

A magasabb idegműködés kutatásának új utjai

LISSÁK KÁLMÁN — GRASTYÁN ENDRE

A pavlovi tanítás jelentőségében szinte születése pillanatában túlnőtt a szűkebb és tágabb értelemben vett szakmai, sőt természettudományi kereteken. A fiziológus számára — akihez természetesen ma is legközelebb áll — a magasabb idegműködés kutatásának ez a kiemelkedő szerepe megtisztelő, de ugyanakkor súlyos és felelősségteljes feladatot is jelent. A fiziológusra hárul ugyanis az a feladat, hogy a magasabb idegműködés kutatásának új eredményeiről, szempontjairól, a szűk szakmai nézőponton túlmenően, úgy is számot adjon, hogy az az egyetemesebb összefüggéseket kereső gondolkodó számára is értékelhető legyen. Amellett, hogy a fiziológus erre a leghivatottabb, azt hiszem, hogy ugyanakkor a filozófiai dilettantizmus veszélybe kerülne, ha szigorúan határterületi közvetítésen kívül nagyobb feladatra is vállalkozna.

A pavlovi tanítás azért válhatott általános biológiai, sőt világnézeti vonatkozásban is bizonyító értékű tudománnyá, mert minden részében, szemléletében gyökeréig dialektikus, fejlődő, mozgó, lezáratlan tudomány. A magasabb idegműködés tudománya néhány évtizedes fejlődése során számos új területet hódított meg, befelé és kifelé egyaránt elmélyült és kitereltesedett. A fejlődés fő irányait maga *Pavlov* is megjelölte már, a kutatás során azonban sokszor váratlanul, egészen új utak és lehetőségek is nyíltak. A fejlődés bizonyos irányai speciális kísérleti módszerek alkalmazását tették szükségessé, ennek következtében speciálisan képzett kutatókat is igényeltek. Ily módon a szűkebb problematikával foglalkozó fiziológus számára a magasabb idegműködés kutatásának egészében való áttekintése nem könnyű feladat, sőt egyedül ma már nem is hivatott rá. A magasabb idegműködés komplexebb vonatkozásai, pl. a második jelzőrendszer kutatása, ma már lényegesen eltérő képzettséget igényel, mint a központi idegrendszer elemibb kérdéseinek a vizsgálata, és ez a speciális felkészültség sokkal nagyobb igényű is annál mindkét területen, semhogy egyidejű kézbentartására egy-egy kutató sikerrel vállalkozhatna. Természetesen ugyanakkor ez nem jelenti azt, hogy az egymástól távoleső kutatási területek eredményeiket illetően nélkülözhetik egymást. Ha a második jelzőrendszer kutatása szem elől téveszti az elemi jelenségek területén elért eredményeket, légüres térbe kerül, elszakadhat a fiziológiai alapoktól, vagy legjobban esetben túlhaladott fiziológiai elveket kénytelen alkalmazni tényei értelmezésénél. Az elemi jelenségek kutatóját viszont hasonló veszély fenyegeti, ha az elemi jelenségeket nem állandoan a komplex megnyilvánulások szintézisében szemléli, analitikus tényei ily módon jelentés

nélküli adathalmazzá nőhetnek, problémái pedig mesterkéltté, ill. formalisztikussá válhatnak. Többé-kevésbé hasonló viszony áll fenn a magasabb idegműködés kutatásának más területei között is. A szintetikus szemlélet magasrendű igénye a pavlovi tanítás dialektikus jellegéből következik, s ha a modern kutatás a dogmatizmus veszélyét ki akarja kerülni, ennek az igénynek a legmesszebbmenően eleget kell tennie. A Szovjetunió Tudományos Akadémiája ennek tudatában rendezte a közelmúlt években a pavlovi hagyaték továbbfejlesztése ügyében tartott vitákat. A kutatás rendkívül gyors haladása az ilyen jellegű koordinatív értékelést időről időre feltétlenül szükségessé teszi, a magasabb szinten folytatott értékelést viszont elősegíti az egyes szakterületek által adott részletes helyzetkép.

Jelen közlemény során a magasabb idegműködés kutatásának néhány olyan problémájáról szeretnénk beszámolni, amely pillanatnyilag a nemzetközi érdeklődés előterében áll, a pavlovi tanítás egyik legsajátosabb problémája s emellett szerzők kollektívája munkaterületével is kapcsolatos. E kérdés elemzése lehetőséget nyújt arra, hogy a pavlovi tanítás fejlődéséről, újabb lehetőségeiről, sajátos nehézségeiről, ugyanakkor világméretű progressziójáról is számot adjunk.

Pavlovnak a magasabb idegműködéssel kapcsolatos tanítása az első megfigyelések nyomán, korán ismertté vált már az egész világon, értékelését azonban két jól elválasztható korszakra osztja a második világháború. A negyvenes évek előtt a nyugati fiziológiai kutatóknak többsége averzióval fogadta a magasabb idegtevékenység pavlovi elméletét, annak ellenére, hogy a módszer mint fiziológiai módszer, ugyanebben az időben általános sikert ért el és jelentős elismerést vívott ki. Az ellenkezést részben *Pavlovnak* a magasabb folyamatok mögött álló elemibb mechanizmusokra vonatkozó elmélete, másrészt az a nyilvánvaló materialista következtetés váltotta ki, amely a feltételes reflexek elméletéből közvetlenül levonható volt. A két indok esetenként összekeveredik, ill. a szakmai bírálat mögött olykor világosan megállapíthatóan a kibékíthetetlen világnézeti különbség húzódik meg. Jellemző példáját nyújtja a *Pavlov* elleni szubjektív bírálatnak *Fulton* közismert idegfiziológiai könyvében *H. S. Liddel** megállapítása: „Bár *Pavlov* teóriáját kritikailag elemezték a fiziológusok, befolyása a neurofiziológiában majdnem semmi és jelenleg csak történeti jelentősége van. Éles ellentétben a pavlovi teoria sikerelenségével, a feltételes reflex maga egyre jelentősebb fontosságra tett szert a fiziológiai pszichológiában és a kísérleti orvostudományban.” Azoknak a fiziológusoknak a számára, akik a pavlovi elméletet jól ismerik, azonnal belátható, hogy a bírálatban megnyilvánuló szakmai objektivitás csak látszólagos, ugyanis a pavlovi tanításban épp annak az értékét tagadja, ami benne a „legfiziológiásabb”, nevezetesen *Pavlovnak* azt a törekvését, hogy a magatartási folyamatok kialakulásában konzekvensen a mögöttük álló idegrendszeri mechanizmusokat kereste. Az idő azóta *Liddel* rovására teljes mértékben *Pavlovot* igazolta. Az utóbbi tíz esztendőben a feltételes reflexek tana épp a *Pavlov* által feltételezett fiziológiai mechanizmusok miatt jelentősebb helyet kapott a nemzetközi idegfiziológiai kutatásban, mint ahogy azt a pavlovi elmélet hívei is remélni merték volna.

