

RENDSZERANALÍZIS MEGKÖZELÍTÉS PATKÁNYOK TANULÁSÁBAN (A JELZŐ TÉRBENI LOKALIZÁCIÓJÁNAK SZEREPE)*

BUZSÁKI GYÖRGY, MÓD LÁSZLÓ, WINICZAI ZOLTÁN és GRASTYÁN ENDRE

Pécsi Orvostudományi Egyetem Élettani Intézete, Pécs

Elvben bármely biológiai rendszer állapota a rendszer állapotváltozóinak véges összességével definiálható (25, 31). A magatartás elemeinek folyamatos integrálja, melyet a kísérletező „digitalizál”. Ez az „analóg-digitális konverzió” a laboratóriumi kísérletekben az elmúlt évtizedek során egyre szegényesebbé vált. Nyálelválasztás, reakciósebesség, pedálnyomások száma, bőrrezisztencia változás az a néhány paraméter, melyet legtöbb kísérletező regisztrál. A kísérleti alany magatartását imperatív szignálok irányítják, s az ezekre való reagálás megváltozását tanulási folyamatként értékeljük.

Az etológia által összegyűjtött, a laboratóriumi kísérleteknek gyakran ellentmondó megfigyelések arra kényszerítenek, hogy több és több fajt, viselkedési paramétert, szituációt vizsgáljunk meg. Új szemléletmód kialakítása kizárólag paradigma váltással érhető el (21).

A korábbi kísérleti elrendezések többsége a viselkedés mint rendszer leírását nem tette lehetővé. Ennek egyik fő metodológiai korlátja a kísérletező maga, aki az esetek többségében a kísérleti alannal interaktív viszonyban áll, s így függő vagy független változóként maga is a rendszer része. A klasszikus vagy pavlovi procedurában a kondicionáló szignált elvben az állat viselkedésétől függetlenül prezentáljuk, s a feltételes jelet (ugyancsak a magatartástól függetlenül) feltétlen szignál követi. A gyakorlatban azonban az állat viselkedési repertoárjának zömét kizárjuk (szociális izoláltság, immobilizáció, fizikai korlátozottság stb.). Bár a pavlovi szituációban a táplálék prezentálása magatartás független, ma már világosan bizonyított, hogy az állat (és ember) szignálértékelő, felderítő magatartása a kondicionálás során mindvégig fennmarad (5, 6, 7, 8, 12), s az interszignálos viselkedési struktúra is jellemző változásokon megy keresztül (7, 8). A szignálra adott válaszamplitudó nagysága az inger tulajdonságainak és az ingert megelőző, éppen folyó magatartásnak kombinált függvénye (6, 7). Ebből szükségszerűen következik, hogy a szignál antecedens magatartások, mint rendszerváltozók kézbentartása nélkül aligha vonhatunk le következtetést a megváltozott válaszreakciókból.

* II. Országos Etológiai Konferencián, Siklóson 1978 novemberében elhangzott előadás.

A fenti kritikai szempontok alapján terveztük meg alább ismertetendő kísérleteinket, melyeknek célja a szignálra irányuló magatartások fennmaradásáért felelős mechanizmusok felderítése volt. A szignálra irányuló orientációs-exploratív (11, 12) vagy konzummatív (5) válaszok perzisztálását korábban „babonás” vagy „parazita” magatartásként kezelte a behaviorizmus, és instrumentációs megerősítési mechanizmust vélt mögötte feltárni (19,30).

Jelen eredményeink az instrumentációs megerősítés lehetőségét kizárják, s arra utalnak, hogy az instrumentációs törvények általánossága meglehetősen korlátozott. Kísérleteinket három szakaszban, azonos kísérleti apparátusban és hasonló kísérleti elrendezésben végeztük. A kísérletek közös lényegi eleme a diszkriminatív jel és jelzett (jutalom) téri viszonyának a „túltanulás” fázisában történő megváltoztatása volt. Az 1. kísérletben azonos ideig, a 2. kísérletben azonos magatartási kritériumig tanítottuk az állatokat. A 3. kísérletben a magatartás „finomszemcsés” elemzését (magatartások közti kontingencia analízis) végeztük el.

1. Kísérlet

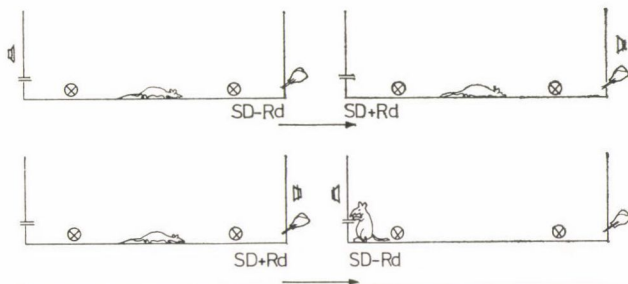
*Módszer*¹

Kísérleteinkhez tíz felnőtt, 250—350 g-os csuklyás (Long-Evans törzs) patkányt használtunk.

