

„AEQUITERMINÁLIS” VISELKEDÉSRÉSZLETEK JELENTŐSÉGE AZ ÁLLATI TANULÁSBAN

KARDOS LAJOS és B. BARKÓCI ILONA

Egyetemi Lélektani Intézet, Budapest

(Érkezett : 1952. február 12.)

Állatokon végzett tanulási kísérletek legtöbbször a következőképpen folynak le: Az állatoknak meg kell tanulniok, hogy valahonnan — az indulópontból — valamilyen célponthoz eljussanak. E célpontnál pillanatnyi szükségletüket (éhség, szomjúság, stb.) kielégíthetik. Általában csak megszabott útvonalon mehetnek — előre vagy hátra (szűk, zárt folyosón, vagy magasan elhelyezett keskeny pallón). Néhol azonban elágazik az út — két vagy több irányba. Az útelágazásoknál »választaniuk« kell, merre menjenek tovább: csak, ha a »jó« utat választják, juthatnak el a következő útelágazáshoz — ahol újra választaniuk kell, és i. t. Valójában tehát csak az útelágazásoknál kell tanulniuk, éspedig azt, hogy melyik ágba térjenek be. Az útelágazások a tanulás kritikus pontjai.

E tanulás lényegét abban kell látnunk, hogy az egyes útelágazásoknál fellépő ingerekhez vagy érzékleti összképekhez a megfelelő viselkedés — a megfelelő ágba való betérés — hozzákondicionálódik (hozzákapcsolódik). Amikor az állat az útelágazáshoz érkezik, jellegzetes kép fogadja, ami arra készíti, hogy egy bizonyos ágba (pl. a baloldaliba) forduljon be.

A legtöbb kísérletben azonban az egyes útelágazások pontosan egyenlők voltak — egyenlő formájúak, egyenlő nagyságúak, színűek, megvilágításúak, szagúak, tapintatúak, stb. Az állatok az útvesztő végigfutását ez esetben is könnyen megtanulták. De itt felmerült a következő probléma: Ha az állatot mindegyik útelágazásnál ugyanaz az érzékleti összkép fogadja, hogyan lehetséges, hogy az egyes útelágazásoknál mégis különbözőképpen viselkedik, különböző ágba tér be (pl. a második útelágazásnál balra, a harmadiknál jobbra, és i. t.)? *Hogyan kapcsolódhatik teljesen egyenlő ingerhatásokhoz és érzékleti összképekhez különböző viselkedés?* Hogyan tanulhatja meg pl., hogy a második útelágazásnál más irányba forduljon, mint a harmadiknál?

A megoldás közelfekvő volt: feltételezték, hogy abba az érzékleti összképbe, melyet az állat az egyes útelágazásoknál nyer, annak a mozgás-sornak az érzéklete (részben utóképe) is beletartozik, amellyel az állat az illető útelágazáshoz eljutott. A különböző útelágazásokhoz, akkor is, ha azok teljesen egyenlők (egyenlő ingereket szolgáltatnak), különböző mozdulatsorokkal jutott el —

aszerint, hogy azok hol, a tér melyik pontján vannak. Az odáig megtett utat jelző kinesztétikus ingerek biztosítanak tehát az érzékleti összképek elkülönböződését, differenciálódását.

De bizonyos tényekkel ez a magyarázat is nehezen volt összeegyeztethető. Kiderült pl. a következő: miután az állatok egy bonyolult útvesztőt, melyből megfelelő technikával minden specifikus ingert kizártak, vakon megtanultak, az utat lerövidítették — oly módon, hogy az állatok a n -dik útelágazáshoz nem a szokott, hanem egy jóval rövidebb és másirányú úton jutottak el. Azt tapasztalták, hogy ez az állatokat az út továbbfolytatásában nem zavarja túlságosan. Ha az állatok választását az n -dik útelágazásnál az addig megtett út kinesztétikus képe határozza meg, akkor hogyan lehetséges, hogy egy egészen más út kinesztétikus képe nagyjából ugyanazt a választást determinálja? Az állat úgy viselkedik, mintha »tudná«, hogy az útvesztő mely pontján van, noha nem a szokott úton jutott oda. Ebből egyes amerikai szerzők azt a következtetést vonták le, hogy az állat viselkedését az egyes útelágazásoknál adott esetben semmiféle specifikus, az útvesztő belsejéből vagy kívülről jövő ingerhatások nem határozhatják meg egyértelműen, és nem határozhatják meg a saját mozgására vonatkozó érzékletek sem. Az állat viselkedését ilyen esetben szerintük (H o n z i k, L a s h l e y) a téri viszonyok valamilyen »megértések« vezeti.

Ezt a felfogást alapján helytelennek tartjuk. Még abban az esetben is, ha valamilyen »megértést« az állatnál feltételezhetnénk, ez a megértés is csak specifikus érzékletekből indulhatna ki. Hogyan »érthetné« meg az állat az útvesztő téri relációit, ha ezekről semmiféle specifikus, jellemző érzékleti adat nem állna rendelkezésére? A megértés nem olyan folyamat, mely egyszerűen az érzékelés »helyett« állhat.

De a kísérlet eredményeinek helyes értelmezéséhez nem kell feltételeznünk, hogy az állat valamit »megért«. Mindenesetre a tényeket nem szabad mechanikusan szemlélni. A lerövidítésnél az állat az $(n-1)$ -dik útelágazástól az n -dik útelágazáshoz nem a szokott, hanem egy lerövidített úton jutott el. A »szokott« út és az új, lerövidített út mindenesetre megegyeznek abban, hogy *kezdő és végpontjuk ugyanaz*, ugyanonnan ugyanoda vezetnek. És most meg kell vizsgálnunk a következő feltevést; azok a mozgások (mozdulatsorok), melyekkel az állat ugyanarról az »A« pontról ugyanabba a »B« pontba eljut, bizonyos szempontból ekvivalensek, egyenértékűek — és pedig a viselkedés »B« pontban esedékes folytatását egyformán határozzák meg. Az ugyanabból a kezdőpontból ugyanabba a végpontba vezető mozgulatok u. n. »aequiterminális« rendszert alkotnak: az aequiterminális rendszernek megfelelő kinesztétikus érzékletek a fenti értelemben egyenértékűek. Ha tehát az állat megtanulta, hogy miután »A« pontból valamilyen úton a »B«-be eljutott, ott ezt, vagy azt tegye, akkor hajlamos lesz a »B« pontban ugyanazt tenni, bármilyen más úton jutott is oda, vagyis az »A« és »B« közötti aequiterminális rendszer bármely más változatát használta

is. Így is formulázhatjuk: *ha az állat az aequiterminális rendszer egyik változatához valamilyen viselkedést hozzátanult, akkor ez automatikusan hozzákapcsolódik a rendszer többi tagjához is.*

Az aequiterminális mozgásrendszer alapváltozata a »A« és »B« pont közötti egyenes út. Ettől a többi változat a legkülönbözőbb módon és mértékben eltérhet. Feltehető, hogy az, amit az állat az alapváltozathoz hozzátanult, olyan mértékben kapcsolódik a többi változathoz, amilyen mértékben azok az alapváltozathoz hasonlóak. Valószínű, hogy az »egyenértékűség« az extrém-változatokra már nem áll.

