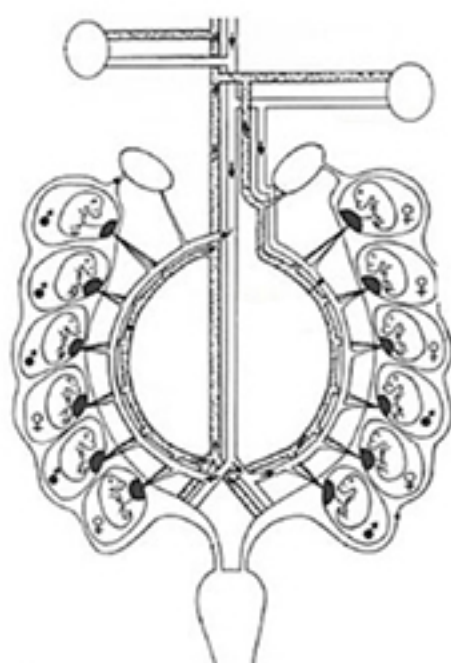




ETOLÓGIAI GYAKORLATOK

ALTBÄCKER VILMOS
GÁCSI MÁRTA
KOSZTOLÁNYI ANDRÁS
POGÁNY ÁKOS
LAKATOS GABRIELLA
PONGRÁCZ PÉTER
DÓKA ANTAL

Etológiai gyakorlatok

**Altbäcker Vilmos
Gácsi Márta
Kosztolányi András
Pogány Ákos
Lakatos Gabriella
Pongrácz Péter
Dóka Antal**

Etológiai gyakorlatok

írta Altbäcker Vilmos, Gácsi Márta, Kosztolányi András, Pogány Ákos, Lakatos Gabriella, Pongrácz Péter, és Dóka Antal

Szerzői jog © 2013 Eötvös Loránd Tudományegyetem

E könyv kutatási és oktatási célokra szabadon használható. Bármilyen formában való sokszorosítása a jogtulajdonos írásos engedélyéhez kötött.

Készült a TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0073 számú, „E-learning természettudományos tartalomfejlesztés az ELTE TTK-n” című projekt keretében. Konzorciumvezető: Eötvös Loránd Tudományegyetem, konzorciumi tagok: ELTE TTK Hallgatói Alapítvány, ITStudy Hungary Számítástechnikai Oktató- és Kutatóközpont Kft.

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



Tartalom

1. Állati viselkedés vizsgálata a Fővárosi Állat- és Növénykertben	1
A GYAKORLAT CÉLJA	1
BEVEZETÉS	1
Egy tudományos vizsgálat megtervezése	1
A viselkedés elemei	1
A viselkedéskódolás alanyai	3
A mintavétel módszerei	3
ANYAGOK	4
Helyszín	4
Alanyok	4
Eszközök	4
AZ ÁLLATKERTI MEGFIGYELÉSEK MENETE	4
Kitűzött cél	4
Terepi jegyzőkönyv	5
Szöveges jegyzőkönyv	5
A gyakorlati munka értékelése	5
1.1. melléklet: Terepi adatlap	6
1.2. melléklet: Minta adatlap az állatkerti adatgyűjtéshez	7
IRODALOM	7
2. Ragadozó-elkerülő viselkedés ontogeneze halivadékoknál	8
A GYAKORLAT CÉLJA	8
BEVEZETÉS	8
Ragadozó-elkerülés	8
Ragadozó-felismerés	8
Öröklött ragadozó-felismerés	9
Ontogenezis és ragadozó-felismerés	9
ANYAGOK	10
Alanyok	10
Kísérleti berendezés	10
A GYAKORLAT MENETE:	11
A gyakorlat célja	11
A kísérlet általános menete	11
Kísérleti csoportok	12
Az adatok kiértékelése, eredmények bemutatása	12
A jegyzőkönyv	12
Értékelési szempontok	12
2.2. Adatlap ragadozóelkerülés vizsgálatához	13
IRODALOM	13
3. Keresőkép kialakulásának vizsgálata napos csibéken	15
A GYAKORLAT CÉLJA	15
BEVEZETÉS	15
Keresőkép	15
ANYAGOK	16
Kísérleti állatok és eszközök	16
A GYAKORLAT MENETE	17
Hipotézisek és predikciók megfogalmazása	17
A 2. TESZT: Keresőkép formálásának vizsgálata többféle elérhető tápláléktípus jelenlétében	18
Jegyzőkönyv elkészítése	19
IRODALOM	22
4. Operáns kondicionálás a gyakorlatban	23
A GYAKORLAT CÉLJA	23
BEVEZETÉS	23
Elméleti áttekintés	23
Általános tanulási formák	23

Operáns kondicionálás mint tréning módszer: a klikkertréning	25
ANYAGOK	26
Kísérleti állatok és eszközök	26
A GYAKORLAT MENETE	26
Operáns kondicionálás kutyán	26
Jegyzőkönyv elkészítése	28
Kérdések megválaszolása közösen	29
4.2. melléklet ADATLAP – operáns kondicionálás méréshez	29
4.3. melléklet JEGYZŐKÖNYV A – szemkontaktus vizsgálatához	30
4.4. melléklet JEGYZŐKÖNYV B – komplex feladathoz	31
IRODALOM	31
5. A bevésődés hatása naposcsibe viselkedésére	33
A GYAKORLAT CÉLJA	33
BEVEZETÉS	33
Elméleti áttekintés	33
A bevésődés csibék és kacsák esetében	34
ANYAG ÉS MÓDSZER	35
Kísérleti állatok és eszközök	35
A GYAKORLAT MENETE	35
TESZT 1: "Szeparáció az anyától"	35
A 2. TESZT: Követési viselkedés kiváltása	37
A 3. MEGFIGYELÉS: Diszkriminációs teszt	38
Jegyzőkönyv elkészítése	39
5.1. melléklet Adatlap minta a viselkedési elemek kódolásához	40
IRODALOM	40
6. Nyulak szelídségének vizsgálata	41
A GYAKORLAT CÉLJA	41
A jelen gyakorlat közvetlen feladatai:	41
BEVEZETÉS	41
Ember által felnevelt állatok fajtárs felismerése	41
A szagok alapján történő fajtárs felismerés az üreginyúlánál	42
ANYAG ÉS MÓDSZER	43
Kísérleti állatok és eszközök	43
A GYAKORLAT MENETE	44
6.2. melléklet: Adatlap minta a nyulak nyílt tér tesztjéhez	45
IRODALOM	46
7. Házi és üregi nyúl (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) álljelölési aktivitásának vizsgálata	47
A GYAKORLAT CÉLJA	47
BEVEZETÉS	47
Az állati kommunikáció	47
Kémiai kommunikáció emlősöknél	47
Szexuális kommunikáció üregi nyúlánál	48
Álljelölés nyulaknál	48
ANYAGOK	50
Kísérleti állatok és eszközök	50
A GYAKORLAT MENETE	51
A gyakorlat célja	51
A teendők sorrendje a gyakorlat során	51
7.3 melléklet: Minta a kísérlet megtervezéséhez	52
7.4. melléklet: ADATLAP NYULAK ÁLLJELÖLÉSÉNEK VIZSGÁLATÁHOZ	53
IRODALOM	53
8. Riasztó jelzések hatása zebrapintyek (<i>Taeniopygia guttata</i>) bátorságára	55
A GYAKORLAT CÉLJA	55
BEVEZETÉS	55
A riasztó jelzések elméletének története	55
Aposzematikus színezet	56
Aposzematizmus és mimikri	56
Állati személyiség és bátorság	58

ANYAG ÉS MÓDSZER	58
Kísérleti állatok és eszközök	58
A GYAKORLAT MENETE	59
A gyakorlat célja	59
Vizsgálati lépések	59
8.2. melléklet JEGYZŐKÖNYV RIASZTÓSZÍN TESZTELÉSHEZ	60
IRODALOM	60
9. Humán ivari dimorfizmus vizsgálata	62
A GYAKORLAT CÉLJA	62
BEVEZETÉS	62
Elméleti áttekintés	62
Ivari dimorfizmus jelensége az embernél	64
ANYAGOK	66
Kísérleti állatok és eszközök	66
A GYAKORLAT MENETE	66
A gyakorlat célja	66
A gyakorlat lépései	66
Jegyzőkönyv elkészítése	67
IRODALOM	68
10. Humán párválasztás vizsgálata 2.	70
A GYAKORLAT CÉLJA	70
BEVEZETÉS	70
Elméleti áttekintés	70
Testméret	71
Testarányok	71
Hang	72
Az emberi hang preferált jellemzői	72
ANYAGOK	73
Kísérleti állatok és eszközök	73
A GYAKORLAT MENETE	73
A gyakorlat célja	73
10.1. melléklet Dimorfizmus gyakorlat kérdőív minta	75
IRODALOM	76
11. Hogyan befolyásolja egy nőstény nyúl gátmérete a dominancia rangsorban betöltött pozícióját?	78
A GYAKORLAT CÉLJA	78
BEVEZETÉS	78
Hormonok és viselkedés	78
Prenatális, méhen belüli hormonális hatások	78
Fiziológia, morfológia, viselkedés	80
A gátméret mint biomarker	80
Ivari differenciáció nyulaknál	81
Nyulak szociális rangsora	82
ANYAGOK	82
<i>Kísérleti állatok és eszközök</i>	82
A GYAKORLAT MENETE	82
A gyakorlat fő lépései	82
11.3. melléklet A NYÚL GÁTMÉRET VIZSGÁLAT LÉPÉSEI	84
11.4. melléklet ADATLAP A GÁTMÉRET ÉS RANGSOR VIZSGÁLATÁHOZ	85
IRODALOM	86
12. Kockázatvállalás ivarfüggése az állatokban és az embernél	87
A GYAKORLAT CÉLJA	87
BEVEZETÉS	87
Problémafelvetés	87
Vészjelzések használata madaraknál és emlősöknél	87
Udvarlás	88
Kockázatvállalás ivarfüggése az embernél	88
ANYAGOK	88
A jelenség	88

Anyagok és eszközök	89
A GYAKORLAT MENETE	89
Feladatok	89
Az adatgyűjtés	89
Az adatok összesítése és a statisztikai analízis	90
12.1. melléklet ADATLAP MINTA KOCKÁZTATÁS MÉRÉSHEZ	90
IRODALOM	91
13. Összebújás vizsgálata egéren	93
A GYAKORLAT CÉLJA	93
BEVEZETÉS	93
Állati csoportok képződése és fajtái	93
Csoporttípusok	93
Fajtárs felismerés	95
Rokon felismerés	95
Önzetlen segítségnyújtás	95
Kooperáció	95
A kooperatív güzüegér	95
Az összebújás (huddling)	97
ANYAG ÉS MÓDSZER	97
A GYAKORLAT MENETE	97
A gyakorlat célja	97
A gyakorlat menete	98
A teendők sorrendje a gyakorlat során	98
A teszt elrendezése	98
13. 1. melléklet: Adatlap minta az összebújás vizsgálatához	100
IRODALOM	100
14. Szociális viselkedés halaknál –rajképzést befolyásoló tényezők a zebradánióknál (Brachydanio rerio)	103
A GYAKORLAT CÉLJA	103
BEVEZETÉS	103
A csoportban élés előnyei és hátrányai	103
Rajképzés halaknál	104
A rajképzés vizsgálata zebradánióknál	105
ANYAGOK	108
Kísérleti állatok	108
Kísérleti berendezés	108
Kísérleti csoportok	108
A GYAKORLAT MENETE	108
Első kísérlet: a szociális vonzódás tesztelése magányos halon	108
Második kísérlet: a szociális vonzódást befolyásoló fenotípusos tényezők tesztelése	109
Adatelemzés és értékelés	109
A Gyakorlati munka minősítése	109
14. 4. melléklet ADATLAP szociális vonzódás a zebradánióknál teszthez	110
14.5. melléklet Második kísérlet: négy hal tesztelése különféle manipulált danió prezentációkkal	113
IRODALOM	113
15. Agresszió és dominancia házikegérnél	115
A GYAKORLAT CÉLJA	115
BEVEZETÉS	115
Csoportképződés	115
Agresszió	115
Szociális rangsor	116
Kommunikáció és rangsor	116
A házi egér szociális rendszere	117
ANYAGOK	117
Kísérleti állatok és eszközök	117
A GYAKORLAT MENETE	118
15.1. melléklet EGÉR RANGSOR VIZSGÁLAT TERVE	120

15.2 melléklet ADATLAP A HÁZI EGÉR RANGSOR KIALAKULÁS VIZSGÁLATÁHOZ	121
IRODALOM	123
16. Csoportos táplálkozás közben megnövekedett éberség embernél: függ-e az étkezés közbeni körülnézés a csoportmérettől?	124
A GYAKORLAT CÉLJA	124
BEVEZETÉS	124
Csoportosulás az állatoknál, mint a veszély csökkentés módja	124
Csoportosulás és felderítés különböző fajoknál	125
Csoportméret és felderítés a főemlősöknél	126
ANYAGOK	126
Kísérleti alanyok és eszközök	126
A GYAKORLAT MENETE	126
A gyakorlat célja	126
A teendők sorrendje a gyakorlat során	126
16.1. melléklet	128
16.2 melléklet	129
IRODALOM	129
17. A kutya kötődésének etológiai vizsgálata	131
A GYAKORLAT CÉLJA	131
BEVEZETÉS	131
Elméleti áttekintés	131
ANYAGOK	134
Kísérleti állatok és eszközök	134
A GYAKORLAT MENETE	134
A módszer alkalmazásának gyakorlása – kódolás videó alapján	134
Idegen Helyzet Tesztek	134
IRODALOM	140
18. Kutyaugatások hangulatának és kontextusának felismerése, valamint annak megítélése, hogy mennyire bosszantó egy-egy ugatás az ember számára	142
A GYAKORLAT CÉLJA	142
BEVEZETÉS	142
Kutya-ember kommunikáció	142
A kutyák akusztikus kommunikációja, különös tekintettel az ugatásra	143
Értik-e az emberek a kutyaugatást?	144
Az ugatás mint bosszantó jelenség	145
ANYAG ÉS MÓDSZER	145
Helyszín	145
Alanyok	146
Eszközök	146
A GYAKORLAT MENETE	146
Kontextus felismerés	146
Hangulat megállapítás	146
Adatelemzés és értékelés	146
A gyakorlat minősítése	148
IRODALOM	148
19. A rádiotelemetria alapjai és alkalmazási lehetőségei	152
A GYAKORLAT CÉLJA	152
BEVEZETÉS	152
A rádiotelemetria	152
Eszköztár és módszerek	153
Az adó felerősítése	154
Lokalizáció	154
Mozgáskörzet meghatározás	154
Biotelemetria	155
ANYAGOK	157
A gyakorlat célja	157
A GYAKORLAT MENETE	157

Az antenna csatlakoztatása	157
A vevő behangolása az adók kereséséhez	157
Adatgyűjtés	157
A jegyzőkönyv elkészítése	158
19.3. melléklet	159
IRODALOM	160
20. Adatgyűjtési és adatértékelési módszerek az állati viselkedés vizsgálatához	161
A GYAKORLAT CÉLJA	161
BEVEZETÉS	161
Az állati viselkedés vizsgálatának menete	161
A minták függetlensége	161
Viselkedési változók típusai	162
Adatrögzítési módszerek	162
Adatrögzítéshez használt eszközök	163
A mérések megbízhatósága és érvényessége	163
Megfigyelők közötti és megfigyelőn belüli megbízhatóság	164
A megfigyelők közötti egyezés mértékét becsülő módszerek	164
Adatok leíró elemzése	166
Statisztikai hipotézistesztesztelés	167
Normál eloszlás, a normalitás tesztelése	167
Parametrikus és nem parametrikus statisztikai tesztek	167
Egymintás, kétmintás, páros és többmintás próbák	168
Változók közötti asszociáció vizsgálata	168
Statisztikai eredmények megadása	168
ANYAGOK	169
A GYAKORLAT MENETE	169
A gyakorlat során elvégzendő feladatok	169
20.1. melléklet: Adatlap egyezés mérésének vizsgálatához korrelációval	170
20.2. melléklet: Adatlap a megfigyelők közötti egyezés méréséhez	171
IRODALOM	172
21. Gyakorlati statisztika: több vizsgálati csoporton mért változók összehasonlítása az INSTAT statisztikai programmal	173
AZ INSTAT PROGRAM HASZNÁLATA	173
A STATISZTIKAI MÓDSZER TÍPUSÁNAK KIVÁLASZTÁSA	174
AZ ADATOK BEVITELE	174
ALAPSTATISZTIKÁK ÉS VÁLTOZÓK ELOSZLÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE	176
AZ ELVÉGZENDŐ TESZT KIVÁLASZTÁSA	177
Ha két csoportot akarunk összehasonlítani	177
Ha több csoportot akarunk összehasonlítani	178
A TESZT EREDMÉNYE	178
Ha két vizsgálati csoportunk volt	179
Ha több csoportot hasonlítottunk össze	182
AZ EREDMÉNYEK GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSA	182
IRODALOM	183

1. fejezet - Állati viselkedés vizsgálata a Fővárosi Állat- és Növénykertben

Pongrácz Péter

A GYAKORLAT CÉLJA

Ezen a gyakorlaton a hallgatók megismerkedhetnek az állati viselkedés leírásának elméleti hátterével, az etogram fogalmával és egy faj magatartását leíró alapvető módszerekkel. A gyakorlati munka során a hallgatók élő állatokon gyakorolhatják a viselkedés kódolását. A gyakorlatvezető útmutatásával állatkertben élő számos faj közül szabadon választhatnak, minden fajnál valamelyest különbözik a megfigyelhető viselkedéselemek repertoárja, illetve más és más jelenségre érdemes odafigyelni.

A gyakorlat célja az, hogy modellezze egy etológiai (terep) vizsgálat lefolytatását az előzetes megfigyeléstől a kérdésfelvetésen és az adatgyűjtésen keresztül egészen az adatok elemzéséig és azok rövid cikkszerű ismertetéséig.

BEVEZETÉS

Egy tudományos vizsgálat megtervezése

Az etológus munkája nem azzal kezdődik, hogy nekilát „mérni”. Az elvégzendő vizsgálat, legyen az megfigyelés, avagy kísérlet, a megfelelő tudományos probléma (kérdés) feltárásával indul. Ez eredhet egy korábbi vizsgálat során nyitva maradó, felmerülő kérdésből, de történhet a környezetben célzottan vagy véletlenül végrehajtott megfigyelés révén is.

A vizsgálat első közvetlen lépése tehát (1) a kutatni kívánt kérdés megfogalmazása. A kérdéshez kapcsolódóan érdemes rögtön a lehetséges válaszokon is elgondolkodni – ez teszi lehetővé a kutatás hipotéziseinek megfogalmazását. A hipotézisek tulajdonképpen olyan ok-okozati kapcsolatot megfogalmazó jóslatok, amelyek a kísérlet kimenetelére vonatkoznak. A következő lépés (2) a kérdés megválaszolásához szükséges módszer kiválasztása, kidolgozása. Ehhez rendszerint a vizsgálat alanyainak, a körülményeknek és más, hasonló vizsgálatok mikéntjének az ismerete szükséges. Vagyis a kérdést követő módszertani tervezés alapos gyakorlati és szakirodalmi ismeretszerzés nyomán kell, hogy történjen.

A megfelelő módszer kiválasztását és megtervezését követően (3) érdemes azon is elgondolkodni, hogy az előtanulmányok függvényében a kérdésünkre milyen válaszokra (eredményekre) lehet majd számítani. Ezeket hipotéziseknek nevezzük. A vizsgálatról függően minimum kettő, de akár több ilyen lehetséges kimenet is létezhet. Ezek előzetes elemzése megkönnyíti a vizsgálat eredményének későbbi értelmezését, diszkusszióját.

Jelen gyakorlat abban tér el az etológia gyakorlat tárgy kurzusainak megszokott menetétől, hogy a hallgatók nem a fent említett három lépés *után* csatlakoznak a munkához. A gyakorlat legfőbb feladata pont az, hogy a résztvevők kipróbálhassák, milyen „tisztá lappal” indulni, és saját maguknak kell észrevenni vizsgálatra érdemes jelenségeket, majd megtervezni és lefolytatni a vizsgálatot. Ehhez elengedhetetlen, hogy kis áttekintést adjunk az állati viselkedés elemekre bonthatóságáról, az alapvető etológiai viselkedésvizsgáló módszerek lényegéről.

A viselkedés elemei

Az állati viselkedés olyan folyamat, amely az etológia álláspontja szerint jól elkülöníthető, diszkrét egységekre, úgynevezett **magatartáselemekre** bontható. A magatartáselemek lehetnek nem-átfedőek, pl. egy tyúk egyszerre nem ülhet vagy állhat, de lehetnek átfedőek is, pl. a tyúk csipegethet magot úgy, hogy közben áll. Maga a felismerés, hogy a magatartás elemekre bontható, meghatározó jelentőségű volt a modern viselkedéskutatásra nézve. A természettudományos vizsgálatoknak ugyanis egzaktaknak kell lenniük, az egzaktság pedig megköveteli az egyértelmű definíciók, valamint az ismételhető mérések alkalmazását. Az etológia, és ezen belül ennek a gyakorlatnak a szempontjából is fontos néhány fogalom ismerete. **A magatartáselem (viselkedéselem) tehát az adott állat**

(faj) esetében formaállandónak tekinthető mozdulatsor, a viselkedés legkisebb egysége. Fontos kiemelni, hogy a magatartáselemek változhatnak például az állat egyedfejlődése során, akár ontogenetikus, akár környezeti hatások, illetve tanulás révén, ez azonban nem befolyásolja azt az alapvető tulajdonságukat, hogy adott fejlettségi állapotú egyedben egy-egy viselkedésem állandónak tekinthető. Több magatartáselemből összetevődő, többnyire funkcionális szempontok szerint jól körülhatárolhatóan összetartozó sorozatot hívunk **magatartási egységnek**. Ilyen például, ha egy madár tollászkodik. A tollászkodás, mint magatartási egység magába foglalhat számos magatartáselemet, úgymint a tollak csőrrel történő végighúzását, a tollak felborzolását, a faggyú kinyomását a farkcsikmirigyből, a faggyú rákenését a tollakra stb. Magatartási egység lehet egy úgynevezett „állapot” is, amely során az állat a szó valódi értelmében nem „csinál” semmit, hanem pl. hibernál. Végül érdemes megemlíteni az úgynevezett **etogramot, amely az adott állatfaj lehetséges viselkedéselemeinek teljes gyűjteménye**. Az etogram esetében fontosnak tartott kritérium, hogy a viselkedéselemek egymástól függetlenek legyenek, és lehetőség szerint mellőzzék a funkcionális leíró elemeket. Az etogram elemeit azért fontos lehetőleg formai szempontok alapján leírni, mert a funkcionális leírás tágabb teret enged a szubjektivitásnak, illetve az esetlegesen félreismert funkció szerinti tévedéseknek.

Más biológiai tudományágakban, mint pl. a genetika, élettan, biokémia, a mérés fogalmát meglehetősen könnyű értelmezni. Azonban olyan „megfoghatatlan”, első ránézésre nehezen számszerűsíthető tulajdonság, mint a viselkedés esetében gondot okozhat már maga az is, hogy mit mérjünk. A viselkedés elemek bevezetése ebben jelent nagy segítséget, hiszen a magatartás ezáltal statisztikai módszerekkel elemezhető adatsorokká, mérhető paraméterekké válik.

Rendkívül fontos, hogy a viselkedés leírása előtt eldöntsük, milyen jellegű magatartáselemeket fogunk rögzíteni és milyen céllal. Ezt természetesen az is befolyásolja, mennyi előismerettel rendelkezünk az adott fajról, állatról. Ha megalapozó jellegű, feltáró vizsgálatot végzünk, szükség lehet a viselkedés teljes körű, minden apró részletre kiterjedő, folyamatos kódolására. Ha viszont egy már kétféle ismert fajról, illetve egyedekről van szó, és csak egy bizonyos, jól meghatározott kérdésre vagyunk kíváncsiak, elegendő lehet néhány, sok esetben akár egyetlen viselkedési változó rögzítése is.

Alapvető különbséget jelent a viselkedés vizsgálatokor, hogy **formai, vagy pedig funkcionális leírást** alkalmazunk. A **formai leírás** számít a legobjektívebbnek, mivel ilyenkor a leírást végző személy semmilyen vélekedését, előzetes ismereten alapuló megítélését nem viszi a változók közé. A formai leírás többnyire igen egyszerű elemeket tartalmaz, pl. az állat áll, ül, fekszik, vagy jobbra néz, balra néz, esetleg kinyújtja a nyakát, behajlítja a nyakát, stb. Formai leírásnak tekinthető ezen felül a területhasználatra vonatkozó adatrögzítés is, amikor a megfigyelő rögzíti, hogy az adott állat (vagy több egyedből álló csoport) a terület mely részén tartózkodik, esetleg valamihez viszonyítva közel, vagy távol található-e.

Amikor az adott állatról több ismerettel rendelkezünk már (magunk vizsgálatait, vagy a szakirodalom alapján), a rendkívül aprólékos formai leírás nehézkessé, sok esetben szükségtelenné válhat. Ilyenkor kerül előtérbe a **funkcionális leírás**. Egyszerűen fogalmazva, a funkcionális leírás azt jelenti, hogy a viselkedésnek (vagy annak elmaradásának) mi a következménye. A viselkedést ennek során konkrét funkcióval bíró elemekre bontjuk. Ilyen lehet pl. hogy az állat éppen eszik, verekszik, párosodik, fészekanyagot hord, játszik, kurkássza a társát. Könnyű belátni, hogy a funkcionális viselkedéselemek többnyire számos formai elemből tevődnek össze, pl. a verekezésnek rengeteg mozdulata lehet, amely mind-mind külön is leírható, számolható, mérhető. A funkcionális leírás tehát egyfajta tömörítésnek, egyszerűsítésnek tekinthető, amely a legtöbb esetben igencsak megkönnyíti, leegyszerűsíti az etológus dolgát. Ennek a tömörítésnek azonban veszélyei is vannak. Könnyen előfordulhat, hogy a funkcionális viselkedés-kategóriák alkalmazásával éppen hogy fontos részleteket veszítünk el a magatartásból. Ha pl. a domináns és az alárendelt farkasok viselkedését akarjuk összehasonlítani, akkor az „eszik a zsákmányból” funkcionális viselkedésem használata nem teszi lehetővé, hogy kiderüljön: az alárendelt állat teljesen másképp közelíti meg a húst, mint a domináns (előbbi lekushadva, az utóbbi peckesen). A funkcionális leírás másik fő veszélye, ha olyan, kétféle meg nem erősített vélekedést viszünk a kategorizációba, amely téves megállapításokhoz fog vezetni aztán. Például ha nem tudjuk, hogy a flamingó csak a vízben táplálkozik, könnyen arra a megállapításra juthatunk, hogy a csőrével a fűben tapogató állat „lejel”. Ez a funkcionális viselkedésem nyilvánvalóan téves.

Az ELTE Etológia Tanszékén Csányi és munkatársai a formai és a funkcionális viselkedésleírásnak egyfajta ötvözetét alkalmazták a paradicsomhal (*Macropodus opercularis*) viselkedésének tanulmányozásakor (Csányi, 1985; Csányi és mtsai, 1985). A halak minden viselkedéselemét az alábbi három ismérv szerint jellemezték:

Pozitúra – vagyis aktuálisan mit csinál az állat?

Térbeli helyzet – hol végzi az adott viselkedést az állat?

Orientáció – a környezet mely elemére (élő, vagy élettelen) irányul az adott viselkedés?

Ezzel a leírással olyan további ismeretanyag is nyerhető a viselkedés kódolásából, amelyet az egyszerű formai leírás nem tudna közölni. Ugyanakkor a formai elemek meghatározásával az is elkerülhető, hogy a pusztán funkcionális jellemzés mintegy „tévútra” vezesse az etológusokat, hamis interpretációkra késztetve őket (pl. a hal „eleséget kér”).

A viselkedéskódolás alanyai

Egyszerű esetben az etológusnak csak egyetlen állat magatartását kell figyelemmel kísérnie. Sokszor előfordul azonban, hogy egyszerre több, sőt olykor nagyon sok állat tartózkodik a helyszínen: ilyenkor el kell döntenünk, hány alanya lesz a vizsgálatnak, illetve ezeket hogyan választjuk ki, és miként fogjuk a későbbiekben azonosítani őket.

Az alanyok kiválasztása azon is múlik, milyen megfigyelést terveztünk. Más szóval, a feltett kérdéshez kell igazodnia a megfigyelésre kiválasztott egyedeknek. Ha magát a csoportot akarjuk jellemezni, célszerű több egyedet megfigyelni és viselkedésüket rögzíteni. Ha a csoport csak mint „zavaró tényező” van jelen, vagyis egyes állatok, esetleg párosok, kisebb rész-csoportok megfigyelése a cél, a megfigyelésre szánt egyedek kiválasztása értelemszerűen nem tetszőleges. Mindenesetre arra oda kell figyelni, hogy ha konkrét egyedeket akarunk figyelemmel kísérni, mindenképpen szükségünk lesz azok megbízható felismerésére a többi állat között.

Alapvetően megkülönböztetünk fokális és csoportos megfigyelést. A **fokális megfigyelés** azt jelenti, hogy a csoportból kiválasztunk egyetlen egyedet (esetleg párt, stb.), és csak ezeknek az ún. fókuszban lévő állatoknak a magatartását fogjuk elemezni. Fontos megjegyezni, hogy a fókuszba helyezendő egyed mindig random választással emeljük ki az előzetesen meghatározott kritériumoknak megfelelő példányok közül. A **csoportos megfigyelés** esetén viszont az egész csapat magatartása érdekel bennünket, ilyenkor minden jelenlévő, megfigyelhető egyed magatartásáról számot kell adnunk. A csoportos megfigyelés elsősorban „állapotok” megfigyelésére használható (pl. hogy az állatok éppen alszanak-e, vagy pedig ébren vannak).

A mintavétel módszerei

Ha már tudjuk, milyen viselkedéselemeket fogunk rögzíteni, és elterveztük, illetve kiválasztottuk a mintavétel alanyait is, hátra van még egy nagyon fontos részlet: tulajdonképpen mit is fogunk csinálni? Viselkedéskódolás esetén a mintavételi módszer azt jelenti, mennyi időközönként és mit rögzítünk a látottakból. Alapszabályként itt is a vizsgálandó kérdésből kell kiindulnunk – mintavételi módszerünknek alkalmasnak kell lennie a megfelelő adatok begyűjtésére.

A viselkedés egyszerű elemekből álló folyamatnak tekinthető, tehát logikusnak tűnik a feltevés, hogy a kódolási módszerek között a **folyamatos követés** az egyik legcélravezetőbb. Ilyenkor a megfigyelő egy pillanatra sem téveszti szem elől a kiválasztott egyedet (egyedeket) és a történések sorrendjében feljegyez mindent, amit az(ok) éppen csinál(nak). Ehhez értelem szerűen a történések idő-dimenzióját is rögzíteni kell, vagyis hogy az állat egyes magatartáselemei milyen hosszú ideig tartanak. Ez a módszer kevésbé ismert alanyoknál, illetve összetett, sok elemből álló magatartásformáknál (udvarlás, harc, páros interakciók) igen hasznos lehet. Könnyű belátni azonban azt is, hogy a folyamatos követésnek számos hátránya is van. Számos állat együttes megfigyelésére például már nemigen használható. Továbbá, ha csak egy-két speciális viselkedésem előfordulására vagyunk kíváncsiak (pl. vészkiáltás hallatása egy megjelenő ragadozó láttán), nagyon „gazdaságtalan” az állat viselkedésének folyamatos rögzítése. Ilyen esetekben szoktak mintavételt alkalmazni.

A **mintavételes módszernél** a legfontosabb annak az előzetes eldöntése, hogy a mintavétel milyen térbeli és időbeli határok között történjen. **Térbeli meghatározást** jelent, hogy ha a megfigyelt területet (egyenlő) részekre bontjuk, és egyszer az egyik, másszor a másik területen lévő állatok viselkedését rögzítjük (vagy pl. azt, hány állat tartózkodik éppen az adott területen). A mintavétel időbeni ütemezése pedig azt jelenti, hogy pl. minden 20 másodpercben megnézzük az állatokat, és feljegyezzük, melyik épp mit csinál (vagy hány mutatja a keresett viselkedéselemet, stb.). A mintavétel egy speciális esetét jelenti a **viselkedés-alapú kódolás**. Ilyenkor valamely speciális magatartáselem megjelenésére vagyunk kíváncsiak, és függetlenül a térbeli, időbeli elhelyezkedéstől, feljegyezzük, ha éppen valamelyik állat mutatta azt (pl. pázások megfigyelése páviánoknál). Ezt a kódolási módszert akkor

érdeemes alkalmazni, ha a kérdéses viselkedésem nem túl gyakori. Gyakori viselkedéselemknél az időbeli mintavételt célszerű alkalmazni.

Szintén egy, vagy kevés számú, jellegzetes viselkedésem kódolásakor alkalmazzák az ún. **van-nincs módszert**. Ezt többnyire időbeli mintavétellel kötik össze, és azt jegyzik fel, hogy az adott időpontban az adott állat, illetve hány állat mutatta (nem mutatta) a csoportból a kérdéses viselkedést. A már fentebb említett térhasználat-típusú megfigyelések is ezzel a módszerrel történnek – ilyenkor adott időközönként a kérdéses helyszín(ek)en tartózkodó egyedek számát rögzítjük.

ANYAGOK

Helyszín

A gyakorlat helyszíne a Fővárosi Állat- és Növénykert teljes komplexuma, állatházakat is beleértve. Mivel a gyakorlat résztvevői az Állatkert vendégeiként vannak jelen, nyomatékosan kérjük a hallgatókat az Állatkert mindenkorai rendjének, látogatási szabályainak betartására. A gyakorlat során megfigyeléseket végezni kezdéstől az állatkert zárásáig van mód, ez minimálisan 3-4 óra szokott lenni. Ha a gyakorlatra délután kerül sor, figyeljenek arra, hogy az állatházakat többnyire az általános látogatási idő vége előtt fél órával már becsukják.

Alanyok

A hallgatók szabadon választhatnak az Állatkertben élő állatok közül. Ezen felül mód van humánetológiai megfigyelésre is, ami azt jelenti, hogy megfelelő kérdésfeltevéssel a látogatók is képezhetik vizsgálat tárgyát.

Általános útmutatóként érdemes figyelembe venni, hogy hatékony vizsgálatot aktív alanyokon lehet végezni, vagyis az alig vagy egyáltalán nem mozgó állatok esetében nehéz adatokat gyűjteni. Ugyanakkor az is igaz, hogy ha egy kifutóban vagy röpdében nagyon sok igen aktív állat tartózkodik, a megfigyelő számára nehézséget okozhat ezek nyomon követése, vagy akár megkülönböztetése is.

A vizsgálat alanyait legcélszerűbb úgy kiválasztani, hogy az Állatkertben folytatott terepszemle során elsősorban érdekes jelenségekre, ebből adódó vizsgálati kérdésekre koncentrálunk. A gyakorlat természetesen végezhető úgy is, hogy valaki már előzetesen kialakított kérdéssel, ehhez tartozó kiválasztott állatcsoporttal érkezik. Ezzel azonban teljesen egyenértékű, ha a hallgatók a „terepen” döntenek valamely alany kiválasztásáról.

Eszközök

A terepvizsgálathoz adatlapokra, íróeszközre, jegyzetfüzetre, valamint időmérő eszközre van szükség. A mai mobiltelefonok szinte kivétel nélkül rendelkeznek stopperóra funkcióval, ami az időmérést nagyon megkönnyíti. Az adatlapot az interneten elhelyezett gyakorlat leírásnál található templát segítségével a hallgatók előre kinyomtathatják, azonban akinél nincs adatlap, annak a gyakorlatvezető ad a gyakorlat kezdetekor.

AZ ÁLLATKERTI MEGFIGYELÉSEK MENETE

Kitűzött cél

A hallgatók egyéni megfigyelést végeznek, azaz mindenkinek saját adatlapot kell kitöltenie és a kódolást magának kell elvégeznie. Lehetőség van ún. mérőpárokban dolgozni, ez azonban csak technikai segítséget jelenthet, a mérőpár mindkét tagjának ugyanis saját önálló vizsgálatokat kell elkészíteni. Ugyanakkor a mérőpárban így is hathatósan tudják egymást segíteni a hallgatók (míg az egyik figyeli az állatokat és az órát, a másik pl. írhatja a bemondott adatokat). A rendelkezésre álló idő alatt mindenkinek **KETTŐ** külön megfigyelést kell elvégezni, mindegyikről külön adatlap kitöltésével. A gyakorlat teljesítéséhez a hallgatóknak a (1) *terepi jegyzőkönyvet* és az otthon elkészített (2) *szöveges jegyzőkönyvet* kell beadniuk.

A megfigyelés időtartama

Egy adott vizsgálat adatgyűjtéssel töltött idejét az szabja meg, hogy értékelhető/ elemezhető mennyiségű adatot kell begyűjteni. Ez vizsgálati csoportonként legalább 30 adatpontot jelent általában. Attól függően, hogy mekkora időközönként történik a látottak rögzítése, a megfigyelés 15 perctől (félperces adatrögzítési intervallumot feltételezve) fél-egy órán át is tarthat.

Terepi jegyzőkönyv

A helyszínen kitöltött adatlap (lásd melléklet), kiegészítve a megfigyelés helyszínéről készített rajzzal képezi a „terepi jegyzőkönyvet”. A terepi jegyzőkönyvnek minden egyes megfigyelt faj esetében az alábbi nagyon fontos adatokat kell tartalmazni. Ezek nélkül az adatok nélkül a gyakorlat értékelhetetlen.

- Hallgató neve
- Megfigyelés időpontja (év, hónap, nap, óra-intervallum)
- Időjárás
- Megfigyelés alanya(i) (faj neve)
- A csoport (egyedek) általános jellemzése (darabszám, kor-, ivar szerinti megoszlás, esetleges egyéb jellemző adatok)
- Helyszín és egyéb körülmények leírása (alaprajz készítése ajánlatos)
- Vizsgálandó kérdés: minden esetben eldöntendő (IGEN-nel vagy NEM-mel megválaszolható kérdést kell feltenni!)
- Az alanyok kiválasztása, a mintavételi módszer leírása
- A kiválasztott egyed(ek) jellemzése, felismerésének alapjai
- Előzetes megfigyelés tapasztalatai: ez a rész tartalmazza a kiválasztott viselkedéselemek leírását (lehetőleg követve a megismert háromelemű módszert: pozíció, térbeli helyzet, orientáció)

A terepi jegyzőkönyv másik eleme a terepen gyűjtött adatokat tartalmazó táblázat (lásd melléklet). Ez tulajdonképpen egyszerű négyzettrácsos papír, melynek sorai általában a meghatározott időközönként történő adatfelvételt szolgálják, oszlopait pedig annak megfelelően használják a hallgatók, hogy egyedeket, csoportokat, vagy éppen térrészeket különítenek el a megfigyelés során. A táblázat mezőibe értelemszerűen számok (pl. adott időpontban valahol tartózkodó állatok száma), kódok (viselkedéselemek rövidítése), vagy akár „strigulák” is kerülhetnek (adott időtartam alatt előfordult viselkedéselemek számát jelzik).

Szöveges jegyzőkönyv

Ebben a jegyzőkönyvben a hallgató tömör leírást ad a vizsgálat megtervezéséről, amelyben kitér arra, hogy a tudományos kérdést milyen előzetes megfigyelés, avagy előismeret alapján tette fel, milyen alapon, módszer szerint választotta ki az alanyokat és az alkalmazott módszert. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell az elvégzett munka során követett módszertant, a megfigyelt, leírt viselkedéselemeket (ha voltak ilyenek).

A jegyzőkönyv leglényegesebb része az összegyűjtött adatokból kiszámolt eredmény bemutatása. A feltett kérdésre adott válasz az adatok elemzéséből kapott számszerű eredményre hivatkozva történhet csak. Az eredmény grafikus (számítógépes programmal készített) ábrázolása ugyancsak kötelező.

A gyakorlat témaválasztását nagyfokú rugalmasság jellemzi, ezért nehéz előre megmondani, hogy az összegyűjtött adatok elemzésére milyen statisztikai módszer lehet megfelelő a későbbiekben. A hallgatók ezért a vizsgálat elvégzését követően konzultáljanak a gyakorlatvezetővel, aki az adatok ismeretében javasol statisztikai eljárást azok kiértékelésére.

Az eredmények ismertetését követően nem szabad megfeledkezni a jegyzőkönyv záró fejezetéről, ami a diszkusszió. Ebben a részben a hallgató összeveti az eredményeket a kérdéshez tartozó hipotézisekkel. Érdemes kitérni arra, hogy visszatekintve a választott módszer mennyire tűnt megfelelőnek az adott kérdés megválaszolására.

A gyakorlati munka értékelése

A gyakorlatvezető az alábbi fő szempontok szerint értékeli (osztályozza) a hallgató teljesítményét:

- Terepi jegyzőkönyv (eredeti, vagy szkennelt változat) és szöveges jegyzőkönyv megléte (mindkettő elengedhetetlen)
- Terepi jegyzőkönyv kitöltése, adatok megléte a gyűjtőlapon
- Helyszínrajz elkészítése (megfelelően kivehető méretben, részletekkel)
- Vizsgálati kérdés korrektsége (elöntendő kell, hogy legyen!)
- Választott módszer korrektsége, viselkedéselemek leírása
- Elegendő adatot gyűjtött-e a hallgató?
- Megfelelő részletességgel mutatja-e be a jegyzőkönyv a vizsgálat előzményeit, a témaválasztást, a vizsgálat hipotéziseit?
- Korrekt módon történt-e az eredmény kiszámítása, elemzése?
- Van-e és milyen minőségű az eredmény grafikus ábrázolása?
- Milyen alapos és ötletes a diszkusszió? Kitér-e a hallgató a módszer megfelelőségének értékelésére, javasol-e továbblépési lehetőségeket?
- A jegyzőkönyv esztétikai megjelenése

1.1. melléklet: Terepi adatlap

1. melléklet: Terepi adatlapok

Terepi jegyzőkönyv

Megfigyelő neve:

Megfigyelés időpontja:

Időjárás:

Megfigyelt faj:

A megfigyelés alanyainak alapvető jellemzői: *(mennyiség, életkor, ivar, egyéb lényeges tulajdonság):*

A megfigyelés helyszínének leírása *(ajánlatos külön rajzot készíteni)*

Vizsgálati kérdés *(ELDÖNTENDŐ – IGEN vagy NEM?)*

Adatgyűjtés módszere:

A megfigyelés alanyait így lehetett egyedileg elkülöníteni:

Viselkedéselemek leírása *(ha történt viselkedésem-alapú kódolás):*

1.2. melléklet: Minta adatlap az állatkerti adatgyűjtéshez

2. melléklet: Minta adatlap az állatkerti adatgyűjtéshez

Adatgyűjtő lap

Megfigyelő neve: Dátum:

Megfigyelt faj: Időtartam:

egyed	Viselkedés1	Viselkedés2	Viselkedés3	Viselkedés4	Viselkedés5	Viselkedés6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Viselkedéselemek magyarázata:

Megfigyelés alanyainak leírása:

Megjegyzések

IRODALOM

Csányi Vilmos 1994. Etológia, Nemzeti Tankönyvkiadó, Magatartásvizsgáló módszerek pp.78-117.

2. fejezet - Ragadozó-elkerülő viselkedés ontogenezise halivadékoknál

Pongrácz Péter

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megismerkedhetnek a ragadozó elkerülés különböző formáival, majd a ragadozó felismerés tanult és öröklött elemeivel. Megismerkednek olyan etológiai alapfogalmakkal, mint a kulcsinger, kiváltó, vagy az ontogenézis, és körvonalazódik az interaktív tanulási modell lényege is. A gyakorlati feladatok kapcsán a hallgatók élő halivadékokkal dolgoznak. A vizsgálat során a ragadozók felismerését lehetővé tevő alapvető kulcsingerekre adott örökletes viselkedési választ befolyásoló tényezőket teszteljük. Ragadozó makettre különféle konfigurációkban (elhelyezkedés, illetve mennyiség) szemfoltokat festve azt vizsgáljuk, hogy a halivadékok erősebben és eltérő módon reagálnak-e a természeteshez leginkább hasonlító, vízszintesen elhelyezkedő két szemfolttal rendelkező makettre, mint a többi szemfolt változatra.

BEVEZETÉS

Ragadozó-elkerülés

Az állatvilágban nehéz lenne olyan fajt találni, amelynek egyedeit ne fenyegetné időnként a zsákmányul esés veszélye. Még az olyan, hatalmas méretükből adódóan prédaként nem nagyon szereplő fajoknál is, mint pl. az afrikai elefánt, az elefántborjak áldozattá válhatnak néha. Általánosságban azonban szinte minden állat egész életében ki van téve a ragadozók támadásainak. Nem meglepő tehát, hogy a különféle ragadozó-elkerülő és –elhárító magatartásformák sokaságát írták le eddig a legkülönbözőbb fajoknál.

A védekezést alapvetően két típusba sorolhatjuk. Az elsőfajú védekezés azt hivatott szolgálni, hogy a ragadozó ne is vegye észre a potenciális zsákmányt. Gyűjtőnéven e viselkedésformákat, illetve az elsőfajú védekezést szolgáló anatómiai jellegzetességeket **rejtőzködésnek, kripszisnek** hívjuk. Csak néhány példa ezek közül: **átlátszóság, mimikri, színváltoztatás**. A másodfajú védekezési formák célja, hogy ha a ragadozó már felfigyelt a zsákmányra, utóbbi mégiscsak megmenekülhessen előle. A ragadozót elkedvetlenítő, a figyelmét elterelő, vagy a támadót elrettentő, megfutamító viselkedésformák és struktúrák sorolhatók ide. Ilyen pl. az **öncsonkítás, a holtnak tettetés, a visszatámadás és fenyegetés, illetve a csúfolódás** is.

Ragadozó-felismerés

A ragadozótámadás sikeres kivédéséhez nagy előnyt jelent, ha az adott állat képes felismerni a ragadozót annak valamely érzékelhető tulajdonsága alapján. Hallás, kémiai érzékelés, látás, vibráció érzékelése mind előfordul a felismerés különböző esetei között. A magatartás más egységeinek szerveződéséhez hasonlóan a **ragadozó-felismerés is történhet öröklött, illetve szerzett (tanult) ismeretek alapján**. A két fő ismeretforrás között a kapcsolatot a Csányi által (1985, 1986) feltárt **interaktív tanulási modell** érzékelteti. A modell fő mondanivalója az, hogy az állat nem fog mindig automatikus menekülést (elkerülést) mutatni a ragadozó észlelésekor (ahogyan azt az öröklött alapon felismert kulcsingerek alapján várhatnánk). Ezzel szemben a **kulcsingerek (a ragadozó) észlelése** azonnali támadás nélkül kíváncsiságot, **felderítő magatartást vált ki** az állatból. A felderítés eredménye a fokozott ismeretszerzés, amely lehetővé teszi, hogy **az állat különbséget tudjon tenni a ragadozó és a hozzá hasonló, ám veszélytelen állatok, illetve akár egy jóllakott és egy éhes ragadozó között** is. A kulcsingerekhez kapcsolódó kiegészítő ismeretek adaptív szerepe az, hogy az állatnak csak akkor kell menekülni, ha tényleges és azonnali veszély fenyegeti.

Öröklött ragadozó-felismerés

Számos fajnál kimutatták, hogy **bizonyos kulcsingerekre** tanulás nélkül is (tehát kellemetlen elő-tapasztalatok híján) elkerüléssel, **meneküléssel reagálnak**. Skandináviában a fenyőültetvényeket például különféle ragadozóktól származó szaganyagokkal próbálták megvédeni a legelésző szarvasoktól (Sullivan et al., 1985). Érdekes módon nem a helyi ragadozók szaga volt a legriasztóbb a szarvasok számára, hanem az oroszzlánürülék-kivonattal lehetett a legjobb védőhatást elérni. A szarvasok nyilvánvalóan nem találkoztak még oroszzlánnal Svédországban, azonban a ragadozó szagára nagy valószínűséggel **öröklött elkerülést** mutattak mégis.

A **látható kulcsingerek** vizsgálata nagy hangsúlyt kapott az etológiában. A ragadozó-elkerülés terén leginkább a szempár látványa került előtérbe, mint menekülést, óvatosságot kiváltó kulcsinger. Ennek adaptivitása könnyen érthető: a látás alapján vadászó ragadozók szemei általában előre felé néznek, így jó térítést biztosítanak a ragadozó számára. Ha egy állatot közvetlen ragadozó-támadás fenyeget, erre a **két, nagyméretű szem egyidejű látványa** figyelmezteti, hiszen ez azt jelenti, hogy a ragadozó már őt figyeli. Érdekes módon nemcsak úgy nyerhetünk minderre bizonyítékot, hogy a potenciális prédafajok viselkedését vizsgáljuk a szemfoltok láttán (pl. egereknél Topál et al., 1994; paradicsomhalnál Altbäcker és Csányi, 1990). A nagy, előrenéző szemek látványa magát a ragadozót is meglepheti – ezt pedig egyes prédafajok evolúciósan úgy használják ki, hogy elővillantható szemfoltokat viselnek magukon (pl. egyes lepkefajok). A fenyegetett lepkék a szemfoltok hirtelen bemutatásával elbizonytalaníthatják a rátámadó madarat (Schlenoff, 1985), így értékes időt nyerve a meneküléshez.

A szemfoltok látványa a ragadozó felismerés során öröklött kulcsingernek tekinthető. Hatékonyságát az ELTE Etológia Tanszékének munkatársai főként egy trópusi halfaj, a paradicsomhal segítségével vizsgálták. Kiderítették, hogy a paradicsomhal számára nemcsak a szemfoltok megléte, hanem száma (kettő a legjobb, három pl. már kevésbé hatékonyan vált ki elkerülést); illetve elhelyezkedése is fontos (**vízszintes szempár hatékony, függőleges nem**) ahhoz, hogy ragadozó-elkerülést váltson ki (Csányi, 1986). A ragadozó egyéb tulajdonságai (szín, testforma, méret) kevésbé lényegesek a szemfoltok megléte mellett, sőt, utóbbiakra ahhoz is szükség volt, hogy egy ragadozó makett mellett jelentkező kellemetlen élményt (fájdalmas áramütés) a hal hatékonyan társítani tudjon a makettal.

Ontogenezis és ragadozó-felismerés

A kulcsinger által kiváltott ragadozó-elkerülés jelenségét többnyire kifejlett állatokon vizsgálták. Ez egyfelől érthető abból a szempontból, hogy a felnőtt egyedeknél számíthatunk az egyes magatartásformák legjellemzőbb, leginkább kifejlődött megjelenésére. Másfelől viszont pont a fiatal állatok azok, amelyeknél a tanulás még legkevésbé alakíthatott az esetlegesen örökletes alapokon nyugvó viselkedéseken. A ragadozó-felismerés és –elkerülés pedig abból a szempontból is érdekes a fiatal egyedek esetében, hogy a tapasztalatlan korosztályokat fenyegeti általában leginkább a prédától esés veszélye. Üregi nyulakról például kimutatták, hogy az ausztráliai populációban a 350 grammos testtömeg eléréséig a fiatal nyúlgeneráció napi 2-3 %-os veszteséget szenved a ragadozók miatt (Richardson & Wood, 1982). Vitale (1989) terepi kísérletekkel kimutatta, hogy a fiatal üregi nyulak légi, illetve földi ragadozó láttán a felnőttekhez képest kevésbé kifinomult menekülő magatartást mutatnak, és a földalatti menedékből hamarabb előbukkannak, mint a kifejlett egyedek. Úgy tűnik tehát, hogy (legalábbis nyulaknál) a fiatal egyedek nemcsak gyengébb fizikumuknak betudható módon, hanem a ragadozó-felismerő és –elkerülő magatartásuk fejletlenségéből adódóan is könnyebb zsákmányt jelentenek a ragadozóknak.

A halak etológiai szempontból igen alkalmas vizsgálati alanyok a ragadozó-felismerés ontogenezisének vizsgálatához. Az ivadékok kis mérete, igen gyors fejlődése, és számos faj esetében nagyfokú önállósága jó alkalmat kínál arra, hogy különböző életkorokban viszonylag egyszerű körülmények között megfigyelhessük, miként jelennek meg a felnőtt egyedekre jellemző viselkedési formák, illetve melyek azok a jellegzetességek, amelyek csak fiatal korban mutatkoznak. Az egyedfejlődési változások szempontjából különösen fontos halaknál a lárv- és a szabadon úszó ivadékalapot közötti átmenet időszaka, hiszen a fiatal egyedek számára ekkor válik egyre jelentősebbé a ragadozók felől érkező fenyegetés. Paradicsomhal lárvákon sikerült részletesen feltárni, hogy az **ontogenezis (amely genetikai program alapján lezajló egyedfejlődést jelent) és a környezeti hatások (tanulás)** miként játszik közre az egyre kifinomultabb ragadozó-felismerő és –elkerülő magatartás kialakulásában. Ezen vizsgálatok során számos öröklött kulcsingert be tudtunk azonosítani, ugyanakkor addig leírásra nem került tanulási jelenségeket is felfedeztünk.

A paradicsomhal lárvák 10 és 15 napos kor között kezdenek jelentősebb mértékben, önállóan úszkálni a vízterben. Ikrából való kikelést követően néhány napig apjuk gondoskodik róluk, a vízfelszínen épített habfészekbe gyűjti össze az esetlegesen kiúszó lárvákat. Az itt bemutatásra kerülő kísérleteket 15, 20 és 25 napos, már önállóan mozgó

és táplálkozó kishalakkal végeztük. A tesztek kisméretű (20x5x5 cm) hosszúkas medencében történtek, amelynek egyik végébe került a ragadozó makett, a másik végéből indítottuk (egyesével) a tesztalanyokat. A halak viselkedéséből különösen fontos volt a „hátrálás” és az „ugrás” nevű viselkedésem, mindkettő a ragadozó-makett közeléből történő eltávolodást szolgálta. Ezen kívül fontos volt még a makett megközelítésének latenciája is, aminek mérését a makett előtti tér 1 centiméteres sávokra osztásával segítettük elő. Ragadozó makettként különféle 1 centiméter átmérőjű ultracentrifuga csöveket használtunk, melyeket semleges színű homokkal töltöttünk fel, és legömbölyített végükre a kísérletnek megfelelő számú és elhelyezkedésű, fekete szemfoltokat festettünk (lásd 1. ábra). Minden halat csak egyszer teszteltünk le, és egy-egy teszt három percig tartott.

Első vizsgálatunkban (Miklósi et al., 1995) arra voltunk kíváncsiak, hogy a kifejlett paradicsomhalaknál talált, a ragadozó-felismerést leginkább kiváltó vízszintesen elhelyezkedő két szemfolt mely életkorban kezd el ragadozó-elkerülést kiváltani a lárváknál. A 15 és 20 napos lárvákat az egyik kísérletben két, vízszintes szemfolttal ellátott, illetve szemnélküli makettel teszteltük. Kiderült, hogy míg a 20 napos halak a szemes maketre szignifikánsan erősebb ragadozó-elkerülést mutattak, mint a szemnélküli maketre, a 15 napos halaknál a szemeknek nem volt ilyen hatása. Ezzel sikerült igazolni, hogy **a szemek ragadozó-felismerést segítő hatása az ontogenezis során valamikor 15 és 20 napos életkor között jelenik meg a fiatal paradicsomhalaknál.**

A következő kísérletben -immár csak 20 napos halakon azt teszteltük, hogy a szemfoltok számának és konfigurációjának van-e szerepe a ragadozó-felismerésben. A ragadozó makettek egy, két, illetve három szemfoltot festettünk, és volt olyan kétszemes makett is, amelynél a szemek függőlegesen helyezkedtek el. A paradicsomhal lárvák a vízszintesen elhelyezkedő két szemfolttal ellátott makettet szignifikánsan erősebben kerütek el, mint az összes többi változatot. Ezzel beigazolódott, hogy a szemfoltoknak csak abban az elhelyezkedésben és mennyiségben „van értelmük” ragadozó-elkerülés kiváltás szempontjából, ahogyan az a valódi ragadozókon is megfigyelhető.

A következő vizsgálatban (Miklósi et al., 1997a) arra az érdekes jelenségre kerestünk választ, hogy a 20 napos paradicsomhal lárváknál talált erős ragadozó-elkerülő magatartás vajon miért tűnik el 25 napos korra. Korábban úgy találtuk ugyanis, hogy a 25 napos halak már nem tartanak a kétszemes makettől. Ezt nehéz lenne egyedfejlődési okokkal indokolni, hiszen egyrészt a felnőtt halak is elkerülik a kétszemes maketteket, másrészt a 25 napos halak is csakúgy ki vannak téve ragadozó támadásoknak, mint a 20 naposak. Ezért olyan megközelítést használtunk, ahol a 20-25 nap közötti környezeti hatásokat módosítottuk. A halak egy részét a megszokott módon, többtucat-magukkal neveltük 25 napos korukig hat literes medencékben. A halak másik részét egyesével helyeztük el a hatliteres medencékben, 25 napos kor előtt egy, három és hétnapos izolációt alkalmazva csoportonként. A tesztelést 25 napos korban végeztük, és a halak egy részét kétszemes, a másik részét szemnélküli makettel vizsgáltuk. Az eredmények szerint egy napos izoláció még nem, de a három nap egyedülállt hatására már „visszatért” a ragadozó-elkerülő magatartás a 25 napos halaknál – és kizárólag a szemekkel ellátott makett esetében. Ez a kísérlet tehát megmutatta, hogy a kulcsinger (két szem) hatását a tanulás (**habituáció**¹) módosíthatja, amikor a halivadékok nagy egyedsűrűségben élnek a nevelőakváriumban, és nyilvánvalóan szinte folyamatosan ki vannak téve társaik szeméi látványának. A habituációs hatás azonban könnyen elmulasztható, ha a halakat izoláljuk pár napra. A természetben a 20 nap körüli halivadékok már szétszóródnak a víznövények között, így normális esetben a szemekre nem is habituálódhatnak.

ANYAGOK

Alanyok

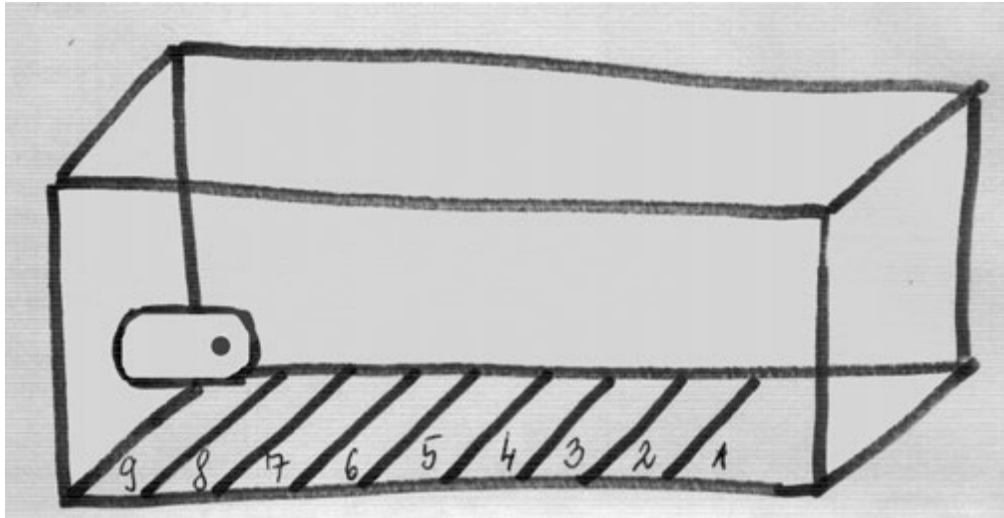
A kísérletekhez 5-10 napos guppi ivadékokat használunk. Egy-egy halat egyszer tesztelünk le. A halakat az Etológia Tanszéken szaporítják és nevelik. A halakat a tesztet megelőző 3 napban egymástól izolálva tartjuk.

Kísérleti berendezés

A bevezetőben említett, 20x5x5 cm dimenziójú, hosszúkas tesztmedencét használjuk. Ennek falai belülről zöldre vannak festve, a fenéklemezre fekete vonalakkal rajzolva tüntetjük fel a térrészeket. A medence egyik vége az indítórekesz, a másik végénél, a falra van felerősítve a makett. A medencét minden újabb alany behelyezése előtt friss, 26 Celsius fokos vízzel kell feltölteni, úgy, hogy a víz 3 cm mély legyen benne. A kísérleti alanyokat apró hálóval merítjük át a tartóakváriumból a tesztmedencébe, majd ugyanezzel a hálóval tesszük vissza a tesztet

¹Lásd 4.. Fejezet

követően helyükre őket. A tesztmedencében történeteket a medence fölé helyezett, 45 fokban megdöntött tükör segítségével figyeljük.



2.1. ábra: Tesztmedence halivadékok számára. A medence 20 cm hosszú, 5 cm magas és 5 cm széles. Bal oldalán a ragadozó makett látható. A halat a makettal ellentétes oldalra, az 1., azaz indító rekeszbe helyezzük. A medence fenekére húzott vonalak jelzik a térrészeket, amelyekkel a hal maketthez viszonyított térrész-használata jellemezhető.

A GYAKORLAT MENETE:

A gyakorlat célja

A gyakorlat során megvizsgáljuk, hogy halivadékok miként reagálnak különféle konfigurációban és számban elhelyezkedő szemfoltokra egy ragadozó makett esetében. A vizsgálat menete a fentiekben ismertetett Miklósi és munkatársai (1995) által készített tanulmány szerint zajlik, annyi változtatással, hogy paradicsomhal helyett guppikkal (*Poecilia reticulata*) dolgozunk. A vizsgálandó kérdés a következő: erősebb ragadozó-elkerülő magatartást vált-e ki a halivadékokból a ragadozó makett, amelyen két, vízszintesen elhelyezkedő szemfolt található, mint a többi szemkonfiguráció? Hipotézisünk szerint a két, vízszintesen elhelyezkedő szemfolt guppi ivadékoknál is a ragadozó felismerés fő kulcsingere, és erősebb hatása van, mint a másként elhelyezkedő, vagy egyéb számú szemfoltoknak.

A kísérlet általános menete

Minden hal tesztelése 3 percig tart. Az időt attól kezdve mérjük, hogy a hal átlépte az 1. és 2. térrészt elválasztó vonalat.

A hal behelyezése előtt a megfelelő ragadozó makettet a helyére illesztjük, és feltöltjük a medencét vízzel. Beállítjuk a medencét a tükör alá, majd minél kíméletesebben használva a hálót, egy alanyt teszünk az indítórekeszbe. Figyelünk arra, hogy a halat ne a levegőből dobjuk a vízbe, hanem a hálót bemerítve a tesztmedencébe, óvatosan hagyjuk kisiklani belőle a kishalat. Ezután a hálót lassú mozdulattal kiemeljük a vízből, és várjuk, hogy az alany elinduljon. Amikor átlépi az első térrész-elválasztó vonalat, indítjuk a 3 perc mérését. Ha a hal 3 percig nem hagyja el az indítórekeszt, kizárjuk a kísérletből, visszahelyezzük a tartómedencébe, és egy új alannyal megismételjük a tesztet.

A hal mozgását és viselkedését mérőpárokban figyelik a diákok. Az egyik diák nézi a halat, és diktálja, mi történik a medencében, míg a másik diák adatlapon rögzíti az adatokat, illetve figyeli az idő múlását. A következő adatokat kell gyűjteni:

- átlépések száma (hányszor úszik át a hal térrészeket elválasztó vonalak fölött)

- 8. térrész elérésének **latenciája** (az az idő másodpercben kifejezve, ami eltelik, míg a hal először átúszik a 7. és 8. térrészt elválasztó vonal fölött. Ha a hal egyszer sem lépett be a 8. térrészbe, akkor a latencia 180 s)
- hátrálások száma (hátráláskor a hal először megáll, majd jellegzetes, kissé görbített testtel lassan hátrafelé mozog)
- ugrások száma (ugrásnak nevezzük azt a viselkedést, amikor a hal hirtelen, akár mozgás közben, akár megállást, vagy hátrálást követően visszafelé, vagyis a fej helyzetéhez képest eltérő irányban, szökken egyet)

Három perc elteltével a teszt véget ér, és a kísérleti alanyt visszahelyezzük a tartóakváriumba. Minden mérőpár egy-egy halat tesztl le mindegyik ragadozó makett típusal.