* *Fulton, J. F.*: „Physiology of the Nervous System” 3. edition Oxford University Press, New York, 1949. (*H. S. Liddel*: „The nervous system as a whole: the conditioned reflex. XXVI. fejezet.)

A második világháborút követő években, főként az elektrofiziológiai módszerek jelentősebb térhódítása nyomán egyre több laboratórium foglalkozik magasabb idegtevékenységi problémákkal és egyre több vizsgálat erősíti meg ezen új módszerekkel is a *Pavlov* által lefektetett törvényszerűségek helytálló voltát. Új ellentmondások, viták is élednek, ezeknek a hangja, szelleme azonban egészen más, mint az első periódusé. A most folyó nemzetközi méretű polémiában már nem a pavlovi elmélet létjogosultságát támadó, tudománytalan, szubjektív nézetek érvényesülnek, hanem többségükben a pavlovi tanítás sajátos dialektikus, belső ellentmondásaiból fakadó, a valóságot tükröző és az elméletet konstruktívan továbbfejlesztő megerősítések és ellenvetések. Ugyis mondhatnánk, hogy ezek a viták a pavlovi tanítás belső ügyét jelentik már. A magasabb idegműködés tana tehát valóságos reneszánszot ért meg, érdemes megvizsgálni, hogy milyen közelebbi okai vannak.

Pavlov halála után a Szovjetunióban a magasabb idegműködés kutatása töretlenül haladt előre. A sikeres haladás részben annak köszönhető, hogy még *Pavlov* életében hatalmas és kitűnően képzett kutatógárda nevelődött fel, másrészt a szovjet állam mélyen belátta a magasabb idegműködés kutatásának jelentőségét, rendkívüli mértékben támogatta azt. A kutatás így *Pavlov* halála óta is újabb területeket hódított meg. Felderítették többek közt a belső szervek és a központi idegrendszer kapcsolatának számos alapvető kérdését (*Bikov* és iskolája), a vegetatív idegrendszer integratív problémáinak jelentős szempontjait (*Orbeli* és iskolája), széles körben és sikeresen folytatták az emberi magatartás, a második jelzőrendszer vizsgálatát (*Ivanov—Szmolenszkij* és iskolája és mások), a nagyagykéreg és a kéreg alatti központok összefüggéseinek vizsgálatát (*Anohin*, valamint *Rozsanszkij* és iskolája), a központi idegrendszer elektromos tevékenységének elemzését magasabb idegtevékenységgel kapcsolatosan (*Livanov, Ruszinov, Beritov* és iskoláik). Csak néhány név és példa abból a hatalmas méretű munkából, amely napjainkban is változatlan intenzitással folyik. A szovjet tudománynak ezek a sikerei, valamint a szovjet kutatóknak a nemzetközi fórumokon folytatott kemény és kitartó harca egyik tényezője annak a világméretű fellendülésnek, amit a legutóbbi években tapasztalunk. A másik ok az idegéletten sajátos fejlődési viszonyaira vezethető vissza.

Pavlov, mint vérbeli fiziológus, soha nem mondott le arról az igényről, hogy a magatartás bonyolult folyamatait irányító törvényszerűségeket a központi idegrendszerben felfedje, ill. központi idegrendszeri mechanizmusokra vezesse vissza. A funkció és struktúra egységes szemlélete, mint *Pavlov* egyik legfontosabb kutatási elve, tükröződik ebben a törekvésben. E hatalmas vállalkozáshoz *Pavlov* felhasználta kora egész élettani ismeretanyagát, tehát többek közt azokat a tényeket is, amelyeket a fiziológia az agyvelő vizsgálatában a hagyományos elemző módszerekkel nyert. Hangsúlyozzuk egyúttal azt is, hogy a feltételes reflex módszere és az utóbbi módszerek közt elvi, metodológiai szempontból nincs alapvető különbség. Mindkét módszer a környezet, ill. a megfelelő receptorok és a hatás, ill. a kivitelező szerv működése közti szabályszerű kapcsolat révén alkotta meg alapvető törvényszerűségeit. A két módszert elvileg elválaszthatatlanul a reflexfogalom kapcsolja össze. Az elvi azonosságon nem változtat az a körülmény, hogy a pavlovi módszer a természetes feltételeknek megfelelően komplex ingerpárt (feltétlen és feltételes inger) alkalmaz a folyamat megindításához és a megfigyelést többnyire egyet-