Kísérleti berendezés. Kísérleti berendezésként egy 1,3 m hosszú, 17 cm széles és 30 cm magas farostlemezből készült futófolyosót használtunk (1. ábra). A magatartás megfigyelése céljából a folyosó elülső, hosszanti oldalát üvegből készítettük. A folyosó egyik végére pedált (5×10 cm; 5 cm-rel a padló felett), a másik végére automatikusan vezérlehető itatószerkezetet helyeztünk el. A diszkriminatív hangingert (S_D ; 10 Hz-es kopogó inger) a pedál vagy az itatószerkezet fölé helyezett miniatűr hangszórón keresztül közöltük. A folyosó mindkét végétől 30 cm-rel fényforrást, illetve a szemközti falon fototranzisztorokat helyeztünk el. A diszkriminatív inger megszólalásától a közelebbi fénysugár átszeléséig eltelt start időt és a két fénysugár átszelése közt eltelt futási időt digitális számlálókkal mértük (DIGITIMER).

Kísérleti program. A kísérletek megkezdése előtt az állatokat egy héten keresztül kézhez szoktattuk. A pedált tartó falat az itatóhoz 30 cm-re helyeztük, és a logikai egységeinket (Neurolog System) úgy programoztuk, hogy minden egyes pedálynymást 25 sec-ig tartó ivási lehetőség (R_d) követett. E fázisban a kísérletező aktívan segített (pl. itató megmutatása, pedálra helyezés stb.). A következő fázisban a pedált visszahelyeztük a folyosó végére, és minden egyes pedálynymást S_D bekapcsolása követte. A második fénysugár átszelése S_D -t kikapcsolta, és 25 sec-ig ivási lehetőséget biztosított (folyamatos megerősítés,

¹ Kísérleti módszereink részletes leírását lásd: 7, 8.

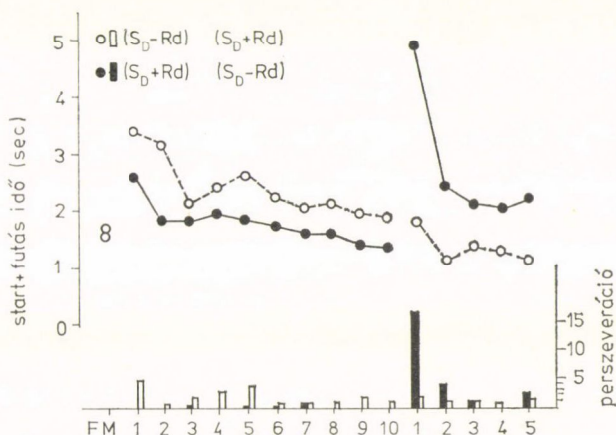


1. ábra. Kísérleti elrendezés. SD = diszkriminatív hanginger; Rd = vízjutalom. A — jel tér diszkontiguitásra, a + jel téri kontiguitásra utal

FM). Az állatok felénél S_D az itatószerkezet feletti (azaz vele térben kontiguusan), a másik felénél a pedál feletti (azaz a jutalomtól térben távol, diszkontiguusan) hangszóróból szólt. E fázisban 10 napig (naponta 20 futás) futtattuk a kísérleti alanyokat. A következő, diszkriminatív fázisban a hanginger véletlen eloszlás szerint minden 2—6. pedálynomás után szólt meg. Az időparamétereken kívül regisztráltuk a hanginger hiányában történő itatóhoz való futásokat (interszignálos futás, ISF), valamint a hanginger megszólalása utáni „felesleges” pedálynomásokat (perszeveráció). A diszkriminatív fázis 11. napján a hangforrás lokalizációját mindkét csoportnál felcseréltük, és az állatokat további öt napig futtattuk (1. ábra).

Eredmények

A start és futás idők 3—5 nap alatt aszimptotikussá váltak, és a folyamatos megerősítés fázisában nem találtunk csoportok közötti szignifikáns különbségeket. A diszkriminációs fázisban ISF-ek mindkét csoportnál azonos



2. ábra. Start + futás idő (felül) és pedálynomás perszeveráció (alul) csoportátlagai a kísérleti ülések függvényében. FM: folyamatos megerősítés 10. napja. A diszkriminatív fázis 11. napján a hangforrást (S_D) lokalizációját mindkét csoportnál megváltoztattuk

ütemben csökkentek, azaz S_D pozíciója nem befolyásolta a tanulás sebességét. Ezzel szemben a szignál térbeni helyzete jelentős hatással volt az időparaméterekre és a pedál perszeverációra (2. ábra). A diszkriminatív fázis futás + start idejének két szempontos variancia analízise (kevert modell) szignifikáns csoportkülönbségeket eredményezett [$F(1,80) = 40,70$, $P < 0,01$]. A sorhatás (kísérleti ülések) is szignifikánsnak bizonyult [$F(9,80) = 6,78$, $P < 0,01$], nem szignifikáns csoport X ülés interakcióval [$F(9,80) = 0,72$, $P > 0,10$]. A diszkontiguus-kontiguus csoport szignifikánsan többet perszeverált, mint a kontiguus-diszkontiguus csoport ($P = 0,016$, Mann-Whitney-próba). A diszkriminatív hanginger térbeli lokalizációjának megváltoztatása azonnali és jellemző változásokat idézett elő a magatartásban. Most a kontiguus-diszkontiguus csoport vált lassúbbá [$F(1,40) = 9,87$, $P < 0,01$]. A sorhatás [$F(4,40) = 6,27$, $P < 0,01$] és a csoport X ülés interakció [$F(4,40) = 2,95$, $P < 0,05$] is szignifikánsnak bizonyultak. A kontiguus-diszkontiguus csoport az utolsó öt ülésben szignifikánsan többet perszeverált a diszkontiguus-kontiguus csoportnál ($P = 0,032$).