A mechanikusan gondolkodóknak talán nehézséget okoz annak a megértése, hogyan lehet végtelen sok különböző változat bizonyos hatékonyság szempontjából egyenértékű. A kérdést hajlamosak a következőképpen feltenni: Honnan »tudhatja« az állat, hogy az adott mozgásváltozat egy bizonyos aequiterminális rendszerbe tartozik? Az, hogy az aequiterminális változatok egyenlő hatékonyságúak, nyilván nem az állat »tudásán« múlik. A kinesztétikus felvevőapparátus eleve olyan szerkezetű, hogy az aequiterminális-rendszer változataira bizonyos fokig egyenlő módon reagál. Az érzékeléslélektanból számos példát hozhatunk arra, hogy az ingeregyüttesek végtelen sok változata nagyjából ugyanazt az érzékleti képet determinálja (»konstancia-jelenségek«). Mindenesetre azok számára, akik a dinamikus történésmódot fizikáját ismerik, annak jellegzetes fogalomrendszerét, valamint gondolkodási technikáját elsajátították, elvben nem problematikusabb az, hogy végtelen sok feltétel-változat ugyanazt idézi elő, mint az, hogy egy bizonyos feltétel egy bizonyos következménnyel jár.

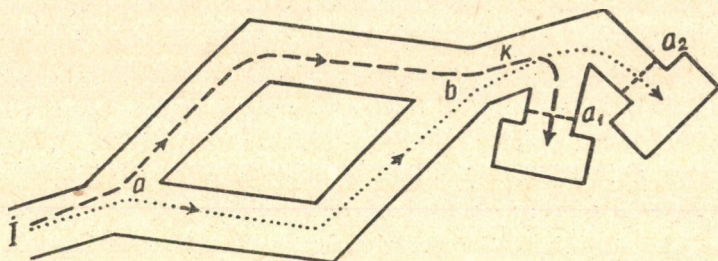
Jelen kísérleti munkánk célja az, hogy az aequiterminális mozgásváltozatok egyenértékűségét a viselkedés meghatározása szempontjából közvetlenül vizsgálja. A kísérlet technikai elvének kidolgozásánál a következő elgondolásból indultunk ki: Ha az aequiterminális mozgásváltozatok bizonyos fokig egyenértékűek, akkor nyilván nehéz — esetleg lehetetlen — feladat az állat számára az, hogy ilyen mozgásváltozatokhoz ne ugyanazt, hanem különböző viselkedésszakaszokat tanuljon hozzá. Ha ugyanis az egyik aequiterminális változat kinesztétikus ingereihez bizonyos viselkedésszakaszt kapcsoltunk, akkor — feltevésünk szerint — a többi aequiterminális változatnál is tendencia fog mutatkozni ugyanannak a viselkedésszakasznak a kiváltására: ezt a tendenciát tehát a tanulás során le kell győzni. Álljon tehát az állat rendelkezésére két út, amelyen »A«-ból »B«-be mehet — de kívánjuk meg tőle, hogy útját a »B«-ből másképp folytassa akkor, ha az egyik úton, mint akkor, ha a másik úton jut oda; vagyis: viselkedését csak akkor jutalmazzuk, ha útját a »B«-ből a kívánt módon folytatja. Az állatnak eszerint meg kell tanulnia, hogy, ha pl. balról érkezik egy útelágazáshoz, más ágot válasszon, mintha ugyanoda jobbról érkezik. Hogyan viselkedik és milyen eredményeket ér el az állat, ha ilyen meglehetősen szokatlan viselkedés-alternatívát kell megtanulnia?

A kísérletek

A) Alapkísérlet

Kísérleti állatok. A kísérleteket 4 fehér nősténypatkánnyal végeztük, az állatok a munka megkezdésekor 2,5–3 hónaposak voltak, előzőleg más kísérletben nem vettek részt. Táplálékuk naponta 5 dkg kenyér, 10 dkg sárgarépa és $\frac{1}{2}$ deci tej volt vízzel hígítva. A tejből azonkívül kevés élesztőt oldottunk fel. Az állatokat naponta egyszer, a kísérletek után etettük: a kísérleteket tehát 24 órás éhezés előzte meg. A kísérletek során használt csalétek kenyérdarabka — egyes alkalmakkor tejbe mártott kenyér — volt. Az állatokat egyéenként A, B, C és D betűkkel jelöljük.

Kísérleti apparátus. A kísérleti apparátus, melynek alaprajza az 1. ábrán látható, egyszínű falemezből készült, 7 cm széles és 15 cm magas falakkal



1. ábra

ellátott, felül nyitott folyosókból áll. Az első útelágazástól jobbra és balra két egyforma hosszú (30 cm) szimmetrikusan elhelyezett (együtt deltoid-formát képező) út indul ki: a két út találkozik a »b« pontban. Innen kis darabon közös folyosó (k) vezet tovább egy »előhelyiségbe«, amelyből újra két út ágazik el — mindkettő jobbra, de különböző szögben. Ezek az útelágazások egy-egy ételdobozhoz vezetnek. Mindkettőnek elején egy-egy könnyen belökhető, csak egyirányba nyíló, szükség esetén hátulról elzárható ajtó a_1 és a_2 volt.

A kísérletek lefolyása. Az állatokat a I pontból indítottuk. A kísérletvezető kezével kivette őket a ketrecből, mely ugyanabban a helyiségben volt, és letette az I pontban. Eledelhez két úton juthattak: 1. Vagy úgy, hogy »a« pontnál a baloldali folyosóba futottak be, majd annak végigfutása után a közös folyosóból a jobboldali elágazásba fordultak, melynek nyitott ajtaján keresztül eledelhez jutottak. 2. Vagy pedig: »a« pontnál a jobboldali folyosóba futottak, de ez esetben a közös folyosó végigfutása után a baloldali elágazásba kellett betérniök; ennek ajtaját nyitva találták és eledelhez jutottak. Az alternatív lehetőségeket technikailag a következőképpen biztosítottuk: a kísérletvezető figyelte, hogy az állat az »a« pontnál melyik folyosót választja: ha a baloldali futott be, a baloldali ételdobozhoz vezető folyosó ajtaját (a_1) zárta el, ha a jobboldali futott, a jobboldali folyosó ajtaját (a_2). Az elzárás lehetőleg zajtalanul és az

állat számára láthatatlanul történt : sohasem figyeltük meg, hogy ez az állatokat megzavarta, vagy bármilyen értelemben befolyásolta volna.

A tulajdonképpeni kísérletek előtt az állatokat hozzászoktattuk az apparátushoz. Első alkalommal kivettük az ajtókat, az ételdobozokba enivalót tettünk és az állatokat egyenként szabadon járkáltattuk a folyosókban. Második alkalommal az ajtókat helyükre tettük, nyitva hagytuk őket és hagytuk, hogy az állatok néhányszor átmenjenek rajta. Így kellőképpen »megismerkedtek« az apparátussal és az ajtó belökését — az egyetlen jelentéktelen manipulációt, melyre a kísérletben szükség volt — gyakorolták.

