a tudat tartalmának legalapvetőbb jegyeit döntően meghatározza, befolyásolja két tényező: a környezet ingerhatása és önmaga funkcionáltatása. Az idegrendszert, az agyvelőt, az ún. lelki működést tehát jellemzi a plaszticitás, az alakíthatóság elve, a környezet hatása maradandó elváltozásokat, »lenyomatokat« idéz elő az agyban, a funkció, a végzett munka pedig alakítólag hat vissza a funkcionáló idegre, a munkafolyamatot végző tudatra. Ezek a törvényszerűségek képezik a nevelés lehetőségeinek, optimisztikus távlatainak alapjait. A biológia, fiziológia, neurológia sok olyan tény birtokában van, amelyek a természettudomány oldaláról támasztják alá a mai neveléstudomány legfőbb elvét, az egyéniség, a jellem kibontakoztatásának, a készségek fejlesztésének, a sokoldalúan képzett ember nevelésének lehetőségét.

A tudomány története szerint i. e. az 5. században kibontakozó tudományos elmélkedést már foglalkoztatta az ember nevelhetőségének problémája, a velünk született adottságok és a nevelés viszonya. A plaszticitásra vonatkozó első megállapítások, ha egyes részleteiben naivak, vagy tévesek is, mégis sok figyelemreméltó gondolatot tartalmaznak. A szofisták feje, Protagoras, a nevelésről írott művében a természetadta képességeknek és a begyakorlásnak egyaránt szerepet tulajdonít. E kor tudományában találkozunk először a viasztábla (tabula rasa) hasonlattal is, amely Platon, Aristoteles és a stoikusok írásaiban is többhelyütt felbukkan. A környezeti benyomások rögzítésének elvét Platon szép hasonlatokkal fejti ki Theaitetos c. dialógusában, mesterének, Sokratesnek a szájából hallatva felfogását: »A lelkünkben egy viasztábla van: az egyikünkében kisebb, a másikunkében nagyobb, — ez egyikben tisztább, a másikban piszkosabb, — az egyikben keményebb, a másikban puhább, a harmadikban meg éppen megfelelő.« »Mindaz mostmár, amire emlékezni akarunk, mindabból, amit láttunk, hallottunk, vagy magunk elgondoltunk, belevésődik ebbe a viaszba, amelyet odatartunk az érzékek és gondolatok elé, mint mikor pecsétgyűrűvel valamire pecsétet ütünk. Ami belényomódik, arra emlékszünk, azt tudjuk, míg csak megvan a

képe. De ami kitörlődik, vagy ami nem jól vésődött bele, azt elfeledjük, és nem tudjuk.« (Platon Összes Művei, II. 169. Bp. 1943.)

E kezdeti megsejtések óta a plaszticitás, a nevelhetőség kérdése számtalan formában bukkant fel különböző társadalmak tudományában. A gyakorlat már régen eldöntötte az ember nevelhetőségének problémáját. Alkotó nevelőmunka csak olyan elvi állásponton lehetséges, amely hisz abban, hogy a nevelés döntő szerepet játszik az emberi egyéniség kialakulásában. Éppen ezért minden társadalom a maga módján igen sokat törődött az emberek nevelésével és a maga céljai érdekében igyekezett is sikerrel nevelni azokat.

Az elmúlt néhány évtizedben a fizioiógiai és neurológiai kutatás számos olyan figyelemreméltó tényrt hozott felszínre, amelyek alátámasztják a nevelés lehetőségében való hitünket. A nevelési gyakorlat hallgatólagosan eddig is feltételezte azt, hogy az ember egyénisége, tudata, idegrendszere formálható, képességeiben fejleszthető. Az említett kutatások azonban konkrétan mutatták meg a nevelhetőség alapjait az agyvelő, az idegrendszer plaszticitásáról, alakíthatóságáról szóló törvényszerűség kimutatásával és megfogalmazásával. A plaszticitás-tan legfőbb képviselője a pavlovi fizioiógiai iskola. Ez a tény már önmagában is rámutat a neveléstudomány és a fizioiógia egyes problémaköreinek összetalálkozására, felhívja a figyelmet arra, hogy a fizioiógiai, neurológiai nézőpont segítségére van a pedagógiának és a neveléslélektannak. E tanulmány célja: vázlatosan, mintegy illusztrálásul bemutatni olyan fizioiógiai és neurológiai észleleteket, amelyek az ún. lelki működések anyagában, az agyvelőben és az idegrendszerben bontakoznak ki a környezet, a munkafolyamat, a nevelés hatására.

Induljunk el egy pavlovi megállapítás nyomán: »A legfontosabb, legerősebb és legmaradandóbb következtetés, amelyet a magasabb idegtevékenység módszerünkkel való tanulmányozásából levonhatunk, a következő: az idegtevékenység rendkívüli plaszticitása, rendkívüli lehetőségei, mert semmi sem mozdulatlan, hajlíthatatlan, hanem minden megvalósítható, és állandóan helyesebb irányba változtatható, ha létrehozuk a megfelelő feltételeket« — írta 1932-ben »A fizioiógus válasza a pszichológusoknak« c. tanulmányában (Psychological Review, 1932. 39. 2.).

Ez a pavlovi elv és elsősorban az a többévtizedes kutatási eredményhalmaz, amelynek csak egyszerűsített foglalatja ez az előbbi idézet, kételyt ébreszt a gén-elmélet és a mélylélektan talajából fakadt teóriákkal szemben, amelyek a személyiségnek a konstitúciótól való függését, az átöröklésnek a végzettségét hangsúlyozzák. De ezen a ponton még nem állhatunk meg, hogy egyszerűen ellentmondunk a fatalisztikus tanoknak és sikraszállunk az egyéniség, a tudat, az idegi struktúra megváltoztathatóságának elve mellett. Továbbmenve és támaszkodva az idevonatkozó nagyszámú szaktudományos eredményre, felhívjuk a figyelmet a struktúra és a dinamizmus egységére, arra, hogy egy idegi struktúra megváltoztatását, fejlesztését a kérdéses struktúra munkáltatásával, egyes folyamatok begyakoroltatásával tudjuk elérni.

Az organizmusokban meghatározott funkciók elvégzésére meghatározott struktúrák alakultak ki. A funkció és a struktúra egymással kölcsönhatásban áll: a funkció fejleszti a struktúrát, a struktúra fejlődése viszont lehetővé teszi, hogy a funkció egyre tökéletesedjék. Az élő anyaggal foglalkozó tudomá-

nyokban a régebbi, statikus, merev szemléletmódot a dinamizmus funkcionális szemléletmódja váltotta fel. Ez a nézet elsősorban a »legmagasabban szervezett anyagra«, az idegrendszerre és agyvelőre vonatkozik. A pavlovi iskola az idegrendszer morfológiai fejlődését és működését funkcionálisan értelmezi, Pavlov rámutatott, hogy az idegrendszer minden feltárandó részecskéjének dinamikus jelentőséget kell kapnia, hogy összekapcsolhassuk a szerkezetet és működést.

Mi ennek a dinamizmusnak az alapja? Miben gyökerezik a struktúrákat formáló erő? A természet és társadalom állandó mozgásainak az idegrendszerre való hatásában, az ember állandó tevékenységében, munkálkodásában, a környezet, a külvilág mozgalmasságának sokrétűségében. Amivel foglalkozik az egyén és a faj, ahhoz idomulnak szervei, idegrendszere is. »Ki-kij saját agyvelejének a szobrása« — hangzik Ramon y Cajal spanyol agyanatómus képletes mondása. Ez a szemléletmód elvezet az emberi képességek dinamikus szemléletéhez: a képesség nem a sors, vagy valami felsőbb hatalom kifürkészhetetlen kegye. Miközben az ember mozgása által hat a rajta kívülálló természetre és megváltoztatja azt, egyúttal megváltoztatja saját természetét is. Kifejleszti a benne szunnyadó képességeket.

### A plaszticitás és a testi nevelés

Már régóta ismert tény, hogy az élő anyag egyik jellemző tulajdonsága, hogy specifikus funkcionális igénybevétele oly módon hat vissza struktúrájára, hogy további hasonló, vagy még erősebb igénybevételnek jobban megfelel, mint előzőleg. Az élő anyagban meginduló túlfejlődési, hipertrofikus folyamat ingere valószínűleg a funkció okozta sejtszétérés, vagy anyagcsere-termékek. Az érzékszervek akkor fejlődnek, ha működtetjük, ha tevékenység közben gyakoroltatjuk azokat. Az organikus szerkezetek tevékenység közben fejlődnek. Könnyen belátható és a mindennapi gyakorlatban is ellenőrizhető ennek az állításnak az igazsága, ha pl. arra gondolunk, hogy a kar, mint organikus szerkezet erősödik azáltal, ha munkáltatjuk, ha súlyemeléssel foglalkoztatjuk. Ha az erőkifejtési folyamat többször és rendszeresen ismétlődik, az organikus struktúra egyre fejlettebb és erősebb lesz. Radnai helyesen mutat rá, hogy nem közömbös a struktúra fejlődésére nézve, hogy milyen megterhelésnek, erőkifejtésnek, tehát milyen intenzitású funkciónak vetjük alá. A túl nagy megterhelés annyira igénybeveheti az organizmust, hogy a következő megterhelést már el sem viselné, valaki pl. úgy akarna súlyemelővé válni, hogy azonnal a legnagyobb súlyok, többszázkilós terhek emelgetésével kezdené. Szembetűnik itt a fokozatosság elve, kisebb és könnyen elviselhető megterhelések után kísérletezni az egyre nagyobb megterhelésekkel. Ezt pedig a helyes módszer — hogy a példánál maradjunk — a testnevelés, a tréning helyes módszere szabályozza. Hiba lenne azonban az is, ha a funkcionális igénybevételt, az erőkifejtést túl kicsinyre méreteznénk. Ebben az esetben nem fejlesztené mind erősebbé és erősebbé a struktúrát. Ugyancsak hibás módszer lenne, ha a fejlesztendő funkciónak alárendelt, vagy ahhoz csatlakozó kísérő jelenségek fogyasztanák el az erőkifejtés energiáját. Így többre kerül az állványok felállítása, mint az épület felépítése. Ilyen eset

fordul elő, ha valaki a jegyzetelésbe fárad bele és nem az előadás anyagának feldolgozásába, követésébe, vagy pl. a számolás segédeszközeinek a kezelésébe fárad bele, és nem a matematikai művelet elvégzésébe. Vagy külön emlékezetet konstruál az emlékezés kedvéért, mint néhány túlkomplikált mnémotechnikai módszer teszi.

A megterhelés intenzitását és irányát a pedagógia módszereinek kell szabályoznia. Csak a tervszerű, céltudatos nevelő- és oktatómunka tudja a dinamizmus és struktúra kölcsönhatásának lehetőségeit helyesen kihasználni, a társadalom és az egyén előbbrejutásának, fejlődésének szolgálatába állítani. Az előbbi példákkal kapcsolatban is a nevelés hívhatja fel a figyelmet a célszerű funkcionális megterhelésre, az optimális megerősítésre. Ez annyit jelent, hogy ismerni kell a struktúra és a funkció arányát, azaz — az előbbi példánál maradva — a testi erőt és a súlyemelés konkrét feladatát s a két komponens ismeretében tudhatunk csak erőnkkel úgy gazdálkodni, hogy azok egyrészt lehetőséget adnak a feladat gyors és eredményes elvégzésére, másrészt edzik, fejlesztik a struktúrát azáltal, hogy a megszokottnál valamivel nagyobb erő kifejtésre, tehát pl. az izomelemek hipertrófiájára sarkallják.

Mozgatószerkezeti differenciálódások és hipertrófiák makroszkópiusan is tanulmányozhatók. Bonctani leletek szerint a mozgatószervek, az izmok, az inak, ízületek, mozgást innerváló idegek is a testi szerkezet bizonyos általános egyformaságán belül szerfelett gazdag változatok sorozatát mutatják. R a n s c h b u r g szerint az egyéniség változatainak perifériás feltételeit jelentik ezek a szomatikus differenciák. Pl. a közös ujjhajlító izmok egyik egyénnél már magasan az alkaron válnak az egyes inak számára külön kötegekké, a másikon pedig csak egészen mélyen: a kéztő felé adnak le külön inakat. Ugyanígy egyénileg változó berendezéseket találni más izmok és inak révén az újjak feszítésére, egymástól való eltávolítására, vagy közelítésére. Meglepő egyéni változatokat mutathatnak a mozgató idegek az egyes idegágak számban, amelyek az egyes izmokat, ill. azoknak külön feladatot végző tagozatait működtetik. R a n s c h b u r g megfigyelése szerint pl. öt felnőtt egyén boncolt felső végtagján a hosszú hüvelykhajlító izmot más és más számú idegágak látták el, az első esetben egy, a másodikban öt, a harmadikban ismét egy, a negyedikben és ötödikben két-két idegág végezte az izom működésének szabályozását, innervációját. Az egyéni különbségek tekintetében nagy számban vannak bonctani leletek. E megfigyelések hiányossága, hogy az esetek nagy részében csupán a strukturális különbséget konstataáltak, de kevéssé végeztek kutatásokat arra nézve, hogy ezeket a különbségeket, hipertrófiákat mennyiben idézte elő funkció, ill. milyen specifikus funkció; továbbá mennyiben játszottak közre más, pl. örökletes tényezők. Észleletei nyomán R a n s c h b u r g is megállapítja, hogy egyik kéz szinte a művészi zongorajátékra termett, míg a másik azt hosszas, fárasztó gyakorlatozás után is csak tökéletlenül végezheti, sajnos azonban adós marad annak a megállapításával, hogy ezek a feltételezések valóban érvényesültek-e a boncolt egyén életében, hogy speciális igénybevételnek a szerepe milyen fokú volt?

A sportteljesítmények, a tréninghatás biológiai és fiziológiai vizsgálata is sok adatot szolgáltat arra nézve, hogy makro- és mikroszkópiusan egyaránt

észlelhető strukturális elváltozásokat, hipertrófiát idéz elő az állandó és módszeres edzés. Ezek az észleletek ma már szinte közhelyszerűen ismeretesek, ezért nem szükséges ezekre példákat felsorolni. A sportolás gyakorlata azonban a begyakorolt mozgássorokkal kapcsolatban arra mutat, hogy a funkcióknak is sajátos mozgássorok plaszticitásuk van. Egy begyakorolt mozgássor elemeit feltételes reflexeknek tekinthetjük, amelyeknek a mozgások koordinálásában van nagy szerepük. A sportszerű mozgások nagyrészt összetett mozgások, amelyek több mozgáskomponensből állnak ha az egyes mozgáskomponensek egymással szerves kapcsolatba lépnek, elég a feladat célképzete ahhoz, hogy a begyakorolt mozgásforma meginduljon és a feladat végrehajtódjék. Ez a magyarázata annak, hogy kellő gyakorlat, tréning után az igen nehéz mozgásformákat, cselekvéssorokat is könnyűszerrel tudjuk végrehajtani.