2. Kísérlet

Módszer

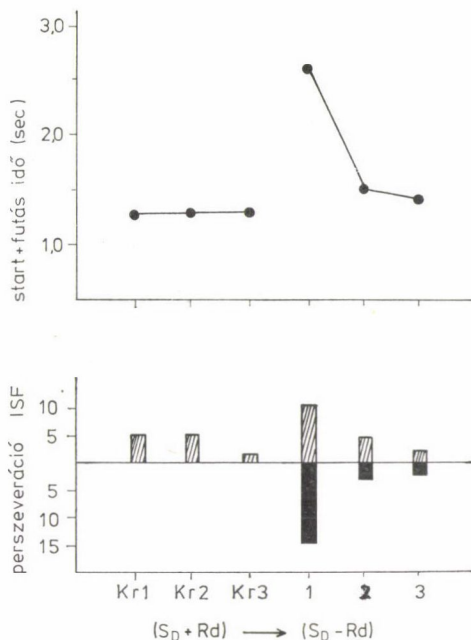
A kísérleti berendezés megegyezett az 1. kísérletben ismertetettel. A 10 Hz-es kopogó hangingert 500 Hz-es folyamatos szinuszjelre cseréltük fel, melyet az itatószerkezet feletti hangszóróból prezentáltunk. A folyamatos megerősítés fázisát kihagytuk, és az állatokat addig futtattuk, míg a hibás futások száma (ISF) három egymást követő napon 10 alá nem csökkent. Ezen kritérium után a hangforrást a pedál fölé helyeztük, és az állatokat 3 napon keresztül teszteltük.

Eredmények

A fenti kritériumot az állatok 2—6 nap alatt érték el (medián: 3). Az S_D és jutalom (Rd) téri kontiguitásának megszüntetése (azaz S_D pedál fölé való helyezése) a magatartás azonnali és jellemző megváltozását idézte elő (3. ábra). A tesztelés három napján a start + futás idő [$F(5,48) = 7,99$, $P < 0,01$], a pedálperszeveráció ($P < 0,01$) és az ISF-k száma ($P < 0,05$) szignifikánsan magasabb volt, mint a kontiguus fázis utolsó három (kritérium) napján.

3. Kísérlet

Az előző kísérlet világos bizonyítékát adta annak, hogy a jel és jelzett arteficiális térbeni szétválasztása nemcsak a szignálra irányuló magatartást képes megváltoztatni, hanem attól független paraméterekre is hatással lehet



3. ábra. A diszkriminatív hanginger (S_D) jutalomtól (R_d) való térbeni elszakításának hatása a start + futás időre, interszignális futásokra (ISF) és a pedálynomás perszeverációra. Kr = kritérium napja

(pl. interszignális futások), így a magatartás újraszerveződésének komplex zavarásával kell számolnunk. Ezen komplex reorganizáció nyomon követése új, sokparaméteres metodológiát követelt, melyet az alábbi kísérlet ismertet.

Módszer

A kísérleti berendezés megegyezett az előző kísérletekben alkalmazottal. A futófolyosótól 2 m-re videokamerát (Videolux-1, HTSZ) állítottunk fel, és a kísérlet kritikus üléseit képmagnetofonon rögzítettük (Philips, EL 3402). Az előző kísérletekben megfigyelt idő- és magatartás-paramétereket továbbiakkal egészítettük ki. A pedálynomások időbeni eloszlását és időtartamát X-Y regisztrálón rögzítettük (MFE 715). Mértük az ivás megszűnése és a következő pedálynomás közt eltelt időt (visszatérési idő), valamint az ülések idejét (20 futás). Vizsgáltuk az itatószerkezet és a pedál elhagyásának irányát, valamint a pedálynomás topográfiáját. Előre megszerkesztett jegyzőkönyvben rögzítettük az alábbi viselkedési kategóriák gyakoriságát és előfordulásának helyét. Szímatolás: gyors (5–9 Hz) frekvenciájú bajuszmozgás, kis fejmozgásokkal, lokomócióval vagy anélkül; lehet objektumra irányuló vagy nem definiálható irányú. Ágaskodás: a. nyílt ágaskodás: kihúzott, egyenes testtartás, mellső

végtagok flexiós helyzetben, esetenként bajuszmozgás. b. támaszkodó ágaskodás: a.-val megegyező magatartás, de az egyik vagy mindkét mellső végtag a falak valamelyikének támaszkodik; esetenként az egyik hátsó végtag a pedálon. „*Testápolás*”: a. mosakodás: a mellső végtagok szájhoz érintésével kezdődik, melyet az orrtájék, szem, fül, nyaktájék változó amplitudójú és erősségű dörzsölése követ. A fenti szigorúan rögzített sorrendet az oldaltájék és a has harapása követheti. b. Vakaródzás: a hátsó végtagok frekvens (4–8 Hz) nagy amplitudójú (kb. egy talphossz) flexiós-extenziós alternációja, mely a hasra, oldaltájékre vagy a nyakra irányul; a. és b. egymástól izoláltan is előfordulnak, s a viselkedés bármely fázisban, meghatározható külső ok nélkül is megszakadhat. *Megfagyás*: valamilyen külső, erős inger által kiváltott magatartás, melyet megrezzenés előz meg; bármely pozícióban (pl. ágaskodás) előfordulhat, időtartama változó; esetenként hasi légzés figyelhető meg. *Ivás, rágás, futás, fordulás, ugrás* magától értetődő kategóriák. A videomagnetofonos elemzés lehetővé tette, hogy a fenti kategóriák előfordulási gyakoriságai mellett azok egymásba való átmeneti valószínűségeit is megállapítsuk (magatartás mátrix).