Minden állatnak naponta négyszer kellett az útvesztőt végigfutnia. Először egymás után futtattuk mind a négy (A, B, C, D) állatot, majd újra kezdtük ugyanabban a sorrendben és még háromszor ugyanezt megismételtük. Az állatok tehát nagyjából egyenlő időközökben végezték a futásokat. Minden egyes futás végén kis darab kenyeret találtak az ételdobozban. Miután ezt ott helyben elfogyasztották, a kísérletvezető kezével kiemelte őket és visszatette ketrecükbe. Az utolsó futás után megkapták teljes napi enivaló adagjukat.

Mint hogy mindjárt kezdetben azt figyeltük meg, hogy az állatok a folyosók választásánál az egyik irányt, túlnyomórészt a baloldali előnyben részesítették, és mint hogy az volt a célunk, hogy mindkét alternatív utat egyformán jól begyakorolják, intézkedéseket tettünk, hogy előszeretetüket egyes irányokkal szemben megszüntessük. A és D állatoknál már az ötödik kísérleti naptól kezdve u. n. »kényszerített« futtatásokat vezettünk be. Ez abban állott, hogy, ha az állatok az első két futtatásnál a baloldali folyosót választották, akkor ezt a folyosót a 3. és 4. futtatásnál elzártuk (kemény papendekli lapot ékeltünk közbe mindjárt az útelágazás után) és így kényszerítettük, hogy a jobboldali válasszák. A másik két állatnál csak később figyeltünk meg bizonyos iránypreferenciát, és a 10-ik nap után ezeknél is a fent leírt módon kényszerített futtatásokat vezettünk be. Ezzel elértük, hogy az állatok mind a két alternatív utat egyforma gyakran (mindegyiket naponta kétszer) futották be, tehát egyenlő mértékben gyakorolták.

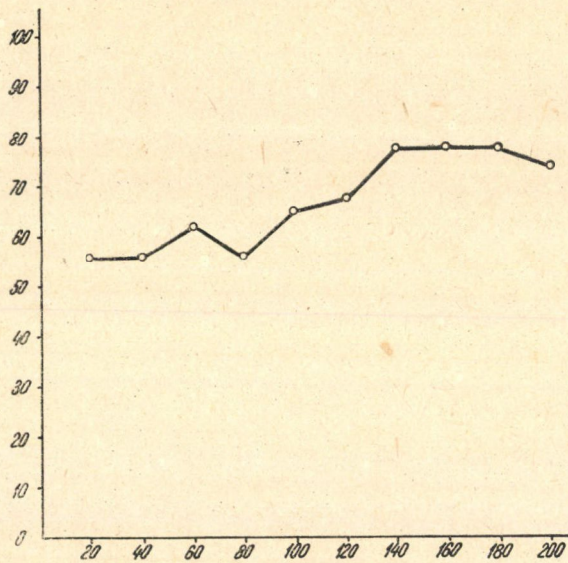
Minden futásról jegyzőkönyvet vettünk fel, melyben leírtuk az állat viselkedését a kísérlet folyamán, de főleg azt, hogy melyik alternatív utat — vagyis a jobb vagy bal folyosót — választotta-e, és melyik ajtóhoz ment először. Hibás futásnak számítottuk azt, ha az állat a helytelen ajtót orrával megérintette, vagy ha egyáltalán nem ment be az ajtón.

Kísérleti eredmények. Az állatok annak ellenére, hogy előzőleg »megismerkedtek« az útvesztővel, az első futásoknál igen féltékenyen viselkedtek, csak a 9—10-ik futástól kezdve mentek egyenesen az ajtókhöz. Egyik állat (B) az első 75 futás közül 12 esetben egyáltalán nem mert az ajtókon bemenni, vagy ha be is ment, nem nyúlt az enivalóhoz.

A tanulás menetének leírásához és grafikus ábrázolásához a futtatásokat 20-as csoportokba osztva vizsgáltuk. Megállapítottuk, mennyi e 20-as csoportok-

ban a helyes futások %-os gyakorisága. Az 1. grafikon a négy állat összesített eredményét mutatja. A %-számok a négy állat 20 futásában — tehát összesen nyoleven futásban — mutatkozó helyes futások gyakoriságára vonatkoznak. Minthogy egy-egy állattal kétszáz futtatást végeztünk, a grafikon 10 huszas szakasz eredményét tünteti fel.

Elemi valószínűség-számítás alapján feltételezzük, hogy a gyakorlás előtt a helyes és helytelen futások megoszlása 50—50%. Azt látjuk tehát, hogy az állatok átlagteljesítménye az első nyoleven futás folyamán még statisztikailag kiértékelhető módon nem emelkedik. Nagyjából egyenletes javulást látunk



1. grafikon. Alapkérslet. A 4 állat összesített eredménye

a következő 60 futás folyamán (tehát a 80-adiktól a 140-ig) a teljesítmény 56%-ról 77,5%-ra emelkedik. Ennél többre az állatok a további gyakorlás során nem viszik, sőt az utolsó 20 gyakorlás jelentéktelen rosszabbodást hoz.

Látván, hogy az utolsó 60 futás során a teljesítmény nem javul, sőt némileg romlik, a további gyakorlástól eltekintettünk.

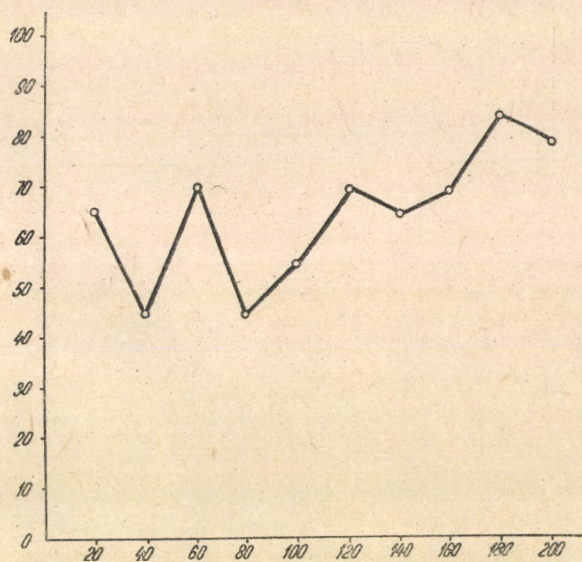
Megállapíthatjuk tehát, hogy az állatok a két alternatív út helyes használatát átlagban 200 futás után nem tanulják meg ugyan, noha teljesítményük bizonyos fokig javul.

Kicsit más képet kapunk, ha az egyéni teljesítményeket nézzük. Megállapítható, hogy egy-egy huszas szakaszban általában az 5. és 10-ik szakasz között, tehát a 100—200-dik futás során, mindegyik állat csúcsteljesítményt ér el (80—95%-ig), az azután következő huszas csoportokban azonban megint romlik. Nem mondhatjuk tehát, hogy a négy állat bármelyike is »megtanulta«

volna az utak használatát. Általában feltűnő az egyéni görbéken a tanulás szabálytalan, nagy visszaesésektől tarkított menete.*

Az eredmények részletekbe menő vizsgálata további elméletileg fontos mozzanatokot tár fel. Hasonlítsuk össze az állatok teljesítményét az egyes alternatív-utak — tehát a jobboldali és a baloldali út — megtanulásánál külön-külön.