len pontosan, kvantitatíve is regisztrálható effektor folyamatra, mint pl. nyálelválasztás, szűkíti. *Pavlov* módszerében a fiziológus szempontjából az volt a legzseniálisabb, hogy az új jelenség, az időleges kapcsolat létrejöttének feltételeit kísérletesen vizsgálható és reprodukálható formában ki tudta dolgozni s hogy az új jelenség mögött is meglátta a reflexfunkció vázát. Az analitikus fiziológiai módszer az idegrendszerben szintén objektív törvényszerűségeket vizsgál, a folyamatokat azonban a természetellenes vizsgálati feltételek miatt olyan fokig kénytelen lebontani (altatott állat, a szervezet egészéből kikapcsolt izolált szerv), hogy az így nyert adatokból egységes magatartási funkció nem állítható össze. *Pavlov* tehát az analitikus és szintetikus módszer között meg tudta találni azt az arányt, amely mindkét módszer előnyeit egyesítette lényeges hátrányaik nélkül. Érintetlen maradt a magatartási funkció egésze és mégis objektíven mérhető maradt. Ily módon jutott el *Pavlov* a környezet és a szervezet kölcsönkapcsolatának, a magatartásnak az alapvető törvényszerűségeihez. Komplex fokon *Pavlov* megtalálta mindazokat a törvényszerűségeket, amelyek az egyszerűbb reflexes működéseknek is sajátosságai, sőt ezekből kiindulva, újabb, bonyolultabb jelenségeket is fedezett fel. Kimutatta, hogy az izgalom és a gátlás a magasabb idegműködés alapvető, dialektikus ellentétpárja. Az izgalom és a gátlás mozgástörvényeinek a felfedezésével pedig fiziológiailag eddig alig sejtett, bonyolult, életmegnyilvánulások, mint az alvás-ébrenlét mechanizmusára, valamint az egyedi reakciókészség, a típus-sajátságok mögött álló idegi mechanizmusokra tudott fényt deríteni. Maga ez a munka több, mint az átlagos tudós életműve, *Pavlov* azonban, mint vérbeli fiziológus, továbbment és arra is választ kívánt adni, hogy mindezek a jelenségek hogyan, milyen elemi mechanizmusok útján jönnek létre magában az idegrendszerben. *Pavlov* életében az ép idegrendszer működésének közvetlen megfigyelésére nem volt még módszer, helyesebben az erre hivatott elektrofiziológiai módszerek nem voltak még annyira fejlettek, hogy a nehéz kísérleti feltételek mellett alkalmazni lehetett volna őket. Ezért *Pavlov* a kérdés vizsgálatában közvetett útra kényszerült, a feltételes reflex módszert összekapcsolta az idegrendszer vizsgálatának más klasszikus módszereivel, ill. a jelenségek értelmezésénél felhasználta az elemző fiziológiai módszerekkel nyert adatokat is. A XIX. század végén *Goltz*, *Munk*, valamint *Fritsch* és *Hizzig* alapvető felfedezései után (a nagyagykéreg motoros és szenzoros mezőinek részletes feltérképezése) hatalmas méretű kísérleti munka indult meg és az agyvelő elemibb funkcióinak a megismerése jelentős lépésekkel haladt előre. *Pavlov* idejében tette az angol *Sherrington* is jelentős felfedezéseit a gerincvelői reflexek organizációjával kapcsolatosan. *Pavlov* ezeket az eredményeket rendkívül nagyra becsülte és saját megfigyelései értelmezésében szervesen alkalmazta. Épp ez a körülmény biztosította számára, hogy a tények értékelésénél mindvégig konzekvensen meg tudott maradni a fiziológiai szemléletnél. A feltételes reflexes kísérleti feltételekkel összeegyeztethető módszereket (pl. különböző köponti idegrendszeri területek roncsolása, kiirtása) maga is alkalmazta és értékes megállapításokat tett a különböző funkciók lokalizációja és dinamikai folyamatok organizációs kérdéseiben is. E megállapítások elvileg lényeges vonásaikban ma a tökéletesebb modern módszerekkel történt ellenőrzés után is helytállnak. Bizonyos megállapítások viszont vitásak, ezeknek a problematikus természetét azonban *Pavlov* sem tagadta. Érdemes kissé behatóbban elemezni e vitás pontokat, közelebb visz ugyanis bennünket a magasabb idegműködés kutatásának néhány modern problémájához.

Pavlov az időleges kapcsolás, valamint a dinamikai történések mozgásterületét elsősorban a nagyagyféltekék kérgében jelölte meg. Ez az álláspont a rendelkezésére álló adatokkal tökéletesen összhangban volt. A nagyagykéregnek a funkciók bonyolultságával párhuzamos onto- és filogenetikai fejlődése, az agykérgétől megfosztott kísérleti állat magatartásából levonható következtetések a gátlási és izgalmi folyamatok mozgásának térbeli egyezése a klasszikus kérgi lokalizációval mind arra mutattak, hogy *Pavlov* álláspontja általában helyes. *Pavlov* álláspontja természetesen nem zárta ki azt, hogy a kapcsolatban a központi idegrendszer más területei is részt vesznek. Számos megnyilatkozása tanúskodik arról, hogy a kéreg alatti elemibb, feltétlen reflexes, ösztönös funkciókat reprezentáló képleteknek alapvető jelentőséget tulajdonított a nagyagykéreg funkcionális tónusának szabályozásában és ezen keresztül a magasabb idegtevékenység mechanizmusainak integrációjában is. „A kéregalatti központoknak a nagyagyféltekékre gyakorolt hatása nem kevésbé lényeges, mint az utóbbiak hatása e központokra. A kéregalatti központokból kiinduló impulzusok állandóan működő állapotban tartják a nagyagyféltekéket.”*Az időleges kapcsolat létrejöttének domináns területét azonban vitathatatlanul a nagyagykéregben jelölte meg *Pavlov*. Az általa is lényegesnek tartott kéreg alatti mechanizmust ebben az időben nem lehetett még speciálisabban jellemezni. A kéreg alatti rendszerek jelentőségéről, főként nehéz megközelíthetőségük miatt, lényegesen kevesebb ismeretünk volt, mint ma. Emellett azok a módszerek, amelyekből a következtetéseket levonták, egyáltalán nem voltak fiziológiásnak mondhatók. Az adatok két forrása a teljes kéregirtott állatnál megmaradt funkciókból, másrészt az ép kéreg mellett végzett kéreg alatti roncsolások nyomán bekövetkező hiánytünetekből levont következtetések voltak. Az így nyert megfigyeléseket azért nem tartjuk ma egészen adekvátnak, mert tudjuk, hogy a központi idegrendszer ezen két nagy területe olyan szoros funkcionális kölcsönkapcsolatban áll, hogy egyiknek a sértése szükségszerűen magával vonja a másik terület speciális funkciójának mélyreható megváltozását is.