Eredmények

A vizsgált kvantitatív paraméterek statisztikai értékelését az 1. táblázat foglalja össze. Csaknem mindegyik magatartási kategória szignifikáns változást mutatott a diszkriminatív tanulás során. A jel jelzettől való elszakítása öt pa-

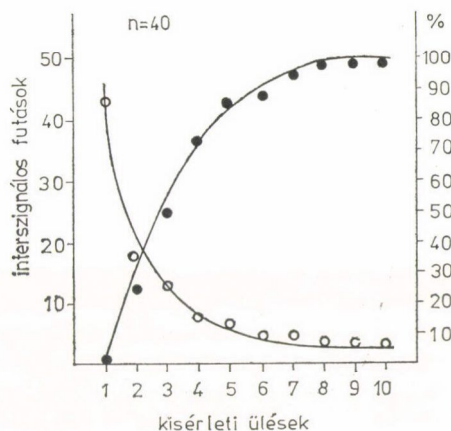
1. táblázat

Kritikus ülések idő- és viselkedési paraméterei

	(S _D + R _d)		(S _D - R _d)	P <	
	1. ülés	10. ülés	1. ülés	B - A	C - B
	A	B	C		
Start idő ^{ac}	2,79	0,69	1,25	0,001	0,01
Futás idő ^{ac}	0,80	0,53	0,52	0,001	n. s.
Ülés ideje ^{bd}	30,5	14,5	16,0	0,01	n. s.
Perszeveráció ^b	3,5	0,5	6,5	n. s.	n. s.
ISF ^b	39,0	2,0	4,5	0,01	0,05
Ágaskodás ^b	44,0	11,0	17,5	0,01	0,02
Mosakodás (P) ^b	6,5	3,5	7,0	n. s.	n. s.
Mosakodás (I) ^b	22,5	11,0	11,5	0,05	n. s.
Defekáció ^b	5,0	2,0	4,5	0,05	0,05