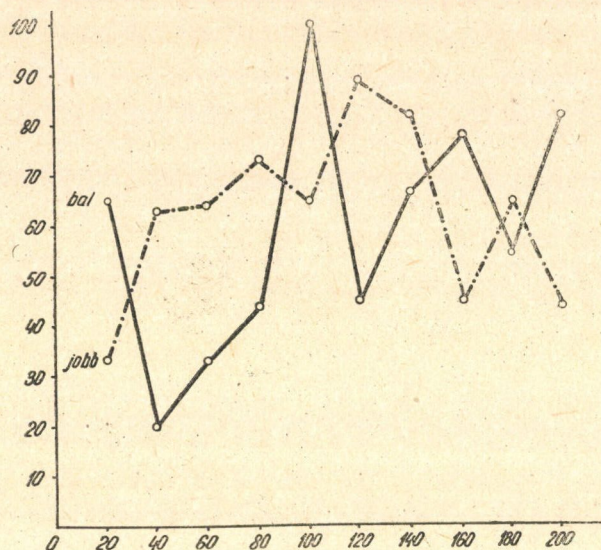
Az erre vonatkozó adatokat a következő grafikonokon tüntetjük fel, amelyeken a jobb- és a baloldali út megtanulásának görbáját egymás mellett ábrázoljuk. Különösen az egyéni tanulást ábrázoló grafikonokon feltűnik,



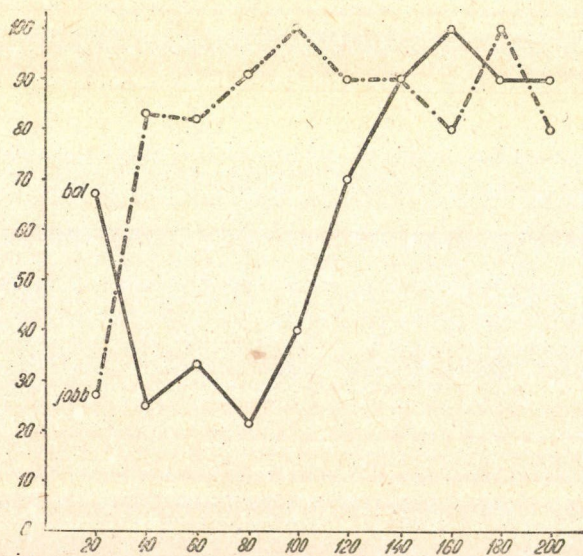
2. grafikon. Alapkísélet. D állat tanulási görbéje

hogy a két alternatív-út tanulási görbéi majdnem minden szakaszban ellentétesen mozognak. Amikor az állat teljesítménye ideiglenesen javul az egyikben, romlik a másikban. Különösen szembetűnő ez a C állat görbéjén (3. grafikon), ahol a negyedik 20-as szakaszt kivéve, mindegyik más szakaszban a görbék ellentétes mozgását figyelhetjük meg. Az állatok az egyes alternatív-utak megtanulásánál mindig vissza-visszaesnek és pedig általában olyankor, amikor a másik alternatív-út megtanulásában javulnak. Figyelemreméltó továbbá, hogy a visszaeséseknél a teljesítmény gyakran az 50% alá süllyed. Az 50%-os teljesítmény nyilván azt jelenti, hogy az állat nem tanult semmit — mind a két út választásának ugyanannyi esélye van. Ha tehát a teljesítmény 50% alá süllyed, úgy az nyilván azt jelenti, hogy valami az illető alternatív-út választását aktívan gátolja.

* Mindezt jól szemlélteti a D állat tanulási görbéje, melyet bemutatóul közlünk (2. grafikon).



3. grafikon. Alapkísélet. C állat teljesítménye az egyes alternatív utak tanulásánál



4. grafikon. Alapkísélet. B állat teljesítménye az egyes alternatív utak tanulásánál

Érdekes a görbék menete a »B« kísérleti állatnál (4. grafikon). Említettük már, hogy ez az állat az első 75 futás közül 12-ben egyáltalán nem mert bemenni az ajtókon. A jegyzőkönyvből kiderül, hogy teljesítménye az első 20 futás során a jobboldali alternatív-útnál igen jó (67% jó futás), a baloldali út megtanulásában azonban nemcsak lemarad, hanem zavarokat is mutat, éspedig azokat, amelyeket fent jeleztünk: amikor a baloldali folyosóról jövet az ajtókhöz érkezik, és a már megtanult (a másik alternatív-útnál nyitott) ajtót zárva találja annyira megzavarodik, hogy általában egyik ajtóhoz sem hajlandó menni, vagy ha be is megy, nem hajlandó enni. A következő 20 futás során a helyzet az ellentétébe csap át: az állat a baloldali alternatív-út végigfutásában mutat magas teljesítményt (83,%) de erősen visszaesik a jobboldali alternatív-út megtanulásában. Az alacsony százalékszámot (25%) megint az a különös zavar okozza, amelyet fent leírtunk — de ez most a baloldali folyosó végigfutásánál jelentkezik. Ez a zavar csak a 80-dik futás után tűnik el s az állat mind a két alternatív-út megtanulásában komoly előmenetelt tanúsít. De a tanulás menete továbbra is — noha mind a két görbe magas szinten marad — ellentétes mozgású. Az összesített eredmények görbéje nagyjából ugyanazt tükrözi, mint az egyéni görbék.

Egy-egy alternatív-út tanulási görbéje három állatnál ideiglenesen eléri a 100%-ot, anélkül, hogy ezen a szinten tartósan megmaradna.

A kísérleti eredmények elemzése. Az eredmények mindenekelőtt világosan mutatják, hogy a kísérletben szereplő alternatív-utak megtanulása az állat számára nagyon nehéz feladat. Még 200 futás után sem beszélhetünk 100%-os és tartós eredményekről. Az útvesztő kísérletek eddigi tapasztalatai alapján a két alternatív-út bármelyikének egymagában való megtanulásához az állatoknak aligha van szükségük 5—10 futásnál többre. A nehézség tehát nyilvánvalóan azzal függ össze, hogy mind a kettőt egyidőben kell megtanulniuk.

Hogy az egyik alternatív-út megtanulása milyen nagy mértékben zavarja a másik út megtanulását, jól szemléltetik azok a görbék, melyek a jobb- és baloldali alternatív-út megtanulásának menetét egymás mellett ábrázolják. Világosan felismerhető, hogy az egyik alternatív-út megtanulása lerontja az állat teljesítményét a másiknak végigfutásánál. Általános javulás csak akkor áll be, amikor az egyik alternatív-út megtanulásában elért javulás számszerűen nagyobb, mint az általa okozott romlás, a másik út megtanulásában. A görbék azonban azt mutatják, hogy a javulás az egyikben gyakran mennyiségileg is ugyanakkora, mint a romlás a másikban.