Amikor tehát a feltételes reflexes megfigyelésekből a közvetlen idegi történésekre következtetünk, kétszeres pontatlansággal kell számolnunk. Egyik pontatlanság abból eredhet, hogy az állat külső reakcióiból, tehát indirekt módon következtetünk a belső történésekre, a másik pedig abból, hogy e következtetésben többé-kevésbé inadekvát feltételek mellett nyert törvényszerűségeket használunk fel. A feltételes reflexek elemi mechanizmusainak ezen ellentmondásai a klasszikus idegfiziológiai módszerekkel nem voltak feloldhatók. A kérdés megoldásához vagy megközelítéséhez olyan módszerre volt szükség, amely a vizsgálandó folyamatot magán az idegrendszeren belül, közvetlenül is elemezhetővé teszi s ezzel direkt következtetést enged meg, másrészt ugyanakkor sértetlen idegrendszeren is végezhető. E módszer kialakulását az a felismerés tette lehetővé, hogy az idegsejt, mint minden működő biológiai szövet, működés közben elektromosságot termel. E felismerés nem új, elsősorban azonban a technikai fejlődésnek kellett olyan fokot elérnie, hogy ezt a lehetőséget az idegfiziológia is felhasználhassa. Főként a második világháborút követően jelentek meg először azok a nagy teljesítményű és biztos regisztráló eszközök, amelyek az elektromos folyamatok elemzését magasabb idegi tör-

* *I. P. Pavlov*: „Előadások a nagyagyféltekék működéséről”. Akadémiai Kiadó, Budapest 1953.

ténésekkel kapcsolatosan is alkalmazhatóvá tették. A módszertani fejlődésnek ezzel a fázisával kapcsolódik össze a feltételes reflexek kutatásának az a világméretű újjászületése is, melyről fentebb már megemlékeztünk. Mielőtt az elektrofiziológiai módszereket a magasabb idegműködés vizsgálatában is sikerrel lehetett alkalmazni, meglehetősen nehéz előkészítő utat kellett bejárnia az elektrofiziológiának. A működés közben termelt elektromosság időben hű kifejezője ugyan az idegsejt működésének, tehát ideális megnyilvánulása annak a funkciónak, amiben *Pavlov* is az idegműködés alapját látta, a szignalizációnak; ugyanakkor azonban a vizsgált idegsejtek óriási száma miatt az egyes folyamatok elkülönítésében ismét rendkívüli nehézségek jelentkeztek, ezen módszerrel is.

A központi idegrendszerben az idegsejtek térben egymáshoz rendkívül közel helyezkednek el, emellett a sejtek közti teret szintén jól vezető anyag tölti ki, ennek következtében a különböző funkciót végző idegelemek egymásra hatása folytán rendkívül bonyolult elektromos eredő hatások keletkeznek. A legutóbbi években a módszer fejlődése ugyan azt is lehetővé tette már, hogy egyetlen működő idegsejt által termelt szignálokat is regisztráljunk, az elemzésnek ez a pontossága azonban, legalábbis az idegrendszer magasabb szektoráiban, egyelőre még túlságosan is finom ahhoz, hogy az egész funkció szempontjából is értékelhető adatokat nyerjünk. Itt ugyanazzal a jelenséggel találkozunk, melyre már korábban is rámutattunk, hogy az elemzés precizitása, megfelelő közvetítő ismeretek hiányában, a szintetikus szemlélet rovására történhet csak. Így elsősorban az elektrofiziológia viszonylag durvább módszereire hárult az a feladat, hogy nagyobb összefüggéseket fedjen fel. E módszer kitűnő lehetőséget nyújtott elsősorban az agyvelő receptorterületeinek a rendkívüli pontos újratérképezéséhez. E munkában ugyanis kitűnően össze lehetett kapcsolni az elektromos módszereket a hagyományos akut kísérleti módszerekkel, sőt az egyébként afiziológiás kísérleti feltételek (narkózis, műtét) egyenesen előnyösek voltak az egyszerű afférens idegi kapcsolatok vizsgálatában. A vizsgálatnak ez a módja azonban, ahogy az elektrofiziológia egyik jelentős angol pionírja, *Adrian*, maga is megállapítja, legfeljebb az anatómiai kapcsolatokra vonatkozó ismereteinket tökéletesítette, de semmit nem mondott még az agyvelő tényleges funkciójáról. Ehhez arra volt szükség, hogy az elektromos jelenségek karakterisztikus változásait határozott funkcionális változásokkal hozzuk korrelációba. Az elektrofiziológia modern elvezetési technikái ezt is lehetővé tették, ma már ép állat idegrendszerének elektromos tevékenységét is viszonylag könnyűszerrel tudjuk elemezni, (az állat szabad mozgása közben is). E módszerek segítségével ismertük meg a magatartás határ-állapotait, az alvást és ébrenléletet kísérő jellemző elektromos változásokat. Ebben az esetben az összefüggések megállapítása azért sem ütközött különösebb nehézségbe, mert mindkét folyamatot objektív és félreérthetetlen somaticus jelenségek is kísérik. A kutatás azonban nem állhatott itt meg, hiszen az elektrofiziológiai módszerekhez épp az a remény fűződött, hogy a magatartás azon bonyolult és finom változásaira is fényt fognak deríteni, amelyeknél a klasszikus módszerek elégtelenek bizonyultak. A magatartási folyamatok mögött álló elemi mechanizmusok vizsgálatánál viszont szükség volt a magatartási folyamatok objektív fiziológiai szemléletére és regisztrálására. Ezen a ponton kényszerült az elektrofiziológia a feltételes reflexes módszert segítségül hívni és nem meglepő, hogy éppen a pavlovi koncepció és módszer került a kutatás középpontjába, annak