a = átlag c = sec
b = medián d = min
n. s. = nem szignifikáns

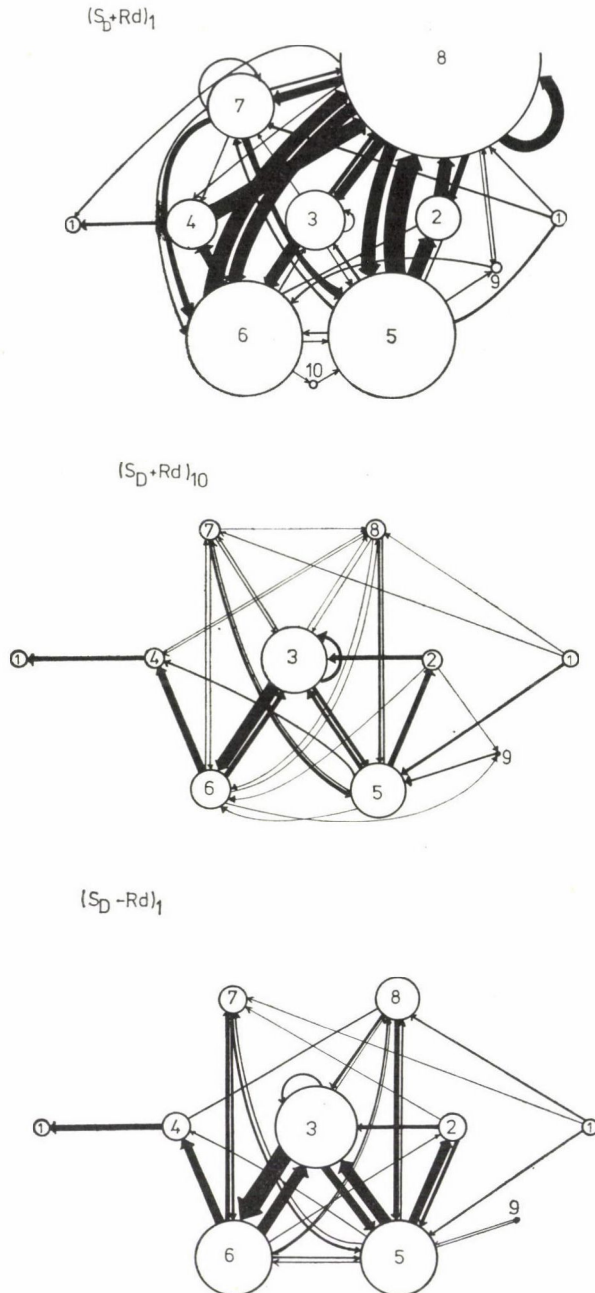
I = itató harmad
P = pedál harmad



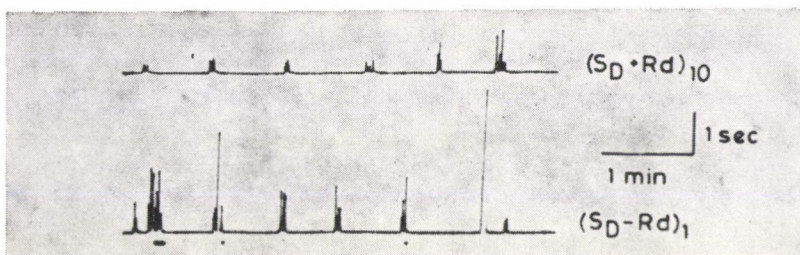
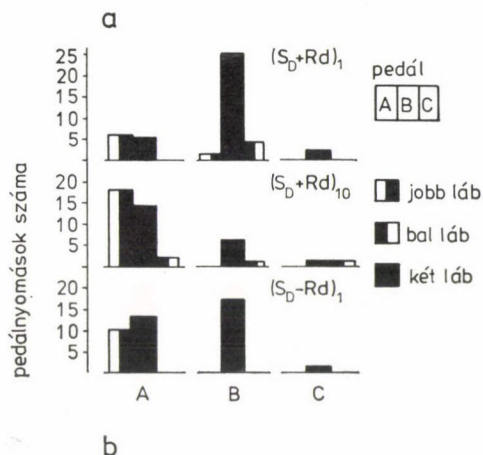
4. ábra. Az interszignálos futások számának csökkenése (üres körök, $y = 29,7e^{-0,25x}$) és a kritériumot elért állatok számának kumulatív százalékos emelkedése (fekete körök, $y = 48,9 \ln x + 0,38$) a kísérleti ülések függvényében 40 állat alapján

raméterben mutatott szignifikáns eltérést. Ezek közül kiemelendő a pedál perszeveráció, mert ez volt az egyetlen olyan paraméter, mely a diszkriminatív fázisban nem, de a tesztelés fázisában szignifikáns változást mutatott. A futásidők a 3. napon minimumot értek el, és nem változtak lényegesen a kísérlet további ülésein. A kritériumot (10-nél kevesebb ISF három egymást követő ülésben) az állatok 2–8 nap alatt érték el (medián: 3). Ezen paraméter szerint a 3. kísérlet alanyai 2. kísérlet alanyaihoz viszonyítva azonos gyorsasággal oldották meg a feladatot, és mindkét csoport szignifikánsan ($P < 0,01$) különbözött az 1. kísérlet állataitól, ahol a diszkriminatív fázist 10 napig tartó folyamatos megerősítés előzte meg. Az ISF-ek monoton módon csökkentek (4. ábra), és az állatok 73%-a a 4. ülésben érte el a kritériumot. Az ISF-eket három minőségileg egymástól elkülöníthető kategóriába soroltuk. 1. „Valódi” ISF: Pedálnyomás után vagy anélkül az állat az itatószerkezethez fut, azzal kontaktust teremt (érintés, nyalás stb.). Ez a típus főleg az első ülések alatt volt gyakori. 2. „Abortív” ISF: Az előzővel megegyező hibás futás, de az állat az itatószerkezetet nem érinti meg. Az abortív ISF-eket a tanulás legkorábbi indikátorának tekintettük, s ha egyszer megjelentek, a pedál elhagyása után befutott távolság fokozatosan csökkent, s végül a pedálhoz közeli kis körű elfordulásban kulminált. 3. „Exploratív” ISF: A 2. típusal megegyező lassú futás vagy járás, melyet gyakori szaglászás vagy ágaskodás szakít meg, és határozottan nem a jutalomforrás felé irányul. E típus a korai diszkriminatív fázisban, valamint az 1. teszt ülésben jelentkezett legnagyobb gyakorisággal.

Az alábbi magatartási kategóriák térbeli eloszlását a 8–10. ülés átlagával jellemeztük. A „testápolási” reakciók döntő többségét az „itató harmad”-ban (az itatószerkezet és a 2. fénysugár közti terület) figyeltük meg (73%).



5. ábra. Az egyes magatartási kategóriák gyakoriságai (körök) és a kategóriák egymásba való átmeneteinek gyakoriságai (nyilak) az első (a) és 10. (b) diszkriminatív ülésben és a jel és jelzett téri kontiguitását megszüntető első napon (c). A körök átmérője és a nyilak vastagsága arányos a gyakorisággal. 1: ivás, 2: pedálhoz futás, 3: pedálynymás, 4: itatóhoz futás, 5: fordulás jobbra, 6: fordulás balra, 7: ágaskodás, 8: szaglászás, 8: „testápolás”, 10: megfagyás



6. ábra. a. A pedálynnyomás topográfiájának változása a kontiguus fázis 1. és 10. napján és a diszkontiguus fázis 1. napján. A, B, C a pedál bal, középső és jobb harmadát jelölik. b. A pedálynnyomás idejének (sec) és időbeni eloszlásának (min) változása a jel jelzettől való elszakításának hatására. A pontok a perszeveratív pedálynnyomásokat jelölik. FR 16 jelű állat