Kísérleti csoportok

A következő ragadozó maketteket használjuk a kísérletek során (mind 1 cm átmérőjű):

- szem nélküli makett
- két vízszintesen elhelyezett szemfolt
- két függőlegesen elhelyezett szemfolt
- három vízszintesen elhelyezett szemfolt

Az adatok kiértékelése, eredmények bemutatása

A mérőpárok a gyakorlat végeztével összesített adattömböket készítenek, ahol az azonos kísérleti csoportba tartozó alanyok adatai közös oszlopokba kerülnek. (Tehát pl. a szem nélküli makettal tesztelt összes alany átlépésszámai, 8. rekesz latenciája, hátrálás- és ugrásszáma fognak egy-egy adatoszlopot alkotni.) Az adatelemzés során a kísérleti csoportok megfelelő paramétereit fogjuk összehasonlítani. A vizsgált paraméterek eloszlása nagy valószínűséggel normális lesz (ezt ellenőrizni kell Kolmogorov-Smirnov tesztel). Normál eloszlás esetén egyutas variancia-analízist végzünk (ANOVA). Szignifikáns főhatás esetén az egyes kísérleti csoportok közötti eltéréseket Bonferroni *post hoc* tesztel ellenrizzük. Ha valamely paraméter esetében az adatok nem normális eloszlásúak, Kruskal-Wallis tesztel végzünk, ahol a csoportok közötti eltérést szignifikáns főhatás esetén Dunn-féle *post hoc* tesztel vizsgáljuk.

A mérőpárok tagjai önállóan végzik már az adatelemzést és a jegyzőkönyvírás, tehát a közreműködés kizárólag a tesztelésre és az adatgyűjtésre korlátozódik. A jegyzőkönyvben az eredményeket a következő módon kell bemutatni:

- Minden diák táblázatos formában közli a mérőpárral közösen gyűjtött egyedi adatokat az általuk lemerített négy halról. - Minden paraméter esetén külön grafikonon (oszlopdiagram) ábrázoljuk a négy csoport adatait. Ne felejtsük meg arról, hogy ha a statisztikai elemzés szignifikáns különbséget állapított meg valamely csoportok között, ezt az ábrán jelölni kell.²
- A statisztikai próbák eredményét táblázatos formában kell bemutatni.

A jegyzőkönyv

A gyakorlat akkor számít teljesítettnek, ha a hallgatók elkészítik a munkájukat bemutató jegyzőkönyvet. A jegyzőkönyv az eredmények fent részletezett bemutatásán túl tartalmazza a következőket:

- bevezetés – ahol a szerző bemutatja a vizsgálat elméleti háttérét, célkitűzéseit, kérdését és hipotéziseit.
- metodika – ahol a szerző elmagyarázza, hogyan történt a vizsgálat és az adatgyűjtés.
- eredmények – statisztikai számítások és grafikonok, plusz a szerző által gyűjtött saját adatok táblázata.
- diszkusszió – az eredmények mennyiben illeszkednek az irodalmi háttérhez, a vizsgálati kérdésre mi a válasz, beigazolódott-e a hipotézis. Kitekintés, tágabb értelemben vett következtetések.

Értékelési szempontok

A jegyzőkönyv minősítésének fő szempontjai:

- készített-e a hallgató bevezetést, ahol bemutatja a vizsgált jelenség háttérét, majd a kutatás kérdéseit, hipotéziseit?

²Lásd 20. Fejezet

- bemutatja-e a hallgató a vizsgálatok módszertanát?
- elvégezte-e a hallgató a statisztikai elemzéseket?
- készítette-e a hallgató grafikus szemléltetést, ezek megfelelnek-e az elvárt minimális kívánalmaknak?
- történt-e részletes eredmény-értékelés?
- helyesek-e az elvégzett számítások?
- van-e általános diszkussziója a vizsgálatnak, ahol a hallgató levonja a tanulságokat, és beágyazza az eredményeket az eddigi ismeretek gyűjteményébe?
- a jegyzőkönyv formai és esztétikai szempontból, valamint terjedelmét tekintve megfelel-e az elvárható minőségnek?

2.2. Adatlap ragadozóelkerülés vizsgálatához

2.2. Adatlap ragadozóelkerülés vizsgálatához							
ADATLAP							
(ragadozóelkerülés halaknál)							
Dátum:							
Hallgató neve:							
Mérőpár neve:							
	átlépések száma		ugrások száma		hátrálások száma		8. térrész latencia (s)
	strigula/ db		strigula/ db		strigula/ db		
1. kezelés:							
.....							
2. kezelés:							
.....							
3. kezelés:							
.....							
4. kezelés:							
.....							
Megjegyzések:							

IRODALOM

Altbäcker, V. & Csányi, V. 1990. The role of eyespots in predator recognition and antipredatory behaviour of the paradise fish (*Macropodus opercularis*). *Ethology*, 85: 51-57.

Csányi, V. 1985. Ethological analysis of predator avoidance by the paradise fish (*Macropodus opercularis*). I. Recognition and learning of predators. *Behaviour*, 92: 227-240.

Csányi, V. 1986. Ethological analysis of predator avoidance by the paradise fish (*Macropodus opercularis*). II. Key stimuli in avoidance learning. *Anim. Learn. & Behav.*, 14: 101-109.

Miklósi, Á., Berzsenyi, G., Pongrácz, P. & Csányi, V. 1995. The ontogeny of antipredator behaviour in the paradise fish larvae: The recognition of eyespots. *Ethology*, 100: 284-294.

Miklósi, Á., Pongrácz, P. & Csányi, V. 1997. The ontogeny of antipredator behaviour in the paradise fish larvae (*Macropodus opercularis*): The effect of exposure to siblings. *Dev. Psychobiol.* 30: 283-291.

Richardson, B. J. & Wood, D. H. 1982. Experimental ecological studies on a subalpine rabbit population. I. Mortality factors acting on emergent kittens. *Aust. Wildl. Res.*, 9: 443-450.

- Schlenoff, D. H. 1985. The startle response of blue jays to *Catocala* (Lepidoptera: Noctuidae) prey models. *Anim. Behav.* 33: 1057-1067.
- Sullivan, T. P., Nordström, L. O. & Sullivan, D. S. 1985. The use of predator odors as repellents to reduce feeding damage by herbivores. II. Black tailed deer (*Odocoileus hemionus columbianus*). *J. Chem. Ecol.*, 11: 921-935.
- Topál, J. & Csányi, V. 1994. The effect of eye-like schema on shuttling activity of wild house mice (*Mus musculus domesticus*): Context-dependent threatening aspects of the eyespot patterns. *Anim. Learn. & Behav.*, 22: 96-102.
- Vitale, A. F. 1989. Changes in the anti-predator responses of wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.), with age and experience. *Behaviour*, 110: 47–61.

3. fejezet - Keresőkép kialakulásának vizsgálata napos csibéken

Lakatos Gabriella

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megismerkednek egy képi memóriára épülő jelenség, a keresőkép elméleti hátterével, az adott témában végzett kutatások eredményeivel és a jelenség biológiai jelentőségével. A gyakorlati munka során célunk az élő állattal való kísérleti munka szabályainak elsajátítása a gyakorlatban, valamint szabadon mozgó állat viselkedésének megfigyelése és viselkedésének leírása. A gyakorlat további célja specifikusan a keresőkép kialakulás vizsgálata napos csibéken egy előre meghatározott kísérleti protokoll szerint, majd a kapott adatok statisztikai feldolgozása és egy jegyzőkönyv elkészítése.

BEVEZETÉS

Keresőkép

A **keresőkép** hipotézist eredetileg annak a jelenségnek a magyarázatára dolgozták ki, mely szerint a cinegék a különböző tápláléktípusok közül választva egyes közepesen gyakoriakat gyakrabban fogyasztanak, mint az a zsákmány gyakorisága alapján várható lenne. A **jelenség leírása** **Lukas Tinbergentől** származik (1960). A keresőkép hipotézis szerint a kereső állatok egy bizonyos rejtőzködő prédátípust keresve annak vizuális jellegzetességeire fókuszálnak, ezáltal elősegítve annak a háttértől való elválasztását, azaz a préda felismerését (lásd még Bond és Riley, 1991). Ily módon keresőképet formálnak az adott zsákmányra.

Alexandra Pietrewicz és Alan Kamil (1979) kék szajkók (*Cyanocitta cristata*) esetében vizsgálták a keresőkép kialakulását. Kísérletük során a madaraknak, melyeket rejtő színű *Catocala* lepkék felismerésére tanítottak, majd kétféle diasorozatot vetítettek nekik az adott lepkefaj képeivel. Az egyik sorozat csak egyetlen lepkefaj képeit tartalmazta, míg a másik diasorozatban két lepkefaj képeit keverve vetítették a szajkóknak. Ha a szajkók felismerték a zsákmányt a kivetített dián és csipegető viselkedést mutattak, akkor táplálékjutalmat kaptak. A kísérleti eredményeik szerint az egy fajt tartalmazó sorozat esetében a szajkók préda-felismerési képessége nőtt az adott prédával való sorozatos találkozások során. Ezen eredmények közvetlen bizonyítékot szolgáltatnak a keresőkép alkalmazására kék szajkóknál. Ezzel szemben, ha két faj példányait tartalmazó diasorozat vetítése esetében nem tapasztaltak hasonló hatást. Ez utóbbi eredmény feltehetőleg azzal magyarázható, hogy a madarak vagy nem formáltak keresőképet egy adott faj egyedeire, vagy igyekeztek elkerülni, hogy az egyik faj keresőképét alkalmazzák, amikor a másik faj képét látták kivétítve.

Bond and Kamil (1999) szintén a keresőkép alkalmazását tanulmányozták kék szajkók esetében egy **operáns kondicionálási**¹ helyzetben. Eredményeik megerősítették a korábbi vizsgálatok eredményeit, miszerint a prédafelismerés sikeressége növekedett a próbák során, amennyiben a madarak ismételtén ugyanazzal a prédátípussal találkoztak újra és újra. Eredményeik a figyelmi komponens fontosságát hangsúlyozzák a keresőkép alkalmazása során.

Egy további vizsgálat során Plaisted and Mackintosh (1995) galambok (*Columba livia*) bevonásával vizsgálták a rejtőzködő zsákmány észlelését három kísérleten keresztül operáns kondicionálást alkalmazva. A kísérletek során manipulálták a két különböző prédátípus felbukkanási gyakoriságát, melynek eredményeképp további bizonyítékot találtak Tinbergen állításaira, miszerint a gyakrabban előforduló prédátípust a madarak könnyebben felismerik, mint a kisebb gyakoriságban előforduló prédátípust. Eredményeik továbbá megerősítették, hogy a sorozatos találkozás egy bizonyos rejtőzködő prédátípussal növeli a préda felfedezési gyakoriságát, és hogy ez a teljesítménynövekedés nem figyelhető meg abban az esetben, ha a madaraknak két különböző prédátípust mutatnak kevert sorrendben. Mindez összhangban van más fajokon végzett korábbi kísérletek eredményeivel. Minthogy

¹Lásd még 4. fejezet

kísérleteik során a kutatók két egyformán rejtőzködő prédatípust alkalmaztak, további bizonyítékkal szolgáltak a keresőkép hipotézisére.

Fekete rigókkal végzett vizsgálatok (Lawrence, 1985) hasonló eredményeket hoztak, alátámasztva a hipotézist, miszerint a prédafelismerés hatékonyságát segíti, ha a madarak keresőképet formálnak egy adott zsákmánytípusra.

Hasonló jellegű vizsgálatokat végeztek csibékkel is (Dawkins, 1971a) különböző színűre festett rizsszemek alkalmazásával, melyeket különböző színű háttéren prezentáltak a csibék számára. Tapasztalataik szerint bár a csibék kezdetben nem voltak képesek észlelni a háttérrel azonos színűre festett rizsszemeket, a későbbiek során teljesítményükben igen jelentős javulást figyeltek meg a rejtő színű táplálék felismerésében. Valószínűsíthető, hogy ez a teljesítménynövekedés az észlelésben bekövetkező központi változásnak tudható be. Mindemellett a kutatók azt tapasztalták, ha a csibéket feltűnő színű rizsszemekkel etették, az ellentétes (negatív) hatással volt a teljesítményükre a rejtő színű rizsszemek felismerésében. Mindezek az eredmények szintén összhangban vannak Tinbergen hipotézisével, miszerint a madarak zsákmányszerzésük során keresőképet formálhatnak gyakori táplálékuk vizuális jellegzetességeire. További kutatások (Dawkins, 1971b) azt is kimutatták, hogy a csibék képesek gyorsan váltani a feltűnő és rejtő színű táplálék között, és figyelmüket más jellegű táplálékra irányítani attól függően, éppen milyen táplálékot fogyasztanak.

ANYAGOK

Kísérleti állatok és eszközök

A keltetőből a gyakorlatot megelőző napokban elhozunk munkacsoportonként 2 db 1-2 napos csibét, közös dobozba zárva, lehetőleg sötétben tartva. A csibéket egyenként kb. 20x40cm-es dobozban helyezzük el az „Bevésődés” gyakorlatnál leírtakhoz hasonlóan. A dobozok megvilágítását és a szükséges hőt dobozonként 25W-os izzók biztosítják. A táplálás granulált csibetáppal, itatókkal történik. A csibetáp felét előzetesen ételfestékkel megfestjük, és míg a csibék fele természetes színű (világossárga) tápot eszik, a csibék másik felét az előre megfestett táppal etetjük. A csibéket a gyakorlatot megelőzően 7 napon keresztül etetjük az adott színű táplálékkal.

A csibéktől el kell venni a táplálékot minden kísérlet kezdete előtt.

A csoportokat 2, maximum 3 hallgató közös munkájára alapozzuk.

Viselkedés elemzése - adatgyűjtés

Kísérleti protokoll

A csibék fele a kísérletet megelőző hét napon keresztül eredeti színű (sárga) csibetáppal táplálkozott, míg a csibék másik fele zöld ételfestékkel zöld színűre festett táppal táplálkozott.

Az első teszt során azt vizsgáljuk, milyen a csibék táplálék felderítő teljesítménye, ha az adott előre tréningezett táplálékkal a csibék egy azonos (rejtő) színű háttéren találkoznak, és változik-e a teljesítményük az idő előrehaladtával.

A kérdés vizsgálatára a teszt során a csibék számára két különböző háttéren prezentáljuk az adott (előre tréningezett) színű táplálékot, a táplálékkal azonos színű (rejtő színű) papíron, valamint fehér színű (feltűnő) háttéren.

A csibék fele a rejtő színű háttérrel találkozik először, míg a csibék másik felét a feltűnő háttérrel teszteljük először. A két altest között legalább 10 perc szünetet tartunk.

A csibék teljesítményét a csipegető viselkedés gyakoriságának mérésén keresztül teszteljük.

Mindkét altest esetében ötven csipekedést mérünk, és minden táplálékszem felcsipegetése esetén feljegyezzük a csipegetési latenciát (ami a megfigyelés kezdetétől eltelt időt jelenti), valamint az altest teljes hosszát. A tesztet követően kiszámoljuk az első öt, és az utolsó öt csipekedésre jutó időtartamot.

A kódolólap elkészítése, használata és feldolgozása:

A csibék viselkedését a fentieknek megfelelően az 1. mellékletben látható adatlap mintába jegyezzük fel.

Adatelemzés

Az adatgyűjtés végeztével a munkacsoportok összesítik az adataikat, majd az adatok egyesítését követően csoportszinten végezzük el a statisztikai elemzést az alábbi útmutatás szerint. A csibék táplálék felderítő teljesítményének összehasonlítására a háttértől függően rejtő színű, illetve feltűnő táplálék esetében Wilcoxon páros tesztet alkalmazunk. Összehasonlítjuk az első csipegetési latenciákat a két háttér esetében, valamint a tesztek elején és végén az öt csipegetésre jutó időarányokat. Ezen felül mindkét háttér esetében külön-külön is összehasonlítjuk az öt csipegetésre jutó időtartamok hosszát a teszt elején, illetve a teszt végén.

A statisztikai elemzés elvégzéséhez az InStat (Graphpad) elemzőprogramot használjuk.

A GYAKORLAT MENETE

1. A tesztek közös elméleti áttekintése (lásd elméleti bevezetés), a kísérleti eszközök bemutatása, a protokollok elmagyarázása.
2. Adatgyűjtő lapok megismerése, feladatok megosztása.
3. A kísérletek elvégzése. A csibéknek az egyes kísérletek között 20 perc "pihenőidőt" kell biztosítani.
4. A kísérletek eredményeinek közös megvitatása, a kísérleti adatok egyesítése a csoportban, a statisztikai elemzés bemutatása.

Az 1. TESZT: Rejtő színű táplálék felderítése

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

A tesztet megelőzően a csibék hét napon keresztül egy bizonyos színű táplálékot fogyasztottak, jelen teszt célja megvizsgálni, hogy formálnak-e keresőképet erre a bizonyos táplálékra, és képesek-e felderíteni azt rejtő színű háttér alkalmazása esetén is.

Két fő kérdésre keressük a választ.

1. Növekszik-e a csibék táplálék felderítési teljesítménye a teszt előrehaladtával rejtő színű háttér alkalmazása esetén?
2. Nagyobb arányban fedezik-e fel a csibék a táplálékot, ha az az alkalmazott háttéren feltűnő színű, mintha rejtő színű háttéren prezentáljuk?

Az ismertetett irodalmi bevezető alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a keresőkép formálására vonatkozólag?

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

1. Feltételezésünk és a bevezetőben ismertetett előzetes megfigyelések szerint, a teszt előrehaladtával a csibék egyre nagyobb arányban fogják megtalálni a rejtő színű táplálékot, amely feltehetően arra utal, hogy a csibék keresőképet formálnak az adott tápláléktípusra, és annak vizuális jellegzetességeire fókuszálnak.
2. Feltételezésünk szerint, a csibék nagyobb arányban találják meg a táplálékot, ha az az adott háttéren feltűnő, mintha rejtő színű.

A 2. TESZT: Keresőkép formálásának vizsgálata többféle elérhető tápláléktípus jelenlétében

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

Kísérletünkben a következő kérdésre keressük a választ.

1. Nagyobb arányban fogyasztják-e a csibék az előzetesen tréningezett színű táplálékot, ha a két tápláléktípus egymással párhuzamosan előfordul, egyenlő gyakoriságban jelenik meg, és az alkalmazott háttéren egyformán feltűnő?
2. Változik-e az eredetileg tréningezett színű táplálék rejtő színű háttéren történő felfedezési gyakorisága a követően, hogy a két féle tápláléktípust keverve mutattuk be a csibéknek?

Az ismertetett irodalmi bevezető alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a kérdéseket tekintve?

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

1. Feltételezésünk és a bevezetőben ismertetett előzetes megfigyelések szerint, amennyiben a csibék keresőképet alkalmaznak a tréningezett színű táplálékra, akkor azt fogják nagyobb gyakoriságban fogyasztani, de meglehet, hogy két azonos gyakoriságban fellelhető feltűnő tápláléktípus jelenlétében a keresőképet nem alkalmazzák, ez esetben nem lesz különbség a két tápláléktípus fogyasztási gyakoriságában.
2. Feltételezéseink szerint, ha ezt követően a csibéknek újra az eredetileg tréningezett színű táplálékot kínáljuk fel rejtő színű háttéren, a két tápláléktípus előzetes együttes megjelenésének következtében csökkenést fogunk tapasztalni a csibék táplálék felderítő teljesítményében.

Viselkedés elemzése - adatgyűjtés

Kísérleti protokoll

A kísérletet pontosan az első tesztnél leírtak szerint végezzük, azzal a különbséggel, hogy ez esetben minden csibe számára két féle tápláléktípust prezentálunk először, még pedig fehér háttéren (papírlapon), egyenlő gyakoriságban szétszórva azokat. Ezt követően, az előző kísérlethez hasonlóan rejtő színű háttéren prezentáljuk az előzetesen tréningezett színű tápláléktípust.

A teszt további részében az első kísérlethez hasonlóan a csipegetési viselkedést kódoljuk. Mindkét alteszt esetében ötven csipkedést mérünk. Az első alteszt esetében feljegyezzük a csipegető viselkedés gyakoriságát mind a zöld, mind a sárga tápláléktípus esetében (lásd a lenti kódolólapot). Ezen felül ezen altesztek során is mérjük a csipegetési, valamint az alteszt teljes hosszá és a tesztet követően kiszámoljuk az első öt, és az utolsó öt csipkedésre jutó időtartamot.

A kódolólap elkészítése, használata és feldolgozása:

Az első altesztben a csibék viselkedését a fentieknek megfelelően a 2. mellékletben található adatlapba jegyezzük fel. Az adatlapon minden csipegetés mellett egy X-el jelezzük, hogy a csibe a tréningezett vagy a nem tréningezett színű tápláléktípust fogyasztotta.

A második alteszthez az első kísérletben alkalmazott kódlapot használjuk, és ugyanazon szabályok szerint töltjük ki.

Adatelemzés

Az adatgyűjtés végeztével az előzőekhez hasonlóan a munkacsoportok összesítik az adataikat, majd az adatok egyesítését követően csoportszinten végezzük el a statisztikai elemzést. Wilcoxon páros tesztet alkalmazunk a csipegetési gyakoriságok összehasonlítására a tréningezett és a nem tréningezett tápláléktípus esetében.

Szintén Wilcoxon páros tesztet alkalmazva összehasonlítjuk az első csipegetési latenciát is a két tápláléktípus esetében.

Második kérdésünk megválaszolására összehasonlítjuk a csibék első tesztben nyújtott teljesítményét rejtő színű táplálék esetén, illetve a második tesztben nyújtott teljesítményét a két féle tápláléktípus párhuzamos prezentációját követően (Wilcoxon páros teszt alkalmazásával).

A statisztikai elemzés elvégzéséhez az InStat Graphpad elemzőprogramot használjuk.

Jegyzőkönyv elkészítése

Minden hallgató külön, önálló jegyzőkönyvet kell, hogy készítsen!

(A munkacsoport közös adatlapját elég egy példányban benyújtani.)

A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell:

- rövid bevezetést
- kérdést
- hipotéziseket, predikciókat
- rövid módszerleírást
- kapott eredményeket és azok rövid szöveges értékelését.

Általános értékelés – szempontok az eredmények megvitatásához

1. TESZT:

A fenti kérdésekre külön-külön válaszoljon az alábbiak szerint:

1. Adja meg tesztenkénti bontásban, hogy milyen különbségeket tapasztalt az egyes teszteknel a statisztikai elemzés során?
2. Térjen ki arra, hogy ezek az eltérések/azonosságok alátámasztják vagy cáfolják az alaphipotézist.
3. Mit mondanak az eredmények a keresőképek formálásra vonatkozólag?
4. Az irodalmi bevezető alapján vajon milyen más kísérleti elrendezésben lehetett volna a kérdést megvizsgálni?

3.1. melléklet: Adatlap minta a keresőkép kialakulásának vizsgálatához

Megfigyelő:		Dátum:	
Időpont:		megnevezése:	
Egyéb megjegyzések:			
Csipegetések száma	Latencia	Időtartam (Első öt és utolsó öt csipegetés)	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
A teszt időtartama:			

3.2. melléklet Adatlap keresőkép kialakulásának vizsgálatához többféle elérhető tápláléktípus esetén

Megfigyelő:					
Dátum:		Időpont:			
Szakasz megnevezése:					
Csipegetések száma	Tréningezett szín	Nem tréningezett szín	Latencia	Egyéb megjegyzések:	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
Összesen:	db	db	Összidő:		

IRODALOM

- Bond, A.B. & Kamil, A.C. 1999. Searching image in blue jays: Facilitation and interference in sequential priming. *Anim. Learn. Behav.*, 27: 461-471.
- Bond, A.B. & Riley, D.A. 1991. Searching image in the pigeon: A test of three hypothetical mechanisms. *Ethology*, 87: 203-224.
- Dawkins, M. 1971a. Perceptual changes in chicks: Another look at the 'Search Image' concept. *Anim. Behav.*, 19: 566-574.
- Dawkins, M. 1971b. Shifts of 'attention' in chicks during feeding. *Anim. Behav.*, 19: 575-582.
- Lawrence, E.S. 1985. Evidence for search image in blackbirds *Turdus merula* L.: long-term learning. *Anim. Behav.*, 33: 1301-1309.
- Pietrewicz, A.T. & Kamil, A.C. 1979. Search image formation in the blue jay (*Cyanocitta cristata*). *Science*, 204: 1332-1333.
- Plaisted, K.C. & Mackintosh, N.J. 1995. Visual search for cryptic stimuli in pigeons: implications for the search image and search rate hypotheses. *Anim. Behav.*, 50: 1219-1232.
- Tinbergen, L. 1960. The natural control of insects in pinewoods. I. Factors influencing the intensity of predation by song birds. *Arch. Neerland. Zool.*, 13: 265-343.

4. fejezet - Operáns kondicionálás a gyakorlatban

Gácsi Márta

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat célja, hogy a hallgatók bepillantást nyerhessenek a viselkedéssel foglalkozó vizsgálatok egyik klasszikus és ma is széles körben alkalmazott módszerének alkalmazásába, és saját maguk is kipróbálhassák a klikker módszer működését. Az elméleti alapozás során megismerkednek a tanulás etológiai értelmezésével az alapvető tanulási formák elméletével, valamint konkrétan egy gyakorlati alkalmazási lehetőséggel. Szemben a videó-felvételekről való kódolással, itt a kutyák „élőben” vannak jelen és viselkednek a gyakorlat során. Emellett a hallgatóknak lehetőségük adódik arra, hogy egyszerűbb feladatok esetében ők maguk végezzék a kondicionálást. Először gyakorlásképpen egymáson próbálhatják ki az operáns kondicionálás főbb lépéseit, hogy személyesen is megtapasztalják a módszer lényegét a kísérleti alany szemszögéből. Ezután egy egyszerűbb feladatnál ők kondicionálják a kutyát, majd egy bonyolult formázásos tréning esetében a kutya viselkedésének kódolását végzik.

BEVEZETÉS

Elméleti áttekintés

Az állatok tanulási képességének vizsgálata mindig is egyike volt a magatartáskutatók érdeklődésére leginkább számot tartó jelenségeknek.

A laboratóriumi körülmények között végzett, ellenőrzött és pontosan reprodukálható kísérletek fontosságát hangsúlyozó behavioristák elsősorban az általános tanulási mechanizmusok felderítésére koncentráltak, amelyekkel végső soron az emberi viselkedéssel és tanúlással kapcsolatos kérdésekre keresték a válaszokat.

Az etológiai megközelítés szerint igen lényeges, hogy más magatartásformákhoz hasonlóan, minden tanulási képesség az adott faj genetikai tulajdonsága. Ebből következően szelektív, szorosan kapcsolódik öröklött viselkedésformákhoz, tehát nem tanítható bármilyen önkényes összefüggés egy még oly fejlett tanulási képességgel rendelkező élőlénynek sem.

Attól függően, hogy milyen szempontból vizsgáljuk, a tanulásra sokféle definíció adható, ám a legáltalánosabban egy olyan biológiai folyamatként határozható meg, amely során az élőlény viselkedése valamely környezeti hatás, tapasztalat következtében hosszabb távon megváltozik. A genetikai információkat az egyed idegrendszerében végbemenő neurális tanulás pontosítja, segítve az átmeneti vagy kevésbé kiszámítható jelenségekhez való gyors alkalmazkodást. A veleszületett viselkedésbeli tulajdonságok (genetikai memória) és a környezeti hatások eredményeképp a tanulás során kiépülő viselkedési válaszok (idegrendszeri memória) mindig szoros kölcsönhatásban vannak egymással.

Általános tanulási formák

Az egyik legáltalánosabb, a viszonylag egyszerűbb idegrendszerrel rendelkező fajokra is jellemző tanulási forma a **habituáció** (megszokás) és a **szenzitizáció** (érzékenyítés) folyamata. Ez a két tanulási forma ismételt ingerlés esetén jelenik meg, és egymással ellentétes hatást fejt ki a válaszkésziségre. Ha egy adott egyed környezetében ugyanaz a gyenge, semleges inger jelenik meg, habituáció történik, azaz az állat hozzászokik az ingerhez, és az egyre kevésbé vált ki reakciót belőle. Erős, ingerekkel való ismételt találkozás esetén viszont, szenzitizáció történhet, azaz a tapasztalatai szerint fontos következményekkel járó ingerre egyre érzékenyebben reagál az állat. Természetesen ugyanaz az inger lehet semleges az egyik faj esetében, és igen fontos egy másiknál.

A fészekhagyó madarak (és egyes emlősfajok) egyedfejlődése során megfigyelhető, többnyire a fajtársfelismerésben szerepet játszó tanulási folyamatokra jellemző, hogy egy időben viszonylag jól körülhatárolható, korai időszakban,

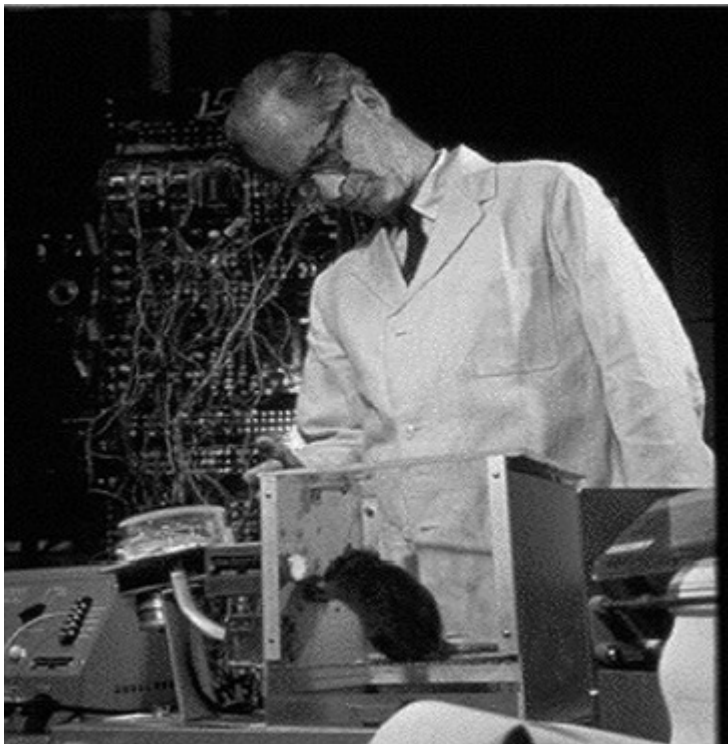
gyors és nehezen visszafordítható módon mennek végbe. Ilyen speciális típusú korai tanulással „vésődnek be” például a szülő jellegzetességei az utód idegrendszerébe. A filiális **imprinting** jelenségének modern értelmezése (pl. Bateson 1981) azonban már nem fogalmaz ilyen sarkosan, és „kritikus” helyett „érzékeny” időszakról beszél, amely tágabb időhatárok között mozgó tanulásra, és kevésbé egyértelműen „visszafordíthatatlan” hatásokra utal.

Bár a korabeli neurofiziológusok kísérletei a tanulási folyamatok számos lényegi vonatkozását fedték fel, az állati magatartást eleinte csupán egyszerű veleszületett válaszreakciókra, illetve tanulás hatására ezekből létrejövő feltételes válaszreakciókra vezették vissza. Számtalan fajon vizsgálták laborkísérletekben a társításos (asszociációs) tanulás különböző formáit, melyekben az állatoknak két időben egymáshoz közel bekövetkező esemény közötti kapcsolatot kellett felismerni.

Pavlov (1927) kutyákon végzett kísérletsorozata világszerte ismertté vált; bebizonyította, hogy az állatokat érő két esemény (a klasszikus kísérletben csengőhang megszólalása és táplálék megjelenése) közötti kapcsolat felismerése viselkedési szinten is kimutatható változáshoz vezetett. Az eredetileg csak a feltétlen inger megjelenésekor mutatott válaszreakció (a példában a kutya nyálzása) a kondicionálás következtében a feltételes inger (csengő) hatására is kiváltódott – azaz az eredetileg közömbös inger és a kondicionált válasz az utólagos megerősítés (táplálék) hatására társult. Ezt a tanulási formát nevezik **klasszikus vagy Pavlov-féle kondicionálásnak**. A klasszikus kondicionálás természetesen nem csupán emberi beavatkozás hatására, vagy laborkörülmények között működik, hanem az állatok természetes élőhelyén is jellemző és szokványos tanulási forma, amely bekövetkezik, ha két külső inger, egy válaszkiváltó és egy semleges közötti az egyed felismeri a kapcsolatot és ez megmutatkozik a viselkedésében.

A társítással való tanulás másik típusa az **operáns kondicionálás**, amelynek során nem két külső esemény közötti kapcsolatot kell az alanyunk felismernie, hanem egy saját, „spontán” reakciója és az azt követő motiváló inger (következmény) közötti kapcsolatot.

A korai kísérleti pszichológia legismertebb képviselője, L. Thorndike (1874-1949) vezette be az összehasonlító vizsgálatok klasszikus kísérleti eszközét, egy úgynevezett „problémadobozt”. A doboz tulajdonképpen egy ketrec volt, és a benne elhelyezett állatnak a „próba-szerencse” tanulás módszerével kellett megtalálnia a szabadulás útját, azaz egy viszonylag egyszerű, belülről nyitható zár manipulálásával juthatott a ketrecen kívül elhelyezett ennivalóhoz. Thorndike effektus törvénye szerint minden viselkedésnek van következménye, és a viselkedés fontos jellemzője, hogy a következménye visszahat rá.



4.1. kép Egy Skinner-box működés közben

Az operáns kondicionálás kulcsfogalma épp ez a visszacsatolás, azaz a következmények hatására megváltozik a valószínűsége annak, hogy az adott viselkedésforma előfordul, így egy adott viselkedési válasz gyakorisága a tanulás hatására megnő vagy lecsökken.

Az operáns kondicionálás elméletének részletes kidolgozója, Skinner (1938) által alkalmazott hasonló alapelvek szerint működő kísérleti dobozban az alany egy pedál megnyomásával jut táplálékhoz, tehát ismét csak egy saját akció és a jutalom közötti kapcsolatot kell felfedeznie. A sikeres saját akció ez esetben is próba-szerencse tanulás következménye.

Amennyiben egy bonyolultabb vagy az adott helyzetben valószínűtlenebb viselkedést szeretnénk kondicionálni (például delfineknek dupla szaltót), nem hagyatkozhatunk a próba-szerencse tanulásra, mivel minimális az esélye annak, hogy az egyed az adott mozgulatsort vagy akciót magától végrehajtsa, hiszen nem tudhatja, hogy majd megjutalmazzuk érte. Formálásnak nevezzük, ha a kondicionálás során a viselkedés folyamatos és fokozatos alakításával érjük el a kívánt végső akciót. A tréning lényege ilyenkor hogy fokozatosan szigorodó követelményeket támasztunk, és mindig csak akkor jutalmazunk, ha az alany a végcélként megjelölt mozgulathoz, akcióhoz kicsit jobban közelítő viselkedésformát mutat, mint addig (például kezdetben már akkor is jutalmazunk, ha a delfin kiugrik a vízből, stb).

Operáns kondicionálás mint tréning módszer: a klikkertréning

A klikkertréning módszertana eredetileg az emberi tanulás jobb megismerése érdekében állatokon végzett magatartáskutatásból származik, de hamar elterjedt a különböző célokra tréningezett állatok tanítási módszereként is. Ez a technika egy olyan társításos tanuláson alapuló új módszer a kutyakiképzésben, amelynek legnagyobb előnye, hogy kizárólag a pozitív megerősítés alkalmazásán alapul.

A **klikkertréning** két asszociációs tanulási formára épít: a pavlovi típusú kondicionálásra és a saját viselkedés fokozatos formálásán alapuló, komplex operáns kondicionálásra. A tréning során először klasszikus kondicionálással kialakítják a hangjel és a jutalomfalat közti társítást, majd az állat természetes viselkedése során spontán megjelenő viselkedéselemek közül a kívánatosakat már a hangjellel erősítik meg, amelyet természetesen követ a jutalom is. Így a tréner által kívánt magatartás egység előfordulási valószínűsége, illetve gyakorisága megnő. A „másodlagos megerősítőként” funkcionáló hangjelet azért iktatják be a kívánt akció és a megerősítő inger (jutalomfalat) közé, mert a rövid, jellegzetes hanggal pontosabban lehet jelezni a megfelelő viselkedésem megjelenését, és akár nagyobb távolságból is jól alkalmazható. Ezzel az egyszerű módszerrel, a viselkedés fokozatos formálásával látványos produkciókra, összetett viselkedésekre és hosszabb viselkedési szekvenciákra is megtanítható az állat.

VIDEÓ – archív Skinner előadás: galambot ön maga körüli megfordulásra tanítani

Az eredetileg a viselkedéskutatás segítésére kifejlesztett módszer hamar elterjedt a különböző célokra tréningezett állatok tanítási módszereként is. Az ezeken az elveken alapuló, elsőként delfinek idomítására kifejlesztett technikát a 80-as években az egyre inkább pozitív megerősítéssel operáló módszereket kereső kutyakiképzők is átvették. A delfinekénél alkalmazott sípot kutyák esetében egy éles kattanó hangot adó fémlapos szerkezetre, „klikkerre” cserélték (Pryor, 1999).

Azóta a klikkertréning „visszaszivárgott” a tudományos vizsgálatok módszertanába, bebizonyosodott például, hogy segítségével sikeresen tesztelhetők a kutyák szociális tanulásának egyes jellemzői (McKynley, 2004). Az utóbbi évtizedben egyre szélesebb körben alkalmazzák más domesztikált fajok viselkedésének kutatására (Ferguson & Rosales-Ruiz, 2001; McCall & Burgin, 2002; Williams et al. 2004), és fogságban élő vadállatok kezelhetőségének és tanulmányozásának megkönnyítésére is sikeresen használják (Zulch H.E. & Harman G., 2004). Állatjóléti szempontból is fontosak ezek az eredmények, mert a gyakorlati alkalmazásuk segít állatkerti állatok szállításakor az invazív eljárások elkerülésére (pl. klikkerrel veszik rá a nagymacskákat, hogy átmenjenek a ketrecből a szállítóládába), vagy laborban tartott főemlősök rávehetők arra, hogy együttműködjenek az állatorvossal egy ketrecen keresztül lefolytatott vizsgálat békés lefolytatásában.

Végül hangsúlyoznánk, hogy a kísérleti pszichológiai megközelítés alapján levont következtetéseket néha gyengíti az **ökológiai vonatkozások** (pl. a fajra jellemző természetes környezet), valamint az egyed saját **korábbi tapasztalatainak** elhanyagolása, a **szociális tanulási** formák, illetve a komplex szocio-kognitív képességek

figyelmén kívül hagyása. Így szem előtt kell tartani, hogy a gyakorlati életben való alkalmazhatóságuk nem feltétlenül automatikus.

ANYAGOK

A gyakorlatot olyan oktató vezeti, aki tapasztalt bonyolultabb akciók klikkerrel való formálásában. A leírás 20-30 hallgatóból álló csoportokra érvényes.

Kísérleti állatok és eszközök

A gyakorlat során két képzett családi kutya viselkedését kell megfigyelni különböző tanulási helyzetekben. Olyan kutyákra van szükség, amelyeknek elegendő tapasztalatuk van a klikkerrel való formálásban és a sok idegen ember között való feladat-végrehajtásban (pl. terápiás kutyák).

Szükség van két klikkerre, feleannyi stopperre, mint a hallgatók száma és a kutyák méretével arányos jutalomfalatokra.

Az adatfelvétel kézzel, papíron történik majd az adatokat számítógépen az Excel és az Instat programok segítségével elemezzük.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat – a rövid elméleti bevezető után – három önálló részfeladatból áll. Az első csupán azt szolgálja, hogy a hallgatók megszerezzék a minimális rutint a módszer használatához.

A második – kutyán végzett kondicionálás – feladatnál külön-külön meghatározzuk a hipotéziseket, a mérések és adatfeldolgozás módját, majd közösen kiértékeljük az eredményeket.

A gyakorlati munka során végig két, kb. egyforma létszámú csoportban folyik a munka.

A módszer alkalmazásának gyakorlása a társakon – a viselkedés formálása

Egy hallgató kimegy a teremből, ezalatt a többiek kitalálnak egy közepesen bonyolult és nem magától értetődő viselkedésszekvenciát, amit majd végre kell hajtania (pl. tegye a szivacsot a szemetesbe).

Két másik hallgató (egyszerre) megpróbálja klikkerrel vezérelni az alany viselkedését, tehát a megfelelőnek ítélt viselkedéselemnél klikkelve fokozatosan formálni a hallgató magatartását a célként meghatározott viselkedés felé. A többiek interaktívan részt vehetnek a klikkelők értékelésében, anélkül, hogy a feladatot szóban elárulnák a hallgatónak. Azért klikkelnek ketten, mert így kevésbé valószínű, hogy egyetlen rutintalan próbálkozó tartósan tévútra vezeti a tanuló szerepét játszó hallgatót.

A feladat célja az, hogy minél gyorsabban elsajátítsák a technikát, illetve megértsék a formálás lényegét, erre szolgál a párhuzamos klikkelés, és annak folyamatos értékelése is.

A jutalom ebben az esetben csak „virtuális”, viszont a hallgatónak minden katt után meg kell érintenie a klikkelő vállát, hogy – a valódi gyakorlatban a kutyához hasonlóan – ne tudja a már elért pozícióból folytatni a próbálkozásokat, hanem a jutalmazás után mindig újra kelljen kezdenie a viselkedésszekvenciát.

A feladat új önként jelentkezők bevonásával többször ismételhető. (kb. 20 perc)

Operáns kondicionálás kutyán

A gyakorlatot a hallgatók két csoportban, két külön szobában csoportonként egy-egy kutyával végzik.

Módszer

A feladat ismertetése után közösen meghatározzuk az alkalmazandó módszert.

Az alábbi kérdések közös megvitatása:

- Milyen előnyei és hátrányai vannak a szóba jöhető mérési módszereknek?
- Milyen változók mérésére ad lehetőséget a módszer?

Szükséges a mérési módszer rövid gyakorlása, a mérőpárok szerepének elsajátítása.

A jutalomként alkalmazott táplálék motivációs értékéről előzőleg meggyőződünk, például oly módon, hogy a kutyától egy méterre leteszünk egy falatot, majd szabadon engedjük a kutyát. Ha azonnal a táplálékhoz megy és elfogyasztja, megkezdjük a tesztet.

A teszt – Egyetlen akció

Klikkertréning segítségével szemkontaktus felvételére ösztönözni a vizsgálatban résztvevő kutyát.

Az egyik hallgató egyik kezében úgy tartja a klikkert a háta mögött, hogy azt a kutya ne lássa. Az apró jutalomfalatokat tartalmazó tányér tőle távolabb (kb. 2m) van az asztalon, mellette egy másik hallgató áll. A teszt alatt az állat szabadon mozoghat, és amint a hallgató szemébe néz, az klikkel, majd a kísérletvezető odalép a tálhoz és a földre dob egy jutalomfalatot. A teszt során tehát minden szemkontaktust klikkelés, majd jutalom követ. Az adott hallgató (és a többi hallgató is) folyamatosan követi szemével a kutya mozgását, felé fordul. Amennyiben a kutya hosszabb időre eltávolodik, és nem orientál a hallgató felé, akkor a kísérletvezető némi mozgással, vagy esetleg a tányér megérintésével próbálja növelni az állat motivációját. (A jutalomfalat eldobásakor a szemkontaktus mindig megszakad.)

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

Az ismertetett irodalmi bevezető alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a kondicionálás eredményességére nézve?

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

Példák (melyik tesztelésére van mód?):

- A klikkerrel és jutalomfalattal történő pozitív megerősítés hatására a kívánt magatartásegység (szemkontaktus felvétel) előfordulási valószínűsége, illetve gyakorisága megnő a teszt során.
- Nem történik változás a szemkontaktus gyakoriságában a teszt során.
- Van-e különbség a klikkeres, illetve klikker nélküli jutalmazással történő tanítás eredményességében?

Viselkedés elemzése - adatgyűjtés

A résztvevők közül azok, akik nem vesznek részt a tréningben, mérik a szemkontaktus felvételének latenciáját. (A klikkelő és etető hallgató a többiek adatait használja majd.)

Az adatgyűjtés mérőpárokból történik, stopper és a mellékelt adatlap felhasználásával.

A páros egyik tagja méri stopperrel az időt, és bemondja párjának a klikkelésekkor, aki felírja az adatlapra. A stoppert minden jutalmazáskor újra kell indítani, így az adatlapon egymás alá kerülnek a latenciaértékek.

Adatelemzés

A számolás önállóan történik. (A tesztben résztvevők megkapják a hiányzó adatsort.)

- az A teszt első és második felében megfigyelt latenciaértékek átlagának kiszámítása
- a saját átlagok hozzáírása az előző tesztekben megfigyelt kutyák eredményeihez
- (az előző eredmények egy excel file-ban a tantermi gépeken megtalálhatók.)
- InStat statisztika program használata a statisztikához:
- normalitásvizsgálat, csoportátlagok kiszámítása, páros t próba
- A kísérletvezető aktív segítséget nyújt a statisztikai számítások elvégzésében.
- átlag, szórás, próbastatisztika értéke, szabadságfok, szignifikanciaszint feljegyzése

Eredmények megbeszélése közösen.

B teszt - Formálás

Rutinos klikkerező (kísérletvezető) végzi a tréninget. A kutyát egy új, közepesen nehéz feladatra próbálja megtanítani

A feladat mindig más: tolatás, forgás, tárgy leverése és irányba lökdösése, ketrecajtó kinyitása és bentről pohár kihozása, zokni lehúzása a székről....

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

Az ismertett irodalmi bevezető alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a kondicionálás eredményességére nézve?

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

Példák (melyik tesztelésére van mód?):

- A klikkerrel és jutalomfalattal történő pozitív megerősítés hatására az olyan magatartás egységek előfordulási valószínűsége, illetve gyakorisága megnő a teszt során, amelyek közelebb állnak a megcélzott akcióhoz □ a teszt során csökken a klikkek között eltelt idő.
- Nem történik változás a klikkelések gyakoriságában a teszt során.

Viselkedés elemzése - adatgyűjtés

Az adatgyűjtés a két csoportban mérőpárokból történik, stopper és a mellékelt adatlap felhasználásával.

A páros egyik tagja méri stopperrel az időt, és bemondja párjának a klikkelésekkor, aki felírja az adatlapra. A stoppert minden jutalmazáskor újra ki kell indítani, így az adatlapon egymás alá kerülnek a latenciaértékek.

Adatelemzés

A számolás önállóan történik. (A tesztben résztvevők megkapják a hiányzó adatsort.)

- a B teszt első és második felében megfigyelt latenciaértékek átlagának kiszámítása
- a saját átlagok hozzáírása az előző tesztekben megfigyelt kutyák eredményeihez
- (az előző eredmények egy excel file-ban a tantermi gépeken megtalálhatók.)
- InStat statisztika program használata a statisztikához:
- normalitásvizsgálat, csoportátlagok kiszámítása, páros t próba,
- átlag, szórás, próbastatisztika értéke, szabadságfok, szignifikanciaszint feljegyzése

Eredmények megbeszélése közösen.

Jegyzőkönyv elkészítése

A jegyzőkönyvet a kitöltött adatlap hátuljára kell írni. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a:

- kérdést,
- hipotéziseket, predikciókat,
- rövid módszerleírást,
- kapott eredményeket és azok rövid szöveges értékelését.

Minden hallgató külön, önálló jegyzőkönyvet kell, hogy készítsen!

(Az adatok elég, ha csak a pár egyik tagjának adatlapján szerepelnek.)

4.3. melléklet JEGYZŐKÖNYV A – szemkontaktus vizsgálathoz

Név: Csoport: Dátum:

Kérdés:
.....

Hipotézisek, predikciók:

1.
.....

2.
.....

Módszer:
.....
.....
.....

Eredmény

1. szakasz átlag: szórás: 2. szakasz átlag: szórás:

Stat. próba:
.....

4.4. melléklet JEGYZŐKÖNYV B – komplex feladathoz

Kérdés:

.....

Hipotézisek, predikciók:

1.

.....

2.

.....

Módszer:

.....

.....

.....

Eredmény

1. szakasz átlag: szórás: 2. szakasz átlag: szórás:

Stat. próba:

.....

Értékelés:

.....

.....

IRODALOM

Csányi Vilmos 1994. Etológia, Nemzeti Tankönyvkiadó, pp. 9-14., 325-327.

Ferguson D.L. & Rosales-Ruiz J. 2001. Loading the problem loader: the effects of target training and shaping on trailer-loading behaviour of horses. *J. Behav. Anal.* 34: 409-423.

Gacsi, M., Gyori, B., Miklosi, A., Viranyi, Zs., Kubinyi, E., Topal, J. and Csanyi, V. 2005. Species-Specific Differences and Similarities in the Behavior of Hand-Raised Dog and Wolf Pups in Social Situations with Humans. *Devel. Psychobiol.* 47: 111-122.

McCall C.A. & Burgin E. 2002. Equine utilization of secondary reinforcement during responses extinction and acquisition. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 78: 253-262.

McKinley, S. & Young, R.J. 2003. The efficacy of a model-rival method when compared with operant conditioning for training domestic dogs to perform a retrieval-selection task, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81: 4, 357-365

Pryor K. 1999. Clicker training for dogs. Sunshine Books, Inc. Waltham, MA.

Skinner, B. 1938. The behaviour of organisms. Appleton Century Crofts, New York.

Thorndike, E. L. 1911. Animal intelligence, New York: Macmillan

Zulch H.E. & Harman G. 2004. The use of positive reinforcement training to facilitate husbandry practices and veterinary procedures at De Wildt Cheetah and Wildlife Centre, a pilot study. International Society for Anthrozoology (ISAZ) 13th Annual Conference, Glasgow

Williams J.L., Friend T.H., Nevill C.H. & Archer G. 2004. The efficacy of a secondary reinforcer (clicker) during acquisition and extinction of an operant task in horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 88: 331-341.

5. fejezet - A bevéőódés hatása naposcsibe viselkedésére

Lakatos Gabriella

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megismerkedhetnek egy speciális tanulási folyamat, a bevéőódés elméleti háttérével, ezen belül is a szülői bevéőódés fogalmkörével, az érzékeny periódus fogalmával. A gyakorlati munka során célul tűztük ki az élő állattal való kísérletezés szabályainak elsajátítását a gyakorlatban, valamint szabadon mozgó állat viselkedésének megfigyelését és viselkedésének leírását, azaz az etogram felvételét és használatát. A gyakorlat további célja egy előre meghatározott kísérleti protokoll beállítása és végrehajtása, majd a kapott adatok rendszerezése, illetve statisztikai feldolgozása

BEVEZETÉS

Elméleti áttekintés

Bevéőódés (*imprinting*) alatt általában azt a jelenséget értjük, melynek során a fiatal egyedben egy rövid, **érzékeny időszak** alatt (**szenzitív periódus**) gyors tanulás zajlik le a környezet valamely részletére vonatkozóan. E tanulás következményeképpen létrejött viselkedésbeli változás általában preferencia vizsgálatával tesztelhető, ami azt jelenti, hogy a tapasztalt egyed a korábban megismert ingert vagy tárgyat fogja előnyben részesíteni más, számára idegen ingerekkel vagy tárgyakkal szemben.

A jelenség tudományos igényességű tanulmányozása Konrad Lorenz (1935) nevéhez fűződik, aki elsősorban fészekhagyó madarak vonatkozásában vizsgálta a bevéőódést. Lorenz arra figyelt fel (ami egyébként már előtte is ismert jelenség volt, csak senki nem tanúsított iránta különösebb érdeklődést, lásd Spalding 1873), hogy e madarak fiókái azt a mozgó tárgyat vagy élőlényt követik, amelyet kikelésük után először meglátnak. Így például az általa keltetett nyári lúd fiókák Lorenzt követték a közelben lévő lúdanyák helyett. Megfigyelései és kísérletei nyomán Lorenz megfigyelte, hogy **(1) a bevéőódés az egyedfejlődés egy korai érzékeny időszakához kötött, és bizonyos kor elteltével már nem alakítható ki, illetve, hogy (2) a már egyszer kialakult preferencia később nem módosítható, azaz a folyamat irreverzibilis.** Elméleti szempontból ez a két feltétel azért érdekes, mert ezek alapján állította Lorenz, hogy a bevéőódás a tanulási folyamatok egy különleges, fajspecifikus formáját testesíti meg, és ezzel szembekerült az akkori hivatalos állásponttal, amely a tanulási folyamatok egyetemességében hitt (általános tanuláselmélet) (lásd Csányi, 2003).

Manapság a bevéőódés fogalmát széles körben használják, elsősorban gyors, hatékony és nehezen visszafordítható hatások jellemzésére (pl. lásd „genomic imprinting”). Az etológiában a bevéőódés koncepciója azonban továbbra is szorosan kötődik az utód, illetve a szülő kapcsolatához, amelynek a lényege, hogy a fejlődő utód számára gyors tanulási lehetőséget teremti. Funkcionális megfontolások alapján az ún. **szülői bevéőódés (filiális imprinting)** azzal magyarázható, hogy a fészekhagyó fajok esetében (pl. tyúkfélék, patások stb.) az utód számára előnyös, ha korán megtanulja a felismerni a szülőt. A szülő közelsége nemcsak biztonságot nyújt (ragadozók, hideg), hanem sok esetben táplálékforrást is jelent (szoptatás) vagy segítséget a táplálék felkutatásához (pl. tyúkok kiáltással és ráutaló viselkedéssel hívják fel ehető táplálékra csibéik figyelmét). Az utóbbi évek kutatásai nyomán kiderült, hogy az imprinting lényegében kétirányú folyamat, azaz nemcsak az ivadék tanul a szülőről, hanem a szülő is megtanulja felismerni az ivadékát. Ez utóbbi jelentősége is érthető, hiszen így a szülő is elkerülheti, hogy idegen ivadék nevelésére fordítson energiát.

De az imprinting révén az utód nemcsak a szülő kilétét tanulja meg, hanem saját fájának jellegzetességeit is, amelyet a párvalasztáskor hasznosít majd. Ezt nevezzük **szexuális imprintingnek**. (Csányi, 2003). E folyamat következménye, hogy mostohaszülőkkel felnevelt egyedek sokszor a mostohaszülők fájához tartozó egyedekhez vonzódnak párkapcsolataik során.

A bevésődés csibék és kacsák esetében

A csibék és kacsák már röviddel kikelésük után elhagyják a fészket, és megközelítenek és követnek mindenféle mozgó tárgyat. Természetes körülmények között ezek legvalószínűbben a testvérek vagy a szülő. Laboratóriumi vizsgálatokban kiderült, hogy fajtársak távollétében számos különféle tulajdonsággal rendelkező tárgy képes kiváltani a követő viselkedést. A tárgyak közelében a csibék halk csipogást hallatnak (**kontaktuskereső hang**). Amennyiben ezt a megismert tárgyat eltávolítjuk a közeléből, akkor a csibe nyugtalan lesz és éles **stresszkiáltást** ad (Bateson, 1966, Bolhuis, 1991).

Kezdetben a csibék mindenféle mozgó tárgyat megközelítenek, de tapasztalataik nyomán egyre több időt töltenek a már korábban megismert tárgyak mellett. Ha választhatnak, akkor is a már ismert tárgyakat részesítik előnyben. A tanulási folyamat során tehát a csibe preferenciája egyre szűkül, és végül csak egy adott tárgy vagy esetleg bizonyos tulajdonság-egyháttal jellemzett tárgyak váltják ki a követő viselkedést.

Laboratóriumi körülmények között a csibéket sötétben keltetik, és kb. 24 óras korban mutatnak meg nekik egy új tárgyat. A találkozás (expozíció) általában 1-2 óráig tart, majd az állatokat visszahelyezik a sötétbe. (Ezt az időszakot a csibék egyébként is nagyrészt a fészkekben, a tyúk alá bújva töltik). A kialakult (tanult) preferenciát 2-3 óra múlva választásos tesztekben méri.

Korábbi vizsgálatok megállapították, hogy már az első találkozáskor a csibék különböző mértékben érdeklődnek eltérő fizikai sajátosságokat mutató tárgyak iránt, **ami ún. általános preferenciára utal, és feltehetően nagymértékben genetikai hatásoknak tulajdonítható**. Így általában elmondható, hogy a csibék kedvelik a minél feltűnőbb (emberi szemnek) tárgyakat, a mozgó illetve hangokat is hallató maketteket. A bevésődést kiváltó tárgy minimális méretének meg kell haladnia egy gyufásdobozét, és például a piros és kék színű tárgyak hatásosabbak, mint a sárga vagy zöld színűek. A genetikai hatás ékes bizonyítékát szolgáltatott Kovács és mtsi. (1980) több éven át folytatott kísérletei, amelyek során japán fürjeket aszerint szelektáltak, hogy piros vagy kék színű tárgyat preferáltak a bevésődés során. Néhány generációt követően sikerült nagyon erős genetikai színpreferenciát létrehozni mindkét szín esetében.

Más vizsgálatok azonban ún. **specifikus predispozíció meglétét** is kimutatták. Kiderült, hogy naiv csibék sokkal erősebben imprintálódnak tyúkszerű tárgymakettekre, mint hasonló méretű, színű stb. egyéb alakú tárgyakra. Diszkriminációs kísérletek rávilágítottak arra, hogy a kitömött tyúkmakett akkor volt a leghatásosabb, ha a fej, szemek és a nyak jól elkülönülten látható volt. Ugyanakkor az is kiderült, hogy hasonló mértékben preferált makettek más kitömött állatból is előállíthatók, amennyiben a fej-nyak régió jól látszik (Bolhuis, 1991).

A bevésődésen alapuló tanulás irányíthatósága lehetővé tette, hogy megvizsgálják az **szenzitív periódus** meglétét. Korábbi vizsgálatok például kimutatták, hogy kacsák esetében a kikelés utáni 15. órában legérzékenyebbek a fiókák a stimulációra (Hess 1959), és ez fokozatosan csökken a 30. órához közeledve. Mások azonban nem találtak ilyen szűk érzékeny periódust, sőt egyes kísérletekben a bevésődést akár a 10. napon is elő lehetett idézni új mozgó tárgyra. Abban minden kutató egyetért, hogy az érzékeny periódus kezdetéhez a motoros és szenzoros rendszereknek el kell érniük bizonyos fejlettséget, ami lényegében független a külső környezettől. Ezzel ellentétben nem világos, hogy milyen tényezők befolyásolják az érzékeny periódus végét. Feltehetően ebben az esetben nagyobb szerepet kapnak a környezeti hatások, azaz milyen jellegű tapasztalatokat szerzett a fióka. Ismert ugyanis, hogy az érzékeny periódus hossza mesterségesen megnövelhető, ha a fióka számára csak minimális mértékű tapasztalatszerzést tesznek lehetővé. Másfelől viszont tudjuk, hogy maximális stimulációt (látási-, hang-, szaganyagok) nyújtó élő tyúkra hamar bekövetkezik a bevésődés, ami a későbbiek során már nem módosítható. E jelenségeket egyesek úgy értelmezik, hogy a csibe egy adott kapacitású reprezentációs rendszert "tölt fel" a tanulás során, és, ha ez megtörténik, akkor az érzékeny periódus automatikusan lezárul. A hiányosan "feltöltött" reprezentációval rendelkező csibék eszerint még képesek módosítani, vagy adott esetben felülírni a korábban tanultakat. Mindemellett egy másik motivációs rendszer működése is elősegíti az érzékeny periódus végét, idővel ugyanis a csibék elkezdik elkerülni a környezetükben megjelenő új tárgyakat. Ez a neofóbia előnyös, hiszen a bevésődési időszakban mutatott "gátlástalan" megközelítés az önállósodó egyed számára számos hátránnyal járhat. Így viszont csökken annak az esélye, hogy a csibe újabb tárgyak tulajdonságait ismerje meg.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok és eszközök

A keltetőből a gyakorlatot megelőző napra elhozunk munkacsoportonként 2 db 1-2 napos csibét, közös dobozba zárva, lehetőleg sötétben tartva.

A csibéket egyedenként 20x40cm-es dobozban helyezzük el egy "imprinting tárgy" társaságában, amely a doboz egyik végéhez közel van fellógatva. A dobozok megvilágítását és a szükséges hőt dobozonként 25W-os izzók biztosítják. A táplálás granulált csibetáppal, itatókkal történik.

A csibéktől el kell venni a táplálékot minden teszt kezdete előtt.

A csoportokat 2, max. 3 hallgató közös munkájára alapozzuk.

A GYAKORLAT MENETE

1. A kísérletek rövid elméleti áttekintése (lásd elméleti bevezetés), illetve a protokollok elmagyarázása.
2. Adatgyűjtő lapok megismerése, feladatok megosztása
3. A kísérletek elvégzése. A csibéknek az egyes tesztek között 20 perc "pihenőidőt" kell biztosítani.
4. A kísérletek eredményeinek közös megbeszélése, az adatlapok egyesítése, és az eredmények közös értékelése.

TESZT 1: "Szeparáció az anyától"

A csibék kikelésüket követően hamar imprintálódnak a környezetükben lévő feltűnő "tárgyra", amely általában a tyúk. A gyakorlaton megfigyelt csibék több napot töltöttek a "mütyúk" társaságában. E megfigyelés célja, hogy megvizsgáljuk e korai bevésődés hatását a viselkedésre.

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

Két fő kérdésre keressük a választ.

1. Eltér-e a csibe viselkedése a mütyúk társaságában illetve hiányában?
2. Eltérően viselkedik-e a csibe ismerős, illetve ismeretlen "mütyúk" jelenlétében?

Az ismertetett irodalmi bevezető alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a kondicionálás eredményességére nézve?

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

1. Feltételezésünk és előzetes megfigyeléseink szerint, az imprinting eredményeképpen a tyúk eltávolítása, egyfajta "vészreakciót" vált ki a csibében, amelynek természetes körülmények között a funkciója a tyúk megkeresése illetve vokalizáció révén a tyúkkereső viselkedésének aktiválása. A szeparációra való érzékenységet az mutatja, ha eltérő viselkedést figyelhetünk meg a mütyúkkal együtt lévő, illetve attól elválasztott csibe viselkedése között.

Alternatív hipotézisként felvethető, hogy a csibe a környezet részének tekinti a tárgyat, aminek hiánya, mint új környezet félelmi reakciót vált ki.

2. Feltételezésünk szerint, az imprinting során a csibe megtanulja a mütyúk egyedi vizuális jellegzetességeit. Ennek megfelelően a csibe az idegen tyúk jelenlétében is "vészreakciót" mutat. A tanulás hatását kimutathatjuk, ha különbséget kapunk az ismert és idegen mütyúkkal szemben mutatott viselkedésben.

Viselkedés elemzése - adatgyűjtés

Kísérleti protokoll

A méréshez stopperre, jegyzetpapírra és ceruzára van szükség.

A csibét a műtyúkkal együtt kivesszük saját ketrecéből, és egy új helyen figyeljük meg folyamatosan a következő lépések szerint. A csoport egyik tagja mozgatja a műtyúkot, míg a másik végzi a megfigyelést. A mérés 4 egyenként 2 perces szakaszból áll, amely során a csibe viselkedését folyamatosan leírjuk előre meghatározott viselkedési egységek alapján.

Mielőtt elkezdjük a mérést figyeljük meg és tanulmányozzuk az egyed spontán viselkedését a saját dobozában.

Megfigyelendő viselkedési egységek:

1. *Egyhelyben áll*: a csibe mozdulatlanul áll (kivéve fejmozgást) egy helyben.
2. *Séta*: a csibe lassan lépeget.
3. *Kitörés*: a csibe nekifut a doboz falának, verdes a fal mentén.
4. *Csipogás*: halk kontaktus-hanggal járó vokalizáció.
5. *Kiáltás*: erős vijjogó vokalizáció.

Az egyes szakaszok kezdetekor ne felejtse el elindítani a stoppert! (A szakaszok folyamatosak mérendők, a csibét közben nem kell kivenni a dobozból) 4x2 perc

1. SZAKASZ. A csibe az új helyen van a műtyúkkal **2 percig**.

2. SZAKASZ. Két perc leteltével a műtyúkot kivesszük, és a csibe viselkedését tovább figyeljük **2 percig**. A megfigyelendő viselkedéselemek megegyeznek az előzőekkel.

3. SZAKASZ. Két perc leteltével egy másik, új műtyúkot helyezünk vissza **2 percre**.

A megfigyelendő viselkedéselemek megegyeznek az előzőekkel.

4. SZAKASZ. Két perc elteltével az eredeti műtyúkot helyezzük vissza további **2 percre**. A megfigyelendő viselkedéselemek megegyeznek az előzőekkel.

A kódolólap elkészítése, használata és feldolgozása:

A kódoló lapokat 2 másodperces felosztás alapján készítjük el, azaz 2 másodpercenként kell mintát venni a csibe viselkedéséből. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy 2 másodpercenként egy x-et vagy vonalat teszünk a megfelelő rublikába, amennyiben az adott viselkedést a mintavétel pillanatában mutatta az egyed (Lásd 5.1. számú melléklet)

Figyeljünk arra, hogy a vokalizációk átfedő viselkedési elemek, ami azt jelenti, hogy más testi viselkedéssel egyszerre fordulnak elő. Ilyenkor természetesen mindkét kategóriában jelölni kell az előfordulást.

A mérés végén számoljuk meg, hogy szakaszonként egy-egy viselkedési elem hányszor fordult elő. A vokalizációk esetében határozzuk meg (az adott lehetőségén belül) a viselkedés első megjelenésének latenciáját, ami a megfigyelés kezdetétől eltelt időt jelenti. Ha egy adott viselkedés nem jelent meg, akkor a latenciája megegyezik a mérés teljes időtartamával.