Egy kezdő sportoló tevékenysége a gyakorlottétól egyebek mellett abban is különbözik, hogy feladata végzése közben sok és felesleges kísérőmozgást végez. Az agykéregnek a feladattal kapcsolatos ingerelt, izgalmi állapota nem marad egy pontban, hanem más agyrészeket is mozgásba, az izgalom állapotába hoz. Ez az irradáció stádiuma. E más agyrészek, más neuronok izgalma természetesen kihat az azokhoz tartozó izmokra, így keletkezik a szükségtelen mellékmovgások sorozata. A tréning ebben az esetben nem folyik le ökonómikusan, nagyobb izommunkát, több erő kifejtést vesz igénybe, ugyanakkor a cortex, a ganglionsejtek is több izgalmi energiát használnak fel. Később az állandó gyakorlás folyamán a feladat végrehajtásához feltétlenül szükséges kérgi centrumokra koncentrálódik a folyamat, ezért fokozatosan kiesnek a mellékmovgások. A tanulás, a gyakorlás folyamatának ez a második fázisa a koncentráció, ahol az izgalmi és gátlási folyamatok még nem válnak el teljesen egymástól, mindenesetre környező kortikális részekre ekkor az izgalom már nem terjed szét. A tanulás, gyakorlás utolsó fázisa a mozgásbeidegzés atomizálódása, amikor az agyi folyamatok már csak a mozgássorhoz feltétlenül szükséges agyrészekben mennek végbe. Az izgalom és gátlás pontosan rendezett lefolyásán keresztül alakul ki az agyban az ún. mozgáskészség, a dinamikus-motorikus sztereotípiá. A mozgássor az egymásra következő feltételes reflexek láncolata, amelyben minden reflex az utána következőt váltja ki. Az így begyakorolt mozgás már alig fáraszt, mert csak a legszükségesebb apparátus működtetésével minimális energia használódik el. A funkcionalizmus elve azonban a megszilárdult mozgássorokra továbbra is érvényes. Minden feltételes reflex a megszilárdulás után is változtatható, fejleszhető, tehát bizonyos plaszticitása van, tehát a mozgáskészségek is bizonyos plaszticitással rendelkeznek. Ezen alapszik, hogy a begyakorolt, már automatikusan lefutó mozgássorokat utólag, más követelmények hatására meg tudjuk változtatni, habár a már egyszer rögzített cselekvéssor átrendezése, megváltoztatása nem könnyű feladat. Begyakorolt, meg rögzített rossz módszerek pl. ezért tudnak makacsul sokáig zavaróan hatni az új, a helyes megtanulásánál. Kétségtelen tehát, hogy funkciócsoportok átrendeződése, irradált állapotból való koncentrálódása, a rögzítettség fokának elérése után is bekövetkező elmosódás, vagy továbbfejlesztés tényei feljogosítanak bennünket arra, hogy a funkciók funkcionála-

lizmusáról beszéljünk. Ezért tulajdonít a sporttudomány is újabban mind nagyobb szerepet az idegi állapotok, mozgások jelentőségének egy-egy sportteljesítmény elérésében. (J. Nöcker: Bedeutung des Nervensystems für die Körperübungen; Grundriss der Biologie der Körperübungen, 333—336; Berlin, 1956.)

### A plaszticitás és a neurológia

Ha az eddig ismertetett tényanyagnál megállnók, akkor közhelyszerűen hangoztatnánk ma már általánosan ismert tényeket. A plaszticitás-elv helyességét a legutóbbi évek idegszövet-tani kutatásai ugyanis jelentős törvényszerűségek megfigyelésével támasztották alá. A neurohisztológia odáig fejlődött, hogy mikroszkópikus-szövet-tani és az idegrendszer anyagcseréjére vonatkozó megfigyelésekkel konkrétan rá tud mutatni azokra a strukturális, morfológiai elváltozásokra, többet, amelyek specifikus idegfunkciókra az idegelemekben létrejönnek és amelyek — jelen élettani ismereteink szerint — újabb, ugyanott áthaladó ingerületek részére előnyösebb feltételeket teremtenek.

A modern neurofiziológiai kutatás egyetlen synapsissal rendelkező idegpályákra vonatkozóan is kimutatta, hogy rövid időközökben megismétlődő funkcionális igénybevétel aránylag igen hosszú időre képes megváltoztatni az illető pálya működési sajátosságait. Ez a változás annyira tartós, hogy annak alapját jelentős strukturális változásnak kell képeznie, amely egyes esetekben belül eshet morfológiai észlelésünk határain. Ez a gondolat sokkal durvább formában ugyan már régebben is felmerült. Az idegelemek alakját megismerve arra gondoltak ugyanis, hogy az idegrendszer komplex működését az idegelemek közötti kapcsolatok morfológiai elváltozásaira vezessék vissza. Azt gondolták, hogy az idegelemek a möboid mozgásukkal hol megszakítanak, hol helyreállítanak bizonyos kapcsolatokat.

Ma már világos, hogy ezek a strukturális elváltozások sokkal finomabbak s könnyen megközelíthetők az idegrendszer anyagcseréjének oldaláról. Kimutatták, hogy az idegsejt működésekor hatalmasan fokozódik annak fehérjeszintézise. Fokozott funkcionális igénybevételnél a neuron fokozott mennyiségben termeli felépítési anyagát, rostja vastagabb, végfácskája tömegesebb és ezzel vezető, más neuronokkal összekapcsoló synaptikus felülete nagyobb lesz. Eccles és Rall 1950-ben kimutatták, hogy egyugyanazon synapsis aránylag hosszú időre megváltozott funkcionális tulajdonságokkal bírhat. Feltetelezik, hogy közben a végtalp megnőtt, vagy hozzávezető rostja megvastagodott, vagy a kontaktusa a sejttel szorosabbá vált. Tehát az ingerületet a kérdéses idegelem gyorsabban fogja vezetni és előnyösebb feltételek mellett fogja átadni, mint az a neuron, amely nem vesz részt a funkcióban. Ezek a vizsgálatok olyan jelentős kezdeményezésekre épültek, mint a spanyol Ramon y Cajal-é, az orosz Lavrentyev-é, az angol Ariens Kappers-é és amelyeket most J. C. Eccles, W. Rall, D. P. Lloyd, a magyar kutatók közül Szentágothai János végeznek.

Az idegrendszer funkció által kiváltott »hipertrófiájára« évtizedekkel ezelőtt Ramon y Cajal hívta fel a figyelmet. Szerinte a szellemi mun-

kával együtt jár a protoplazmnyúlványok és a collateralisok növekedése, valamint számuknak gyarapodása is. Cajal megfigyelte, hogy egy idegsejt neuritjének átvágása után az átvágás helye felett eredő collateralisok és azok végződése erősebben fejlődnek. E jelenséget aktivitási és pótló — az ingerületet kerülő útra vezető — hipertrófiának fogta fel.

Az évtizedekkel ezelőtti irodalom igen sok adatot sorol fel az az aktivitási hipertrófiára, a funkció által előidézett túlnövedésre és az inaktivitási atrófiára, azaz a funkcióhiány miatti fejlődésbeli visszamaradásra. Ezek az adatok azonban nem egyértelműek és nem adnak félreérthetetlen választ a problémakörre. Vonatkozik ez elősorban azokra a megállapításokra, amelyek a funkcionális hipertrófiát makroszkópiusan is észlelhetőnek vélték, azaz az agykéreg gyrusaiban és sulcusaiban, sőt a koponya alakjában, bizonyos »dudorokban« minden finomabb elemző vizsgálat nélkül is kimutathatónak tekintették a hipertrófiát.

Ma már világosan látjuk, hogy ilyen szemellátható, makroszkópius hipertrófiákat funkció aligha idézhet elő az idegrendszerben. A jelen kutatások kétségkívül bizonyítják, hogy az idegelemek fejlődésének előrehajtó tényezője a funkció, azonban ennek bizonyítékait a folyamatok természetéből eredően csak rendkívül finom vizsgálatokkal találhatjuk meg.

A problémakör kutatásának újabb történetében igen jelentős az ún. transneuronalis atrófia jelensége. E jelenség abban áll, hogy késői magzati korban elszenvedett idegrendszeri sérülések folytán nem csupán a sérült neuron maga, de távolabbi, ezzel összefüggő más neuron-rendszerek is funkcionális, sőt strukturális gátlást szenvednek, azaz fejlődésükben visszamaradnak. E jelenség szövettani elemzése tekintetében igen jelentősek Miskolczi Dezső vizsgálatai (1938), amelyek kimutatták a transneuronalis atrófia tényét, ill. körülményeit.

A transneuronalis degeneráció jelenségei kétségkívül utaltak arra, hogy a specifikus funkció, mint progresszív tényező szerepel az idegrostok differenciálódásában. Mi sem valószínűbb, mint az, hogy a synaptikus felület nagyobbodásának szintén előrehajtó tényezője a funkció. Joggal feltételezték, hogy erős funkcionális igénybevétel hatására az idegvégződés és ezzel együtt a synaptikus felszín növekedni fog; fordítva, funkcióhiányában csökken. E feltételezés helyességét, s synaptikus átvezetőképesség növekedésének tényét a legutóbbi néhány év neurohisztológiai kutatásai fényesen igazolták. Eccles és Rall 1950-ben, Eccles és McIntyre 1951-ben közölték ezzel kapcsolatos megfigyeléseiket. Pontosan ugyanezt észlelték mások is egyszynapsisos reflexíven, tehát olyan helyen, ahol az átvezetőképesség funkcionális növedését nem lehetett más mechanizmusra visszavezetni. A Lloyd és Eccles által felfedezett ún. post-tetanicus potentiatio is azt bizonyítja, hogy az idegsejten, vagy roston áthaladó impulzusnak maradandó nyomot kell hagynia fizike-kémiai, vagy akár mikroszkópius-anatómiai értelemben.

E problémakör tisztázásában pedagógiai és pszichológiai vonatkozásokban is igen jelentős eredményeket ért el a neves neurohisztológusunk, Széngóthai János. Kimutatta ugyanis, hogy egy perifériás beidegzési terület elpusztításakor az elsődleges idegközpontokban a sejtek vezető, synaptikus.

felülete 30—40 %-kal csökken. Tehát ha elroncsoljuk az érzékszervet, összezugorodnak, a fejlődésből kiesnek azok az idegelemek, amelyek az elroncsolt végkészüléktől vezetnék az ingerületet; ellenkezőleg: ha egy idegpályát funkcióiban erősen foglalkoztatunk, akkor kimutatható a foglalkoztatottság, a gyakorlás fiziológiai, neurohisztológiai alapja, az idegelemek morfológiai fejlődése, a synaptikus felületek növekedése.

Az idegelemek kimutatott morfológiai elváltozásaihoz valószínűleg sokmillió ingerületi hullám áthaladása szükséges. Ez a nagy ingerületi szám csak látszólag nagy és az idegrendszer tevékenységében könnyen elérhető, mert az agykéreg neuronjainak kapcsolása ugyanis olyan rendszerű, hogy néhány neuronon befutó ingerület néhány kapcsolódás révén már több millió neuron izgalmi állapotát idézi elő.

A bemutatott adatok szerint több ezer, vagy több millió ingerületi hullám átvezetése után észlelhetők a neuronokban morfológiai elváltozások, de fel kell tennünk, hogy néhány ingerületi hullám áthaladása is idéz elő olyan finom strukturális, biofizikai, vagy biokémiai átalakulásokat, amelyek molekuláris és szubmikroszkopikus szinten mennek végbe és ezért egyelőre kívül esnek az exakt tudományos tapasztalat határán. Hogy ez valóban így van, arra bizonyíték a feltételes reflex, egy bármily egyszerű kondicionálás, kapcsolatlétesítés az idegrendszerben. Ha néhányszori impulzushullám nem idézne elő változást az idegelemekben, akkor nem épülne ki új összeköttetés az idegrendszer egyidőben ingerelt két pontja között, azaz nem jönne létre egy egyszerű feltételes reflex.

E tények ismeretében ma már világosan áll előttünk az idegrendszer azon sajátossága, hogy egyszeri, vagy ismételten lezajlott idegi folyamat maradandóan, vagy hosszabb időre előnyösebb feltételeket teremt ugyanazon rendszerben később lezajló hasonló folyamatok számára. Mivel ez elemi jelenségben végső fokon az emlékezés funkciójának alapelemei is adva vannak, a nevelhetőség, a készség-képességfejlesztés problémakörén kívül a pszichológia oldaláról is nagy érdeklődésre tarthat számot az asszociáció, az emberi feltételes reflexek kialakulása kérdésében.

A funkcionális szemléletmód egyre nagyobb mértékben való érvényesülésére mutat, hogy a dinamizmus és struktúra kölcsönhatásának problematikája az utóbbi években egyre inkább foglalkoztatja a szakembereket. Több jelentős részletmegfigyelés született. Csillik és Sávoy, a Szegedi Orvostudományi Egyetem Anatómiai Intézetének munkatársai pl. megfigyelték az idegi funkció szerepét az izmok fermentrendszerének képződésében. Az izom fermentrendszere elbontja az acetilcholint, ezáltal az összehúzódtott izomrost újra elernyed, tehát a fermentrendszer az izommozgásokban nélkülözhetetlen. Egy izom mozgató idegének átvágása után azt tapasztalták, hogy az izomrost fermentrendszere, amely a mozgató idegtől átveszi az impulzust, néhány hónap alatt teljesen szétesik. Amikor az ideg regenerálódik, belenő az izomrostba, akkor az izomban ismét kifejlődnek az előbbi fermentrendszerek, hogy az idegimpulzust újra átvehessék.



### A dinamizmus és struktúra kölcsönhatása és az ontogenezis

Mintegy fél évszázada az agy kutatás több irányban specializálódott. Mindenekelőtt vizsgálták az agyvelő sejtállományát (cito-architektonika), az idegrostokat burkoló, szigetelő velőshüvelyeket (myelo-architektonika), az egyéb idegszálakat (fibrillo-architektonika) és az agyvelő érellátását (angio-architektonika). Ezekben a vizsgálatokban az onto- és filogenezis szempontja is érvényesült, a vizsgálatokat a szerkezeti fejlettség alapján Flechsig myelo-architektonikus, Vogt, Brodmann és Economo fibrillo-angio-cito-architektonikus szempontból végezte el. Sok más szerzővel együtt Flechsig főleg az agykéregsejtek myelin-hüvelyének beérési sorrendjét és fokozatait. O. Vogt, Brodmann és Economo pedig különböző festési és edző eljárások segítségével az agykéregben levő idegszálak, hajsálak, valamint az idegsejtes elemek finomabb szerkezeteit vizsgálták át.

Azóta a kutatások jelentősen kiszélesültek és igen finom vizsgálati eljárásokkal derítették ki az idegelemek, az idegrendszer egyes részeinek, pl. az idegrostoknak a fejlődését az ontogenezis, az egyén fejlődése során. Az idegrostok vastagsága az élet folyamán tekintélyes mértékben növekszik, egyes szerzők szerint még a test általános növekedésének befejezése után is. Minden idegrost fejlődése elején igen vékony és velőhüvely-nélküli, majd fokozatosan megvastagszik, szigetelőburka, velőhüvelye kifejlődik és még később is hosszú ideig vastagodik. Ugyanez következik be az idegrendszer regenerációja alkalmával is, amikor a periferiás idegcsomókba benövő idegrostok eleinte velőtlenek, majd velőhüvelyük vastagodik s végül is vastag velőhüvelyes rostokká válnak.