A kísérletben adott részfeladatok egymásra gyakorolt zavaró hatása már az egyes futások során megmutatkozott. Gyakran figyelhettük meg a következőt; ha az állat előzőleg egyszer vagy kétszer sikeresen futott, amennyiben pl. a baloldali folyosóról jövet a jobboldali ajtóhoz ment és azt nyitva találta (így eledelhez is jutott), akkor a továbbiakban vagy előnyben részesíti a baloldali folyosót és a szokott úton megy, vagy, ha a baloldali utat elzárjuk és a

jobboldali folyosóba kényszerítjük, a közös folyosó végigfutása után megint a jobboldali ajtót fogja választani. Így állnak elő hibázásai a jobboldali alternatív-út végigfutásában, melyet előző kísérletek során esetleg már nagy százalékban hibátlanul végigfutott. Az állatoknál tehát világosan megmutatkozott az a tendencia, hogy azt az ajtót válasszák, melyen át előzőleg eledelhez jutottak — akkor is, ha előzőleg más úton jutottak az ajtók elé.

Mi lehet az oka annak, hogy a két alternatív-út megtanulása egymást kölcsönösen ilyen mértékben zavarja? Pontosabban át kell gondolnunk, mi az, amit az állattól a kísérletben kívánunk. Az állat, akár a baloldali, akár a jobboldali folyosón megy át, ugyanoda kerül, tehát ugyanazok az ingerek, ugyanaz az érzékleti összkép fogadják. Ez az érzékleti összkép egymagában nyilván nem döntheti el, hogy az állat egyik esetben így, a másik esetben úgy viselkedjék — egy esetben a bal, másik esetben a jobb ajtót válassza. A különböző viselkedés-determináló hatékonyságot csak az odajutás módját tükröző kinesztétikus érzéklet — a kinesztétikus »előtörténet« — alapozhatja meg. Úgy látszik mármost, hogy nem, vagy csak nagyon nehezen kapcsolhatunk a baloldali folyosó végigfutásának kinesztétikus érzékletéhez más viselkedést, mint a jobboldali folyosó végigfutásának kinesztétikus érzékletéhez. Sőt: a kísérletek azt is mutatják, hogy az a viselkedés, amelyet az egyik folyosó végigfutásához kapcsoltunk, szinte magától, »automatikusan« a másik folyosó végigfutásához is hozzákapcsolódik. Ezt bizonyítja az a tendencia, melyet fent leírtunk. Látszólag tehát arról van szó, hogy az állat a két út végigfutását nem tudja kinesztétikus érzékével könnyen »megkülönböztetni«.

Magyarázatképpen először a következőre gondolhatnánk: az állatnak egyszerűen nehéz két különböző viselkedést egyidőben megtanulni, mert »generalizál«. Az, amit az egyik út kinesztétikus képéhez hozzákapcsol, a generalizáció értelmében automatikusan hozzákapcsolódnék minden, ahhoz többé-kevésbé hasonló kinesztétikus ingerhez — tehát esetleg a másik út kinesztétikus ingereihez is.

Ez ellen a magyarázat ellen mindenekelőtt elméleti aggályok merülhetnek fel: 1. Vajjon »hasznolóknak« tekinthetők-e a kísérletben használt alternatívutak? Bizonyos tekintetben éppen ellentétesek egymással; egyiknél az állat balra fordul — ott, ahol a másikonál jobbra. Eddigi kísérleti tapasztalataink azt mutatják, hogy az állat a balrafordulást nagyon is jól meg tudja különböztetni a jobbrafordulástól. 2. Még akkor is, ha a generalizáció szempontjából a fenti kinesztétikus ingerek hasonlóak, meg kell gondolni a következőt: a kísérletekben pontosan ugyanazt az elvet alkalmaztuk, amit P a v l o v az u. n. differenciációs kísérletekben. Aránylag hasonló ingerekhez különböző reakciót lehet hozzákondicionálni — és így a fellépő generalizációt le lehet győzni — ha a reakciót differenciálisan jutalmazzuk, vagyis: ha a reakciót következetesen csak az egyik inger alkalmazásakor »erősítjük meg« (jutalmazzuk pl. enniválóval), a hasonló inger alkalmazásakor azonban nem. Ez esetben a reakció csak a jutalmazott inger-változathoz fog hozzákondicionálódni — a másik inger,

bármennyire is »hasonló«, a reakciót nem fogja előhívni. Ilyen módon a generalizált reakciót le lehet választani a hasonló ingerről. Ez éppen az, amit Pavlov differenciációnak nevezett. Ugyanennek kellett volna bekövetkeznie a mi kísérleteinkben is — ha semmi másról nem lett volna szó, mint a generalizációról.

De a magyarázat helyességét közvetlen kísérletekkel is ellenőrizhetjük. E célból további »ellenőrző kísérleteket« végeztünk el.

B) Az ellenőrző kísérletek

I. Ellenőrző kísérlet

Az állatokat megint az elé a feladat elé állítottuk, hogy ugyanarról a helyről kiindulva két alternatív-utat tanuljanak meg. Rövid folyosó végigfutása után egy útelágazáshoz érkeztek, ahol fordulhattak jobbra vagy balra, mind a két úton eledelhez juthattak. Az alternatív-utak »aequiterminális« jellegét azonban megszüntettük. A jobboldali és baloldali folyosó az alapkísérletben találkoztak és egy közös »előhelyiségbe« vezettek, ahol az állatoknak két, ajtóval elzárt folyosó közül kellett választaniok, hogy eledelhez jussanak. Éspedig más folyosót (illetve ajtót) kellett választaniok, ha balról érkeztek az előhelyiségbe és mást, ha jobbról. Most a két folyosó — a baloldali és a jobboldali — nem találkoznak; két különböző előhelyiségbe, vagy választási ponthoz vezetnek, melyek azonban lehetőség szerint teljesen egyenlők. (Lásd a 2. ábra.) Az új mozzanat tehát csak az, hogy az állatoknak a baloldali és jobboldali folyosó végigfutása után nem ugyanazon a helyen kell választaniok két további útlehetőség között. Ezzel megszüntettük az alternatív-utak aequiterminális jellegét. Egyéb-ként az alapkísérletben adott feladaton lényegesen nem változtattunk.

Kísérleti apparátus. A kísérleti apparátus alaprajzát a 2. ábra szemlélteti. Láthatjuk, hogy az egyes alternatív-utak jellege nagyon kevésé tér el az alapkísérletben használtaktól. A folyosók hosszúsága, szélessége, falainak magassága stb. pontosan ugyanaz. Az alternatív-utak mindenesetre valamivel nagyobb szögben ágaznak széjjel, úgy, hogy később nem is találkoznak, hanem az első törés után párhuzamosan futnak. Mindegyik egy-egy külön előhelyiségbe (K_b és K_j) vezet, melyek mind méretben mind más jellegekben pontosan ugyanolyanok, mint az alapkísérletben szereplő előhelyiség. Mindkettőből két, ajtóval elzárható folyosó vezet tovább — egyik az ételdobozhoz. A két előhelyiség olyan közel van egymáshoz, amennyire csak a részek méretei megengedik.