Fontos tudnivaló, hogy ez a módszer nem ad pontos leírást az egyes viselkedésformák gyakoriságáról illetve időtartamáról, de ha a mintavételi idő kellően rövid (1-2 másodperc), akkor jó becslést kaphatunk, és a mérési eredmények korrelálni fognak a folyamatos mérés eredményeivel. Kivételt képezhetnek a nagyon gyors és rövid viselkedési elemek.

A csoport tagjai egymás után végzik a megfigyeléseket, mindenki gyűjt adatot a teljes kísérletről. Két kísérlet között 10 perc szünetet kell tartani.

Adatelemzés

Az adatgyűjtés végeztével munkacsoportokban, az összes mérőcsoport adatainak egyesítésével végezzük a statisztikai elemzést az alábbi útmutatás szerint. Ennek során a megfigyelés különböző szakaszai alatt mért viselkedési változók mennyiségének összehasonlításával válaszoljuk meg a fenti kérdéseket.

1. Szeparáció hatása

Feltételezés szerint a csibék a műtyúk mellett "biztonságban érzik" magukat. Ebben az értelemben a műtyúk jelenlétében mutatott viselkedést tekinthetjük alaphelyzetnek, és a későbbi viselkedésbeli változást az alaphelyzethez hasonlítjuk.

Alaphipotézisük (ún. 0-hipotézis) statisztikai értelemben, hogy nem lesz különbség a műtyúk jelenlétekor, illetve hiányakor mutatott viselkedésben. Ennek tesztelésére végezzük el a statisztikai próbát, amely vagy alátámasztja a 0-hipotézist vagy megcáfolja azt. Az utóbbi esetben mondhatjuk azt, hogy a műtyúk elvétele valóban hatással volt a viselkedésre, azaz a csibe szempontjából nem mindegy, hogy a műtyúk jelen van-e vagy sem.

A kérdés eldöntéséhez az alapszakaszban mutatott viselkedést össze kell hasonlítanunk a 2. szakaszban mutatott viselkedéssel, minden egyes viselkedési változó esetében külön-külön. Mivel az összehasonlításhoz ugyanazon egyed két különböző időpontban mutatott viselkedését vesszük alapul, vagyis úgynevezett ismétlésen alapuló statisztikai eljárást használunk, amely figyelembe veszi, hogy a két minta nem független egymástól, egy félős vagy inaktív egyed mindkét mérés esetén más adatokat produkál, mint egy aktív egyed. Jelen esetben a Wilcoxon páros tesztet fogjuk használni. Hasonló módon járunk el, amikor azt vizsgáljuk, hogy van-e különbség a csibék reakciójában az ismert és ismeretlen műtyúk jelenlétében.

Ehhez az adatokat változónként bevisszük egy Excel file-ba, majd az INSTAT statisztikai elemzőprogram segítségével dolgozzuk fel.

2. Szülő felismerés teszt

Feltételezésünk szerint a csibék képesek különbséget tenni a műtyúkok között. Ennek értelmében viselkedésükben különbséget kell tapasztalunk az idegen és a már ismert műtyúk jelenlétében. A gondolatmenetünk ugyanaz, mint az előbbi esetben, azaz kiindulásként azt tételezzük fel, hogy nincs eltérés a két műtyúk hatásában, és ezt az alapfeltevést csak akkor vetjük el, ha az állatok viselkedése jelentősen eltér a kétféle tyúk esetében, így a statisztikai próba jelentős (szignifikáns) eltérést mutat. A kérdés megválaszolásához a csibék viselkedését a 3. és 4. szakaszban hasonlítjuk össze, a fenti elvek szerint Wilcoxon páros teszt segítségével.

3. Önálló munka

Milyen kérdésre kaphatunk választ a 2. és 3. illetve a 1. és 4. szakasz összehasonlításáról?

Vajon milyen szempontból van szükség e szakaszok összehasonlítására?

Végezzük el és írjuk le a jegyzőkönyvbe a statisztikai elemzést a fentiek alapján.

A 2. TESZT: Követési viselkedés kiváltása

Természetes körülmények között a tyúk folyamatosan változtatja a helyét, és így előfordul, hogy a tyúk nagyobb távolságra eltávolodik csibétől, sőt az időnként szem elől veszti anyját. Laboratóriumi körülmények között a csibéknek nem volt módjuk a műtyúk követésére, ezért felmerül a kérdés, hogy vajon spontán képesek-e viselkedésre vagy ehhez tanulás szükséges.

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

Két fő kérdésre keressük a választ:

1. Vajon idegen helyen kiváltható-e a követési viselkedés?
2. Változik-e a követési viselkedés gyorsasága (latencia) ismétlések során?

Az ismertett irodalmi bevezető alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a kondicionálás eredményességére nézve?

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

Viselkedés elemzése – adatgyűjtés

1. A műtyúkot a csibétől 50 cm-re lógtatjuk fel a hosszú futófolyosóban, a csibét pedig óvatosan a folyosó végében tartjuk.
2. Egy hirtelen mozdulattal elengedjük, és megfigyeljük a viselkedését, miközben a stoppert is elindítjuk.
3. A mérés akkor ér véget, ha a csibe a műtyúk 2 cm-es közelébe ér, vagy letelik 1 perc.
4. A csibét és a műtyúkot visszahelyezzük a dobozba, és várunk 2 percig, majd megismételjük a megfigyelést.

Minden egyes próbánál feljegyezzük, az elindulási latenciát (2 megtett lépés idejét), illetve a megérkezési latenciát a műtyúkhöz. Összesen 6 próbát végzünk.

Adatelemzés

Az adatokat csoportszinten elemezzük, azt vizsgálva, hogy a 6 próba során bekövetkezett-e változás a csibék magatartásában. A próbákat Friedman ANOVA-val hasonlítjuk össze.

A 3. MEGFIGYELÉS: Diszkriminációs teszt

A bevéssödés másik fontos szempontja a követési viselkedés mellett a megkülönböztető képesség megléte. Csoportban élő állat esetében az imprinting akkor tekinthető adaptívna, ha a fiatal egyed valóban képes egyedileg megkülönböztetni anyját illetve kölykét.

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

Fő kérdésünk:

1. Képes-e a csibe megkülönböztetni a saját műtyúkját egy idegentől?

Az ismertett irodalmi bevezető alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a kondicionálás eredményességére nézve?

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

Viselkedés elemzése – adatgyűjtés

1. A műtyúkot a futófolyosó egyik végébe lógtatjuk fel, míg egy új műtyúkot a másik végébe.
2. A csibét a folyosó közepére helyezzük, úgy, hogy arccal a fal felé nézzen (egyik szemével az egyik, másik szemével a másik műtyúkot lássa)
3. Elengedjük a csibét.
4. A teszt az első választásig (2 cm-re megközelíti az egyik műtyúkot) vagy maximum 1 percig tart. A próba végén a csibe a műtyúkjá társaságában visszakerül a dobozba.

Összesen 10 választásos próbát végzünk, 2 perces szünetek beiktatásával, lejegyezzük a választást (saját vagy idegen műtyúk), illetve a választás idejét (latencia). Az egyes próbák során a saját műtyúk helyét mindig változtassuk

(jobb vagy bal oldal), illetve minden párosítást az új műtyúkkal 2-szer ismételjünk meg. (Tervezzük meg előre a próbák elrendezését!)

Adatelemzés

Az adatokat egyedi illetve csoportszinten vizsgáljuk. A véletlen szint 50%, ami azt jelenti, hogy ekkora az esélye, hogy a csibe akkor is helyesen választ, ha nem képes megkülönböztetni a két makettet. A véletlentől való eltérést binomiális teszttel vizsgálhatjuk meg egy egyedre vonatkozóan, illetve egymintás Wilcoxon teszttel a csoport esetében.

A csoport szintén megnézhetjük vajon mutatkozik-e különbség az új tárgy függvényében. Ehhez a választás sikerességét különböző párosítás esetén Wilcoxon próbával hasonlítjuk össze.

Jegyzőkönyv elkészítése

Minden hallgató külön, önálló jegyzőkönyvet kell, hogy készítsen!

(Az adatok elég, ha csak a pár egyik tagjának adatlapján szerepelnek.)

A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a:

- kérdést
- hipotéziseket, predikciókat
- rövid módszerleírást
- kapott eredményeket és azok rövid szöveges értékelését.

Általános értékelés – szempontok az eredmények megvitatásához

1. TESZT:

A fenti kérdésekre külön-külön válaszoljon az alábbiak szerint:

1. Adja meg mely változókban mutatkozik eltérés.
2. Térjen ki arra, hogy ezek az eltérések/azonosságok alátámasztják vagy cáfolják az alaphipotézist.
3. Előfordul-e, hogy az egyes viselkedési változók más hipotézist támasztanak alá? Ha igen, ennek mi lehet az oka?
4. Mivel magyarázza, ha a statisztikai elemzés nem mutat ki különbséget?
5. Milyen hátrányokat rejt ez a kísérleti módszer?
6. Vajon milyen más kísérleti elrendezésben lehetett volna a kérdést megvizsgálni.

2. TESZT:

A jegyzőkönyvbe, mind az egyedi csibe viselkedésének megfigyelése során tapasztaltakat mind a csoportos adatok elemzésének eredményeit jegyezzük fel. Az eredmények alapján mondható-e, hogy a követési viselkedés olyan öröklött mozgásmintázat, amelynek megjelenéséhez nem kell előzetes tapasztalat? Ha volt időbeli változás a viselkedésben, akkor az minek tulajdonítható? Van-e (lehet-e) a környezetnek szerepe e képesség megnyilvánulásában?

3. TESZT:

1. Az értékelésnél vizsgáljuk meg, hogy a mi csibénk illetve a csoportot alkotó csibék képesek voltak-e jelen feltételek között megkülönböztetni a maketteket.
2. Vajon függ-e a megkülönböztetés a makett sajátosságaitól?

3. Mutatkozik-e összefüggés a megkülönböztetésre használt paraméter (választás) és a latencia között?

Megjegyzés:

Statisztikai értelemben az átlagok egymáshoz képesti nagysága önmagában nem jelent semmit, az hogy valami nagyobb vagy kisebb csak a statisztikai próba eredménye alapján mondható.

5.1. melléklet Adatlap minta a viselkedési elemek kódolásához

Megfigyelő			Dátum		
Időpont: Egyéb			Szakasz megnevezése:		
Idő	Áll	Séta	Kitörés	csipogás	kiáltás
0	x				
2	x				
4	x				
6		x			
8		x			
10			x		
12	x				
14	x				
16	x			x	
18			x	x	
20			x	x	
.....					
Összeg	6	2	3	3	0
Latencia				16	20

IRODALOM

Bateson, P.P.G. 1966. The characteristics and context of imprinting. Biol Rev 41: 177-220.

Bolhuis, JJ. 1991. Mechanisms of avian imprinting. Biol Rev 66: 303-345.

Csányi, V. 2003. Etológia. Nemzeti Tankönyvkiadó pp. 78-84, 106-109, 328-342.

Hess, E.H. 1959. Imprinting. Science 130: 133-144.

Kovács, J.K. 1980. Mendelian units of inheritance control for color preferences in quail chicks. Science 207: 549-551.

Lorenz, K. 1935. The companion in the bird's world. Auk, 54: 245-273.

Spalding, D.A. 1873. The instinct, with original observations on young animals. Macmillan's Magazine 27: 282-293.

6. fejezet - Nyulak szelídségének vizsgálata

Altbäcker Vilmos

Bilkó Ágnes

A GYAKORLAT CÉLJA

Az etológia klasszikus eredményeit sokszor ember által felnevelt állatok megfigyeléséből nyerte, például a nyári lúd tojás begörgetésének megfigyelése, sőt kísérleti vizsgálata nem képzelhető el máshogy, csak szelíd állatokkal. A kézben nevelés, számos előnye mellett, azonban torzíthatja is a viselkedést, Lorenz például azért tért át a kacsák vizsgálatáról a liba etológiára, mert az általa felnevelt kacsák a a szexuális bevésoedés következtében az emberrel akartak párizani. Ezzel szemben a libáknál ilyen következmény nem volt, a libák csak megszelídültek, és saját fajtársaikhoz vonzódva normálisan szaporodtak. Emlösöknél hasonló problémák jelentkeztek kézben nevelést követően, voltak olyan fajok, ahol a párválasztásnál zavarok jelnetkeztek, más fajok szaporasága nem változott. A jelen gyakorlat során nyulakkal fogunk dolgozni, ahol a fajtárs és a nemi partner bevésoedés a lbákhoz hasonlóan elkülönül, így korai kezelésük nem jár szaporaság csökkenéssel. A gyakorlaton különböző módon „előkezelt” házi illetve üregi nyulak emberrel szemben mutatott félelmi reakcióját fogjuk video felvételek segítségével összehasonlítani, illetve közvetlen tesztben elemezni. Az adat felvételezés kézzel, papíron történik majd, az adatokat számítógépen az Excel és az Instat programok segítségével kell majd elemezni.

A jelen gyakorlat közvetlen feladatai:

1. Szelidítés eredményének megfigyelése élő állaton, szelíd és vad állatok közti különbség.
2. Szelidítés következményének vizsgálata. Kezelt és kezeletlen állatok emberi megközelítési aktivitásának összevetése (videofelvételről)

BEVEZETÉS

Ember által felnevelt állatok fajtárs felismerése

Számos emlős és madárfaj esetében is ismert jelenség, hogy ha az életük egy bizonyos érzékeny időszakában kapcsolatba kerülnek az emberrel, akkor a vele szemben mutatott félelmi reakciójuk jelentős mértékben lecsökken, vagyis a későbbi tesztek során ezek az állatok hamarabb és többször megközelítik az embert, mint társaik (Jones és Faure, 1981). Fészekhagyó madaraknál az emberre adott reakció tartósan megváltozik, ha a tojásból kibújjást követően először emberrel találkoznak, nem saját anyjukkal. Emlösök esetében hasonló hatású lehet a korai humán kontaktus. Kimutatták, hogy akár egy adott idegen szagot, adott esetben magának a kezelő embernek a szagát is megtanulják a kontaktus során. Ilyen eredményeket találtak bárányok (Markowitz és mtsai., 1998), házi sertések (Day és mtsai., 2002), patkányok (Suarez és Gallup, 1981) esetében is. Ezt azzal magyarázták, hogy alaphelyzetben az állatok az embert ugyan ragadozónak tekintik, azok az egyedek viszont, amelyek korai kezelésben részesülnek, az embert a továbbiakban fajtársként kezelik. A jelenség tehát hasonlít a Lorenz által leírt bevésoedési folyamathoz. A szülői bevésoedés során az állat megjegyzi anyja jellegzetességeit, szagát, s ez az ismeret segíti az anyához való kötődés kialakulását.¹ A korai bevésoedésnek azonban nem ez az egyetlen hatása, kacsáknál ekkor történik a szexuális bevésoedés is, ami a későbbi párválasztást befolyásolja.

A szexuális bevésoedés emlösökön is ismert, hím patkányok párizáskor például preferálják azokat a nőstényeket, amelyeken azt a szagot érzik, melyet fiatal korukban az anyán is éreztek (Fillion és Brass, 1986). A korai kezeléssel tehát valószínűleg az állatok fajtárs-felismerési folyamatait befolyásoljuk, aminek az állattartásban messzesemenő

¹Lásd még 5. fejezet

következményei vannak. Állatkerti tartásnál gyakori probléma a kézzel nevelt kölyök bevéssődése a gondozóra, ami későbbi szaporodási problémákhoz vezet.

A házinyúl esetében Bilkó és mtsai. dolgoztak ki egy módszert, melynek segítségével minimális humán kontaktus – vagyis kézbevitel - révén csökkenteni lehet az emberrel szembeni félelmi reakciót. Bilkó és Altbäcker (2000) azt találták, hogy a félelmi reakciót maximálisan akkor csökkenthetjük, ha a szoptatáshoz kötjük az emberrel való érintkezést, és hogy a kézbevitel csakis akkor hatásos, ha a születést követő első héten történik. Pongrácz és Altbäcker (1999) kutatásai pedig bebizonyították, hogy az első héten a szoptatás előtt vagy után 15 percen belül kézbevett állatok válnak a legszelídebbekké. Szerintük a szoptatási időszakban jelentkező arousal (izgalmi) állapot szükséges a félelmi reakció tartós csökkenéséhez. Bebizonyították továbbá azt is, hogy ez az izgalmi állapot csupán a szoptatási idő környékén alakul ki. Ha beiktattak naponta egy második szoptatást is (egy dajkanyúl segítségével), akkor a második szoptatásra a kicsik kevésbé készültek fel, és a szoptatás előtti vagy utáni emberi kézbevitel is hatástalan, tehát az izgalmi (arousal) állapot a második szoptatáskor nem alakult ki. Ezt az is alátámasztja, hogy a kicsik ekkor nem takaróztak ki a fészekanyagból, nem várták felkészülten az anyát (Pongrácz és Altbäcker; 2003).

A csökkent félelmi reakció a kezelt nyulakban tartósan megmaradt, 6 hónapos ivarérett állatokat tesztelve is kimutatható (Pongrácz és Altbäcker; 1999). Mivel a kezelt állatok úgy viselkedtek az emberrel szemben, mint fajtársaik jelenlétében, míg a kezeletlen állatok hasonló elkerülési reakciót mutattak emberre, mint egy rókára, az a legvalószínűbb, hogy a szoptatáskori kezelés a nyulak fajtárs bevéssődésébe avatkozik bele. Ez azonban nem érintette a párvalasztást, az emberi kezelés nem járt az emberre történő szexuális bevéssődéssel. Sőt, a kezelt nőstények esetében a megtermékenyülés szignifikánsan nagyobb eséllyel következik be, mint a kezeletlen társaikénál (Bilkó és Altbäcker, 2000), ami arra utal, hogy a fajtárs bevéssődés csökkenti a későbbi emberi érintés okozta stresszt, így zavartalanabb a megtermékenyülés. A nyulak korai tanulási folyamata tehát az állat egész további életére kihat, hasonlóképpen, mint a nyári lúdnál tapasztalták Kurt Kotrschal osztrák kutató és munkatársai.

A korai szenzitív periódusban az állatot több csatornán keresztül is érhetik ingerek, így hallás, szaglás, látás, tapintás útján. A nyúl emberre történő reakciója megváltozott, ha a kísérletező az állatokat kézbe vette. Patkányoknál ezt azzal magyarázták, hogy a kézbevitel az anyai gondoskodást imitálja, amely kinyit egy memória ablakot, így az állatok rendkívül gyorsan megtanulják az ingereket (Leon, 1992). A kisnyulak azonban az első héten lévő szenzitív időszakban valószínűleg a szagokat tanulják meg, hiszen a 7. napig külső fülük zárva van és csak a 10. nap környékén nyílik ki a szemük (Bilkó Ágnes; 1994). Ebben a szenzitív periódusban tanulják meg anyjuk és egyben fajtársaik szagát, valamint az ekkor szerzett ismeretek révén választanak párt a későbbiek során (Mykytowycz és Ward 1971). A korai tanulás során azonban más fajok, akár ragadozók szagát is képesek megtanulni, s a későbbiekben fajtársként felismerni, vagyis a tesztek során ugyanolyan gyorsan közelítik meg az ismert szagú ragadozót, mint saját anyjukat, vagy fajtársukat (Pongrácz et al 2001). A fajtárs felismerésén túl megtanulják, milyen növényeket evett az anyjuk, a magzatvíz vagy a fészekbe helyezett hullatékbogyók szaga, illetve a tejben lévő illóanyagok alapján is (Bilkó és mtsai, 1994).

A nyúlnál végzett korábbi vizsgálatok alapján tehát szagtanulásról lehet szó ebben a korai szenzitív periódusban. Nemrégiben az is kiderült, hogy a kézbevitel eredményeként tapasztalt emberrel szembeni csökkent félelmi reakciót az is kiváltja, ha érintés nélkül, csupán az emberi szagnak tesszük ki a kisnyulakat (Csatádi et al 2008).

A szagok alapján történő fajtárs felismerés az üreginyúlnál

Az üreginyúl életmódjából adódóan kiválóan alkalmas a szagláson alapuló viselkedésformák vizsgálatára. Lefedett szemű nyulak képesek azonosítani a másik állatot a szaga alapján (Mykytowycz, 1979). Ez teljesen érthető annak ismeretében, hogy e faj életének közel kétharmadát teljes sötétségben tölti, nappal a föld alatt, éjjel táplálkozva. Életük első 16-18 napján az újszülött kisnyulak testvéreikkel és anyjukkal is csak teljes sötétségben érintkeznek. Emellett a felnőtt állatok is az aktív napszakokban, hajnalban illetve alkonyatkor, kevés hasznát vehetik látásuknak. Egy fiatal állat szaga érdeklődést és barátságos viselkedést vált ki az anyjából, és agressziót ugyanazon kolónia más nőstényéből. Egy nőstény esetleg nem törődik egy saját üregében tartózkodó idegen kölyökkel, de meg is ölheti, ha a saját territóriumán, a fészken kívül találkozik vele. Ugyanakkor egy felnőtt bak nem csak tolerálja, hanem nyaldossa, tisztogatja, állmirigyével megjelöli a kölyköt, függetlenül attól, hogy melyik kolóniához tartozik (Mykytowycz, 1979).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok és eszközök

A vizsgálat alanyai az ELTE Etológia Tanszékének gödi tenyészházában tenyésztett csincsilla fajtájú házinyulak. A tenyészházban automatikus világítás (14/10 világos/sötét) és fűtés működik ($20 \pm 2^\circ\text{C}$). Az állatokat $55 \times 45 \times 35$ cm-es fém ketrecben tartják. A nyulak számára korlátlan vízmennyiség áll rendelkezésre, és naponta egyszer kapnak száraz nyúlgranulátumot (intenzív nyúltáp, Galgavit Rt. Monor). A pároztatás természetes módon történik, ami után a nőstény állatok a 30-32. napra ellenek. A fialás várható napja előtt 4 nappal ketrecükbe szénát helyezünk, és $30 \times 30 \times 40$ cm-es műanyag ellető ládát akasztunk fel a ketrec oldalára, melyben a nőstények fészket készíthetnek a szénából, illetve a saját testükről tépett szőrből. A szoptatás időpontja kontrolált; az anyák naponta egyszer, 9-10 óra között szoptatnak, a szoptatások között a fészek bejáratát lezárjuk, így az anyanyulak nem férnek hozzá az alomhoz. A mindennapi rutin ellenőrzés része, hogy a kisnyulakat szopás után kivesszük az alomból és lemérjük őket. Az ivadékokat 1 hónapos korukban választjuk el, amikor egyedi ketrecbe kerülnek.

A módszer a csökkent félelmi szinttel rendelkező (kezelt) állatok létrehozására

Bilkó és mtsai. (2000) által kidolgozott módszerrel kezeltük az állatokat, vagyis születésüket (0. nap) követő első héten (1-7 nap) a szoptatás utáni 15 percen kézbe vesszük a kölyköket. Erre az ad alkalmat, hogy a kölykök gyarapodását súlyméréssel jellemezzük. Ez a kézbevétel és mérlegelés, vagyis a kezelés almonként átlagosan 3 percig tart. A kezelést mindig ugyanaz a személy végzi, hogy elkerüljük az ebből adódó egyedi különbségek hatását.

A kezeletlen állapot fenntartására alkalmazott módszer

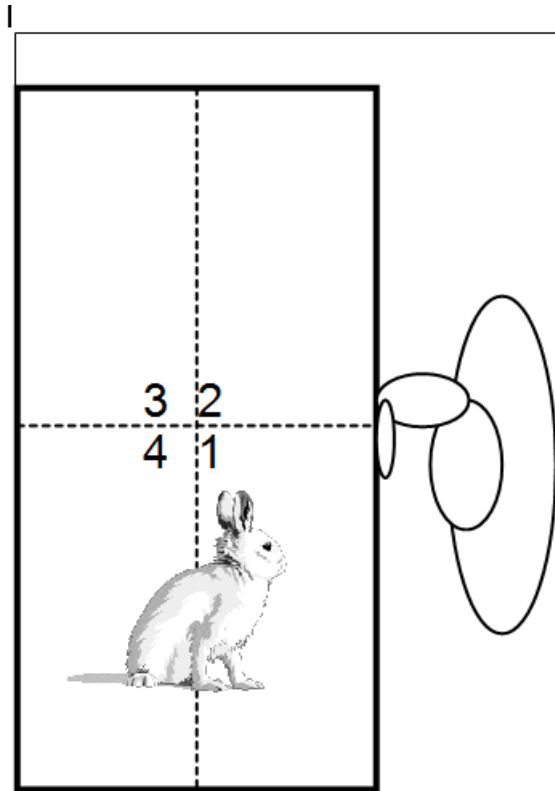
A kezeletlen kisnyulakhoz sem a szoptatást megelőző, sem az azt követő 30 percen nem nyúltunk, ezzel biztosítva, hogy a szoptatás idő környékén kialakuló izgalmi állapotban ne érezzék az emberi szagot, s így ne tanulják azt meg.

Az állatokat elválasztáskor és 6 hónapos korban is lehet tesztelni nyílt-tér tesztben. A nyílt tér tesztet videofelvételen rögzítettük, így az állatok viselkedése utólag a videofelvételek segítségével is leködölhető. A jelen gyakorlat során különböző módon „előkezelt” házi illetve üregi nyulak emberrel szemben mutatott félelmi reakcióját fogjuk összehasonlítani videofelvételek segítségével. Az adat felvételezés előtt adatlapot készítünk, az adatokat számítógépen az Excel és az Instat programok segítségével kell majd elemezni.

A nyílt-tér teszt:

A kisnyulat a tesztketrecbe (aminek mérete megegyezik a lakóketrecével) helyezés után 5 percig hagyjuk magára, hogy megszokja az új helyet, majd az 5 perc leteltével a kísérletező a ketrec mellé állva annak oldalához helyezi a kezét, és 5 percig méri a következő változókat:

1. megközelítésszám: hányszor érinti meg orrával a kisnyúl a kísérletező kezét az 5 perc alatt (db).
2. latencia: az az idő másodpercben, amíg a kisnyúl először érinti meg a kísérletező ketrec oldalánál lévő kezét.
3. átlépésszám: a ketrecet képzeletben 4 egyenlő részre osztottuk, melyből az 1 és a 2 térfél a kísérletezőhöz közelebb, a 3 és 4 térfél pedig távolabb található. Azt mérjük, hogy az egyes térfelekbe hányszor ugrik be a nyúl (db). (lásd 6.1. ábra)



6.1 ábra A tesztetrec: tesztelő a ketrec szélesebb oldalánál közepén áll, a kezét a ketrec oldalához tartja, körülbelül közepén. A nyúl a ketrecben (itt a 3 térfélen) szabadon mozoghat. Az ábrán fölül a 3 térfélre nyílik a ketrec bejárata. (a többi állat zöld tábla segítségével vizuálisan el van zárva, hogy a tesztalanyt ne zavarják).

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat során az elméleti áttekintést követően a hallgatók a következő lépések szerint haladnak:

1. Megfigyeljük a tenyészházban az állatokat.
2. Megtervezzük a vizsgálatot az „Egy természettudományi vizsgálat lépései” című dokumentum kitöltésével
 - megfogalmazzuk a kísérleti kérdést, ami az általunk is észlelt jelenségre utal. Ilyen lehet a Szelídebbek-e a kezelt állatok, mint a kezeletlenek?
 - eldöntjük, csoportonként hány állatot hasonlítunk össze. Az ajánlott minimum 7-7.
 - meghatározzuk a mérendő változókat, amivel a szelídséget jellemezzük (lásd lent)
 - meghatározzuk az alkalmazandó statisztikai módszert, ez a folytonos változóknál rendszerint Student t teszt, a gyakoriság adatoknál Mann-Whitney U teszt.
3. A gyakorlat során a nyílt tér tesztben a fenti leírás szerint, meg kell számolni hányszor érinti meg az adott egyed a kísérletező kezét (megközelítésszám, db), illetve egy stopper segítségével azt is, hány másodperc telik el az első megközelítésig (latencia s). Minden egyed összesen ugyanannyi ideig, például 5 percig van a tesztetrecben.
4. Az adatokat a már megadott excel táblázatba kell értelemszerűen bevinni.
5. Az adatokat elemezni kell, vagyis átlag és szórás értékeket kell számolni.
6. Az átlagokat és szórásokat ábrázolni kell oszlopdiagram segítségével.
7. Statisztikát kell számolni az adatokra. Mivel két független csoportot hasonlítunk össze, a módszer t próba lesz, aminek eredményét a $t(szf)=...$, $p=.....$ módon kell megadni, az Instat program használatával.

8. Az eredmények alapján le kell írni milyen következtetéseket vonhatunk le a nyúl szelídségére nézve, mennyire egybehangzó a most kapott eredmény a korábbiakkal, hogyan lehetne tovább lépni,
9. Új, pontosabb kérdés: milyen vizsgálatot lehetne készíteni a jelenlegi eredmények ismeretében.

Az értékelés a következő szempontok szerint történjen:

6.2. melléklet: Adatlap minta a nyulak nyílt tér tesztjéhez

ADATLAP A.....NYÚL SZELÍDSÉG.....VIZSGÁLATÁHOZ

DÁTUM:

FELVÉTELEZŐ:

CSOPORT	EGYED	Latencia, s	Odajön, db	Átlépés, db	Megjegyzés
1	kezelt	1			
1		2			
1		3			
1		4			
1		5			
1		6			
1		7			
1		8			
1		9			
1		10			
2	kezeletlen	1			
2		2			
2		3			
2		4			
2		5			
2		6			
2		7			
2		8			
2		9			
2		10			

átlagkezelt:

átlagkeletlen:

szóráskezelt:

szóráskeletlen:

STATISZTIKA (t teszt): t(szf.....)=..... t(szf.....)=..... t(szf.....)=.....
 p=..... p=..... p=.....

IRODALOM

- Bilkó Á. & Altbäcker V. 2000. Regular handling early in the nursing period eliminates fear responses toward human being in wild and domestic rabbits. *Dev. Psychobiol.*, 36: 78-87.
- Bolhuis J. 1991. Mechanisms of avian imprinting: A review. *Biol. Rev.*, 66: 303-345.
- Boissy A. & Bouissou M., 1988. Effects of early handling on heifers' subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 20: 259-273.
- Csatádi K., Kustos K., Eiben C., Bilkó Á. & Altbäcker V. 2005. Even minimal human contact linked to nursing reduces fear responses toward humans in rabbits. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 95: 123-128.
- Csatádi K., Bilkó Á. & Altbäcker V. 2007. Specificity of early handling: Are rabbit pups able to distinguish between people? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 107: 322-327.
- Hemsworth P.H. & Barnett J.L., 1992. The effects of early contact with humans on the subsequent level of fear of humans in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 35: 83-90.
- Kersten, A.M.P., Meijsser F.M. & Metz J.H.M., 1989. Effects of early handling on later open-field behaviour in rabbits. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 24: 157-167.
- Pongrácz P. & Altbäcker V., 1999. The effect of early handling is dependent upon the state of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups around nursing. *Devel. Psychobiol.*, 35: 241-251.
- Pongrácz P. & Altbäcker V. 2003. Arousal, but not nursing, is necessary to elicit a decreased fear reaction toward humans in rabbit pups. *Dev. Psychobiol.*, 143: 192-199.
- Price, E.O. 1984. Behavioral aspects of animal domestication. *Q. Rev. Biol.*, 59: 1-32.
- Tanida H., Miura A., Tanaka T., & Yosimoto T., 1995. Behavioral responses to humans in individually handled weanling pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 42: 249-259.
- Zulkifli I., Gilbert J., Liew P.K., & Ginsos J., 2002. The effects of regular visual contacts with human beings on fear, stress, antibody and growth responses in broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 79: 103-112.

7. fejezet - Házi és üregi nyúl (*Oryctolagus cuniculus*) álljelölési aktivitásának vizsgálata

Altbäcker Vilmos

Bilkó Ágnes

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat fő célja, hogy a hallgatók tapasztalatot szerezzenek azzal kapcsolatosan, hogyan kell élő állatot kézbe venni, kezelni a lehető legkisebb stresszt okozva az állatnak. Fontos, hogy megtapasztalják a közvetlen, élő állaton élesben végzett viselkedési teszt során milyen nehézségekkel kell szembe nézni, melyek azok a tényezők, melyeket valamilyen módon kontrollálni szükséges. Erre a célra igen alkalmas a házi nyúl, tekintettel arra, hogy a legfiatalabb háziállatunk. Ez azt is jelenti, hogy egy sor ősi sajátságát –beleértve viselkedési sajátságokat is- megőrizte. Ugyancsak előny, hogy őse, az üregi nyúl elérhető, természetes élőhelyén tanulmányozható, így a terepi megfigyeléseket követően a kutatás szempontjából biológiailag releváns, értelmes kérdéseket tudunk feltenni. Másrészt a laboratóriumban végzett kísérletek eredményei megfelelő módon értelmezhetőek és a kapott eredményekből ilyen módon a természetes körülményekre vonatkozó következtetéseket tudunk levonni.

Szintén a gyakorlat egyik fontos célja, hogy minden hallgató tapasztalatot szerezzen az adatlap használatában, milyen adatoknak és hogyan kell szerepelnie egy kísérleti adatlapon, milyenek az adatgyűjtés és adatkezelés szabályai. Az is fontos, hogy megtanulják, hogyan kell az így keletkező adatokat számítógéppel feldolgozni, azokat elemezni és az eredményeket grafikusán ábrázolni, valamint megfelelő módon értelmezni.

BEVEZETÉS

Az állati kommunikáció

Minden faj számára, de különösen fejlett szociális rendszerben élő állatok esetében fontos, hogy kommunikáljanak. A kommunikáció maga az információ megosztása (Batteau, 1968.), melynek során az egyedek egymás szándékáról belső állapotáról szereznek információt. A kommunikációs folyamatban definíció szerint szükség van egy jeladó egyedre (**küldő**), egy **jelre** –mely lehet, hang, szag, vizuális jel, vagy érintés – és egy jelet felfogó, **vevő** egyedre. Bár a kommunikáció, mint jelenség igen sok szinten és sokféleképpen értelmezhető, **etológiai értelemben kommunikációról akkor beszélünk, ha az egyik egyed viselkedési aktusa megváltoztatja egy másik állat magatartásának valószínűségi mintázatát olyan módon, hogy az a kommunikáló egyed számára, nagyobbbb számú eset átlagában adaptív értékű legyen** (Slater 1987).

Az etológiával foglalkozó szakemberek szerint érdemes különféle szűkítéseket is tenni a kommunikáció értelmezésekor: Feltétlenül szükséges például, hogy legyen benne valamiféle szándékosság. Etológiai értelemben fontos, hogy a kommunikáció azonos fajba tartozó egyedek között menjen végbe. A kommunikáció etológiai értelmezésében az is lényeges, hogy a jel leadását válasz kövesse. Az emberi verbális kommunikáció sok tekintetben különbözik az állati kommunikációtól, ehelyütt azonban ennek részleteire nem térünk ki.

Kémiai kommunikáció emlősöknél

Az emlősök sok faja komplikált szociális kapcsolatok között él, ahol alapvető az egyes egyedek közötti kommunikáció. A jelzés néha hangok segítségével történik, néha vizuálisan és nagyon gyakran szaganyagok útján. Evolúciós szempontból nézve ennek magyarázata az lehet, hogy kialakulásuk kezdetén a korai emlősök éjszakai életmódúak voltak, ahol a szaganyagoknak különösen nagy a jelentősége. **A szagláson alapuló kommunikációnak több előnye is van** más kommunikációs utakkal szemben. Használható akkor, mikor a vizuális vagy auditív jelek nehezen detektálhatók, tehát például sötétben, a föld alatt, vagy sűrű vegetációban. Továbbá a szaganyagok **jelként**

szolgálhatnak egy állat térbeli és időbeli mozgásáról és viselkedéséről. Mint jeleknek, a szaganyagoknak nagy előnye, hogy **hosszabb ideig “működőképesek”, és a jelölő állat távollétében is hatásosak.**

Az emlősök által használt szagjelek nem homológok az alacsonyabb rendű állatok feromonjaival (Mykytowycz, 1979). Felépítésüket tekintve is sok esetben bonyolultabb, komplexebb vegyületek, a kiváltott válaszreakció pedig általában szintén komplexebb viselkedés, nagymértékben függ a kontextustól és az előzetes tapasztalatoktól. Brown (1979) ezért a “szociális szaganyag” kifejezést részesíti előnyben az emlősök kémiai jeleire. A sokféle lehetséges jelzés kifejezésére az állatok **módosult bőrmirigyek** váladékát használják. Amennyiben a mirigy az anális tájékon, a végbélnyílás környékén található, a szekrétum elhelyezése gyakran a fécész vagy vizeletürítéshez kapcsolódik. Üreginyulak esetében az anális mirigy váladéka az ürülekibogókra jutva területjelzésre szolgál (Mykytowycz, 1968). A mirigyek azonban más testtájakon is előfordulnak, sok szarvasféléknél a szem alatt találunk váladéktermelő mirigyeket, a zergénél a szarvak között, a pikánál és a mormotánál a szemek mögött és a pofa két oldalán. Az **üreginyúlnál** három helyen találunk olyan mirigyeket, melynek váladéka kommunikációs célokra szolgál, mégpedig a végbélnyílás környékén (**anális mirigy**), az ágyéki régióban (**ágyéki mirigy**) és az áll alatt (**állmirigy**) (Bell, 1980.)

Goodrich és Mykytowycz (1972) a bőrmirigyek váladékának összetételét vizsgálták. Eszerint a nyulak mindhárom bőrmirigye eltérő jellegű szekrétumot termel. Az állmirigy abban különbözik az anális és az ágyéki mirigytől, hogy váladékának nincs meg a jellegzetes “nyúlszaga”, mivel a szagot adó szabad lipidek csak elhanyagolható mennyiségben találhatók meg benne. Ehelyett nagy molekulású, nem volatilis molekulák kerülnek előtérbe. Ezek között az aromás vegyületek dominálnak ellentétben az anális és ágyéki miriggyel, ahol a hosszú láncú molekulák vannak túlsúlyban (Goodrich, 1983). Továbbá a szekrétum fehérje-mennyisége a két nemnél különbözik, a hímek jelei sokkal több, illetve többféle fehérjét tartalmaznak (Goodrich és Mykytowycz, 1972). Ez érthető, hiszen a bakok a területjelzéshez állandóan használt jeleinek sokáig kell hatnia, és a fehérjék lassú bomlásával ez a hatás elérhető.

Szexuális kommunikáció üregi nyúlnál

Az üregi nyúl életmódjából adódóan kiválóan alkalmas a szaglason alapuló kommunikáció és a kémiai jelek szerepének vizsgálatára. Lefedett szemű nyulak képesek azonosítani a másik állatot a szaga alapján (Mykytowycz, 1979). Ez teljesen érthető annak a ténynek az ismeretében, hogy e faj életének közel kétharmadát teljes sötétségben tölti, nappal a föld alatt, éjjel táplálkozva. Életük első 16-18 napján az újszülött kisnyulak testvéreikkel és anyjukkal is csak teljes sötétségben érintkeznek. Emellett a felnőtt állatok is az aktív napszakokban, hajnalban illetve alkonyatkor, kevés hasznát vehetik látásuknak. Egy fiatal állat szaga érdeklődést és barátságos viselkedést vált ki az anyjából, és agressziót ugyanazon kolónia más nőtényéből. Egy nőtény esetleg nem törődik egy saját üregében tartózkodó idegen kölyökkel, de meg is ölheti, ha a saját territóriumán, a fészken kívül találkozik vele. Ugyanakkor egy felnőtt bak nem csak tolerálja, hanem nyaldossa, tisztogatja, állmirigyével megjelöli a kölyköt, függetlenül attól, hogy melyik csoportba tartozik (Mykytowycz, 1979). Fiatalok közti interakcióban is megfigyelhetjük, hogy mennyire függ egy kölyök szagának a hatása a kortól, a viselkedés szituációjától. Azok a kölykök, melyek ugyanannak a fészeknek vagy szociális csoportnak a tagjai, tolerálják egymást, az idősebb kölykök nem bántják a kisebbeket. Ha azonban elérik a 60-90 napos kort, vagyis a serdülőkort, a hazai terület már nem nyújt nekik védelmet. Ilyenkor figyelembe sem veszik a fennálló territóriális kapcsolatokat, és igyekeznek más csoportba beépülni annak ellenére, hogy a betolakodókkal szemben az idősek agresszívak (Mykytowycz, 1979).

A szaganyagokkal történő kommunikáció prioritása miatt több bőrmirigyük váladéka kommunikációs szerepet tölt be. **Az anális mirigy szekréturna az ürülekibogókra jutva területjelzésre szolgál a bakok esetében** (Mykytowycz, 1968). Az ürülekibogókat, különösen az ivarzási időszak kezdetén úgynevezett **ürülekidombokra** helyezik el (Förgeteg, 1991). Ezek egy-másfél méter átmérőjű területek a territórium kitüntetett helyein. Általában a territórium határokra különösen nagy számban találhatók meg, ott így mindkét bak jelei nagy mennyiségben fordulnak elő (Mykytowycz, 1968). Az ágyéki mirigy váladéka nagy valószínűséggel az egyedfelismerésben játszik szerepet (Goodrich, 1983).

Álljelölés nyulaknál

Az állmirigy vizsgálata az utóbbi húsz évben került előtérbe. A mirigyszekrétumot az állatok speciális mozdulattal kiálló tereptárgyak felületére dörzsölik, ezt a jellegzetes viselkedést nevezzük **álljelölésnek**. Az állmirigy mindkét

nemnél megtalálható, de a hímeknél kifejezettebb, szekréciós aktivitása is nagyobb. Ennek köszönhető, hogy kezdetben azt hitték, hogy ez a mirigy csak a hímeknél fordul elő.



7.1. kép Állmirigy mérése. A hím állatok állmirigye jelentős méretű

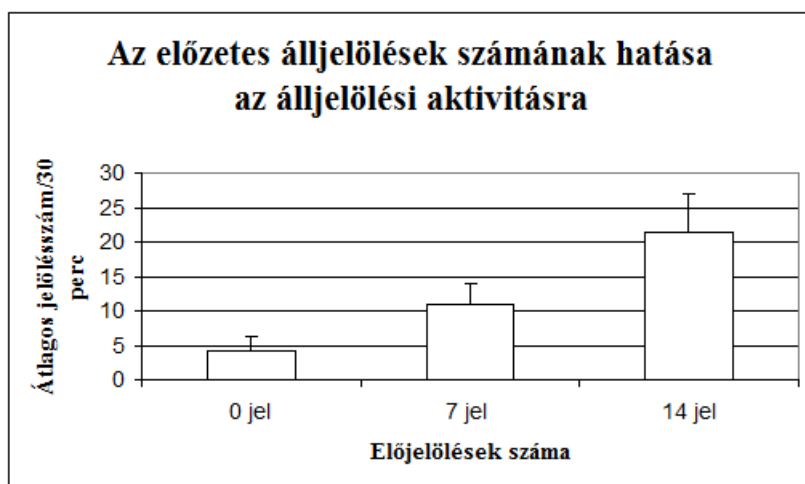
Mykytowycz és munkatársai megállapították, hogy a hímeknél az álljelölés a terület határainak kijelölésére szolgál, mintegy kiegészítve és erősítve ezzel az ürülék bogyókon levő anális mirigy-szekrénum hatását. Megállapították, hogy náluk mind az állmirigy mérete és szekréciós aktivitása mind a jelölés frekvenciája nagymértékben összefügg a szociális rangsorban elfoglalt hellyel, ehhez kapcsolódóan a tesztoszteron szintjével és a reprodukciós aktivitással (Mykytowycz, 1965).

Bár **nőstényeknél** jóval kevesebb vizsgálatot végeztek, az eddigiek szerint a jelölés aktivitása **nagymértékben összefügg az állat reprodukciós állapotával** (Soares és Diamond, 1982). González-Mariscal és munkatársai (1990) a nyulak természetes reprodukciós állapotához kapcsolódóan vizsgálták a nőstények spontán jelölési aktivitását. A kísérlet során felnőtt nőstény nyulakat használtak, az állatokat egy arénába téve, majd melléjük egy kisméretű téglát helyezve feljegyezték a jelölésszámot. Naponta tesztelték az állatokat egy másfél hónapos időszakban, majd ekkor bepároztatva, a párzás után, a vemhesség harminc napja alatt, a szoptatás idején, majd a kölykök elválasztása után néhány napig. Eredményeik szerint a párzást követően lecsökken a spontán jelölési aktivitás, a **vemhesség és a szoptatás időszaka alatt végig alacsony** szinten marad. Ha az ellés után elvették az anyától a kölyköket, erős aktivitásnövekedést tapasztaltak. A szoptatás befejeztével azonban a jelölési aktivitás fokozatosan visszaállt az eredeti magas szintre.

A reprodukciós ciklust beállító nemi hormonok szerepét Hudson és munkatársai (1990) ováriumirtott házi nyulaknál vizsgálták. A vizsgálatokat a különböző állapotok "szimulálásával", nemi hormonok különböző mennyiségű és arányú adagolásával végezték. A természetben az ösztroszos [fogamzóképes] állapotot az ösztadiol magas szintje jellemzi, vemhességkor a progeszteron állandó magas mennyisége tapasztalható, míg elléskor a progeszteron szint hirtelen csökkenése figyelhető meg. Ennek megfelelően az ovárium-irtott nyulakon ösztadiol-benzoát adagolásakor az ösztrosz állapotot akarták szimulálni, az ösztadiol és progeszteron együttes adása a vemhességnek felelt meg, míg a progeszteron elvonása az ellésre jellemző hormonális állapotot hozott létre. A vizsgálat során az állatok spontán jelölési aktivitását, valamint párzási hajlandóságát figyelték meg. Az eredmény a "természetes" állapothoz hasonló volt: **ösztadiol adagolásakor a jelölési aktivitás megnőtt**, ösztadiol és progeszteron együttes jelenlétében **(vemhesség) a minimálisra csökkent**, ilyenkor az állatoknak a bakokkal szembeni viselkedésében is minőségi változás volt megfigyelhető: jóval vadabbak, barátságtalanabbak voltak, rúgtak, haraptak. A progeszteron hirtelen

elvonásakor (ellés) a jelölési aktivitás megemelkedett, bár az ösztroszos állapotra jellemző értéket csak 2-3 nap után érte el. Megfigyelve a párzást megelőző másfél hónapos időszak jelölési-aktivitás eredményeit arra a következtetésre jutottak, hogy a jelölési aktivitásban nem mutatható ki ciklus. Így a kérdés még ma is nyitott, hogy vajon létezik-e a nyulaknál ösztrosz ciklus, és ha igen, ez az álljelölési aktivitás mérésével nyomon követhető-e.

A hormonális állapoton kívül különböző egyéb faktorok is befolyásolhatják a jelölést, ezekre próbált fényt deríteni Hudson és Vodermyer (1992). Ők négy tényező hatását vizsgálták: létezhetnek a jelölésaktivitásban egyéni különbségek, hatása lehet a nappal hosszúságának, ismeretlen fajtárs szagának, illetve jelei jelenlétének, valamint az állat habituálódhat a különböző szagokhoz, így azok hatása lecsenghet. Az álljelölés mellett az ösztroszos állapot váltakozását a vulva színének megállapításával is nyomon követték, melyet egy ötfokú skálán, a sötét lilásbordótól (5) a halvány beige-ig (1) határoztak meg. Kimutatták, hogy a **naphossznak jelentős szerepe van** az állatok hormontermelésének szabályozásában (Hudson és Vodermyer, 1992). Mesterséges megvilágításnál tartva az állatokat a megvilágítás hosszának változtatásával kimutatható volt, hogy a rövid-hosszúnapos időszak határán (8ó:16ó világos-sötétre 16ó:8ó világos sötétre), illetve a **hosszúnapos időszakban a spontán aktivitás nagyobb** volt, mint a rövidnaposban, vagy a hosszúnapos végén. A vulva állapotával is követhető volt a váltás: hosszúnapos periódusban sötét és duzzadt, míg a rövidnaposban kicsi és halvány színű volt. Emellett eredményeik szerint **a jelölési aktivitást fokozza más állatok, fajtársak jeleinek jelenléte**. Bakok vagy nőstények által "előjelölt" tárgyak növelték az aktivitást, az egyikre mindig erősebben reagáltak, ez a különbségtétel több napig megmaradt. **A nőstények a bakok jeleire mindig erősebben reagáltak.**, és fordítva. Ugyanakkor, ha két azonos nemű állat jelét mutatták nekik (akár hímeiket, akár nőstényekét) az állatok az egyik jelre ebben az esetben is erősebben reagáltak. Ezek alapján feltételezték, hogy az álljelölés az állatok között az egyedi felismerésben játszhat fontos szerepet. Vizsgálataikban azonban nem kontrollálták az előzetes jelek mennyiségét, amely a jel erősségének, és így az általa kiváltott hatásnak a szempontjából igen fontos lehet. Ezt a hiányt pótolta Dombay és munkatársai vizsgálata (1997). Ebben a vizsgálatban azt vizsgálták, hogy vajon a fajtárs által lerakott előjelek számának, vagy ami ugyanerre utal, a mirigyváladék mennyiségének van e szerepe. A kísérletben nőstény nyulakat használtak. Az álljelölési aktivitást 1x1m-es dróthálóval körülvevő arénában vizsgálták. A tesztben részt vevő állatokat a teszt előtt harminc percre az arénába helyezték, hogy megszokják az új helyet. A habituációs idő után 3 téglát helyeztek melléjük az arénába: az egyik jelöletlen tiszta téglát volt, a másikon egy bak állat 7 a harmadikon pedig 14 jelet helyezett el előzetesen ugyanaz az állat. Azt találták, hogy az előzetes jelek száma befolyásolja a felüljelölési aktivitást (Lásd 7.2. ábra) tehát a mirigyváladék mennyisége befolyásolja a válaszreakció erősségét.



7.2. ábra Nőstény nyulak felüljelölési aktivitása bakok által előjelölt illetve üres téglán.

ANYAGOK

Kísérleti állatok és eszközök

A gyakorlat során a Gödi Biológiai Állomáson lévő tenyészetből származó csincsilla fajtájú házinyulak spontán álljelölési aktivitását kell megfigyelni. Videofelvételek segítségével a jelölés gyakoriságát kell összehasonlítani

hím és nőstény nyulakon. Az adatokat számítógépen, az Excel és az Instat programok segítségével kell majd elemezni.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat célja

1. Állmirigy és jelölés megfigyelése élő állaton

2. Spontán álljelölési aktivitás vizsgálata. Hím és nőstény állatok spontán álljelölési aktivitásának összevetése (videofelvételről). Elérendő cél, hogy mindenki tapasztalatot szerezzen élő állat kézbefogásában, illetve tapasztalatot szerezzen a közvetlen megfigyelés és a videofelvételek visszanézése során az adott viselkedési változók kódolásában.

Mi az álljelölés?

A jelölés során az állat az álla alatt található mirigy váladékát keni tereptárgyakra, annak is a jól kiemelkedő széleire. Az álljelölés jellegzetes mozdulat, az állat az állát ráhelyezi az objektumra, és a fejét előre tolva rákeni az állmirigy váladékát. A laboratóriumi vizsgálatban ilyen tereptárgy például a tesztarénába helyezett téglá, amelynek a széleire, sarkaira helyezi gyakran a jelet nyúl.

Hogyan ismerhető fel az álljelölés?

Az állat az állán lévő mirigyét húzza végig a tárgyon, ez a mozdulat lehet egészen hosszú – például végighúzhatja az állát egy határozott mozdulattal a téglá szélén – vagy lehet rövid is, amikor éppen csak hozzá érinti a téglá sarkához az állát. Ebben az esetben is látszik, hogy a mozdulat akaratlagos és bizonyos nyomást gyakorol a tárgyra az érintés közben.

A teendők sorrendje a gyakorlat során

- Megfigyelés: hol helyezkedik el pontosan az állmirigy, hogyan néz ki?** Ezután élő állaton a hallgatók megfigyelik, hogyan néz ki az álljelölés in situ. Ilyen módon a videofelvételen már könnyen felismerhető lesz. Néhány percnyi videofelvétel kódolásával minden hallgató begyakorolja, a kézi felvételezést.
- A kísérlet megtervezése.** Minden hallgató megtervezi a vizsgálatot az „Egy természettudományos vizsgálat lépései” című dokumentum kitöltésével
 - Megfogalmazza a kísérleti kérdést, az alternatív hipotéziseket és a predikciót.
 - Meghatározza a mérendő változókat
 - Meghatározza a statisztikai módszert, amelyet alkalmazni fogunk
- Adatok felvétele a viselkedési tesztben.** A viselkedés kódolását kézzel papíron előkészített adatlapon végzik a hallgatók. A gyakorlat során meg kell számolni hány jelet tettek az állatok a téglára (egy jelölés egy vonal az adatlapon), az adatokat percenkénti bontásban kell felvenni, így megtudható hogy 1 percen belül, hányszor jelölt az állat a téglára, és összesen hány jelet hagyott. Egy nyúl összesen 5 percig van a tesztarénában.
- Adatbevitel.** Az adatokat a már megadott excel táblázatba kell értelem szerűen bevinni.
- Az adatok elemzése.** Az adatokat elemezni kell, vagyis az excel program segítségével átlag és szórás értékeket kell számolni.
- Az adatok ábrázolása diagramon.** Az átlagokat és szórásokat ábrázolni kell oszlopdiagram segítségével, szintén az excel program segítségével. (Lásd 7.2. ábra)
- Az adatok statisztikai analízise.** Ahhoz, hogy eldönthessük az egyes csoportok különböznek-e egymástól statisztikailag, össze kell vetni azokat. A statisztikai analízishez az Instat statisztikai programcsomagot használjuk. Ehhez az adatokat be kell másolni ebbe a programba. Mivel két független csoportot hasonlítunk össze, az adatokat t próba segítségével vetjük össze. A statisztika eredményét a $t(\text{szf})=...$, $p=...$ módon kell megadni, az Instat program használatával.

8. **Következtetések levonása és értékelés.** Az eredmények alapján le kell írni milyen következtetéseket vonhatóak le a házi nyúl álljelölési aktivitására nézve a kapott eredmény alapján. Az alternatív hipotézisek közül melyiket fogadható el, melyeket kell elvetni. Az értékelés készítésekor a következő kérdéseket kell megfontolni:
- A kapott eredmények mennyire egybehangzóak a korábban mások által kapott eredményekkel?
 - Ha nem, mi lehet ennek a magyarázata?
 - Az adatok felvétele során és az adatok elemzése kapcsán milyen újabb kérdés/ek vetődött fel?
 - Hogyan lehetne tovább lépni, milyen vizsgálatot lehetne készíteni a jelenlegi eredmények ismeretében?

7.3 melléklet: Minta a kísérlet megtervezéséhez

EGY TERMÉSZETTUDOMÁNYOS VIZSGÁLAT LÉPÉSEI

1/ KEZDETI (ELDÖNTHETŐ!) KÉRDÉS:

2/ ALTERNATÍV HIPOTÉZISEK

A:

B:

3/ KÍSÉRLETI TERV:

CSOPORTOK:

LEHETSÉGES VÁLTOZÓK:

MÉRENDŐ VÁLTOZÓK DEFINÍCIÓI: MIT, MIVEL, HOGYAN, MIBEN

V1:

V2

V3:

V4:

4/ MINTAVÉTELI TERV

-HÁNY DB

-MEKKORA/MENNYI IDEIG

-ELOSZLÁS:

5/ MÓDSZER/ESZKÖZ TESZTELÉS:

PONTOSSÁG / MEGBIZHATÓSÁG

6/ ADATLAP KÉSZÍTÉS (HÁTOLDALON)

7/ ADATGYŰJTÉS: Töltsd ki!

8/ ADATELEMZÉS: A/ t; U; X^2 TESZT, B/ KORRELÁCIÓ

9/ EREDMÉNY EGY MONDATBAN:

10/ ÉRTÉKELÉS: eddigi ismeretekhez képest mi jött ki?

11/ ÚJ, PONTOSABB KÉRDÉS:

7.4. melléklet: ADATLAP NYULAK ÁLLJELÖLÉSÉNEK VIZSGÁLATÁHOZ

DÁTUM:

FELVÉTELEZŐ:

CSOPORT	EGYED	V1	V2	V3	V4	Megjegyzés
1	1					
1	2					
1	3					
1	4					
1	5					
1	6					
1	7					
1	8					
1	9					
1	10					
2	1					
2	2					
2	3					
2	4					
2	5					
2	6					
2	7					
2	8					
2	9					
2	10					

átlag1:

átlag2:

szórás1:

szórás2:

STATISZTIKA:

IRODALOM

Bell, D. J. 1980. Social olfaction of Lagomorphs. Symp. Zool. Soc. Lond. 45: 141-164.

Brown, R. E. 1979. Mammalian social odours: a critical review. in Gorman, M. L. 1990. Scent marking strategies in mammals. Rev. suisse Zool., 97: 3-29.

González-Mariscal, G., Melo, A. I., Zavala, A., & Beyer, C. 1990. Variations in chin-marking behavior of New Zealand female rabbits throughout the whole reproductive cycle. Physiol. Behav., 48: 361-365.

Goodrich, B. S. 1983. Studies of the chemical composition of secretions from skin glands of the rabbit *Oryctolagus cuniculus*. In: Chemical Signals in Vertebrates III (Ed. By R. M. Silverstein & D. Müller-Schwarze), New York: Plenum Press pp. 275-289.

- Goodrich, B. S. & Mykytowycz, R. 1972. Individual and sex differences in the chemical composition of pheromone-like substances from the skin glands of the rabbit *Oryctolagus cuniculus*. J. Mammal., 53: 540-548
- Hudson, R., González-Mariscal, G. & Beyer, C. 1990. Chin marking behavior, sexual receptivity, and pheromone emission in steroid-treated, ovariectomized rabbits. Horm. Behav., 24: 1-13.
- Hudson, R. & Vodermayr, T. 1992. Spontaneous and odour-induced chin marking in domestic female rabbits. Anim. Behav., 43: 329-336.
- Mykytowycz, R. 1965. Further observations on the territorial function and histology of the submandibular cutaneous (chin) glands in the rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.). Anim. Behav., 13: 400-412.
- Mykytowycz, R. 1968. Territorial marking by rabbits. Sci. Am., 218: 116-124.
- Mykytowycz, R. 1979. Some difficulties in the study of the function and composition of semiochemicals in mammals, particularly wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus*. In Chemical ecology: Odour communication in animals (szerk. Ritter, F. J.) Elsevier/North-Holland Biomedical Press., pp. 105-115
- Slater, P. J. B. 1987. Bevezetés az etológiába. Natura, Budapest
- Soares, M. J. & Diamond, M. 1982. Pregnancy and chin marking in the rabbit *Oryctolagus cuniculus*. Anim. Behav., 30: 941-943.

8. fejezet - Riasztó jelzések hatása zebrapintyek (*Taeniopygia guttata*) bátorságára

Pogány Ákos

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során egy komplett viselkedési laborkísérlet fő lépéseit ismerjük meg és alkalmazzuk. A teszt során az állatvilágban univerzális jelentőséggel bíró kommunikációs szignálok, az ún. aposzematikus riasztó jelzések hatását vizsgáljuk. Ehhez az állati személyiség-vizsgálatok egyik egyszerű és közkedvelt kísérleti módszerét alkalmazzuk, a novel object bátorság tesztet. Modell állatunk a zebrapinty, így alkalom nyílik egy kistestű énekes madárfaj kezelésével kapcsolatos tapasztalatok gyűjtésére. A kísérleti alanyok viselkedését befolyásolhatja a megfigyelő közeli jelenléte, ezért a madarak válaszareakciójának követéséhez egy komplett video-megfigyelő rendszer kezelését sajátítjuk el. A felvett adatok elemzését számítógépes szoftverrel, modern statisztikai módszerekkel végezzük, és a kapott eredményeket biológiai vonatkozásban értelmezzük.

BEVEZETÉS

A riasztó jelzések elméletének története

A ragadozók számára észrevétlennek maradni – a zsákmányfajok jelentős része ezt az evolúciós taktikát követi, és rejtőzködéssel, sok esetben álcázással, a környezetbe olvadva kerül el, hogy táplálékká váljon. A ragadozók által támasztott intenzív szelekciós nyomás a zsákmányfajok morfológiáját és viselkedését is formálja. Ugyanezt a stratégiát a ragadozók is alkalmazhatják – a lesből támadó fajok észrevétlenül várják zsákmányuk közeledtét, hogy lecsaphassanak rá.

Vannak azonban fajok, amelyek eltérő evolúciós irányt vettek és álcázás helyett környezetükhöz nem illő, feltűnő színeikkel vonják magukra a figyelmet. Charles Darwinnak – a szexuális szelekcióval kapcsolatos evolúciós elmélete megalkotása során – az egyértelműen aszexuális kontextusban megnyilvánuló feltűnő színezet megmagyarázása jelentette az egyik legnagyobb kihívást (Komárek, 2003). A legtöbb esetben a szexuális szelekcióval összefüggésbe lehetett hozni a feltűnő színezetet, amely az elmélet szerint a párokért folytatott versengésben a fajtársak figyelmének felhívását célozhatja. Azonban ez nem nyújtott kielégítő magyarázatot a különböző lepkefajok hernyóinál gyakorta tapasztalható feltűnő színekre. Akármennyire is meg volt győződve igazáról a szexuális szelekciót illetően, be kellett ismernie, hogy az nem lehet a megfelelő magyarázat lárvák esetében. Henry Walter Bates tanácsát követve Darwin végül Alfred Russel Wallace-hoz fordult problémájával, aki Bates-el együtt derítette fel az Amazonas őserdeit. Wallace válaszában egy merőben új elgondolást vázolt: szerinte a lepkhernyók feltűnő színezete nem elsősorban a fajtársaknak, hanem potenciális ragadozóiknak szóló kommunikáció. Hipotézise szerint a préda így jelzi az öt veszélyeztető, optikai ingereket használó ragadozók számára ehetetlen vagy mérgező voltát. Wallace – aki többek között arról is híres, hogy Darwintól függetlenül szintén ráismert az evolúció alapelveire (amit megtudva Darwin eredeti terveihez képest korábban publikálta elméletét) – valamint Bates ezek szerint már a tizenkilencedik század végén felismerték, hogy bizonyos helyzetekben az álcázással szemben a **feltűnő színezet** lehet az evolúciósan kifizetődő stratégia, és ilyenkor az adott faj megjelenése **riasztó jelzésként** funkcionál. Darwint lenyűgözte és zseniálisnak tartotta Wallace elméletét, amint az kutatótársának írt válaszeleveléből is kiderül (Komárek, 2003).

Ezt követően számos megfigyelést végeztek, amelyekben a ragadozók zsákmányszerzését figyelték meg a táplálékkul szolgáló fajok riasztó jelzéseinek tükrében. Kísérletes megközelítésben gyíkoknak kínáltak fel semleges és riasztó színezetű táplálékot – mind a természetben végzett megfigyelések, mind a kísérletek alátámasztották Wallace hipotézisét (Wallace, 1871).

Aposzematikus színezet

Az **aposzematikus** kifejezést (görög eredetű szó, jelentése „el” és „jelzés”) Poulton (1890) vezette be a feltűnő kontrasztú, riasztó jelzésekre. Ezek legtöbbször piros, sárga vagy narancs színeket tartalmaznak, de a kék és zöld világosabb árnyalatai is előfordulnak, és igen gyakran fekete növeli a kontrasztot (1. ábra).

Az aposzematikus színezet információtartalma, amit az e jelzést alkalmazó faj a potenciális ragadozói és általában véve környezete számára ily módon kommunikál, hogy a számára veszélyes helyzetek (pl. életének fenyegetése) esetén ártalmas **biológiai fegyver** áll rendelkezésére a védekezéshez. A fegyver-arsenál rendkívül változatos lehet, leggyakrabban valamilyen szekrétrum. A ragadozó-zsákmány viszonyánál maradvány a riasztó jelzés figyelmen kívül hagyása a ragadozó számára a legenyhébb esetben kellemetlen, undorító táplálkozást (pl. katicabogár vagy számos csigafaj), míg a legsúlyosabb esetben halált (pl. nyílméreg békák vagy korallkigyók) vonhat maga után. Itt jegyezzük meg, hogy bár a jelen gyakorlat során a feltűnő, riasztó színmintázatokra fókuszálunk, a színezet nem kizárólagos információhordozó a riasztó jelzések kapcsán. A fajra jellemző egyéb viselkedéselemek – pl. mozgás, testtartás, hang- vagy szagjelzések – szintén működhetnek riasztó jelzésként.