Ismeretes, hogy az agykéreg myelo-architektonikája a születés utáni első hónapokban még hiányosan fejlett, a második életév végére viszont a rostokat burkoló velőhüvelyek már csaknem teljesen kialakulnak, habár a myelinfejlődés ekkor még nem áll meg, hanem kisebb mértékben — egyes adatok szerint — még évtizedekig is továbbfejlődik. E velőhüvely-burkoknak az idegimpulzusok vezetésében rendkívüli jelentőségük van, ezek segítségével történik az ingerület pontos, izolált útja idegi, vagy egyéb organikus apparatusok között. Ha valamilyen oknál fogva a kéreg myelo-architektonikájában, strukturális állományában fejletlen marad, mint pl. az idiotizmusnál, akkor csak igen nehezen alakíthatók ki feltételes reflexek, e kialakult reflexek pedig igen stabilak, nehezen mosódnak el. Panferov kísérletében idiotánál hangra fájdalomi ingert adott, hatszori kondicionálás után kialakult a fájdalomi ingernek megfelelő mozdulat. A kialakult feltételes reflex annyira stabillá vált, hogy két év alatt sem szűnt meg, noha soha többé nem nyújtották együtt a hangot a fájdalomi ingerrel. A nagykéreg, fejletlensége folytán elveszítette a külvilághoz való alkalmazkodóképességét, éppen ez jellemző az idiotizmusra is.

Kimutatták, hogy az idegrostok myelinizációja összefüggésben áll az egyén funkcióival. Fejlődéslélektani, gyermekpszichológiai szempontból igen nagy jelentőségű ez az összefüggés. Egyes szerzők, pl. N. I. Kaszatkina a feltételes reflextan, a magasabb idegműködés pavlovi felfogása alapján mutatott ki pedagógiai szempontból is fontos törvényszerűségeket. Kaszatkina



utal arra a tényre, hogy az idegpályákat, rostokat burkoló myelin-réteg fejlődése a gyermek funkcióitól függ. Ha adott agyi funkciót megjelenésének szokásos időpontja előtt kiváltunk, ez meggyorsítja a kérdéses idegpályák fejlődését, myelinizációját, és megfordítva: a funkciók kiiktatása hátráltatja az idegrendszer morfológiai fejlődését.

Előbb már utaltunk arra, hogy a kutatások irodalma bemutat olyan észleleteket is, amelyeknél az aktivitási hipertrófia, tehát a funkció által előidézett strukturális továbbfejlődés sokkal nagyobb méretű lett volna, mint az eddigiekben ismertetett megfigyeléseknél. Természetesen itt nem gondolhatunk olyan meghaladott, csak tudománytörténeti érdekességű nézetre, mint a galli iskola felfogása a múlt század elején arról, hogy az agyvelő nagysága és az intelligencia között párhuzamosság, egyenes arány látható. Ennél sokkal hiteltérdemlőbbek azok az adatok, amelyek arra vonatkoznak, hogy egy körülhatároltabb képesség, ill. évtizedekig művelt funkciócsoport nagyobb méretű aktivitási hipertrófiát idézne elő az agyban. Extrém, tehát egyrészt zseniális, nagyteljesítményű, másrészt fejlődésében visszamaradt beteg agyvelők kerültek már régebben az érdeklődés központjába abból a célból, hogy az agyvelő struktúrája és a zsenialitás, ill. a csökkentértékűség között van-e valamilyen összefüggés? Erre célzott M o n a k o v is, egy königsbergi kongresszuson mondott beszédében: »Alig akad még egyéb élettani probléma, amely olyannyira általános jelentőségű volna, egyben amelynek teljes megoldásától még mindig annyira távol volnánk, mint egyrészt zseniális, másrészt a beteg agyműködések lokalizációs tana«.

A kérdés úgy bukkant fel, hogy tehetséges, kiemelkedő embereknél a speciális tehetség az agyvelő valamilyen irányú többletével járna együtt. Ha ez valóban így volna és ha ezt a többletet koncentrált, hosszú évekig intenzív funkciócsoport agyi visszahatásaként értelmezhetnénk, akkor újabb bizonyítékokra lelhetnénk a dinamizmus és struktúra kölcsönhatásának kérdésében. A szakirodalom pedagógiai utalások nélkül évtizedek óta ismertet ilyen eseteket, ezeknek azonban nincs egyértelmű bizonyító erejük, ezért az aktivitási hipertrófiának e szinte makroszkópikus észleleteit igen óvatosan lehetne csak gondolatmenetükbe beilleszteni. Az idevágó irodalomban ugyanis tömérdek részletadatot találunk, amelyek azonban egymásnak nagyrészt ellentmondó töredékek, így még mozaikszerű képet is alig nyújtanak, nemhogy egységes és racionális rendszerré lehetne ezeket az észleleteket összefogni. Ez adatok nagyrésze a magasabbrendű agyi központok durva szövettani módszerekkel észlelhető tömegjelenségeire vonatkozik, egész agyvelőrészek, pl. homlokagy méretbeli túltengésére, vagy épp ellenkezőleg, redukciójára. Ez észleletek nagy részénél nincs igazolva a funkcionális eredet, más és más térvizonyok a koponyában más- és más fejlődési lehetőséget teremtenek. Amint finomabb szövettani módszerekkel közelítették meg ezeket az eseteket, az észleletek egymásnak igen ellentmondóak lesznek. Az egyes agyrészek, neuronok szeszélyes sokfélesége és az észlelt esetek aránylag kis száma csak növeli az ellentmondásokat.

A hiba azonban nemcsak abban van, hogy a gyakorlati kutatási észleletek nem egyértelműek s a vizsgálati módszerek sem voltak mindenben kielégítőek, hanem egyes szerzők elvileg is téves álláspontra következtek

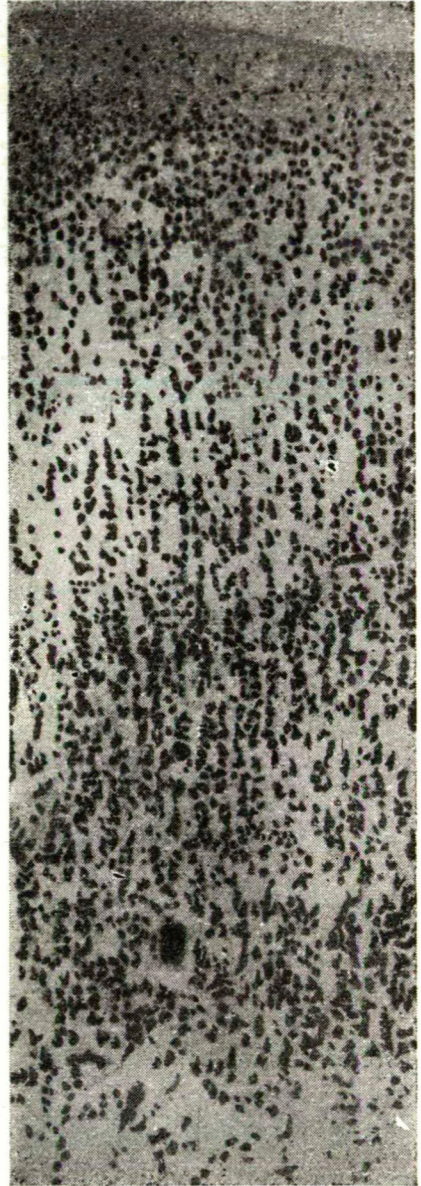
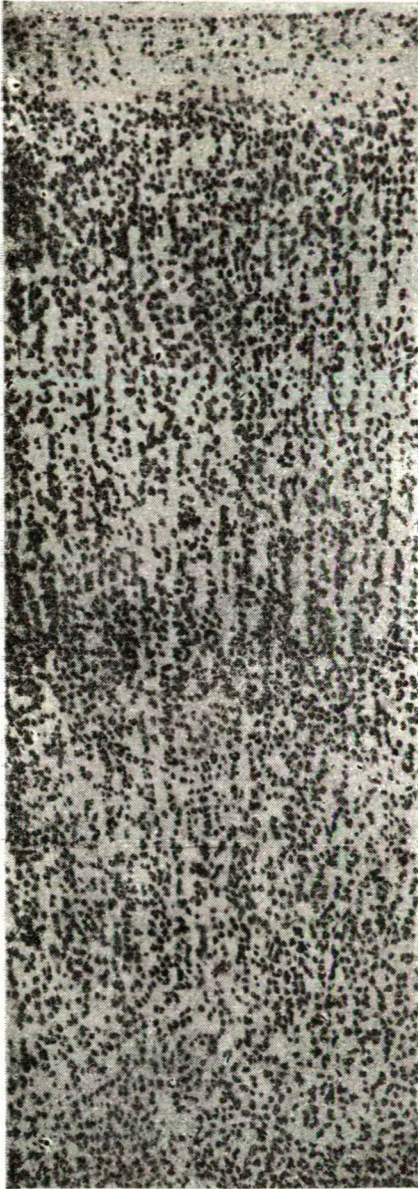
tapasztalataikból, vagy eleve téves elvekből indultak el. Bármennyire becsüljük is pl. a neurológus Schaffer Károly munkásságát, álláspontjának determinizmusa és mechanisztikus volta csökkenti állításainak hitelét. Schaffer ugyanis arról ír, hogy a zseniáltság meghatározott agyvelőrésszerkezeti és területi túlkifejlődéséhez kapcsolódik s így nyilvánvaló — folytatja — hogy az emberi elmetehetség az agyi organizáció függvénye és mint ilyen, a természettől elve megszabottnak, determinálnak tekintendő. (Schaffer: A lángész, Bp. 1938. 12.)

Ezek a szerzők azonban elvi következtetések problematikusága mellett is — figyelemreméltó tapasztalatokat írtak le. Néhány idevágó észleletet az alábbiakban bemutatunk, rámutatva azok eddigi értelmezési hibáira.

Tipus eset szinte ebben a vonatkozásban Nagy Jánoshoz, az első világháború alatti évek kitűnő hegedűművészehez fűződő észlelet, amelyet Somogyi István ismertetett.

Nagy János 1908-ban született vidéki iparos családban. Apja, aki hegedűn játszott, 3—4 éves korában felfedezte, hogy fiának abszolút hallása van s ettől az időtől kezdve hegedűlni taníttatta. Tanulmányaiban olyan gyorsan haladt előre, hogy már tízéves korában felvették a Zeneakadémiára, ahol páréves tanulmányi ideje alatt olyan tüneményes zenei intelligenciáról és olyan hatalmas technikai képességről tett tanúságot, hogy a kor nagy hegedűművészeivel, Flesch Károllyal és Hubay Jenővel együtt emlegették és fejlődéséhez rendkívüli reményeket fűztek. Játékának mélyes és megdöbbentő komolyságával, amelyhez szinte elképzelhetetlen technikai tudás járult, sok kiforrott művészt felülmúlt. 12 éves korában Paganini etűdjeit túl könnyűeknek találta és átdolgozta a maga számára olyan nehezekké, hogy azok az átiratok mások számára jóformán játszhatatlanok voltak. Akkori zenei szakemberek úgy nyilatkoztak, hogy Paganini hegedűművei úgy volnának teljesekek, ahogy azokat Nagy János játszotta, ill. átírta. A hegedűjátékban különleges egyéni technikai módszerei voltak, egyes zenei kifejezőmódjai a használatos hangjegyekkel és zenei jelekkel nem is voltak visszaadhatók. Zenei tehetségén kívül csodálatos nyelvtelhetség is volt, angolul állítólag két hónap alatt tanult meg egyedül. Kiejtése kitűnő volt, ami kapcsolatos azzal, hogy minden hangzásbeli sajátosság valósággal izgatta érdeklődését. Hollandul is jól beszélt, állítólag a hangzás kedvéért hallás útján a héber nyelvet is elsajátította. Számátalan hangversenyt rendezett a fővárosban és a csodagyermeki pályája hatalmas ívben készült fellendülni a zseniális művész világkarrierjévé, amikor életének tragikus katasztrófa vetett véget, 1922-ben, 14 éves korában Budapesten autóbaleset áldozata lett.

Nagy János agyi boncletele sajátos tekervény- és barázdaképződést mutatott. A középső halántéki tekervény rendkívül széles, mindkét oldalon különösen a halántéki tekervényben, a hallás agyi központjában észleltek igen szembetűnő hipertrófiát. Ugyancsak mindkét féltekén feltűnő szélességű volt a girus supramarginalis, ugyancsak a girus angularis is. Mindkét féltekén szembetűnő volt továbbá a homloklebeny erőteljesebb barázdáltsága, különösen a Sylvius-féle hasadék (fissura cerebri lateralis) elülső villái közé eső háromszögű rész (pars triangularis) szélessége és főleg boldogult erős tagoltsága.



Két mikroszkópikus felvétel az agy akusztikai centrumából azonos nagyítás mellett. A baloldali átlagos ember, a jobboldali Nagy János hallócentrumának metszete. (Somogyi I. Monatschrift für Psych. u. Neur. 1930.)

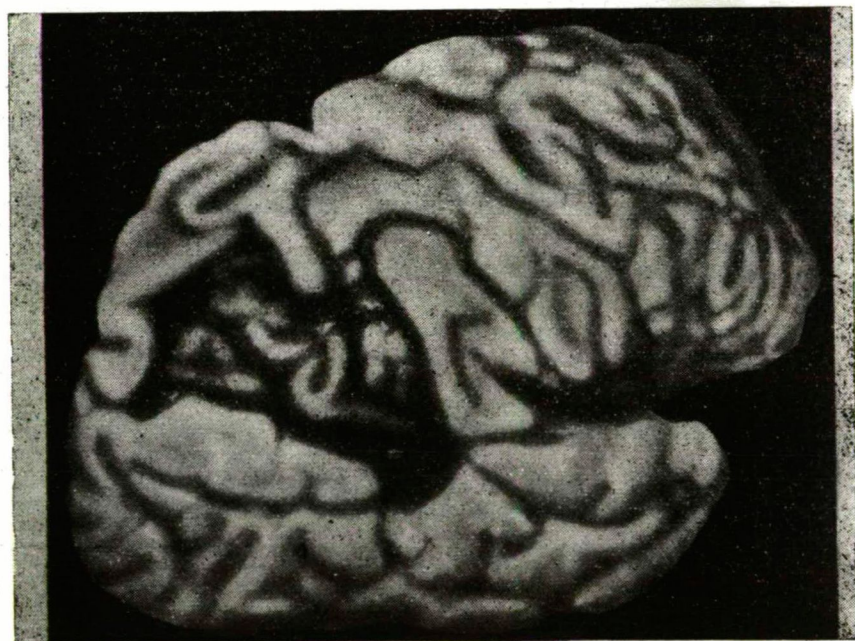
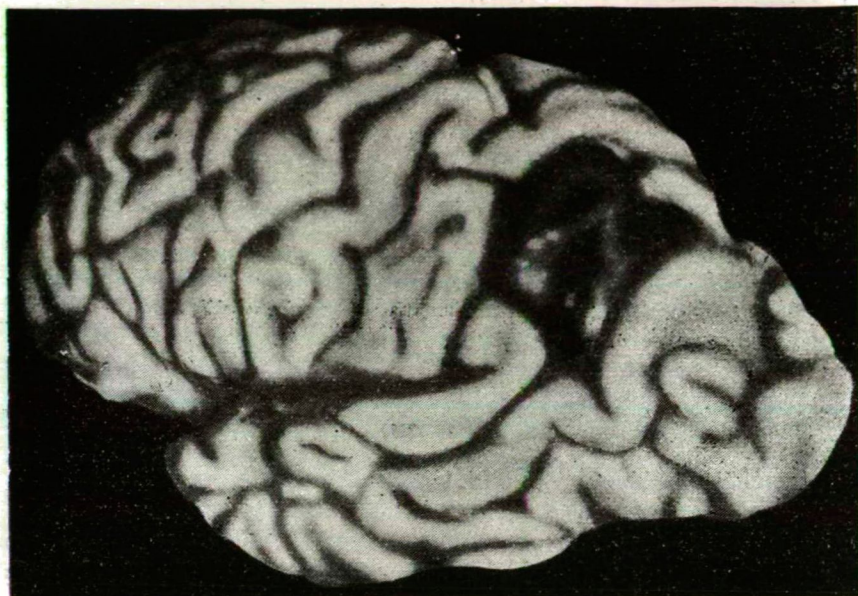
A felszíni kialakulás mellett szövettanilag megvizsgálták az agyvelő finomabb szerkezetét is és azt találták, hogy a hallócentrum a bal féltekében feltűnően testes idegsejtekből állott, bár az idegsejtek számbelileg a rendés viszonyoknak megfelelőek.