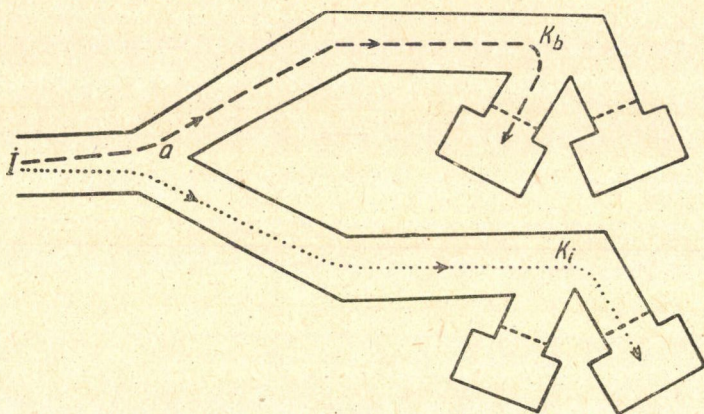
A kísérleti állatok kora, neme és száma ugyanaz, mint az alapkísérletben (az állatok természetesen nem azonosak).

A kísérlet menete: Az állatok, miután a ketrecből egyenként az indulópontba tettük őket, megindultak az egyetlen rendelkezésükre álló úton. Elérkez-

tek az első útelágazáshoz, ahol vagy a baloldali, vagy a jobboldali ágba tértek. Ha a baloldali folyosót választották, a K_b előhelyiségbe érkeztek, ahonnan a jobboldali folyosón, (illetve ajtón) át kellett útjukat folytatni, hogy az ételdobozhoz eljussanak. Ha a jobboldali folyosót választották, akkor a K_i előhelyiségbe jutottak, ahonnan viszont balra kellett menniök, hogy az ennivalót megtalálják. Ezúttal nem kellett a kísérlet közben ajtókat elzárni és kinyitni; kezdetől fogva ugyanazok az ajtók voltak zárva és nyitva.

A tulajdonképpeni kísérletek előtt az állatokat hozzászoktattuk az apparátushoz — ugyanolyan módon, mint az alapkísérletben.

Az állatokat minden nap ugyanabban a sorrendben vontuk be a kísérletekbe; mindegyik naponta 4 futást végzett. Ugyanúgy jutalmaztuk őket. Ezúttal

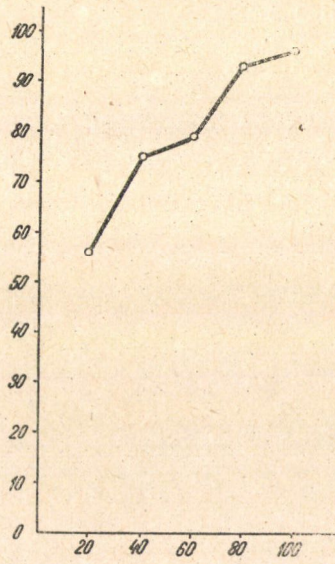


2. ábra

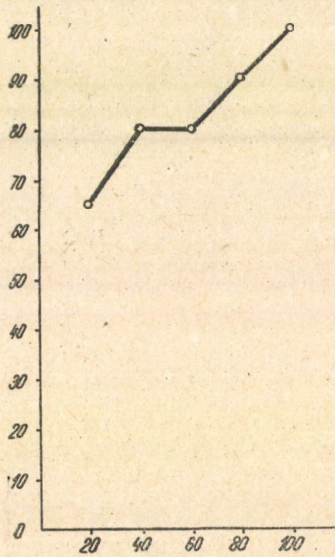
már kezdetől fogva ügyeltünk arra, hogy az állatok a napi 4 futás közül kétszer a jobboldali, kétszer a baloldali alternatív-utat gyakorolják. A már leírt »kényszerített« futásokat alkalmaztuk — vagyis azt a folyosót, amelyiket az állat már kétszer választotta, az első útelágazás közelében elzártuk.

Hibás futásnak számított, ha az állat a »rossz« ajtót orrával megnyomta. Ebben a kísérletben egyik állatnál sem fordult elő, hogy egyáltalán ne ment volna be egyik ajtón sem.

A kísérleti eredmények: A négy állat összesített eredményét az 5. számú grafikon szemlélteti. Az ordinátóra felvitt értékek itt is százalékszámokat jeleznek, vagyis azt, hogy az összes futások közül hány százalék volt helyes. A tanulás természetesen — ugyanúgy, mint az alapkísérletben — ötven százalék körül kezdődik; az első húsz futás közül 56% helyes. A továbbiak folyamán azonban a tanulási görbe lényegesen eltér az alapkísérletben nyert görbétől amennyiben a teljesítmény visszaesések nélkül egyenletesen emelkedik és a századik futásnál eléri a 96%-ot, vagyis az állatok a feladatot úgyszólván teljesen megtanulják. Az alapkísérletben az első 100 futás aránylag csekély



5. grafikon. Ellenőrző kísérlet. A négy állat összesített eredménye



6. grafikon. Ellenőrző kísérlet. Az A állat tanulási görbéje

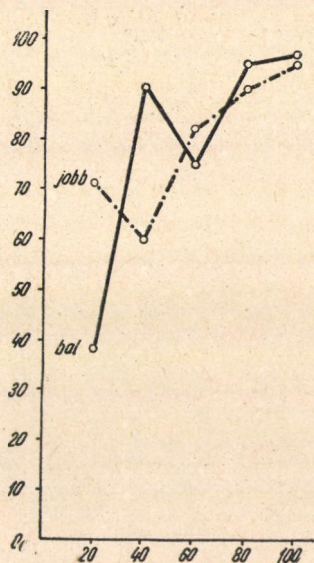
eredményt hozott : A jó futások száma átlagban 65% volt, ami a kezdeti 56%-hoz viszonyítva nagyon kevés.

Hasonló képet mutatnak az egyes állatok egyéni teljesítményei. Visszaesést csak két esetben látunk, s ezek sem nagymérvűek. Három állat a négy közül az utolsó húsz futás során (a nyolcvanadiktól a századikig) 100%-os eredményt mutatott fel, vagyis mind a húsz esetben hibátlanul futott. Csak egy állat (B) mutatott az utolsó húsz futásban némi visszaesést (90%-ról 85%-ra) még így is magasabb eredményt ért el, mint az előző kísérlet állatai. (A 6. grafikon az A kísérleti állat tanulási görbéje.)

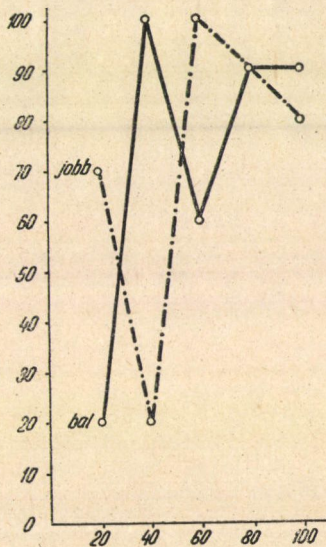
Megállapíthatjuk tehát, hogy az állatok — egy kivételével — nyolcvan futás után megtanulták mind a két alternatív-út helyes használatát. Összehasonlítva az alapkísérlet eredményeivel, az állatok most 40 futás után érik el azt a teljesítményt (75%-ot), amit ott csak 130 futás után értek el. Eszerint tanulásuk háromszor olyan gyors, mint az alapkísérletben. De az összehasonlítás valójában még kedvezőtlenebb, ha meggondoljuk, hogy az alapkísérletben a további gyakorlás számbavehető javulást nem hozott, míg az ellenőrző kísérletben a feladatot négy állat közül három 100, egy pedig 85%-ban megtanulta.