Az aposzematikus színezet funkcióját Gittleman és Harvey (1980) egy elegáns laborkísérletben tesztelte házi tyúkon. Csibéknek ételfestékekkel kékre és zöldre festett kenyérmorzsát adott, amit az állatok egyaránt előszeretettel fogyasztottak. Mind a kék, mind a zöld eledelt kinin-szulfát és mustárpor hozzáadásával tette kellemetlen ízűvé, hasonló mértékben. A csibéket ezután négy csoportra osztotta, és kék vagy zöld háttérre kaptak kék vagy zöld eledelt. Az ilyen kezelést a statisztikában teljes faktoriális elrendezésnek nevezzük: mindkét kezelésnek (táplálék színe és háttér színe) két-két szintje van (kék és zöld), és a két kezelés összesen négy szintjének minden kombinációját alkalmazták a kutatók a teszt során. A tesztek eredménye szerint a háttértől elütő színű kenyérmorzsát kapó két csoport egyedei kezdetben több táplálékot találtak meg és fogyasztottak, mint a társaik, akik háttérbe olvadó eledelt kaptak. Az idő előrehaladtával a tendencia azonban az ellenkezőjére fordult: a feltűnő színű táplálékot kapók egyre kevesebbet fogyasztottak, míg társaik a rejtő színű táplálékból továbbra is ettek. A négy csoport teljes fogyasztását összevetve kiderült, hogy a háttér szempontjából rejtő színű morzsát kapó csoportok összegésében többet fogyasztottak, mint a feltűnő eledelt kapó csoportok. A táplálék feltűnő színezete tehát hozzájárult az averzió (undor, elkerülés) kialakulásához.

Aposzematizmus és mimikri

A biológiai fegyverek és a riasztó színezet asszociációja különféle típusú mimikrik kialakulásához vezetett az evolúció során. A **mimikri** utánzást jelent, azaz az egyik faj megjelenésében, hang- vagy szagjelzéseiben, egyéb viselkedésében egy másik fajhoz hasonlít, sokszor megtévesztésig (1. ábra). A teljesség igénye nélkül az alábbiakban a két legáltalánosabban elterjedt mimikri típust és a színezet evolúciójára gyakorolt hatásukat tárgyaljuk.

A két természettudós, az angol származású Bates és a német származású Johann Friedrich Theodor Müller életútjában közös, hogy mindketten életük egy jelentős részét Braziliában töltötték. Ezzel azonban még nincs vége a hasonlóságnak, ugyanis mindkét kutató egymástól függetlenül ismerte fel, hogy számos – egyébként különböző fajhoz tartozó – lepkefaj megjelenése rendkívüli hasonlóságot mutat. A jelenségnek már Wallace is nagy figyelmet szentelt (aki szintén első kézből tapasztalhatta meg a mimikrit a brazil őserdőkben), azonban Bates és Müller dolgozták ki más-más megközelítésben és részleteiben a mimikrit eredményező evolúciós teóriákat. Elméleteikhez mindketten a riasztó színezet funkcióját vették alapul, és az utókor – elméleteik helyességét alátámasztva és érdemeiket elismerve – a mimikri ezen fő típusait leíróik után nevezte el.



An Introduction to Behavioural Ecology, Fourth Edition, Nicholas B. Davies, John R. Krebs and Stuart A. West.
© 2012 Nicholas B. Davies, John R. Krebs and Stuart A. West. Published 2012 by John Wiley & Sons, Ltd.

8.1. ábra. Aposzematizmus és Mülleri mimikri Merrill és Jiggins (2009) munkájából. Mindhárom példa esetén a távoli rokon fajok konvergens evolúcióval hasonló mintázatúvá váltak lokálisan egymáshoz, míg színezetük változatos az elterjedési területük mentén. (a) *Apheloria* ikerszelvényes (felső sor) és az őt utánozó *Brachoria* (alsó sor) három elterjedési területen. (b) *Heliconius erato* lepkefaj (felső sor) és az utánozó *H. melpomene* (alsó sor) a trópusok három földrajzi régiójából. (c) Perui nyílméreg békák két földrajzi régiójából. *Ranitomeya imitator* (baloldalon mindkét fényképen) és az őt utánozó két faj, *R. summersi* (bal fénykép) és *R. ventrimaculata* (jobb fénykép). Fotók @ Paul Marek (a), Bernard D'Abrera (b) és Jason Brown (c).

a) Mülleri mimikri

Müller (1878) kooperatív magyarázata a hasonló fajok megjelenésére azt feltételezi, hogy mindkét faj rendelkezésére áll biológiai fegyver, amire a ragadozók figyelmének felkeltése a fajok közös érdeke. Érvelését az alábbi elméleti példával támasztotta alá; kiindulásként egy adott területen a két hasonló, mérgező faj populációméretét 2.000 (ritkább faj) és 10.000 (gyakoribb faj) egyednek vette, és egy konstans közös ragadozó populációt feltételezett, 1.200 fiatal, még naiv predátorral. Utóbbi egyedeknek még nem volt alkalmuk megtanulni, hogy a két faj mérgező, és a példa az egyszerűség kedvéért azt feltételezi, hogy egyetlen egyed elfogyasztása a riasztó színű zsákmányfajokból averzió kialakulásához vezet, azaz többet nem fogyaszt ebből a táplálékból az adott fiatal ragadozó egész élete során.

Elsőként azt vizsgálja Müller, hogy mi történik – a fenti kiindulási paramétereket alapul véve – ha a két zsákmányfaj eltérő riasztó színezetű. Ez azt jelentené, hogy minden fiatal ragadozónak mindkét fajból egyszer ennie kellene, hogy kialakuljon a két fajra külön-külön az averzió. Így a ritkább faj egyedszáma 800 egyedre csökken (a populáció összeomlik), a gyakoribb faj egyedszáma pedig 8.800 (elfogadható veszteség). Ezzel ellentétben, ha a két faj kinézetre hasonló, a közös populációjukból (12.000 egyed) összesen 1.200 egyed kerül elfogyasztásra. Fontos szempont továbbá, hogy ez az 1.200 egyed a két fajból random módon tevődik össze, azaz populációméretük (a

példában 1:5) arányában. Így a ritkább fajból 200 esik áldozatul (marad 1.800 egyed, ami elfogadható veszteség), és a gyakoribb fajból is csak 1.000.

Müller elegáns matematikai levezetésének következménye, hogy az effajta mimikri a két hasonló faj közül elsősorban a ritkább számára előnyös, de a gyakoribb fajból is kevesebb válik prédává általa. Az első ábrán látható példákon kívül a Mülleri mimikrire elterjedt, hétköznapi példa a darazsak és méhek hasonló, sárga-fekete csíkozottsága.

b) Bates féle mimikri

Amíg a Müller-féle mimikrinél mindkét faj ártalmas biológiai fegyverekkel bír, és kölcsönösen előnyös számukra a hasonlóság, addig a Bates (1862) által leírt mimikri során egy ártalmas fajt (modell) egy ártalmatlan faj (mimikáló) másol. Hogy a két faj közül melyiknek mekkora előnye származik az effajta mimikriából, az korántsem annyira egyértelmű és állandó, mint a Mülleri mimikri fenti levezetésénél.

A Mülleri és Batesi mimikri során a színezet evolúciója eltérő irányokat vesz. Ennek oka, hogy amíg a Mülleri mimikri mindkét faj számára előnyös (bár ennek mértéke a fajok relatív gyakoriságától függ, lásd fent), és így konvergens evolúcióval a szelekció hasonlóságuk irányába hat, addig a Batesi mimikri nyeresége gyakoriság-függő és a mimikáló fajnak így kifizetődő lehet újabb modell fajúra 'váltani'. Ez azt jelenti, hogy minél gyakoribb az ártalmas modell faj és ritkább a mimikáló, ártalmatlan faj, annál kifizetődőbb az utánzása a modell fajnak. Ahogy azonban a mimikáló faj – a hasonlóság előnyeit kihasználva – egyre gyakoribbá válik, úgy a potenciális ragadozók egyre gyakrabban találkoznak velük és fogyasztják őket negatív következmények nélkül. Ez negatív hatással van a jelzés megbízhatóságára, és mindkét faj számára áldozattal jár. Elősegíti továbbá a polimorfizmust a mimikáló fajnál, mivel egy mutáns, amely egy másik ártalmas modellhez hasonlít, jelentős előnyöket élvez (kihasználva, hogy ez a jelzés még őszinte). A modell-fajon szintén nő a predációs nyomás a mimikáló faj egyedszámának növekedésével. A modell-faj azonban nem válthat színezetet, mivel bármilyen mutáns hamar kiszelektálódik; sem ritkasága, sem új mintázata (amelyet még nem tanulhattak meg elkerülni a potenciális ragadozók) nem segít elő az új forma elterjedését. A Batesi mimikrire két példa a zengőlégyfajok (Syrphoidea) darázsszerű mintázata, és a korallsíklók mérgező korallkígyókra hasonló mintázata.

Állati személyiség és bátorság

Az állatok viselkedése gyakran mutat populáció szinten jelentős változatosságot, ugyanakkor az egyedek szintjén időben és különböző élethelyzetekben konzisztenciát (pl. agresszió fajtársakkal és ragadozókkal szemben). Bizonyos egyedek következetesen merészebbek, kíváncsiabbak, a megváltozott helyzetekre gyorsabban reagálnak, míg mások félénkebbek, óvatosabbak, lassabbak. Az így megnyilvánuló egyedi különbségeket a kutatók **állati személyiségnek** nevezik (a viselkedési szindróma és temperamentum szintén használatos kifejezések; Gosling, 2001). Hasonlóan az emberi személyiséghez, az állati személyiségnek is különböző dimenziói vannak, ezek közül az egyik legszélesebb körben vizsgált a félénkség-bátorság tengely („shyness-boldness continuum”), vagyis az állatnak az a tulajdonsága, hogy mi módon birkózik meg az őt érő stresszhelyzetekkel, illetve milyen mértékű kockázatot vállal (Wilson és mtsai., 1994).

A bátorság tesztelésének két legelterjedtebben alkalmazott kísérleti módszere az ún. „open field” és „novel object” (vagy „novelty”) teszt, amely tesztek azonos egyedeken végzett ismétlései jó korrelációt mutatnak egymással (Verbeek és mtsai., 1994). Az open field teszt során a kísérleti alanyt egy számára idegen térbe (pl. új helyiség) helyezük, majd mérjük mennyi idő alatt deríti fel teljes környezetét (pl. az időt, amely alatt a helyiségbe helyezett összes ülőfára rászáll a madár), vagy adott időegység alatt mennyi objektumot derít fel (az összes ülőfából mennyire száll rá 10 percen belül). A novel object teszt során az állat megszokott környezetében egy új tárgyat helyezünk el, és mérjük az alanynak a megközelítéshez (vagy megérintéshez) szükséges idejét.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok és eszközök

A gyakorlat során az ELTE TTK Állatházában tartott zebra-pinty tenyészetből származó madarak bátorságát teszteljük. A madarak teszt során mutatott viselkedéséről digitális rögzítőn videofelvételeket készítünk, majd

kódolás után a kísérleti kezelésekre adott válaszreakciókat statisztikailag elemezzük Instat programcsomag segítségével.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat célja

Az aposzematikus jelzések hatását novel object bátorság teszt alkalmazásával mutatjuk ki. A zebra-pintyeket három csoportba osztjuk, majd rövid éheztetést követően a deprivált madarak etetőjét vagy alumínium (semleges), vagy sárga-fekete csíkos (aposzematikus) zászlócskával, illetve a harmadik csoport etetőjét zászló nélkül, üresen (kontroll) helyezzük vissza. A visszahelyezést követően videóra vesszük az első csippentésig eltelt időt (latencia), amit összehasonlítunk az egyes kísérleti csoportok között.

Vizsgálati lépések

1. Kísérleti kérdés tisztázása, hipotézis és predikciók megfogalmazása közösen.
2. Statisztikai módszer ismertetése. Mivel a latencia-adataink eloszlása valószínűleg nem lesz normális, a leíró statisztikák közül a kvantiliseket használjuk, és boxplot ábrát készítünk. A két kísérleti csoport (alumínium vs. csíkos zászló) latenciáját Mann-Whitney teszttel hasonlítjuk majd össze.
3. Video megfigyelő rendszer kezelésének elsajátítása.
4. Novel object bátorság teszt az Állatházban. A teszt során mérőpárokból dolgozunk, és páronként egy madár tesztelését végezzük. A már éheztetett madarak etetőjét a zászlóval együtt helyezzük vissza, majd elindítjuk a videofelvételt, amely egy órán át tart. Minden páros a következő adatokat jegyzi fel az alábbi jegyzőkönyvbe:
 - madár ketrecének száma;
 - madár neme;
 - zászló típusa (alumínium vs. csíkos);
 - teszt kezdete (ez közös minden madárnál: az utolsó madár etetőjének berakását követően és a helyiség elhagyása + 1 perc).
5. Videofelvételek lekódolása és adatbevitel. A digitálisan rögzített felvételeket számítógépen nézzük vissza. A felvételeket kétszeres sebességgel visszajátszva megállapítjuk az első csippentésig eltelt időt. Az adatokból egy közös excel-táblázatot készítünk.
6. Statisztikai adatelemzés az Instat statisztikai szoftvercsomaggal. Az elemzést a közös adatokon mindenki önállóan végzi. Jegyzőkönyvbe kerül:
 - kezelési csoportok latenciájának medián és range (minimum – maximum) értékei;
 - Mann-Whitney statisztika, szabadságfok és szignifikancia szint.
7. Következtetések levonása és a kísérlet értékelése. Az értékelés szempontjai:
 - Támogatják-e az eredmények a munkahipotézisünket?
 - A statisztikai teszt alapján egyértelműen meg tudjuk válaszolni a feltett kérdésünket? Ha nem, mi módon tudnánk továbbfejleszteni a kísérletet ennek érdekében?
 - Felmerül-e alternatív magyarázat a kapott eredményekre?
 - Milyen újabb kérdéseket vet fel a vizsgálat, milyen irányokba lehet tovább lépni?
8. Jegyzőkönyv készítése.

Minden hallgató önálló jegyzőkönyvet készít, a mért adatok a mérőpár tagjainál megegyeznek.

8.2. melléklet JEGYZŐKÖNYV RIASZTÓSZÍN TESZTELÉSHEZ

Név: Csoport: Dátum:

Kérdés:
.....

Hipotézis, predikciók:

H:

P:

Módszer:
.....
.....

Mérés (mérőpáronként egy madár adatai)

Ketrec szám: Nem: Zászló: Kezdés: Latencia: min

Statisztikai elemzés (teljes, összesített adatsorra)

Csoport	Latencia (min)		
	medián	minimum	maximum
Ahu			
Csikos			

Próbastatisztika: M-W $U=$ $d.f.=$ $p=$

Eredmények értékelése és következtetések (szükség esetén a hátoldalon folytatható):

.....
.....
.....
.....
.....

IRODALOM

Bates, H. W. 1862. Contributions to an insect fauna of the Amazon valley. Lepidoptera: Heliconidae. Transactions of the Linnean Society, London, 23: 495-566.

Darwin C. R. 1871. The descent of man and selection in relation to sex. London: Murray, 1031 p.

Gittleman, J. L. & Harvey, P. H. 1980. Why are distasteful prey not cryptic. Nature, 286: 149-150.

- Gosling, S. D. 2001. From mice to men: What can we learn about personality from animal research? *Psychol. Bull.* 127: 45-86.
- Merrill, R. M. & Jiggins, C. D. 2009. Müllerian mimicry: Sharing the load reduces the legwork. *Curr. Biol.* 19: R687-R689.
- Müller, F. 1878. Über die Vortheile der Mimicry bei Schmetterlingen. *Zoologischer Anzeiger*, 1: 54-55.
- Komárek, S. 2003. Mimicry, aposematism and related phenomena: Mimetism in nature and the history of its study. München: Lincom, pp.167.
- Poulton, E. B. 1890. The colours of animals: Their meaning and use, especially considered in the case of insects. London: K. Paul, Trench, Trübner, pp. 360.
- Verbeek, M. E. M., Drent, P. J. & Wiepkema, P. R. 1994. Consistent individual differences in early exploratory behavior of male great tits. *Anim. Behav.* 48: 1113-1121.
- Wallace A. R. 1871. Contributions to the theory of natural selection. London: MacMillan, pp. 384.
- Wilson, D. S., Clark, A. B., Coleman, K. & Dearstyne, T. 1994. Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends in Ecol. & Evol.* 9: 442-446.

9. fejezet - Humán ivari dimorfizmus vizsgálata

Faragó Tamás

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat célja hogy a hallgatók megismerkedjenek a mérési adatok felvételezésének mikéntjével, azok kiértékelésével és a vizsgálatok során előforduló buktatókkal. Ez az emberi ivari kétalakúság vizsgálatán keresztül történik.

Az elméleti bevezető során a hallgatók megismerkednek az ivari kétalakúság jelenségével, és hogy miként hathat a szexuális szelekció az ember ivari kétalakúságot mutató jellegeire. A gyakorlati részben a hallgatók a hanggal kapcsolatos mérhető változók (hang alaphfrekvencia, formánsok) mellett néhány közösen kiválasztott testi változót (testmagasság, váll- derék- és csípőkerület, mutatóujj-gyűrűsujj hossz) mérnek le egymáson a rendelkezésre álló eszközökkel. Az így összegyűlt adatokat összesítjük a korábbi évek adataival, és az így rendelkezésre álló nagyszámú mintán történik a statisztikai kiértékelés, amely során a hallgatók egyrészt összevetik a két csoportot, illetve csoportokon belül keresnek összefüggést a kiválasztott jellegek között.

BEVEZETÉS

Elméleti áttekintés

Az egyes fajokban megfigyelhető nemek közti megjelenés- és viselkedéssbeli különbségek már Darwint is foglalkoztatták (Darwin, 1874). Tőle származik az **ivari szelekció** folyamatának koncepciója, ami a természetes szelekció által nem magyarázható ivari különbségek kialakulásáért tehető felelőssé. Az ivari kétalakúság jelensége egyenes következménye az ivaros szaporodás evolúciója során megjelent anizogámiának (Parker et al., 1972). A két nem funkciója és hozzájárulása is különbözik az utódok létrehozásában, ami azzal együtt, hogy a nemek a populációban közel egyenlő arányban vannak jelen, a nemek közti konfliktushoz vezet és **szexuális szelekció (más szóval ivari szelekció)** kialakulását eredményezi (Krebs and Davies, 1993). A nőstények nagyméretű, kisszámú ivarsejtet termelnek, és ezeknek a létrehozása nagyobb energia-befektetéssel jár, mint a hímek nagyszámú, apró és mozgékony ivarsejtjeié, ezért a hímek potenciálisan gyorsabban képesek megtermékenyíteni a petesejteket mint ahogy azok termelődnek (Nakatsuru and Kramer, 1982). Ráadásul a két nem közti fiziológiai különbségek azt is eredményezhetik hogy az utódgondozásba eltérő módon van lehetőségük energiát befektetni: például az emlősök belső megtermékenyítése miatt az apa könnyedén dezertálhat, míg az anya rá van kényszerítve az utód kihordására. Ennek következtében a hímek versengeni fognak a nőstényekért, igyekezvén minél többet megtermékenyíteni, viszont a nőstények csak úgy lehetnek sikeresebbek, ha válogatnak és csak a jobb minőségű hímekkel párzanak (Krebs and Davies, 1993). Ezzel szemben pl a madaraknál kiegyenlítettebb a helyzet mivel a tojás lerakása után a tojónak is megvan a lehetősége a hímre hagyni a költést, feltehetően ennek köszönhető a madaraknál, hogy nagyobb arányú a monogám fajok előfordulása. Végeredményben a szexuális szelekció ezt az egyes nemek egyedei közti versengést jelenti, ami végül a nemek szembeütnő fenotipikus különbségeihez vezet, amennyiben ezek a jellegek vagy viselkedési minták összefüggést mutatnak az egyed minőségével.

A szexuális szelekció alapvetően két mechanizmuson keresztül működik, lehet nemi belüli versengés a másik nem monopolizálásra vagy a párzási lehetőség megszerzésére (**intraszexuális szelekció**) vagy nemek közti válogatás, azaz az egyik nem tagjai a másik nem tagjai közül kiválasztják a leendő partnereiket (**interszexuális szelekció**). Természetesen a két jelenség nem kizárólagosan működik, gyakran párhuzamos jelenlétük felelős a nemi különbségek kialakulásában (lásd pl. gímszarvas).

Hölgyválasz

Bár a nőstény preferencia jelenségét sokáig messze jelentéktelenebb erőnek tartották a hímek közti kompetíciónál, ma már nem kérdéses a szerepe a szexuális szelekcióban, inkább az foglalkoztatja a kutatókat, hogy milyen tényezők

befolyásolják a döntésüket (Krebs and Davies, 1993). Ismert, hogy a nőstények válogatósak, ennek oka abban keresendő, hogy a nagyméretű és kevészámú petesejt létrehozása, illetve az inkubáció és az utódgondozás jóval nagyobb befektetést igényel a részükről, így a kiegyensúlyozott nemi arányok miatt érdekükben áll a legnagyobb haszonnal kecsegtető hímek kiválasztani a populációból. A jó választásból származó haszon többféle módon is jelentkezhet: lehet genetikai vagy nem-genetikai haszon. A nem-genetikai haszon származhat egyrészt abból, ha a hímek különböző minőségű territóriummal rendelkeznek (Møller and Jennions, 2001). Ekkor a forrásokban gazdagabb, esetleg ragadozókban, parazitákban szegényebb területet uraló hím választása nyilvánvaló haszonnal kecsegtet a nőstény számára. Másrészről fontos szempont lehet a nőstények választásánál a hímek táplálékszerző képessége, hiszen ha a hím több táplálékot képes biztosítani a nősténynek és utódainak az nagyban növelheti a túlélés esélyeit. Természetesen a nem-genetikai haszon szoros összefüggésben lehet genetikailag átviható tulajdonságokkal is (jobb fizikum → jobb minőségű territórium), így ez a két tényező nem, vagy csak nehezen választható szét egymástól.

A genetikai haszon meglétére utal az a megfigyelés, hogy például ha a nőstény ecetmuslicák (*Drosophila melanogaster*) véletlenszerűen jutnak párhoz, alacsonyabb túlélésű utódokat hoznak létre, mintha maguk választanának (Partridge, 1980). Ez arra utal, hogy a választás során preferenciák alapján döntenek és ez jobb genetikával rendelkező utódokat eredményez. Ennek a döntésnek a hátterét magyarázandó két klasszikus nézet született: vagy a „jó ízlés” vagy a „jó gének” igénye vezeti a választásukat. Az előbbi nézet Darwin nevéhez fűződik, ebben látta feloldani azt az ellentmondást, hogy egyes állatokban az egyik nem tagjai olyan jellegeket hordoznak, amelyek nemhogy előnyt, de komoly hátrányt jelenthetnek a túlélésükben, így megjelenésük nem magyarázható a természetes szelekcióval. Meglátása szerint, ha a hímek bizonyos jellegeit, például az orr nagyobb méretét vonzónak találják a nőstények, így a hosszabb orral rendelkezők lesznek sikeresebbek, és az evolúció során a hímek orra generációk során fokozatosan hatalmasra nő. Persze itt nem tényleges szépérzékről van szó, a nőstény preferencia oka lehet egyszerű szenzoros eltolódás (pl. bizonyos színek jobban feltűnnek nekik), ami genetikailag meghatározott csakúgy, mint a kiemelt hím jelleg. Fisher szerint (1930), a nőstények egy ilyen felállásban indirekt reprodukív haszonra tesznek szert, ha a legvonzóbb hímek választják, mivel így a fiaik is öröklék ezt a tulajdonságot, és nagyobb számú unokát tudnak majd létrehozni („szexi fiú” hipotézis).

Az is elképzelhető viszont, hogy az egyes jellegek nem csupán véletlenszerű, eleve meglévő preferencia miatt dúsulnak föl, hanem tényleges jelzői a hím minőségének. Különösen igaz lehet ez, ha a jelleg létrehozása magas költséggel jár, így a jobb minőségű hímek szembetűnőbb, markánsabb jellegeket mutathatnak fel. Ilyenkor a nőstények preferenciája a jellegre azért alakul ki, mivel a jelleg a jó gének őszinte indikátora („jó gén” hipotézis). Számtalan ilyen jelleg fordul elő az állatvilágban, például a hím énekesmadarak dalai, az emlősohknél a testméret és egyéb másodlagos nemi jellegek. Számtalan esetben összefüggés mutatható ki e jellegek és a hím fizikai állapota, a rangsorban betöltött pozíciója, parazitákkal, betegségekkel szembeni ellenálló-képessége között. Zahavi szerint viszont ezek a túlzott jellegek egy szint után már valójában hátrányt jelentenek a hímnek, így azok a hímek bizonyosan nagyon jó géneket hordoznak, amelyek ezen hátrány ellenére is túlélnek (**handicap hipotézis**: gondoljuk például a pávakakas farkára), így a nőstények csak profitálhatnak, ha ilyen hímekkel állnak párba (Zahavi et al., 1997).

Hím versengés

A hímek sem tétlenek, ha a szaporodásról van szó, viszont az ő sikerük úgy maximálható, ha minél több nőstényt sikerül megtermékenyíteniük (igaz, ez ellen hathat, ha az apai gondoskodás nagyban hozzájárul az utódok túléléséhez). Ehhez viszont óhatatlan az egymás közti versengés. Ez megnyilvánulhat **tényleges fizikai harcban**, vagy **spermakompetícióban** (Krebs and Davies, 1993). Azokban a fajokban, ahol a fizikai versengés jellemző, jelenik meg jelentős méretkülönbség a nemek között, valamint ezeknél a fajoknál fordul elő különféle fegyverzet (agancsok, tülkök, tépőfogak) is. (Természetesen ezek alkalmasak lehetnek például a ragadozók elleni védekezésre is [ennek jó indikátora lehet ha a nőstények is viselik a fegyvereket, csak eltérő méretben, lásd rénszarvasok], így nőstény preferenciát is élvezhetnek.)

A fizikai összecsapásokat, mivel ezek mindkét félnek költségesek és akár halállal is végződhetnek, gyakran ritualizált pózolás és egyéb, a másik fizikai állapotának felmérésére alkalmas viselkedés előzi meg. Például a gímszarvasok bögése több olyan paraméterrel rendelkezik (pl. a bögés gyakorisága), amely információt hordoz a bika fizikai állapotáról, testméretéről (Clutton-Brock and Albon, 1979) (ezeket a paramétereket a tehén is figyelik és preferenciát mutatnak a nagyobb hangzó bikákra tehát hat rá a nőstények válogatóságából eredő szelekciós nyomás is). Ez alapján a kihívó eldöntheti megéri-e megpróbálni kihívni a harem gazdáját. A kihívás során már

vizuális kulcsok segítenek, például a párhuzamos járás során felmérhetik egymás agancsait, izomzatát. Tényleges harcra általában már csak a nagyon hasonló fizikai állapotban lévő bikák között kerül sor.

Ivari dimorfizmus jelensége az embernél

Másodlagos nemi jellegek

Az ember esetében is megfigyelhető az ivari kétalakúság, a férfiak és nők az **elsődleges nemi jellegek** mellett jól látható és mérhető különbségeket mutatnak többek közt testméretben, testarányokban, a hang paramétereiben, szőrözöttségben, a testzsír eloszlásában és néhány készségben. Ezeket a tulajdonságokat hívjuk **másodlagos nemi jellegeknek**. Ezen különbségek kialakulása az egyedfejlődés során a nemi hormonok hatásának köszönhető, evolúciós léptékben pedig feltehetően a szexuális szelekció mechanizmusai formálták a nemi különbségeket. A következőkben néhány olyan jelleget ismertetünk részletesebben, amelyek vizsgálataink tárgyát fogják képezni a gyakorlat során.

Hang - A hangképzés sajátosságai

Ahhoz hogy megérthessük milyen mérhető paraméterekben találhatunk különbséget a nők és férfiak hangjában, előbb meg kell ismerkedjünk az emlős hangképzés folyamatával. Jelenleg ezt legátfogóbban az úgynevezett **Forrás-Szűrő teória** (Source-Filter framework) írja le (Fant, 1960). Eszerint a hangképző szervek két nagy funkcionális egységet alkotnak, a Forrást és a Szűrőt. A hangképzéshez szükséges energiát a mellkas légzőizmainak mozgása szolgáltatja, ami kiáramoltatja a levegőt a tüdőből. A kiáramló levegő a hörgőkön keresztül a gégebe jut, ahol a tényleges hangképzés történik. A gége (larynx) lényegében egy porcos elemekből álló hangdoboz, amiben rugalmas mechanikai vibrátorok, a hangszalagok találhatók. Ezeknek az együttesét nevezzük forrásnak, mivel itt jön létre a hanghullám, ami a kiadott vokalizáció alapja lesz majd. A gége az alapját a gyűrűporc adja, ehhez ízülettel csatlakozik a pajzsporc és a két kannaporc. A hangszalagok a két kannaporc és a pajzsporc között húzódnak, nyugalmi állapotban szabad áramlást biztosítva a levegőnek. Hangképzés során viszont a gyűrűporc és a kannaporcok közt húzódo izmok megfeszülnek, elforgatva ez által a kannaporcokat, és ezzel kifeszítik és behúzzák a hangszalagokat a gége üregébe. A hangszalagok amik inkább nyelvszerű mint szalagszerű képletek, összesimulnak elzárva ezzel a kiáramló levegő útját. Ez a gége alatt nyomásnövekedést eredményez, ami egészen addig tart, míg el nem éri azt a küszöbértéket, ami már képes szétfeszíteni a hangszalagokat. Ekkor hirtelen megindul a légáram, ez viszont a nyomás csökkenését okozza, ami együtt a szalagok rugalmasságával és tehetetlenségével azok összecusodását eredményezi, majd újra indul a folyamat. Ez a ciklikus nyomásváltozás a kiáramló levegőben lesz maga a hanghullám. A szalagok nyitódásának és csukódásának frekvenciája határozza meg a képződő **hang alapprofrekvenciáját, ami lényegében a hang magassága**. Ez elsősorban a hangszalagok feszülési állapotától, tömegétől, vastagságától függ. Mivel a férfiaknak a pubertás kori tesztoszteron lökés során megnagyobbodik a gégejük, illetve megvastagodnak a hangszalagaik, így **az alapprofrekvencia dimorfizmust mutat** (férfi átlag: 120Hz, női: 220Hz) az ivaréret követően.

A gégeben képződött hanghullám míg kijut a külvilágba, keresztülhalad a gége felső részén, a torkon a száj- illetve az orrüregben. Ezeket együttesen hangútnak nevezzük, és ezek adják a Szűrő funkcionális egységet. A szűrő lényegében egy rugalmas falú cső, amit levegő tölt ki. Ez a levegőoszlop rendelkezik úgynevezett rezonancia frekvenciákkal, amelyek könnyen mozgásba tudják hozni, míg más frekvenciák eltompulnak. Így a hangút gyakorlatilag frekvenciasáv-szűrőként működik, bizonyos frekvenciatartományokat kiemel, másokat elnyom a gégeben keletkezett hanghullám spektrumából, ezzel hozza létre a vokalizációk a végleges hangzását. Azokat a frekvenciasávokat, amiket a szűrő megerősít **formánsoknak** nevezzük. Ezeknek a spektrumban való elhelyezkedése illetve a köztük mérhető frekvencia távolság elsősorban a hangút hosszától függ: minél hosszabb annál alacsonyabban és szűkebb közzel helyezkednek el. Mivel a hangút hossza szoros összefüggést mutat a nyak és a koponya csontszerkezetével, ami elsősorban a testmérettől függ, így elmondható hogy a **formánsok elhelyezkedése (diszperziója) jó indikátora lehet a testméretnek**. Az embernél ráadásul az ivaréret során a férfiak gégeje lesüllyed, ami a hangút meghosszabbodását okozza, így a férfiak alacsonyabb formánsokkal és kisebb formáns diszperzióval rendelkeznek mint a nők (Huber et al., 1999). Hozzá kell tenni viszont, hogy a formánsok vizsgálatát megnehezíti az emberi hangképző szervek nagyfokú mobilitása, ami a változatos beszédhangok képzését teszi lehetővé. Ráadásul a beszédben a magánhangzók képzése az első három formáns pozíciójának változtatásával történik, ami így a formáns diszperzió megbízhatatlanságát okozhatja (Gonzalez, 2004).

Testméret

A test fizikai paramétereiben is jellemző az ivari dimorfizmus, a férfiak tömege és magassága átlagosan jelentősen nagyobb, mint a nőké. Bár rasszoktól függően tapasztalható variancia, de általánosságban elmondható, hogy a férfiak világszinten átlagosan 12-15 cm-el magasabbra nőnek az ivaréretet követően (Eveleth and Tanner, 1990). Testméretbeli dimorfizmus figyelhető meg a primáták körében is, ahol a két nem közti különbség mértéke szoros kapcsolatban áll a poligínia mértékével. Míg a magányos és **monogám fajokban** (pl. gibbonok, éji majom) a két nem közt kicsi az eltérés, addig ahol egy hímre több nőstény jut, tehát a **poligín fajok** esetében (makákók, csimpánzok) ott a hímek 1,2-1,5-ször akkora is lehetnek mint a nőstények, míg a nagy háremet tartó fajokban (páviánok, gorillák) a hím tömege akár a kétszerese is lehet (Krebs and Davies, 1993). Érdeemes megjegyezni, hogy a csimpánzoknál megfigyelhető különbség lényegesen kisebb, mint ami a csoportszerkezetükből következne, ami csökkent kompetícióra utal, viszont ha figyelembe vesszük, hogy a hímek méretükhöz képest igen jól fejlett pénisszel és herékkel rendelkeznek, világossá válik, hogy feltehetően náluk a spermakompetíció nagyobb jelentőségű, mint a fizikai. Ebbe a sorba az ember is viszonylag jól beilleszthető, ahol a megfigyelt kétalakúság alapján inkább a monogám tendencia erőteljesebb. Természetesen nem zárható ki az sem, hogy környezeti és kulturális tényezők is befolyásolhatják a két nem közt mérhető különbséget (Kanazawa and Novak, 2005).

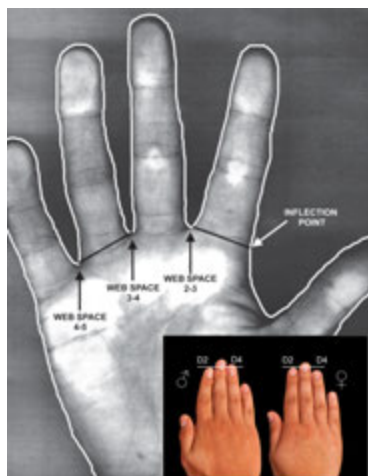
Testarányok

Derék-váll és Derék-csípő arányok

Jellegzetes különbség figyelhető meg a férfiak és nők testalkatában is (Braun and Bryan, 2006). Mind az izomzat, mind a zsírszövet mennyisége és eloszlása a testen jelentősen eltér a két nem között, amely különbség szintén a pubertás kor alatt alakul ki, ami a nemi hormonok és a szexuális szelekció szerepére utal. A férfiakra kisebb zsírdépok és nagyobb tömegű izomzat jellemző, illetve a csontváz szerkezetében is látszanak különbségek. A nők csípője szélesebb, míg a vállöve keskenyebb, ezt erősítik a far és a csípő környéki zsírdépok is, amelyek a tartaléktápanyag raktározásában játszanak fontos szerepet, így méretük fontos indikátora lehet, hogy mennyire képes az anya az utódokat táplálékkal ellátni. Hasonló szerepe lehet a megnagyobbodott emlőknek is. A test szerkezetének két jellemző mérőszáma lehet a **derék-váll** (waist-to-shoulder) illetve a **derék-csípő** (waist-to-hip) **arányok**. Az előbbi a nőknél magasabb jellemzően a férfiak keskenyebb dereka és szélesebb válla miatt, míg az utóbbi a nőknél alacsonyabb, hisz a férfiaknak keskeny csípője nem tér el jelentősen a deréktól, de a nőknek lényegesen szélesebb.

Mutató ujj-gyűrűs ujj arány

Kevésbé szembetűnő, de jól mérhető ivari különbséget mutató változó a **mutató- és gyűrűsujj hosszaránya (2D-4D)**.



9.1 ábra Az emberi mutatóujj-gyűrűsujj arány ivari dimorfizmusa és az ujjhosszak méréséhez szükséges pontok. (az ábra eredetije: (Zheng and Cohn, 2011) és (Nelson et al., 2006))

Ez a jelleg elsősorban a magzatot az anyaméhben érő hím és női nemi hormonok mennyiségétől/arányától függ (Zheng and Cohn, 2011). Az ujjak fejlődése során nagy szerepe van mind az androgén-, mind az ösztrogén receptoroknak, és ezek a receptorok nagyobb mennyiségben vannak jelen a gyűrűsujj területén. Mivel az androgén serkentőleg hat a porcnövekedésre az ujjakban, míg az ösztrogén gátlólag, ezért a férfiakban az ujjak jobban megnyúlnak, viszont a nagyobb mennyiségű receptornak köszönhetően a gyűrűsujj érzékenyebben reagál a nemi hormonokra, ezért a férfiakban hosszabb lesz, mint a mutatóujj, míg a nőkben rövidebb vagy azzal megegyező hosszúságú (Ábra 1). Ennek megfelelően a férfiak ujjaránya 1 alatti, míg a nőké 1 vagy magasabb. Mivel a születés előtti nemi hormonok mennyisége hatással van a születés utáni fejlődésre is, így az ujjarányoknak jellegzetes fizikai, kognitív, viselkedésbeli és szexuális korrelátumai is megfigyelhetők (Williams et al., 2000; Ferdenzi et al., 2011).

ANYAGOK

Kísérleti állatok és eszközök

A vizsgálat során az alanyaink a gyakorlat résztvevői lesznek, a méréseket kijelölt személyek fogják elvégezni. A testmérések felvétele spárta és mérőszalag segítségével történik, az ujjak hosszát papír, ceruza segítségével és vonalzóval mérjük le. Hangfelvételeket PC-re kapcsolt H4n kézi felvételivel és Sennheiser ME66 puskamikrofonnal készítjük. A hangparaméterek analíziséhez a Praat lingvisztikai szoftvert használjuk, egy speciálisan erre a célra írt szkriptet alkalmazva. Adatgyűjtés papíron történik, az adatelemzést számítógépen, Excel és Instat programokkal végezzük.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat célja

Gyakorlatunk során az embernél előforduló ivari dimorfizmust vizsgáljuk egyes jól mérhető jellegek alapján. Elsődleges kérdésünk, hogy találunk-e különbséget a nemek között az egyes jellegekben, majd azt is megvizsgáljuk, találunk-e összefüggést az egyes nemeken belül olyan jellegekkel, amelyek az egyes egyed minőségéről (nemi hormonok aránya) adhatnak közvetett tájékoztatást.

A gyakorlat lépései

A mért változóink a test bizonyos méretei (testmagasság, váll-derék-csípő arányok, mutatóujj-gyűrűsujj arány stb.), illetve akusztikus paraméterek lesznek (hangmagasság, formáns eloszlás). Ezek sajátosságairól még az adatgyűjtés előtt beszélünk és pontos mérési metódusaikról megegyezünk. Az adatok felvételezése során fontos hogy a változókat alanyonként rögzítsük, mivel ez teszi lehetővé majd korrelációs vizsgálatok elvégzését.

A hangfelvételeket és a hangtani paraméterek elemzését a gyakorlatvezető végzi, ennek során a hallgatók egyesével az előkészített hangfelvétel berendezéshez járulnak, ahol három, 1-2 másodpercig tartott „E” magánhangzót mondanak a mikrofonba. A hang adása során fontos figyelni, hogy a normál beszéd hangmagasságát tartsák, illetve kellő hangerőt alkalmazzanak.

A test méreteinek felvételét egy-egy önkéntes hallgató végzi, akik kellő mértékű gyakorlást követően végzik el a méréseket. A testmagasság mérése cipő nélkül az ajtófélfához állva történik, a fejtető legmagasabb pontjánál mérve, derékszögű vonalzó segítségével. A váll, derék és csípő területet egy kellő hosszúságú spárgával vesszük föl. A váll és a derék a legszélesebb, a derék a legkeskenyebb részén kerül lemérésre. Az ujjak hosszát a jobb kézfej körvonalának megrajzolásával kezdjük, majd a gyűrűs és a mutatóujj tövében található inflexiós pontokat összekötjük. Az így kapott szakaszok felezőpontját az adott ujj csúcspontjával összekötve kapjuk meg az ujjak hosszát (Ábra 1). Az adatokat a gyakorlatvezető által kiadott, számkóddal ellátott adatgyűjtőn rögzíti minden hallgató egyénileg és utólag anonim módon kerülnek bevitelre. Így biztosított a hallgatók személyiségi jogainak védelme és az egy alanytól származó adatok együtt maradása is.

Az összegyűjtött adatokat Excel táblába visszük és összesítjük a korábbi években gyűjtött adatokkal. Ez kellően nagy elemszám elérését teszi lehetővé az elemzés során (illetve akár az egyes évek adatainak összehasonlítását is). A

gyakorlatvezető ezután néhány példán keresztül bemutatja az adatelemzés menetét és az alkalmazandó statisztikai eljárásokat.

Jegyzőkönyv elkészítése

A jegyzőkönyv önálló, egyéni munkában készül a kiadott Excel táblázat adatainak elemzésével és az eredmények értékelésével.

A jegyzőkönyv a következőket kell, hogy tartalmazza:

- **Egy természettudományos vizsgálat lépései** kitöltött, saját példánya
- **Adatlap** kitöltött fejléces példánya (természetesen az adatsort ide nem szükséges felvinni)
- Kapott eredmények:
 - **Rövid bevezető**, amelyben a vizsgálat elméleti háttere kerül összefoglalásra
 - **Kérdések, hipotézisek**
 - **Módszer ismertetése**, a mért változók, mérési eljárások ismertetése
 - **Rövid ismertetés** az összehasonlításokról (használt statisztikai eljárás, mit-mivel hasonlítunk össze)
 - A két csoport összehasonlítása **minden mért változóra** (6 összehasonlítás)
 - **Statisztikák** eredménye (számszerűen, t és p érték valamint szabadsági fok feltüntetésével és szövegesen is egy-két mondatban)
 - Eredmények **grafikus** közlése (Excel oszlopdiagramok)
 - Egyes változók **csoporton belüli** viszonyának vizsgálata (3 választott változó pár, mindkét csoportban. Lehetőleg biológiailag és a kérdésünk szempontjából releváns kapcsolatokat keressünk. Összesen 6 összevetés)
 - **Statisztika eredménye** számokban (p és r érték) és röviden szövegesen leírva
 - Eredmények **grafikus** közlése (szintén Excel, pontdiagramok trendvonal feltüntetésével)
- Eredmények **szöveges értékelése maximum egy oldalon** (amit kaptunk megfelel az elvárásainknak, ha nem miért nem, stb.), biológiai háttér, jelenség lehetséges magyarázatai, további lehetséges vizsgálatok tervezése.

A jegyzőkönyv preferált formája **szövegszerkesztővel készült, nyomtatott, összetűzött** kézirat, de az igényes kézzel elkészített verzió is elfogadható.

9.2. *melléklet* Humán ivari dimorfizmus adatlap

csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	1												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	2												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	3												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	4												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	5												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	6												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	7												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	8												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	9												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	10												
csop	ID	nem	kor	magasság	váll	derék	csípő	2D	4D	F0	F1	F2	F3
	11												

IRODALOM

Braun, M.F., Bryan, A. 2006. Female waist-to-hip and male waist-to-shoulder ratios as determinants of romantic partner desirability. *J. Soc. Pers. Relat.*, 23: 805–819.

Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. 1979. The roaring of red deer and the evolution of honest advertisement. *Behaviour*, 69: 145–170.

Darwin, C. 1874. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* 2nd ed.,

- Eveleth, P.B., Tanner, J.M. 1990. Worldwide variation in human growth 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Fant, G. 1960. Acoustic theory of speech production, Mouton De Gruyter.
- Ferdenzi, C., Lemaître, J.-F., Leongómez, J.D., Roberts, S.C. 2011. Digit ratio (2D:4D) predicts facial, but not voice or body odour, attractiveness in men. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 278: 3551–3557.
- Fisher, R.A. 1930. The genetical theory of natural selection, Clarendon Press.
- Gonzalez, J. 2004. Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *J. Phon.*, 32: 277–287.
- Huber, J.E., Stathopoulos, E.T., Curione, G.M., Ash, T.A., Johnson, K. 1999. Formants of children, women, and men: the effects of vocal intensity variation. *J. Acoust. Soc. Am.*, 106: 1532–42.
- Kanazawa, S., Novak, D.L. 2005. Human sexual dimorphism in size may be triggered by environmental cues. *J. Biosoc. Sci.*, 37: 657–65.
- Krebs, J.R., Davies, N.B. 1993. An introduction to behavioural ecology 3rd ed., Blackwell Science Publishing, London.
- Møller, A.P., Jennions, M.D. 2001. How important are direct fitness benefits of sexual selection? *Naturwissenschaften*, 88: 401–415.
- Nakatsuru, K., Kramer, D.L. 1982. Is sperm cheap? Limited male fertility and female choice in the lemon tetra (pisces, characidae). *Science*, 216: 753–5.
- Nelson, E.C., Manning, J.T., Sinclair, A.G.M. 2006. News Using the length of the 2nd to 4th digit ratio (2D: 4D) to sex cave art hand stencils: factors to consider. *Before Farming*, 1: 1–7.
- Parker, G.A., Baker, R.R., Smith, V.G.F. 1972. The origin and evolution of gamete dimorphism and the male-female phenomenon. *J. Theor. Biol.*, 36: 529–553.
- Partridge, L. 1980. Mate choice increases a component of offspring fitness in fruit flies. *Nature*, 283: 290–291.
- Williams, T.J., Pepitone, M.E., Christensen, S.E., Cooke, B.M., Huberman, A.D., Breedlove, N.J., Breedlove, T.J., Jordan, C.L., Breedlove, M.S. 2000. Finger-length ratios and sexual orientation. *Nature*, 404: 455–456.
- Zahavi, Amotz, Zahavi, Avishag, Zahavi-Ely, N., Ely, M.P. 1997. The handicap principle: A missing piece of Darwin's puzzle, Oxford University Press, USA, New York.
- Zheng, Z., Cohn, M.J. 2011. Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 108: 16289–16294.

10. fejezet - Humán párválasztás vizsgálata 2.

Faragó Tamás

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat célja hogy a hallgatók megismerkedjenek a kérdőíves adatgyűjtés és a megszerzett adatok kiértékelésének mikéntjével. Ez az emberi szexuális preferencia vizsgálatán keresztül történik. Ehhez a Humán ivari dimorfizmus gyakorlaton gyűjtött adatokat használjuk fel. Az elméleti bevezető során a hallgatók megismerkednek a szexuális szelekció mechanizmusaival, a hölgyválasz, illetve a humán párválasztás jellegzetességeivel, valamint a kérdőívek típusaival. A gyakorlati részben a hallgatók közösen konstruálják meg a vizsgálatához szükséges kérdőívet a gyakorlatvezető irányításával. A preferencia vizsgálatához szükséges skálák (férfiasság-nőiesség, dominancia, vonzóság) mellett a hallgatóknak is lehetőségük van mérendő paramétereket javasolni. Ezt követően a gyakorlati részben a hallgatók a korábbi években gyűjtött hangfelvételekből célzottan kiválasztott (ami a legszélesebb körben reprezentálja a két ivart) mintakészletet hallgatják meg és értékelik ki az elkészült kérdőívek segítségével. A kiértékelés során elkészítik az elemzéshez szükséges adattömböt, ami kiegészül a Dimorfizmus gyakorlat során mért adatokkal, majd megvizsgálják a férfi és női preferencia közti különbséget, illetve a skálákon kapott értékek összefüggését a mért hangtani és testi paraméterekkel.

BEVEZETÉS

Elméleti áttekintés

Ahogy az előző fejezetben láhattuk, az ivari dimorfizmus kialakulásának egyik fő hajtómotorja lehet a **párválasztás során mutatott preferencia bizonyos jellegekre**, illetve a **nemen belüli versengés**. Természetesen a két jelenség összefügghet egymással, hiszen azok a jellegek, amelyek a nemen belüli versengés során előnyösek, egyaránt lehetnek a másik nem által preferáltak. Mind a szexi-fiú, mind a jó gén elmélet értelmében előnyös lehet ezeket a jelleget preferálni, mivel jó indikátorai lehetnek a minőségnek és garantálhatják a sikeres utódokat. Bár az **ember esetében is megfigyelhetők a kultúrától független preferenciák** a párválasztásban mind a férfiak mind a nők körében, a **férfiak közti kompetíció jelentőségére is találunk utalásokat**. A fokozottabb agresszió más férfiakkal szemben, a dús arcszőrzet (szakáll és szemöldök) megjelenése, illetve a mély alaphérfrekvencia és alacsony formáns pozíciók a hang spektrumában mind szoros korrelációt mutatnak a tesztoszteron mennyiségével és ezek a jellegek kevés hasznót hajthattak a mindennapi életben (pl. vadászat) során (Puts, 2010).

A választás során a jó **genetikai minőség indikátora lehet a kórokozókkal szemben mutatott ellenálló képesség, a test szimmetriája**, illetve az androgén-függő jellegek, és ezeknek mind lehetséges jól érzékelhető megnyilvánulása, ami kulcsként használható a párválasztás során. Az immunrendszer egyik fontos, öröklött jellemzője, ami fontos szerepet játszhat a párválasztásban, az úgynevezett **major hisztokompatibilitási komplex (MHC)**. Ezek olyan genetikai régiók amelyek minél nagyobb változatosságot mutatnak, annál hatékonyabb védekezést tesznek lehetővé a kórokozók széles skálájával szemben. Így a párválasztás során **előnyös lehet olyan partnert találni, ami a lehető legtöbb allélban mutat eltérést az egyed saját MHC-itől** (Roberts and Little, 2008). A preferencia kialakulását az teszi lehetővé, hogy **az MHC-k megjelennek a testszagban**, így nem tudatos szinten, de befolyásolhatják a párválasztást. Ezt támasztja alá, hogy a **párkapcsolatban élő emberekben a felek közt lényegesen nagyobb az MHC allélok különbözősége mint véletlenszerűen kiválasztott párok esetében** (Chaix et al., 2008). Az **androgén hormonok által befolyásolt jellegek** (pl. izmoltság, testméret) szintén a fizikai fenyegetésekkel szembeni védekezőképességről adhatnak képet, viszont mivel ezek a hormonok gátolják az immunrendszer működését, itt a férfiasabb jellegek viselői rosszabb kórokozók elleni védekezőképességgel rendelkeznek. Ezt az ellentmondást talán a handicap elmélet oldhatja föl, hiszen a jó fizikai állapotban lévő, nagymennyiségű hím nemi hormonnal rendelkező egyedek akkor lesznek sikeresek, ha képesek a gátolt immunrendszer ellenére is életben maradni. Végül az úgynevezett **fluktuáló aszimmetria** mértéke kapcsolatba hozható a potenciálisan káros mutációkkal terheltbb genetikai háttérrel, így a szimmetrikusabb jellegekre mutatott preferencia szintén jobb génállományt biztosíthat az utódoknak. Ennek megfelelően kimutatható, hogy a **nők**

előnyben részesítik a férfiasabb megjelenésű, nagyobb szimmetriát mutató férfiakat mind külső megjelenésük, mind testszaguk és hangjuk alapján.

A következőkben végigvesszük, hogy milyen könnyen mérhető fizikai paraméterek ismertek, amelyekre preferenciát mutatnak valamelyik nem tagjai az embernél.

Testméret

Azokban a fajokban, ahol jelentős méretkülönbség lehet az egyik nemen belül és szembevető ivari dimorfizmust találunk a testméretben, elsősorban az adott nemen belüli kompetíció lesz az első gyanús háttérmechanizmus ami eszünkbe jut. Viszont könnyedén **lehet alanya a másik nem preferenciájának a testmagasság vagy testsúly, ami általában össze indikátora a fizikai erőnek, illetve a forrásmegtartó képességnek** (resource-holding potential) (McElligott et al., 2001). Általában elmondható, hogy a dimorf fajokban ahol a hímek a nagyobb testűek, jellemző a nőstények körében a preferencia a megtermettebb hímekre, viszont ezt befolyásolhatja a relatív méret is, illetve bonyolíthatja a képet, hogy **a hímek is mutathatnak méret preferenciát, de nem feltétlenül azonos módon**. Például egy fogasponty fajnál (*Brachyrhaphis rhabdophora*) kimutatható, hogy a nőstények preferálják a nagyobb hímeket a kisebbekkel szemben, viszont a hímek természetben magukhoz hasonló nőstényeket részesítik előnyben (Basolo, 2004). A fűrgye gyík (*Lacerta agilis*) esetében viszont a nőstények esetében nincs kimutatható preferencia, míg a hímek inkább választanak partnerül nagyobb testű nőstényeket. Mivel a nagyobb nőstények termékenysége is nagyobb, így a testméret preferencia egyértelmű reprodukzív siker növekedéssel járhat (Olsson, 1993).

Női preferencia magasabb férfiakra

Az ember esetében is kimutatható kapcsolat a testmagasság és a szaporodási siker között (Pawlowski et al., 2000), bár adódhatnak kulturális és környezeti különbségek, amik nagyban befolyásolhatják ezt (Salska et al., 2008). A nyugati társadalmakra jellemző, hogy **a magasabb férfiak sikeresebbek, magasabb szocioökonómiai státuszú érhetnek el, és kimutathatóan több utódot is nemzenek** (Pawlowski et al., 2000) (igaz, nem feltétlenül egy anyától: Mueller & Mazur (2001). Ennek oka kereshető a női preferenciában, ami egyrészt előnyben részesítheti a magasabb férfiakat, de ugyanilyen hatással jár, ha az alacsonyabbak szenvednek hátrányt a párválasztás során. Ezt erősíti az a megfigyelés, hogy **a nők erősebb preferenciát mutatnak a magasabb férfiakra az ovulációjuk környékén, de kifejezetten rövidtávú (akár párkapcsolaton kívüli) kapcsolat kialakítása céljából** (Pawlowski and Jasienska, 2005).

Érdekes módon **a férfiaknál csak relatív preferencia figyelhető meg**, azaz maguknál alacsonyabb partnereket keresnek (Swami et al., 2008), bár bizonyos kultúrákban kimutatható összefüggés a női testmagasság és a fitness között, a magasabb férfiak itt is nagyobb eséllyel házasodhatnak (de természetesen ez nem garantálja a nagyobb gyermekáldást) (Sear, 2006). Az, hogy a férfiak kevés figyelmet fordítanak a női testmagasságra nem meglepő, figyelembe véve, hogy az kevésbé függ össze a reprodukzív potenciállal, sőt trade-offban lehet vele mivel az extrém magasságok komoly egészségügyi problémákkal járhatnak együtt (Nettle, 2002).

Testarányok

Gyakran megfigyelhető, hogy elsősorban nem a testméret, hanem a test egyes tájai, illetve az egyes testrészek egymáshoz viszonyított aránya az, ami minőségjelzőként funkcionálhat a másik nem számára. A dedikált minőségjelzőket, amik a szexuális szelekció során a másik nem preferenciájának köszönhetően alakulnak ki **ornamentumoknak** nevezzük. Tipikusan ilyen például a kardfarkú halak (*Xiphorhynchus spp.*) névadó jellegzetessége. A farkúszó alsó néhány sugara megnyúlik a hímeknél, és ez minél hosszabb kardnyúlványt formál, annál preferáltabb az adott hím a nőstények körében (Basolo, 1990a). Érdekes viszont, hogy a nőstények által mutatott preferencia hamarabb megjelent az evolúció során, mint maga a kardnyúlvány. A kardfarkú halak közeli rokonaiban nem jelenik meg ez a jelleg, ami arra utal, hogy a kardtalanság az ősi állapot, viszont egy kardtalan faj a platti (*X. maculatus*) nőstényei preferenciát mutatnak a mesterséges kardnyúlvánnyal felszerelt hímekre (Basolo, 1990b). Így feltételezni hogy a nőstény preferencia előbb létrejött mint a kardnyúlvány még mindig parszimonikusabb, mint az a lehetőség hogy az ősi kardnyúlvány egy pontján az evolúciónak elveszett, majd ismét megjelent egy új mutációnak köszönhetően, miközben a nőstény preferencia fennmaradt változatlanul.

Testarány preferencia az embernél

Az embernél, **sok más egyéb mellett a testalaknak lehet kitüntetett szerepe** a párválasztásban. Mindkét nem mutat jellegzetes preferenciát egyes testarányokra, bizonyos szintig kultúrától független módon. **Nők esetében a derék-csípő arány** (a mellméret mellett) jelentős hatást gyakorol a férfiak párválasztására (Singh and Young, 1995). A legvonzóbbnak és hosszú távú kapcsolatra leginkább alkalmasnak a **0,7 körüli** aránnyal rendelkező nők bizonyultak több vizsgálatban is, viszont ezt is befolyásolhatják kulturális és környezeti hatások (Wetsman and Marlowe, 1999; Pettijohn and Jungeberg, 2004). Ennek a jellegnek a fontossága világos lehet, ha arra gondolunk, hogy egyrészt a széles csípő megkönnyítheti a szülést, másrészt a zsírtartalékok jelentős része a nők csípő és fartájéki depóiban tárolódik, így a derék-csípő arány jó indikátora lehet a tápanyag-ellátottságnak. Ráadásul a nőkre jellemző arány a serdülőkorban alakul ki és a menopauza idején eltűnik, így a termékenység jelzőjeként is jelentkezhet (Henss, 2000).

A **férfiaknál** nincs jelentős különbség a derék és a csípő körméretében, viszont a váll szélessége, a felsőtest izomzata jelentős minőség indikátor lehet. Ennek megfelelően a nők a **derék-váll arány** lehet hatással a párválasztás során. A nők kimutathatóan vonzóbbnak értékelik a mezomorf, **0,6 körüli** derék-váll aránnyal rendelkező férfiakat (Dixson et al., 2003), **viszont leginkább csak rövidtávú kapcsolatra** alkalmasnak értékelik az alacsonyabb arányt mutató potenciális partnereket (Braun and Bryan, 2006). Ennek oka valószínűleg abban keresendő, hogy (hasonlóan a testmagassághoz) a szélesebb váll, erőteljesebb felsőtest összefüggésben áll a magasabb férfi nemi hormonokkal, ami jó kompetitív képességeket, illetve jó géneket indikál, viszont emeli a valószínűségét a dezertálásnak és az agresszióknak, ezért hosszú távú kapcsolatra kevésbé teszi alkalmassá ezeket a férfiakat.

Hang

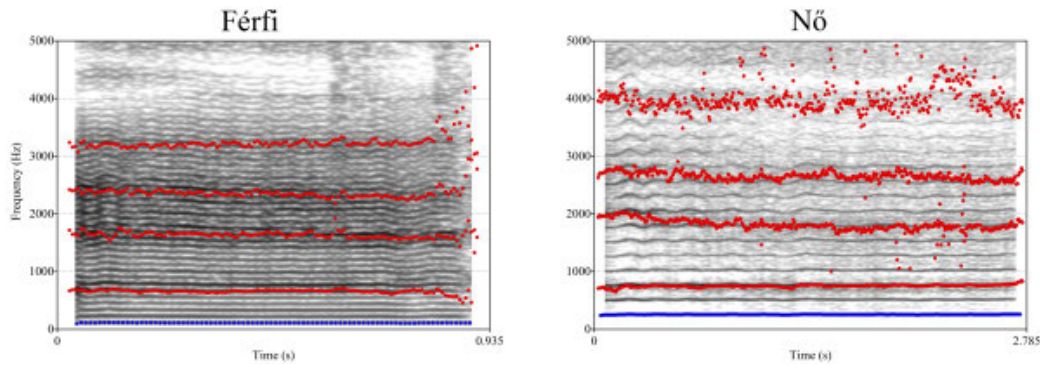
A hangképző szervek anatómiai sajátosságainak köszönhetően számos, a vokalizációban érzékelhető **akusztikai paraméter hordozhat információt a hangadó minőségéről** és egyedi sajtságairól (Taylor and Reby, 2010). Egyrészt, mivel az alaphérfkvencia jellemzői főként a gége és a hangszalagok morfológiájától függnék, amit viszont befolyásolhatnak a nemi hormonok, ezért ez jó indikátora lehet a hím minőségnek, kompetitív képességnek és áttételesen a dominancia státuszának (Vannoni and McElligott, 2008). Ráadásul, a normál hangképzéshez a hangszalagok szinkronizált működése szükséges, így **bármilyen jelentősebb aszimmetria, ami kialakul az egyedfejlődés során, jól érzékelhető irregularitásokat okozhat a hangban**. Ennek köszönhetően az alaphérfkvenciában megjelenő zajosságok a fluktuáló aszimmetria mértékéről informálhatják a potenciális partnert jelezve annak a hangadó genetikai minőségét (Fitch et al., 2002; Hughes, 2002). Másrészt, mivel a **hangút hossza általában szoros összefüggésben van a testmérettel**, így a formánsok eloszlása a spektrumban mint **testméret indikátor funkcionálhat**, ami mint korábban láttuk, szintén fontos jelzője az egyed minőségének. Gímszarvasok (*Cervus alephus*) esetében jól kimutatható, hogy a szaporodási időszakban a bögések hordozta méret információt érzékelik és felhasználják más bikák annak eldöntésére, hogy érdemes-e harcra kihívni a hangadó bikát (Reby et al., 2005), illetve a tehének erőteljes, felülről nyitott preferenciát mutatnak a nagyobb hangzó bikákra (Charlton et al., 2007). Harmadrészt, a képzett hang ereje, hossza, illetve hogy az egyed milyen kitartóan képes vokalizálni, szintén jó jelzője lehet a fizikai állapotnak és a dominanciának (Kitchen et al., 2003; McComb, 1991).

Az emberi hang preferált jellemzői

Az embernél szintén kimutatható az egyes hangparaméterek jelentősége a párválasztásban. A **női hangban a férfiak azokat a paramétereket preferálják, amik első sorban a fiatalabb korral hozhatók összefüggésbe**: vonzóbbnak találják a magasabb alaphérfkvenciával és formánsokkal rendelkező hangokat (Ábra 1), és ezeket a nőket a hangtól függetlenül kép alapján is vonzóbbnak értékelik (Collins, 2003). Ráadásul úgy tűnik, hogy a nő menstruációs ciklusa befolyásolhatja a férfiak ítéletét. Ugyanannak a nőnek a hangját jobban preferálják, ha az éppen az ovuláció környékén jár, azaz megtermékenyíthető lehet (Pipitone and Gallup Jr., 2008; Nathan Pipitone and Gallup, 2012). Mind az ösztrogén, mind a progeszteron hatással van a nyálkahártyák sejteire, és ezen keresztül megváltoztathatják a hangszalagok fizikai tulajdonságait, ezzel befolyásolva a képződő hangot, ami tetten érhető az alaphérfkvencia megemelkedésében (Bryant and Haselton, 2009).

A **női preferencia**, nem meglepő módon, a férfihang hím nemi hormonok által befolyásolt jellemzőire jelenik meg. **Magasabb tesztoszteron szint elsősorban mélyebb alaphérfkvenciát eredményez**, a formánsok helyzetét kevésbé befolyásolja (Evans et al., 2008), viszont ez utóbbiak is hathatnak a nők párválasztására (Ábra 1). Mivel a felnőttkori beszédhang kialakulása során a gége lesüllyedését a tesztoszteron szint megemelkedése váltja ki, így

az alacsonyabb helyzetű formánsok inkább a szexuális érettséget jelezhetik. Azok a férfihangok amelyekben mindkét paraméter alacsonyabb, férfiasabbnak, dominánsabbnak, nagyobb termetű és idősebb férfihoz tartozónak hatnak a nők számára (Feinberg et al., 2005), és vonzóbbnak is találják azokat (Hughes et al., 2004; Re et al., 2012). Ráadásul **a mélyebb alapfrekvenciájú férfiaknak kimutathatóan ténylegesen nagyobb a szaporodási sikere** (Apicella et al., 2007). Itt is megjelenik azonban a női nemi hormonok befolyásoló hatása. Csakúgy mint az előzőekben, itt is a megtermékenyíthető időszakban a nők erősebb preferenciát mutatnak a magasabb tesztoszteron szinthez köthető jellegekre: vonzóbbnak találják a mélyebb hangú férfiakat, de leginkább rövidtávú kapcsolatra alkalmasnak (Puts, 2005; Hughes et al., 2004).



10.1. ábra A férfi és női hang párválasztásban fontos paraméterei: az alapfrekvencia (kék) és az első négy formáns frekvencia (piros).

ANYAGOK

Kísérleti állatok és eszközök

A vizsgálat során az alanyaink a gyakorlaton résztvevő hallgatók lesznek. A hangvisszajátszáshoz használt 15-15 női és férfi hangmintát a korábbi évek során gyűjtött hangadatbázisból választjuk ki, oly módon hogy a teljes varianciát reprezentálja. Az egyes hangadók paraméterei (testmagasság, váll, derék, csípő körméret, 2D4D hosszak, alapfrekvencia, formáns diszperzió) ismertek, és ezeket fogjuk vizsgálni, hogyan befolyásolják a hangok értékelését. Az adatgyűjtéshez használt kérdőíveket a gyakorlat során készítjük el. Adatgyűjtés papíron történik, az adatelemzést számítógépen, Excel és Instat programokkal végezzük.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat célja

A gyakorlat során a férfi és női párválasztási preferenciát vizsgáljuk. Elsődleges kérdésünk, hogy befolyásolják-e azt hogy mennyire találunk a férfiak és nők vonzónak egy hangot annak akusztikai paraméterei illetve a hangadó egyed egyéb testi jellegei mutatnak-e ezzel bármilyen összefüggést.