A „pedál harmad”-ra, (a pedál és az 1. fénysugár közti terület) 19%, a középső harmadra 8% esett. A „testápolási” reakciók időtartama széles határok között változott, úgy az állatok között, mint az egyes állatokon belül. A mosakodás leggyakoribb magatartási antecedense az ivás (és azt követő elfordulás) volt. Szinte minden ivási aktust testápolási magatartás követett, a pedálhoz való visszafutás csak ennek befejezése után kezdődött el. A defekátumok térbeli eloszlása hasonló volt (itató harmad: 71%, pedál harmad: 20% középső harmad: 9%). Ezen megoszlások nagyjából egybeestek az egyes harmadokban eltöltött időtartamokkal. Az ágaskodás közel azonos gyakorisággal lépett fel az itató harmadban (38%) és a pedál harmadban (41%). Az S_D pedál fölé való helyezésekor számottevően csak a pedál harmadban növekedett meg az ágaskodások száma.

Az „ülésen-belüli” start-, futás- és visszatérési idők dinamikáját a 10. ülésben vizsgáltuk (négyes blokkokban). A start- és visszatérési idők a 20 futás alatt nem mutattak szignifikáns változást, míg a futásidők szignifikáns emelkedése [$F(4,30) = 2,95, P < 0,05$] a szatiáció megbízható indikátorának bizonyult.

A videofelvételek képenkénti analíziséből nyert adatokból lehetővé vált a megerősítések közti magatartások szekvenciális elemzése. Az 5. ábrán az FR 24 jelű állat magatartási szekvenciagramját tüntettük fel a kísérlet kritikus ülésein. Az egyszerűség és áttekinthetőség kedvéért az egyes magatartások időtartamát nem ábrázoltuk. Az 1. ülés (5a. ábra) viszonylag komplikált struktúrájú mintája a diszkriminatív fázis végére rendszerezett, határozott irányú képpé formálódott (5b. ábra). Az ivások közti magatartási szekvenciák ivás-fordulás-mosakodás (ezen állatnál ez nem feltűnő)-pedálhoz futás-pedálózás-fordulás-itatóhoz futás-ivás gráfjaival jellemezhető. A diszkriminatív jelző és jutalomforrás téri kontiguitásának megszüntetése (S_D pedál fölé való helyezése) csaknem az összes vizsgált kategóriában változást idézett elő (5c. ábra). A 6. ábra a pedálynomás topográfiajának és a pedálynomások időbeni eloszlásának változását illusztrálja. A diszkrimináció előrehaladásával az állatok jellemző pedálozási „technikát” vettek fel. A pedál elhagyásának iránya — helyes futások esetén — állatonként jellemző módon rögzült. Érdekes módon a hibás futások esetén a pedál elhagyásának iránya mindvégig véletlen szinten maradt. A pedálynomások átlagos időtartama az S_D pedál fölé való helyezésére szignifikánsan emelkedett ($P < 0,05$, t-próba). Annak érdekében, hogy a jel és jelzett térbeli szeparációjának viselkedésre való hatását állatonként értékelhessük, a csoporton nyert, szignifikánsnak bizonyult paraméterekből „konfliktus rátát”-t számítottunk az $A/A+B$ képlet alapján; ahol A a teszt fázis 1. napján, B a diszkriminatív fázis utolsó napján mért érték. Ezek átlagértékeivel állatonként tudtuk jellemezni a konfliktus nagyságát (2. táblázat).

2. táblázat

Egyes állatok „konfliktus” rátája

Állat	Startidő	Perszeveráció	ISF	Ágaskodás	Defekátumok száma	Átlag
FR 16	0,69	1,00	0,86	0,50	0,57	0,72
FR 17	0,70	0,58	0,80	0,71	0,71	0,70
FR 18	0,70	0,94	0,71	0,67	0,60	0,72
FR 19	0,66	0,50	0,50	0,54	1,00	0,64
FR 20	0,70	1,00	0,63	0,73	0,64	0,74
FR 21	0,60	1,00	0,75	0,64	0,50	0,70
FR 23	0,45	0,50	0,50	0,66	0,59	0,54
FR 24	0,65	0,92	0,67	0,55	0,50	0,60
Átlag	0,64	0,81	0,68	0,63	0,64	

ISF = interszignálos futás

Megbeszélés

A szignálra irányuló magatartás perzisztálásáért felelős mechanizmusok feltárása az elmúlt évtized kísérletes pszichológia irodalmának legvitatottabb területe (1, 2, 5, 9, 12, 13, 15, 17, 18, 22, 23). Az ún. „auto-shaping” jelenség (5) és a kondicionált orientációs válasz teória (11, 12) ellen felhozott legnyomósabb érvelés járulékos szkeletális válaszminták instrumentációs rögzülését teszi felelőssé a reakciók fennmaradásáért („babonás”, 29, 30, „parazita”, 19, magatartás). Ismertetett kísérleteink ezen instrumentális interpretációkat egyértelműen kizárják.