Ugyancsak eltérő eredményeket kapunk, ha a jobb- és baloldali alternatív-utak tanulásának menetét különválasztva tanulmányozzuk. A 7. grafikon a négy állat átlagteljesítményét a két alternatív-út megtanulásában külön szemlélteti. Az alternatív-utak görbéinek bizonyos-fokú »ellentétes mozgását« itt is megfigyelhetjük, de a helyes értékeléshez figyelembe kell venni, 1. hogy az ellentétes mozgás ezúttal sokkal kisebb mérvű, mint az alapkísérlet megfelelő görbéinél, 2. az ellentétes mozgás csak az első hatvan futásnál mutatkozik : onnan kezdve a görbék párhuzamosan haladnak. 3. A legfontosabb mozzanat az egyes állatok egyéni teljesítményeire vonatkozik. Ellentétes mozgás a bal- és jobboldali utak görbéi között valójában csak egyetlen állatnál figyelhető meg, és pedig ugyanannál (B), amelyik nem tudott 100%-os eredményt elérni. (Lásd 8. grafikon.)

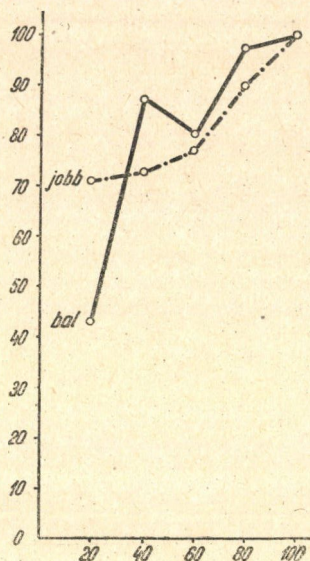
Itt az ellentétes mozgás elég kiadós : az alternatív-utak az első 40 futás során az 50%-os teljesítmény alá süllyednek, ami, mint korábban megállapítottuk az aktív gátlás fellépését közvetlenül bizonyítja. Az alternatív-utakra vonatkozó összteljesítményt csak ennek az egy állatnak a rossz eredményei rontják le. Ha az átlageredmények megállapításánál ezt a szélsőségesen rosszul tanuló állatot figyelmen kívül hagyjuk, akkor az alternatív-utak összesített görbéi más jelleget öltenek (lásd 9. grafikon), amennyiben csak az egyik huszas futási csoportban mutatkozik enyhe ellentéteség. A másik három állat egyéni görbéinél, mint mondtuk igazi ellentétes mozgás nincs. De azért itt sem látunk teljesen párhuzamos haladást. Gyakori a görbék menetében az, hogy amíg az egyik emelkedik, a másik egy szinten marad, majd egy idő után megfordul a helyzet. Különösen jól megfigyelhető ez a D állat görbéjén (10. grafikon). Azt látjuk tehát, hogy a javulás az egyik alternatív-út megtanulásában itt is a másik teljesítmény bizonyosfokú hátráltatásával jár együtt.



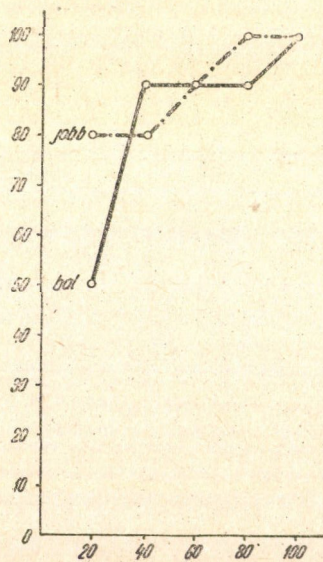
7. grafikon. Ellenőrző kísérlet. A 4 állat eredményei az egyes alternatív-utak tanulásánál



8. grafikon. Ellenőrző kísérlet. A B állat eredményei az egyes alternatív-utak tanulásánál



9. grafikon. Ellenőrző kísérlet. A, C, D állatok teljesítménye az egyes alternatív-utak tanulásánál



10. grafikon. Ellenőrző kísérlet. D állat teljesítménye az egyes alternatív-utak tanulásánál

Az eredmények elemzése. A kísérleti eredmények a feltett kérdésre világos feleletet adnak. Az alternatív-utak megtanulásának nehézsége nem abban rejlik, hogy az állatnak két különböző utat kell egyidőben megtanulni és az állat »generalizál«. A nehézséget már nagyrészt kiküszöböltük, amikor megszüntetjük azt, hogy az alternatív-utak valahol találkozzanak, vagyis közös előhelyiségbe vezessenek. Amint két térileg elválasztott út megtanulásáról van szó, az egyidejűség jóval kisebb mértékben zavar, mint az alapkísérletben.

Mégis — ha csekélyebb mértékben is — bizonyos zavaró hatást itt is megfigyelhettünk. Megtörtént, különösen a tanulás elején, hogy a javulás az egyik alternatív-út megtanulásában hátráltatta — egy esetben jelentékenyen visszavetette — a másik alternatív-út megtanulását. Ha elgondolásainkban következetesek akarunk maradni, e zavar okát abban kell keresnünk, hogy az előhelyiségek, ahová az utak vezettek, túlságosan közel voltak egymáshoz; a »helyi« különbözőséget az odavezető utak (az »odamenések«) kinesztétikus ingerei nem jelezheték elég élesen. A »megkülönböztetés« az egyik állatnál kezdetben úgy látszik egyáltalán nem sikerült (B állat). Kissé pongyolán így is mondhatjuk: az állatok nem tudták elég könnyen »eldönteni«, hogy a baloldali vagy a jobboldali előhelyiségben vannak-e és választásuk bizonytalaná vált.

De megfelelő kísérleti módszerrel ez a feltevés is tovább vizsgálható. Szerkeszthetünk olyan alternatív útvesztőt, amelyben az utak jobban szétágaznak, és a helyiségek, ahol az állatnak választania kell, messzebb kerülnek egymástól, vagyis »helyi különbözőségüket« a kinesztétikus ingerek könnyebben jelezhetik. E célból végeztük a II. sz. ellenőrző kísérletet.

II. Ellenőrző kísérlet

A kísérleti apparátus ezúttal meglehetősen eltért az előzőktől, (lásd: 3. számú ábrát). Az útelágazás T-alakú volt, vagyis az utak ellentétes irányba ágaztak el; a folyosók ugyanolyan jellegűek, mint az előző kísérletekben. Az állatok 90 fokban fordultak balra, vagy jobbra. A további futás során is ilyen T-alakú útelágazással találkoztak, ahol megint választaniok kellett. Ismét két úton juthattak tehát táplálékhoz: 1. az első útelágazásnál balra fordultak és a másodiknál ugyancsak balra (bal-bal) vagy 2. az első útelágazásnál jobbra fordultak, de a másodiknál balra (jobb-bal). A kritikus pontok (a második útelágazás) ahol az állatoknak tanulniok kellett, mint láthatjuk, nemcsak messze voltak egymástól, hanem az indulóponttól ellentétes irányban: helyi »megkülönböztetésük« nyilván a lehető legkönnyebb volt.

A kísérleti állatok kora, neme és száma megint ugyanaz, mint az alapkísérletben (az állatok azonban nem azonosak).