A mért változóink a gyakorlaton résztvevő hallgatók szubjektív értékeléséből kapott skálaváltozók lesznek. 0 és 10 közötti skálán mérjük mennyire találják vonzónak az adott hangot, illetve kialakítunk férfiasság-nőiesség, illetve esetlegesen dominancia skálákat is. Rögzítjük az értékelő nemét és korát. Ezeken kívül lehetőség van arra is hogy a hallgatók által javasolt változókat is hozzáadjuk a kérdőívekhez.

A hangvisszajátszást a gyakorlatvezető végzi, majd összesíti a kérdőíveken kapott eredményeket. Ezt összeszerkesztve a hangtani paraméterekkel és a hangadók adataival, illetve a korábbi évek kérdőíves adataival, végül kiadja a hallgatóknak, akik önállóan számolják ki a statisztikai elemzéshez szükséges adatokat. A statisztikai elemzés során egyrészt összehasonlítjuk a férfiak és nők által adott válaszokat csoport szinten, illetve kiszámoljuk az egyes hangokra adott értékeléseket, és lineáris regresszió segítségével megvizsgáljuk hogy az így kapott adatokat hogyan befolyásolják a hangadók különböző paraméterei.

Jegyzőkönyv elkészítése

A jegyzőkönyv önálló, egyéni munkában készül a kiadott Excel táblázat adatainak elemzésével és az eredmények értékelésével.

A jegyzőkönyv a következőket kell, hogy tartalmazza:

- Egy természettudományos vizsgálat lépései kitöltött, saját példánya
- Adatlapon kitöltött fejléces példánya (természetesen az adatsort ide nem szükséges felvinni)
- Kapott eredmények:
 - Rövid bevezető, amelyben a vizsgálat elméleti háttere kerül összefoglalásra
 - Kérdések, hipotézisek
 - Módszer ismertetése, a mért változók, mérési eljárások ismertetése
 - Rövid ismertetés az összehasonlításokról (használt statisztikai eljárás, mit-mivel hasonlítunk össze)
 - A két csoport összehasonlítása minden mért változóra
 - Statisztikák eredménye (számszerűen, t és p érték valamint szabadsági fok feltüntetésével és szövegesen is egy-két mondatban)
 - Eredmények grafikus közlése (Excel oszlopdiagramok)
 - Egyes változókat hogyan befolyásolják a hangtani és egyéb ivari dimorfizmust mutató paraméterek a csoportokon belül
 - Statisztika eredménye számokban (p és r érték) és röviden szövegesen leírva
 - Eredmények grafikus közlése (szintén Excel, pontdiagramok trendvonal feltüntetésével)
- Eredmények szöveges értékelése maximum egy oldalon (amit kaptunk megfelel az elvárásainknak, ha nem miért nem, stb.), biológiai háttér, jelenség lehetséges magyarázatai, további lehetséges vizsgálatok tervezése.

A jegyzőkönyv preferált formája szövegszerkesztővel készült, nyomtatott, összetűzött kézirat, de az igényes, kézzel elkészített verzió is elfogadható.

10.1. melléklet Dimorfizmus gyakorlat kérdőív minta

A kitöltő

Neme: nő / férfi

Szexuális orientációja (nem kötelező):

Életkora:év

Mennyire jellemző a hallott hangra hogy

egyáltalán nem

nagyon

Hangminta1:

a) Vonzó 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

b) Domináns 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

nőies

férfias

0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

Hangminta2:

a) Vonzó 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

b) Domináns 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

nőies

férfias

0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

Hangminta3:

a) Vonzó 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

b) Domináns 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

nőies

férfias

0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

Hangminta4:

a) Vonzó 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

b) Domináns 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

nőies

férfias

0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 --- 10

IRODALOM

- Apicella, C.L., Feinberg, D.R., Marlowe, F.W. 2007. Voice pitch predicts reproductive success in male hunter-gatherers. *Biol. Lett.*, 3: 682–4.
- Basolo, A.L. 1990a. Female preference for male sword length in the green swordtail, *Xiphophorus helleri* (Pisces: Poeciliidae). *Anim. Behav.*, 40: 332–338.
- Basolo, A.L. 1990b. Female preference predates the evolution of the sword in swordtail fish. *Science*, 250: 808–10.
- Basolo, A.L. 2004. Variation between and within the sexes in body size preferences. *Anim. Behav.*, 68: 75–82.
- Braun, M.F., Bryan, A. 2006. Female waist-to-hip and male waist-to-shoulder ratios as determinants of romantic partner desirability. *J. Soc. Pers. Relat.*, 23: 805–819.
- Bryant, G.A., Haselton, M.G. 2009. Vocal cues of ovulation in human females. *Biol. Lett.*, 5: 12–5.
- Chaix, R., Cao, C., Donnelly, P. 2008. Is mate choice in humans MHC-dependent? *PLoS Genet.*, 4: e1000184.
- Charlton, B.D., Reby, D., McComb, K. 2007. Female red deer prefer the roars of larger males. *Biol. Lett.*, 3: 382–5.
- Collins, S.A. 2003. Vocal and visual attractiveness are related in women. *Anim. Behav.*, 65: 997–1004.
- Dixon, A.F., Halliwell, G., East, R., Wignarajah, P., Anderson, M.J. 2003. Masculine somatotype and hirsuteness as determinants of sexual attractiveness to women. *Arch. Sex. Behav.*, 32: 29–39.
- Evans, S., Neave, N., Wakelin, D., Hamilton, C. 2008. The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males. *Physiol. Behav.*, 93: 783–8.
- Feinberg, D.R., Jones, B.C., Little, A.C., Burt, D.M., Perrett, D.I. 2005. Manipulations of fundamental and formant frequencies influence the attractiveness of human male voices. *Anim. Behav.*, 69: 561–568.
- Fitch, W.T., Neubauer, J., Herzel, H. 2002. Calls out of chaos: the adaptive significance of nonlinear phenomena in mammalian vocal production. *Anim. Behav.*, 63: 407–418.
- Henss, R. 2000. Waist-to-hip ratio and female attractiveness. Evidence from photographic stimuli and methodological considerations. *Pers. Individ. Dif.*, 28: 501–513.
- Hughes, S. 2002. The sound of symmetry Voice as a marker of developmental instability. *Evol. Hum. Behav.*, 23: 173–180.
- Hughes, S., Dispenza, F., Gallup Jr., G.G. 2004. Ratings of voice attractiveness predict sexual behavior and body configuration. *Evol. Hum. Behav.*, 25: 295–304.
- Kitchen, D.M., Seyfarth, R.M., Fischer, J. 2003. Loud calls as indicators of dominance in male baboons (*Papio cynocephalus ursinus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 53: 374–384.
- McComb, K. 1991. Female choice for high roaring rates in red deer, *Cervus elaphus*. *Anim. Behav.*, 41: 79–88.
- McElligott, A.G., Gammell, M.P., Harty, H.C., Paine, D.R., Murphy, D.T., Walsh, J.T., Hayden, T.J. 2001. Sexual size dimorphism in fallow deer (*Dama dama*): do larger, heavier males gain greater mating success? *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 49: 266–272.
- Mueller, U., Mazur, A. 2001. Evidence of unconstrained directional selection for male tallness. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 50: 302–311.
- Nathan Pipitone, R., Gallup, G.G. 2012. The Unique Impact of Menstruation on the Female Voice: Implications for the Evolution of Menstrual Cycle Cues. *Ethology*, 118: 281–291.

- Nettle, D. 2002. Women's height, reproductive success and the evolution of sexual dimorphism in modern humans. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 269: 1919–23.
- Olsson, M. 1993. Male preference for large females and assortative mating for body size in the sand lizard (*Lacerta agilis*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 32: 337–341.
- Pawlowski, B., Dunbar, R.I.M., Lipowicz, A. 2000. Tall men have more reproductive success. *Nature*, 403: 156.
- Pawlowski, B., Jasienska, G. 2005. Women's preferences for sexual dimorphism in height depend on menstrual cycle phase and expected duration of relationship. *Biol. Psychol.*, 70: 38–43.
- Pettijohn, T.F., Jungeberg, B.J. 2004. Playboy Playmate curves: changes in facial and body feature preferences across social and economic conditions. *Personal. Soc. Psychol. Bull.*, 30: 1186–97.
- Pipitone, R.N., Gallup Jr., G.G. 2008. Women's voice attractiveness varies across the menstrual cycle. *Evol. Hum. Behav.*, 29: 268–274.
- Puts, D.A. 2010. Beauty and the beast: mechanisms of sexual selection in humans. *Evol. Hum. Behav.*, 31: 157–175.
- Puts, D.A. 2005. Mating context and menstrual phase affect women's preferences for male voice pitch. *Evol. Hum. Behav.*, 26: 388–397.
- Re, D.E., O'Connor, J.J.M., Bennett, P.J., Feinberg, D.R. 2012. Preferences for very low and very high voice pitch in humans. *PLoS One*, 7: e32719.
- Reby, D., McComb, K., Cargnelutti, B., Darwin, C.J., Fitch, W.T., Clutton-Brock, T.H. 2005. Red deer stags use formants as assessment cues during intrasexual agonistic interactions. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 272: 941–7.
- Roberts, S.C., Little, A.C. 2008. Good genes, complementary genes and human mate preferences. *Genetica*, 132: 309–21.
- Salska, I., Frederick, D. a., Pawlowski, B., Reilly, A.H., Laird, K.T., Rudd, N. a. 2008. Conditional mate preferences: Factors influencing preferences for height. *Pers. Individ. Dif.*, 44: 203–215.
- Sear, R. 2006. Height and reproductive success. *Hum. Nat.*, 17: 405–418.
- Singh, D., Young, R.K. 1995. Body weight, waist-to-hip ratio, breasts, and hips: Role in judgments of female attractiveness and desirability for relationships. *Ethol. Sociobiol.*, 16: 483–507.
- Swami, V., Furnham, A., Balakumar, N., Williams, C., Canaway, K., Stanistreet, D. 2008. Factors influencing preferences for height: A replication and extension. *Pers. Individ. Dif.*, 45: 395–400.
- Taylor, A.M., Reby, D. 2010. The contribution of source-filter theory to mammal vocal communication research. *J. Zool.*, 280: 221–236.
- Vannoni, E., McElligott, A.G. 2008. Low frequency groans indicate larger and more dominant fallow deer (*Dama dama*) males. *PLoS One*, 3: e3113.
- Wetsman, A., Marlowe, F.W. 1999. How Universal Are Preferences for Female Waist-to-Hip Ratios? Evidence from the Hadza of Tanzania. *Diabet. Med.*, 16: 793–796.

11. fejezet - Hogyan befolyásolja egy nőstény nyúl gátmérete a dominancia rangsorban betöltött pozícióját?

Altbäcker Vilmos
Bánszegi Oxána

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat célja, hogy a hallgatók tapasztalatot szerezzenek élő állatokkal való kísérletes munkában. Megtanulják, hogyan kell egy állatot – e vizsgálat esetében üregi nyulat – megfogni, különböző morfológiai változóit mérni, viselkedését tesztelni. Tapasztalatot szerezzenek egy valós kísérlet megtervezésében, kivitelezésében és értékelésében. Az elméleti háttér során a hallgató megismeri az endokrin rendszer egyik fontos organizáló hatását, a születés előtti hormonális hatások jelentőségét, a hormonok morfológiát és viselkedést befolyásoló hosszú távú hatásait. A gyakorlat során a hallgatók különböző morfológiájú és viselkedésű nyulakat fognak megfigyelni és viselkedésük alapján értékelik szociális rangsorban elfoglalt helyzetüket. A viselkedési tesztek során a hallgatók megtanulják az adatkezelés és adatgyűjtés szabályait, továbbá a tesztek után az adatok megfelelő elemzését és kiértékelését. Az adatokat számítógépen fogják feldolgozni az instat statisztikai program megismerésével, továbbá a gyakorlat végére az adatok grafikus prezentálását is kivitelezik az Excel program segítségével.

BEVEZETÉS

Hormonok és viselkedés

A **neuroendokrin rendszer**, mely az idegrendszer (neuro) és a belső elválasztású mirigyek (endokrin) rendszere és együttesen szabályozza a test működését. Az idegrendszer és az endokrin rendszer nem különíthető el élesen egymástól. Egyrészt, mivel az endokrin rendszer az idegrendszer kontrollja alatt áll, másrészt hormonként is funkcionáló anyagok az idegrendszer jelátvivő anyagai is egyben (neurotranszmitterek, pl.: adrenalin). Az **endokrin rendszer olyan mirigyek rendszere, melyek közvetlenül a véráramba vagy a szövetek közötti folyadékba választanak ki hormonokat**, melyek igen kis mennyiségben, a szervezet távoli részén is képesek befolyásolni az ottani specifikus szövetek működését, anyagcseréjét.

A hormonoknak **organizációs és aktivációs hatásuk** is van. Organizációs hatás során a szervek fejlődését befolyásolják és hatásuk lehet hosszú távú és visszafordíthatatlan. Aktivációs hatásuk révén pedig már a kifejlett szervek működét befolyásolják.

Prenatális, méhen belüli hormonális hatások

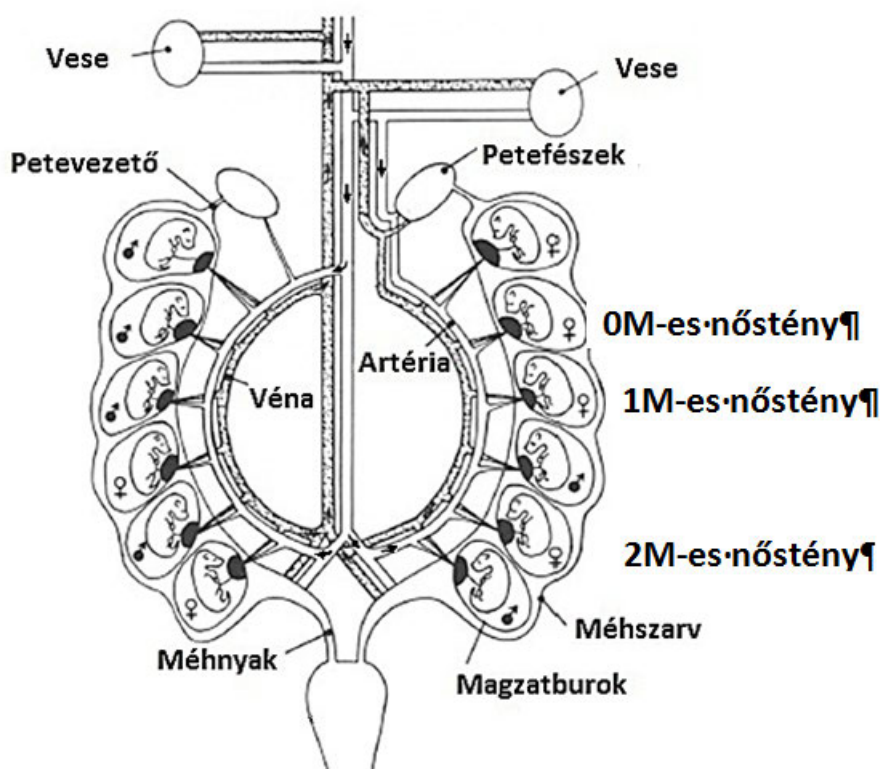
Egyszerre több utódot ellő emlősöknél, az egy almon belül az azonos nemű egyedek, morfológiájukban és viselkedésükben is igen eltérhetnek egymástól. Ezek a különbségek nemcsak a genetikai háttérnek köszönhetőek, az egyedfejlődés során alakulnak ki. Az anyaméhben több különböző hatás éri a fejlődő embriót a méhlepényen keresztül. A **prenatális**, vagyis születés előtti hatások közül kiemelkedően fontosak a hormonok, mivel nagymértékben befolyásolják a magzat későbbi morfológiáját és viselkedését. A **hormonális imprinting** (bevésődés) lényege, hogy a megfelelő időben kis mennyiségű hormon is hosszú távú és visszafordíthatatlan változásokat idéz elő. Az **ivari differenciációban**, azaz a szexuális bélyegek morfológiai jegyeinek kialakulásában a nemi hormonok játsszák a legjelentősebb szerepet és a nemi hormonok közül a tesztoszteronnak van kitüntetett szerepe.

Az utód genetikai neme a megtermékenyítéskor eldől. Azonban, az, hogy morfológiailag hím vagy nőstény lesz, az a magzati korban differenciálódó ivari traktusok alapján alakul ki. A szexuális differenciáció nagyban függ a magzatra ható hím nemi jelleget befolyásoló hormonoktól, **androgénektől**. Az agy alapállapota, és a genitáliák fejlődése is alapvetően női irányba halad. A hím ivarmirigy kifejlődéséhez az Y kromoszómán található egyik gén

terméke nélkülözhetetlen. Ennek a fehérjének a hatására zárulnak a hámgerendák csövekké a gonadtelepben és indul el a herék kialakulása. A fejlődő here által termelt androgének –melyek közül a legfontosabb a tesztoszteron-hatására alakulnak ki a nemi különbségek. Az androgének befolyásolják a genitáliák további fejlődését is, hatásukra anti-Müller hormon termelődik, mely a Müller-vezetékben sejtpusztulást indít meg. Ezzel párhuzamosan a Wolf-cső differenciálódik ondóvezetővé, mellékherévé. Ha nem alakul ki, vagy nem fejlődik ki megfelelően a here, akkor androgének sem termelődnek és a Müller-cső tovább fejlődik a női irányba, petevezetővé, méhvé, vaginává.

A **tesztoszteron**, vagy annak valamelyik metabolitja hat a központi idegrendszer azon részeire, amelyek a későbbi szexuális viselkedésért felelősek. A hímek magzati fejlődésük alatt korábban és nagyobb mennyiségben kezdik termelni a tesztoszteront, mint a nőtények. A hím magzatok tesztoszteront termelve a méhen belüli fejlődésük egy bizonyos szenzitív időszakában befolyásolják a saját fejlődő agyuk ivari differenciálódását, és a tesztoszteron termelődése az ivari differenciálódás napján éri el a csúcst. A fejlődő magzatot ért tesztoszteron mennyisége alapvető fontosságú, és a hatása hosszú távú lehet.

A tesztoszteron azonban kis molekula révén képes átdiffundálni a magzatburkon és a magzatvízen, így az, hogy egy magzat milyen ivarú egyedek között helyezkedik el a méhszarvban, befolyásolja, hogy mennyi, a szomszédok által termelt tesztoszteron éri. Ennek következményeként az egyszerre többet ellő emlősök (beleértve az embereket is) esetében egy utód **méhen belüli pozíciója** (Intrauterine Position - IUP), úgymond magzati szomszédsága, számos fenotípusos eltérést eredményezhet. A közvetlen hím szomszéd hatás („contiguous male hypothesis”) hipotézis szerint, a tesztoszteron a magzatburkon és magzatvízen keresztül átdiffundálva a hím magzat közvetlen szomszédjaira hat. Azok a nőtények, melyek két hím között fejlődnek a méhben (2M-es nőtények), nagyobb mennyiségű tesztoszteronnak vannak kitéve, erőteljesebb maszkulinizációt mutatnak fejlődésük későbbi szakaszaiban, mint azok a nőtények, amelyeknek csak egy hím szomszédja van (1M-es nőtények), vagy amelyeknek egyáltalán nincs (0M-es nőtények).



11.1. Kép Egér méhszarv és méh keringésének sematikus ábrája, a benne fejlődő embriókkal. A nyilak a vér áramlásának irányát mutatják. Az artéria és véna hurkot képez. Mind a petefészek, mind a méhszárj felől érkezik artériás vér a fejlődő magzatokhoz, biztosítva azok vérellátását és mindkét irányba távozik vénás vér

Fiziológia, morfológia, viselkedés

A felnőttkori viselkedésbeli változatosság annak is lehet a következménye, hogy az egyedek már magzati korban eltérő fiziológiával rendelkeznek: **emlősök esetében a hím magzatoknak magasabb a vérplazma tesztoszteron szintje, mint a nőstényeknek.** Házi egerek és mongol futóegerek esetében a nőstények közt is találtak különbséget a vérük és magzatvizük tesztoszteron koncentrációjában, attól függően, hogy mennyi közvetlen hím szomszédjuk volt a méhen belül. **A 2M-es nőstény magzatoknak magasabb a tesztoszteron koncentráció a vérében és a magzatvizében, mint a 0M-es magzatoknak**, és ez a különbség felnőtt korra is megmaradhat.

A tesztoszteronra való érzékenységbeli különbség számos faj esetében megtalálható a 0M és 2M-es nőstények közt. Azok a nőstények (házi egerek és patkányok), amelyeket embrionális korban – akár szomszédos hím embriótól, akár külsőleg adagolt – extra tesztoszteron hatás ért, az ivaréret követően, tesztoszteron kezelés hatására, sokkal gyorsabban és intenzívebben reagálnak. Hamarabb válnak agresszívvé, előbb kezdeményeznek harcot, többet üldözik és harapják társaikat.

Egy állat méhen belüli szomszédsága sok esetben hatással van a központi idegrendszerének bizonyos részeire, és – akár ezen keresztül – hatással lehet számos viselkedési formára is. A prenatális extra tesztoszteron hatására a nőstényekre jellemző párzási viselkedési minták (pl.: lordosis-pozíció) mutatása is lecsökken, és inkább a hímekre jellemzőket mutatják, például másik nősténnyel próbálnak párizni.

Több rágcsláló fajnál leírták, hogy a **2M-es nőstények ivaréretése később** következik be, mint 0M-es nővéreiké. Továbbá a 2M-es nőstények **nehezebben és később vemhesülnek**, kevesebb életképes almot hoznak világra életük során, **almaik mérete kisebb és azokban az ivararány a hímek felé van eltolódva**. A 0M-es nőstény házi egerek attraktívabbak a hímek számára, azok szívesebben párzanak velük, mint a 2M-es nőstényekkel. Ez a vonzalom részben a szaganyagokon alapulhat. A vizelettel és ivarmirigyeik váladékával való területjelölés az egerek esetében az agresszió egyik formája,

és ez a viselkedés a 2M-es nőstényekre jellemzőbb, mint a 0M-es nőstényekre. A hímek sokkal jobban vonzódnak a 0M-es nőstények szagához, mint a 2M-es nőstényekéhez. A 2M-es nőstények **agresszívebbek** – vemhesen és szoptatás alatt is – mint 0M-es testvéreik. Ez az agressziós szint-különbség alacsonyabb szorongási szinttel állhat kapcsolatban, vagyis a 2M-es nőstények kevesebb harc elkerülést mutatnak, mint a 0M-esek.

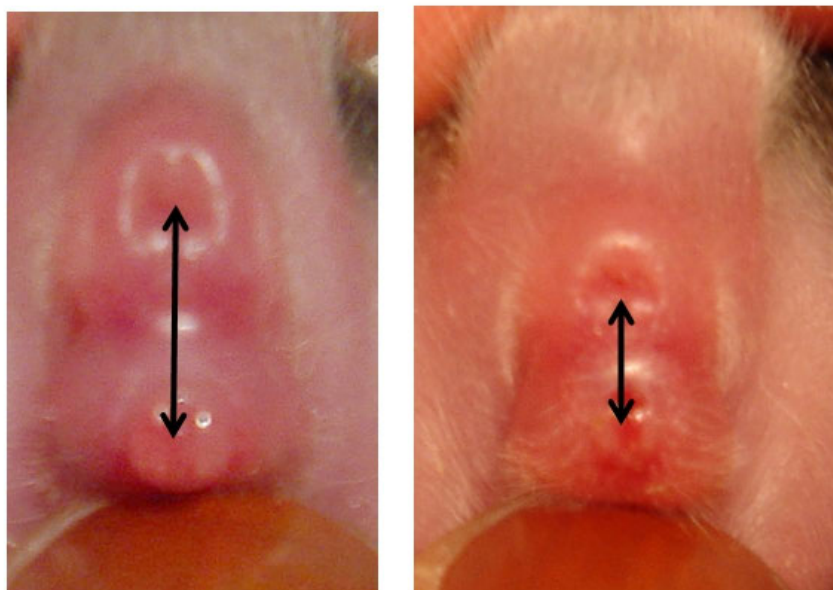
Házi egerek születéskori súlyát vizsgálva nem találtak súlykülönbséget a nemek közt, vagy a nemeken belül a méhen belüli pozíciójuk függvényében, azonban a fejlődésük későbbi szakaszában már kialakul különbség mind a nemek közt, mind a nemeken belül. A hímek nehezebbek lesznek a nőstényeknél és mindkét nem esetében a 2M-esek nehezebbek a 0M-eseknél.

A gátméret mint biomarker

Számos fajnál már a születéskor megfigyelhető némi **szexuális differenciáció** a morfológiában, legalábbis a genitáliáknál. **A gátméret, vagyis az ivar- és végbélnyílás közti távolság (anogenital distance - AGD)** mérete nemtől függően változik, a hímeknél nagyobb, mint a nőstényeknek. Ez a jelenség az embernél is megfigyelhető. A nőstények **AGD-je változik a hím szomszédok számának függvényében**, a 2M-es nőstényeknek nagyobb lesz a gátmérete, mint a 0M-es nőstényeknek, az 1M-esek átmenetet mutatnak a kettő között.

A kaliforniai egér (*Peromyscus californicus*), szintén hasonlóságot mutat a többi rágcslálóval a gátméret morfológiájának trendjében, annak ellenére, hogy elválasztás előtti korig a két nem gátmérete átfed, csak utána különül el. Mind születéskor, mind felnőtt korban azoknak a nőstényeknek nagyobb az AGD-je, melyeknek az alomban az ivararány legalább 75% volt.

Számos születés előtti androgén kezeléssel vizsgálatot igazolták, hogy többek között a tesztoszteron az, ami hatással van a gátméretre és dóziszfüggően feje ki hatását. Ugyanakkor a születés előtti anti-androgén (flutamid, ciproteron-acetát) kezelések eltüntetik a méhen belüli hím szomszédok hatására bekövetkező maszkulinizációt. Ebből adódóan az elmúlt évtizedek során az AGD egy széles körben elfogadott és használt biomarkere lett a születés előtti extra tesztoszteron-hatás vizsgálatokban.



11.2. Kép Hím (balra) és nőstény (jobbra) újszülött kisnyúl gátmérete. A hím és nőstény kisnyulak közt már születéskor felfedezhető a gátméretbeli különbség.

Ivari differenciáció nyulaknál

A nyulak esetében az ivarmirigyek **a magzati kor 14. napján kezdenek differenciálódni**. Ettől kezdve a hím magzatok ivarmirigyének tesztoszteron szintje több tízszerese lesz a nőstényekének és ezzel alátámasztva, hogy már ebben az időszakban is van endokrin aktivitása a magzati heréknek. **A tesztoszteron szint a hím kisnyulakban a 20-21. napon éri el a maximumot, mely a szexuális differenciálódás kritikus időpontja.** Mindkét nem reprodukciós szerveinek különböző szövetei tesztoszteront vesznek fel fejlődésük 18. napjától.

A nyúl – habár nem rágcsáló – szintén gyakran használt kísérleti alany nemcsak a fent említett okok miatt, hanem mert számos egyéb okból jól használható modell állatnak. Például **hemochorial típusú placentája**¹ van, akárcsak a tengerimalacnak, patkánynak, házi egérnek vagy embernek, ezért széles körben használják a placenta átjárhatóságának és a magzatok fiziológiájának vizsgálatához és így ezekkel a fajokkal jól összehasonlíthatók a kapott eredmények. A placentán keresztül történő anyag áramlás következménye többek közt az anyai diéta hatása a magzat későbbi táplálék preferenciájára is.

A nyulak esetében is megfigyelhető a nemek közötti különbség a külső ivarszervekben: a hímeknek nagyobb a gátmérete, mint a nőstényeknek. Az ELTE Etológia Tanszéken a nyulak nemi differenciációjával kapcsolatosan számos vizsgálat készült és több eredmény is született. **Nagy egyedi változatosságot találtak felnőtt nőstény nyulak gátméretében, továbbá ezt a morfológiai sajátosságot összefüggésbe hozták egyéb viselkedésbeli változókkal.** Dombay és munkatársai (1997) megvizsgálták a gátméret és az **álljelölési aktivitás**² közötti összefüggést is, és a vártak megfelelően azt találták, hogy **a nagy gátméretű nőstények többet álljelöltek**, mint a kis AGD-sek. Egy másik vizsgálatuk során pedig azt találták, hogy a bakok különbséget tettek a nőstények álljelei közt azok gátmérete alapján, vagyis preferenciálisan több felüljelölést tettek egy kis gátméretű nőstény előjeleire. Bánszegi és mtsai. megállapították, hogy az IUP nősténynyulaknál is befolyásolja a gátméretet már születéskor, a 2M-es kisnyulaknak nagyobb az AGD-je mint a 0M-eseknek és az 1M-esek gátmérete a kettő közt helyezkedik el. Továbbá, hogy a születéskori gátméretből megjósolható a felnőttkori gátméret. Ugyanezen kutatók későbbi vizsgálatából pedig kiderült, hogy egy nőstény nyúl gátmérete meghatározza leendő almának méretét és ivararányát, ugyanis a nagy gátméretű, maszkulin nőstények kisebb almokat hoztak a világra és ezekben az ivararány a hímek felé volt eltolódva (Bánszegi et al 2012).

¹Olyan típusú placenta, amelyben az anyai véráram közvetlen kapcsolatban van a korion bohollyal.

²Az álljelölésről lásd még 7. fejezet

Nyulak szociális rangsora

Az nyulak **szociális állatok**, úgynevezett **kolóniákban** élnek. Egy kolóniába **egy domináns és néhány alárendelt bak**, öt-hat nőstény, valamint a fiatal állatok tartozik. A rokon nőstények egy nagy többkijáratú, vagy több kisebb, egymáshoz közel fekvő várban laknak, a hímek több várat is magába foglaló területet tartanak territóriumot. **Mind a bakok, mind a nőstények között szigorú rangsor áll fenn**, a bakok a nőstényekért, a nőstények a jobb fészkelő helyekért versengenek. A **magasabb rangú nőstények szaporodási sikere jóval nagyobb**, mivel biztonságosabb - ragadozóktól, elárasztástól védettebb – fészkelő kamrához jutnak. A nőstények csak a várat és környékét védik az idegen nyulak ellen, a bakok a kolónia territóriumát védik idegen bakok betolakodásával szemben. A nyulak mozgáskörzete nem túl nagy, általában a vár körüli 50 méteres körzetre korlátozódik, a kolónia territóriumában azonban a populáció sűrűségétől függően nagyobb, akár 2-3 hektár is lehet. A bakok a territórium határát folyamatosan jelölik, egyrészt ürülékhalomokkal, másrészt álljelek lerakásával.

Nyulak esetében is elmondható, hogy a **hímek inkább a kis AGD-s nőstényeket preferálják**, mivel több utódot hoznak a világra és almaikban nagyobb valószínűséggel születik olyan nőstény, melynek nagyobb a reprodukciós kapacitása. **Egy bak maximalizálhatja szaporodási sikerét, ha a kis AGD-s nőstényeket preferálja**, és emellett az összes nagy AGD-s nősténnyel párizik, amellyikkel tud. Azonban a nagy AGD-s nőstények nemcsak agresszívek, hanem kisebb almokat is ellenek. Így egy nagy AGD-s nősténybe fektetett idő és energia egy idő után negatív hatással lehet egy nem válogatós bak szaporodási sikerére. Azonban a nagy AGD-s nőstények agresszívak és így a rangsorban is előrébb juthatnak és szerezhetnek meg optimális fészkelő helyeket, melyek a többi nőstény almával szemben kevésbé vannak kitéve ragadozók vagy árvíz elleni veszélynek.

ANYAGOK

Kísérleti állatok és eszközök

A gyakorlat a Gödi Biológiai Állomáson lévő tenyészházban végezzük nőstény üreginyulak bevonásával. Megfelelő állatszám hiányában videofelvételről történik az elemzés. A gyakorlat során szociális interakciós tesztben különböző gátméretű nőstények viselkedését kell összehasonlítani és a viselkedési változók elemzése során a köztük kialakuló rangsort megállapítani. A megfigyelés során az adatfelvétel kézzel papírra történik majd, az adatokat az Excel és az InStat számítógépes programok segítségével elemzik.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat fő lépései

1. AGD- és súlymérés élő állaton.
2. Szociális interakciós teszt végzése 4 állattal. 4 közel azonos súlyú, de különböző AGD-jű nőstény nyúl kiválasztása után az állatok teszt arénába helyezése és megfigyelése. Elérendő cél, hogy mindenki tapasztalatot szerezzen élő állat kézbe fogásában, illetve tapasztalatot szerezzen a közvetlen megfigyelés vagy videofelvételek visszanézése során az adott viselkedési változók kódolásában.

Kódolandó viselkedési változók:

- evés
- verekedés kezdeményezése
- álljelölés az arénában
- álljelölés másik állatra
- átlépés szám: az aréna képzeletbeli 4 fele közt elhelyezkedő vonalat hányszor lépi át az állat.

A gyakorlat menete:

1. A kísérlet megtervezése. Megtervezzük a vizsgálatot az „Egy természettudományos vizsgálat lépései” című dokumentum kitöltésével
 - megfogalmazzuk kísérleti kérdést, az alternatív hipotéziseket és a perdikciót.

- meghatározzuk a mérendő változókat
- meghatározzuk a statisztikai módszert, amelyet alkalmazni fogunk

2. A kiválasztott állatokon AGD- és súlymérés.

3. Adatok felvétele a viselkedési tesztben. Az állatokat egyszerre kell a teszthelységbe helyezni és 5 perc beszoktatási idő után kezdődik a megfigyelés, mely további 15 percig tart. A viselkedés kódolását kézzel papíron előkészített adatlapon végezzük. A teszt során meg kell számolni melyik állat hányszor evett, kezdeményezett harcot, tett álljelet az arénában vagy másik állatra, továbbá mennyi volt az átlépésszáma. Az adatokat 5 percenkénti bontásban kell felvenni. 5 egymás utáni tesztet kell végezni különböző állatokon. Amennyiben nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű állat, a hiányzó mennyiséget korábban rögzített videofelvételről kell elemezni.

4. Adatbevitel. Az adatokat a már megadott excel táblázatba kell értelemszerűen bevinni.

5. Az adatok elemzése. Az excel program segítségével az adatokból átlag és szórás értékeket kell számolni.

6. Az adatok ábrázolása diagramon. Szintén az excel programban az átlagokat és szórásokat ábrázolni kell oszlopdiagramon.

7. Az adatok statisztikai analízise. A statisztikai analízishez az InStat statisztikai programcsomagot kell használni. Ahhoz, hogy eldönthessük a különböző gátméretű nőstények viselkedésükben különböznek-e egymástól, statisztikailag össze kell hasonlítani a felvett változókat. Az adatokat be kell másolni az InStat programba és ANOVA statisztikai eljárással elemezni kell.

8. Következtetések levonása és értékelés. Az eredmények alapján le kell írni milyen következtetéseket vonhatunk le az üreginyúl szociális rangsorára nézve a gátméret függvényében a kapott eredmény alapján. Az alternatív hipotézisek közül melyiket fogadjuk el, melyeket vetjük el. Az értékelés készítésekor a következő kérdéseket kell megfontolni:

- A kapott eredmények mennyire egybehangzóak a korábban mások által kapott eredményekkel?
- Ha nem, mi lehet ennek a magyarázata?
- Az adatok felvétele során és az adatok elemzése kapcsán milyen újabb kérdés/ek vetődött fel?
- Hogyan lehetne tovább lépni, milyen vizsgálatot lehetne készíteni a jelenlegi eredmények ismeretében?

11.3. melléklet A NYÚL GÁTMÉRET VIZSGÁLAT LÉPÉSEI

1/ KEZDETI (ELDÖNTHETŐ!) KÉRDÉS:

2/ ALTERNATIV HIPOTÉZISEK

A:

B:

3/ KISÉRLETI TERV:

CSOPORTOK:

LEHETSÉGES VÁLTOZÓK:

MÉRENDŐ VÁLTOZÓK DEFINÍCIÓI: MIT, MIVEL, HOGYAN, MIBEN

V1:

V2

V3:

V4:

4/ MINTAVÉTELI TERV

-HÁNY DB

-MEKKORA/MENNYI IDEIG

-ELOSZLÁS:

5/ MÓDSZER/ESZKÖZ TESZTELÉS:

PONTOSSÁG / MEGBIZHATÓSÁG

6/ ADATLAP KÉSZÍTÉS (HÁTOLDALON)

7/ ADATGYŰJTÉS: Töltsd ki!

8/ ADATELEMZÉS: A/ t; U; X^2 TESZT, B/ KORRELÁCIÓ

9/ EREDMÉNY EGY MONDATBAN:

10/ ÉRTÉKELÉS: eddigi ismeretekhez képest mi jött ki?

11/ ÚJ, PONTOSABB KÉRDÉS:

11.4. melléklet ADATLAP A GÁTMÉRET ÉS RANGSOR VIZSGÁLATÁHOZ

.....
DÁTUM:

FELVÉTELEZŐ:

.....
CSOPORT EGYED V1 V2 V3 V4 Megjegyzés

.....
1 1
1 2
1 3
1 4
1 5
1 6
1 7
1 8
1 9
1 10
2 1
2 2
2 3
2 4
2 5
2 6
2 7
2 8
2 9
2 10
.....

átlag1:

átlag2:

szórás1:

szórás2:

STATISZTIKA:

IRODALOM

- Bánszegi, O., Altbäcker, V., & Bilkó, Á. 2009. Intrauterine position influences anatomy and behavior in domestic rabbits. *Physiol. Behav.*, 98: 258-262.
- Bilkó, Á., Altbäcker, V., & Hudson, R. 1994. Transmission of food preference in the rabbit: the means of information transfer. *Physiol. Behav.*, 56: 907-912.
- Clark, M. M., Karpiuk, P., & Galef, B. G., Jr. 1993. Hormonally mediated inheritance of acquired characteristics in Mongolian gerbils. *Nature*, 364: 712-712.
- Clemens, L. G., Gladue, B. A., & Coniglio, L. P. 1978. Prenatal endogenous androgenic influences on masculine sexual behavior and genital morphology in male and female rats. *Horm. Behav.*, 10: 40-53.
- Dombay, K. 1997. *Kommunikáció az üreginyúlánál: dobantás és álljelölés*. ELTE, TTK.
- Drickamer, L. C., Robinson, A. S., & Mossman, C. A. 2001. Differential responses to same and opposite sex odors by adult house mice are associated with anogenital distance. *Ethology*, 107: 509-519.
- Even, M. D., Dhar, M. G. & vom Saal, F. S. . 1992. Transport of steroids between fetuses via amniotic-fluid in relation to the intrauterine position phenomenon in rats. *J. Reprod. Fertil.*, 96: 709-716.
- Ivanova, E. A. 1981. Absorption of 1 alpha, 2 alpha-3H(n)-testosterone and 4-140-estradiol by reproductive tract primordia of rabbit embryos in vitro. *Biulleten Eksperimentalnoi Biologii I Meditsiny*, 91: 218-219.
- Kinsley, C. H., Miele, J. L., Wagner, C. K. , Ghiraldi, L., Broida, J., & Svare, B. 1986. Prior intrauterine position influences body weight in male and female mice. *Horm. Behav.*, 20: 201-211.
- Phoenix, C. H., Goy, R. W., Gerall, A. A., & Young, W. C. 1959. Organizing action of prenatally administered testosterone propionate on the tissue mediating mating behavior in the female guinea pig. *Endocrinology*, 65: 369-382.
- vom Saal, F. S. 1981. Variation in phenotype due to random intrauterine positioning of male and female fetuses in rodents. *Reproduction*, 62: 633-650.
- vom Saal, F. S. 1989. Sexual differentiation in litter-bearing mammals: influence of sex of adjacent fetuses in utero. *J. Anim. Sci.*, 67: 1824-1840.
- vom Saal, F. S. & Dhar, M. G. . 1992. Blood-flow in the uterine loop artery and loop vein is bidirectional in the mouse - implications for transport of steroids between fetuses. *Physiol. Behav.*, 52: 163-171.
- vom Saal, F. S. & Bronson, F. H. 1980. Sexual characteristics of adult female mice are correlated with their blood testosterone levels during prenatal development. *Science*, 208: 597-599.
- Ward, I. L., & Weisz, J. 1980. Maternal stress alters plasma testosterone in fetal males. *Science*, 207: 328-329.

12. fejezet - Kockázatvállalás ivarfüggése az állatokban és az embernél

Altbäcker Vilmos

A GYAKORLAT CÉLJA

Egy viselkedés nem csak előnyökkel, hanem hátrányokkal is jár. A negatív következmények elkerülése növeli a viselkedés nettó nyereségét. Ebből az következne, hogy a kockázat felismerése és elkerülése hasznos bélyeg. Mégis, sok megfigyelés bizonyítja, hogy az állatok és az emberek gyakran kerülnek veszélyes helyzetbe, kockázatot vállalnak. A kockázatok között feltűnően sok a fiatal hím. Mi a kockázatos viselkedés ivari dimorfizmusát a közlekedési kihágásokban fogjuk vizsgálni. Ezt lehetne a rendőrségi adatbázisra, illetve a halálozási statisztikákra támaszkodva is elemezni, azonban mi a saját adatgyűjtést választjuk. Az úttest keresztezése veszélyes helyen nem megengedett, mégis többfelé előfordul, gyakorisága az elkövetők ivara mellett a forgalomtól (veszély nagyság), napszaktól (időhiány kényszerítő ereje, csoport összetételtől (pl. életkor), a büntetés esélyétől (rendőr jelenléte, vő. predációs veszély) függhet.

BEVEZETÉS

Problémafelvetés

Korábbi tanulmányainkból tudjuk, hogy a biológiai tudományokban széles körben elfogadott és jó predikációs képességekkel rendelkező **darwini evolúciós modell** szerint, minden olyan öröklődő tulajdonság, mely a viselője összesített szaporodási sikerét csökkenti, várhatóan kiszelektálódik, vagy legalábbis nagyon alacsony gyakorisággal maradhat csak fent. A természetben mégis megfigyelhetők olyan jelenségek, amelyek klasszikus darwini evolúciós magyarázatával nehezen egyeztethetők össze. Az állatok bizonyos esetekben olyan veszélyes helyzetekbe mennek bele, melyek során úgy tűnik, hogy saját túlélésüket és későbbi szaporodási sikerüket teszik kockára, például amikor ismeretlen terepet derítenek fel (Pusey, 1987). Itt olyan rendszeresen előforduló természetes helyzetekre és viselkedésmódokra kell, hogy gondoljunk, melyek megjelenése nem az egyed ügyetlenségére, a mesterséges szituációra vezethetőek vissza. Az evolúciós folyamatban létrejött fajspecifikus viselkedésmódokról van itt szó.

Vészjelzések használata madaraknál és emlősöknél

A madarak és emlősök körében például igen elterjedt a vokális vészjelzések használata. A veszélyt észlelő egyed speciális hang kibocsátásával a hallótávolságon belüli fajtársak (esetenként más faj egyedei) tudtára adja a veszély közeledtét, megnövelve azok esélyét a támadás elkerülésére és a túlélésre. A vészjelzést adó egyed azonban felhívhatja magára a támadó (általában predátor) figyelmét, ezzel saját túlélésének esélyét csökkentheti, de legalábbis biztosan nem növeli (Sherman, 1977). Bár a vészjelek általában olyan magas frekvenciájú, rövid jelekből állnak, melyek erősen megnehezítik a hangforrás helyének gyors meghatározását, illetve gyakran kimutatható, hogy a jeladó egyed viszonylagos biztonságban van az érkező ragadozóval szemben, mégis meg kell válaszolni a kérdést, hogy miért és mely egyedek körében maradt fenn ez az „életveszélyes” viselkedésforma.

Számos más veszélyvállalásra kényszerítő helyzetet ismerünk, bár ezek nagy része kevésbé jól körüljárt, mint a vészjelzés-adási viselkedés. Az állatok nagy részének olyan táplálkozó, ivó, szaporodó, stb. helyre kell menniük, ahol nagyobb veszély leselkedik rájuk, mint fészükben, sűrű növényzetben, vagy éppen üregük mélyén (Greenwood, 1980). Több rágcsálófajon is kimutatták, hogy a környezet szerkezete (Vasquez, et al., 2002 degu esetében), illetve a megvilágítottság mértéke (Billhart & Kaufman, 1991 egy egérfaj esetében) jelentős hatással van az egyedek aktivitás mintázatára. Minél nyitottabb az élőhely, illetve minél erősebb a megvilágítás annál veszélyesebbékként kezelik az állatok a teret és annál kevesebb időt töltenek ott, illetve arányosan annál többet töltenek figyelemmel.

Udvarlás

A veszélyvállalás ivari különbségeire már láttunk példát a vészjelzés-adási viselkedés esetén. Poligám madaraknál igen elterjedt, hogy a hímek nagyobb veszélynek vannak kitéve, de néhányan az átlagnősténynél jóval több utódot tudnak létrehozni (míg sokuknak egyáltalán nincs utódjuk). Szélsőséges példa a pávakakasok színes és különösen hosszú farkok tollainak esete. A pávatojók színezete beleolvad a háttérbe, így ragadozók jóval nehezebben vehetik észre, mint a hímeket. A tojók viszont előnyben részesítik azokat a kakasokat, melyek nagyméretű, színes fark dísszel rendelkeznek, a kisebb, színtelenebb fark díszűekkel szemben. A kakasok fark díszének kialakulásában tehát két tényező játszik nagyon fontos szerepet: megfelelni a nőstények választásának és ugyanakkor elkerülni a ragadozókat. Ez utóbbi nehezebb a szuperhímeknek, hiszen a nagy, színes farktollak nemcsak figyelemfelkeltőek, de a repülést is akadályozzák. Ez egy ún. optimalizációs probléma, két kényszer szorításában való egyensúlyozás. Ami a fontos, a kockázatos életmódra a kakasokat az kényszeríti, hogy megfeleljenek a nőstényeknek, egy költséges szignállal magukra irányítsák azok figyelmét.

Kockázatvállalás ivarfüggése az embernél

Az emberi faj esetében is ismeretes, hogy a kockázatvállalásban erős ivari dimorfizmus mutatkozik. Női autóvezetők óvatosabbak, mint férfitársaik, a fiúk előbb és gyakrabban próbálják ki a szexet, a drogokat, a cigarettát, mint a lányok. A szerencsejátékbeli tétek nagyságát elemző vizsgálatok szerint a kockáztatás (tét) a fiúknál nagyobb, mint a lányoknál, és különösen nagy, ha lányok is vannak jelen. Lányoknál nincs néző-hatás. Az újabb vizsgálatok a közepes méretű kockázatvállalás szerepét mutatták ki a humán párpreferenciában (Farthing, 2007)

ANYAGOK

A jelenség



A nemenként eltérő kockázat vállalás az egyetemi hallgatókra is jellemző, és a közlekedési kihágások előfordulásában is megnyilvánul. Ez adja a jelen gyakorlat konkrét, mérendő témáját. Az egyetem Déli Tömbjének megközelítésére a legtöbb hallgató a villamost használja. A villamos peronról az épületeket az aluljárón keresztül kell megközelíteni, sok hallgató mégis az úttesten átvágva igyekszik az órákra. Eközben a 3 sávon zajló forgalmat kereszteznie kell, ami veszélyes is, tilos is. (Ugyanez zajlik a Nyugati pályaudvar előtti megállóban). A fentiek ismeretében nemi

különbséget várunk a kihágás gyakoriságában (hipotézis). Fogalmazzunk meg ebből következő jóslásokat (predikciókat) a jelenség részleteire nézve, majd igyekezzünk adatokat gyűjteni a predikciók tesztelésére.

Az a kezdeti megfigyelés, miszerint több fiú vág át a tilosban, mint lány, több okra is visszavezethető lehet:

1. Véletlen ingadozás, egy másik villamosnál épp a lányok vágnának át
2. Mivel több fiú érkezik a villamossal, arányuk az átmenők között szintén magasabb
3. Valóban nagyobb arányban vágnak át, az érkezők arányához viszonyítva is

Vizsgálatunkban olyan adatokat kell gyűjtenünk, amelyek segítenek egyes magyarázatok KIZÁRÁSÁBAN, így indirekt módon alátámasztják valamelyik magyarázatot.

Miután a megfigyelt jelenséget dokumentáltuk, további vizsgálatot végezhetünk annak kiváltó okairól. Gyakori hiba, hogy alkalmi megfigyelésen alapuló véletlen "jelenséget" valóságosnak véelve azonnal oksági vizsgálatba kezdenek.

Anyagok és eszközök

A gyakorlatot a felkészültséget mérő dolgozat írása vezeti be, majd közös adatgyűjtés zajlik a 4-6-os villamos megállójában, végül az Etológia tanszék gyakorlójában az adatok kiértékelés következik. A gyakorlat végén mindenkinek le kell adnia a kiértékelt jegyzőkönyvét.

A gyakorlatra adott részjegy a dolgozat és a jegyzőkönyv együttes értékelése alapján születik.

Az adatfelvételre két helyszín alkalmas. A délelőtti órákban a Petőfi híd budai hídfője nagy forgalmat bonyolít, így a jelenség tesztelhető. A délutáni órákban ez a helyszín nem mindig alkalmas, így délutáni gyakorlat esetén mindenki úgy készüljön, hogy ha az első 10 perc alatt nem tudunk értékelhető adatot felvenni, átmegyünk a Nyugati pályaudvarhoz, aminek a fedett bejárata alól rossz időben is meg tudjuk figyelni a villamos peron környékét. A késő délutáni órákban Lágymányoson már főleg elmenő, kevésbe siető utasok láthatók, ráadásul gyakran forgalmi dugó van, amikor nem igazi kockázat átmenni az álló járművek között, így a gyakorlathoz mindenképp a Nyugati pályaudvarhoz megyünk.

Az alábbi leírás a Petőfi hídnál végzendő teendőket ismerteti. Az adatgyűjtési események (10 darab) az egyes villamosok érkezése, célszerűen a könnyen megfigyelhető, vagyis a pesti irányból érkező szerelvényekre szorítkozva. Hogy a fentiek között ki tudjunk zárni egyes magyarázatokat, az autók között tilosban átvágó gyalogosokat a kínálathoz, vagyis az adott villamossal érkezőkhöz kell viszonyítani. Az úttesten áthaladásnál vizsgálandó a kihágók ivararánya az adott járműről leszálló utasok ivararányához képest. Mivel az ivararány becslése érzékeny az osztási műveletre, fontos, hogy az úttesten átvágók csoportjánál legalább 5 egyedet lehessen észlelni (ami 20 százalékos ugrásokat jelent az ivararány meghatározásában). Ha kevesebben jönnek át, a többi adatot sem vesszük figyelembe (ezt a megjegyzés rovatba kell bejegyezni)

A GYAKORLAT MENETE

Feladatok

- az első 3 villamost elővizsgálatnak tekintjük, adatot nem gyűjtünk.
- véglegesítjük a metódust (pl mikor kezdődik és zárul egy esemény).
- elvégezzük az adatgyűjtést.

Az adatgyűjtés

A cél 10 db, Pest felől érkező szerelvényről leszállók ivararányának összehasonlítása az úttesten átvágók ivararányával. Az ivararány (fiúk/ fiúk+lányok) azonban egy származtatott változó, ami alap adatokból számolandó. Az ivararány meghatározásához mindkét nemhez tartozó utasokat és szabályszegőket meg kell számolni. Ezáltal tehát legalább négy alapadatunk és az ezekből számolt két származtatott változónk lesz:

Alapadatok:

- leszálló fiúk, db, leszálló lányok db,
- átvágó fiúk db, és átvágó lányok db

Származtatott adatok:

- leszállók ivararánya lefiu/lefiu+lalany
- átvágók ivararánya atfiu/atfiu+atlany

Az adatok összesítése és a statisztikai analízis

Az adatlapon kézzel beírt adatokat a tanszéken számítógépre visszük az Excel program segítségével. A származtatott változók kiszámítása után ábrát kell készíteni. A két ivararány változó összefügg, hiszen egy olyan szerelvényről, ahol (véletlenül) többen vannak a lányok, több az esélye annak, hogy az átvágók között is több a lány. Fentiek miatt a két ivararány sort PÁROS T PRÓBÁVAL kell összehasonlítani, a tanszéki honlapról letölthető illetve a gyakorlatban elhelyezett számítógépeken futó INSTAT 3 programmal.

A tavalyi gyakorlat eredményét a kockazat.hn.xls file tartalmazza, az idei adatfelvételhez az adatlapot a helyszínen fogják a hallgatók megkapni. Tollat és írókézlőt mindenkinek hozni kell

12.1. melléklet ADATLAP MINTA KOCKÁZTATÁS MÉRÉSHEZ

a tavalyi elővizsgálat adataival

- Melyik nem a kockázatosabb?
- Hogyan befolyásolta a forgalom a tilosban átvágók számát?
- Mi a benyomásod, volt-e ennek korfüggése?
- Hogyan lépünk tovább?

Brillhart, D. B. & Kaufman, D. W. 1991. Influence of illumination and surface structure on space use by prairie deer mice (*Peromyscus maniculatus bairdii*). *J. Mammal.*, 72: 764-768.

Greenwood, P.J. 1980. Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Anim. Behav.*, 28: 1140-1162.

Macri, S., W. Adriani, F. Chiarotti, and G. Laviola. 2002. Risk taking during exploration of a plus-maze is greater in adolescent than in juvenile or adult mice. *Anim. Behav.*, 64: 541-546.

Pusey, A.E. 1987. Sex-biased dispersal and inbreeding avoidance in birds and mammals. *TREE*, 2: 295-299.

Sherman P. W. 1977. Nepotism and the evolution of alarm calls. *Science*, 197: 246-253.

13. fejezet - Összebújás vizsgálata egéren

Altbäcker Vilmos

Groó Zita

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megismerkedhetnek az állatok csoportképződésének etológiai alapjaival, majd a tervezett vizsgálat során megfigyelhetik a rokonság hatását egy kooperatív viselkedésre, az összebújásra. Az egérfélék gyakori modell állatai biológiai kísérleteknek a tudomány szinte minden területén, mivel egyszerű a tartásuk és rövid a generációs idejük. A laboratóriumi kísérlethez használt egértörzsek viselkedése azonban már teljesen eltér a vadon élő rokonaitól. A gyakorlat során a hallgatók megfigyelhetik egy vadon élő hazánkban őshonos egérfajok viselkedését, és megtanulhatják, hogyan kezeljék a kis rágcsálókat, illetve hogyan határozzák meg ivarukat.

A gyakorlat során a hallgatóknak egy komplett etológiai vizsgálatot kell végrehajtaniuk, mely során megismerkedhetnek az etológiai vizsgálat szakaszaival, tervezésével és kivitelezésével.

BEVEZETÉS

Állati csoportok képződése és fajtái

A legtöbb állatfaj egyedei gyakran találhatók fajtársaik társaságában, ezek a csoportok lehetnek **átmenetiek**, vagy **állandók**.

Csoportos élet sok szempontból előnyös lehet az állat számára: könnyebb a ragadozók elleni védekezés, eredményesebb lehet a zsákmányszerzés, optimális a forrás kihasználás, a szaporodó párok könnyebben egymásra találnak, közös ivadék gondozás válik lehetővé, a fiatal állatok nagyfokú védeltséget élveznek, továbbá az állatok összebújva védekezhetnek a hideg ellen, melegen tartva egymást.

Csoportos életnek költségei is vannak: ilyenek a megnövekedett versengés a forrásokért, az élősködők és kórokozók fokozott terjedése, kölykök zavarása, esetleg megölése, a rokonházasság miatt kialakuló beltenyésztettség, ami örökletes betegségek felhalmozódásához vezethet.

A különböző fajok más okból alkothatnak csoportot, így a csoportalkotás eltérő mértékű haszonnal és eltérő költséggel jár minden faj számára. Az adott faj ökológiai viszonyai határozzák meg, hogy az adott körülmények között előnyös-e a csoportalakítás, és ha igen, milyen csoportot érdemes kialakítani. Az állatcsoportok méreteit külső és belső tényezők alakítják ki, a haszon és a költségek közötti kompromisszumként egy **optimális csoportlétszámot** eredményezve az adott fajban, adott ökológiai tényezők mellett.

Csoporttípusok

Aggregációnak nevezzük a nem szociális vonzódáson alapuló csoportosulást, ilyenkor egyéb külső kényszerfeltételek és tényezők (téli búvóhely, ivóvíz, vándorlás) hozzák össze az egyedeket. Átmeneti csoportoknál általában nincs csoportszerkezet sem együttműködés, minden egyed önzően viselkedik.

Szociális vonzódás alapján létrejött csoport több féle is lehet:

Anonim csoport: Az olyan csoportokat nevezzük így, ahol az egyedek között egyedi kapcsolat nem alakul ki. Az anonim csoport lehet nyitott vagy zárt.

- **nyitott anonim csoport:**

Nyitott anonim csoportról akkor beszélünk, ha egyedek szabadon csatlakozhatnak és távozhatnak (pl egyes halfajok). Több olyan kisebb csoportnak, ahol van az egyedek között kapcsolat, lehet egy nagyobb, anonim gyülekezete. Ilyenek például kolóniákban költő madarak.

- **zárt anonim csoport:**

A zárt anonim csoport esetén nincs kapcsolat az egyedek között, de valamilyen közös jel alapján a tagok felismerik egymást, és csak a csoport tagjaival viselkednek békésen, a nem a csoporthoz tartozó fajtársat agresszíven elűldözik. Ebbe a rendszerbe tartoznak az egerek és a patkányok is.

Individualizált csoport: Individualizált csoportról akkor beszélünk, amikor az egyedek egymást kölcsönösen felismerik. Általában az egyedek rangsort állítanak fel és hierarchikus szerkezet alakul ki. Fejlett szociális rendszerű gerinces fajok (majmok, bizonyos kutyafélék, oroszlánok) élnek ilyen csoportban.

Csoport funkciója szerinti felosztás Brown (1975) szerint:

a/ Rokoni csoportok:

A rokon csoportokban az egyedek valamilyen leszármazási kapcsolatban állnak egymással.

- **kolóniális csoportok:**

A kolóniális csoporttípusban minden egyed azonos genetikai felépítésű (alsóbb rendű telepes állatok).

- **családi csoport:**

A családi csoport esetén egy vagy mindkét szülő, és a legfiatalabb utódok élnek együtt.

- **nagycsalád:**

A nagycsalád esetén a családalapításra nem képes idősebb utódok is jelen vannak a csoportban.

b/ Párosodási csoportok:

- **monogám pár:** Ebben az esetben, az adott pár kapcsolata egy életre szól. Erre például szolgálnak egyes gibbonfajok, a madarak közül pedig ilyen a például a nyári lúd.
- **hárem:** Egy hím több nőtényt (sokszor egy-két tucatnyi) védelmez, a nőtények között együttműködés általában nincs. Ilyen csoportok alakulnak ki jellemzően a galléros páviánok (*Papio hamadryas*) illetve a gímszarvasok (*Cervus elaphus*) között.
- **lek:** Ebben az esetben a hímeket a párosodási hely iránt érzett vonzalma tartja össze, az adott helyen rangsort vívnak ki, és a helyszínrre érkező nőtények a központi helyen lévő hímekkel párosodnak. Tipikus lek-alkotó fajok az amerikai vadpulyka (*Meleagris gallopavo*) illetve a hazai madárfajok közül a tűzok (*Otis tarda*).
- **ikrázó csoport:** Az ikrázó csoport hímekből és nőtényekből álló csoportosulás. Leggyakoribb a halak között, de előfordul kétélűek esetén is. Kizárólag az ikrázás idejére kialakuló csoportosulás.
- **kolónia:** A kolónia általában madaraknál, fészkelő párokból és kisebb hármekekből tevődik össze

c/ Együtt járó csoportok :

Az együtt járó csoportok párosodási időszakon kívül alakulnak ki nem rokon egyedek között, és az egyes egyedek közötti szociális vonzódáson alapulnak (ilyenek pl. a gyűjtögető csoportok)

A társas viselkedést meghatározó belső szabályozótényezők létezik 4 eleme, amely minden társas viselkedés során valamilyen formában közrejátsszik:

1. szociális vonzódás
2. kommunikációs képesség
3. agresszió
4. szociális funkció

Társas tevékenység csak akkor alakulhat ki, ha az egyedek keresik egymás társaságát, vonzódnak egymáshoz, ezt **szociális vonzódásnak** hívjuk.

Fajtárs felismerés

Valódi fajtárs felismerésről akkor beszélünk, ha egy egyed viselkedése a fajtárs jelenlétében specifikusan megváltozik. Ez alapulhat külső jegyeken (test színezet), kémiai anyagok, feromon alapján, hímek párzási hívóhangján. Sok állat nem csak a fajtársát, hanem a fajtatársát is meg tudja különböztetni. A fajtárs felismerésnek fontos szerepe van az hibridizáció elkerülésében, amely gyakran életképtelen vagy szaporodásra képtelen utódokat eredményezhet.

Rokon felismerés

Sok esetben fontos, hogy az állatok ne csak a fajtársaikat, hanem a rokonaikat is meg tudják különböztetni, hiszen ők hasonló genetikai anyagot hordoznak, ezért szaporodni nem, viszont együttműködni érdemes velük (ld. később)

Egereknél a rokonfelismerésnek **két komponense van**, az egyik **genetikai**, immungén komplex felismerésen alapuló **szagpreferencia** alapján történik, a másik **tanult, korai bevésséssel** alakul ki.

Önzetlen segítségnyújtás

Önzetlen segítségnyújtásról (**altruizmus**) akkor beszélünk, ha egy egyed olyat tesz, ami egy társának szaporodási sikerét növeli, a sajátját viszont csökkenti: pl táplálékmegosztás, vészjelzés. Ez látszólag ellentmond a természetes szelekciónak. többféle magyarázat is létezik ennek a viselkedésnek evolúciós kialakulására:

-Rokonszelekciós elmélet (Hamilton 1964):

A rokonszelekciós elmélet azon alapszik, hogy a rokonok is hordozzák kisebb nagyobb mértékben az egyed génállományát, pl testvérek átlag 50 % -ban. A **rátermettséget** (azt, hogy az egyed génállománya a következő generációhoz milyen mértékben járul hozzá) nem csak **saját szaporodási sikerrel**, hanem az azonos géneket hordozó rokonok segítségével is lehet növelni. Az állat az **összesített rátermettségét** életes során igyekszik maximalizálni. Ehhez elengedhetetlen a rokonok felismerése.

-Kölcsönös altruizmus (Trivers 1985):

A kölcsönös altruizmus elmélete szerint az egyes egyedek társaiktól kapott segítséget egy későbbi alkalommal viszonozzák. Ehhez fontos az egyedi felismerés, hogy tudják kitől kaptak segítséget.

Kooperáció

Kooperációról akkor beszélünk, ha az egyedek olyan feladatot hajtanak végre együtt, amelyre egyedül nem lennének képesek. A kooperáció az érintett egyedektől extra ráfordítást igényel, ezért csak akkor maradhat fent az evolúciós elmélet szerint, ha evvel együtt sikerül az egyedek rátermettségét növelnie. Ez vagy a közvetlenül a közösen végrehajtott viselkedéssel, vagy az egyed génjeinek más egyedeken keresztüli terjedésével valósul meg (Axelrod & Hamilton 1981). A kooperációért felelős gének terjedése a fent említett rokonszelekció eredményeképpen jön létre (Hamilton 1964). A nem rokon egyedek kooperációját általában a kölcsönös altruizmus valamely formájával magyarázzák (Axelrod & Hamilton 1981; Trivers 1971).

A kooperatív gűzüegér

A **gűzüegeret** (*Mus spicilegus*) Petényi Salamon Felsőbesnyő környékéről írta le 1882-ben. A gűzüeger az egyetlen emlős, melyet először magyar kutató Magyarországon írt le, azonban sokáig csak alfaji szinten különböztették meg a házi egértől, ezért az ökológiájára vonatkozó régebbi leírások összemosódnak a házi egérével (*Mus musculus*). Különálló fajként alig több mint húsz éve ismert (Orsini et al. 1983). A gűzüeger megjelenésében nagyon hasonlít házi rokonához, de bundája homogén szürke, vöröses színárnyalat nélkül. A farka vékonyabb és rövidebb, mint a házi egéré, hasa kontrasztosan világosabb, a mellső végtagjai is fehérebbek. A gűzüeger több szempontból is

érdekes egérfaj (Bihari 2004). A güzü- nem húzódik be télire emberi települések környékére mint a házi egér (Carlsen 1993), ezért fokozottabban ki van téve a kedvezőtlen környezeti hatásoknak. Hazánkban a güzüegér előfordulása elsősorban a mezőgazdasági területekhez kötődik, de növényhasználatára főleg gyomnövényeket érint, ezért nem minősül kártevőnek (Bihari 2004). Fészeképítésre elsősorban egyszikűeket, táplálkozásra és halom építésre pedig főleg kétszikű növényeket használnak (Szenczi et al. 2011).