Az általunk tervezett kísérleti feladatot az állatok elvileg két, alapvetően különböző stratégiával (20, 32, 33) oldhatják meg. 1. Az S_D felfogható, mint egy „triggerelő”, indító jel, melynek jelenlétében az állat elvégzi korábban elsajátított (vagy veleszületett) reakcióját. A kondicionálás inger szubsztitúciós elméletéből ezen trigger mechanizmus szükségszerűen következik (24). 2. Az állat S_D megközelítését tanulhatja meg, mely (természetes körülmények között jel és jelzett téri kontiguitását feltételezve) jutalomhoz vezet. Elvben mindkét stratégia egyaránt alkalmas a feladat megoldására. Megfigyeléseink (lásd még 7, 8, 11, 12) arra utalnak, hogy az állatok döntő többsége az utóbbi, jelző megközelítő stratégiát részesíti előnyben annak ellenére, hogy az (arteficiális laboratóriumi körülmények között) maladaptív lehet (késlelteti a jutalmat).

Az 1. kísérlet diszkontiguus-kontiguus csoportjánál a jelző és jelzett téri kontiguitásának helyreállítása teljesítménynövekedést eredményezett (start + futásidő csökkenés), míg a kontiguus-diszkontiguus csoportban a jelző jutalomtól való téri szeparációja szignálra irányuló „konfliktus” magatartást eredményezett. A csoportok közötti különbség amellet szól, hogy a megfigyelt drámai magatartásváltozás nem a környezet ismert jeleinek egyszerű átrendezéséből fakadt (14, 35), és implicit módon arra utal, hogy a kontiguus-diszkontiguus csoport alanyai a diszkriminatív fázisban s mindvégig S_D -t közelítették meg (mely térben egybeesett a jutalom helyével). Ha az állatok „trigger” (release) stratégiát alkalmaztak volna (hangforrás téri lokalizációja irreleváns), konfliktus nem jött volna létre.

Mi motiválja a szignálra irányuló magatartást, vagy ami ezzel azonos fontosságú kérdés: mi erősíti meg e tendenciát?

A kísérlet korai üléseiben az ivás előtti leggyakoribb magatartás antece-dens mosakodás és ágaskodás volt, melyet optimális téri és idői kontiguitásban (16) követett vízmegerősítés, míg S_D -re irányuló tendenciák a megerősítőtől — térben és időben — távol jelentkeztek. A tanulás végére szaglászás és ágaskodás kioltódtak, míg S_D -re irányuló választendenciák megerősödtek. A tanulás instrumentációs elméleteinek egyike sem (16, 19, 29, 30) szolgál magyarázattal a fenti jelenségekre. Az instrumentációs törvények alapján a megerősítőhöz térben és időben közel eső magatartások (pl. szaglászás, ágaskodás) valószínű-

ségeinek emelkedni, míg a megerősítőől disztális formák (pl. S_D -re irányuló orientációs tendencia) valószínűségének csökkennie kellett volna. Kísérleteink ellenkező irányú változást írtak le!

Eredményeinkből az alábbi minimális konklúzió vonható le: bizonyos kontingenciák csak bizonyos magatartásokat képesek módosítani, és bizonyos viselkedési aktusok (pl. S_D -re irányuló választendencia) kontingens és nem kontingens procedurákban egyaránt kialakulnak. Explicit módon fogalmazva az asszociációknak filogenetikailag rögzült (adott fajra jellemző) gátló és facilitáló tényezői vannak (3, 4, 10, 26, 27, 28, 31), és ilyen összefüggésekben az instrumentációs törvények általános érvényüket veszítik.

Mint a bevezetésben említettük, a pavlovi és instrumentális felosztás egyik sarkalatos pontja a kísérletező által megszabott feladat. A pavlovi procedurában a kondicionáló jelet (CS) — elvben — az állat viselkedésétől függetlenül, azaz bármilyen éppen folyó magatartás alatt prezentáljuk, s ezt a CS-t (ugyancsak a magatartásától függetlenül) feltétlen jel (megerősítő) követi. Az instrumentális elrendezésben a megerősítés egy vagy néhány magatartási mozzanat jelenlététől függ. A stimulus kontingens (pavlovi) és specifikus válasz kontingens (instrumentális) felosztás tehát annak a függvénye, hogy a megerősítésben a kísérletező vagy a kísérleti alany a független változó (25). A jelen paradigma a kísérletező aktív részvételét nullára csökkenti (a magatartás szükséges és elégséges feltétele a jutalmat jelző S_D megjelenésének), ugyanakkor identifikálható szignált tartalmaz. A viselkedési szekvenciák leírásával mind a jel előtti, mind a specifikus válasz előtti magatartási mozzanatok leírásával a magatartás egységes és átfogó elemzését teszi lehetővé. Az a megfigyelés, hogy a jelre irányuló magatartás úgy a jelen (válasz függő), mint a pavlovi paradigmában (7) azonos módon jelentkezik, arra mutat, hogy a dualista felfogás elégtelen és szükségtelen.