ellenére, hogy a feltételes reflexes módszerek és elméletek számos más változata is rendelkezésre állott a kutatásnak. A pavlovi koncepció azért került ismét a középpontba, mert már az első vizsgálatokban a *Pavlov* által lefektetett fiziológiai alapelvek bukkantak elő, ill. nyertek megerősítést. Ez egyúttal újabb bizonyítékát jelenti annak, hogy a pavlovi tanítás a magasabb ideg-tevékenység kutatásának legadequatabb, ill. biológiailag egyedül helyes iránya. Hogy a magatartás kutatásának egy igen jelentős fázisáról van szó, annak az is bizonyítéka, hogy benne nyugaton is a legjelentősebb fiziológiai iskolák, ill. nemzetközi szaktektintélyek vesznek részt. (pl. *Jasper* Kanada, *Fessard* és *Gastaut* Franciaország, *Motokowa*, *Joshii* Japán, *Morrell* Egyesült Államok, *Hernandez-Peon* Chile és sokan mások). Természetesen az elektrofiziológiai kutatás ma már nem csupán módszertani segédeszközként alkalmazza a feltételes reflexes módszert, hanem speciális feltételes reflexes problémákat vizsgál. Ennek kapcsán bizonyos kérdések körül széleskörű vita alakult ki. Ahogy azonban említettük már, ennek a vitának a jellege az első periódushoz viszonyítva messzemenően megváltozott. A vita egyrészt olyan elemi kérdések körül folyik, amelyeket korábban egzakt módszerekkel nem lehetett megközelíteni, másrészt a vita azokat a sajátos belső ellentmondásokat tükrözi, amelyek a pavlovi koncepciónak, mint valóban dialektikus és a valóságot híven tükröző elméletnek a sajátjai. Messze vezetne, ha az aktuálisan vitatott kérdéseket részleteiben elemeznénk. Ezért csak két jellemző, de a magatartás kutatásában elvi szempontból fontos kérdést, a cortex és subcortex viszonyát és a gátlás problémáját tesszük vizsgálat tárgyává.

Az elektrofiziológiai kutatás a legutóbbi években az ébrenléti problémák vizsgálatával kapcsolatosan érdekes felismerésre jutott az agytörzs szerepét illetően. Megállapították, hogy az ébrenlét fenntartásáért dominánsan az agytörzsnek egy elég körülhatárolt területe (*formatio reticularis*) felelős, melyet ha elpusztítanak, az ébrenlét végérvényesen megszűnik, akkor is, ha az idegrendszer egyéb területei érintetlenül maradnak. Megállapították azt is, hogy az ébrenlétért felelős struktúra aktivitását a legkülönbözőbb, speciális érzékszervi impulzusokat szállító és a kéreg felé menő, jól ismert afferens pályákból leváló oldalágak biztosítják. Az ily módon létrehozott izgalom, mint aspecifikus tonizáló jellegű befolyás jut fel az agykéregre, ahol a normális elemzőmunka számára szükséges működési alapszintet biztosítja. Ezen adatokból következően tehát az ébrenlétért körülhatárolt és kizárólag ezen funkciók végzésére rendeltetett subcorticalis rendszer, ill. mechanizmus lenne felelős. E koncepció ebben a formában nyilvánvaló ellentétben van *Pavlov* felfogásával, aki mindig határozottan és joggal tiltakozott az ellen, hogy pszichológiai értelemben komplex, speciális funkciót az agyvelő körülírt területeihez kössünk. A fenti koncepció azonban csak kezdeti formájában volt ennyire egyoldalú, az azóta végzett vizsgálatok nyomán a subcorticalis rendszer jelentőségét ma egészen másképp értékelhetjük. Az 1950-es években intézetünkben megállapítottuk, hogy a szóban forgó, ún. aktivációs mechanizmus nem kizárólagosan az ébrenléti funkció szolgálatában áll, hanem ezzel egyidejűleg komplex befolyást fejt ki különböző zsigeri szerveken és a csontvázizomzat működésén is. Megállapítottuk továbbá azt is, hogy e rendszerek aktivitásának fenntartásában éppen a szervezet belső miliójét reprezentáló, vegetatív impulzusok játszanak döntő szerepet. Más, főként francia szerzők pedig azt is megfigyelték, hogy hasonló, vagy talán még nagyobb szerepet játszanak a kérdéses rendszer aktiválásában a vérben keringő, ún. humorális tényezők is. Az aktivációs

rendszereket ennek következtében tehát úgy is értelmezhetjük, mint sokrétű, de primitív integrációs apparátust, melyben a legkülönbözőbb eredetű impulzusok összekeverednek s így elvesztik speciális jelentőségüket, s ez az eredő izgalom az egész központi idegrendszer működését mintegy dinamizálja. Saját meggyőződésünk szerint az aktivációs rendszer, annak ellenére, hogy benne a legkülönbözőbb eredetű impulzusok keverednek össze, mégis az afferentáció alapvetően zsigeri és humorális eredetéből következően, elsősorban vegetatív jellegű rendszer. E koncepció egészében nincs ellentétben *Pavlov* felfogásával, aki, mint már említettük, egy kéreg alatti tonizáló funkciót más adatok alapján posztulált. Sőt úgy gondoljuk, hogy nem tévedünk, ha azt állítjuk, hogy a *Pavlov* által is feltételezett mechanizmus lényegében azonos ezzel az elektrofiziológiai módszerrel felismert mechanizmussal. Részben ezért, részben amiatt, hogy az aktiváció mechanizmusa véleményünk szerint mélyen dialektikus felismerést jelent, nagyobb jelentőséget tulajdonítunk neki, mint a legutóbbi évek más felfedezéseinek, természetesen azonban abban a tágabb értelemben, ahogy ezt a mechanizmust a fentiekben igyekeztünk megfogalmazni.