A güzüegerekre jellemző, hogy **ősszel közösen halmot építenek** földből és növényi anyagokból, mely halmok alatt áttelelnek. A közhiedelemmel ellentétben a halom funkciója nem a táplálékraktározás, hanem a nedvességtől való védelem és a hőingadozás kiküszöbölése (Szenczi et al. 2011). A güzük fészke a halom alatt lévő földben, kb. 90 cm mélyen helyezkedik el, az egerek ebben csoportosan telelnek át (Sokolov et al. 1998). A halom nem egyszerű földtúrás, hanem egy réteges szerkezetű komplex építmény. Az átlagban másfél méter átmérőjű, 30 cm magas, egy egér méretéhez képest hatalmas halom több egyed közös munkája, melyhez nagy mennyiségű növényi hajtáscsúcsot (kb. 50 l) gyűjtenek, és rengeteg földet hordanak (kb. 200 l). Ez a viselkedés egyedülálló az egérfélék között. Ehhez feltétlenül szükséges a **csökkentett agresszió**, melyet az tesz lehetővé, hogy a telet így töltsék **állatok ivarérése a csoportban blokkolt** (Feron et al. 2003) következő tavaszig, amíg elhagyják a halmot és párba állnak, ezért a többi egérfélékhez képest később, fél éves korukban következik be a fiatalkori diszperziójuk, amit laboratóriumi kísérletek is alátámasztanak (Groó et al. 2013).

Fajtárs, rokon felismerés egereknél

A rágszálók szaglász útján ismerik fel fajtársaikat, és nyernek információt a szociális környezetükről (Brown 1979). Ezek az információk lehetnek fajra, korra, nemre, státuszra, reprodukciós állapotra, csoport hovatartozásra, rokonságra, ismertségre vagy egyedre vonatkozóak (Gheusi et al. 1996). A fajtárs felismerése különösen fontos a szaporodásban, ezáltal a hibridizáció, és az ebből adódó fitnessz csökkenés elkerülhető. **A házi egerek képesek szag alapján különbséget tenni alfajaik között is**, ami különösen fontos szimpatrikus (azaz együttélő) populációk esetén (Ganem & Smadja 2002). Maga a „szociális felismerés” kifejezés gyakran arra a képességre vonatkozik, mely alapján az állat elkülöníti fajtársait különböző szociálisan releváns kategóriákba (pl. hím, domináns, csoporttag, nem rokon, ismerős). Ebben az esetben nem szükséges a korábbi tapasztalat. „Egyéni felismerés” estében azonban maga a felismerés az állat egyedi jellegei alapján történik, és korábbi ismertség alapján működik (Zayan 1994). Az egérfélék közül például **a patkányok is képesek az egyedi felismerésre** (Gheusi et al. 1996).

A fajtárs felismerés legtöbbször a **vizeletben található szaganyagok alapján** történik. Az MHC gének egyéni variációjára befolyásolja az egyéni szagot, vizeletből kis mennyiségben is kimutatható fenolok által (Singer 1997), de emellett a fő vizelet fehérjék is azonos szintű információt hordoznak a genetikai rokonságról, ráadásul nagyobb koncentrációban vannak jelen (Hurst 2001). **A rokonfelismerés az egyed olyan képessége, ami lehetővé teszi, hogy eltérően reagáljon a fajtársaira a genetikai hasonlóság alapján.** Ez a jelenség nem újképlet az állatok világában, hiszen széles körben találkozhatunk vele (Busquet & Baudoin 2004). Azon egyedek, akik segítik, de nem párosodnak közeli rokonaikkal, evolúciós előnyben vannak (Hamilton 1964), ehhez azonban szükséges, hogy felismerjék egymást. A **felismerés lehet indirekt**, amikor bizonyos kontextusok, körülmények alapján történik a felismerés, illetve **direkt**, amikor az egyed bizonyos tulajdonságai alapján történik mindez (Waldman 1988).

A házi egerek esetében is beszélhetünk a felismerés jelenségéről. A vad házi egerek képesek megkülönböztetni a rokonaikat, és párválasztáskor az idegen partner felé mutatnak preferenciát (Krackow & Matuschank 1991). König (1989) kutatásai szerint azok a nőstények érnek el nagyobb szaporodási sikert, akik közeli rokonukkal közös fészkekben nevelik az utódaikat. **Házi egér** szeminaturális populációiban megfigyelték, hogy a nőstények **hasonló hisztokompatibilitási komplexel** rendelkező nőstényekkel szeretnek együtt fészkelni (Manning et al. 1995), így valószínű, hogy náluk ez **alapján történik a rokon felismerés.**

A felismerés képessége a példafajunk esetében is megjelenik. A güzü egér hímje meg tud különböztetni két güzü egér hímét, viszont két házi hím között már nem tud különbséget tenni (Gouat et al. 1998). A güzü egér hímek nem csak a fivérüket, hanem unokatestvérüket is meg tudják különböztetni egy nem rokon hímétől (Busquet & Baudoin 2004). A güzü egér nőstényei is meg tudják különböztetni az ismeretlen nővérüket egy ismeretlen, nem rokon nősténytől (Baudoin et al. 2005). Colombelli-Negrel és Gouat (2006) kísérletei bebizonyították, hogy a güzü egér nemcsak képes az egyedi felismerésre, hanem a fajtárs táplálkozásában történt változást is érzékeli, és ezt elkülönítve kezeli az egyéni szagotól.

Az összebújás (huddling)

Az összebújás egy olyan viselkedésforma, amit **az állatok gyakran alkalmaznak a hőveszteségük csökkentésére** (Alberts 1978; Bautista et al. 2003; Boix-Hinzen & Lovegrove 2001). Így lehetőségük nyílik, hogy a megspórolt energiát más fontos folyamatokba fektessék, mint például a növekedés vagy a szaporodás, ezáltal növelve a csoportosulás előnyeit, alapot adva alkalmi csoportosulásoknak. Ez a viselkedés különösen fontos rágcsálók számára, melyek kis testméretüknél fogva nagyobb hőveszteségnek vannak kitéve. Olyan élőhelyeken is, ahol meleg van, de kevés a táplálék és a víz, gyakran ily módon próbálják csökkenteni energia kiadásait (Scantlebury et al. 2006). Ez a viselkedés alapvető fontosságú a hűvösebb éghajlaton élők számára a téli hideg időszak átvészelésében (Wolff & Lidicker 1981). Az összebújással az állatok háromféleképpen csökkenthetik az energiakiadásait, egyrészt csökkentve a hideg környezetnek kitett testfelületet, másrészt megemelik a csoportot körülvevő környezet hőmérsékletét, mindamellett élettani folyamatok hatására csökkenthetik saját testhőmérsékletüket (Gilbert et al. 2010). Gyakran olyan állatok is összebújnak, akik egyébként magányosan fordulnak elő, de télen áttelelő csoportot alkotnak, mint például az erdei egér (Wolton 1985).

Az összebújás során tolerálni kell a fajtársak jelenlétét, és alkalmazkodni kell azok mozgásához. Ezért a termoregulációt fontos faktornak tartják a csoportszerveződés evolúciójának szempontjából (Beauchamp 1999). Az összebújás a kooperáció egy formája mely során szükséges, hogy az egyedek ne legyenek agresszívak egymással. A gúzüegérmél a csoportthatás elnyomja az ivaréret, ezáltal az ezzel járó agresszió is csak később jelentkezik, lehetőséget biztosítva hogy közösen, egymást melegítve vészeljék át a telet.

Az összebújás költséges is lehet, hiszen az összebújt csoportnak csökken a táplálékesésre fordított ideje az összebújó csoport egyedszám növekedésével (Vickery & Millar 1984), illetve a paraziták átadása is könnyebb lehet (Gilbert et al. 2010). A gúzüegér a közös agressziómentes áttelelésért fél évvel eltolja az ivaréretését, amely egy kistermetű rágcsáló esetében jelentős időkieésést jelent a szaporodásból.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatot a Gödi Biológiai Állomáson tartott gúzüegereken végezzük, de a gyakorlat házi egerekkel is kivitelezhető. Fontos, hogy az egerek fordított nappal-éjszakai ciklusban legyenek tartva, így a napközbeni gyakorlat során az aktív időszakukat lehessen megfigyelni. A nagyméretű rágcsáló doboz és az állatok kezeléséhez szükséges eszközök rendelkezésre állnak az állomáson. A felvételezés előzetesen kinyomtatott adatlapra történik, tollal. A megfigyelések időzítéséhez stopper szükséges. Az adatok bevitelére excel táblázatba, kiértékelése INSTAT statisztikai programmal történik.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat célja

A gyakorlat során gúzüegér összebújási viselkedésével kapcsolatban a következő kérdésekre szeretnénk választ kapni:

- *Befolyásolja –e az egyedek rokonsága az összebújást?*

Azt várjuk, hogy a nem rokon gúzü egerek kevésbé, a rokonok inkább összebújnak. Két kísérleti csoportot tervezünk:

- rokon (testvérek) gúzü
- nem rokon gúzü

A változók, amiket mérünk az egerek dobozban való elhelyezkedésével kapcsolatban: az összebújó egerek száma, a rácson kapaszkodó egerek száma, a forgácson tartózkodó egerek száma, és a forgácsban tartózkodó egerek száma.

A teszt során négy állat van egy csoportból egy dobozban. 60 percig tart a teszt reggel 10 és 11 óra között. A teszt indulásakor és utána minden 15. percben megfigyeljük és feljegyezzük az egerek tartózkodását.

A gyakorlat menete

1. Ivar meghatározása egereken
2. Két különböző egérfaj azonos szituációban történő megfigyelése, eltérések keresése.

A teendők sorrendje a gyakorlat során

1. A gyakorlatvezető előző nap külön dobozokba helyezi a csoportonként 4 darab, megközelítőleg 60 napos egeret négy rokon gűzűt, négy gűzűt különböző almokból.
2. **A kísérlet megtervezése.** Minden hallgató megtervezi a vizsgálatot az „Egy természettudományos vizsgálat lépései” című dokumentum kitöltésével, amit a gyakorlatvezető biztosít.
 - Megfogalmazza a kísérleti kérdést, az alternatív hipotéziseket és a perdikciót.
 - Meghatározza a mérendő változókat
 - Meghatározza a statisztikai módszert, amelyet alkalmazni fogunk.
3. A gyakorlatvezető segítségével a hallgatók összerakják a kísérleti csoportokat: négy állat kerül egy dobozba, melynek során a hallgatók megtanulják, hogyan kell biztonságosan megfogni egy vad egeret. Majd megtanulják az ivarok meghatározását is. A csoportok összeállítása után negyed óra szoktatási időszak következik, amely alatt az adatfelvételt tisztázzuk.
4. A teszt a hőmérséklet leolvasásával kezdődik a tesztszobában lévő hőmérőről. Majd minden csoporthoz egy hallgató odalép az egyik teszt dobozhoz és feljegyezi az egerek elhelyezkedését 0 időpontnál, minden ellenőrzésnél más hallgató veszi fel az adatokat 15, 30 és 60 percnél, az előre elkészített adatlapon.

A teszt elrendezése

Időpont : délelőtt 10- 11 óra között

Szobahőmérsékleten: 21 °C

Kísérleti csoportok :

- rokon gűzű (4 db)
- nem rokon gűzű egér (4db)

Minden tesztelés alkalmával mind a két kísérleti csoport jelen van.

Kor: 60±5 napos

Nemek aránya: 1:1

Előkészületek:

Az állatokat egy nappal a kísérlet megkezdése előtt különválasztjuk, egyedileg helyezzük el őket.

A kísérlet előtt negyed órával a kísérleti dobozba helyezzük őket, így 4 db kísérleti dobozunk lesz, amelyeket egyszerre tesztelünk. A dobozok egymástól vizuálisan elkülönítjük (nem átlátszó műanyag lappal). A kísérleti dobozokban csak faforgács van.

Kísérlet lefolyása:

Kísérlet időtartama 60 perc mely során 5 alkalommal jegyezzük fel az állatok testhelyzetét a mellékelt adatlapon.

0 perc 15 perc 30 perc 45 perc és 60 percnél

Változók :

- az összebújó egerek száma
 - az összebújó csoportosulások száma (lehet, hogy 2esével bújnak össze)
 - a rácson kapaszkodó egerek száma
 - forgácson tartózkodó egerek száma
 - forgácsban tartózkodó egerek száma
1. **Adatbevitel.** Az adatokat a hallgatók Excel táblázatba viszik a megadott minta alapján. Átlag és szórás értékeket a program segítségével kiszámolják.
 2. **Az adatok elemzése** Az adatokat az excel táblázatból átvisszük INSTAT statisztikai program adatlapjára.
 3. **Az adatok ábrázolása diagramon.** Az átlagokat és szórásokat ábrázolni kell oszlopdiagram segítségével, szintén az Excel program segítségével.
 4. **Az adatok statisztikai analízise.** Ahhoz, hogy eldönthessük az egyes csoportok különböznek-e egymástól statisztikailag, össze kell vetni azokat. A statisztikai analízishez az INSTAT statisztikai programcsomagot használjuk. Ehhez az adatokat be kell másolni ebbe a programba. Mivel két független csoportot hasonlítunk össze, az adatokat t próba segítségével vetjük össze. A statisztika eredményét a $t(\text{szf})=\dots$, $p=\dots$ módon kell megadni, az Instat program használatával.
 5. **Következtetések levonása és értékelés.** Az eredmények alapján le kell írni milyen következtetéseket vonhatóak le az egerek összebújási vizsgálatából a kapott eredmény alapján. Az alternatív hipotézisek közül melyiket fogadható el, melyeket kell elvetni. Az értékelés készítésekor a következő kérdéseket kell megfontolni:
 - A kapott eredmények mennyire egybehangzóak a korábban mások által kapott eredményekkel?
 - Ha nem, mi lehet ennek a magyarázata?
 - Az adatok felvétele során és az adatok elemzése kapcsán milyen újabb kérdés/ek vetődött fel?
 - Hogyan lehetne tovább lépni, milyen vizsgálatot lehetne készíteni a jelenlegi eredmények ismeretében

13. 1. melléklet: Adatlap minta az összebújás vizsgálatához

Adatlap összebújás vizsgálatához

Kísérletező neve:

Dátum:

Hőmérséklet:

Napszak:

csoport: Güzü rokon	Perc	rácson (db)	forgácson (db)	forgácsban (db)	összebújva (db)	megjegyzés
	0					
	15					
	30					
	45					
	60					
csoport : Güzü idegen	Perc	rácson (db)	forgácson (db)	forgácsban (db)	összebújva (db)	megjegyzés
	0					
	15					
	30					
	45					
	60					

Megjegyzés:

IRODALOM

Alberts, J. R. 1978. Huddling by rat pups: group behavioral mechanisms of temperature regulation and energy conservation. J. Comp. Physiol. Psychol. 92: 231-245.

Axelrod, R. & Hamilton, W. D. 1981: The Evolution of Cooperation. Science 211: 1390-1396.

Baudoin, C., Busquet, N., Dobson, F. S., Gheusi, G., Feron, C., Durand, J. L., Heith, G., Patris, B. & Todrank, J. 2005. Male-female associations and female olfactory neurogenesis with pair bonding in *Mus spicilegus*. Biol. J. Linn. Soc. 84: 323-334.

Bautista, A., Drummond, H., Martinez-Gómez, M. & Hudson, R. 2003. Thermal benefit of sibling presence in the newborn rabbit. Devel. Psychobiol., 43: 208-215.

Beauchamp, G., 1999. The evolution of communal roosting in birds: origin and secondary losses. Behav. Ecol. 10: 675.

Bihari, Z. 2004. A güzüegér (*Mus spicilegus*) életmódjának sajátosságai és mezőgazdasági jelentősége. Növényvédelem 40: 245-250.

- Boix-Hinzen, C. & Lovegrove, B. G. 2001. Circadian metabolic and thermoregulatory patterns of red-billed woodhoopoes (*Phoeniculus purpureus*): the influence of huddling. *J. Zool. Lond.* 244: 33-41.
- Brown, R. E. 1979. Mammalian social odors: a critical review. *Adv. Study Behav.* 10: 103-162.
- Busquet, N. & Baudoin, C. 2005. Odour similarities as a basis for discriminating degrees of kinship in rodents: evidence from *Mus spicilegus*. *Anim. Behav.* 70: 997-1002.
- Carlsen, M., 1993. Migrations of *Mus musculus musculus* in Danish Farmland. *Z. Saugetierk* 58: 172–180.
- Colombeli-Negrel, D. & Gouat, P. 2006. Male and female mound-building mice, *Mus spicilegus*, discriminate dietary and individual odours of conspecifics. *Anim. Behav.* 72: 577-583.
- Crowcroft, P. & Rowe, F. P. 1963. Social organisation and territorial behaviour in the wild house mouse (*Mus musculus* L.). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 140: 517–531.
- Csányi, V. 1994. *Etológia*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Gheusi, G., Goodall, G. & Dantzer, R. 1997. Individually distinctive odours represent individual conspecifics in rats. *Anim. Behav.*, 53: 935-944.
- Gilbert, C., McCafferty, D., Le Maho, Y., Martrette, J.-M., Giroud, S., Blanc, S., Ancela, A., 2010. One for all and all for one: the energetic benefits of huddling in endotherms. *Biol. Rev.* 85: 545–569.
- Groó, Z., Szenczi, P., Bánszegi, O., Altbäcker, V. 2013. Natal dispersal in two mice species with contrasting social systems. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 67: 235-242
- Gouat, P., Patris, B. & Lalande, C. 1998. Conspecific and heterospecific behavioural discrimination of individual odours by mound-building mice. *Comptes Rendus De L Academie Des Sciences Serie III-Sciences De La Vie-Life Sciences* 321: 571-575.
- Feron, C. & Gheusi, G. 2003. Social regulation of reproduction in the female mound-builder mouse (*Mus spicilegus*). *Physiol Behav.* 78: 717-722.
- Hamilton, W. D. 1964. The genetical evolution of social behavior. *J Theor Biol* 7: 1-52.
- Hurst, J. L., Payne, C. E., Cnevison, C. M., Marie, A. D., Humphries, R. E., Robertson, D. H. L., Cavaggioni, A. & Beynon, R. J. 2001. Individual recognition in mice mediated by major urinary proteins. *Nature* 414: 631-634.
- König, B. 1989. Behavioural ecology of kin recognition in house. *Ethol. Ecol. Evol.* 1: 99–110.
- König, B. 1994. Components of lifetime reproductive success in communally and solitarily nursing House mice - a laboratory study. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 4: 275-283.
- Krackow, S. & Matuschak, B. 1991. Mate choice for non-siblings in wild house mice: evidence from a choice test and a reproductive test. *Ethology* 88: 99-108.
- Manning, C. J., Dewsbury, D. A., Wakeland, E. K. & Potts, W. K. 1995. Communal nesting and communal nursing in house mice, *Mus musculus domesticus*. *Anim. Behav.* 50: 741-751.
- Orsini, P., Bonhomme, F., Britton-Davidian, J., Croset, H., Gerasimov, S. & Thaler, L. 1983. Le complexe d'espèces du genre *Mus* en Europe Centrale et Orientale. II. Critères d'identification, répartition et caractéristiques écologiques. *Z. Saugetierk.* 48: 86-95.
- Patris, B. & Baudoin, C. 1998. Female sexual preferences differ in *Mus spicilegus* and *Mus musculus domesticus*: the role of familiarization and sexual experience. *Anim. Behav.* 56: 1465-1470.
- Patris, B. & Baudoin, C. 2000. A comparative study of parental care between two rodent species: implications for the mating system of the mound-building mouse *Mus spicilegus*. *Behav. Proc.* 51: 35-43.

- Scantlebury, M., Bennett, N. C., Speakman, J. R., Pillay, N. & Schradin, C. 2006. Huddling in groups leads to daily energy savings in free-living African four-striped grass mice, *Rhabdomys pumilio*. *Func. Ecol.* 20: 166-173.
- Simeonovska-Nikolova, D. M. 2000. Strategies in open field behaviour of *Mus spicilegus* and *Mus musculus musculus*. *Belgian J Zool.* 130: 119-124.
- Singer, A. G., Beachamp, G. K. & Yamazaki, K. 1997. Volatile signals of the major histocompatibility complex in male mouse urine. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 94: 2210.
- Smadja, C. & Ganem, G. (2002). Subspecies recognition in the house mouse: a study of two populations from the border of a hybrid zone. *Behav. Ecol.* 13: 312-320.
- Sokolov, V. E., Kotenkova, E. V. & Michailenko, A. G. 1998. *Mus spicilegus*. *Mammal Spec.*, 592: 1-6.
- Szenci, P., Bánszegi, O., Dúcs, A., Gedeon, C. I., Markó, G., Németh, I. & Altbäcker, V. 2011. Morphology and function of communal mounds of overwintering mound-building mice (*Mus spicilegus*). *J. Mammal.* 92: 852-860.
- Trivers, R. L. 1971. The evolution of reciprocal altruism. *Quart. Rev. Biol.* 46: 35-57.
- Trivers, R. L. 1985. *Social Evolution*. Menlo Park, California: Benjamin Cummings
- Vickery, W.L. & Millar, J.S (1984). The energetics of huddling by endotherms. *Oikos*, 43: 88-93
- Waldman, B. 1988. The ecology of kin recognition. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 543-571.
- Wolff, J. O. & Lidicker, J. W. Y. 1981. Communal winter nesting and food sharing in Taiga voles. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 9: 237-240.
- Wolton, R. J. 1985. The ranging and nesting behaviour of wood mice, *Apodemus sylvaticus* (Rodentia: Muridae), as revealed by radio-tracking. *J Zool.*, 206: 203-222.
- Zayan, R. 1994. Mental representations in the recognition of conspecific individuals. *Behav. Proc.*, 33: 233-246.

14. fejezet - Szociális viselkedés halaknál –rajképzést befolyásoló tényezők a zebradániónál (*Brachydanio rerio*)

Pongrácz Péter

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megfigyelhetik, hogy egy csoportban élő halfaj, a zebradánió esetében hogyan történik a rajképzés. Az elvégzendő kísérletek során olyan alapvető tényezőket fognak vizsgálni, amelyek befolyásolják a halak rajképzési hajlandóságát. Ezzel kimutathatóvá válik, hogy a dániók milyen látható jellegzetességek alapján döntenek úgy, hogy csatlakoznak a többi halhoz (vagyis nagy valószínűséggel fajtársaként ismerik fel azokat). A gyakorlat keretében élő állatokon nem-invazív kísérleteket folytatva a hallgatók önálló adatgyűjtést végeznek, majd az adatokat kielemezik, és az eredményekből jegyzőkönyvet készítenek.

BEVEZETÉS

A csoportban élés előnyei és hátrányai

Az állatvilág szinte minden taxonjában megfigyelhető a szociális viselkedés egyik legalapvetőbb megnyilvánulása: a kisebb-nagyobb csoportokba rendeződés, a csoportos mozgás, táplálkozás, pihenés stb. valamely formája. Természetesen vannak jelentős eltérések, például halaknál, madaraknál a társas életmód jóval gyakoribb, mint a kétélűeknél vagy a hüllőknél. Más esetekben a csoportalkotás ontogenetikus szakaszosságot mutat egyes fajoknál (pl. a legtöbb békafaj lárvái csoportosan élnek, míg a kifejlett békák magányosak). A csoportban élés szezonális periodicitással is jelentkezhet: a szaporodási időszakban szigorúan territoriális madarak vándorlás, vagy téli táplálkozás során csoportos életmódra válhatnak át.

Számos elmélettel magyarázható, **miért „éri meg” evolúciós értelemben csoportot alkotni. Ezek közül a három legfontosabb (1) a predációs veszély csökkentése, (2) az eredményesebb táplálkozás, illetve (3) a szaporodási elősegítése**¹ (Krause & Ruxton, 2002).

A nyílt térben történő csoportba tömörülés tekinthető az egyik legalapvetőbb ragadozó-ellenes viselkedési válasznak. Az, hogy ez konkrétan milyen mechanizmus révén is csökkenti a ragadozó sikerességét, számos módon magyarázható. Legegyszerűbb talán az úgynevezett **felhígulási hatás**. Ez azt jelenti, hogy amikor a ragadozó találkozik a prédával, akkor, ha az utóbbi egyedül van, 100% annak az esélye, hogy a predátor őt fogja megtámadni. Ha a préda másodmagával van („kéttagú csoport”), a támadás esélye egy bizonyos egyeden már megfeleződik. Könnyű belátni, hogy a csoportméret növekedésével az egyes példányok mind nagyobb „biztonságban” vannak (feltéve természetesen, hogy a csoportot alkotó egyedek nagymértékben egyformák mind kinézetre, mind erőnlétre). A felhíguláshoz eléggé hasonló az **összezavarási hatásnak nevezett mechanizmus**, ami azt jelenti, hogy a ragadozó számára nehezebb a választás, ha sok potenciális zsákmány van egyszerre jelen. Ha például egy seregélyrajt támadó sólyomra gondolunk, a ragadozónak nemcsak ki kell tudnia választani egyet a sok ezer seregély közül, hanem lecsapás közben arra is vigyáznia kell, hogy ne ütközzön össze más madarakkal, aminek sólyom-sebesség mellett végzetes következményei lehetnek. Az eddigieknél aktívabb ragadozó-elkerülő magatartást feltételező csoportos védekezési mechanizmusok között érdemes megemlíteni még a „több szem többet lát” alapon működő **megnövekedett figyelem** hatását. A legtöbb állat ébrenléti idejének jelentős százalékát azzal tölti, hogy környezetét fürkészve ragadozókra figyel. Egyedül levő állatnál ez jelentős idő (és energia) veszteség, hiszen az őrködés közben sem táplálkozni, sem pihenni, vagy egyéb fontos tevékenységet végezni nem lehet. Ha több állat csoportot alkot,

¹Lásd még 13.fejezet

még véletlenszerű körbepillantásokat feltételezve is hatékonyabb és időkímélőbb a ragadozók figyelése. Egyrészt valószínűségi alapon valaki mindig figyel, másrészt az egyes egyedeknek összességében kevesebb időt kell örködésre fordítani. Néhány fajnál (pl. szurikáta, bozótiszajkó) az ennél is fejlettebb, bizonyos időszakon keresztül kizárólag a figyeléssel foglalkozó **őrszem-megoldás** alakult ki (természetesen váltott őrszemekkel)².

Az, hogy a csoportban élés javítja a táplálkozás hatékonyságát, egyrészt a predációs veszély csökkenéséből eredő interakcióval magyarázható. Másrészt vannak olyan esetek, amikor a csoportos fellépés olyan táplálékforrás kihasználását teszi lehetővé, amely az egyedül próbálkozó állat számára lehetetlen volna, vagy legalábbis hatalmas nehézséget jelentene. Számos ragadozó faj evolúciós sikere múlt azon, hogy képesek voltak-e kooperációra épülő (csoportos) zsákmányolásra. A szürke farkas úgy lehetett az északi félteke legelterjedtebb, sikeresebb ragadozója, hogy kisebb csoportokban eredményesen vadászik magánál jóval nagyobb termetű patásokra. Hasonló evolúciós stratégia tette az oroszlánt a legsikeresebb macskaféle ragadozók egyikévé. Tengeri környezetben pedig bizonyos cetfélék (pl. kardszárnyú delfin, púpos bálna) váltak kooperatív vadászokká/halászokká, nagyban fokozva egy-egy zsákmányolási periódus sikerességét. Végül pedig ne feledkezzünk meg arról sem, hogy az emberre is igaz, hogy talán legfontosabb fajspecifikus tulajdonságunk a csoportalkotásra, csoporton belüli együttműködésre való feltétlen hajlamunk, amelyet több szempontból is (táplálékszerzés, védekezés, fajfenntartás) az ember sikere kulcsának tekinthetünk.

A csoportban élés és a szaporodás közötti kapcsolat elsősorban akkor érdekes a csoportképződés folyamatát tekintve, amikor kifejezetten a szaporodás időszakára alakulnak ki több egyedet tömörítő formációk. Ezek bizonyos esetekben nem tekinthetők egyébnek, mint olyan aggregációknak, amelyeket az ugyanarra a bizonyos szaporodási helyre tartó állatok összetömörülése hoz létre. Hazai viszonylatban is jól ismertek például a tavaszi időszakra eső „békavonulások”, amikor egy-egy tónál, medencénél a környék összes békája, varangya összetömörül. Nagyobb léptékben voltaképpen hasonló jelenség a gazdaságilag is hatalmas jelentőséggel bíró heringvándorlás, vagy a lazacok tömeges vonulása a folyókon felfelé. A szaporodáshoz köthető csoportos megnyilvánulások másik típusa, amikor a párosodási szezonban összegyűlő állatok speciális célú, jellemzően szociális viselkedésműveket mutatnak. Ilyen lehet például a csoportos udvarlás, amelyet például faldoknál, vadpulykákánál figyelhetünk meg. Más esetekben pont a csoportos viaskodás jellemző, gondoljunk csak a szarvasbögés időszakára, vagy akár a mezei nyulak üzekedésére. Mind az udvarlás, mind a küzdelem esetében a csoportalkotás evolúciós oka a választás, vagyis a **nemek közötti, vagy nemeken belüli szelekció** elősegítése. Ebből a szempontból természetesen az udvarlás és a tusakodás funkcionálisan nem is tér el túlságosan, a különbség inkább a mechanizmusban rejlik (hölgyválasz, vagy pedig hímek közti direkt vetélkedés)³.

Végül nem árt felsorolni néhány olyan tényezőt sem, **amelyek költségként, jelenhetnek meg a csoportban élés hatásaként**. (Megjegyzendő, hogy itt a „költség” takarhat olyan eseményeket is, mint pl. a ragadozónak történő esetleges áldozatul esés.) Több egyed együttes megjelenése éppen hogy felkeltheti például a ragadozók figyelmét, valószínűbbé, gyakoribbá téve az egyedeket érő támadásokat. A nagy tömegben mozgó állatok **táplálékhoz, ivóvízhez, pihenőhelyhez jutása szintén problematikus** lehet, különösen olyan esetekben, amikor jelentős erőnléti, rangsorbeli különbségek vannak a csoporttagok között. Csoportban, elsősorban összezsúfolt, túlszaporodott állományokban a fertőző betegségek terjedése jelenthet problémát. A **gradációra** (időszakonként ismétlődő, a környezet eltartóképeségét meghaladó, gyors elszaporodás) hajlamos fajoknál pontosan a csoportos megjelenés extrém fokozata vezet az állomány nagymértékű pusztulásához, ami talán a csoportban élés egyik leglátványosabb negatív kimenetele.

Rajképzés halaknál

A halak esetében a társas életmód szerfelett elterjedtnek tekinthető, hiszen fajaik egynekedére jellemző az egész életen át tartó csoportalkotás, míg a halfajok fele élete bizonyos szakaszában legalábbis csoportban mozog. Az angol szakirodalom a halrajok funkcionális/ formai jellemzésére két kifejezést is ismer. Míg a „*school*” (azaz „haliskola”) kifejezés alatt a határozott szinkronizációval együtt mozgó, tehát azonos sebességgel, azonos irányba úszó halak csoportját értik (Aoki, 1980), a „*shoal*” („halraj”) kifejezés a lazábban összetartó, az adott időpontban csekély szinkronizáltságot mutató csoportokat jelenti. Nyilvánvaló, hogy a két forma között könnyen létesülhet átmenet, azaz a halrajok egyik helyről a másikra szinkronizált mozgású haliskolaként haladhatnak. A halrajok kialakulása, a halak csoportos élete hasonló előnyökkel és hátrányokkal jár, mint azt fentebb általánosságban jellemeztük (Krause et al., 2000).

²Lásd még 16. fejezet

³Lásd még 9. fejezet

A rajképzés vizsgálata zebradánióknál

A zebradánió

A Kelet-Indiából származó zebradánió (*Brachydanio rerio*) (1. ábra) régóta ismert, kedvelt, mondhatni közönséges akváriumi díszhal. Kis termete (kb. 6 cm hosszú kifejtett korában), könnyű szaporíthatósága (ideális körülmények között hetente-kéthetente képesek 50-100 ikrát rakni), tetszetős megjelenése, békés természete miatt mind kezdő akvaristák, mind pedig a laboratóriumok számára ideális alanynak bizonyul. Hasonlóan a rokon fajokhoz, a zebradánió is folyamatosan, gyakorlatilag az elúszástól kezdve csoportosan él.



14.1. ábra: Kifejtett zebradániók csoportja

A zebradánió a biológiai kutatásokban

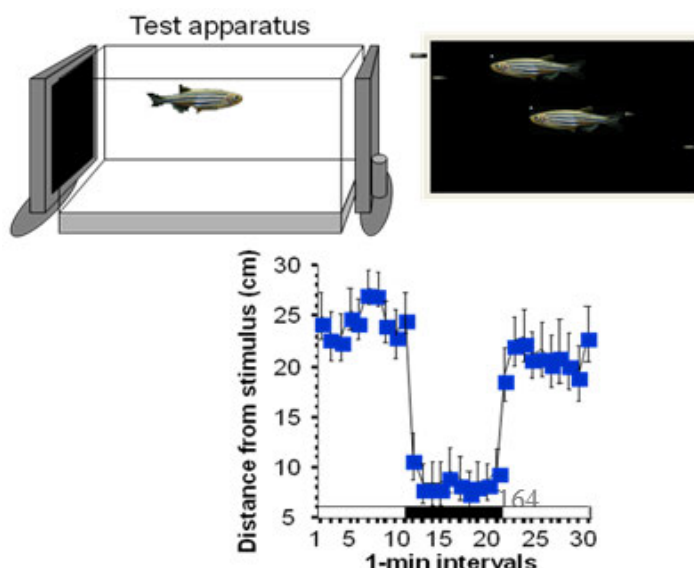
Meglepőnek tűnhet, hogy egy halból is olyan széles körben elterjedt és használt laborállat válhat, mint a közismert rágcsálók közül, ecetmuslicákból, hengeresférgekből. A zebradánió a világ számos kutatóintézetében végeznek kutatásokat, melyek közül főleg a genetikai, illetve az alkalmazott genetikai vizsgálatok (mint pl. a mutagének, illetve a génkifejeződést befolyásoló környezeti hatások tesztelése) váltak jelentőssé. A zebradánió genom teljes feltérképezése a gerincesek közül egyike volt az elsőnek. Az egyedfejlődés és annak rendellenességeinek vizsgálatát megkönnyíti, hogy a zebradánió lárvája teljesen áttetsző, pigmentmentes, így a szervi fejlődés jól követhető. Jelentősek még a fajon végzett idegrendszeri kutatások is, például a **lateralizáció** (olyan idegrendszeri és neuroetológiai jelenségek kutatása, amelyek jellemző jobb-bal elkülönülést mutatnak a kifejeződés szintjén) vizsgálata (Halpern et al., 2003)

A zebradánió társas viselkedésének tesztelése laboratóriumban

Szociális viselkedés alatt a zebradánió-kutatás során elsősorban a rajalkotást, vagyis a szociális vonzódást és a társaktól való távolságtartás szabályozását értjük. Ennek jelentőségét már nem annyira a téma biológiai érdekessége adja, hanem az, hogy egy viszonylag egyszerűen vizsgálható jelenség (szociális vonzódás a társakhoz) terén a halak jól tesztelhető modellel szolgálhatnak akár az ember élettani, genetikai és neurológiai kutatásához is. A halak viszonylag egyszerű idegrendszere, jól ismert genomja, és nem utolsósorban a különféle invazív és letális beavatkozások elvégzésének állatjóléti szempontból való szabályozatlansága vonzó kísérleti alannyá tette a zebradániót. A rajalkotás tesztelésére az utóbbi években kifejlesztettek egy olyan módszert, amely a halak viselkedésének egyszerű manipulálhatóságát egyesíti az adatgyűjtés és -elemzés nagyfokú automatizálásával. A kísérleti berendezés, valamint a vele folyó munka elve röviden a következő:

- a kísérlet alanyai (egy vagy több dánió) egy kisméretű akváriumban vannak, amely semmiféle berendezést nem tartalmaz, csak mintegy 15 cm mély víz van benne.
- az akvárium két, egymással szembe eső oldalához egy-egy lapos számítógép-monitort helyeznek, és ezek segítségével mutatják az alanyoknak a különféle stimulus-halak képét (2. ábra).

- a számítógépes hal-prezentációk általában egyszerre több, egyforma hal kétdimenziós képét mutatják, amelyek vízszintesen ide-oda mozognak a képernyőn („úsznak”)
- az akváriumban levő halak viselkedése elsősorban abból a szempontból érdekes, hogy a különféle prezentációk („kezelések”) láttán mutatnak-e rajképzést. Ezt többféle paraméterrel jellemezhetjük. Ha a monitorok valamelyikén olyan halak jelennek meg, amelyeket az alanyok vonzónak találnak, a kétdimenziós halakhoz közeledni fognak, feltehetően azért, hogy csatlakozzanak hozzájuk, nagyobb rajt alkotva. Ilyenkor a halak elhelyezkedése az akváriumban aszimmetrikussá válik, mert a prezentáció felőli üvegfalhoz úsznak. A rajképzés másik fontos mérőszáma a halak egymástól mért távolsága. Ha rajba rendeződnek, ez a távolság csökken. Az akváriumban való elhelyezkedéstől függetlenül ilyen tömörülést figyelhetünk meg például, ha a dániók számára ijesztő, ragadozóra utaló prezentációt jelenítünk meg a monitorokon, vagy az akvárium fölött.



14.2. ábra: Zebradániók csoportos viselkedésének tesztelésére alkalmas berendezés (Gerlai nyomán). A „test apparatus” egy kisméretű akvárium, melynek két szemkötti oldalához egy-egy számítógépes monitort illesztenek. A monitorokon tetszőlegesen kialakított és manipulált stimulusokat tudnak bemutatni az akváriumba helyezett tesztalanyoknak. A grafikon azt mutatja, hogy a feketével jelzett időszak során, amikor dánióképeket mutattak az alanyoknak, a kísérleti alany a prezentáció felőli oldalon tartózkodott.

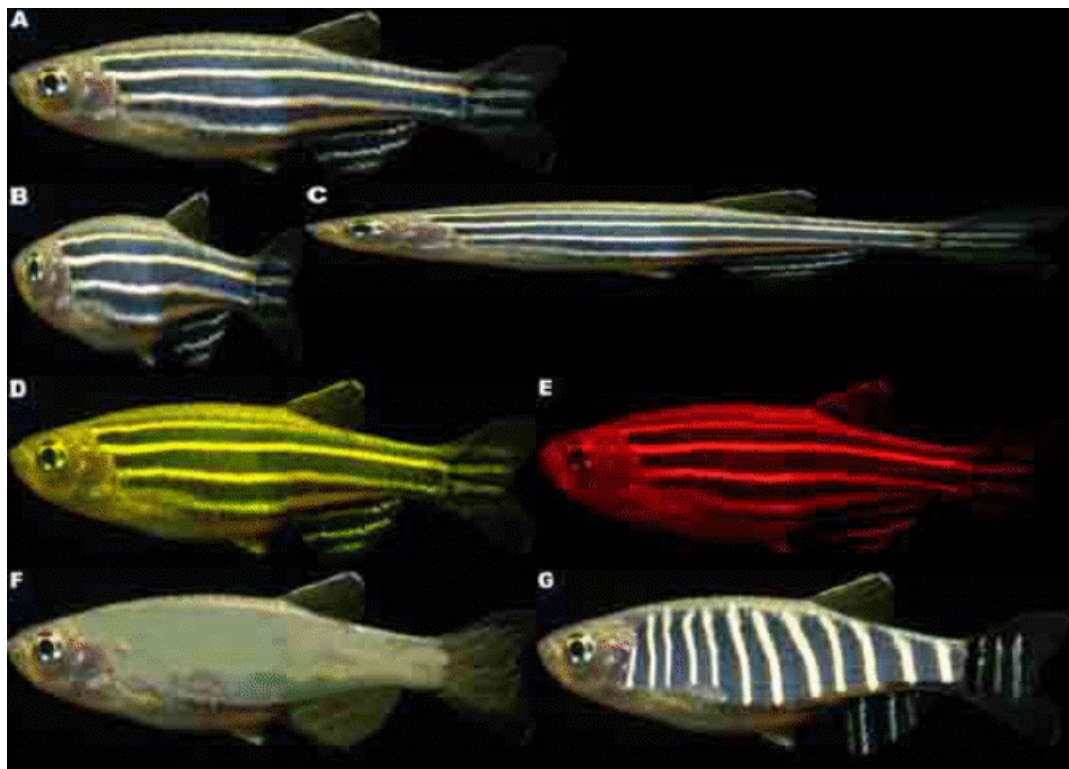
A zebradánió rajalkotását befolyásoló tényezők

Számos laboratórium kutatói több évtizedes munkával, kiterjedt kísérletsorozatokkal tisztázták a zebradánió csoportos viselkedésének mechanizmusát és ontogenezisét. Sikertelenül felderíteniük a jelenség mögött meghúzódó neurofiziológiai tényezők részleteit is, valamint felfedezték, hogy a zebradániók egyes beltenyésztett vonalai között eltérések lehetnek a rajalkotás ontogenezise között. Végül kidolgozták azokat a módszereket, amelyekkel a dánió társas viselkedése alkalmas indikátorává tehető az etil-alkohol által okozott kedvezőtlen hatásoknak.

A kifejlett halakra jellemző, nyugalmi állapotban mérhető átlagos egyedek közti távolság kb. 5-6 hal testhossznyi. Ezt felnőtt korban az akvárium mérete nem befolyásolja jelentősen, vagyis a dánió raj ugyanolyan összetartó egy jelentősen megnövelt méretű víztartályban is. Az ivadékok esetében más a helyzet. A fiatal halak, ha a hely engedi, sokkal inkább szétszóródnak, és a kifejlett halaknál mérhető egyedek közti távolság csak mintegy fél éves korban tekinthető állandósultnak (Engeszer et al., 2007).

A környezeti tényezők közül tesztelésre került a táplálék és egy felül elsuhanó ragadozó madár látványának a hatása. A dánió rajban csökken a kohézió (az egyedek közötti átlagos távolság nő), ha az akváriumban szétszórtan táplálékot juttatunk a vízbe. Ha egy sólyom-szerű sziluettet „reptettek” át az akvárium felett, a halak először szétrebbentek, majd mintegy fél perc elteltével már sokkal közelebbre húzódtak össze, mint a zavarás nélküli egyedek közti távolság lett volna (Suboski et al., 1990).

De vajon mi az az inger pontosan, ami beindítja a **szociális vonzódást**⁴ a zebradánióknál? Logikus feltételezés lenne, hogy a fajra jellemző, feltűnő csíkozottságnak szerepe lehet a fajtárs-felismerési folyamatban. A már említett, számítógépes prezentációkkal működő preferencia tesztekkel kiderült azonban, hogy ha nagyjából danió-méretű halak képét mutatjuk a kísérleti alanyoknak, azok egyformán vonzónak találják a vízszintes, illetve függőleges csíkos egyedeket (3. ábra). A stimulus-halak színét változtatva pedig érdekes jelenségre figyeltek fel a kutatók: a vad, avagy természetes színezetnél az alanyok sokkal jobban vonzódtak a sárga csíkos prezentációkhoz. Ez egyfajta szupernormális ingernek tekinthető, amit azzal magyarázhatunk, hogy mivel a kísérletben mindig kizárólag nőstény halakat alkalmaznak, és a hímekre jellemző az ezüst csíkozottságban megjelenő arany sáv, a sárga szín különlegesen vonzó a nőstények számára. A mintázat és a szín tehát viszonylag kevésbé fontos a zebradániók számára, amikor rajba rendeződnek más halakkal. Ezzel ellentétben, ha a prezentációkhoz használt hal képeke testarányain változtattak, erősen megnyűjtva, vagy összenyomva azokat, ezzel azok vonzóságát is sikerült elmulasztani (Saverino & Gerlai, 2008). Vagyis a másik hal kontúrja lényeges tényező a szociális vonzódás kialakításakor.



14.3. ábra: Különbőféle halképek, amelyeket zebradániók szociális vonzódásának tesztelésékor használtak (Gerlai nyomán). A: természetes zebradánió kinézet; B: hosszában összenyomott kép; C: hosszában megnyújtott kép; D és E: sárga és piros színvariációk; F: csíkok nélküli kép; G: függőlegesen csíkozott hal.

Neurofiziológiai eljárásokkal (vagyis a halak agyának eltávolítása után az egyes **neurotranszmitterek** mennyiségének meghatározásával) érdekes összefüggéseket tártak fel a rajalkotás időzítése és bizonyos idegrendszeri átvivó-anyagok mennyisége között. Kiderült, hogy a zebradánióknál elsősorban a **dopamin és dopamin-jellegű transzmitterek** azok, amelyek az ontogenezis során hasonló fokozódó termelődést mutatnak, mint ahogyan a rajképzési hajlam is növekszik (Buske & Gerlai, 2012). A dopamin D1-es receptort blokkoló vegyülettel kezelt kifejlített halaknál ugyanakkor megszűnik a rajalkotási hajlam (a látás és mozgásképesség, valamint egyéb viselkedésformák érintetlenek maradnak (Scerbina et al., 2012)). A **dopamin-rendszer és a szociális magatartás kapcsolatát** az a felfedezés is alátámasztotta, amely különféle zebradánió-vonalakban talált különbségeken alapult. Kiderült, hogy az 'AB' kódjelű törzsnél az ontogenezis során folyamatosan nő a rajalkotási hajlam, míg a 'TU' törzsnél 25 és 50 napos kor között ugrásszerű a változás. Megvizsgálva a neurotranszmitterek jelenlétét a kérdéses időszak során a halak agyában, kiderült, hogy míg az 'AB' törzsnél a dopaminkoncentráció lineárisan emelkedik, a 'TU' törzs esetében a dopaminszint is hirtelen lesz nagyobb az egyedfejlődés során (Scerbina et al., 2012).

⁴Lásd még 13. fejezet

Végül bemutatunk egy olyan példát is, ahol a zebra-dániókat biológiai modellként használják, mégpedig az etil-alkohol hatásának tesztelésére a szociális magatartásra. A még ki nem kelt embriókat különféle fiziológias hígítású etil-alkohol oldatokba helyezték (0.25%-1.00%). Megjegyzendő, hogy az ikrahéj igen jó védelmet nyújt az alkohol diffúzió ellen. A kikelt, majd kifejlődött halakat a már ismerős tesztmedencében vizsgálták, a rajkötést előidéző stimulushalak prezentálásával. Kiderült, hogy már a leghígabb alkohol koncentráció mellett is csökkent a rajkötési hajlam, míg az egyszázalékos oldatnak kitett embriókból kifejlődő felnőtt halak teljesen közömbösnek mutatkoztak a vetített halakkal szemben. Kontroll kísérletekkel kiderítették, hogy a hatást nem az alkohol látásra vagy mozgásra gyakorolt hatás okozza (Gerlai et al., 2006; Gerlai et al., 2008).

ANYAGOK

Kísérleti állatok

A gyakorlaton kifejlett zebra-dániókkal dolgoznak a hallgatók. Az egyik kísérlet során egy, a másik kísérletben négy nőtény halat helyezünk a tesztakváriumba.

Kísérleti berendezés

A tesztakvárium egy húszliteres medence, amelyet 15 cm mély vízzel töltünk meg. Berendezési tárgyak nincsenek az akváriumban. A víz hőmérséklete 22-24 Celsius fok. A medence két áttellenes oldalához szorosan illesztve egy-egy számítógépes monitort állítunk. A monitorokra számítógépről lehet a megfelelő prezentációkat küldeni. Az akvárium fenekén mindkét monitor oldalán a monitortól 5, illetve 10 cm-re vonal van húzva, kijelölve ezzel a monitortól számított térrészeket. Ugyanígy vonal jelzi a fenéklemezen az akvárium közepét. (Lásd 14.2. ábra)

Kísérleti csoportok

Két vizsgálatot kell elvégezni. Az egyikben azt vizsgáljuk, hogy egy magányos zebra-dánió preferálja-e fajtársai látványát idegen fajú, ám méretben hasonló halakhoz képest. Mindkét monitorra prezentációt küldünk, az egyik monitoron öt zebra-dánió, míg a másikon öt piros színű platti (*Xiphophorus maculatus*) lesz látható.

A másik kísérletben azt vizsgáljuk, hogy eltérő hatást váltanak-e ki különböző kinézetűvé alakított zebra-dániók az alanyokból. Ehhez egyszerre négy halat teszünk a medencébe, és a monitorok egyikére küldjük a hal-prezentációkat. Ezek vad típusú, a vad típus sárga csíkos verziója, eredeti színezetű, de függőleges csíkozottságú, valamint a normálisnál háromszor hosszabbra nyújtott testű zebra-dániók lesznek, mindig öt halkép egyszerre.

A GYAKORLAT MENETE

Első kísérlet: a szociális vonzódás tesztelése magányos halon

A halat kézi merítőhálójával beeresztjük a tesztmedencébe. Vigyázva merítjük a hálót a vízbe, majd a halat gyengéden kiségitjük belőle, és nem magasról ejtjük az akváriumba. A prezentációk elindítása előtt várunk 10 percet, hogy a hal valamelyest megnyugodjon.

A tesztet mérőpárban végezzük. Az egyik hallgató kezeli a számítógépet, valamint diktálja a hal viselkedési paramétereit, míg társa végzi az adatok rögzítését. Egy-egy prezentáció 2 percre tart. Minden halnak összesen nyolc prezentációt mutatunk, melyek között 2 perces szünetet tartunk (a monitorok üresek). Prezentációnként a bemutatott halfajták „oldalt váltanak”, vagyis a dániók, illetve plattik csoportját felváltva mutatjuk jobbról és balról. A mérőpár féldőben cserél, így mindketten végezhetik a munka minden szakaszát. Minden prezentáció alatt rögzítjük a viselkedési változókat. A következő paramétereket kell feljegyezni:

- beúszási latencia a 10 cm-es térrészekbe (120 s, ha a hal nem úszik be egyszer sem)
- beúszási latencia az 5 cm-es térrészekbe (120 s, ha a hal nem úszik be egyszer sem)
- beúszások száma a 10 és 5 cm-es térrészekbe

- tartózkodás összideje a 10 és az 5 cm-es térrészekben
- tartózkodás összideje az akvárium jobb és bal oldalán.

A vizsgálat befejezésekor a halat kivesszük a tesztmedencéből, és egy gyűjtőakváriumba tesszük, hogy biztosan ne szerepelhessen a következő kísérletben.

Második kísérlet: a szociális vonzódást befolyásoló fenotípusos tényezők tesztelése

Ezúttal négy halat teszünk a tesztmedencébe, és a kísérlet elkezdése előtt 15 percet várunk, hogy lehetőség szerint hozzászokjanak az új környezethez.

A halcsoportnak összesen négy prezentációt mutatunk, mindegyikben más halak képe szerepel a monitorok egyikén. A prezentációk felváltva jönnek a bal, illetve a jobb oldali monitorról. Egy-egy prezentáció 2 percig tart, köztük kétperces szünetekkel. A szünetekben a monitorok üresek. Az első prezentáció megkezdése előtti kétperces szakaszban már rögzítjük az adatokat, ez lesz a kontroll szakasz. Az adatok rögzítését 10 másodperces intervallumokként végezzük, az adott intervallum végén leírva a megfelelő számot. A következő paramétereket gyűjtjük:

- halak mennyisége az 5 és 10 cm-es térrészekben
- halak mennyisége az akvárium jobb és bal felén

Adatelemzés és értékelés

Első kísérlet

Az adatelemzés lényege, hogy összehasonlítsuk a hal viselkedését a zebra-dániókat, illetve a plattikat mutató monitor közelében. Ehhez a nyolc prezentációból származó latencia (s), tartózkodási összidő (s), illetve beúszások száma (db) adatokat a megfelelő térrészekre vonatkoztatva összegezzük (oszlopba rendezzük Excel programban), majd statisztikai próbával összehasonlítjuk őket. Mivel ugyanannak a halnak az adatairól van szó, páros összehasonlításokat végzünk. Az elemzéshez az adatok eloszlásától függően páros t-próbát (normáloszlású adatok), illetve Wilcoxon-tesztet (nem normáloszlású adatok) használunk. Az eredményeket grafikusán is szemléltetjük, vagyis a plattikhoz és dániókhöz tartozó adatokat összehasonlításra alkalmas grafikonokon ábrázoljuk.

Második kísérlet

Az elemzés lényege, hogy az egyes stimulus-hal típusoknál kapott adatokat összehasonlítsuk egymással a térrészek, illetve az akvárium-felek esetében. Mivel a halak számát tíz másodpercenként rögzítettük, a kétperces szakaszokban 12-12 adatpontunk lesz. Ezeket kell az Excel programban oszlopba rendezni, majd a prezentációk, illetve a kontroll esetében összehasonlítani. Ügyeljünk arra, hogy mivel a prezentációk felváltva történtek a jobb és a bal oldali monitorokon, az adatokat „jobb-bal” felosztás helyett „prezentáció felőli”, illetve „üres” térfél vonatkozásában kell kezelni.

Az elemzéshez ismétléses statisztikai próbát alkalmazunk, mivel ugyanazokat a halakat teszteltük újra meg újra. Az adatok normalitásának függvényében vagy variancia-analízist (ANOVA, normál eloszlás esetében), vagy Friedman-tesztet (nem normáloszlású adatok esetében) végzünk, a megfelelő utólagos (post-hoc) teszttel együtt. A post hoc teszt mutatja meg, hogy ha a fő tesztben szignifikáns hatást találtunk, akkor mely csoportok között van ténylegesen szignifikáns különbség. A grafikus ábrázolás során törekedjünk arra, hogy olyan ábrát szerkesszünk, amely jól szemlélteti a kezelési csoportok (stimulus-halak) által kiváltott közeledésben jelentkező különbséget a kísérleti alanyoknál.

A Gyakorlati munka minősítése

A jegyzőkönyv minősítésének fő szempontjai:

- készített-e a hallgató bevezetést, ahol bemutatja a vizsgált jelenség hátterét, majd a kutatás kérdéseit, hipotéziseit?

- bemutatja-e a hallgató a vizsgálatok módszertanát?
- elvégezte-e a hallgató a statisztikai elemzéseket?
- készített-e a hallgató grafikus szemléltetést, ezek megfelelnek-e az elvárt minimális kívánalmaknak?
- történt-e részletes eredmény-értékelés?
- helyesek-e az elvégzett számítások?
- van-e általános diszkussziója a vizsgálatnak, ahol a hallgató levonja a tanulságokat, és beágyazza az eredményeket az eddigi ismeretek gyűjteményébe?
- a jegyzőkönyv formai és esztétikai szempontból, valamint terjedelmét tekintve megfelel-e az elvárható minőségnek?

14. 4. melléklet ADATLAP szociális vonzódás a zebradániónál teszthez

Dátum:

Hallgató neve: Mérőpár neve:

1. kísérlet (1 hal tesztelése zebradánió és platti prezentációkkal)

Latencia (megjegyzés: stimulus = dánió vagy platti)

	BAL OLDAL			JOBB OLDAL		
	stimulus	5 cm	10 cm	10 cm	5 cm	stimulus
1. prezentáció						
2. prezentáció						
3. prezentáció						
4. prezentáció						
5. prezentáció						
6. prezentáció						
7. prezentáció						
8. prezentáció						

Belépések száma (megjegyzés: stimulus = dánió vagy platti)

	BAL OLDAL			JOBB OLDAL		
	stimulus	5 cm	10 cm	10 cm	5 cm	stimulus
1. prezentáció						
2. prezentáció						
3. prezentáció						
4. prezentáció						
5. prezentáció						
6. prezentáció						
7. prezentáció						
8. prezentáció						

Benntöltött összidő (megjegyzés: stimulus = dánió vagy platti)

	BAL OLDAL			JOBB OLDAL		
	stimulus	5 cm	10 cm	10 cm	5 cm	stimulus
1. prezentáció						
2. prezentáció						
3. prezentáció						
4. prezentáció						
5. prezentáció						
6. prezentáció						
7. prezentáció						
8. prezentáció						

14.5. melléklet Második kísérlet: négy hal tesztelése különböző manipulált dánió prezentációkkal

Halak száma (megjegyzés: stimulus = üres vagy az aktuális dánió-típus)

	BAL OLDAL				JOBB OLDAL			
	stimulus	5 cm	10 cm	térfél	térfél	10 cm	5 cm	stimulus
kontroll szakasz								
1. prezentáció								
2. prezentáció								
3. prezentáció								
4. prezentáció								

IRODALOM

Aoki, I. 1980. An analysis of the schooling behavior of fish: internal organization and communication process. Bull. Ocean Res.Inst. Univ. Tokyo 12: 1–65.

Buske, C. & Gerlai, R. 2012. Maturation of shoaling behavior is accompanied by changes in the dopaminergic and serotonergic systems in zebrafish. Devel. Psychobiol. 54: 28–35.

Engeszer, R.E., Da Baribiano, L.A., Ryan, M.J., and Parichy, D.M. 2007. Timing and plasticity of shoaling behaviour in the zebrafish, *Danio rerio*. Anim. Behav. 74: 1269–1275.

Gerlai R, Lee V, Blaser R. 2006. Effects of acute and chronic ethanol exposure on the behavior of adult zebrafish (*Danio rerio*). Pharmac. Biochem. and Behav. 85: 752–761.

Gerlai, R., Ahmad, F., and Prajapati, S. 2008. Differences in acute alcohol-induced behavioral responses among zebrafish populations. Alcohol Clin. Exp. Res. 32: 1–11.

Halpern, M.E., Liang, J.O. and Gamse, J.T. 2003. Leaning to the left: laterality in the zebrafish forebrain. Trends Neurosci 26: 308–313.

Krause, J. and Ruxton, G.D. 2002. Living in Groups (Oxford: Oxford University Press).

Krause, J., Hoare, D.J., Croft, D., Lawrence, J., Ward, A., Ruxton, G.D., Godin, J.-G.J., and James, R. 2000. Fish shoal composition: mechanisms and constraints. Proc. R. Soc. Lond. B 267: 2011–2017.

Saverino, C. and Gerlai, R. 2008. The social zebrafish: behavioral responses to conspecific, heterospecifics, and computer animated fish. Behav. Brain Res. 191: 77–87.

Scerbina, T., Chatterjee, D. and Gerlai, R. 2012. Dopamine receptor antagonism disrupts social preference in zebrafish: a strain comparison study. Amino Acids 43: 2059–2072.

Suboski, M.D., Bain, S., Carty, A.E., McQuoid, L.M., Seelen, M.I., and Seifert, M. 1990. Alarm reaction in acquisition and social transmission of simulated-predator recognition by zebra danio fish (Brachydanio rerio). J. Comp. Psychol. 104: 101–112.

15. fejezet - Agresszió és dominancia háziegérnél

Altbäcker Vilmos

Szenczi Péter

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megismerik a csoportképződés, az agresszió, a rangsor és a rangsorképződéssel kapcsolatos jelenségeket. A gyakorlati munka fő célja, hogy a hallgatók tapasztalatot szerezzenek a csoporton belüli agresszió mérése során szükséges viselkedés-vizsgálatok végrehajtásában. Az élőlények adott élethelyzetekre adott reakciói szoros összefüggésben állnak a belső hormonális állapotukkal. Ennek következtében minden, a normális életviteltől eltérő behatás jelentősen befolyásolhatja a viselkedés-tesztekben, különösen a szociális viselkedést vizsgáló kísérletekben azok eredményét. Ezért az ilyen kísérleteknél különösen fontos a gyors és precíz kivitelezés, hogy csak minimális extra stresszt okozzunk az állatoknak.

A gyakorlat másik fontos célja, hogy a hallgatók tapasztalatot szerezzenek mozgókép felvételek elemzésében, az egyes viselkedési elemek felismerésében és elkülönítésében.

BEVEZETÉS

Csoportképződés

A legtöbb emlősfajta csoportban él legalább az életének egy bizonyos szakaszában, és ennek következtében valamilyen fokú szociális viselkedést mutat. Az olyan legegyszerűbb csoportokat, amelyek létrejöttében nem a szociális vonzódás, hanem egyéb tényezők játszanak szerepet, **aggregációknak** nevezzük. Ilyen tényezők például bizonyos fajok egyedeinek közös migrációja vagy az átmeneti táplálékforrás. Amennyiben az egyedek között valódi kapcsolat nem alakul ki anonim csoportról, ha kialakul, individualizált csoportról beszélünk. **Nyílt csoport** esetében az egyedek szabadon csatlakozhatnak és eltávozhatnak, **zárt csoportok** egyedei azonban felismerik egymáson a csoporthoz tartozást és idegeneket elűldözik. A csoportképződés feltétele hogy minden abban részt vevő egyed számára fitness-növekedéssel járjon.

Általánosan elmondható hogy állati csoportok valamely erőforrás szűkössége, vagy a predációs veszély csökkentése miatt alakulnak ki. **Csoportok lehetnek átmenetiek** vagy **állandóak**, belső szerkezet nélküliek, vagy azzal rendelkeznek. A **csoportok** sok esetben **előnyt** jelentenek a bennük élő egyedek számára: bizonyos ökológiai helyzetekben hatékonyabban kereshetnek táplálékot, és eredményesebben védekezhetnek a ragadozók ellen. A csoportos élet ezen kívül számos komplex viselkedés kialakulását is lehetővé teszi, amelyek további előnyöket jelenthetnek az abban részt vevő egyedeknek. Ilyen viselkedések például a vészjelzések használata, az élelemmegosztás, a segítségnyújtás illetve a közös vadászat, a közös utódgondozás, az egyedi felismerés képessége és a különböző szaporodási rendszerek. Kialakulhat az egyedek közötti **kooperáció**, ami további előnyöket jelenthet a résztvevő egyedeknek. A csoportos élet azonban számos **hátrányt is hordoz**. Nő a **fertőzések** és paraziták terjedésének esélye. Erősebb a **kompetíció** az egyedek között, ami **fokozott agresszióhoz** vezet. A domináns egyedek monopolizálhatnak bizonyos erőforrásokat¹.

Agresszió

Amikor az azonos fajú egyedek igyekeznek egymást valamely erőforrás megszerzésében megakadályozni, agresszióról beszélünk. Ez a kifejezés a viselkedések széles körére alkalmazott. Szigorú értelemben olyan viselkedést jelent, amelynek célja egy másik egyednek fizikai sérülés okozása. Tágabb értelemben véve minden olyan viselkedés, aminek következtében egy másik egyed valamilyen szempontból hátrányt szenved (.....).

¹Lásd még 13. fejezetet az altruizmusról és összefüggéséről

A csoporton belüli agresszió esetén legtöbb esetben a harcnak **ritualizált formái** jelennek meg amelyek az egyedek viselkedése az erőnlétükről, rangsorban elfoglalt helyükről szolgáltatnak információt. Sok esetben ezek a jelzések is elegendőek a konfliktus megoldásához. Azonban más esetekben, ha az erőviszonyok kiegyenlítettek, a ritualizált harc átsapathat valós küzdelemmé. Mivel természetes körülmények között a gyengébb félnek lehetősége van megfutamodni, ez ritkán vezet komoly sérülésekhez. Másik lehetőségként az evolúció során kialakultak megadást jelző kommunikációs jelzések, amelyek gátolják az erősebb fél további támadásait.

Az agresszió szintje és formái összefüggnek a faj szociális rendszerével. Az erőforrások véletlenszerű eloszlása esetén a **territoriális viselkedés** szabályozza az egyedektérbeli eloszlását, ezzel szemben a foltos eloszlású erőforrás kiaknázása **rangsorba** szerveződő csoportokban történik. Ezek szerint az élőhelyi adottságok, így az erőforrás eloszlás és a faj szociális rendszere, a csoportok megléte és összetétele szorosan összefügg, és belőle következik az egyedek közötti agonisztikus viselkedés és a tolerancia szintje. A kölcsönös tolerancia elengedhetetlen a csoportok létrejöttéhez és a kooperatív viselkedések kialakulásához, miközben az ismeretlen egyedek felé mutatott szelektív agresszió különösen fontos a territóriumok fenntartásában és az erőforrások megvédésében.

Szociális rangsor

A csoportban élés következtében **nő a kompetíciós nyomás** az egyes egyedeken, aminek fokozottabb agresszió a következménye. Annak elkerülésére, hogy az egyedeknek ne kelljen a napjuk nagy részét folyamatos verekedéssel, az erőforrások feletti állandó vitával tölteniük, az **individualizált csoportokban** rangsor alakul ki. A rangsor páros összetűzések eredménye. A rang az összecsapások eredményei szerint alakul ki, amit elsősorban az **egyedek mérete szab meg**, de bizonyos állatfajoknál befolyásolhatja a **kor (tapasztalat)**, egyes jelzések megléte vagy hiánya, **reprodukciós státusz**, sőt a rangsorban elfoglalt hely akár örökölheto is lehet, a szülők rangja vonatkozik az utódaira is. Fontos kiemelni, hogy az korábbi összecsapások eredményei jelentősen befolyásolják egy egyed viselkedését a későbbi agonisztikus szituációkban. Az az egyed, amelyik már nyert egy ilyen összecsapást, nagyobb valószínűséggel lesz győztes a továbbiakban is, míg az, amelyik először veszített, gyakran vesztes is marad. A rangsor, vagy más néven **hierarchia** ezért felfogható egyféle predikciónak, hogy két egyed közötti konfliktust melyik fogja megnyerni. **Két egyed esetében dominánsról és szubordinánsról** beszélünk. A domináns pozícióban lévő egyed jut a több vagy jobb minőségű táplálékhoz, ő párosodik többet, következésképpen neki lesz a legtöbb utódja. Ugyanakkor a domináns pozíció eléréséhez sokat kockáztat, több időt tölt harccal, és nagyobb a sérülés esélye.