IRODALOM

1. ATNIP, G. W.: Stimulus- and response-reinforcer contingencies in autoshaping. *J. Exp. Anal. Behav.* **28**, 59—70 (1977).
2. BILBREY, J. and WINOKUR, S.: Controls for and constraints on autoshaping. *J. Exp. Anal. Behav.* **20**, 323—332 (1973).
3. BOLLES, R. C.: The avoidance learning problem. *In*: G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. Academic Press, New York—London (1972).
4. BRELAND, K. and BRELAND, M.: *Animal behavior*. Macmillan, New York (1966).
5. BROWN, P. L. and JENKINS, H. M.: Auto-shaping of the pigeon's key peck. *J. Exp. Anal. Behav.* **11**, 1—8 (1968).
6. BUZSÁKI, G., GRASTYÁN, E., TVERITSKAYA, I. N. és CZOPF, J.: Hippocampal evoked potential and EEG changes during classical conditioning in the rat. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **47**, 64—74 (1979).
7. BUZSÁKI, G., GRASTYÁN, E., MOLNÁR, P., TVERITSKAYA, I. N. and HAUBENREISER, J.: Auto-shaping or orienting? *Acta Neurobiol. Exp.* **39**, 179—200 (1979).
8. BUZSÁKI, G., GRASTYÁN, E., WINICZAI, Z. és MÓD, L.: Maintenance of signal directed behaviors in a response dependent paradigm: A systems approach. *Acta Neurobiol. Exp. (Wars)*. **39**, 201—217 (1979).
9. GAMZU, E. and WILLIAMS, D. R.: Classical conditioning of a complex skeletal response. *Science* **171**, 923—925 (1971).

10. GARCIA, J., KIMMELDORF, D. J. and KOELLING, R. A.: Conditioned aversion to saccharin resulting from exposure to gamma radiation. *Science* **122**, 157—158 (1955).
11. GRASYÁN, E. and VEPECZKEI, L.: Effect of spatial separation of the conditioned signal from the reinforcement. A demonstration of the conditioned character of the orienting response or the orientational character of conditioning. *Behav. Biol.* **10**, 121—146 (1974).
12. GRASYÁN, E.: Orientáció és megerősítés. Doktori értekezés (1974).
13. HEARST, E. and JENKINS, H. M.: Sign tracking: The stimulus reinforcer relation and directed action. Austin, Tex.: Psychonomic Society (1974).
14. HEBB, D. O.: Organization of behavior. Wiley, New York (1949).
15. HOLLAND, P.: Conditioned stimulus as a determinant of the form of the Pavlovian conditioned response. *J. Exp. Psychol.* **3**, 77—104 (1977).
16. HULL, C. L.: Principles of behavior. Appleton-Century-Crofts, New York (1943).
17. JENKINS, H. M.: Sensitivity of different response systems to stimulus-reinforcer and response-reinforcer relations. In: H. Davis and H. M. B. Hurwitz (Eds) *Operan-Pavlovian interaction*. Lawrence Erlbaum Ass., New Jersey (1977).
18. JENKINS, H. M. and MOORE, B. R.: The form of the auto-shaped response with food or water reinforcers. *J. Exp. Anal. Behav.* **20**, 165—181 (1973).
19. KONORSKI, J.: Integrative activity of the brain. University of Chicago Press, Chicago (1967).
20. KRECHEVSKY, I.: „Hypothesis” in rats. *Psychol. Rev.* **39**, 516—532 (1932).
21. KUHN, T. S.: The structure of scientific revolutions. Chicago, The Chicago University Press (1970).
22. LOCURTO, C., TERRACE, H. S. and GIBBON, J.: Autoshaping, random control, and omission training in the rat. *J. exp. Anal. Behav.* **26**, 451—462 (1976).
23. MOORE, B. R.: The role of directed Pavlovian reactions in simple instrumental learning in the pigeon. In: R. A. Hinde and J. S. Hinde (Eds). *Constraints on learning*. New York: Academic Press pp. 159—178 (1973).
24. PAVLOV, I. P.: Conditioned reflexes (Translated by G. V. Anrep) Oxford University Press, London (1927).
25. RAY, R. D. and BROWN, D. A.: The behavioral specificity of stimulation: A systems approach to procedural distinction of classical and instrumental conditioning. *Pav. J. Biol. Sci.* **11**, 3—23 (1976).
26. SELIGMAN, M. E. P.: On the generality of the laws of conditioning. *Psychol. Rev.* **77**, 406—418 (1970).
27. SELIGMAN, M. E. P.: Biological boundaries of learning. Appleton-Century-Crofts, New York (1972).
28. SHETTLEWORTH, S. J.: Constraints on learning. In: D. S. Lehrman, R. A. Hinde and E. Shaw (Eds), *Advances in the study of behavior*. Academic Press, New York (1972).
29. SKINNER, B. F.: The behavior of organisms. Appleton-Century-Crofts, New York (1938).
30. SKINNER, B. F.: Contingencies of reinforcement. Appleton-Century-Crofts, New York (1969).
31. STADDON, J. E. R. and SIMMELHAG, V. L.: The „superstition” experiment. *Psychol. Rev.* **78**, 3—43 (1971).
32. TOLMAN, E. C.: Cognitive maps in man and animals. *Psychol. Rev.* **55**, 189—208 (1948).
33. TOLMAN, E. C.: There is more than one kind of learning. *Psychol. Rev.* **56**, 144—155 (1949).
34. WILLIAMS, D. R. and WILLIAMS, H.: Auto-maintenance in the pigeon: sustained pecking despite contingent non-reinforcement. *J. Exp. Anal. Behav.* **12**, 511—520 (1969).
35. WILZ, K. J. and BOLTON, R. L.: Exploratory behavior in response to the spatial rearrangement of familiar stimuli. *Psychon. Sci.* **24**, 117—118 (1971).