Sántha Kálmán megvizsgálta a híres számológépművész, Frankl Móríc agyát. Ezzel történt öt éves korában, még mielőtt iskolába járt volna, hogy egy üzletben a hangosan számoló eladót arra figyelmeztette, hogy összeadásának eredménye hibás és azonnal meg is mondta a helyes eredményt. A kis Frankl Móríc hatéves korától fogva atyja kíséretében impresszárióval járta a világot, bemutatva nagyobb városokban feltűnő kalkulátor képességeit. A számjegyeket csak ezekben az években kezdte megismerni, amikor már néhány éven át híres számológépművész volt. Mindent a hallás után rögzített, kitűnő emlékezőtehetsége volt. Mutatványai közé tartozott 4 jegyű szám szorzása 4 jegyűvel, 8 számjegyű osztása 4—5 jegyűvel, 4 jegyű szám négyzetreemelése és 3 jegyűnek köbreemelése, négyzetgyökvonás 8 jegyű és köbgyökvonás 12 jegyű számból, számtani és mértani haladványok, többismeretlenű egyenletek megoldása, végül tetszés szerinti időtartam átszámítása másodpercekre.

Frankl Móríc agyának feldolgozásakor Sántha Kálmánnak feltűnt az alsó fali lebeny középső harmadának (gyrus angularis) rendkívül gazdag tagozódása a jobb agyféltekében, amely a bal féltekének azonos pontjához viszonyítva feltűnő terjedelmű volt. A jobb féltekén a gyrus angularis több, mint kétszerese volt a baloldalinak. E részekben az idegsejtek a rendesnél nemcsak jóval sűrűbben voltak, hanem testesebb voltukkal is kitűntek. Sántha és Schaffer a gyrus angularis hipertrofiáját a rendkívüli számolási képességnek tulajdonították és ezt a kérgi részt tekintették a számolási műveletek agyi központjának, ún. kalkulátor-központnak. E feltételezésük bizonyítására azt hozták fel, hogy pl. a gyrus angularis lövési sérülése a kalkulációt, számolási képtelenséget eredményezett.

Úgy hisszük ez az állítás ma már tarthatatlan. A legújabb felfogás a régi fix-lokalizációs teóriával szemben, amely az agykérget egymástól mérve elhatárolt parcellákra osztotta, a kéreg funkcionális egységét hangsúlyozza, tehát olyan absztrakt és komplex folyamatoknak, mint számolás, a matematikai funkciók, nincs külön központjuk az agyvelőben. A kérdés Frankl Móríc-nál az, hogy ha észleltek is bizonyos hipertrofiát az agyában, mi okozta ezt és hogy ezek a hipertrofizált területek milyen pszichés funkciókhoz kapcsolódnak? E kétegy kiterjeszhető a többi, különösen a régebbi irodalomban nagy számban közölt tapasztalatra is.

Ezek a vizsgálatok is rendkívüli, de többnyire egyoldalú tehetségek agyára vonatkoztak. Ezekben az esetekben is állítólag mindig kimutatható lett volna a kérdéses képességgel összefüggő agyterület magasabb differenciáltsága. Így pl. Duval megfigyelése szerint Gambetta, a szónok agyában a beszéd-központok hipertrofizálódtak, a Broca-féle tekervény szinte megkettőződött. Sugárnak a század elején végzett vizsgálatai szerint Szilágyi Dezső politikus, igazságügyminiszter, kiváló szónok agyában a homloki tekervények feltűnő gazdagságát és a beszéd-centrumok jelenlétekeny kiszélesedését lehetett megfigyelni.



Frankl Móric agyvelejéről készült felvétel. A gyrus angularis egy része, az ún. kalkulátor-központ feketére színezett. A felső kép baloldali, az alsó a jobboldali agyféltekét ábrázolja. (Sántha, Arch. f. Psych. 1933.)

Retzius a korán elhalt számológépművész Kowalewska és a csillagász Gylden agyán végzett vizsgálatokat, amelyeknek alapján a gyrus supramarginalis tagozottságát észlelte, a frontalis tekervények rendkívüli differenciálódása miatt. Hansemann szerint Helmholz, a neves fizikus agyában a baloldali fali lebeny, a gyrus supramarginalis és gyrus angularis rendkívüli fejlettséget ért el.

Nagy Jánosén kívül más zeneművészek agyát is megvizsgálták. Gussmann, Auerbach, Klose a baloldali halántéki tekervény, a hallási központ hipertrófiáját mutatta ki. Ugyanezt találta Somogyi István egy kiváló teljesítményű operaénekesnél. A Moszkvai Agykutató Intézetben megvizsgálták V. I. Szuk karmester agykérgének szerkezetét. A zenei képesség morfológiailag is megnyilvánult a hallási érzetekkel összefüggő temporális régió zónáinak sajátos eloszlásában. Különösen fejlettnek bizonyult a temporális régió filogenetikailag a legfiatalabb része, annak pólusa. (Közli: G. I. Poljakov: Az idegrendszer evolúciója, 1937. 87.) M. B. Krolj akadémikus arról ír, hogy ugyanezen területen mutatott hipertrófiát Cossmann Berhardt német csellóművész agyi bonclelete is (Közli: M. Blinova: Szovjetszkaja Muzika, 1951. 3.)

### A funkciók dinamikus agyi lokalizációja

A makroszkópikus hipertrófia példatárából csak néhány esetet idéztünk, s már ezek is megmutatták az előjáróban jelzett ellentmondásosságot. Sántha a gyrus angularis hipertrófiáját véli a számoló képesség agyi alapjának, Retzius a gyrus supramarginalist. Valószínűleg egyik sem. Ennek kissé részletesebb tisztázása végett röviden utalnunk kell az agyi funkciók lokalizációjának legmodernebb felfogására. Egyrészt azért, mert akkor kiderül, hogy bármennyire is kíváncsnak a makroszkópikus hipertrófia észleletei gondolatmenetünkbe beilleszkedni akkor, amikor a funkció strukturális vizsgálhatásnak agyi bizonyítékait keressük, ezek a tepezstatatok mégsem egyértelmű bizonyító erejűek; másrészt, mert a funkciók lokalizációjának modern szemléletében a paszticitás, a dinamizmus elve mindjobban érvényesül, e jelenségek bemutatása viszont tanulmányunk feladata.

A központ fogalma a neurológiában, pszichológiában mindenkor igen nagy szerepet játszott. A klasszikus neurológia központ-fogalma úgy alakult ki, hogy az idegrendszer körülírt sérüléseinél jelentkező tüneteket azonosították az alapul szolgáló funkcióval, és a roncsolás helyét a kérdéses funkció központjának rangjára emelték. Ilyen értelemben beszélt a pszichológia és a neurológia sokáig motoros és szenzoros beszédközpontról, írásközpontról, a számolás központjáról stb. Még kell azonban jegyeznünk, hogy az ilyen folyamatok, mint beszéd, írás, számolás igen messzemenő absztrakció következményei, messzemenően komplex agyi folyamatok, amelyek véghezvitelében számtalan agyrész játszik szerepet. Ezért e régi központ-fogalom ma már elégtelennek látszik, H. Jackson már a múlt században arra figyelmeztetett, hogy csak tüneteket, és nem funkciókat tudunk lokalizálni, a tünetet viszont mindenkor nem azonosíthatjuk a funkcióval. Másrészt e régi központ-fogalom fix össze-

függést tételez fel struktúra és funkció között (általában nem a kölcsönhatás értelmében), azaz a struktúrához hozzákötöttnek tekintett egy bizonyos funkciót, amely változtathatatlan.

E felfogás az ún. fix lokalizációs teória, amely a múlt század végén, az anatómiai ismeretek fejlődése nyomán alakult ki. E tan elvi alapjai a következők: a) az idegrendszer izolált neuronrendszerekből, az agykéreg meghatározott cytoarchitektonikai mezőkből áll; b) minden neuronrendszer, minden cytoarchitektonikus mező különálló funkcióval rendelkezik. Az idegrendszer és az agyvelő e felfogásban részekre differenciált, de egységbe nem integrált szerv. A régebbi agykutatók, pszichológiai, neurológiai kutatások abban látták feladatukat, hogy minden egyes neuronrendszer egymástól elkülönült funkcióját meghatározzák. Csúcspontját e merev felfogás a két Vogt és különösen Kleist munkáiban érte el. Kleist a szó szoros értelmében felparcellázta az emberi személyiséget és külön kérgi területekbe lokalizálta a test-ént, a társadalmi-ént, a vallásos-ént, az én-ént (»Selbst-Ich«), beleesve a szimptoma és funkció azonosításának csapdájába.

A fix lokalizációs teória, amely filozófiai szempontból klasszikus példája a merev, mechanisztikus materialista szemléleti módnak, nem elégséges arra, hogy magasabbrendű pszichés tevékenységeket, vagy akár klinikai-neurológiai eseteket kielégítően magyarázzon. Mivel e tan szerint minden struktúra önálló funkcióval rendelkezik, a szerkezet pusztulását minden esetben a megfelelő funkció kiesésének kell kísérenie. De ez nincs így a klinikai gyakorlatban. Ismeretesek esetek, amikor jobbkezes egyénnél agyvérzés, vagy gyorsan növekvő daganat teljesen szétrombolta a baloldali Broca-területet és mégsem jött létre motoros afázia, azaz a mozgatórendszer roncsolódása révén bekövetkező beszédképtelenség. Horányi említi, hogy észlelt skizofrénia-esetet, ahol a praefrontális leukotomia kapcsán fellépett vérzés mindkét oldalon elpusztította a Broca-területet az agyvelőben és még nyomokban sem volt észlelhető ennek ellenére a beszédképtelenség, a verbális afázia.

A szakirodalomban számos hasonló észlelet található. Miért nem jelentkeznek tünetek az ilyen esetben, amikor egy-egy funkció központja teljesen elpusztul? E kérdésre a fix lokalizációs teória válaszolni nem tud. De úgyszintén nem tudja magyarázni a fix lokalizációs tan az ún. restitució folyamatokat sem, amikor egy elrombolódott agyterület addigi funkcióját más agyrészek veszik át. Ha pl. a bal féltékében a Broca-terület elpusztul, a pusztulás után fellépő verbális afázia bizonyos idő múlva javul, a beszéd újra megindul, az ún. beszédközpont munkáját más kéregrészek veszik át. Ha kicsiny gyermekkorban, amikor a gyermek már tud beszélni, s elpusztul a Broca-terület bármelyik féltékében, beszédképtelenség lép fel, ez az afázia azonban a tapasztalatok szerint rendkívül gyorsan javulhat. M. Kennard majomkísérlete igen jelentős a kérgi restitució szempontjából. Néhány hetes majomnál kiirtotta mindkét nagyagyféltékében a végtagmozgató mezőket (Brodmann-féle 4 és 6-os régiókat), ennek ellenére a majom meglepő gyorsasággal sajátította el azokat a mozgásokat, amelyeket hasonló korú, fajú, ép agykérgű majom végez. Úgy látszik, a test- és végtagmozgások megtanulását, lefolyását nem zavarták a mozgásközpontot elromboló beavatkozások. Más agyrész vette át az izommozgások beidegzését, ezt Kennard ki is mutatta. Eltávolította



ugyanis ugyanazon majomagy frontális polusát (a homlokagyi részt), amelyet a fix lokalizációs teória soha nem is tekintett motoros, mozgó központnak, mégis azonnali mozgásbénulások léptek fel. Kétségtelen tehát, hogy az első, a mozgó központokat érő roncsolás után a mozgások beidegzését a frontális agyrész vette át, vagy legalábbis abban döntő szerepet játszott, így tanulta meg az állat ismét a mozgásokat, s amikor ezt az agyrészt is elroncsolták, akkor lépett csak fel a tartós mozgásbénulás. Ez a tapasztalás kétségkívül kizárja a régebben feltételezett fix lokalizáció tényét.

Az orvostudomány e restitúciós folyamatokat vikariáló beidegzésnek nevezte el. Ez tehát annyit jelent, hogy ha valakinél valamilyen ok (baleset, sérülés, különösen lőfegyver okozta sérülés) elpusztítja egy bizonyos pszichés funkciónak agycentrumát, feltéve természetesen, hogy a sérülés nem volt halálos — jöllehet az elpusztított agyszövet regenerációra, pl. olyképp, mint a bőr sérülés után, nem képes, mégis a klinikai gyógyulás bekövetkezni, mert más agyvelőrészek átvehetik a kiesett agyvelőrész szerepét. Ha pl. agyvérzés roncsolja el a mozgómező egyes részeit, pl. egyes végtagok agykérgi mozgócentrumait, ez a súlyos organikus defektus is helyrehozható megfelelő helyettesítő, vikariáló beidegzéssel. Persze, a helyettesítő beidegzés csak akkor következik be, ha az újra betanuláshoz kellő idő, kitartó gyakorlás és szakszerű irányítás rendelkezésre áll. A módszeres gyakoroltatás pedagógiájának itt rendkívüli a jelentősége, különböző mozgásterápiai iskolák, a Fränkel-féle iskola igen lassú, céltudatos, rendszeres gyakoroltatást alkalmazva éri csak el, hogy a centrális eredetű bénulásoknál a mozgások újratanulhatók, ill. javíthatók. Itt szinte a szemünk előtt folyik le a funkció agyi visszahatása, a rendszeres funkció a maga szükségleteinek megfelelően alakítja át az idegi struktúrát, igaz, hogy sokszor hónapok, évek fáradságos munkája nyomán.

Összefoglalóan megállapíthatjuk tehát, hogy a fix lokalizációs tan neurológiai, klinikai, pszichológiai észleletek hosszú sorát nem tudja kielégítően magyarázni.