Pavlovnál a struktúra és funkció egysége a magasabb idegtevékenység kutatásának alapelve volt. A fiziológus számára úgy értékelhető ez, hogy a működési sajátosságok értelmüket veszítik, ha azokat nem az idegrendszer szűkebb és tágabb értelemben vett szerkezeti sajátosságaira vetítve értelmezi. A szerkezeti sajátosságok alkalmazási lehetőségeit illetően azonban a fiziológiai kutatás korábban majdnem teljesen passzív szerepre volt utalva, kénytelen volt többnyire azokkal az ismeretekkel beérni, amelyeket a morfológiai tudományok funkcionális szempontoktól teljesen függetlenül derítettek fel. Néhány modern biológiai vizsgáló módszer, így az elektrofiziológia is, ideálisan egyesíti magában a két szemlélet igényeit, ennek a körülménynek tulajdonítható részben az aktivációs rendszer működési elvének felfedezése is. *Pavlov* az általa felderített rendkívül gazdag és dinamikus funkcionális megfigyelések strukturális értelmezésénél csak meglehetősen szegényes és merev anatómiai adatokkal operálhatott. Az agyvelőnek a hagyományos morfológiai módszerekkel felderített szerkezetéből hiányzik a dinamika dimenziója. Az aktivációs rendszer elvének a felismerését azért tartjuk lényegesnek, mert a hagyományos elvekkel ellentétben, először állít szembe dialektikusan két funkcionálisan különböző, de a teljes funkció létrehozásában mégis elválaszthatatlanul összekapcsolt és morfológiai értelemben is határozott rendszert. Az egyik rendszer túlnyomóan a szervezet belső miliójét reprezentáló agytörzsi (aszpecifikus, aktivációs) rendszer, a másik túlnyomóan a környezeti hatásokat közvetítő és a nagyagykéreg által képviselt, ún. specifikus rendszer. E dinamikus szerkezeti elv az időleges kapcsolat mechanizmusának értelmezésében is kitűnő támpontokat és egyúttal új kutatási lehetőségeket nyújt. Intézetünkben pl. sikerült megállapítanunk, hogy e rendszerek elektromos ingerlésével — ellentétben más rendszerekkel — mélyrehatóan és koordináltan befolyásolhatók az állat feltételes reflexei s arra a konklúzióra jutottunk, hogy az időleges kapcsolat elsődleges, durva formájának ezen a területen kell kialakulnia. Azóta hasonló következtetésekre vezettek más laboratóriumok megfigyelései is, megállapították ugyanis, hogy a feltételes reflex kialakulása során először és legtartósabban ezeken a területeken jelentkeznek az időleges kapcsolat kialakulására utaló elektromos változások. Az időleges kapcsolat elemi mechanizmusait vizsgáló kutatásnak alapvető feladata a feltételes reflex kapcsolási sémájának konkrét struktúrákra

vonatkoztatott kialakítása. Úgy gondoljuk, hogy ezek a megfigyelések, ha még vitások is, progressziót jelentenek ebben az irányban.

A magasabb idegműködés egész problematikájának egyik legnehezebb területe a gátlás kérdése. Ugyanekkor rendkívül fontos kérdés is ez, tekintettel arra, hogy a gátlás, mint az izgalom állandó kísérő jelensége és elválaszthatatlan ellentétpárja, minden idegi folyamatban alapvető szerepet játszik. *Pavlov* munkássága a magassabbrendű gátlási folyamatok felismerésében, osztályozásában, általános jelentőségének megállapításában korszakalkotó volt. A gátlás általános természetének és jelentőségének felismerésén kívül azonban itt is, mint más folyamatok esetében, *Pavlovot* a jelenség benső, elemi természete is érdekelt, ebben a kérdésben azonban nem tudott végleges és megnyugtató álláspontra jutni. Hogy milyen súlyos problémát jelentett a gátlás *Pavlovnak*, azt számos idevonatkozó megállapításán kívül a gátlások osztályozásával kapcsolatos többszörös változtatása is tanúsítja. *Pavlov* életében az egyetlen és egyúttal első konkrét ismert gátlási mechanizmus a *Vegyenszkij* nevéhez fűződő, eredetileg perifériás idegeken felfedezett gátlási mechanizmus volt. *Pavlov* *Vegyenszkij* elméletét saját megfigyelésével kapcsolatban, bár fenntartásokkal, de kiterjedten alkalmazta, saját komplex gátlási jelenségei ugyanis (pl. gátlás fázisai) jól összeegyeztethetők voltak azzal. A *Vegyenszkij*-féle gátlási elmélet szerint az izgalom és a gátlás egyaránt sajátossága ugyanazon elemeknek, s a gátlás kialakulását az elmélet lényege szerint izgalomnak kell megelőznie. *Pavlov* világosan látta, hogy az általa megfigyelt tények egy csoportja nem illeszthető bele ebbe az elképzelésbe. "Az előadások a nagyagyféltekék működéséről" c. könyvében* rendkívül határozottan szögezi ezt le és negatív formában meglepő élességgel posztulál egy olyan gátlási mechanizmust, melyet az elektrofiziológia az 1940-es években fedezett fel. „A gátlás fellépésének és eltűnésének csak egyes eseteit lehet egyszerűen úgy felfogni, mint a sejtek kifáradásának és helyreállításának következményét. De hogyan kell elképzelnünk a gátlás állandó vagy tartós eseteinek más kategóriáit, amelyekkel az agy tevékenysége telítve van? Miért idéz elő a kialakított negatív feltételes reflex a kéregben közvetlenül gátló folyamatot előzetes ingerlési folyamat nélkül? Miért van az, hogy az ilyen inger számára támadási pontul szolgáló sejt, bár hetekig, sőt néha hónapokig nem vetették alá ingerlésnek, mégsem válik önmagától újra pozitívan ingerelhetővé?”

1941-ben a gerincvelői reflexek elektrofiziológiai vizsgálata során megállapítást nyert, hogy a gátlásnak olyan formája is létezik, amelyet nem előz meg izgalom. Ezt a gátlást direkt gátlásnak nevezték el. Azóta a közelmúlt években azt is megállapították, hogy ezért a gátlási mechanizmusért önálló és kizárólagosan csak gátló funkciót végző idegelemek felelősek. Így ezzel a felfedezéssel közvetlen lehetőség adódna a magasabb idegműködés eddig értelmezhetetlen gátlási mechanizmusainak magyarázatára is. A helyzet azonban nem ilyen egyszerű. E gátlási formát a gerincvelőben észlelték s bár nincs alapos okunk kételkedni abban, hogy az idegrendszer magasabb szakaszain nem létezik ez a mechanizmus, közvetlen bizonyítékunk nincs rá. Intézetünkben az elmúlt években számos vizsgálatot végeztünk a magasabbrendű gátlási mechanizmusok feltárásáért és valóban találtunk olyan jelenségeket, amelyek arra utalnak, hogy a direkt gátlásnak magasabbrendű magatartási folyamatokban is szerepe lehet, bizonyítékaink azonban még nem közvetlenek.

* I. P. *Pavlov*: „Előadások a nagyagyféltekék működéséről”. Akadémiai Kiadó, Budapest 1953.