A rangsorban az egyedek közötti viszony úgy fogható fel, mint egy bajnokság állása. A **lineáris rangsorban** az egyedek pozíciója egyértelműen meghatározható, nincs holtverseny, minden állat alá-fölé rendeltségi viszonyban van. A pozíciók megnevezésére görög betűket használunk, az első az alfa, a második a béta stb. az utolsó az omega egyed. A lineáris rangsort szokás csipésrendnek is nevezni, mivel legtisztább formájában a házityúk körében figyelhető meg, melyeknél a harc csipkedésekben nyilvánul meg. A tyúkoknál a lineáris csoportszerkezet maximum 10 fős csoportban érvényesül, előlött a rangsor elágazó lesz időszakos holtversenyekkel, mivel a nagyszámú tyúk nem tudja fejben tartani a bajnokság állását.

Hálózatos rangsor esetében a rangsor elágazik. Az alárendelt egyed enged a domináns egyednek az erőforrásokért folyó vetélkedésben. Amennyiben ez nem történik meg, a domináns egyed agresszív viselkedéssel szerez érvényt akaratának. Először **ritualizált agresszív jelzéseket** ad, majd ha ez nem elegendő, **valódi harcban** szerez érvényt pozíciójának. A rangsor időben dinamikus, mert az egyedek pozíciója azok fizikai állapotával függ össze, így ha egy állat kondíciója romlik, a rangsorbeli pozíciója is süllyed. Ilyen rendszerben élnek például a majmok családjai és hordái. Minden fajban kialakultak azok a viselkedésformák, amik a rangsor folyamatos újrakialakítását szabályozzák.

Kommunikáció és rangsor

Az emlősök sok faja komplikált szociális kapcsolatok között él, ahol alapvető az egyes egyedek közötti **kommunikáció**. Csoportban élő egyedek esetén a kommunikáció fontos szerepe az úgynevezett **státuszjelzés**, vagyis hogy az állat folyamatosan jelzi rangját. A jelzés néha hangok segítségével történik, néha vizuálisan és nagyon gyakran szaganyagok útján. Evolúciós szempontból nézve ennek magyarázata az lehet, hogy kialakulásuk kezdetén a korai emlősök éjszakai életmódúak voltak, ahol a szaganyagoknak különösen nagy a jelentősége. A szaglason alapuló kommunikációnak több előnye is van más kommunikációs utakkal szemben. Használható akkor, mikor a vizuális vagy auditív jelek nehezen detektálhatók, tehát például sötétben, a föld alatt, vagy sűrű vegetációban. Továbbá a szaganyagok jelként szolgálhatnak egy állat térbeli és időbeli mozgásáról és viselkedéséről. Mint

jeleknek, a szaganyagoknak nagy előnye, hogy hosszabb ideig “működőképesek”, és a jelölő állat távollétében is hatásosak. Az emlősök által használt szagjelek nem ekvivalensek alacsonyabb rendű állatok feromonjaival. Felépítésüket tekintve is sok esetben bonyolultabb, komplexebb vegyületek, a kiváltott válaszreakció pedig általában szintén komplexebb viselkedés, nagymértékben függ a kontextustól és az előzetes tapasztalatoktól, ezért a “szociális szaganyag” kifejezést részesíti előnyben az emlősök kémiai jeleire². A sokféle lehetséges jelzés kifejezésére az állatok módosult bőrmirigyek váladékát használják. Amennyiben a mirigy az anális tájékon, a végbélnyílás környékén található, a szekrétum elhelyezése gyakran a széklet vagy vizeletürítéshez kapcsolódik. Egerek esetében vizelet mennyisége, bizonyos komponensek aránya és a vizeletürítés módja – például sokszor keveset sok helyre, vagy néha kevés helyre – árulkodik az egyed pozíciójáról.

A házi egér szociális rendszere

A házi egér (*Mus musculus domesticus*) az egyik legrégebben és leggyakrabban használt kísérleti állat nemcsak a viselkedéstudományokban, hanem az élettan és a genetika számos területén is. Ideális kísérleti állat, mivel tartása egyszerű, szaporítás gyors (már 2 hónaposan ivarérettek az egyedek), és genetikája jól ismert. Ennek következtében számos, alaposan kipróbált és jól dokumentált kísérleti protokoll áll rendelkezésre a faj vizsgálatához. A házi egér vad és számos beltenyésztett törzseinek laboratóriumi, fél-természetes és természetes körülmények közötti viselkedése is jól ismert.

A házi egér emberkövető, **kommenzalista faj**, ami akár igen nagy egyedsűrűségben is megtalálható, amennyiben az életfeltételek kedvezőek. Természetes körülmények között a hímek territóriumot tartanak, amelyen több nősténnyel élnek együtt. Ilyenkor a hímek aktívan védik területük határait. Esetükben általában az idősebb egyed domináns a többi felett, ami több utódban realizálódik. Magas egyedsűrűségnél azonban territóriumok elkülönülésére már nincs lehetőség. Ha a rendelkezésre álló táplálék mennyisége bőséges – ilyen helyzetek gyakran alakulnak ki az ember környezetében – az egyedek jobban megtűrnek egymás közelségét, de ez nem jelenti, hogy azonos hozzáférések is van bizonyos erőforrásokhoz. A csoport nőstényei között ekkor is rangsor alakul ki. **rangsor** – amely bizonyos szaporodásbeli előnyöket jelent. A nőstények az erőforrásokból, pl. szaporodási lehetőségekből a kivívott pozíciójuknak megfelelő módon részesülnek. Egyes agresszív egyedek még magas egyedsűrűség mellett is képesek lehetnek szaporodni, mások erre nem képesek, osztozniuk kell a többi egyeddel. Amennyiben két ismeretlen egér először találkozik, rövid ismerkedési fázis után harcban döntenek el melyikük a domináns. Ezt használjuk fel az egerek rangsor kialakulásának megismeréséhez.

ANYAGOK

Kísérleti állatok és eszközök

A kísérleti állatok az ELTE gödi biológiai intézetének tenyészetéből származnak. Az állatokat standard körülmények között hagyományos méretű egérdobozokban tartották. A hőmérséklet egész évben állandó, a világos/sötét periódus 12:12 órára van állítva, úgy hogy a sötét periódus essen nappalra. Így a kísérletek az egerek aktív időszakára időzíthetők.

A teszteket egy 50 x 30 x 35 cm-es üveg ketrecben végezzük. A kísérletben szereplő állatok szociálisan tapasztalatlanok, rangsorbeli pozíciójuk ‘neutrális’. A ketrecet középen egy átlátszatlan plasztik lappal kettéválasztjuk. A tesztben szereplő állatokat lemérjük, majd az akvárium két rekeszébe helyezzük. 5 perc beszkottatási idő után az elválasztó lapot eltávolítjuk, és elindítjuk a felvételt. Minden teszt 10 percig tart, kezdetének az az időpont számít, amikor az egyik tesztalany először megközelíti a másikat. A tesztet meg kell szakítani amennyiben valamelyik egyed láthatóan megsérül vagy képtelen kitérni az ellenfele támadásai elől.

A teszt során mérjük mindkét állat agresszív és defenzív viselkedéssel töltött idejét. Etológiai értelemben agresszióknak nevezzük azt a viselkedésformát, amikor fajtársak megpróbálják egymást valamilyen erőforrás közeléből eltávolítani, illetve megakadályozni, hogy a másik egyed a forrást elfogyassza. **Agresszív viselkedésnek** számítanak a következő viselkedési elemek az egereknél: agresszív két lábra állás, fenyegető testtartás, rúgás a mellső lábakkal, verekedés, lökés, kergetés, harapás. **Defenzív vagy védekező viselkedési** elemeknek pedig a következők: defenzív két lábra állás, kitérés, menekülés, összekuporodás. Mérjük továbbá az első agonisztikus interakcióig eltelt időt, és feljegyezzük az először támadó egyedet. A mért adatok alapján meghatározzuk, hogy a

²Lásd még 7. fejezet

nagyobb vagy a kisebb súlyú állat töltött több időt agresszív viselkedési elemekkel, vagyis melyik tekinthető dominánsnak az interakcióban.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat célja: Meghatározni, hogy az egerek kondíciója meghatározza-e a dominanciaviszonyok kialakulásakor végbemenő harcok kimenetelét

A gyakorlat a Gödi Biológiai Állomáson lévő kutatóházban végezzük házi egereken. Megfelelő állatszám hiányában vagy a lágymányosi épületben videofelvételről történik az elemzés. A gyakorlat során egy szociális interakciós tesztben kell megfigyelni az azonos korú, de különböző súlyú hím vagy nőstény egerek agresszív és defenzív viselkedését. A viselkedési változók elemzése során a két egyed között kialakuló viszonyt kell megállapítani. A megfigyelés során az adatfelvétel kézzel papírra történik majd, az adatokat az Excel és az InStat számítógépes programok segítségével elemezzük.

A vizsgálatot az „Egy természettudományos vizsgálat lépései” című dokumentum kitöltésével kezdjük.

Megfogalmazzuk kísérleti kérdést, amely eldöntendő (igen/nemmel megválaszolható) kell, hogy legyen. Például ebben az esetben fel lehet tenni azt a konkrét kérdést, hogy az egerek súlya befolyásolja-e agonisztikus viselkedésük mértékét, amit például az arra fordított idővel, vagy az ilyen jellegű viselkedéselemek frekvenciájával jellemezhetünk.

Alternatív hipotéziseket állítunk. Az alternatív hipotézisek támogathatják vagy elvethetik a kérdésünket. Például a fenti kérdésre lehet válaszunk, hogy igen, az állat súlya befolyásolja az agonisztikus viselkedést, a nagyobb/kisebb egyedek agresszívebben viselkednek. Nemleges alternatív hipotézis esetén, pedig azt állítjuk, hogy az állatok súlya nem befolyásolja agonisztikus viselkedésük mértékét.

Meghatározzuk és definiáljuk a mérendő változókat. A gyakorlat során meg kell tudni határozni a teszt kezdetét, majd mérni az opponensek által agresszív és defenzív viselkedési elemekkel töltött idő hosszát.

Kódolandó viselkedési változók:

- agresszív két lábra állás,
- fenyegető testtartás,
- rúgás a mellső lábakkal,
- verekedés,
- lökés,
- kergetés
- kitérés
- menekülés
- összekuporodás
- első agonisztikus interakcióig eltelt idő
- először támadó egyed

Néhány percnyi videofelvétel kódolásával begyakoroljuk a viselkedés kódolást.

A teszt kezdetén lemérjük az állatok súlyát tized gramm pontossággal, majd a teszt arénába helyezzük őket. Az egerek a teszt kezdetén az első 5 percben még el vannak egymástól választva, ez a beszoktatási idő. Ennek letelte után kivesszük a válaszfalat és kezdődik a teszt.

Adatok felvétele a viselkedési tesztben. A viselkedés kódolását kézzel papíron előkészített adatlapon végezzük.

Adatbevitel. Az adatokat a már korábban elkészített Excel táblázatba kell értelemszerűen bevinni.

Az adatok elemzése. A csoport adatokat összesíteni kell, vagyis az Excel program segítségével átlag és szórás értékeket kell számolni.

Az adatok ábrázolása diagramon. Az átlagokat és szórásokat ábrázolni kell oszlopdiagram segítségével, szintén az Excel program segítségével.

Meghatározzuk a statisztikai módszert, amelyet alkalmazni fogunk.

Az adatok statisztikai analízise. Ahhoz, hogy eldönthessük az egyes csoportok a mért változóban különböznek-e egymástól statisztikailag, össze kell vetni az adataikat. A statisztikai analízishez az InStat statisztikai programcsomagot használjuk. Ehhez az adatokat be kell másolni ebbe a programba. Mivel két független csoportot hasonlítunk össze, azokat Student t-próba segítségével hasonlítjuk össze. A statisztika eredményét a t (szf)=..., P =..... módon kell megadni, az InStat programból kijegyzetelve.

Következtetések levonása és értékelés.

A statisztikai próba eredménye alapján le kell írni milyen következtetéseket vonhatunk le a háziegerek szociális interakciós tesztben megfigyelt viselkedésére nézve. Az alternatív hipotézisek közül melyiket fogadjuk el, melyeket vetjük el. Az értékelés készítésekor a következő kérdéseket kell megfontolni:

- A kapott eredmények mennyire egybehangzóak a korábban mások által kapott eredményekkel?
- Ha nem, mi lehet ennek a magyarázata?
- Az adatok felvétele során és az adatok elemzése kapcsán milyen újabb kérdés/ek vetődött fel?
- Hogyan lehetne tovább lépni, milyen vizsgálatot lehetne készíteni a jelenlegi eredmények ismeretében?

15.1. melléklet EGÉR RANGSOR VIZSGÁLAT TERVE

1/ KEZDETI (ELDÖNTHETŐ!) KÉRDÉS:

2/ ALTERNATIV HIPOTÉZISEK

A:

B:

3/ KISÉRLETI TERV: CSOPORTOK:
LEHETSÉGES VÁLTOZÓK:

MÉRENDŐ VÁLTOZÓK (V1-4) DEFINÍCIÓI: MIT, MIVEL, HOGYAN, MIBEN

V1:

V2:

V3:

V4:

4/ MINTAVÉTELI TERV

-HÁNY DB/csoport

-MEKKORA/MENNYI IDEIG

-ELOSZLÁS:

5/ ELŐVIZSGÁLAT: MÓDSZER/ESZKÖZ TESZTELÉS

Milyen pontosan mérhető a változó? Mennyire reprodukálható az eredmény?

6/ ADATLAP KÉSZÍTÉS (lásd lejjebb)

7/ ADATGYŰJTÉS: Töltsd ki!

8/ ADATELEMZÉS: Student t TESZT

9/ EREDMÉNY EGY MONDATBAN (válasz a kérdéseinkre):

10/ ÉRTÉKELÉS: eddigi ismeretekhez képest mi jött ki?

11/ ÚJ, PONTOSABB (ELDÖNTENDŐ) KÉRDÉS (Egyénileg):

15.2 melléklet ADATLAP A HÁZI EGÉR RANGSOR KIALAKULÁS VIZSGÁLATÁHOZ

DÁTUM:..... FELVÉTELEZŐ:.....

CSOPORT	EGYED	V1	V2	V3	V4	Megjegyzés
---------	-------	----	----	----	----	------------

1	1					
1	2					
1	3					
1	4					
1	5					
1	6					
1	7					
1	8					
1	9					
1	10					
2	1					
2	2					
2	3					
2	4					
2	5					
2	6					
2	7					
2	8					
2	9					
2	10					

átlag1:

átlag2:

szórás1:

szórás2:

STATISZTIKA:

IRODALOM

- Brown, R. Z. 1953. Social behavior, reproduction, and population changes in the house mouse (*Mus musculus* L.). Ecol. Monogr. 23: 218-240.
- Chinwalla, A. T., Cook, L. L., Delehaunty, K. D., Fewell, G. A., Fulton, L. A., Fulton, R. S., . . . McPherson, J. D. 2002. Initial sequencing and comparative analysis of the mouse genome. Nature 420: 520-562.
- Davies, N. B., Krebs, J. R. & West, S. A. 2012. *An introduction to behavioural ecology*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Galef, B. G. 1991. Information-centers of Norway rats - sites for information exchange and information parasitism. Anim. Behav. 41: 295-301.
- Lindstrom, E. 1986. Territory inheritance and the evolution of group-living in carnivores. Anim. Behav. 34: 1825-1835.
- Roberts, S. C. 1988. Social influences on vigilance in rabbits. Anim. Behav. 36: 905-913.
- Walters, J. R., & Seyfarth, R. M. 1986. Conflict and cooperation. In B. B. Smuts, D. L. Cheney, R. M. Seyfarth & R. W. Wrangham (Eds.), *Primate societies* (pp. 306-317): University of Chicago Press.
- Wrangham, R. W. 1981. Drinking competition in vervet monkeys. Anim. Behav. 29: 904-910.

16. fejezet - Csoportos táplálkozás közben megnövekedett éberség embernél: függ-e az étkezés közbeni körülnézés a csoportmérettől?

Altbäcker Vilmos

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat bevezet az emberi viselkedést befolyásoló tényezők megismerésébe. Bemutatja a csoportos élet egyik lehetséges előnyét, a megosztott éberséget, ami a csoporttagoknak megnövelt időt biztosít a táplálkozásra. Ugyan az ember egy étteremben nem gondol arra, milyen veszélyeknek lehet kitéve, körülpillantásainak egyszerű módszerekkel történő leírása révén kimutatható az idegen helyen illetve magányosan táplálkozó ember megnövekedett ébersége.

BEVEZETÉS

Csoportosulás az állatoknál, mint a veszély csökkentés módja

Az élőlények térbeli eloszlása sok faj esetében jellegzetes (fajra jellemző) csoportos előfordulást eredményez. A csoportosulás megjelenése és mértéke sok esetben időben is fajra jellemző mintázatot mutat, vagyis egyes szezonokban erősebb mint máskor. A viselkedésokológia egyik kedvelt kutatási témaköre a csoportosulás: milyen feltételek vezethetnek a fenti jelenség kialakulásához?

A csoportosulást leíró vagy magyarázó elvek kidolgozásához a jelenségek több szintjén adódik lehetőség. A viselkedésokológiai modellek kiinduló hipotézise, hogy az evolúció során olyan viselkedésformák (tágabb értelemben véve olyan tulajdonságok) szelektálódnak ki, amelyek adott helyzetben a nettó nyereséget maximalizálják (vagyis egységnyi befektetésre jutó maximális nyereséget biztosítanak). Ez úgy érhető el, ha a viselkedésforma nyújtotta előnyök minél nagyobbak, az egyidejű hátrányok (költségek) minél kisebbek, vagyis különbségük (a nyereség) maximális. A nyereség maximálás folyamata az optimalizáció¹.

Az optimalizációs modellek többsége a táplálékszerzést írja le, ezzel kapcsolatos fogalmak az erőforrások térbeli és időbeli eloszlása, hozzáférhetősége, a felkutatással, kapcsolatos viselkedésformák optimalizációs modellek segítségével történő elemzése, a profitabilitás. A viselkedés nem csak egy forrás kiaknázására irányul (pl. enni és inni más helyen és időben lehetséges), valamint az eltérő igényeket támasztó tevékenységet csak úgy tudják végezni, ha idejüket megosztják e tevékenységi formák között. Mivel az aktív periódus hossza véges, bármely viselkedés csak a többiek kárára növelhető, közöttük trade-off kapcsolat áll fenn.

A táplálkozás befektetést igénylő, kockázatokat hordozó tevékenység. A legtöbb faj maga is táplálékforrásként szerepel más fajok számára, a **predáció** a természetes környezetünkben élő állatok esetében az egyik legfontosabb **szelekciós nyomást** jelenti. Minden **olyan viselkedésforma**, amely a **predációs kockázatot oly módon csökkenti**, hogy annak alkalmazása esetén növekszik a táplálkozásra fordítható idő mennyisége, **adaptív értékű**. Nézzünk néhány egyszerű példát: a struccok táplálékukat a talajról szedegetik fel. A táplálkozásra alkalmas növényi részek felkutatása, azonosítása és elfogyasztása nagyon kis hatótávolságra koncentrálódó, intenzív, "földhözragadt" figyelmet igényel. Az őt fogyasztó ragadozók viszont nagy távolságból, nagy sebességgel közelítik meg (vadkutyák, nagymacskák, stb.), ami a strucc részéről azt igényli, hogy időszakonként táplálékkereső tevékenységét megszakítva

¹Lásd még 13. és 14. fejezetek

a ragadozók felderítésével foglalatosságot (fejét felemelve körülnézzen). **Az éberség viszont költséges foglalatosság**, közben a táplálkozást meg kell szakítani. Hogyan lehet a költségeket csökkenteni?

1. **Több szem többet lát.** Az **éberség költsége csökkenthető csoportos táplálkozás** esetében. Ilyenkor az éberség költsége több egyed között oszlik meg, tehát várhatóan, minél nagyobb a táplálkozó csoport mérete, egy egyednek annál ritkábban kell felpillantania (Roberts, 1996.). Természetesen ez nagymértékben függ a kiaknázott táplálékforrás tulajdonságaitól. Struccok esetében több egyed egyidejű táplálkozása nem rontja számottevően egy egyed esélyét, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű táplálékhoz jusson.
2. **Felhígulási effektus.** Ha a predátorok egyidejűleg csak egy zsákmányt képesek elejteni, akkor az egyedek **zsákmányul esési kockázata a csoport méretével fordított arányban csökken**. Minél nagyobb a csoport, annál kisebb a valószínűsége, hogy egy tetszőlegesen kiválasztott egyed lesz a zsákmány.
3. **Csoportgeometria, az önző csorda geometriája** (Hamilton, 1971.) A csoportosan táplálkozó egyedek egy komoly **dilemmával** kerülnek szembe: a fenti két ok miatt **előnyös lehet csoportban táplálkozni, viszont a csoport a predátorok számára feltűnőbb** lehet, mint a szétszórta, egyedül táplálkozók. A csoportos táplálkozás a feltűnőbb volta miatt különösen a szélén táplálkozó egyedek számára jelenthet nagyobb predációs kockázatot. Ha a ragadozók egyesével támadnak és egyidejűleg csak egy zsákmány elejtésére képesek, akkor egy tetszőlegesen kiválasztott egyed zsákmányul esésének a valószínűsége fordított arányban áll a csoport méretével. Magányosan támadó üldöző ragadozó elsősorban a csoport szélén lévő egyedek közül szedi áldozatait (fizikailag velük találkozik először, térbeli mozgásuk egyedileg követhető és kiszámítható). A csoportban élő állatok ebből a "széli" határból eredő hátrányukat csökkenthetik, ha a csoport belseje felé törekcszenek. Ebben az esetben érvénybe lép a felhígulási effektus (minél több szomszéd veszi körül, annál kisebb a zsákmányul esés kockázata). **A centripetális mozgás és a csoportban a véletlenszerű kavargó mozgás azt eredményezheti, hogy a ragadozó szem elöl téveszti kiszemelt áldozatát**, tehát ugyancsak csökken az egyed zsákmányul esésének a kockázata. (Bednekoff & Lima, 1998.).

A fenti megfontolások alapján a következő megállapítások tehetők: **a csoportmérettel nő az éberség** (csoportszinten), **a csoportban táplálkozó egyed éberségi szintje csökkenhet**, ha a csoport tagjai figyelnek egymás riasztására (Roberts, 1996.) A jelenséget gyakran „**csoportméret effektus**”-ként emlegetik, mely azt fejezi ki, hogy **növekvő csoportméret esetén csökken az egy egyedre jutó (predátor) felderítési idő** (Blumstein, 1996.)

A ragadozó-felderítés/detektálás lehetséges egyénileg („körbenézés”) ill. csoportosan (csoportos észlelés), amikor más csoporttárs ad ki vészjelet. A csoportosan élő állatok a veszély korai észlelésében számítanak egymásra. Az egyéni detektálás sokszor gyorsabb és megbízhatóbb, mint a csoporttól függeni (Bednekoff & Lima, 1998.). A ragadozó-felderítés viszont, mint azt fentebb vázoltuk, „trade-off”-ban áll más tevékenységekkel. Az éberség ugyanis időt és vizuális figyelmet igényel, melyek limitált források.

Csoportosulás és felderítés különböző fajoknál

Arenz és Leger (1999a) ürgeknél (*Spermophilus tridecemlineatus*) vizsgálta az antipredátor viselkedést, és azt találta, hogy **minél költségesebb a ragadozó-felderítés, annál ritkábban figyelhető meg**. Ezenkívül azt is leírták, hogy ennél az ürge fajnál a fiatalok kevésbé éberek mint a felnőtt egyedek (Arenz & Leger, 1999b)

Bertram struccok megfigyelése közben azt tapasztalta, hogy az **egyéni éberség szintje csökken, ha a csoport mérete nő**. Azt is leírta, hogy a **kakasok éberebbek voltak a tojóknál**, ami leginkább abban mutatkozott meg, hogy hosszabb ideig tartották felemelve a fejüket. (A felpillantások számában nem találtak szignifikáns különbséget.) Ezen kívül megállapította, hogy a struccoknál a csoport sebezhetősége csak csekély mértékben, míg az egyéni sebezhetőség jelentősen csökkent a táplálkozási csoportosulások létrejöttével (Bertram, 1980.)

Tasmán ördögöket vizsgálva azt találták, hogy **a felderítés gyakorisága csökken a testméret, az életkor és a csoportméret növekedésével**, viszont nem változik egy interspecifikus kompetítor hatására (Jones, 1998).

Aranyfarkú mormoták vizsgálatainak eredménye is azt sugallja, hogy a ragadozó-felderítő viselkedés gyakorisága nem minden állatfajnál függ a csoportmérettől. A táplálkozás közbeni felderítésben tapasztalt varianciának csupán 6 %-a volt magyarázható a csoportmérettel (Blumstein, 1996.).

Csoportméret és felderítés a főemlősöknél

Legtöbb állatfaj esetében az egyéni ragadozó-felderítő viselkedés gyakorisága csökken a csoportméret növekedésével (Roberts, 1996.), kivételt képeznek azonban a főemlősök. Ők ugyanis felegyenesedve, táplálékukat kezükben tartva esznek, így párhuzamosan a táplálkozással detektálni tudják a ragadozókat is. Esetükben a csoportméret nincs hatással az éberség szintjére. Valószínű, hogy a csoporton belüli éberség a fajtársak jelenlétének a következménye, ennek eldöntéséhez a felpillantások célját kellene azonosítani és valamilyen módon megbecsülni azt az értéket, amellyel a nagyobb csoport nagyobb biztonságot nyújt az egyednek. (Treves, 2000.)

Ember esetében lehetőség van arra, hogy a modellt tovább finomítsuk. Az emberi tekintet iránya jól követhető, mivel a szivárványhártya foltjának irányultsága jól kivehető az ínhártya fehér háttéréből (Butterworth & Itakura, 2000.). A tekintet irányának követése lehetővé teszi, hogy több alternatív hipotézist is tesztelhessünk az éberségre vonatkozóan. Az emberi körülpillantások lehetséges okai a predációs kockázat felmérése, barátok felkutatása, társ őrzése, vagy éppen párkeresés (Dunbar és mtsai, 2002.).

ANYAGOK

Kísérleti alanyok és eszközök

Vizsgálatainkhoz a West-End City Center bevásárlóközpontjában a térképésznek köszönhetően több helyszín is alkalmas. A gyorséttermek vendégeinek megfigyelését az étterem fölötti szintről, lehetőleg a megfigyeltek számára észrevétlenül végezzük. Sajnos a relatíve nagy megfigyelési távolság és a madárperspektíva nem teszi lehetővé a tekintetek irányának megállapítását, így csak az alaphipotézisek lesznek vizsgálhatók.

Az egyes vendéglátóhelyek térkialakítása lehetővé teszi, hogy vizuálisan egy, vagy több oldalról is lehatárolt, valamint nyílt, szabadon átjárható térségben kialakított étkezőhelyeken figyeljük meg a vendégek viselkedését.

A GYAKORLAT MENETE

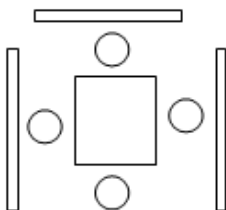
A gyakorlat célja

A fenti rövid áttekintés után a gyakorlat feladata annak eldöntése, hogy vajon az ember esetében megfigyelési adatokkal alátámaszthatók-e a sok faj esetében igazolható hipotézisek, miszerint:

1. A táplálkozó csoport méretének növekedésével nő az éberség (csoportszinten), a csoportban táplálkozó egyed éberségi szintje ugyanakkor csökkenhet
2. A felpillantások száma függ a táplálkozóhely térbeli kiképzésétől

A teendők sorrendje a gyakorlat során

- Az adatlapon az alábbi séma alapján jelöljük az étkezőhely
 - térképészét (körök: ülőhelyek, négyzet: asztal, téglalapok: vizuális
 - lehatárolás). Csak azokat a székeket jelöljük be, amelyeken a megfigyelt
 - személyek helyet foglaltak, jelöljük a széken ülő személy nemét (f: férfi, n: nő).



- Az alanyokat a helyfoglalás sorrendjében válasszuk ki. A megfigyelés a helyfoglalást követően 5 percig tart. Ha az étkezés a megfigyelési időnél rövidebb ideig tart, akkor az adatokat töröljük és új megfigyelést kezdünk. Minden megfigyelt csoportnál jegyezzük fel a felpillantások számát. Felderítő viselkedésnek a tényéről/ételről való felpillantás számít, ami láthatóan nem közvetlenül az asztaltárs(ak)ra irányul.
- A megfigyeléseket és az adatgyűjtést párban végezzük és a kiértékelésben a mérőpárok egymás adatait használják.
- Megfigyelendő csoportok: egy, kettő és négyfős csoportok, nyílt és vizuálisan lehatárolt térrészben, minden esetben 5-5 csoport, összesen 30 csoport. Az adatgyűjtésre három óra áll rendelkezésre. Megfigyelő párban dolgozva a feladatok tetszés szerint feloszthatók (15-15 megfigyelési csoport). Ha a vendéglátóhely térkiképzése, vagy a vendégforgalom nem teszi lehetővé az eredetileg tervezett csoportméretek megfigyelését, akkor mindenképpen arra kell törekedni, hogy a nyílt és a vizuálisan lehatárolt területen megfigyelt csoportokban a létszámok megegyezzenek és a legkisebb- és a legnagyobb létszámú csoportok között legalább két főnyi eltérés legyen (tehát 1,(2),-3, vagy 2,(3)-4, de következetesen, mindkét környezetben.)
- A megfigyelési adatokról a gyakorlat végén a statisztikai kiértékeléshez másolatot kell készíteni és az eredeti adatokat aláírva le kell adni!
- Az adatok statisztikai értékelése:
 - a/ Védetség hatása a felpillantások számára. Ehhez a vizsgálathoz a nyílt térrészen, illetve a vizuálisan lehatárolt térrészen étkezők felpillantásainak számát hasonlítjuk össze (csoportos felpillantások számát, valamint az egyedi felpillantások számát). Hipotézisünk az, hogy a védett térrészben táplálkozók mind csoportszinten, mind egyedi szinten kisebb éberséget mutatnak az ötperces megfigyelési idő alatt, mint a nyílt területen étkezők. Az összehasonlításhoz kétmintás t-tesztet alkalmazunk. Hipotézisünk megtartását erősíti, ha a nyílt és a zárt térrészben étkező csoportok között a felpillantások számában szignifikáns eltérést kapunk eredményül (vagyis a két függetlenül mintázott populáció átlaga eltérő). A kiértékelés során megadandók: csoportátlagok, szórák (táblázatosan és grafikusán ábrázolva), t- és p értékek, csoportlétszámokként – a kapott eredmények rövid, szöveges értékelése.
 - b/ Csoportméret hatása az éberségre. A “kezelés”-nek, vagyis a csoportlétszámnak a felpillantások számára gyakorolt hatását varianciaanalízis segítségével elemezzük (egyutas ANOVA). Független változónk a csoport létszáma, függő változónk a felpillantások száma (csoport, illetve egyedi szinten). Több minta (esetünkben 3) átlagát kell összehasonlítani és eldönteni, hogy a mintákon belüli és a minták közötti varianciák különböznek-e. Magadandók: alapstatisztika (átlagok, szórák – táblázatban és grafikusán), ANOVA eredmény táblázat (külön-külön a két környezettípusra). Kérdés, hogyha az ANOVA használatával eldöntöttük, hogy a csoportok átlagai különböznek, akkor mely csoportok (átlagai) között van különbség? Ennek eldöntésére Tukey-próbát alkalmazunk (egyenlő mintanagyságok esetében), amely páronkénti összehasonlításban megadja, hogy mely csoportok különböznek egymástól szignifikánsan. Megadandó az alapstatisztika grafikus ábráján a csoportok közötti összehasonlítások eredménye, valamint a p-érték. A két eltérő környezet (nyitott, ill. vizuálisan határolt étkezési hely) hatását (csak itt és most) nem kell statisztikailag elemezni. A kapott eredményeket a címben feltett kérdésre adott rövid szöveges értékeléssel együtt kell beadni.
- Kérdések: nem használtuk fel a rögzített adatok közül a megfigyeltet nemét. Milyen hipotézisek tesztelésére lenne alkalmas ez az adat? Hogyan lehetne a két eltérő környezet (nyitott, ill. vizuálisan határolt étkezési hely) és a csoportméret felpillantások számára gyakorolt együttes hatását statisztikailag kiértékelni? Milyen (statisztikai értelemben vett) feltételek teljesülése esetén lennének a gyakorlat időtartama alatt rögzített adatok alkalmasak ennek a kérdésnek a vizsgálatához? Különböző megfigyelési helyszínek (más- más üzemeltető) közötti összehasonlításban milyen hipotéziseket lehetne tesztelni a felvett adatok alapján?
- Legalább egy kérdésre kidolgozott választ kérek!

A statisztikai kiértékeléshez bármely hozzáférhető statisztikai programcsomag (SPSS, Statistica) használható, vagy az Etológiai tanszék honlapjáról letölthető InStat 3.0 demo verziója, de magával az Excellel is megoldható a feladat. A statisztika alkalmazásához a jelen gyakorlati jegyzet utolsó két fejezete nyújthat segítséget.

16.1. melléklet

ADATLAP A "Függ-e az étkezés közbeni körülnézés a táplálkozóhely védeltségétől" VIZSGÁLATÁHOZ															
DÁTUM: FELVÉTELEZŐ: TÁRS:															
HÁROMFŐS CSOPORTOK															
NYILT TERÜLET						VÉDETT TERÜLET									
térkialakítás	csoport létszám	megt. szám	száma	személy neme	felillantások	összesen	megjegyzés	térkialakítás	csoport létszám	megt. szám	száma	személy neme	felillantások	összesen	megjegyzés
1	3	1	1					2	3	1	1				
1	3	1	1					2	3	1	1				
1	3	1	1					2	3	1	1				
1	3	2	2					2	3	2	2				
1	3	2	2					2	3	2	2				
1	3	2	2					2	3	2	2				
1	3	3	3					2	3	3	3				
1	3	3	3					2	3	3	3				
1	3	4	4					2	3	4	4				
1	3	4	4					2	3	4	4				
1	3	4	4					2	3	4	4				
1	3	5	5					2	3	5	5				
1	3	5	5					2	3	5	5				
összes felillant db csoport átlag: szórás): N=						összes felillant db csoport átlag: szórás): N=									
egyesi körülnéz db N=						egyesi körülnéz db N=									

16.2 melléklet

ADATLAP A "Függ-e az étkezés közbeni körülnézés a csoportlétszámtól" VIZSGÁLATÁHOZ													
DÁTUM:				FELVÉTELEZŐ:				TÁRS:					
HÁROMFŐS CSOPORTOK													
NYÍLT TERÜLET							NYÍLT TERÜLET						
térképeltetés	csop. létszám	megl. száma	személy neve	felpillantások száma	összesen	megjegyzés	térképeltetés	csop. létszám	megl. száma	személy neve	felpillantások száma	összesen	megjegyzés
1	1	1					1	4	1				
1	1	2					1	4	1				
1	1	3					1	4	1				
1	1	4					1	4	1				
1	1	5					1	4	2				
1	1	6					1	4	2				
1	1	7					1	4	2				
1	2	1					1	4	2				
1	2	1					1	4	3				
1	2	2					1	4	3				
1	2	2					1	4	3				
1	2	3					1	4	3				
1	2	3					1	4	4				
1	2	4					1	4	4				
1	2	4					1	4	4				
1	2	5					1	4	4				
1	2	5					1	4	5				
1	2	6					1	4	5				
1	2	6					1	4	5				
1	2	7					1	4	5				
1	2	7											
			összes felpillant db							összes felpillant db			
			csoport átlag:							csoport átlag:			
			szórás):							szórás):			
			N=							N=			
			egyedi körülnéz db							egyedi körülnéz db			
			N=							N=			

IRODALOM

Arenz, C. L., Leger, D. W. 1999a. Thirteen-lined ground squirrel (Sciuridae: *Spermophilus tridecemlineatus*) antipredator vigilance decreases as vigilance cost increases, *Anim. Behav.*, 57, 97-103

Arenz, C. L., Leger, D. W. 1999b. Antipredator vigilance of juvenile and adult thirteen-lined ground squirrels and the role of nutritional need. *Anim. Behav.*, 59, 535-541

Bednekoff, P. A., Lima, S. L. 1998. Randomness, chaos and confusion in the study of antipredator vigilance. *TREE*, 13: 284-287

Bertram, B. C. R. 1980. Vigilance and group size in ostriches, *Anim. Behav.*, 28: 278-286

Blumstein, D. T. 1996. How much does social group size influence golden marmot vigilance? *Behaviour*, 133: 1133-1151

Butterworth, G.E., Itakura, S. 2000. How the eyes, head and hand serve definite reference, *Br J. Dev. Psychobiol.*, 18: 25-50.

Dunbar R. I. M., Cornah L., Daly F. J., Bowyer K. M. 2002. Vigilance in human groups: A test of alternative hypotheses. *Behaviour*, 139: 695-711

Hamilton, W. D. 1971. Geometry for the selfish herd. *J. Theor Biol.*, 31: 295-311

Jones, M. E. 1998. The function of vigilance in sympatric marsupial carnivores: the eastern quoll and the Tasmanian devil. *Anim. Behav.*, 56, 1279-1284

Roberts, G. 1996. Why individual vigilance declines as group size increases, *Anim. Behav.*, 51, 1077-1086.

Treves, A. 1998. The influence of group size and neighbors on vigilance in two species of arboreal monkeys. *Behaviour*, 135: 453-481.

Treves, A. 2000. Theory and method in studies of vigilance and aggregation, *Anim. Behav.*, 60. 711-722.

17. fejezet - A kutya kötődésének etológiai vizsgálata

Gácsi Márta

A GYAKORLAT CÉLJA

Napjainkban heves szakmai viták folynak arról, vannak-e az állatoknak érzelmeik, illetve biológiai szempontból valóban meghatározhatók-e a pszichológusok által elkülönített „elsődleges” és „másodlagos” érzelmeik. Az evolúciós szemléletű etológiai megközelítés szerint a humán képességek és készségek eredete az állatvilágban csak úgy fedhető fel tudományos igénnyel, ha a megfigyelhető viselkedések aprólékos leírásával és elemzésével vizsgáljuk a jelenségeket.

Bár az érzelmeiket sokan alapvetően humánspecifikus belső állapotoknak tartják, kevesen tagadnák, hogy a kutyák „szeretik” a gazdájukat. Az utóbbi években sok olyan publikáció jelent meg, amely ezt a kapcsolatot tárgyalja, és olyan kutatási módszereket mutat be, amelyek megmutathatják, valójában mennyire egyedülálló a kutyák gazdával szembeni „kötődési” kapcsolata. A gyakorlat során a legelterjedtebb ilyen teszttel és annak kiértékelési módjával ismerkedhetnek meg a hallgatók.

BEVEZETÉS

Elméleti áttekintés

A szülőhöz való **kötődés fő funkciója**, hogy biztosítsa az utód ragadozóktól vagy egyéb veszélyforrásoktól való védelmét és a megfelelő forrásokkal való ellátását. Tehát a kötődés nem csak szociális vonzódást vagy általános preferenciát jelent, bár a korai kutatások még ilyen értelemben használták. A kötődési folyamat alakulását és a benne fő szerepet játszó mechanizmusokat részletesen kutatták, ám a **bevéődés**¹ jelenségekörén kívül eső kötődési kapcsolatok (pl. fajok közötti), illetve a szociális fajok egy részénél megfigyelhető tartós vonzódás alapos vizsgálatára sokáig csak elvétve volt példa.

Mára számos kutatási eredmény igazolja, hogy a kutya-ember kapcsolat biológiai szempontból is különleges. Bár számtalan faj ember által felnevelt egyede esetében megfigyelhető, hogy a bevéődési folyamatok speciális alakulása miatt módosul a fajtársfelismerési képesség, és az állatok például a gondozó felé mutatnak egyes fajra jellemző szociális viselkedésformákat, ezek ritkán bizonyulnak tartós kapcsolatnak². Az pedig egyáltalán nem jellemző, hogy bármely faj esetében az anyja által felnevelt egyed kötődést mutasson egy az egyedfejlődés későbbi szakaszában megismert emberhez.

A fejlett szociális fajokon végzett kutatások fő célja mindig az emberi kötődési viselkedés jobb megértése volt, a vizsgált kérdések és a felhasznált módszerek is ennek megfelelően alakultak. **A legismertebb, evolúciós szemléletű kötődési elmélet szerint a kötődés olyan tartós, aszimmetrikus szociális kapcsolat, amely feltételezi a kötődő egyed függőségét egy másik egyedtől, amely biztonságot nyújt számára (Bowlby, 1969).** Ez az elmélet a kötődési rendszert a korai gyermekkorban kifejlődő biológiai alapú viselkedési rendszerek egyikének tekinteti, és a korábbi elméletekkel ellentétben, nem a gondozó élettani szükségleteket kielégítő vagy tanítói szerepét hangsúlyozza, hanem a biztonságot nyújtó szerepét állítja középpontba.

A házasítás egy sajátos szempontja

A klasszikus etológiai vizsgálatokban a szülő–utód kapcsolatokat befolyásoló veleszületett preferenciák, tanulási folyamatok, illetve környezeti hatások szerepének tanulmányozását fészekhagyó madarakon, vagy könnyen tenyésztethető és genetikai állományát tekintve kontrollálható emlős fajokon végezték (pl. patkány). Az ember

¹Lásd még az 5. fejezetet az imprintingről

²Lásd még 6. fejezetet a nyúlzelidítésről

szociális viselkedésformáinak evolúciós eredetére vonatkozó kérdések vizsgálatának alanyául pedig olyan szociális emlősöket választottak, amelyek labortartás esetén is jól manipulálható, komplex szociális viselkedést mutatnak, mint például a primátákhoz tartozó egyes fajok.

Eleinte a kutyáknál is a fajtársakkal kapcsolatos szociális viselkedés állt a kutatás fókuszában, ám hamar felvetődött a kutya ember iránti kötődésének kérdése is (Scott, 1963). Ekkor még elsősorban kölyökkutyák voltak a megfigyelések alanyai, és az ember, mint faj felé általánosságban megnyilvánuló szociális vonzódásukat tanulmányozták, amit a szerzők többnyire **kötődésnek** (angolul **attachment**) neveztek. Egy komplex viselkedésgenetikai vizsgálatban például kimutatták, hogy heti kétszer 20 perces kezelés, illetve már napi néhány perces szemkontaktus hatására kialakulhat az ember iránti vonzódás (amelyet viselkedési szinten a közelségkeresés mérésével lehet megállapítani). Más kutatások arra utalnak, hogy a vonzódás mértékét nem befolyásolja az anyai gondozói szerep legfőbb közvetlen hasznának tartott táplálék biztosítása. Kimutatták azt is, hogy egy ember jelenléte eredményesebben csökkenti pár hetes kutyakölykök szeparációra adott stresszreakcióit, mint az anya fizikai közelsége, illetve a stressz élettani és viselkedésbeli megnyilvánulásait csökkentette egy ismerős ember jelenléte, ám egy ismerős fajtársé nem.

A kutatókat is meglepte az a tény, hogy a kötődési személy elvesztésekor a gyerekek és a kutyák gyakran hasonló viselkedési rendellenességeket mutathatnak (gyomorfekély, pszichogén epilepszia, asztma jellegű tünetek, anorexia nervosa). Ez a jelenség azért is figyelemreméltó, mert a kutyák anyjuk iránti kötődése kölyökkorban sem kifejezetten erős, és csak egy rövid időszakra korlátozódik. **A kutya gazdája iránti kötődése tehát azért is egyedülálló, mert több szempontból is különbözik az állatok esetében tipikus anya iránti kötődésétől.**

Mindezek alapján feltételezhető, hogy a háziasítás folyamán a farkas ős átalakulásban kiemelt jelentősége volt az emberrel szembeni függőségre való szelekciónak, tehát a kutya interspecifikus kötődési képessége elsősorban nem az egyedfejlődés alatti szocializáció hatására fejlődik ki. Természetesen ezen elképzelések igazolása csak gondos összehasonlító vizsgálatok eredménye alapján lehetséges, az ilyen kutatások pedig valamilyen standard mérési módszer kidolgozását feltételezik.

Lehet-e objektíven mérni a kötődést?

Az egyedi **kötődés vizsgálatához** olyan helyzetre van szükség, amely módot ad a jelenségre jellemző viselkedésformák aktiválására. Ilyenek például a **szeparációs helyzetek**, amelyek alkalmasak a motiváció felerősítésére, a kötődésre jellemző viselkedésformák megjelenési valószínűségének növelésére. Az ilyen viselkedések (pl. közelség- és kontaktuskeresés, követés, üdvözlés, játék) a kötődési személlyel és egy idegennel kapcsolatban eltérő gyakorisággal figyelhetők meg, így a kötődés vizsgálatára az egyik tipikus megoldás a különféle preferenciatesztek alkalmazása.

Több **humán vizsgálati eljárást dolgoztak már ki a gyerek–anya kötődés feltérképezésére**. Itt most azt a széleskörűen használt eljárást mutatjuk be, amely etológiai szemléletű elemzésre ad alkalmat, és így főszerephez jutott a kutyákkal végzett megfigyeléseknél is. Ez az anya-gyerek kötődés vizsgálatára leggyakrabban alkalmazott standard módszer, az **Idegen Helyzet Teszt (IHT)** (Ainsworth et al., 1978 - Strange Situation Test). A teszthelyzet az egy-másfél éves gyerekek számára mérsékelt stresszhelyzetet jelent, mert egy ismeretlen helyen az anyától kétszer rövid ideig elválasztják őket, valamint egy idegennel is interakcióba kerülnek. Az eredetileg a gyerekek kontaktuskereső és felderítő viselkedésének egyensúlyát vizsgáló teszt hatékonyan aktiválja a kötődési viselkedést. A humán tesztek elemzésének lényegi eleme, hogy **három koherensen szervezett kötődési típusba sorolják a gyerekek kötődését (biztonságos, elkerülő, ambivalens/rezisztens)**, illetve később egy negyedik kategória (dezorganizált) is bevezetésre került.

Az IHT-t később etológiai vizsgálatokra is felhasználták. Megfigyelték, hogy fiatal csimpánzok számára nem csupán ismerős fajtársak, hanem az emberi gondozó is szolgálhat kötődési személyként. Tekintettel arra, hogy a kutya természetes szociális csoportjának része az emberi környezet, **kézenfekvő a kutya–gazda kapcsolat hasonló módszerekkel történő elemzése.**

Bár a IHT humán értékelésénél az állati viselkedés elemzésében is megszokott fogalmakat használnak a gyerek–anya interakciók leírásához, a kiértékelés alapja a képzett szakemberek döntése. Ezzel szemben a kutya-gazda párosok tesztjénél az etológiai szemléletű elemzés a kutyák viselkedésének mérhető, számszerűsíthető paraméterei (időtartam, előfordulás száma, stb.) alapján zajlik, és a kötődés kimutatása viselkedési szinten is jól megfigyelhető kritériumok figyelembevételével történik (Rajecki et al., 1978). Ezek alapján, ha a kutya viselkedésmintázata a gazda specifikus

preferálására utal (közelség- és kontaktuskeresés és -fenntartás), azaz a gazdától való szeparáció alatt és a gazda üdvözlésekor olyan sajátos reakció volt megfigyelhető (szeparációs stressz, illetve ennek megszűnése), amely eltér a hasonló helyzetben másokkal (idegen) szemben megfigyelhető viselkedéstől, akkor állíthatjuk, hogy a gazda képes biztonságot nyújtani az kutya számára, amely kötődik hozzá.

Családi kutyákon végzett több független vizsgálat eredménye is megerősítette, hogy az **IHT alkalmas módszer a gazda iránti kötődés aktiválására**. A gazdától való szeparáció, majd az ezt követő újratálalkozás specifikus, azaz idegennel szemben nem tapasztalható viselkedési válaszokat aktivál. Bár a kisgyerekekhez képest a jól szocializált felnőtt családi kutyák több tapasztalatot szerezhetnek ismeretlen helyekkel és személyekkel kapcsolatban, az IHT mégis megteremtette egy függőségen alapuló kapcsolat feltárásának lehetőségét. A családi kutyák és gazdájuk kapcsolata tehát több szempontból is analógnak bizonyult a gyerek-anya kötődéssel. Tehát a kutyáknál a gazda iránti kötődés felnőtt korban is kimutatható, pedig az egyedfejlődés során még a hosszú anyai gondozást igénylő fajok esetében is fokozatosan lecsökken az anya iránti kötődés.

Az IHT adaptálásával mód nyílt a kutyák és farkasok kötődési viselkedésének közvetlen összehasonlítására, a domesztikáció lehetséges hatásainak feltárására. Mivel a farkaskölykök csak akkor fogadják el az embert szociális partnerként, ha nagyon korán, még szemnyílás előtt elválasztják őket az anyjuktól, az ilyen típusú összehasonlító vizsgálatokba csak ember által „kézből nevelt” egyedeket lehet bevonni. Az IHT-ben sem a négy hónapos kölyök sem a felnőtt farkasok esetében nem volt megfigyelhető a felnevelő gazda iránti kötődésre utaló viselkedésmintázat. Bár az intenzív szocializálás következtében a családi környezetben nevelt farkasok a kutyákhoz hasonlóan játszottak és fizikai kontaktusba kerültek az ismeretlen emberrel is, a gazdától való szeparáció és a vele való újratálalkozás során nem jelentek meg náluk a kötődési kritériumoknak megfelelő válaszreakciók. A megfigyelések legkézenfekvőbb magyarázata, hogy **a kutyákkal ellentétben a farkasok esetében nem épül ki a függőségen alapuló humán-analóg kötődés a gazda iránt**.

Az evolúciós megközelítés mellett az egyedfejlődéssel kapcsolatos kérdések megválaszolásában is segített az IHT alkalmazása. A klasszikus imprinting vizsgálatok eredményei alapján érthető az a jellemző vélekedés, hogy a kutyák kötődési képessége az egyedfejlődés korai, érzékeny szakaszához kapcsolható. Azonban ma már ismertek olyan adatok, melyek alátámasztják, hogy második gazdájukkal élő felnőtt kutyák IHT-beli viselkedése nem tér el az első kötődési kapcsolatban élőkétől.

Így felmerült a kérdés, vajon **milyen (speciális?) körülmények között képesek felnőtt kutyák új kötődés kialakítására**. Gyakorlati szempontból is fontos tudni például, hogy az időlegesen gazda nélkül élő felnőtt menhelyi kutyák képesek-e új kötődési kapcsolatok kiépítésére.

Az utóbbi évek számos kutatási eredménye bizonyítja, hogy menhelyi kutyák esetében pár rövid együttlét hatására az IHT-ben kimutatható kötődés alakult ki egy addig ismeretlen személy iránt. Azonban úgy tűnik, csupán a pozitív interakciók (közös séta, játék, simogatás) segítik a kötődési kapcsolat kialakulását, míg például az etetés nem. Az ilyen módon „kezelt” menhelyi kutyák és kontrollcsoportként tesztelt társaik (amelyekkel nem foglalkozott az idegen) IHT-beli viselkedése jellegzetes különbségeket mutatott. A kezelt csoport a „gazdától” való szeparáció és a vele való újra találkozás alatt a kötődési kritériumoknak megfelelő reakciót mutatott.

Az IHT tehát igen sokféle kérdés megválaszolására alkalmas standard teszt módszernek bizonyult, emellett az is kiderült, hogy stabil és megbízható teszt: a kutyák tesztbeli viselkedése nem változott jelentősen sem az egymást pár nap különbséggel követő tesztelésekkor, sem egy év alatt. Így a módszer lehetőséget nyújtott például olyan kutatások megkezdésére is, amelyek kimutatták, hogy vakvezető kutyák későbbi kötődését nem veszélyezteti az őket felnevelő első gazdával vagy a kiképzővel kialakított kapcsolat felbomlása. Emellett az IHT-ben mért viselkedési változók alapján végzett faktoranalízis segítségével három olyan háttérváltozót lehetett elkülöníteni (Szorongás az ismeretlen helyen, Kötődés a gazdához, Interakciós készség az idegennel), amelyek arra utalnak, hogy a kutyák tesztbeli viselkedésének hátterében valós viselkedésszabályzó mechanizmusokat feltételezhetünk, amelyek részben túlmutatnak a kötődési kapcsolat specifikumain..

Összességében leszögezhetjük, hogy a kutya individualizált kötődési képességének hátterében nem csupán imprinting jellegű mechanizmusok rejlenek, hanem a domesztikáció során fellazult fajtársfelismerő rendszer lehetővé tette egy a gyerek-anya kötődéssel funkcionálisan analóg viselkedési szabályzórendszer kiépülését.

ANYAGOK

Kísérleti állatok és eszközök

A gyakorlat során két családi kutya viselkedését figyeljük meg az Idegen Helyzet Tesztben. Olyan kutyákra van szükség, amelyekről kérdőíves adatokból vagy előző teszteredményekből előre lehet tudni, hogy különböző típust képviselnek, és nem zavarja őket, ha idegenek is figyelik a tesztet.

Szükség van két labdára, rongy-játékra, paravánra, amely a hallgatókat szemmagasságig elválasztja a tesztelésre szolgáló területtől, és minden negyedik hallgató számára egy stopperre. Az adatfelvétel kézzel, papíron történik, majd az adatokat számítógépen az Excel és az Instat programok segítségével elemezzük.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat – a rövid elméleti bevezető után – három részfeladatból áll.

Az első részben még nem élőben folyik a teszt, hanem videóról vetítjük, mert a feladat csupán azt a célt szolgálja, hogy a hallgatók megszerezzék a kódoláshoz szükséges minimális rutint.

Az elméleti bevezető és a tapasztalatok alapján közösen meghatározzuk a hipotéziseket, a mérések és adatfeldolgozás módját.

A továbbiakban két rövidített IHT zajlik (1 perces epizódok), ahol a hallgatók élőben kódolják a kutya viselkedését.

Végül közösen kiértékeljük az eredményeket, a hallgatók a saját kódoló csoportjukban mért adatokkal dolgoznak, de a jegyzőkönyvet mindenki önállóan tölti ki.

A módszer alkalmazásának gyakorlása – kódolás videó alapján

Egy IHT levetítése során meghatározzuk azokat a viselkedésformákat, amelyek segítségével tetten érhető a kutya gazdára mutatott specifikus preferenciája. Egyeztetjük azokat a szempontokat, amelyek alapján azonosíthatók ezek a viselkedési változók, és a hallgatók kipróbálják a csoporton belüli munkamegosztás menetét: egyesek beírják a mások által diktált adatokat az adatlapra. Így mindenkinek marad ideje a tesztet figyelni, de közben a legfontosabb változók is rögzítésre kerülnek. (Nem kódolunk minden változót, amit az IHT-ben szokás.)

A feladat célja az, hogy minél gyorsabban elsajátítsák a technikát, illetve megtanulják felismerni a kötődésre jellemző viselkedéseket.

A feladat addig tart, míg minden csoport nem lesz sikeres a kódolásban.

Idegen Helyzet Tesztek

Két IHT helyszíni kódolása két különböző típusú kutyán. A két teszt kódolása és elemzése azonos módon történik.

A két kutya előzetesen ismert jellemzőinek megbeszélése.

Az alábbiakban megadunk egy példát két eltérő típusú alanyra.

A gazda által kitöltött kérdőív szerint:

- kutya 1 - gyengén kötődik, szeret interakcióba kerülni idegenekkel, kissé aggódik ismeretlen helyen
- kutya 2 - erősen kötődik, nem szeret interakcióba kerülni idegenekkel, nem viselkedik idegesen vagy bizonytalanul ismeretlen helyen

Hipotézisek és predikciók megfogalmazása

Az ismertetett irodalmi bevezető, és a kutyákról kapott előzetes információk alapján milyen hipotéziseket lehet megfogalmazni a tesztalanyok viselkedésére, illetve a csoportszintű különbségekre vonatkozóan.

A kiválasztott változók milyen konkrét predikciókra adnak lehetőséget?

Például:

- Az idegen és a gazda jelenlétében az ajtóban állás időtartama különbözik.
- Az idegen és a gazda üdvözlése különbözik (megközelítés, fizikai kontaktus időtartama).
- Az idegen és gazda távozásakor mutatott viselkedés (követés) eltérő.

Viselkedés elemzése - adatgyűjtés

Mérendő változók

epizódok alatt mért egymást kizáró változók:

- játék
- ajtóban

epizódok alatt mért átfedő változók:

- kontaktus idegennel
- kontaktus gazdával

bejövetel-távozás:

- megközelítés
- kontaktus
- követés

Az adatgyűjtés 4-6 fős csoportokban történik, stopper és a mellékelt adatlap felhasználásával.

A csoportok két tagja felírja az adatlapra azokat az időtartamokat (egyik a gazdára, másik az idegenre vonatkozóan), amelyeket a többi 2-4 hallgató mér és bediktál nekik. Az időtartamokat stopperrel kell mérni, a stoppert minden mérésnél újra kell indítani, így az adatlapon egymás alá, illetve mellé kerülnek az időtartamok. A pontszámmal értékelt viselkedéseknél (megközelítés, követés) a hallgató a pontszámot diktálja.

Adatelemzés

Mivel a gyakorlaton tesztelt két kutya adatai nem alkalmasak önmagukban a statisztikai elemzésre, a kódolás és adatfeldolgozás eredményeképp létrejött két adatsort egy már meglévő nagyobb elemszámú mintához illesztve fogjuk elemezni. A számolás önállóan történik, minden csoport a maga két adatsorát illeszti a tanár által megadott adatsor mögé. Így – a kódolási eltérésekből adódóan – a csoportok némiképp különböző végső, összesített adatok alapján végzik majd a statisztikai elemzést.

Az adatelemzés lépései:

1. a kódolt időtartamok átlagának kiszámítása, majd az epizódok teljes hosszának felhasználásával időszázalékká alakítása (a pontszámoknál csak átlagszámítás)
2. a saját adatok hozzáírása az előző tesztekben megfigyelt kutyák eredményeihez (az előző eredmények egy excel file-ban a tantermi gépeken elérhetők).
3. InStat statisztika program használata a statisztikához: normalitásvizsgálat, csoportátlagok kiszámítása, páros t próba...
4. átlag, szórás, próbastatisztika értéke, szabadságfok, szignifikanciaszint feljegyzése

Eredmények megbeszélése közösen.

Jegyzőkönyv elkészítése

A jegyzőkönyvet minden hallgatónak a csoportja közös adatlapja alapján kell kitölteni.

A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a:

- kérdést,
- hipotéziseket/predikciókat,
- rövid módszerleírást,
- kapott eredményeket
- rövid szöveges értékelést.

Minden hallgató külön, önálló jegyzőkönyvet kell, hogy készítsen!

(Az adatok elég, ha csak a közös adatlapon szerepelnek.)

Általános értékelés – szempontok az eredmények megvitatásához

- Támogatják-e – és ha igen mely változók esetén – a megfigyelt adatok a kiinduló hipotézist? Igaznak bizonyult-e a predikció?
- Magyarázható-e más módon (alternatív hipotézis segítségével is) a megfigyelés eredménye?
- Megfelelő volt-e a változók kiválasztása?
- A két megfigyelt alany viselkedése jellemző volt-e a teljes mintára?
- Mit tenne másképpen, ha újra kellene kezdeni ezt a vizsgálatot?

Kérdések megválaszolása közösen.

17.3. melléklet JEGYZŐKÖNYV IDEGEN HELYZET TESZT

Név: Csoport: Dátum:

Kérdés

.....
.....
.....

Hipotézisek, predikciók

.....
.....
.....
.....
.....

Módszer

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

17.3 ab Összesítés (csoportszinten)

	gazdával		idegennel	
	átlag	szórás	átlag	szórás
játék				
ajtóban				
kontaktus				
megközelítés				
üdvözlés				
követés				

	stat próba	P érték
játék		
ajtóban		
kontaktus		
megközelítés		
üdvözlés		
követés		

Értékelés

Kutya 1:

.....

.....

Kutya 2:

.....

Csoportszinten

.....

.....

.....

.....

.....

.....

IRODALOM

Ainsworth, M.D.S. & Wittig, B.A. 1969. Attachment and exploratory behavior of one-year olds in a strange situation. In: B.M. Foss (Ed.) Determinants of Infant Behavior IV pp. 111– 136. London: Methuen.

Bard, K.A. 1991. Distribution of attachment classifications in nursery chimpanzees. Am. J. of Primat. 24: 88.

Bowlby, J. 1969. Attachment and Loss: Vol 1. Attachment. New York: Basic Books

Cairns, R.B. 1966. Attachment behavior of mammals. Psychol. Rev. 73: 409–426.

- Fallani, G., Prato Previde, E. & Valsecchi, P. 2006. Do disrupted early attachments affect the relationship between guide dogs and blind owners? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100: 241–257.
- Frank, H. & Frank, M.G. 1982. On the effects of domestication on canine social development and behaviour. *Appl. Anim. Ethol.* 8: 507–525.
- Freedman, D.G., King, J.A. & Elliot, O. 1961. Critical periods in the social development of dogs. *Science* 133: 1016–1017.
- Gácsi, M. 2006. A kutya mint az emberi kötődési viselkedés modellje? Egy sajátos interspecifikus kapcsolat: kötődés a gazdához. *Magyar Tudomány*, 2006/2, 141–149.
- Gácsi, M. 2006. Csoportalkotó szociális képességek. Miklósi Á., Topál J. (szerk) *Kutyagondolatok nyomában*. Budapest: Typotex Kiadó, 93–116.
- Gácsi, M., Topál, J., Miklósi, A., Dóka, A. & Csányi, V. 2001. Attachment behaviour of adult dogs (*Canis familiaris*) living at rescue centres: Forming new bonds. *J. Comp. Psychol.* 115: 423–431.
- Gácsi, M., Györi, B., Miklósi, A., Virányi, Z., Kubinyi, E., Topál, J. & Csányi, V. 2005. Species-specific differences and similarities in the behavior of hand raised dog and wolf puppies in social situations with humans. *Devel. Psychobiol.* 47: 111–122.
- Gácsi, M., Maros, K., Sernekvist, S., Faragó, T., Miklósi, Á. 2013. Human analogue safe haven effect of the owner: behavioural and heart rate response to stressful social stimuli in dogs. *PLoS ONE*, 8(3): e58475.
- Miklósi, Á. 2010. A kutya viselkedése, evolúciója és kogníciója. Typotex kiadó, Budapest
- Prato-Previde, E., Custance, D.M., Spiezio, C. & F. Sabatini 2003. Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's strange situation test. *Behaviour* 140: 225–254.
- Rajecki, D.W., Lamb, M.E. & P. Obmascher 1978. Toward a general theory of infantile attachment: a comparative review of aspects of the social bond. *Behav. Brain Sci.* 3: 417–464.
- Scott, J.P. & J.L. Fuller 1965. *Genetics and the social behaviour of the dog*. Chicago: University of Chicago Press.
- Topál, J., Miklósi, Á., Csányi, V. & A. Dóka 1998. Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) strange situation test. *J Comp. Psychol.* 112: 219–229.
- Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, A., Virányi, Zs., Kubinyi, E. & V. Csányi 2005. The effect of domestication and socialization on attachment to human: a comparative study on hand reared wolves and differently socialized dog puppies. *Anim. Behav.* 70: 1367–1375.
- Topál, J., Miklósi, Á., Gácsi, M., Dóka, A., Pongrácz, P., Kubinyi, E., Virányi, Zs. & V. Csányi 2009. Dog as a complementary model for understanding human social behavior. *Adv Study Behav* 39: 71–116.
- Valsecchi, P., Prato-Previde E., Accorsi P.A. & G. Fallani 2010. Development of the attachment bond in guide dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 123: 43–50
- Wickler, W. 1976. The ethological analysis of attachment. Sociometric, motivational and sociophysiological aspects. *Z. Tierpsychol.* 42: 12–28.

18. fejezet - Kutyaugatások hangulatának és kontextusának felismerése, valamint annak megítélése, hogy mennyire bosszantó egy-egy ugatás az ember számára

Pongrácz Péter

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megismerhetik egy kutatás mindkét oldalát. Először alanyként részt vesznek egy olyan vizsgálatban, ahol felvételtől visszajátszott kutyaugatásokról kell eldönteni, milyen helyzetben lettek felvéve, illetve milyen belső állapot jellemezheti az ugató kutyát. Másodszor minden hallgató ki is elemzi a kapott eredményeket, amihez az összes résztvevő egyedi adataiból egy közös adattömböt állítunk össze. Az ismertetett vizsgálat célja, hogy felderítsük, vajon hordoznak-e referenciális (a kontextusra vonatkozó), illetve emocionális (a hangot adó állat belső állapotára vonatkozó) információt a kutyaugatások az ember számára (interspecifikus kommunikáció).