E teóriával szemben, amely az agyat különböző, egymástól izolált mozaik-szerű központok egymás mellé rendelt működésében látja, a modern felfogás az agykéreg funkcionális egységét hangsúlyozza. A pavlovi iskola felfogása alapján az agyvelő és az idegrendszer részekre differenciált, de egységbe integrált szerv, ahol a plaszticitás, a kölcsönhatás alapelve érvényes. Hogyan magyarázható a vikariáló beidegzés, a kortikális restitúció a dinamikus lokalizáció tanával? Miután az idegrendszer minden funkcióban, mint egységes egész vesz részt, valamely részének elroncsolódása után a megmaradt agyvelőrész azonnal, mint új egész kezd működni. Kéregterületek pusztulása után a megkisebbitett agykéreg — ha csak nem volt túlságosan nagyfokú a roncsolódás — azonnal felveszi az új egész-struktúra jelleget. A fix lokalizáció helyét tehát a dinamikus lokalizáció váltja fel. Nem vitatható, hogy a cortex számos cytoarchitektonikus mezőre oszlik, sőt egyes szerzők (Poljakov, Preobrazsenszkaja, Szarkiszov) még részletesebben kidolgozták az agykéreg differenciáltságát, több régiót különböztettek meg ugyanis, mint Vogt és Brodman. Addig azonban, míg a fix lokalizációs tan hívei az egymástól

izlált mozaikszerű központok összességében látták a komplex agyi működést, addig az új szemléletmódban, a funkciók dinamikus lokalizációjában érvényesül az integratív szempont. A pavlovi kísérletekből kétségtelenül következtethető, hogy az egyes pszichés folyamatok sokkal diffúzabban képviseltek az agykéregben, semhogy azok élesen körülhatárolt központ-fogalomba befoghatók legyenek. Ma az agykérgi központ fogalma talán úgy volna megfogalmazható, mint az idegrendszer ama területe, amely valamely funkció létrejöttében a legfontosabb szerepet játsza.

A felsorolt megfigyelések elegendők annak demonstrálására, hogy az idegéletben a struktúra és funkció közötti összefüggés nem statikus, nem egyszer s mindenkorra változatlanul adott, hanem dinamikus, a körülményektől függő, összállapottal változó. Joggal beszélhetünk Preobrazsenszkájával a struktúrák funkcionális többértelműségéről. Az idegrendszer működésében anatómiai-statikai bizonyosságok helyett dinamikai valószínűségekkel lehet csak számolnunk.

Most, miután a régi központ-fogalom hiányosságaira rámutattunk, világosabban ítéelhetjük meg azokat az észleleteket, amelyek egy tehetséges ember valamely agyrészének hipertrófiájára vonatkoznak. Nyilvánvaló mostmár a levont következtetések hiányossága. Anatómusok, neurológusok találtak az agyvelőben bizonyos túlfejlődött régiókat, ezeket a fix mozaik lokalizációs teória alapján összefüggésbe hozták a tehetséggel. E tanulmány elején rámutattunk arra, hogy valamely idegstruktúrán ismételtlen áthaladt ingerületi állapotok olyan elváltozásokat hozhatnak létre a kérdéses struktúrában, amelyek újabb, ugyanott áthaladó ingerületek részére előnyösebb feltételeket teremtenek. Elvileg tehát nem tekinthető kizártnak, hogy bizonyos agyvelőrészt hosszú éveken keresztül foglalkoztató funkciócsoport »becsiszoljon«, ott a későbbi ingerületek, funkciók számára előnyösebb feltételeket teremtsen, amelyek — extrém esetekben — hipertrofizálódás formájában is észlelhetőek. Ezért valószínűnek tartjuk pl. a zenei tehetségek agyi leleteivel kapcsolatos következtetéseket, az idegrendszer ama aránylag kis területe, amely a zenei funkciókban a legfontosabb szerepet játsza, valóban hipertrofizálódhat. Ebből a szempontból különösen Nagy János bonclelete figyelemreméltó, életrajzi adatok vannak arra nézve, hogy apja 3 éves korától intenzív hegedülésre fogta, így feltehető, hogy az esetleges öröklött hajlamot (apja muzikális volt, tudott hegedülni) az intenzív hangszer munka ugrásszerűen fejlesztette; az agyvelő és a megfelelő idegpályák fejlődése, becsiszolódása pedig optimálisabb, kedvezőbb feltételeket teremtett az előadóművészeti technika számára. Azokat az észleleteket, amelyek arra vonatkoznak, hogy absztrakt, pl. számolási tehetség idéz elő hipertrófiát egy meghatározott központban, amelyet kalkulátor-központnak vélték — revízió alá kell vennünk, mert közölt formájukban sok jogos kételyt ébresztenek. Feltétlenül szükséges az észleletek revíziója olyan esetekben, amikor a kiindulás elvi alapja is vitatható. Schaffer szerint pl. a tehetséget két biológiai tényező eleve determinálja, a szerkezeti és funkcionális tényező. Az anatómiai tényező szerinte kifejezésre jut az agyvelőnek működési központok szerint való helyi túlfejlődésében, a funkcionális tényező pedig az ilyen helyi hipertrófia következtében előállott túlműködés, tehát sze-

rinte a túlkialakulás (hyperorganisatio) idézi elő a túlműködést (hyperfunctio). Figyelmen kívül hagyja a kölcsönhatás lehetőségét, a hiperfunkció visszahatását a struktúrára, ahol azután valóban létrejehet a hiperorganizáció. Ha Schaffer funkcionális tényezőkről írt is (idézett mű, 21.) ez nem jelentett egyebet, mint az öröklött adottságokból folyó ténykedést. Ez a szemléletmód kevésbé veszi figyelembe a funkcionáltatás lehetőségeit, vizsgálataikban elhanyagolták a társadalmi szempontot, annak vizsgálatát, hogy a kérdéses agy milyen társadalmi hatásokra rezonálhatott, az ontogenezis folyamán milyen hatások érték stb. Ezek figyelembevétele nélkül pedig nem lehet állást foglalni az agyvelő ilyenné, vagy olyanná növéseinek kérdésében, genetikus tényezőkn kívül a társadalmi-környezeti faktoroknak is döntő jelentőségük van.

### A dinamizmus és struktúra kölcsönhatása és a filogenezis

A funkció kiváltotta strukturális differenciálódás, a kölcsönhatás, a plaszticitás elve az eddig bemutatottaknál nagyobb keretben, az átöröklésben, a faj fejlődésében is érvényes. Ennek biológiai tényei ma már általánosan ismeretek, a következőkben csak az idegrendszer, az agy filogenezisében mutatkozó és a plaszticitással összefüggő néhány megfigyelésre térünk ki. Ebben az összefüggésben nem lehet figyelmen kívül hagyni Ariens Kappers és Szentágothai észleleteit. Ha Kappers neurobiotaxis-elmélete nem egy komoly ellenvetéssel is találkozott, s ha Szentágothai saját felfogását rendszerezési kísérletnek tartja is, mégis az észleleti tények és azok óvatos, fegyelmezett logikával való feldolgozása mindkét szerző álláspontjának valószínűségét növelik.

Vogt, Lavrentyev és mások nyomán Szentágothai kifejti, hogy hosszú idő óta figyelve a neuron morfológiai tulajdonságainak variációit, egyre inkább megerősödik az a nézet, hogy a neuron valamennyi morfológiai tulajdonsága függvénye a neuron evolúciós-differenciáltsági helyzetének. Minden neuroncsoport filogenezise, kisebb mértékben ontogenezise során is differenciálódási létrán halad végig és az organizmusban filogenetikai kora szerint ennek a fejlődési létrának valamely fokán foglal helyet. Szentágothai szerint némi túlzással azt mondhatnók: nem különböző neuronok vannak, hanem csupán különböző fejlődési, differenciálódási fokon levő neuronok.

Az előzőekben modern neurohisztológiai vizsgálatokra hivatkozva kimutattuk, hogy a specifikus idegfunkció, bármily kicsiny mértékben is, de mégis visszahat az idegi struktúrára. Ha ezt a törvényszerűséget nagyobb távlatból és szélesebb perspektívából, a filogenezis, a fajfejlődés távlatából vizsgáljuk, kiderül, hogy az idegelemet a rajta áthaladt ingerületi folyamat azon a fejlődési, differenciálódási létrán, amelynek egyes fokozatai már megállapítottak, ha kis mértékben is, de előbbre tudja vinni, — megfordítva: a funkció elmaradása ellentétes, azaz dedifferenciáltsági visszaesést tud eredményezni. Tehát a funkció az idegelemek filogenetikai fejlődésének a motorját képezi.

Egy nyugati kutató, Ariens Kappers már évtizedekkel ezelőtt megfigyeléseket tett a neuronok filogenetikus mozgására vonatkozólag. Megfigyelései »neurobiotaxis« néven terjedtek el. Kappers felismerte, hogy mind az ontogenezis, elsősorban a filogenezis folyamán a neuronok a fő affe-

rens (központba vezető) ingerforrásuk felé vándorolnak, és ezzel együtt faág-szerűen elágazó rövidebb nyulványaik, ún. dendritjeik is rövidülnek. A kérdés az: miért vándorol a neuron fő ingerforrása felé? Megállapítottuk, hogy a neuronok differenciálódásának fontos hajtóereje a funkció. ahol funkció nincsen, ott a differenciálódás nem halad előre. Ha egy pályarendszert képező neuronlánc egy tagját fejlődés közben megszakítjuk, a lánc többi tagja is megáll fejlődésében. Ahol viszont a funkció élénk, ott a differenciálódás gyorsan előrehalad. Könnyű tehát elképzelni, ha egy neuront egy bizonyos oldal felől állandóan afferens ingerek érnek, a neuronnak elsősorban azon része fog fejlődni, differenciálódni, amely az ingerforrással összefügg, tehát azon nyulványok, dendritek fognak rövidülni, amelyek az ingerforrással közvetlenül összefüggnek. Ennek természetes következménye, hogy a neuron az ingerforrás felé »vándorol«, azaz dendritjeinek rövidülése folytán az ingerforráshoz egyre közelebb kerül. Ez a jelenség természetesen rendkívül szűk keretek között megy végbe, az idegsejt nem vándorolhat messzebb, mint amilyen hosszú dendritje, sőt a gyakorlatban sokkal kevesebbet. A *neurobiotaxis* elve tehát arra mutat, hogy ha rendkívül szűk határok között is, de a funkció, az ingerlés hatására a neuronok mozgása figyelhető meg a filogenezis során.

Az elmondottakból kiderül, hogy a szervezetben feltalálható valamennyi neuronális elem egy differenciálódási és egyúttal az evolúciós létra valamely fokán áll. Amit a mikroszkópikus-szöveti készítmények mutatnak, az szinte csak pillanatfelvétel a differenciálódási létrán való haladás stádiumáról. »Ha gondolatban képesek vagyunk a szöveti leírásban és képből megmerevedett idegelemek differenciálódási és evolúciós történelmét életre kelteni, lebilincselő színjáték szemlélői leszünk.« »A faj fejlődése, a filogenezis során egymás után számos neurongeneráció lép az idegrendszer történelmének színpadára.« (Szentágothai). Ezzel a szemléletmóddal a történelmi módszer bevonult a neurohisztológiába, az idegélettanba (H. Sz. Kostojanec), L. A. Orbeli joggal beszél arról, hogy különböző szervek, különböző idegelemek különböző koruak.

Ezek a szempontok az utóbbi évtizedek szakkutatásaiban érvényre is jutottak. V. v. e. g. y. e. n. s. z. k. i. j. 1917-ben, az akkori Szeccsenov-kongresszuson kijelentette: »Új kutatások bebizonyították, hogy az életfeltételek megváltoztatásával két-három generáció alatt elérhető, hogy az organizmusokban az új feltételeknek megfelelő új hajlamok, szokások, sőt esetleg látható morfológiai elváltozások fejlődnek ki, amelyek örökletesek«.

Az evolúciós fiziológiai irányzat fejlődésének tetőpontját tulajdonképp a feltételes reflexek tanában érte el. E tan szoros összefüggésben áll Szeccsenov tétéleivel a szervezet és környezet egységéről és a pszichés folyamatokról, mint a szerves világ legmagasabb fejlődési fázisáról. Pavlov felfedezte az emberi és állati szervezet sajátos reflexeinek, a feltételes reflexeknek létezését, amelyek az ontogenezis során keletkeznek és amelyek — Pavlov szavai szerint — a létfeltételekhez való alkalmazkodási eszközei. Pavlov arra az igen fontos következtetésre jutott, hogy a feltételes reflexek, ha az életfeltételek egymásutáni generációkon át azonosak, folyamatosan átalakulnak állandóakká. Ílymódon az egyike volna az állatvilág fejlődésére állandóan ható mechanizmusoknak. 1913-ban, egy nemzetközi fiziológiai kongresszuson kijelentette: »Fel-

tehető, hogy egyes újonnan képződött feltételes reflexek később átöröklés útján átalakulnak feltétlen reflexekké.

A feltételes reflexek átöröklődésére vonatkozó nagyszámú kísérletek és megfigyelések általában ismeretesek, másrészt — állatkísérletek lévén — pedagógiai érdeklődésre kevésbé tarthatnak számot, így ezek részletezése nem látszik szükségesnek. Az előzőekben csak arra akartunk rámutatni, hogy az egyéni élet során végrehajtott tevékenység, funkció kihat az idegrendszeren és az organizmuson keresztül az egyén utódaira, a faj fejlődésének irányára. Tehát az egyén nevelésén, szerzett tulajdonságain, funkcionáltatásán keresztül nemzedékeket alakíthatunk át.

### A plaszticitás elve és az alkattan

Az a kísérlet, hogy embertársainkat testalkatuk szerint tudományos igény-nyel vizsgáljuk és osztályozzuk, csaknem többévezredes multú törekvés. Az ősi indiai orvostudományban már jelentkezett — ha naiv formában is — az alkati nézőpont, a görög orvostudomány pedig (pl. a kósi iskola) az alkat és temperamentum kérdésében olyan rendszeres tipustant alkotott, amelyre a mai orvostudomány is sokat hivatkozik.

Az utóbbi évtizedek karakterológiai, tipológiai irodalma számtalan új konstitucionális rendszert és tipust ismertet. Az alkattan a kezdeti naiv rendszeralkotási próbálkozásokkal nem szűnt meg, hanem ellenkezőleg, egyre inkább az érdeklődés-középpontjába került. A konstitúció-tan ma már annyira szerteágazó, hogy a különböző alkat-rendszerek pusztá áttekintése sem egyszerű feladat, korlátozott keretű tanulmányunknak ez nem is célja. Csupán egy mellékelt táblázaton mutatjuk be az utóbbi évtizedek főbb alkat-kategóriáit, illusztrálva a konstitucionális típusok nagy számát.

Ennek az egyébként nem teljes táblázatnak futó áttekintése is arra mutat, hogy az alkattan szerzői a legkülönbözőbb nézőpontból, nem egyszer önkényesen, vagy az alkatfelosztás kérdésében mellékes szempontból kiindulva rajzolták meg az egyes testalkat-típusok körvonalait.