A kísérlet menete is ugyanaz; minden állat napi négy futást végzett, meghatározott sorrendben. Amennyiben valamelyik oldalt preferálták, a már leírt

Igen sok tény, amelyek felsorolása messze vezetne, bizonyítja, hogy az állatok érzékelésében a tárgyak objektív téri rendje tükröződik: környezetük tárgyait bizonyos helyen — bizonyos »helyjelleggel« — érzékelik. Adott esetben éppen ez határozza meg viselkedésüket a tárgyakkal szemben. A helyi jelleg tükröződése az érzékelésben nyilván kétféle ingerközvetítéssel történhet; 1. optikai ingerekkel, tehát a vizuális összkép segítségével, 2. a kinesztétikus ingerek segítségével. Az »a« tárgy téri viszonylata a »b« tárgyhoz tükröződhetik az állat érzékelésében azoknak a kinesztétikus ingereknek a segítségével, amelyek az állat mozgását az »a« tárgytól a »b« tárgyhoz kísérik. Különösen azoknál az állatoknál, amelyek fénysegény környezetben élnek (mint éppen a patkányok) a kinesztétikus téri érzékelésnek fontos szerepe lehet. De fontos szerepe lehet azokban az állati teljesítményekben is, amelyek nagykiterjedésű térben folynak le (pl. az állatok vándorlása): a viselkedés »színterét« ez esetben az állat nem érzékelheti egyetlen vizuális összképben — ami a téri rend vizuális tükröződésének alapfeltétele.

De a kinesztétikus helyérzékelés teljesen hasznavehetetlen volna az objektív tárgyi világ téri rendjének tükrözése szempontjából, ha az a jelenség, amelyet éppen kísérleteink bizonyítanak, nem állana fenn. Ha az »a« tárgy téri viszonylata a »b« tárgyhoz annak a mozdulatnak a segítségével tükröződik, amellyel az állat az »a« tárgytól a »b« tárgyhoz eljut, akkor nyilvánvaló követelmény az, hogy mindazok a különböző mozgássorok, amelyek ennél az »oda-menésnél« lehetségesek, ugyanazt a helyi viszonylatot reprezentálják, ugyanannak a helyi-jellegnek az érzékelését határozzák meg. Kísérleti eredményeink éppen azt mutatják, hogy az aequiterminális mozdulatsorok nehezen »különböztethetők« meg az állat számára — amit most már úgy értelmezhetünk, hogy lényegében ugyanazt a helyi viszonylatot határozzák meg az érzékelésben. Valójában egy újabb »konstancia-jelenséggel« állunk szemben — a kinesztétikus helyi érzékelés »konstanciájával«, amely az állat életében — nevezetesen téri tájékozódásában — rendkívül fontos szerepet játszik, és amely lényegében ugyanolyan természetű jelenség, mint a többi érzékleti »konstancia«. Ez a konstancia is a tárgyi érzékelést, a tárgyi világ érzékleti tükröződését szolgálja — és ezt a tükröződést az ingerközvetítés változékonysága ellenére is biztosítja — ahogy ezt a konstancia-jelenségekről általában R u b i n s t e i n kimutatja. A kinesztétikus helyérzékelésnél a hangsúly nem az állat saját mozgásainak érzékelésén van, hanem azon, amit e mozdulatok közvetítésével a tárgyi világról »megismer«.

Ez az újabb konstancia-jelenség alátámasztja azt a felfogást, mely szerint az állati viselkedés meghatározásában a kinesztézisnek igen nagy jelentősége van, és sok minden, amit az állatpszichológusok az optikai érzékelés viselkedés-meghatározó szerepének tulajdonítottak (különösen a »gestaltpszichológusok«), valójában a kinesztézis teljesítménye, ahogy ezt V a c u r o csimpánzon végzett kísérleteiből világosan felismerhetjük.

Az aequiterminális mozdulatok egyenértékűségével Hull amerikai pszichológus is foglalkozik. A jelenséget azonban egész más oldalról szemléli. Az aequiterminális mozdulatok összességét — nem nagyon érthető okokból — »viselkedés-családnak« (»habit-family«) nevezi, és a következőt állítja róla: ha az egyik »családtagot« (az egyik aequiterminális mozgás-változatot) hozzákapcsoljuk valamilyen ingerhez, akkor ezzel mintegy automatikusan hozzákapcsoljuk a többit is; tehát, ha az állat megtanulta, hogy egy bizonyos úton »a«-ból »b«-be juthat, akkor adott esetben igénybevesz bármely más utat, mely »a«-ból »b«-be viszi. Ezt Hull »reakció-aequivalenciának« (»response-aequivalence«) nevezi. Ez természetesen egészen más, mint az, amit mi állítunk. A megállapítás tényalapjának vizsgálatába itt nem bocsátkozhatunk, de rámutathatunk bizonyos logikai fonákra, ami e megállapításban foglaltatik. Az az állítás, hogy a legkülönbözőbb kinesztétikus inger-sorok ugyanannak a helyi viszonylatnak az érzékleti tükröződését közvetítik, nem tartalmaz logikai ellentmondást: a legkülönbözőbb okok és feltételek együttese meghatározhatja ugyanazt (pl. ugyanaz a mozgás végtelen sok különböző mozgás vagy erőhatás eredőjeként állhat elő). De a megfordított állítás már nem minden további nélkül ellentmondásmentes. Az, hogy egy ingerhez »hozzákapcsolódik« valamilyen viselkedés, tulajdonképpen a következőt jelenti: az állat idegrendszere olyan értelemben alakul át (pl. a tanulás során), hogy ezentúl ama inger kiváltja (okozza) a szóbanforgó viselkedést. Lényegében egy okozati összefüggés kialakulásáról van szó. De Hull megállapítása szerint ilyenkor mindig végtelen sok viselkedés-változat kapcsolódnék az illető ingerhez (a »viselkedés-család« összes többi tagja), ami azt jelentené, hogy ugyanaz az inger végtelen sok különböző viselkedést válthat ki. Az okozati kapcsolatok ilyen halmozódása a természettudományos gondolkodás számára elfogadhatatlan: hiszen így elvben megállapíthatatlan az, hogy az illető ok (inger) milyen következménnyel fog járni. Nyilván további tényezőknek is kell még lenniök az adott helyzetben, amelyek eldöntik, hogy az illető inger a végtelen sok »hozzákapcsolt« viselkedés-változat közül éppen melyiket fogja előhívni. Ha e további tényezőket nem adjuk meg, akkor Hull állítása egyrészt keveset mond, másrészt arra mutat, hogy a kauzalitás törvényét figyelmen kívül hagyja.

IRODALOM

- Honzik, C. H.: Maze learning in rats in the absence of specific intra- and extra-maze stimuli. 1933.
- Hull, C. L.: The concept of the habit-family hierarchy and maze learning Psychol. Rev. 1934.
- Lashley, K. S.: Brain mechanism and intelligence. 1928.
- Pavlov I. P.: Válogatott művei. Budapest, 1951.
- Vacuro, E. G.: Isszledovanie viszej pervnoj gyejatelnosztj antropoda. (Az antropoda egész idegtevékenységének kutatása.) Moszkva, 1948.