Az agyvelő magasabb szektorainak a szerkezete a gerincvelőhöz viszonyítva sokszorosán bonyolultabb s ez a körülmény egyelőre megakadályozza, hogy a gerincvelőnél alkalmazott módszereket ezeken a területeken is hasznosítsuk.

A direkt gátlás mechanizmusában a gátlásnak egyik idegsejtről a másikra történő közvetítésében speciális kémiai gátló tényezőt tételeznek fel. Ilyen gátló tényező létezésére perifériás vegetatív idegek vizsgálatával kapcsolatosan már 1949-ben felhívtuk a figyelmet, intézetünkben pedig az elmúlt évek folyamán agyszövetből is sikerült *Endrőczy Elemérrel* előállítani hatásos gátló tényezőt. Ezek az eredmények szintén megerősítik azt a feltételezést, hogy a direkt gátlás a magasabb idegműködés folyamataiban is szerepet játszik. Sajnos azonban ez sem közvetlen bizonyíték még. A kérdés egyelőre nyitva marad, végleges megoldása, ami a módszerek rendkívül gyors fejlődése miatt a közeljövőben várható, a magasabb idegtevékenység vizsgálatát egyik legnehezebb problémáján juttatja túl.

Az új elektrofiziológiai felismerések, valamint az idegrendszer dinamikus szerkezeti elveire vonatkozó adatok természetesen a megoldandó funkcionális problémák szempontjából még mindig gyermekcipőben járnak ahhoz, hogy túlságosan messzemenő következtetéseket vonjunk le. Az ismertetett agytörzsi rendszer, valamint a kéreg és ezen rendszerek közti kölcsönkapcsolat kérdése számos vitás pontot tartalmaz, kutatásuk ma is intenzíven folyik, részletkérdésekben a véleményünk még szinte napról-napra változik, ezért általános következtetések levonása dogmatizálás veszélyével is járhat. Legalább ennyire veszélyesnek tartjuk azonban a pavlovi hagyaték szempontjából az újonnan felismert és a pavlovi alapelvekkel összeegyeztethető tények elhanyagolását és mellőzését is. A pavlovi tanítás mélyen dialektikus fejlődő és ebben az értelemben lezáratlan jellege megköveteli a kutatástól, hogy a kor aktuális technikai és szemléleti adottságainak teljes tárházát felhasználja a továbbfejlesztésben. A kutató feladata azonban új elvek alkalmazásakor meglehetősen nehéz, gyakran teljesen indokolatlanul éri az a vád, hogy tudatosan vagy nem tudatosan elszakad a pavlovi elvektől. A szigorú és állandó kritika a kutatásnak ezen a bonyolult és ideológiai szempontból is fontos területén nélkülözhetetlen. A bírálat azonban, ha nem ugyanannyira objektív és megfontolt, mint a továbbfejlesztési szándék, ill. az ebben felhasznált elvek és tények, súlyosan káros is lehet. Új elvek alkalmazásánál a kísérleti munka egy-egy új periódusában mindig jelentkeznek a pavlovi tanítás hívatlan védelmezői is. Ezek az opportunisták bírálok többnyire *Pavlov* önkényesen kiragadott megállapításaira hivatkozva, objektív tények és érvek, valamint a vizsgáló módszerek természetének alapos ismerete nélkül bírálnak és a józan szakértő benyomását keltve, esetenként súlyosan hátráltatják a haladást. A pavlovi tanítás „védelmezésének” ez a módja a fentebb ismertetett elvek kutatása kapcsán is megnyilvánult, főként abban a formában, hogy a kutatók *Pavlovnak* a kéreg jelentőségével kapcsolatos megállapítását tagadják. Ilyen tendencia, különösen a vizsgálatok kezdeti stádiumában, valóban megnyilvánult, de nem fiziológusok részéről, utóbbiak, többek közt magunk is, határozottan és objektív érvekkel tiltakoztunk ilyen felfogás ellen. Az opportunisták bírálat azonban, dogmatikus és antidialektikus módszereivel, a kutatás konstruktív szempontjait is rombolja, ezért a kutatásnak ez ellen ugyanolyan kötelessége harcolnia, mint a pavlovi tanítás továbbfejlesztéséért.

Fentiekben a magasabb idegműködés tudományának speciális területével, az elemibb jelenségek kutatásával, helyesebben ezen belül is csupán

néhány lényegesebb kérdéssel foglalkoztunk. A pavlovi tudomány óriási méretei lehetővé teszik, hogy a legújabb felismerésekről ilyen szűk keretben részletesebb és átfogóbb képet nyújtsunk a fiziológiailag nem képzett olvasóknak. Reméljük azonban, hogy ezen szerény adatok is meggyőzőnek arról, hogy a *Pavlov* által megkezdett hatalmas vállalkozás továbbra is töretlenül halad előre a felé a nagy cél felé, amelyet *Pavlov* a fiziológiának az idegrendszer feletti teljes uralmában jelölt meg. A kutatásnak minden fázisában újabb és a kezdetihez közel hasonló nagyságú módszertani és elvi akadályokkal kell megküzdenie. Az élő anyag sajátos természetéből következően a megismerés minden újabb fokán a benső ellentmondások egyre újabb formái bukkannak fel, ezek az ellentmondások azonban egyúttal a kutatás kiindulópontjai is, tehát a fejlődés biztosítékai. A pavlovi tanítás épp azért érte el eddigi sikereit és biztosságot egyúttal a további fejlődésnek is, mert a szervezet folyamataiban uralkodó benső ellentmondások dialektikus játékát teljes gazdagságukban tükrözte és tükrözi.