Pende és Bjelov a belső elválasztású mirigyek működése, a hormonok, az endokrin-rendszer, Bogomolec a kötőszövet fiziológiai rendszerének állapota szerint osztályoz. A francia alkattani iskola (Sigaud—Mac Auliffe) pl. respiratorius (légző), digesticus (emésztő), muscularis (izmos) és cereblaris (agyas) típusokat ír le, aszerint, hogy az ember organikus felépítésében és működésében a légző-emésztőrendszerek, vagy az izmok, vagy az idegrendszer dominál-e. Ez az osztályozás nem egészen kielégítő, mert önkényesen megválasztott külső jelekből, ill. bizonyos szervek hiperfunkciójából indul ki, egymás mellé állítva az idegrendszert és pl. a légzőszerveket az egész organizmuson belüli dominancia szempontjából. Sigaud rendszere azonban mégsem negatív teljesen, mert teóriájában nyomára lelhetünk bizonyosfokú funkcionálisnak, plaszticitás-elnak. Osztályozásának alapja ugyanis az a feltevés, hogy az egyes szervek kifejlődése, ill. túlfelődése e szervrendszerek hiperfunkcióival függ össze.

szerző	vertikális típus	intermedier	horizontális típus
Rostan 1826 (francia)	cerebralis respiratorius	muscularis	digestív
De Giovanni 1878 (olasz)	első morfológiai kombináció	második morfoló- giai kombináció	narmadik morfoló- giai kombináció
Rokitansky- Beneke 1878 (német)	első alkati anomália	normális alkat	második alkati anomália
Virenius 1904 (orosz)	epithelialis (aszténiás)		kötőszöveti típus (piknikus)
Viola 1905 (olasz)	hosszú típus mikrosplanchnicus		széles típus megalosplanchnicus
Stiller 1907 (magyar)	habitus asthenicus		habitus antiasthe- nicus (apoplécticus)
Sigaud- Mac Auliffe 1908 (francia)	laposak »plats«		gömbölyűek »ronds«
Bryant 1913 (amerikai)	húsevő	mindenevő	növényevő
Mills 1917 (amerikai)	asthenias	hypostheniás és stheniás	hyperstheniás
Brugsch 1918 (német)	szűkmellű	normális	tágmellű
Kretschmer- Enke (1921)	astehniás- leptosom	atletikus	piknikus
Pende 1922 (olasz)	mikrosplanchnia		megalosplanchnia
Stockard 1923 (amerikai)	linearis típus		lateralis típus
Bean 1923 (amerikai)	epitheliopatha (aszténiás)		mesodermopatha (piknikus)
Aschner 1936 (német)	vékony csontozat, sovány, vérszegény		vastag csontozat, kövér, vérbő
Csernoruckij 1949 (szovjet)	aszténiás	normoszténiás	hiperszténiás

Krauss alkattanában a fáradékonyságot vette alapul, Aschner a csontváz felépítése szerint osztályozta az embereket és megkülönböztette a vékony, gracilis csontú, sovány, vérszegény embereket a durvább csontozatú, jóltáplált emberektől. Brugsch a mellkas méreteit teszi meg alkattan-alapjává, keskeny, széles és közepes mellkasú embereket különböztet meg. Bryant felosztása is mutatja az önkényes, indokolatlan szempontú típusalkotást, az embereknek mindenevő, hűsevő és növényevő alkattípusokra való felosztását javasolja.

Nem kevésbé problematikus Viola felosztása sem, aki úgy véli, hogy az alkati típusok a vegetatív és animális idegrendszer kölcsönhatása révén jönnek létre. A vegetatív rendszer határozza meg a zsigerek fejlődését, az animális (centrális) rendszer az akaratlagos mozgásokat irányítja és ezért a végtagok fejlődésére hatna. Végeredményben tehát Viola szerint olyan típusokról beszélhetünk, amelyeknél vagy a törzs, vagy a végtagok fejlődnek ki, így alakulnak ki a megalosplanchnikus és mikrosplanchnikus, nagy és kis-zsigerű típusok. Viola teóriájának egy-két eleme szintén elfogadható volna, de amellett, hogy sok feltételezése nem igazolt, elvileg is problematikus, mert az idegrendszer, az organizmus egységét megbontja és éppen e partikularizációt teszi meg a típusalkotás alapjául.

Ugyancsak az idegrendszer jellegéből kiindulva alkotott konstitucionális tipológiát Eppinger és Hess is. A szimpatikotóniás és vagotóniás alkati típusok meghatározására neurológiai és gyógyszer-tani kutatásokat végeztek. Elméleti feltevésük azonban éppúgy bírálható, mint az eddig említett szerzőké. Abból az elgondolásból indultak ki ugyanis, hogy az idegrendszeren belül két izolált és antagonisták módjára működő rendszer van (centrális és vegetatív, szimpatikus és paraszimpatikus rendszer). Eppinger és Hess javaslataival hatalmas kritikai irodalom foglalkozik, amelyből csak annyit tartunk szükségesnek itt megjegyezni, hogy a gyógyszer-tani anyagok alkalmazásán alapuló teszt-vizsgálatok ellentmondó eredményeket adtak, aszerint, hogy milyen volt a szervezet kiindulási állapota az egyes hatóanyagok alkalmazásánál.

Az eddig felsorolt alkattani tipológiák aligha tudnának sok konkrét segítséget nyújtani a neveléstudománynak. Már néhány alkattani rendszerrel való futólagos megismerkedés is azt mutatja, hogy nem alakult ki egységes vélemény az alkati típusok meghatározása terén. Sőt ezen túlmenően az is látható, hogy nincs egységes vezető elvi alap az alkat-kérdés gyakorlati megoldására. Az alkattani irányzatok írásai ziláltságot és zűrvazart tükröznek, amely az alkatról szóló elméleti felfogás és típusalkotás szeszélyes rendszertelenségében nyilatkozik meg. E zűrzavar láttán joggal vetődik fel a kérdés: szüksége van-e egyáltalán a mai neveléstudománynak, pszichológiának, orvostudománynak az alkat fogalmára, és ha igen, milyen tartalommal kell megtöltenünk az alkat fogalmát?

Mi az alkat? Az alkattan sokféle ágazó irányaiban közös tulajdonság, hogy a konstitúció, különösen az egyes típusok meghatározásánál a morfológiai kiindulópont dominál, pedig az alkattan nem egy képviselője egyetértett abban, hogy a morfológiai jellegzetességek (habitus) egymagukban nem határozhatják meg az alkat lényegét. A mai szerzők mindinkább a konstitúció funkcionális sajátosságainak megállapítására törekednek, gyakran határozzák meg az

alkatot a szervezet morfológiai és fiziológiai sajátosságainak összeségéeként. Ha e törekvések ellen nem is emelünk kifogást, azt mégis meg kell jegyeznünk, hogy az alkat megfogalmazásánál nemcsak a morfológiai sajátosságoknak van döntő jelentőségük, hanem a szervezet és a külső környezet között fennálló kölcsönhatás sajátosságainak, típusának is. Az alkat tehát nem statikus adott, hanem dinamikus változó, a helyes alkat-fogalom a szervezet reaktivitásából, a környezet és a szervezet kölcsönhatásának jellegzetességeiből indul ki. Mivel a reaktivitás, a kölcsönhatás szempontjából kétségtelenül felismerhető különbségek vannak az emberek között, sőt, a reaktivitás sajátosságai az életkoron belül is változhatnak, ezért az alkattípus fogalma nem felesleges. Nincs tehát semmi alapja annak, hogy a pszichológia, a neveléstudomány, vagy az orvostudomány lemondjon az alkat fogalmáról. Nem az alkat-fogalmat, hanem a téves megfogalmazásokat kell elvetnünk, ill. kiegészítenünk. A magyar alkattani irodalomban használatos Buda y-féle definíció is hiányos, hiányzik belőle az alkat lényegének, a reaktivitás sajátos voltának hangsúlyozása. »Az egyéni alkat a testi-lelki tulajdonságoknak az az együttese, amelyben valaki minden más embertől különbözik«. E meghatározás egyben alkalmat ad az alkattan tagadására is, egyesek ugyanis úgy vélték, hogy lehetetlen felépíteni az alkatról szóló tudományos elméletet, mert ahány ember, annyi alkat, az egyéni alkat így nem ismétlődik, tehát nem lehet a tudomány tárgya. Törvényt ugyanis ott lehet felállítani, ahol a jelenségek ismétlődnek. Kétségtelen azonban, hogy mind a morfológiai jegyekben, mind a méginkább döntő reaktivitási sajátosságokban van ismétlődés, tipikusság. Ezért nem lehet semmi kifogásunk az alkattípus fogalmának használata ellen sem, de természetesen végre kell hajtanunk a szükséges korrekciókat a régebbi önkényes teóriákon.

Ha az alkat-fogalmat meg akarjuk tartani, akkor — ahogyan már az előbb is hangsúlyoztuk — a konstitúció fogalmának modern értelmezésénél a szervezett reaktív sajátosságait meghatározó funkcionális jellemzést kell döntő szempontnak minősítenünk. A sajátosság hangsúlyozásával azt akarjuk kifejezésre juttatni, hogy a szervezetnek nem akármelyik reakcióját minősítjük alkati jelnek, hanem e reakciók sajátosságának összesége tanúskodhatik az alkat egyéni, ill. tipológiai jellegéről. Ezek alapján tehát feleslegesnek látszik a konstitúciók meghatározását nagyszámú és sokszor önkényes, csak a morfológiai jeleket látó antropometriai vizsgálatokból levezetni.

A gyermekorvosok már régóta hivatkoznak arra, hogy az újszülött alkatát nem a külső jelek, hanem a gyermeki szervezetnek a táplálásra adott különböző reakciói határozzák meg. A gyermekek és serdülők testi fejlődése az együttesen ható endogén (belső okok által létrehozott) és exogén (külső okok által létrehozott) tényezőktől, de túlnyomórészt az utóbbiaktól függ. A szervezet sejtzöveinek veleszületett, szerkezeti és dinamikus sajátosságaitól függenek az egyéni különbségek, amelyek jelentős ingadozásokat idézhetnek elő a testsúlyban, a növekedésben, a mellbőségben és a testi fejlődés más jeleiben. A testi fejlődést azonban legnagyobb mértékben a külső környezet befolyása szabja meg, amelyben a gyermekek és serdülők élnek. A *plaszticitás* elve a testalkatra is érvényes. A szervezet kifejlődését mélyrehatóan megzavarhatja, ha a gyermek kedvezőtlen körülmények között nő fel. Súlyos fo-



kon ennek az ú. n. disztrófiás infantilizmus az eredménye. Vilnában Berger mérései szerint 1919-ben a 16 éves gimnazisták 147 cm-rel voltak alacsonyabbak és 15.4 kg-al könnyebbek az 1912-ben, tehát a háború előtt megmért gyermekeknél. A forradalomelőtti Oroszországban az éhezõ tömegek gyermekeinek visszamaradottsága a testi fejlettség terén is szembetűnő volt. A Leningrádi Egészségvédő Intézet nagyszámú mérésbeli adatai jelentékeny különbséget mutatnak ki a régebbi és utóbi esztendőkhöz, ez a különbség a gyermekek testi fejlődésének állandó javulásáról tanúskodik. Kairov közlése szerint meglepő a különbség a bogorodszko-gluchovszkij falucska tanulóinak testi fejlődésére vonatkozó 1880. évi adatok és ugyanennek a területnek tanulóira vonatkozó 1927. évi adatok között. Eszerint a 14 éves tanuló átlagos testmagassága több, mint 5 cm-rel múlja felül az ugyanilyen életkorú 1880-ban megmért tanulók testmagasságát, testsúlyuk 2 kg-mal, mellbőségük 2 cm-rel több.

Sok hasonló adatot lehetne felsorolni, amelyek egyaránt azt bizonyítják, hogy sokat remélhetünk a nemzedékeken át folytatott alkatjavító munkától. Ezt szolgálja minden közegészségügyi és szociális intézkedés, amely az életfeltételeket és ezzel a test állapotát javítja. Mivel a szerzett tulajdonságok átörökölődnek, kétségtelen, hogy a szervezet általános állapotát javító körülmények (megfelelő táplálkozás és lakás; kellő pihenés, sport stb.) filogenetikus hatásúak. Ismeretes, hogy a spártai Lykurgos azt kívánta, hogy a leányok is végezzenek testgyakorlatokat, hogy Lakedaimonnak harcban is kiváló atlétákat adhassanak.

A testalkat formáját különösen befolyásolják azok a külső tényezők, amelyek a belsőelválasztású mirigyekre hatnak. Az éhezés és avitaminózis okozta infantilizmus létrejöttében is kell ilyen mechanizmusra gondolnunk. Ismeretes a pajzsmirigyre ható jódszerepe. Egyes tengeremelléki vidékeken, ahol több a jód, az emberek magasabb termetűek. A jódszegény hegyi vidékek lakosságára néhol nagyfokú testi-szellemi visszamaradás jellemző (kretinizmus). Kasztrálás, terhesség, különböző fizikális tényezők az alkatot átalakítják.

Ugyanígy alakítólag hat a testalkat egyéni fejlődésére a foglalkozás, a munkakör, az életmód, amely tulajdonképp az organizmus és a környező természet és társadalom kölcsönhatásbeli találkozáspontjának a kerete. Erre számtalan, szinte közhelyszerűen ismert adat van. A fiatal korban végzett testi munka és sport a vállövet fejleszti, a váll szélesebb lesz, a mellkas is tágabb, bizonyos, nagyobb kézierőt kifejtő foglalkozásoknál a kezek megnagyobbodnak. A testi munka hiánya a mellkas fejlődésbeli visszamaradását is okozhatja. Noeggerath szerint a rendszeresen tornászó gyengealkatú gyermekek mellkaskörfogata 14—18 évig 14 cm-t nőtt (65 cm-ről 79-re), míg a nemtornázóké csak 3—4 cm-t (65 cm-ről 68—69 cm-re).

Eddigi fejtegetéseinkből és az idézett példákból az a benyomás támadhatna, mintha a konstitúció fogalmát csak a testalkatra, ill. a test sajátos környezeti reaktivitására vonatkoztatnók. Az alkattani iskolák zöme antropológiai, biológiai kiindulású és testi-morfológiai jellegek szerint osztályoz, mégis a legtöbb szerző minden testalkathoz hozzárendelt valaminő lelki alkatot is. Az alkat fogalmában tehát implicite az egyéniség, a karakter is helyet foglalt, egyes szerzők az alkatot olyan pszicho-fizikai egységnek tekintették, amelytől elhatárol-

ták a habitust, a testi-morfológiai jellegek összességét, az alkat külső megjelenési formáját.

Kétségtelen, hogy az alkat mai fogalma magában foglal pszichés, idegi, karakter- és temperamentumbeli elemeket is. A helyes felfogás azonban nem beszélhet külön testalkatról és külön lelki alkatról, az emberi organizmus egységes, ezért ilyen izoláló, partikuláris felfogásnak nincsen helye. Szecsenov, Botkin és Pavlov nervizmusa arra törekedett, hogy az idegrendszer hatását a szervezet lehető legtöbb működésére kiterjessze. Bikov, Orbeli, Szperanszkij, Andrejev nagyírú kutatásaiban számtalan bizonyítékot nyert a nervizmus eszméje. Természetesen nem hagyhatók figyelmen kívül az igen érdekes angolszász kutatási irány, a pszichoszomatika észleletei sem ebben a tekintetben. Kiderült, hogy az egész szervezet tulajdonságait, a belső szervek és szervrendszerek munkáját, a külső környezettel fennálló kapcsolatokat, a szerzett tulajdonságok öröklését, a hormonális effektusokat, a szervezet fejlődését egyaránt az idegrendszer irányítja és szabályozza. Helyesen mutat rá F. A. Andrejev, hogy »nem a humorális és celluláris folyamatok, nem az endokrin szervek, nem a kötőszövet, hanem az agyvelő a szervezet egész életének és működésének legfelső, igazi csúcspontja«. (A kortiko-viszcerális patológia problémái. 1949.) A nervizmus és a pszichoszomatika igazolt, integratív szempontjaival tehát fel kell frissítenünk az alkattant és csak az idegrendszerben kereshetjük azt az alapot, amelynek segítségével meg tudjuk határozni a szervezetnek a külső hatásokra adott reakciók sajátosságában megnyilvánuló egyéni és típusos jellegeket.

### Az alkattani determinizmus

Az alkattan leglényegesebb hibáinak egyike az, hogy több szerző a konstitúciót kizárólag örökletes fogalomnak minősíti, meghozzá úgy, hogy az öröklődést olyan sajátságának tekinti, amelyet az idioplazma, ill. annak ún. génikus alapja határoz meg. Azok a nézetek, amelyek akár a habitust, akár a lelki alkatot, vagy mindkettőt genotipusnak tartják, ma már aligha tudják álláspontjukat fenntartani.

Az utóbbi évtizedekben Kretschmer alkattana volt a legközismertebb. Leírásaiban kétségkívül sok hasznos adat van, Kretschmer jó megfigyelő. Adatait saját klinikai észleletein kívül szívesen merítette a történelemből, irodalmi, művészeti alkotásokból. Sok kiadást megért könyvének (Körperbau und Charakter, 1921.) mottóját is az irodalomból veszi, amikor Shakespeare művéből Julius Ceasart idézi: »Inkább jól táplált nép vegyen körül, Kopaszfejű, ki jól alszik éjszaka. E Cassius éhes és ösztövé: Sokat tűnődik s ily ember veszélyes«. Azaz sovány és kövér ember a két szélsőséges testalkat-típus, Don Quijote és Sancho Panza, Mefiszto és Falstaff képviselik e szélsőséges testalkatokat. Klinikai tapasztalatait is úgy értelmezte, hogy bizonyos testalkattípushoz bizonyos elmebetegségre való hajlamosságot, ill. bizonyos személyiségképet rendelt hozzá. Kretschmer igen aprólékos antropológiai vizsgálatokkal határozta meg a piknikus (kövér) és leptosom (sovány) testalkatot, később Enke-vel együtt leírta a harmadik típust, az atlétikust is. A testalkati típusok ilyen beosztása ellen nem is emel-

hetnének kifogást, mert kétségkívül ilyen típusok léteznek. Kifogást kell emelnünk azonban a kretschmeri tipológia determinizmusa ellen. A környezet hatását u. i. csak a külsőre, a fenotípusra tartja érvényesnek, de a valódi alkat-típus, a karakter szempontjából nem ez a döntő, hanem az öröklékeny gényanyag, a genotípus. Minden testalkat pszichopatológiát is determinál, a leptosom a skizofréniát, a piknikus a cirkuláris (mániás-depresszív) elmezavart, normális esetben pedig az ú. n. skizotim és ciklotim karaktert involválja a testforma. (E karakter-típusok bemutatását itt mellőzzük, egyrészt mert közismertek, másrészt számtalan szakmunkában részletes leírásuk megtalálható.) Ezekben az állításokban a determinizmus igen szembetűnő, ennek pszichopatológiai vonatkozásait már Pavlov is kifogásolta.

Kretschmer alkattanát kiterjesztette a tudomány és művészetek nagy alkotóira is (Geniale Meschen, 1929), de e kísérletében is sok a vitatható megállapítás. A piknikus alkathoz a realistát és a humoristát, a leptosomhoz a drámaírókat és az absztrakt idealistát rendeli hozzá. Ezenkívül a nagy művészi alkotások létrejöttét endogén okokra vezeti vissza, Goethénél pl. megfigyelhető a zsenialitás megnyilatkozásának, az alkotásnak periodikussága, mint a piknikusoknál a hangulatváltozás, egy-egy nagyobb művét állítólag hét évenként írta volna. A környezet, a külvilág hatása az írói műre szóba sem kerül.

Mindamellet Kretschmer közöl eseteket, amelyek arra mutatnak, hogy az alkat nem állandó, változékonysága az egyén élete folyamán megnyilatkozik. Ír egy viruló, jóltáplált külsejű, piknikus-alkatú 16 éves leányról, akit a testi típussal állítólag együttjáró elmebetegség miatt, súlyos fokú mániákus roham miatt kezel. Ugyanez a leány 16 év múlva, 32 éves korában ismét klinikájára került, de már akkor alkata aszténiás (leptosom) és betegsége is ennek az új alkatnak megfelelő: skizofrénia. Egy másik észleletében egy jókedélyű, piknikus anyának és egy komor, atlétikus alkatú apának két gyermeke élete első felében vidám, társaságkedvelő volt, akár az anyjuk, a fiú korpulens volt, a leány közepesen táplált. Később az apa tulajdonságai kerültek előtérbe. Mindkét gyermek lefogyott, zárkózott lett, sőt a leánynál skizofrénia fejlődött ki, tipikus aszténiás (leptosom) külsővel. Sajnálatos, hogy az egyébként jó megfigyelő és a konkrét példákban jószemű Kretschmer ez esetek értelmezésénél nem vizsgálja a külső tényezőket, társadalmi hatásokat. Magyarázatában itt is felbukkan a merev determinizmus, a gyermek életében hol az apától, hol az anyától öröklött gének válnak dominánssá, s ennek következtében változik meg szerinte az egyéni életben az alkat és a karakter esetleg épp az ellenkező típusára.

Az öröklött génikus alkati determinizmus határozott tagadása természetesen nem jelenti azt, hogy a materialista pszichológia, biológia nem ismerné el az öröklődés szerepét a konstitúció kialakulásában. Az öröklődés szerepe jelentős. Arra kell azonban gondolnunk, amit Lisenko fejtett ki »A biológiai tudomány helyzete« c. tanulmányában, hogy az öröklődés nemzedékek során asszimilált külső környezethatások koncentrációja a szervezetben. Külső tényezőknek az öröklődésben játszott szerepét elismerve hangsúlyozni kell azoknak az exogén tényezőknek a fontosságát, amelyeknek a jelentőségük hatalmas az alkat kifejlődése, alakulása szempontjából. Az alkatot tehát a külső tényezők határozzák meg, amelyek a

filogenezisen keresztül kifejezésre juthatnak az öröklött (endogén) tulajdonságokban, az ontogenezis során pedig szerzett (exogén) tulajdonságokban. A külső tényezők belsőkké és ily módon az organizmus saját tulajdonságaivá válnak.

A külső tényezőknek a konstitúciók kialakításában játszott szerepével kapcsolatban nem lehet az emberi alkatot kizárólag a biológia felől értékelni. Az ember alkati sajátosságainál feltétlenül előtérbe kell helyeznünk a szociális környezetet. Újabban patológusok körében is egyre terjed az a felfogás, hogy az alkat fogalma szociális kategória (Goldberg), mert az ember számára a környezet elsősorban a társadalmi viszonyokat jelenti.

Az eddigiekből következik, hogy az alkat — sok komponenstől függően ugyan — változékony. Tandler hirhedt elve, hogy az alkat az ember szomatikus végzete, tarthatatlan. Tandler alkattana merev determinizmusa miatt valamennyi konstitúciós teória között a legelriasztóbb. Felfogása szinté kettős determinizmus, az öröklődés határozza meg a testalkatot; a testalkat típusa pedig az egyéniséget, a társadalomban elfoglalt helyzetünket, a jellemet, a személyiséget determinálja. Tandler az alkattípusokat az izomtónus szerinti osztályozza. Szerinte a hipertóniás (fokozott izomzatú, feszültségben élő) ember csinálja a történelmet, a normotóniás (átlagos izomzatú és feszültségű) éli, a hipotóniás (csökkent izomzatú, ernyedt, szemlédődő) megírja. Mivel az alkaton változtatni nem lehet, csak a megelőzés jöhet szóba — folytatódik Tandler gondolatmenete — képességvizsgálat, pályaválasztási tanácsadás megállapítja az öröklött konstitúció és egyéniség minőségét, és annak megfelelően ajánl munkakört.

Tandler felfogása a nevelés szerepének lekicsinylését jelenti. Az alkat örökletesen adva van, az egyéni életalakulás ennek függvénye, a nevelés szerepe mindössze csak annyi, hogy alkalmas vizsgálatokkal kimutatja azt, amit a természet, az öröklés, a szervezet biológiai viszonyai már eldöntöttek. Más alkattani iskolákban is megnyilatkozik ez a merev determinizmus. Hasonló felfogást képvisel pl. Brugsch. Alkattanának címe Általános Prognosztika, amely arra céloz, hogy az alkatból éppúgy meghatározható, kikövetkeztethető, vagy esetleg elkerülhető az ember bizonyos életalakulása, sorsa, betegsége, mint Szondi »sorselemzés«-tanában az örökletes génállományból. A Stiller által leírt aszténiás típus egyik jellemzője, hogy mozgékony a 10. bordája. Ez már a csecsemőn is megtalálható és így mintegy előre jelzi, hogy hordozója aszténiás alkata miatt különleges testi-lelki nevelést igényel. Az eugénikával kapcsolatos házassági tanácsadásban is jelentékeny szerepet kapott néhány alkattani teória. Csörsz szerint az aszténiás alkattípus súlyosabb formái, az alkattal együttjáró betegségek elkerülhetők, ha nem kötnek házasságot azok, akiknek tapintható a veséjük, vagy mozgékony a tizedik bordájuk.

A materialista pszichológia és nevelés nem tagadja az átöröklés bizonyos fokú szerepét. Marx és Engels természetes erőkről, életerőkről írtak, amelyek, mint örökletes csírák, képességek és ösztönök léteznek az emberben. Az ember tehát a lelki fejlődés bizonyos csíraival, előfeltételeivel születik. Ezek azonban nem kész képességek, nem eszmék és nézetek, nem jellemvonások és szakmai hajlamok, hanem a fejlődés potenciális lehetőségei, dispozíciók. Ezért

nem tekinthetjük a gyermeket pusztá tabula rasa-nak, amelyre semmi sincs felírva, az öröklődés sájátságos, de nem végleges tulajdonságokat nyújt.

A külső feltételek kedvező hatására, a sokoldalú nevelés nyomán a fejlődésnek olyan lehetőségei nyílnak meg, amelyek születéskor az idegrendszer öröklött strukturájában nem voltak adottak. A materialista lélektan funkcionális szemléletmódja, a plaszticitás elve mellé így sorakozik fel a potencializmus fogalma, az idegrendszer, az organizmus, az egyéniség fejleszthetőségének elve.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy az alkat fogalma nem mond ellent a materialista pszichológiának és biológiának. A habitus szerint történő morfológiai jellemzés csak kiegészítője lehet az alkattípus meghatározásának, az alkat helyes meghatározásában a szervezet reaktív sájátságainak az idegrendszer vizsgálatán alapuló funkcionális jellemzését kell alapul venni. Az alkat változékony, az organizmus és a környezet kölcsönhatásainak következtében alakul ki, a környezeti tényező határozza meg a szervezet endogén és exogén tulajdonságainak kifejlődését. Az alkattan tovább kell fejleszteni, különösen szükséges az alkattan kiegészítése a magasab idegműködés típusairól szóló pavlovi tannal. Ez utóbbi nem volt tanulmányunk célkitűzése, ez a téma, fontossága miatt különálló feldolgozást kíván.

Felhasznált irodalom a szövegben idézettekén kívül:

Ágoston György: Nevelés és öröklés, nevelés és társadalmi környezet. Természet és Társadalom, 1955. 12. sz. 734—739.

Buday László: Orvosi alkattan. Bp. 1943.

Cajal R.: Die Neuronlehre. Handbuch der Neurologie, I. kötet, Springer Verlag, Berlin, 1935.

Gorizontov P. D.: Az alkat I. P. Pavlov tanainak megvilágításában. Szovjet Orvostudományi Beszámoló, 1950. évf. 10. sz. 497—506.

Horányi Béla: A neurológia néhány alapkérdésének revíziója a pavlovi fiziológia szemléletében. Akad. Orvosi Tud. Oszt. Közleményei, 1953. IV. kötet, I. 103—114.

Kaszatkin N. I.: A magasabbrendű idegműködés fejlődése csecsemőkorban. Moszkva, Medgiz, 1951.

Kleist K.: Gehirnpathologie, vornehmlich auf Grund der Kriegserfahrungen. Leipzig, 1934.

Kostojanc H. Sz.: Az összehasonlító élettan alapjai. Akad. Kiadó, Bp. 1955.

Radnai Béla: Néhány észrevétel a szerkezet és funkció összefüggésének elemzéséhez. Gyógypedagógia, 1955. évf. 3. 79—81.

Ranschburg Pál: Az emberi elme. I.—II. Bp. 1923.

Szentágothai János: Kísérlet az idegrendszer szöveti elemeinek természetes rendszerezésére. Akad. Orvosi Tud. Oszt. Közleményei, 1952. III. kötet, 4. 366—412.

Szentágothai János: Az idegi funkció, mint az idegi strukturákat alakító tényező. Akad. Orvosi Tud. Oszt. Közleményei, 1953. IV. kötet, I. 91—101.

Szentágothai János: A feltételes reflexek elemi strukturális alapjai. Előadások Pavlov tanítása köréből c. kötetben, Bp. 1954. 10—21.

## ПЛАСТИЧНОСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТЬ ВОСПИТАНИЯ

Присходящие из окружающей среды раздражения, впечатления в организме вызывают изменения. Эти впечатления закрепляются в организме, а потом обогащают его приобретёнными свойствами, которые потомки организма — в случае более стойких повторений — могут унаследовать. Решительно определяет, влияет на структурные отношения нервной системы, головного мозга и на самые основополагающие свойства содержания сознания два фактора: раздражающее действие среды и самодействие нервной системы. Следовательно, нервная система, т. е. психическое функционирование характеризуется пластичностью, принципом гибкости; влияние окружающей среды вызывает в головном мозге длительные изменения, «отпечатки», а функция, проделанная работа оказывает формирующее, обратное действие на функционирующий нерв, на сознание, совершающее процесс работы. Эти закономерности составляют основу возможностей оптимистических перспектив воспитания. Биология, физиология, неврология, обладает многими фактами, которые со стороны естествознания подпирают главнейший принцип современной педагогики; возможность воспитания личности, развития характера, привития навыков, воспитания всесторонне образованного социалистического человека.

Практика уже давно решила проблему возможности воспитания человека. Теоретическая воспитательная работа возможна только на такой принципиальной позиции, которая верит в решающую роль воспитания в оформлении человеческой личности. Цель нашего исследования: указать в качестве иллюстрации на такие физиологические и неврологические наблюдения, которые развёртывались на материале психической функции в головном мозге и в нервной системе под влиянием окружающей среды, функции и воспитания.

Учение современной пластичности связана с школой Ramon y Cajal, Павлова и с именами многих других современных исследователей. Эти неврологические, гистологические опыты сообразны с учением диалектического материализма о развитии, движении и диалектике. Анатомические вскрытия Раншбурга указывали на связь между иннервирующими мышцы рук нервами и специальной функцией. J. Nöcker обратил внимание на пластичность подвижностей в связи с физкультурной работой, с тренировкой. Учение пластичности даёт много примечательных данных в новейшей неврогистологии. Eccles и Rall в 1950 году доказали, что синапс на долгое время может обладать новыми функциональными свойствами по следу нескольких возбудительных волн, прошедших по нему одна за другой. Возбуждение в будущем по нему быстрее пройдёт, чем по нейрону, который не принимает участия в функции. Ramon y Cajal уже на несколько десятилетий раньше обратил внимание на «гипертрофию» функции нервной системы. Достойно внимания исследование венгерского Miskolczy Dezső (1933 г.) о т. н. транснервной атрофии, наблюдение которого входит в наш ход мысли. Нервное окончание и вместе с ним синаптическая поверхность при сильной нагрузке растёт, а за отсутствием функции — уменьшается. Свои замечания в связи с этим предположением Eccles и Rall в 1950-ом году, Eccles и McIntyre в 1951-ом году публиковали. Открытия учёными Lloyd и Eccles т. н. после — тетаническая потенция также доказывает, что импульс, проходящий через нервную клетку или по волокну, должен оставить прочный след в физико-химическом или хотя в гистологическом смысле. Szentágothai János доказал, что при разрушении периферической иннервационной зоны в первичных нервных центрах ведущая, синаптическая поверхность клеток снижается 30—40 процентами, т. е. если повредим орган чувств, тогда нервные элементы, функция которых вести возбуждения от повреждённого концевой аппарата, сморщатся, выпадут из развития.