НОВЫЕ ПУТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Кальман Лишшак — Эндре Граштян

За последний десяток лет павловское учение испытало новое возрождение всемирного масштаба. Причины этого подъема авторы сводят отчасти к диалектическому характеру павловского учения, к успешной борьбе советской науки за десятки лет, и к применению новых методов исследования. Они излагают в основных чертах развития исследования деятельности высшей нервной системы а затем выдвигают два — связанных с их собственной исследовательской деятельностью — вопроса, путем анализа которых они указывают на новые точки зрения научно-исследовательской работы. Они устанавливают, что конечной целью Павлова как физиолога являлось, наряду с открытием общих связей взаимодействия организма и окружающей среды, раскрытие механизмов элементарной нервной системы, лежащих в основе процессов поведения человека. При изучении этих вопросов в прошлом научный исследователь вынужден был работать косвенными методами. В настоящее время развитие техники дает в руку физиолога новые средства, позволяющие и непосредственное изучение происходящих в головном мозгу процессов путем регистрации электрических процессов, производимых нервными клетками. С помощью этих методов научное исследование пришло, наряду с рядом новых важных результатов, к открытию значительных сведений по вопросу о взаимодействии коры головного мозга и подкорковых систем, а также по вопросу о механизме торможения. Авторы указывают, что эти новые открытия диалектического характера позволяют глубокое познание динамики нервных процессов, которое до этого не оказалось возможным из-за прежнего оскотенелого взгляда на структуру головного мозга. Критическое место, занимаемое исследованием деятельности высшей нервной системы его значение для биологии и для мировоззрения приводят к неизбежной постоянной строгой и объективной критике в этой области, и в то же время вызывают необходимость борьбы с догматичной, лжеобъективной критикой, которая по сути дела отрицает развитие. Диалектический характер павловского учения требует от научного исследователя применения всех современных знаний и технических возможностей в деле исследования нервной системы. В этом заключается единственная возможность осуществления конечной цели, поставленной Павловым — полное господство естествознания над головным мозгом.

THE NEW WAYS OF RESEARCH OF WORKING OF THE HIGHER NERVOUS SYSTEM

Kálmán Lissák — Endre Grastyán

The theory of Pavlov came in the last decade to a new world-wide renaissance. The authors ascribe the causes of this partly to the dialectical character of the theory, to the application of new research methods, to the successful struggle of Soviet science lasting for several decades. Authors give the broad outlines of the development of research concerning working of the higher nervous system, then they take out two questions

— connected with their own research work too — and show by their examination the new viewpoints of the research. They state that Pavlov's ultimate purpose, besides the revelation of the general connections of correlation between the organism and the surroundings, was the revelation of the elemental mechanism of the nervous system standing behind the conduct-processes. Examining these questions, the researchers were compelled to an indirect way. Technical development gives today new means into the hands of the researcher, wherewith — by registering the electric processes produced in and by the neurons — the immediate examination of the happenings taking place in the brain is made possible.

With the help of these methods the research — besides numerous important new results — made a significant discovery in the questions concerning the correlation between the cortex and the system under the cortex, and in the question concerning the mechanism of the inhibition too. The authors point out that these new discoveries of dialectical nature make possible the deeper cognition of the dynamics of the nerve-processes, whereas this was, with the earlier stiff view of the brain's structure, impossible. The crucial place, the biological and ideological importance of the research concerning the higher working of the nervous system, make the continual strict, and objective critique in this sphere indispensable, together with the struggle against the dogmatic, pseudo-objective critiques, denying the development essentially. The dialectical character of Pavlov's theory demands from the researcher to apply the whole knowledge and all technical facilities in the research of the nervous system. This is the only way to realize Pavlov's ultimate purpose, the complete domination of the natural sciences over the functioning of the brain.

NEUE WEGE IN DER ERFORSCHUNG DER HÖHEREN NERVENTÄTIGKEIT

Kálmán Ltssák — Endre Grastyán

Im letzten Jahrzehnt erlebte die Pawlowsche Lehre eine neue weltweite Renaissance. Die Ursachen dieser Erscheinung werden von den Verfassern zum Teil auf den dialektischen Charakter der Pawlowschen Lehre, auf den erfolgreichen Kampf von mehreren Jahrzehnten der sowjetischen Wissenschaft und auf die Anwendung neuerer Forschungsmethoden zurückgeführt. Die Verfasserschildern in grossen Zügen die Entwicklung der Forschung der höheren Nerventätigkeit, heben zwei — mit ihrer eigenen Forschungsarbeit verbundene — Fragen hervor, und weisen durch ihre Analyse auf die neuen Gesichtspunkte der Forschung hin. Sie stellen fest, dass Pawlow als Physiolog ausser der Aufdeckung der allgemeinen Zusammenhänge der Wechselbeziehungen zwischen Organismus und Umgebung sich die Enthüllung der dem menschlichen Verhalten zugrunde liegenden Mechanismen des elementaren Nervensystems zum Ziel setzte. An die Untersuchung dieser Fragen konnte der Forscher in der Vergangenheit nur mittelbar herantreten. Heute stellt die technische Entwicklung dem Physiologen neue Instrumente zur Verfügung, die mit der Registrierung der durch die Nervenzellen erzeugten elektrischen Vorgänge die unmittelbare Beobachtung der im Gehirn ablaufenden Prozesse ermöglichen. Mit Hilfe dieser Methoden hat die Forschung neben zahlreichen neuen Ergebnissen bedeutende Kenntnisse über die Wechselbeziehung zwischen Gehirnrinde und subkortikalen Systemen sowie über den Mechanismus der Hemmungen erworben. Die Verfasser zeigen, dass diese neuen Kenntnisse dialektischen Charakters ein tieferes Verständnis der Dynamik der Nervenvorgänge ermöglichen, welches bisher infolge des älteren, versteinerten Anschauung über die Struktur des Gehirns nicht möglich war. Die kritische Position, die von der Erforschung der höheren Nerventätigkeit eingenommen wird, sowie die biologische und weltanschauliche Bedeutung dieser Forschungen führen unvermeidlich zur ständigen, strengen und objektiven Kritik auf diesem Gebiete und erzeugen gleichzeitig die Notwendigkeit des Kampfes gegen die im wesentlichen die Entwicklung negierende, dogmatisierende, scheinobjektive Kritik. Der dialektische Charakter der Pawlowschen Lehre fordert vom Forscher die Anwendung aller moderner Kenntnisse und technischer Möglichkeiten in der Erforschung des Nervensystems. Darin liegt die einzige Möglichkeit, das Pawlowsche Endziel, die Vorherrschaft der Naturwissenschaften über die Funktion des Gehirns zu verwirklichen.