Много опорных точек к основам учения пластичности даёт неврологическое изучение онтогенеза. Доказано, что миелинизация нервных волокон имеет связь с функциями личности. Н. И. Касаткин доказал, что если данную мозговую функцию вызываем раньше обычного срока её появления, то она ускоряет миелинизацию, и наоборот: выключение функций задерживает морфологическое развитие нервной системы.

Наш тезис о том, что специфическая функция вызывает гипертрофию, прибавление специфической нервной ткани, на первый взгляд, документировано и найдено, публикованные учёными Schaffer, Somogyi, Sántha, Duval, Retzius, Hansemann, Gussmann, Auerbach, Поляков в связи с обработкой головных мозгов в основном выдающихся талантов, ораторов, исполнителей, композиторов. Однако, недостаток их наблюдений, что они стоят на почве фиксированной локализационной теории функций, а эта теория — кажется нам на основе новейших опытов — устарела.

Не только онтогенез, но и неврогистологические находки филогенеза очень значительны с точки зрения учения пластичности. Принцип пластичности состоятелен и в больших рамках, в наследственной передаче, в видовом развитии. По следу Вогта, Лаврентева и других Szentágothay излагает, что наблюдая в течение длительного времени вариации морфологических особенностей нейрона, всё более усиливается взгляд, что все морфологические особенности нейрона являются придатками его же эволюционно-дифференцированного положения. Каждая неврологическая группа в случае филогенеза, в меньшей мере — и онтогенеза, проходит на дифференцированной лестнице и в организме по своему филогенетическому росту занимает место на одной из ступенек этой эволюционной лестницы. С некоторым преувеличением могли бы сказать: существуют не разные нейроны, а только нейроны, стоящие на разных эволюционных, дифференцированных ступенях. Ariens Kappers в своём учении «невробiotаксиса» распознал, что в течение и онтогенеза, но в первую очередь филогенеза, нейроны блуждают по направлению к своему главному афферентному (ведущему в центр) источнику раздражения и вместе с этим сокращаются и их разветвляющиеся подобно веткам короткие отростки, т. н. дендриты. Почему блуждает нейрон по направлению к своему главному источнику раздражения? Если нейрон с одной определённой стороны постоянно подвергается афферентным раздражениям, то в первую очередь та часть нейрона развивается, дифференцируется, которая связана с источником раздражения, значит, сокращаются те отростки, дендриты, которые непосредственно связаны с источником раздражения. Естественным следствием этого является, что нейрон «блуждает» по направлению к источнику раздражения, то есть вследствие сокращения своих дендритов он всё ближе подходит к источнику раздражения. Это явление, естественно, проходит в узких рамках, нервная клетка не может блуждать дальше длины своего дендрита, а в практике, даже значительно меньше. Следовательно, принцип невробiotаксиса указывает на то, что хоть и в необыкновенно узких рамках, но функция, движение нейронов под влиянием раздражения наблюдается в случае филогенеза.

Думается, что и в проблеме конституции только тогда можем стать на современную позицию, если связываем её с принципом пластичности. Попытка человека на осмотр и классификацию своих ближних с научной претензией — традиция, имеющая прошлое в несколько тысячелетий. В характерологической, типологической литературе последних десятилетий исчисляется бесчисленное количество конституционных систем и типов. Авторы учения конституции описали её с самых разных точек зрения, не раз произвольно или — при составлении конституционального типа — исходя из побочной точки зрения. Многочисленное разделение конституции мы публикуем в одной таблице.

Перечисленные типологии учения конституции педагогике едва ли могут дать много помощи. Что такое конституция? Современные учёные всё более стремятся к установлению функциональных своеобразий конституции, и таким образом, конституция имитируется, как совокупность морфологических и физиологических свойств особенностей организма. Должны заметить что при понятии конституции не морфологические свойства имеют определённое значение, а тип реактивности, разветвляющийся под влиянием окружающей среды. Конституция, значит, не статически дана, а изменяется динамически, и правильное понятие конституции исходит из реактивности организма, из характерности взаимодействия организма и окружающей среды. Нет никакой основы, чтобы психология, педагогика или медицина отказывались от понятия конституции. Мы не понятие конституции, а ошибочные формулировки должны отвергать, дополнять. Так

гляда на вопрос типологической конституции, мы находим в дефиниции конституции учёных Kretschmer, Tandler, Buday и т. д. много полезных данных: они описывают типы, которые встречаются в действительности. Однако, их наблюдения, часто детерминистическую, малогибкую классификацию мы должны дополнять принципом пластичности; в правильном определении конституции должно взять за основу функциональную характеристику реактивных свойств организма, основывающуюся на изучении нервной системы.

## DIE PLASTIZITÄT DES NERVENSYSTEMS UND DIE BILDSAMKEIT.

Die Reize und Eindrücke die aus der Umwelt stammen, verursachen im Organismus Veränderungen. Diese Eindrücke setzen sich in dem Organismus fest, und bereichern denselben mit erworbenen Eigenschaften, die bei dauernden Wiederholungen sich auf die Nachkommen vererben können. Die strukturellen Verhältnisse des Gehirns, des Nervensystems, die grundlegendsten Merkmale des Bewusstseinsinhalts, werden von zwei Faktoren beeinflusst: von der Reizwirkung des Milieus und von dem Funktioniertwerden des genannten Systems. Das Nervensystem, die sog. Seelentätigkeit wird also durch das Prinzip der Plastizität der Formbarkeit charakterisiert, die Wirkung des Milieus bringt dauernde Veränderungen, Abdrücke im Gehirn zustande, die Funktion wirkt gestaltend auf den funktionierenden Nerv, auf das den Arbeitsprozess ausführende Bewusstsein.

Diese Gesetzmässigkeiten bilden die Grundlage einer optimistischen Perspektive für die Erziehung. Die biologischen, physiologischen und neurologischen Tatsachen unterstützen die Möglichkeit der Erziehung des vielseitig gebildeten sozialistischen Menschen.

Die Praxis hatte das Problem der Bildsamkeit schon längst gelöst. Schöpferische Erziehungsarbeit ist nur auf einer prinzipiellen Grundlage möglich, die daran glaubt, dass die Erziehung eine entscheidende Rolle in der Entwicklung der menschlichen Persönlichkeit spielt. Das Ziel dieser Abhandlung: solche physiologischen und neurologischen Befunde als Illustration aufzuzählen, die sich auf Wirkung des Milieus, der Funktion, der Erziehung in dem Material der Seelentätigkeit, im Gehirn und in der Nerventätigkeit entfalteten. Die neuere Plastizitätslehre knüpft sich an die Untersuchungen von Ramon y Cajal, der Schule Pawlows und anderer Forscher. Diese neurologischen, histologischen Erfahrungen stimmen mit der Lehre von der Entwicklung von der Bewegung und der Dialektik des dialektischen Materialismus überein.

Die Sektionsbefunde von Ranschburg fanden einen Zusammenhang zwischen den die Handmuskeln versorgenden Nerven und der speziellen Funktion. J. Nöcker machte im Zusammenhang mit der sportlichen Leistung, mit dem Training auf die Plastizität der Bewegungsfertigkeiten aufmerksam. Durch Eccles und Rall wurde 1950 erwiesen, dass infolge von mehreren, dieselbe Synapse nacheinander passierenden Reizwellen, die Synapse auf längere Zeit neue funktionelle Eigenschaften aufzeigt. Sie wird von nun an den Reiz schneller leiten als das Neuron, das an der Funktion nicht teilnimmt. Auf die »Hypertrophie« der Nervenfunktion machte bereits vor Jahrzehnten Ramon y Cajal aufmerksam. Beachtenswert sind die Untersuchungen des ungarischen D. Miskolczy (1938) von der sog. transneuronalen Atrophie, seine Beobachtung fügt sich in den gegenwärtigen Gedankengang ein. Die Nervenendung und damit die synaptische Oberfläche wird bei starker Inanspruchnahme an-, bei Mangel an Funktion aber abnehmen. Bemerkungen über diese Hypothese machten Eccles und Rall im Jahre 1950, Eccles und McIntyre 1951 bekannt. Die durch Lloyd und Eccles entdeckte post-tetanische Potentiation lieferte den Beweis, dass die Impulse, die eine Nervenzelle oder Nervenfaser passieren, dauernde Spuren im physisch-chemischen oder aber im histologischen Sinne hinterlassen müssen. J. Szentágotai bewies, dass bei der Zerstörung eines peripheren Innervationsgebietes die leitende synaptische Oberfläche der Zellen um 30—40% abnimmt. Wenn wir also das Sinnesorgan zerstören, schrumpfen jene Nervenlemente die von dem zerstörten Endapparat den Reiz weiterleiteten zusammen und entwickeln sich nicht weiter.



Mehrere Stützpunkte für die Grundlagen der Lehre von der Plastizität bietet das neurologische Studium der Ontogenese. Es wurde erwiesen, dass die Myelinisation der Nervenfasern mit den Funktionen des Individuums im Zusammenhange ist. Nach N. J. Kaszatkín wird die Myelinisation beschleunigt, wenn wir eine Gehirnfunktion vor der Zeit ihres normalen Eintritts auslösen und umgekehrt, das Ausschalten der Funktion hindert die morphologische Entwicklung des Nervensystems.

Unsere These, nach welcher eine spezifische Funktion eine spezifische Zunahme des Nervenstoffes »Hypertrophie« verursacht, wird scheinbar durch jene Befunde bewiesen, die im Zusammenhang die Untersuchungen des Gehirns von Schaffer, Somogyi, Sántha, Duval, Retzius, Hansemann, Gussmann, Auerbach, Poljakov über hervorragende Genies, Redner, Vortragskünstler und Komponisten veröffentlicht wurden. Diese Beobachtungen stützen sich leider auf die Grundlage der Theorie der fixen Lokalisation, die heute schon überwunden sind.

Von dem Gesichtspunkte der Plastizitäts-Lehre aus, sind neben der Ontogenese auch die neurohistologischen Befunde wichtig. Das Plastizitätsprinzip ist weitreichend, auch in der Vererbung, in der Stammesgeschichte gültig. Indem man längere Zeit die Variationen der morphologischen Eigenschaften des Neurons beobachtet, gewinnt die Ansicht an Stärke, dass sämtliche morphologischen Eigenschaften des Neurons eine Funktion in der evolutions-differenziellen Lage desselben sind. Die Phylogenese einer jeden Nervengruppe schreitet in geringerem Masse auch im Laufe ihrer Ontogenese an einer differenzierenden Leiter hindurch und nimmt im Organismus nach ihrem phylogenetischen Alter an einer Sprosse dieser Leiter Platz. Mit einer gewissen Übertreibung könnte man sagen: es gibt keine verschiedenen Neuronen, sondern Neuronen von verschiedenen Entwicklung und Differentiation. A. Kappers erkannte in seiner Lehre von der »Neurobiotaxe«, dass sowohl in der Ontogenese, aber hauptsächlich im Laufe der Phylogenese die Neurone gegen die hauptafferente Reizquelle wandern und dadurch werden auch ihre verzweigten kürzeren Fortsätze die sog. Dendriten kürzer. Warum wandert sich das Neuron gegen die Hauptreizquelle? Kommen auf ein Neuron von einer gewissen Seite ständig afferente Reize, so wird sich in erster Reihe jener Teil des Neurons entwickeln, differenzieren, der mit der Reizquelle zusammenhängt; jene Fortsätze, Dendriten werden also verkürzt, die mit der Reizquelle unmittelbar zusammenhängen. Daraus folgt es natürlich, dass das Neuron gegen die Reizquelle »wandert« also durch die Verzweigung seiner Dendriten zur Reizquelle immer näher kommt. Diese Erscheinung geht selbstverständlich in engem Rahmen vor sich, die Nervenzelle kann nicht über die Länge ihrer Dendriten wandern, gewöhnlich weniger weit. Das Prinzip der Neurobiotaxe weist darauf hin, dass — wenn auch begrenzt — auf die Wirkung der Funktion, des Reizes im Laufe der Phylogenese die Bewegung der Neuronen beobachtet werden kann.

Beim Problem der Konstitution wird unser Standpunkt zeitgemäss und richtig, wenn wir es mit dem Prinzip der Plastizität in Zusammenhang bringen. Der Versuch, die Menschen mit wissenschaftlichem Anspruch zu untersuchen und zu klassifizieren ist eine Bestrebung von mehreren tausend Jahren. Die charakterologische, typologische Literatur der letzten Jahrzehnte zeigt unzählige neue Konstitutions-Systeme und Typen auf. Die Verfasser der Typenlehre schreiben die Konstitution von den verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend oft ganz willkürlich um, oder umschreiben sie die Konstitution bei der Konstruktion des Aufbautyps von nebensächlichen Gesichtspunkten ausgehend. Die zahlreichen Konstitutions-Einteilungen zeigt eine Tabelle.

Die aufgezählten Typologien der Konstitutionslehre scheinen der Erziehungslehre sehr wenig Hilfe zu liefern. Was heisst Konstitution? Die heutigen Verfasser sind im allgemeinen bestrebt die funktionellen Eigenschaften der Konstitution festzustellen, und so betonen sie oft die Konstitution als die Summe der morphologischen und physiologischen Eigenschaften des Organismus. Es muss bemerkt werden, dass in dem Begriff der Konstitution nicht die morphologischen Eigenschaften von entscheidender Bedeutung sind, sondern der auf die Einwirkungen des Milieus entwickelnde Reaktivitätstyp. Die Konstitution ist also nicht etwas statisch Gegebenes, sondern etwas was sich dynamisch verändert. Der richtige Ausgangspunkt für den Konstitutionsbegriff ist also die Reaktivität des Organismus, die Wechsel-

wirkung des Organismus und des Milieus. Es ist also kein Grund dafür, dass weder die Psychologie, noch die Erziehungswissenschaft oder die Medizin auf den Begriff der Konstitution verzichten. Nicht der Konstitutionsbegriff ist abzulehnen, sondern die fehlerhaften Begriffskonstitutionen. Wenn wir die Frage so betrachten, so finden wir in den Definitionen Kretschmers, Tandlers, Budays usw, eine Menge nützlicher Angaben. Sie beschreiben Typen, die wirklich vorkommen. Ihre Beobachtungen die oft deterministisch sind, ihre starre Klassifikation sind also mit dem Plastizitätssprinzip zu ergänzen, und die richtige Definition der Konstitution muss die auf Grund der Untersuchung des Nervensystems ausgeführte funktionelle Charakteristik geschehen.