BEVEZETÉS

Kutya-ember kommunikáció

A kutyatartás rendkívül elterjedt hobbi a modern társadalmakban, és minthogy a kutya a legrégebben domesztikált állat, a kutya-ember együttélés is több tízezer éves múltra tekint vissza (Vilá et al., 1997). Dacára annak, hogy a kutya mindennapi ismerős az átlagember számára, a kutya magatartásának szakszerű (etológiai) feltárása jobbra csak a XX. század vége felé kapott lendületet. Az ELTE Etológia Tanszékén dolgozó kutatóknak vezető szerep jutott annak a modern kutatási irányzatnak a kialakításában, miszerint a kutya magatartása legjobban az ember figyelembevételével vizsgálható. Ennek az az alapja, hogy habár a kutya szelekciójának sokféle funkcionális indítéka volt és van ma is, általában véve a kutyák túlnyomó többségének a természetes élőhelye, környezete az emberi közösség.

A sikeres kutya-ember együttélés és együttműködés néhány alapvető tulajdonság meglétét igényli. Ilyen a **kötődés** (Topál et al., 1998), amelyet a csecsemő-anya kötődési magatartás analógiájának tartunk; a **szociális tanulásra való alkalmasság** (Pongrácz et al., 2001, 2008; Kubinyi et al., 2009); **az emberre történő odafigyelési képesség és hajlam** (Miklósi et al., 2003); továbbá a változatos kommunikációs csatornák és jeltípusok alkalmazása, megértése (Soproni et al., 2002; Pongrácz et al., 2004; Topál et al., 2008). A kutya sikeresen alkalmazza az ember akusztikus és vizuális jelzéseit, és az ember irányában spontán (direkt képzés nélkül) alkalmaz olyan vizuális jelzéseket, mint a fejfordítás, ránézés, szemkontaktus felvétele.

A **kutyaféle ragadozók kommunikációs repertoárja** igen gazdag, kémiai (**szag**), akusztikus (**hang**) és vizuális (**látható**) elemeket bőségesen tartalmaz. A domesztikált kutya sem kivétel ez alól. Érdekes kérdés, hogy ha a fentebb említett sikeres együttélés érdekében a kutyában kialakultak azok a képességek, amelyek alkalmassá teszik ezt az állatot az emberi jelek felfogására, megtanulására, alkalmazására, vajon az ember szintén szert tett-e a kutya kommunikációs jelzéseit megértő tehetségre, illetve a kutya jelzései egyáltalán potenciálisan érthetők-e az ember számára. A kérdés megválaszolásában segít, ha végiggondoljuk, hogy a kutya különféle kommunikációs csatornáit milyen jellegű információt közölnek, illetve ezek a jelzések mennyire tekinthetők faj, vagy esetleg taxon-specifikusnak. A **kémiai jelek** a kutyánál az egyed olyan jellegzetességeiről tudósítanak, mint ivar, reprodukciós státusz, hierarchiában elfoglalt pozíció, valamint az egyed beazonosítására szolgáló illatkomponensek. Ezek egyrészt

erősen fajspecifikus jelzések, másrészt az ember szaglóképessége nem olyan fejlett, hogy a kutya szagjeleinek részletes megfigyeltetésére számíthatnánk. A **vizuális jelzések** a kutya kommunikációjában felölelik az agonisztikus interakciók (fenyegetés, védekezés, behódolás) változatos repertoárját, továbbá olyan kommunikációs tartományokat is, mint pl. a játékra hívás, illetve a játékos helyzetek fenntartása (Bekoff & Allen, 1998). Habár a kutya emberrel történő vizuális kommunikációja kétségtelenül tartalmaz olyan elemeket, amelyek jól értelmezhetőek az ember számára (mint pl. az előbb már említett ránézés/ szemkontaktus felvétel/ tekintetváltás), arra is vannak adataink, hogy bizonyos helyzetekben az embereknek problémát jelent a kutya egyes alapvető kommunikációs jeleinek helyes megértése. Meints és munkatársai (2010) például kisgyermeket teszteltek egy olyan feladatban, ahol kutyákat szemből ábrázoló portrékon kellett felismerniük az állat motivációs állapotát (hangulatát). A képek egy része agresszívan viselkedő kutyákat mutatott, és ezeket a fotókat a gyerekek rendszerint a „vidám” jelzővel látták el. A tévedés bizonyos szempontból érthető, hiszen a szélesre húzott ajkak és a kivillanó fogak emberi kommunikációban a mosolyt/ nevetést jelenthetik, azonban egy valóságos gyermek-kutya interakció során az említett tévedés tragikus következményekkel járhat. A szerzők szerint a gyermekek kutyaaharapásos baleseteinek egy része következhet abból, hogy a kutyával felügyelet nélkül hagyott gyermek annak ellenére közeledik a „mosolygós” gondolt állathoz, hogy az visorogva jelzi nemtetszését a közeledőnek. A vizuális jelzésekről szóló rész konklúziójaként tehát megállapítható, hogy a kutya látható kommunikációs jelzéseit az emberek nem feltétlenül értik meg, illetve könnyen félreértelmezhetik kellő előtapasztalatok híján.

A kutya akusztikus kommunikációja, különös tekintettel az ugatásra

Az 1970-es években már készültek olyan vizsgálatok, amelyek a kutya és legközelebbi vadon élő rokonainak a hangrepertoárját hasonlították össze. Tembrock (1976) a kutya, a farkas, a vörösróka és az amerikai prérifarkas hangadásait vizsgálva 14 különféle hangtípust sorol fel, és kilenc kontextust nevez meg, amelyekben az említett vokalizációk egyike-másika előfordulhat (18.1. táblázat).

A kutya és vadonélő rokonainak összehasonlítása vokalizációik szerint egyfelől nagyfokú hasonlóságot mutat, másfelől legalább egy jelentős különbség figyelhető meg. **Az egyik vokalizáció típus, nevezül az ugatás előfordulása jellemző aszimmetriát mutat: míg a kutyánál szinte minden kontextusban megjelenik, a többi vadonélő kutyaféléknél csak az agonisztikus (védekező, illetve fenyegető) szituációkban fordul elő.** Az ugatás további jellegzetessége, hogy míg pl. a farkasok csak rövid, néhány vakkantásos sorozatokat használnak, a kutyánál **az ugatás rendkívül repetitív válik**, hosszú percekig tartó hangadási formát képezve.

Az ugatás, mint a kutya faj szinten kvalitatív és kvantitatív módon is ennyire jellemző hangadási forma, meglepően kevés tudományos érdeklődést keltett a XX. század végéig. A fő gondot talán éppen az jelentette, hogy nem sikerült konkrét kommunikációs jelentést az ugatás mellé rendelni a kutya-kutya interakciók során, ami azt jelenti, hogy az 1. táblázatban is látható kontextusokban nem igazán derül ki, hogy ha az egyik kutya ugat, milyen reakcióra számíthatunk a másik kutya részéről. Éppen ezért az ugatás funkcióját magyarázó korai elméletekben a kommunikációs szerep nem igazán merült fel. A kutyánál gyakorivá és általánossá vált ugatást neotóniás jellegként (fiatal korban jellemző magatartás „továbbélése” felnőtt egyedekben, Coppinger & Feinstein, 2001); az általános izgalmi szint kifejeződéseként (Cohen & Fox, 1976); illetve újabban a csúfolódó magatartás megjelenési formájaként (Lord et al., 2009) tekintették. E magyarázatok közös jellemzője, hogy bár a domesztikáció hatását nem tagadják (hiszen a kutya biológiai múltjában talán ez a legfontosabb különbségtévő tényező a vadon élő rokonokhoz képest), az ugatás mennyiségi és minőségi átalakítását nem a kommunikációt érintő szelekciós tényezőkkel, hanem éppen hogy azok hiányával, vagyis egyfajta relaxált szelekcióval magyarázzák.

A 2000-es évek legelején jelentek meg először olyan elméletek, illetve kísérleti eredmények, amelyek a kutyaugatást új aspektusból vizsgálták, felvetve annak lehetőségét, hogy a vokalizációs formának mégiscsak lehet kommunikációs szerepe, illetve azt is, hogy a domesztikáció során az ugatás „vevőközönsége” alapvetően átalakulhatott. Feddersen-Petersen (2000) elmélete szerint a háziasítás után a letelepedett életmódot folytató ember mellett a kutya kommunikációs tere úgymond beszűkült, vagyis a hosszú hatósugarú akusztikus kommunikációs formák (pl. tutulás) helyett a közepes és rövid hatósugarú hangadások váltak fontossá (pl. az ugatás). Feddersen-Petersen magyarázata a feltételezett eseményekre úgy szökött, hogy a domesztikált kutya kommunikációs partnerei immár nemcsak a fajtársak, hanem a vele kapcsolatba kerülő emberek lehettek. Yin (2002; 2004) fontos felfedezése pedig az volt, hogy a különféle kontextusokból származó ugatások akusztikus analízissel jól elkülöníthetők, ami mégiscsak azt valószínűsíti, hogy lehet kommunikációs szerepük. Az ELTE Etológia Tanszékén elkezdett, és már tíz événél is hosszabb múltra visszatekintő kutatás sorozatban az előbbi elméletekre és felismerésekre alapozva abból indultunk

ki, hogy ha a kutya domesztikációja óta a legfontosabb szociális környezeti partnerre / szelekciós tényezővé az ember vált ezen állat számára, akkor nagy valószínűséggel ennek a változásnak valamilyen módon a kutya kommunikációs magatartásában is jelentkeznie kellett. Alapkérdésünk az volt tehát, hogy a kutyaugatás szétterjedése a lehetséges szociális kontextusokra, valamint gyakorivá válása a vokalizációk össz mennyiségét tekintve betudható-e annak, hogy az ugatás legalább részben az ember számára is információt hordozó kommunikációs formává vált. A 2000-es évek elejétől kezdve számos vizsgálatot folytattunk, amelyekben az alapvető módszer a kutyaugatások emberekkel történő visszahallgattatása, értékelése, valamint az ugatások akusztikus elemzése volt. E vizsgálatok alapján új elméletet alkothattunk a kutya-ember akusztikus kommunikáció részleteire vonatkozóan.

Értik-e az emberek a kutyaugatást?

Az itt bemutatott vizsgálatok metodikája sok tekintetben azonos a gyakorlat során végzett munkával. Az ugatásokat mindig a helyszínen, vagyis „terepi” körülmények között gyűjtöttük, digitális hangrögzítő berendezés és mikrofon segítségével. A kutyák anatómiai és méretbeli variációjának csökkentése érdekében minden ugatást mudi fajtájú, felnőtt egyedektől vettünk fel. A mudi élénk vérmérsékletű magyar terelőkutya fajta, a kifejlett kutyák mérete (marmagassága) 40-50 centiméter között van. A vizsgálatokhoz összesen kb. 30-40 kutyától gyűjtöttünk ugatásokat.

Hat helyzetben (kontextusban) történtek hangfelvételek. Ezek a következők voltak:

- „Idegen” – a kísérletvezető felkereste a kutya gazdáját a lakóhelyén, és a kerítésen keresztül (lakás esetében az ajtót résnyire nyitva) felvette, amint a kutya megugatja őt.
- „Őrző-védő” – a kutyakiképzés során alkalmazott feladat, amikor a kutyát a gazda pórázon tartja, miközben egy „csibésznek” hívott segéd támadást imitál ellenük. A kutyának ezt ugatva, harapva el kell hárítani. A hangfelvételhez a kísérletvezető játszotta a „csibész” szerepét, fenyegetően közelített a kutya-gazda pároshoz, és felvette a kutya eközben hallatott ugatását.
- „Kikötve” – a gazda az utcán, parkban a kutyát kikötötte egy fához, kerítéshez. A kísérletvezető a kutya közelében maradt, a gazda viszont távozott, kikerülve a kutya látótéréből. Az ily módon otthagyt kutya ugatását rögzítettük.
- „Séta előtt” – a kísérletvezető elmegy a kutya lakhelyére, ahol a gazda úgy tesz, mintha sétához készülődne a kutyával. Sok kutya ugat, amikor előveszik a pórázt, vagy azt mondják, hogy mindjárt mennek sétálni.
- „Labdakérés” – a gazda a kutya kedvenc játékát úgy tartja a kutya elé, hogy az ne érhesse el azt. A kísérletvezető felveszi, amint a kutya ugatni kezd, így „követelve” a játékot.
- „Játék” – a gazda olyan játékba kezd a kutyával, amikor az ugatni szokott (kergetőzés, birkózást stb.).

A felvett ugatásokból 15-20 másodperces szakaszokat vágtunk ki, majd ezekből olyan sorozatokat készítettünk, hogy egy-egy résztvevő általában kontextusonként 3-3 különböző kutya ugatását hallhatta, random sorrendben. Az ismertetett vizsgálatokban a résztvevőknek két feladata volt. Egyrészt ki kellett választaniuk minden ugatáshoz a szerintük hozzárendelhető kontextust, másrészt jellemezniük kellett ötfokozatú skálák segítségével a kutya belső állapotát az egyes ugatások esetében. Ötféle hangulatot kellett ehhez pontozni: agresszivitás, félelem, kétségbeesettség, játékoság, vidámság. A két feladathoz a hangokat külön-külön, tehát minden ugatást összesen kétszer hallgatták meg a résztvevők. Három tanulmány eredményeit összefoglalva, a következőket tudtuk megállapítani.

Egyike az első, némileg meglepő felismeréseknek az volt, hogy **az emberek kutyás tapasztalatainak nincs hatása arra, mennyire jól tudják felismerni az ugatások kontextusát**. Kutyát soha nem tartó, mudi fajtájú kutyát tartó, illetve nem-mudi fajtájú kutyát tartó emberek ugyanolyan hatékonyan ismerték fel az ugatási szituációkat. Hat kontextus átlagában a felismerési teljesítmény szignifikánsan a véletlen szint fölött volt felnőtt résztvevők esetén. A szituációkat külön-külön vizsgálva a legjobb eredményt az „Idegen”, „Őrző-védő” és „Kikötve” kontextusoknál kaptuk, és elég jól teljesítettek a résztvevők a „Játék” ugatásoknál is (Pongrácz et al., 2005).

A kutyák belső állapotának megállapítása nagyban függött az **ugatások akusztikai jellemzőitől**. Az akusztikai elemzés során a hang **alaphfrekvenciáját** („hangmagasság”), **tonalitását** („érdesség”), valamint a vakkantások közötti **időintervallumok hosszát** („pulzálás”) vettük figyelembe. Az ugatásokat meghallgató résztvevők szerint a kutya agresszív volt, ha az ugatás mély, érdes, és gyorsan pulzál. A kutya „nem agresszív”, ha az ugatás magas, csengő és lassabban pulzál. A kutya kétségbeesett, ha az ugatás lassú, csengő és magas. A játékos kutya ugatása magas, változó ütemben pulzáló (Pongrácz et al., 2006). A hangulatok hangokhoz-rendelése során úgy találtuk, hogy az ugatásokra is igaz a **Morton-szabályként** ismert felismerés. Morton (1977) szerint **az állatok belső állapotukat olyan hangokkal kommunikálják, amelyek megfelelnek a belső állapotukhoz valószínűsíthetően rendelhető anatómiai felépítéssel**. Tehát pl. általában a nagyobb termetű, erősebb egyedekre jellemző az

agresszivitás, és az ilyen felépítésű állatok hangja mélyebb, érdekebb, mint a kisebb, gyengébb egyedeké. Ennek megfelelően az evolúció során az agresszív hangulat akusztikus kifejezése sok faj átlagában is általában mély, érdekes hangokkal történik. A hangmagasság és a hang tonalitása mellett az ugatások hangulat-átadó képességében egy további **fontos tényezőt is találtunk, ez a pulzálás**. Ez abból a szempontból is érdekes, hogy a korábban említettek szerint a **kutyaugatás sokkal repetitívebb a farkasok ugatásánál, és ez a változás adaptívnek tekinthető abból a szempontból, hogy az ugatással így többféle, illetve árnyaltabb információ-közlés tűnik megoldhatóknak**.

Az ugatások kontextusát, illetve az egyes helyzetekben valószínűsíthető belső állapotot nemcsak a felnőttek, hanem egészen fiatal gyermekek is meglehetősen pontosan képesek megállapítani. Három korosztályt (6, 8 és tízévesek) teszteltünk, az előzőekben ismertetettől kissé egyszerűbb feladatban (Pongrácz et al., 2011). A gyerekeknek összesen három kontextus közül kellett választani (idegent ugat, kikötve, játszik), és három hangulatot kellett osztályozniuk (dühös, fél, vidám). A hatévesek még csak az idegent ugató szituációt voltak képesek szignifikánsan a véletlen szint felett felismerni, ám a nyolc és tízévesek teljesítménye már nem maradt el a felnőtt kontroll csoporttól. A gyerekek legkönnyebben a „dühös” hangulatot tudták beazonosítani, legtöbb gondjuk a „félős” belső állapottal volt. A vizsgálatból az is kiderült, hogy a gyerekek ugatásfelismerő képességét sem befolyásolja, hogy van-e otthon kutya, vagy nincs. Ebből a vizsgálatból tehát megállapítható, hogy az emberek már igen korán képesek a kutya hangulatára és az ugatást előidéző helyzetre következtetni az állat hangja alapján. Habár a tanulási folyamatok szerepét nem lehet kizárni, véleményünk szerint a kutya vokalizációinak felismeréséhez leginkább a Morton-féle akusztikus-kommunikációs törvényszerűségek szükségesek, melyek az emberre éppúgy hatnak, mint az állatokra.

Az ugatás mint bosszantó jelenség

A jegyzet írásakor (2013. március) a Google programban a „dog barking” (kutyaugatás angolul) keresőkifejezésre beérkező első tíz találatból öt olyan témát taglalt, hogy miként lehet csökkenteni a kutyák „túlzásba vitt” (tehát zavaró) ugatását. (A többi öt találatból 3 YouTube videó, egy pedig telefonra letölthető ugatásokról szólt). Ez a kis felmérés is tükrözi, hogy sok ember számára a kutyaugatás nem annyira kommunikatív jelzésként, hanem mint a zajártalom egy fajtájaként jelenik meg. A következmények pedig sokszor súlyosak: a kutyatartást az önkormányzat, illetve a lakóközösség korlátozhatja, a világon mindenfelé gyakoriak a pereskedések és az ezt követő jogi lépések, amelyek abból adódnak, hogy a szomszédok túlzottan bosszantónak vélik a kutyák ugatását. Ugyanakkor meglepően kevés, sőt elenyésző azon példák száma, amikor azt, hogy mi is a „túl sok” kutyaugatás, valahol szakszerűen definiálták volna. Egyike a kevés ilyen esetnek az a los angeles-i példa, ahol 2011-ben a túl sok ugatást úgy határozták meg, hogy ha a kutya három órás periódusonként 10 percnél többet ugat folyamatosan, vagy fél óránál többet ugat összesítve, az már jogos panaszra lehet ok a környéken élőtől.

Az ugatás leállítása, avagy csökkentése nagy problémát jelent a kutyatartók és kiképzők számára. Nem meglepő, hogy számos segédeszköz is létezik már ilyen célból, melyek hatékonyságát nyilvánvalóan nem a mi tisztünk megítélni. Ilyenek a különféle nyakörvek, amelyek akár éles hanggal, vagy citrompermettel, illetve akár enyhe elektrosokkal büntetik a kutyát, amikor az elkezd ugatni. Végleges megoldásként a kutya műtéti elnémitása is előfordul, az ilyen hangszalag-operált állat, ha teljesen hangtalan nem is lesz, ugatni azonban többé nem fog tudni.

Mivel tudományos vizsgálat még nem történt ezideig arra vonatkozóan, hogy az embereket mi bosszantja leginkább az ugatásokkal kapcsolatban, a gyakorlat keretében kipróbáljuk, hogy vajon a hallgatók a többféle kontextusból, illetve egyedtől származó ugatások közül melyeket tartják erősebben vagy kevésbé idegesítőnek. Egy hasonló alapokon végzett szakszerű tanulmány jó információkkal szolgálhatna olyan szempontból, hogy mind a kutyatartók, mind a lakosság, mind pedig a hivatalos szervek jobban tudják megítélni az ugatás okozta probléma mibenlétét.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Helyszín

A gyakorlatot az ELTE Etológia Tanszékén végezzük, a jegyzőkönyvet otthon kell kiszámolni, illetve megírni, majd beadni a gyakorlatvezetőnek.

Alanyok

A gyakorlat alanyai tulajdonképpen a hallgatók, akik elvégzik a számukra lejátszott kutyaugatások értékelését mind a kontextus beazonosítása, mind a kutya belső állapotának és az ugatás bosszantóságának megállapítása szempontjából. A hallgatók egyéni adattömbjeiből egy közös adattáblázatot készítünk, amelyből aztán a gyakorlati jegyzőkönyv eredményeit kell kiszámolni.

Eszközök

A hallgatók az Etológia Tanszéken megkapják az ugatások értékeléséhez szükséges adatlapokat (lásd a fejezet végén a minta-adatlapokat). Összesen 18 kutyaugatást fognak meghallgatni, ezek korábban kerültek rögzítésre. Minden ugatás mudi fajtájú kutyáktól származik. A 18 ugatás hat kontextus három-három felvételét tartalmazza, kontextusonként mindig három különböző állat hangja hallható. Egy-egy ugatás kb. 10 másodperc hosszú.

A GYAKORLAT MENETE

Kontextus felismerés

Az ugatásokat a gyakorlatvezető egyesével játssza vissza, minden ugatás után szünetet tartva, hogy a hallgatók elvégezhesék az ugatás beazonosítását. Hat kontextus közül kell kiválasztani, hogy az adott hang melyikből származhatott (idegen, őrző-védő, kikötve, séta előtt, labdakérés, játék). A gyakorlatvezető a feladat elvégzését követően a hallgatók rendelkezésére bocsátja a megoldókulcsot, vagyis hogy az egyes ugatások ténylegesen milyen helyzetben lettek rögzítve.

Hangulat megállapítás

Ehhez a feladathoz a hangokat ismét lejátszunk, hasonlóan a kontextus-felismeréshez, itt is szünetet tartva az egyes ugatások után. Minden ugatást öt hangulati skála mentén (agresszivitás, félelem, kétségbeesés, játékoság, vidámság), illetve aszerint kell értékelni, hogy az adott hallgató mennyire találta bosszantónak a hangot. Az értékelést az adatlap megfelelő mezőjében elhelyezett vonallal (x-szel, kereszttel stb.) kell elvégezni. Ez a mező 100 mm hosszú, ahol a mező eleje (0 mm) jelzi azt, ha az adott hangulat egyáltalán nem jellemző az állatra a hallott hang alapján, míg a mező másik vége (100 mm) azt jelenti, hogy az adott hangulat maximálisan jellemzi a hangot, illetve az állat belső állapotát. A hang bosszantóságát hasonló elvek alapján jelöljük a 100 mm-es mezőhosszon. Az adatok kinyerése a jel távolságának leméréséből (bal szélről kezdve) és az érték milliméterben való megadásából áll.

Adatelemzés és értékelés

Az adattömb összeállítása

A hallgatók a gyakorlatot követően a kontextusra és a hangulati értékekre vonatkozó adatokat Excel vagy Google Document formátumba írják (a gyakorlaton pontosan elhangzik, mit és hogyan kell feltüntetni). A gyakorlatvezető a számára határidőn belül elküldött egyéni adattömbökből elkészíti az összesített adattömböket (egyet a kontextus felismeréshez és egyet a hangulati értékeléshez), majd ezeket elküldi a hallgatóknak az elemzés elvégzéséhez.

A kontextus felismerés elemzése

Ennek az elemzésnek az a célja, hogy megállapítsuk, vajon a résztvevők mennyire voltak képesek felismerni az egyes kontextusokhoz tartozó ugatásokat, illetve a tévesztések mutatnak-e jellemző trendeket. Az eredmények bemutatásának többféle grafikus ábrázolási módja is elképzelhető, a gyakorlat alapvető követelménye egy úgynevezett **tévesztési mátrix** elkészítése. A tévesztési mátrix egyik tengelyén a hallgatók által tippelt kontextusok, míg a másik tengelyén a valós kontextusok szerepelnek. Az találati adatokat százalékosan kell kifejezni. Ehhez az azonos kontextushoz tartozó ugatásokra adott helyes illetve helytelen tippeket ki kell átlagolni kontextuson belül. Ennek egyik lehetséges számítási módja a következő. Tételezzük fel, hogy 20 hallgató vett részt a gyakorlaton. Ez azt jelenti, hogy az egy-egy kontextushoz tartozó minden egyes ugatásra 20 tipp érkezett. Megszámoljuk, hogy

Kutyaugatások hangulatának és kontextusának felismerése, valamint annak megítélése, hogy mennyire bosszantó egy-egy ugatás az ember számára

az első (második, harmadik) ugatásnál hány tipp érkezett a hat szituáció mindegyikére külön-külön. Ezeket %-ban kifejezve összesen 100 %-ot kell kapnunk. Amikor megvan ez az eredmény mind a három ugatásra az adott kontextusban, átlagot számolunk a hat kontextus esetében. Az átlagok összesen most is 100 %-ot kell adjanak. Ugyanezt elvégezzük az összes kontextus esetében. Amikor megvan az összes százalékos érték, összeállíthatjuk a mátrixot (lásd a 18.1. ábrát). A mátrix átlójában helyezkednek el a helyes találati arányok, a többi mezőben a tévesztések értékei láthatók. Célszerű a jobb átláthatóság kedvéért árnyaltos vagy színezett kiemelést is alkalmazni.

A mátrix alapján az eredmény értékelése során ki kell térni arra, hogy mely kontextusokat ismerték fel eredményesebben, és melyeket gyengébben a hallgatók, és ennek mi lehetett az oka. Érdemes figyelembe venni, hogy hat kontextus esetén a véletlen találati arány 16.7 % kontextusonként, tehát a helyes találatok százalékos arányát ehhez az értékhez kell hasonlítani. Elemezzük a jellemző tévesztési trendeket is. Mi okozhatja, hogy egyes kontextusokat könnyű összekeverni bizonyos másik helyzetekkel, míg vannak olyan kontextus-párok is, amelyeket szinte senki sem kever össze.

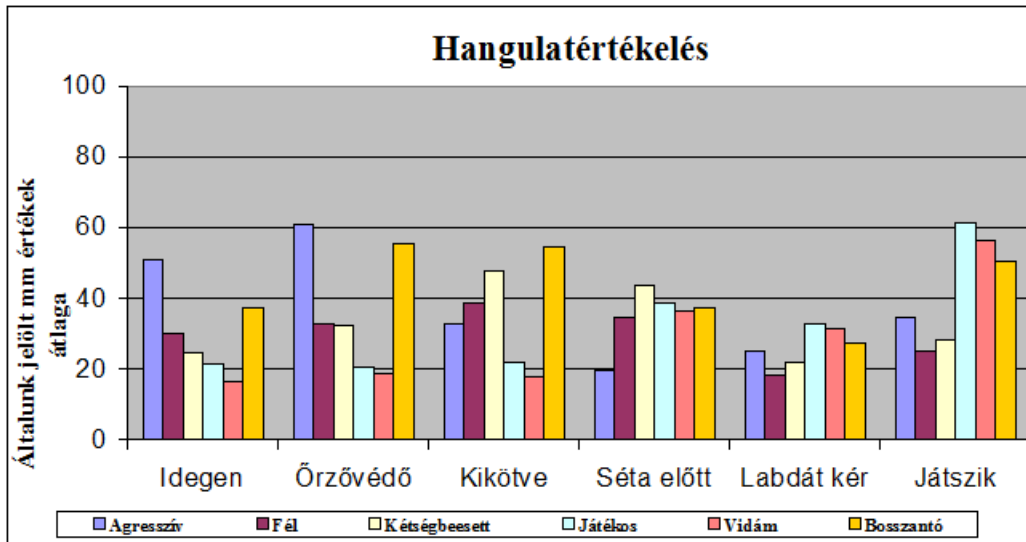
		Tényleges szituációk					
		idegen	őrző-védő	egyedül, kikötve	séta előtt	labda-kérés	játék közben
Tippelt szituációk	idegen	24%	26%	28%	2%	20%	1%
	őrző-védő	31%	46%	13%	1%	4%	10%
	egyedül, kikötve	12%	0%	32%	28%	19%	0%
	séta előtt	14%	7%	9%	42%	18%	11%
	labda-kérés	11%	8%	14%	15%	25%	22%
	játék közben	7%	12%	4%	12%	14%	57%
össz.		83db = 100%	84db = 100%	78db = 100%	86db = 100%	84db = 100%	83db = 100%

18.1. ábra: Példa tévesztési mátrixra. A mátrix átlójában látható a helyesen felismert kontextusok százalékos megoszlása.

A hangulati értékelés elemzése

Ennél a feladatnál a fő cél az, hogy megismerjük a válaszadók vélekedését az egyes kontextusokhoz tartozó ugatások hangulatáról, azaz az ugatások alapján milyenek gondolták a kutyák belső állapotát. Ugyanilyen elgondolás alapján azt is kielemezhetjük, hogy az egyes kontextusokhoz tartozó ugatásokat mennyire tartották a résztvevők bosszantónak.

Az egyes ugatásokat öt hangulati változó, plusz a bosszantóság szerint minden hallgató ellátta milliméterben kifejezett értékkel. Az elemzés során ezeket az értékeket először az egy-egy kontextushoz tartozó ugatásokra kell kiátlagolni, majd a három-három ugatáshoz tartozó átlagok átlagát kell kiszámolni, így megkapjuk a kontextusonként jellemző hangulati, illetve bosszantóság átlagértékeket. Fontos, hogy eredményeinket grafikusán ábrázoljuk. Erre egy lehetséges megoldást a 2. ábra szemléltet.



18.2. ábra: A hangulati elemzés grafikus ábrázolásának egy lehetséges módja. Fontos, hogy a függőleges tengely maximális értéke 100 legyen.

Az eredmény elemzése során térjünk ki arra, hogy az egyes kontextusokra mely hangulatot (belső állapotot) tartották a résztvevők a legjellemzőbbnek, illetve mely hangulatokat nem érezték odatartozónak. Próbáljuk indokolni az eredményeket. Ne feledjük, hogy míg a kontextus felismerésnél van „jó” és „rossz” válasz, a hangulati elemzés során a felvételek meghallgatása során a résztvevők vélekedése sem helyesnek, sem helytelennek nem nevezhető önmagában.

A bosszantóság elemzésekor is térjünk ki arra, hogy mi okozhatja a kapott eredményt. A kontextusonként kapott átlagértékeken felül érdemes részletesebben is megvizsgálni a kapott értékeket, és kideríteni, voltak-e olyan egyedi ugatások, amelyek különösen bosszantónak találtattak.

A gyakorlat minősítése

A gyakorlatot akkor lehet értékelni, ha (1) a hallgató leadott egyéni adattömböket, amelyek megfelelnek az ismertetett formai és tartalmi elvárásoknak; és (2) a hallgató elkészítette a gyakorlatvezetőtől kapott teljes adattömbök segítségével a jegyzőkönyvet. A jegyzőkönyv minősítésének fő szempontjai:

- készítette-e a hallgató bevezetést, ahol bemutatja a vizsgált jelenség hátterét, majd a kutatás kérdéseit, hipotéziseit?
- bemutatja-e a hallgató a vizsgálatok módszertanát?
- szerepel-e mindkét vizsgálat elemzése, értékelése?
- készítette-e a hallgató grafikus szemléltetést, ezek megfelelnek-e az elvárt minimális kívánalmaknak?
- történt-e részletes eredmény-értékelés?
- helyesek-e az elvégzett számítások?
- van-e általános diszkussziója a vizsgálatnak, ahol a hallgató levonja a tanulságokat, és beágyazza az eredményeket az eddigi ismeretek gyűjteményébe?
- a jegyzőkönyv formai és esztétikai szempontból, valamint terjedelmét tekintve megfelel-e az elvárható minőségnek?

IRODALOM

Bekoff, M., Allen, C., 1998. Intentional communication and social play: how and why animals negotiate and agree to play. in: Bekoff, M., Byers, R. D. (Eds.), *Animal Play*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 97–114.

Cohen, J.A., Fox, M.W., 1976. Vocalization in wild canids and possible effects of domestication. *Behav. Proc.* 1: 77-92.

- Coppinger, R., Feinstein, M. 1991. Hark! Hark! The dogs do bark... A new theory on why dogs bark. *Gazette* 108: 86-91.
- Feddersen-Petersen, D.U., 2000. Vocalization of European wolves (*Canis lupus lupus* L.) and various dog breeds (*Canis lupus f. familiaris*). *Arch. Tierz. Dummerstorf* 43: 387-397.
- Kubinyi, E., Pongrácz, P. & Miklósi, Á. 2009. Dog as a model for studying conspecific and heterospecific social learning. *J. of Vet. Behav.: Clinical Applications and Research*, 4: 31-41.
- Lord, K., Feinstein, M. & Coppinger, R. 2009. Barking and mobbing. *Behav. Proc.* 81: 358-368.
- Meints, K., Racca, A., Hickey, N., 2010. Child-dog misunderstandings: children misinterpret dogs' facial expressions. In: *Proceedings of the 2nd Canine Science Forum, Vienna, Austria*, pp. 99.
- Miklósi, Á., Kubinyi E., Topál, J., Gácsi, M., Virányi, Zs., Csányi, V. 2003. A simple reason for a big difference: wolves do not look back at humans but dogs do. *Current Biology*, 13: 763-766.
- Morton, E.S. 1977. On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *Am. Nat.* 111: 855-869.
- Pongrácz, P., Miklósi, Á., Kubinyi, E., Gurobi, K., Topál, J. & Csányi, V. 2001. Social learning in dogs: the effect of a human demonstrator on the performance of dogs in a detour task. *Anim. Behav.*, 62: 1109-1117.
- Pongrácz, P., Miklósi, Á., Timár-Geng, K. & Csányi, V. 2004. Verbal attention getting as a key factor in social learning between dog and human. *J. Comp. Psychol.* 118: 375-383
- Pongrácz, P., Molnár, Cs., Miklósi, Á. & Csányi, V. 2005. Human listeners are able to classify dog barks recorded in different situations. *J. Comp. Psychol.* 119: 136-144.
- Pongrácz, P., Molnár, Cs. & Miklósi, Á. 2006. Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *App. Anim. Behav. Sci.* 100: 228-240.
- Pongrácz, P., Vida, V., Bánhegyi, P. & Miklósi, Á. 2008. How does dominance rank status affect individual and social learning performance in the dog (*Canis familiaris*)? *Anim. Cogn.* 11: 75-82.
- Pongrácz, P., Molnár, Cs., Dóka, A. & Miklósi, Á. 2011. Do children understand man's best friend? Classification of dog barks by pre-adolescents and adults. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 135: 95-102.
- Soproni, K., Miklósi, Á., Topál, J., Csányi, V. 2002. Dogs' responsiveness to human pointing gestures. *J. Comp. Psychol.* 116: 27-34.
- Tembrock, G., 1976. Canid vocalizations. *Behav. Proc.* 1: 57-75.
- Topál, J., Miklósi, Á., Csányi, V. 1998. Attachment behaviour in dogs: a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *J. Comp. Psychol.* 112: 219-229.
- Topál, J., Gergely, Gy., Miklósi, Á., Erdőhegyi, Á., Csibra, G. 2008. Infants' perseverative search errors are induced by pragmatic misinterpretation. *Science*, 321: 1831-1834.
- Yin, S., 2002. A new perspective on barking in dogs (*Canis familiaris*). *J. Comp. Psychol.* 116: 189-193.
- Yin, S., McCowan, B., 2004. Barking in domestic dogs: context specificity and individual identification. *Anim. Behav.* 68: 343-355.
- Vilá, C., Savolainen, P., Maldonado, J. E., Amorim, I. E., Rice, J. E., Honeycutt, R. L., Crandall, K. A., Lundeberg, J., & Wayne, R. K. 1997. Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science*, 276: 1687-1689.

18.1 táblázat

Kutyaugatások hangulatának és kontextusának felismerése, valamint annak megítélése, hogy mennyire bosszantó egy-egy ugatás az ember számára

	nyávog	gurgulázik	nyúzó	csahol	akolt	nyí	tutul	makog	morog	kaffog	ugat	csüteg	fogat csatfogtat	litég
Üdvözlés	R	FK	F C K	K	R	C	FK	R	FK	-	K	-	-	R
Játék kezd	-	-	K	K	-	-	-	-	-	-	K	-	FK	RK
Behódol	R	-	F C K	K	F C K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Védekezik	-	-	FCK	K	CR F	-	F	-	FCKR	FCKR	FK	R	FCK	-
Fenyeget	-	-	-	-	-	-	-	-	FCKR	FCKR	FCKR	R	FCK	-
Kontakt keres	üR	KF	ü, K F C	ü-F ü-C K	R	C	-	R	-	-	K	-	-	-
Fájdalom	ü	-	ü, K F C R	ü-F ü-C K	ü, K F C R	-	-	-	K	-	K	-	-	-
Magány	-	-	ü, K F C	K	-	-	F C K	R	-	-	K	-	-	-
Csoportos	-	-	ü, K F C	-	-	C	F C K	-	F C K	-	-	-	-	-

18.3. KÓDOLÓ LAP KUTYAUGATÁS ELEMZÉSHEZ – 1 (SZITUÁCIÓ)

Időpont:

Adatfelvételt végző neve:

Kutyás tapasztalat (aláhuzandó): Van/Volt/Sosem volt

Van-e a szomszédban kutya (aláhuzandó): Van/Volt/Sosem volt

ugatás	szituáció
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	

18.4. KÓDOLÓ LAP KUTYAUGATÁS ELEMZÉSHEZ – 2 (HANGULAT)

Kutyaugatások hangulatának és kontextusának felismerése, valamint annak megítélése, hogy mennyire bosszantó egy-egy ugatás az ember számára

ugatás	hangulat		ugatás	hangulat	
1.	Agresszivitás		10.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
2.	Agresszivitás		11.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
3.	Agresszivitás		12.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
4.	Agresszivitás		13.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
5.	Agresszivitás		14.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
6.	Agresszivitás		15.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
7.	Agresszivitás		16.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
8.	Agresszivitás		17.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	
9.	Agresszivitás		18.	Agresszivitás	
	Félelem			Félelem	
	Kétségbeesés			Kétségbeesés	
	Játékosság			Játékosság	
	Vidámság			Vidámság	
	Mennyire bosszantó?			Mennyire bosszantó?	

19. fejezet - A rádiotelemetria alapjai és alkalmazási lehetőségei

Altbäcker Vilmos

A GYAKORLAT CÉLJA

A rejtett életmódú állatok helyének ismerete igen fontos adatokat szolgáltat az élőhely választás és használat, a territorialitás, a táplálékkeresés vizsgálatokor. A gyakorlat során a hallgatók megismerkednek a terepi viselkedés kutatás egyik leggyakrabban használt modern módszerével, a rádiotelemetriával. A jelen gyakorlat során a földrajzi pozíció rádiotelemetriai meghatározását végezzük el, méghozzá két gyakran használt módszerrel, a direkt kereséssel és a háromszögeléssel.

BEVEZETÉS

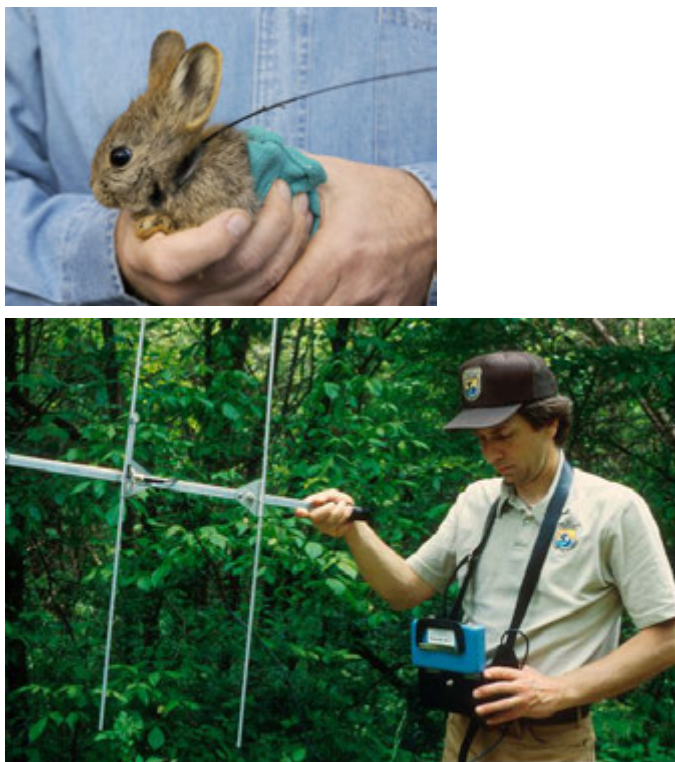
A rádiotelemetria

A terepi biológiai kutatásban az állat helyének ismerete sok szempontból fontos, azonban a vadon élő állatoknál nehezen juthatunk ehhez az ismerethez az állat zavarása nélkül. Ezért a 20. század közepétől egy új módszer, a rádiotelemetria terjedt el, amelynek révén az állat helyét távolról, az állaton elhelyezett kisméretű rádióadó helyének bemérésével határozzuk meg. A pozíció ismeretében az állat felkutatható vagy terület használata felderíthető. Egy faj mozgáskörzetének méretét például úgy számítjuk ki, hogy minimum 20 független egyed legalább 40 függetlenül bemért térképi előfordulási pontját (pozícióját) körül rajzoljuk a konvex poligon módszerrel. Eszerint a pontokat úgy kötjük össze, hogy a határoló vonal mindig befelé törjön (konvex szöget alkosson az addigi szakaszokkal). A kiértékelés másik módja a Kernel módszer, amely azt a területet adja meg harmonikus átlagszámítással, amelyen belül az állat 50-70-90 százalékos valószínűséggel tartózkodik. A szomszédos állatok mozgáskörzetének kis átfedése utal a territorialitásra, vagyis arra, hogy a szomszédok egymást távol tartják a területükről, ezért nincs átfedés. Ezt úgy vizsgálhatjuk, hogy megnézzük a szomszédok 90 százalékosan használt területei között mekkora az átfedés.

A pozíció adatok gyűjtéséhez a következő nehézségeken kell úrrá lenni:

1. meg kell fogni az állatot
2. rá kell erősíteni az adót
3. vissza kell engedni az eredeti helyére
4. meg kell várni, amíg a befogás okozta sokkhatás elmúlik

Ezután következhet csak az adatgyűjtés, az állat helyének bemérése a rá erősített **rádióadó** által kibocsátott jel alapján. A jelet egy érzékeny **rádióvevő** készülékre csatlakoztatott, irány érzékeny **antennával** vesszük, amivel meghatározzuk, milyen irányból érkezik a legerősebb jel. Ha ezt két ismert koordinátájú helyről egyidejűleg végezzük, a két irány metszéspontja jelöli ki az állat helyét, ezt nevezzük **háromszögeléses technikának**. A másik lehetőség a **direkt keresés**, ennek során a jel erősödése irányába megyünk cikkcakokban mindaddig, amíg meg nem pillantjuk az állatot, majd bejelöljük pozícióját a térképre.



19.1. ábra: a rádió telemetriás rendszer fő részei: a. az állatra szerelt adó a kiálló ostor antennával, b. a vevő a hozzá csatolt vevőantennával

A rádiós helymeghatározás eredményes művelése igényel bizonyos technikai előismeretet. A gyakorlatban kétféle rendszer terjedt el, a az ún. nagyon magas frekvenciájú (VHF) rádiotelemetriás rendszerek a 148-150 MHz-es frekvencia sávban dolgoznak. Egy másik, az utóbbi évtizedben teret nyert rendszer a helymeghatározásra egy GPS (Global Positioning System) vevőt használ, és a hely adatokat vagy az állat visszafogásáig tárolja, vagy egy VHF adóval a kutatóhoz sugározza. Kapható olyan adó is, amely meghatározott időnként SMS-ben elküldi az adatokat a kutatónak. Ilyen rendszer csak ott használható, ahol megfelelő a mobil telefon hálózat térereje.

A rádiotelemetria kiváló eszköz lehet egy populációban az egyedek mozgás dinamikájának vizsgálatához, csakúgy, mint a túlélését veszélyeztető tényezők azonosításához. Migrációs utak, mortalitási/túlélési tényezők, élőhely-használat, mozgáskörzet stb. kutatásának gyakori eszköze a telemetria (Fuller és mtsai, 2005). Népszerűsége ellenére azonban számos hátránnyal is rendelkezik. Ezek közül talán a legfontosabb, hogy drága, például egy átlagos GPS nyakörv több ezer euróba is kerülhet, és ha megsérül az adó, az adatok is elvesznek, az egész vizsgálat veszélybe kerül. Emellett mérete miatt sok faj esetében nem használható, de a technika fejlődése egyre kisebb készülékeket eredményez, így kitágul a vizsgálható fajok köre.

Eszköztár és módszerek

A rádióadó nem folytonos jelet bocsájt ki, hanem rövid szakaszokban, de nagy energiával sugároz, az adás kb. 0,1 másodpercében több wattos energia csúcsot érhet el. Ez a szakaszos működés megnöveli az adó élettartamát, mivel az áramkör az idő nagy részében alig fogyaszt áramot. A másik előny, hogy az impulzus üzem növeli azt a távolságot, ahonnan még fogható a pittyegés. A Televilt cég 35 grammos RX-2 jelű üregi nyúl adója pl. másfél évig sugároz, és jele 2 km-ről fogható nyílt terepen, 2 m magasságban tartott antennával.

Az adó elektronikáját speciális energiaforrás, leggyakrabban lítium ion vagy ezüst-oxid elem táplálja, ezek kisebb súlyú energiaforrások, mint az alkáli elemek. Mivel a rádióadó drága eszköz, fontos, hogy a mérést követően újra használhassuk. Ezt segíti elő, ha az áramforrást cserélhetően, külön kapszulába zárják, így a felhasználó cserélheti. Mivel az adók élettideje viszonylag pontosan becsülhető, a nyomkövetés maximális időtartama is behatárolható. A nappal aktív állatok esetében fotocellás eszközök is alkalmazhatók a súlycsökkentés érdekében. A lítium polimer akkumulátorok élettideje közel egyenes arányosságban nő a méretükkel/tömegükkel, ezáltal az adott célra optimalizálhatók.

A rádióadó elektronikája egy - vagy kétfokozatú oszcillátorral vezérelt erősítő egység, aminek stabil frekvencián kell működnie. Az energia spórolás érdekében az elektronikát óvni kell a nedvességtől, oxidációtól, különben gyorsabban lemerül az adó. A rádióadó (transzmitter) elektronikája gyakran tartalmaz egy mágnes kapcsolót is, így használaton kívül kikapcsolható egy kis mágnes segítségével.

Az adó lényeges része a rádiójelet kisugárzó antenna, ami egy a frekvenciától függő hosszúságú, hajlékony fém ostor. Úgy kell elhelyezni, hogy ne zavarja az állatot a mozgásában és ne okozhasson sérülést. Ennek két módja terjedt el, a nyakörvből hátrafelé kiálló, a háthoz simuló ostor antenna és a nyakörvbe épített hurok antenna, ilyenkor maga a fém nyakörv sugározza ki a jelet.

A helymeghatározás legkorszerűbb módja a GPS (Global Positioning System) transzmitterek használata. Ezek képesek arra, hogy saját magukat bemérjék, legalább 3 műholdoz képest, de gyakran 8-12 műholdat is felhasználnak, így akár 1 méteresre is növekszik a meghatározás pontossága. A technika elterjedését a készülék nagyobb súlya és az adatok kinyerésének nehézsége hátráltatja. Nem véletlen, hogy a GPS technikát nagytestű állatokon próbálták ki, pl. így határozták meg, hogy a jegesmedvék mozgáskörzete akár 2000 km átmérőjű is lehet. [Ma már nagyobb testű madár (pl. parlagi sas) is elbír vele...] Ha a méret nem akadály, a gyűjtött GPS adatokat szatelliten keresztül is letölthetik a kutatók, sőt akár sms-ben is értesülhetnek az állat helyzetéről, így nem kell visszafogni az állatot ahhoz, hogy kinyerjük a GPS adattárolójából az állat által bejárt útvonalat. A GPS technika segítségével követték nyomon a LIFE program keretében megjelölt kerecsensólymokat <http://www.sakerlife.mme.hu/hu/gmap>. A projekthez 22 grammos adót tudtak használni, amelyet napelem táplált.

Az adó felerősítése

Mielőtt a nyomkövetési munka elkezdődne, az állatra fel kell helyezni a rádiós jeladót. Emlősök esetében gyakran hosszadalmas az állat beszoktatása egy csapdába. A megfogott állatot rendszerint elkábítják, hogy ne vergődjön a csapdában. Ezután jön a rádióadó, a leggyakoribb esetben egy nyakörv felerősítése. Fontos, hogy épp olyan szorosan illeszkedjen a nyakra, hogy az állat ne tudja leszedni. Alapkövetelmény, hogy tartós anyagból készüljön (például bőr, PVC, fém, cordura). Gyári adókat gyakran úgy építik, hogy gyengített pontja van a nyakörvnek, amit az állat képes elszakítani, ha esetleg beakadna valahová.

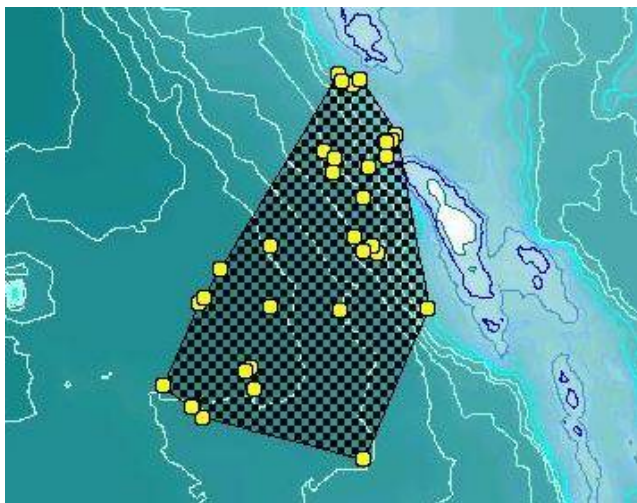
Madarak vizsgálata esetében gyakori a szárnyak alatt és felett átvezetett hámmal történő felerősítés, vagy az első vedlésig tartó, ciano-akrilátos felragasztás. Elkerítésben tartott állatoknál megfelelő lehet az implantátum adó is, aminek ható távolsága kisebb, de kevesebb problémát okoz egy üreglakó állat mozgása közben.

Lokalizáció

A rádió telemetriás helymeghatározás pontosságát nagyban meghatározzák a terepi domborzati viszonyok. Sík terepen pontosabb irány meghatározás lehetséges, mint tagolt terepen, vagy sűrű lombbal fedett területen, ami eltéríti a rádióhullámokat. A használatot megkönnyíti, ha olyan adónk is van, aminek a helyzetét pontosan ismerjük, így a terepi torzítás mértékét megismerhetjük. Az irány meghatározás valójában egy keskeny, néhány fokos szögben táguló sávot jelöl ki, amin belül a legerősebb jel. Mivel a helymeghatározás két irányból történik, a két sáv metszete adja az állat legvalószínűbb helyét, ez az átfedő sáv a **hiba poligon**. Minél távolabb az adó, annál nagyobb ez a terület. A hiba poligon alakját és méretét befolyásolja az antenna mérete (több ágú antennák irányszöge kisebb), szimmetrikussága (az antenna ágak elhajlása miatt gyakran romlik a pontosság). Ha két helyről mérünk egyidejűleg, akkor a mérés akkor a legpontosabb (vagyis a poligon akkor a legszabályosabb és legkisebb), ha az állat iránya a két vevőtől 90 fokos szögben metszik egymást, és a jel közepes erősségű.

Mozgáskörzet meghatározás

A mozgáskörzetet („home range”) sokféleképpen definiálják. A legegyszerűbb magyarázat a fogalomra a következő: az a terület, ahol az állat mozog, táplálkozik, szaporodik és utódot gondoz. Ettől egy kicsit számszerűbb megfogalmazást az ún. UD („utilization distribution”) ad: az a terület, ahol az állat 95 %-os valószínűséggel megtalálható, vagy másképp az a terület, amit 95 %-ban használ. Ez az érték egyes tanulmányokban kissé eltérhet (Anderson, 1982). Fontos továbbá megemlíteni azt, hogy a mozgáskörzet meghatározása egyes esetekben rendkívül nehéz, vagy csak adott időszakra lehetséges (például költöző madarak, vándorló állatok). Ugyanakkor a „home range” mérete egyedenként 30-40 független lokalizációból becsülhető lásd 19.2 ábra



19.2 ábra A mozgáskörzet méretét a lokalizációs pontok köré húzott konvex polygon területével jellemezzük

A fajra jellemző mozgáskörzet méretének ismerete, a körzeten belül kiemelten használt foltok felderítése kiemelkedő fontosságú lehet a természetvédelmi kezelés tervezése szempontjából. A rádiotelemetria napjainkra a terepi vizsgálatok szinte kötelező elemévé vált. A GPS technika fejlődése, a miniatürizálás révén egyre újabb fajok vonhatók kutatás alá. A költségek mérséklése érdekében kiemelkedő fontosságú az előzetes tervezés, amely során a terület és faj tulajdonságait figyelembe véve az optimális rádiotelemetriás módszer és eszköz kerülhet kiválasztásra

Biotelemetria

A hagyományos rádiotelemetriában helymeghatározás folyik, a jel erősségének irány érzékeny vevőantennával történő bemérésén keresztül. Ha egy rádiójel sorozatot szemügyre veszünk, kitűnik, hogy a jelnek nemcsak az erőssége használható fel információ átvitelre, hanem a jelhossz (signal length) és a jelek közötti szünet (signal gap vagy signal interval) is alkalmas információ közlésre. A rádiotelemetria egy külön ága, a biotelemetria tárgykörébe tartoznak azok az eljárások, amelyekben biológiailag értelmes változókat kódolnak a rádiójel eme paramétereire.

A biotelemetria különleges adót és vevőt igényel. Az erre a célra kifejlesztett vevőkészülék méri a jel hosszát és a jelek közötti szünet idejét is, így a környezeti változó által modulált jel dekódolható. Ez megnöveli a vizsgálat hatékonyságát, és későbbi automatizált mérés lehetőségét kínálja, ezért a biotelemetriás vevőkészülék gyakran adattárolót (data logger) is tartalmaz.

Az egyes cégek más-más módon teszik vevőjüket alkalmassá biotelemetriás mérésre. Vannak akik az építészekrény elvet követik (AVM, TELONICS), és hagyományos vevőjük mellé kiegészítő egység(ek) csatolásával oldják meg a jel egyéb paramétereinek mérését, valamint külön adattárolót alkalmaznak. Ennek előnyei az alapgép viszonylagos olcsósága és a továbbfejleszthetőség, hátránya viszont a nagyobb térfogat, és a teljes rendszer viszonylag borsos ára. A kanadai LOTEK és a svéd TELEVILT cég ezért olyan biotelemetriás vevőt fejlesztett ki, amely mind hagyományos mérésre, mind kódolt jelek mérésére, mind adattárolásra alkalmas. E megoldás előnye a magas technikai színvonal, a kompakt kézi felépítés, hátránya a magas alapár (3-5,000 USD, a memória kapacitásától függően). Ha tehát valaki elsősorban kézi keresésre használja a telemetriát, nem célszerű a kétségkívül modernább, de drágább biotelemetriás vevők kezdeti beszerzése, hiszen a különbözetből 10-20 adó is vásárolható.

A biotelemetriás adó is komplikáltabb felépítésű, mint hagyományos testvére. A kiegészítő elektronika rendszerint plusz fogyasztással és súllyal jár, és az adó ára is magasabb (x+50 USD). Az egyes cégek változatos opciókat kínálnak. Ezeket két csoportba oszthatjuk, vannak állapotról tudósító digitális jellegű jelek (mortalitás, mozgás detektor, testpozitúra), ahol a rádiójel két értéket vehet fel, pl. vagy 1000 vagy 1500 ms hosszú a jelszünet, attól függően, hogy mozog az állat vagy nyugalomban van. A másik csoportba tartozó adóknál a jel széles tartományban arányos valamely paraméterrel, analóg jellegű. Lehetőség van a külső fénytel, hőmérséklettel, a testhőmérséklettel arányos jelek vételére. Különleges esetben egyes bioelektromos jelek (EKG vagy EEG) mintázata kerül átvitelre, aminek viszont nehezen megoldható a tárolása, így elsősorban laboratóriumi kísérletek során használják.

A jeladó egységekhez számos kiegészítő áramkört fejlesztettek ki, amivel, különleges célokra módosítható az adó működése, ám számolni kell azzal, hogy minden egyes extrával megnövekedik a súly, amit az állatnak cipelnie kell. Az aktivitás-érzékelő segítségével máshogy ad az adó, ha mozog az állat, mint ha nem, például ritkábban pittyeg, ha helyben van az állat. Ez felhasználható mortalitás detektorként is, ha tartósan nem ilyen jelet kapunk, elpusztult az állat (vagy leesett az adó róla) (Mech és Barber, 2002). Gyakorta alkalmaznak olyan érzékelőket is, amelyek az élőlény, vagy a környezet hőmérsékletét mérik. A testhő változásának nyomon követésével információ nyerhető az állat reprodukciós életszakaszáról, vagy épp az élőhely preferencia vizsgálható, ha az állatról érkezett jelet összehasonlítjuk a jellegzetes élőhely foltokban elhelyezett referencia adók jelével.

A biológiai paraméter által modulált, kódolt jelet a vétel után dekódolni kell. Ha csak állapotok elkülönítése a cél, egyszerűbb a helyzet, grafikus úton jól szemléltethető az eredmény, pl. az azonos hosszúságú jelértékek tartományainak kijelölésével megkapjuk, mettől meddig volt aktív illetve passzív az állat. Az analóg jeleknél viszont előbb vissza kell alakítani az eredeti jelalakot. Erre a célra kalibrációs görbét kell felvenni az egyes adókhoz. Több cég olyan számítógépes programot árul, amely megkönnyíti a változó időbeli lefutásának rekonstrukcióját.

Biotelemetria révén tisztázták egy klasszikus etológiai vizsgálat hátterét. Ismert, hogy egyes madárfiókák félelmi reakciót mutatnak a fészek felett elhaladó ragadozó sziluettjére (Tinbergen Az ösztönről). Ennek a jelenségnek a vizsgálatakor egy sötét madár alakú tárgyat mozgattak a fészek felett, és a kismadarak csak akkor reagáltak, ha a makett olynszerűen, nagy fejével feléjük mozgott. Ha a makettet ellentétesen mozgatták, amikor is libára emlékeztetett, nem kaptak reakciót. E kísérlet eredményét nehéz volt megismételni, hol jelentkezett a különbség, hol nem. A szívfrekvencia párhuzamos mérése segített tisztázni a problémát. Mueller és Parker (1980) kiskacsákat szívadóval felszerelve kimutatták, hogy azok pulzusszáma nem változik a libaszerű tárgyra. A ragadozó képe viszont kétféle reakciót váltott ki: a kiskacsák egy része lekuporodással válaszolt, miközben szívverése lelassult, míg a többiek menekülni kezdtek, és a gyors mozgás közben szívük is hevesebben dobogott. A problémás kísérletben a kétféle reakció (ti. a pulzus csökkenés illetve növekedés) keverten jelentkezett, így az átlag nem változott, tehát statisztikailag nem tudták igazolni a ragadozó felismerés tényét. A kísérleti aréna nagysága befolyásolja a passzív és az aktív menekülő arányát, a sikeres kísérletekben olyan körülmények között tesztelték az állatokat, hogy egyértelműen az aktív menekülés volt túlsúlyban.

Üregi nyulak pulzusszáma jól tükrözi az állat belső állapotát. Egy nagyméretű kifutóban azt vizsgálták, mitől magasabb az alárendelt egyedek halandósága. Azt találták, hogy téli táplálékhiány idején az állatok anyagcseréje takarékra áll át, nyugalmi szív működésük lelassul. A társak fenyegetése olyan szociális stressz, amely ezzel ellentétes folyamatot indít el. A rangsor alján található egyedek így rosszul gazdálkodnak tartalékaikkal, legyengülnek, sőt tartós táplálékhiány idején el is pusztulhatnak. A nyulak a nappali földalatti üregekben töltik, azonban a talaj rezgéseiből megérik, ha valami közeledik várukhöz. Beültetett szívadó segítségével kimutatták (Stöhr, 1988), hogy nem lehet észrevétlenül megközelíteni a nyúl várat, amikor az osonó biológus 30 méternél közelebb ért, a föld alatt tartózkodó nyúl nál erőteljes pulzusszám csökkenést regisztrált.

A szintén üreglakó ürgék testhőmérsékletét beültetett adóval mérték a téli álm alatt. Az állat hőmérséklete kb. két hét alatt süllyed le valamivel a külső hőmérséklet fölé, majd ott stabilizálódik. Nem marad azonban tartósan ilyen alacsony a testhő, az állat periódikusan felmelegszik, majd visszahűl. Németh és munkatársai (2010) azt találták, hogy a felmelegedések során az ürge elhagyja fészket és vizeletet ürít, ezáltal fészke szárazon marad. Az ilyen "majdnem ébredések" tavasszal gyakoribbá válnak, és ha tartós meleget érzel az ürge, teljesen felébred.

Az üreglakó állatok (üregi nyulak és ürgék) napi aktivitási ritmusának mérésében is fontos járulékos adatokkal szolgálhatnak a fény/hőmérő adók. A rádiójelből következtetni lehet az üreg téli hőmérsékletére, a vár elhagyásának időpontjára. A különböző nemű állatok egymáshoz viszonyított pozíciója alkalmas a territorialitás vizsgálatára, míg a nőstények növényzettel kapcsolatos magatartásformáinak térbeli mintázata ökológiai kapcsolatok eddig nem lehetséges elemzéséhez nyújthat segítséget. Várható, hogy az eltérő növényzetű tisztásokon legelő állatok más esteknek, és ez lehet az egyik forrása a széklet vizsgálat során nyert egyedi táplálék összetételnek. A biotelemetria ígéretes technológia, amely még nagy fejlődés előtt áll. A továbblépést hasonló problémák akadályozzák, mint a hagyományos telemetriát: a csapdázás/altatás/felerősítés alacsony hatékonysága. Ezt tovább nehezíti a biotelemetriás adók rövid élettartama, a jel dekódolás nehézségei.

ANYAGOK

A gyakorlat célja

Jelen gyakorlat célja a rádiotelemetriás helymeghatározás alapjainak elsajátítása. Ennek érdekében a gyakorlatvezető által eldugottelrejtett 5 db rádiót kell megtalálni.

A GYAKORLAT MENETE

Az antenna csatlakoztatása

A keresés megkezdése előtt csatlakoztatjuk a H antennát a Televilt RX-900 vevő készülékhez, majd be kell állítani a megfelelő frekvenciát. A vevő 148-150 MHz között érzékeny, ebben a sávban működő adók jelére lehet behangolni a billentyűzet segítségével, hat jegy pontossággal tizedespont nélkül begépelve pl. 148595. A konkrét frekvenciákat a hallgatók a helyszínen kapják meg.

A vevő behangolása az adók kereséséhez

A frekvencia beállítása után csatlakoztatjuk a fülhallgatót, és az antenna forgatásával megkeressük a legerősebb jel irányát. A vevő kijelzőjén leolvasható jel hossz és jel szünet értékei alapján meghatározandó az adók körüli külső fény szintje és hőmérséklet értéke, amit a vevőhöz mellékelt táblázatból kell kiolvasni. Minden egyes adónál feljegyezzük az adatlapra a jel és a jelszünet hosszát milliszekundumban, ez utal az adó közvetlen környékének mikroklímájára. Az adó sötétben 50 milliszekundum hosszú jelet ad, ahogy világosodik, egyre rövidebbet, napfényen 18 ms a jel. A beépített hőérzékelő 40 fokon 1000 milliszekundum jelszünetet állít be, amely érték 0 fokon kb. 2000 ms-ra nő. Tehát a rövid jelhossz megvilágított területre, a hosszú sötét helyre utal az adó környékén.

Adatgyűjtés

Az adók lokalizációját térképén fogjuk ábrázolni. Ehhez mellékeljük a helyszín (ELTE Biológiai Állomás) 1:1000 méretarányú térképét. Keressük meg saját pozíciónkat és egyes jól felismerhető tereptárgyakat is azonosítsunk. Tervezzük meg, honnan végezzük majd az adatgyűjtést. Célszerű erre körkylátást nyújtó magaslatokat választani.

Ezután indul a direkt keresés és a háromszögelés módszer összehasonlítására alkalmas adatok gyűjtése. A direkt keresés során az adókat egyesével, az úgynevezett iterációs eljárással, cikkcakkban közeledve keressük meg. Ha néhány 10 másodperces mérés után megvan a legerősebb jel iránya, akkor közelítünk a jelforráshoz, de nem egyenes irányban, hanem oldalra, mintegy 45 fokos szögben. Erre azért van szükség, mert gyakran előfordul, hogy a H antenna az adóval ellentétes irányból is erős jelet ad. A következő mérés a jelhez vezető vonal másik oldalára kitérve történjen (ábra), mindaddig, amíg az adót meg nem találjuk. Ha a jel nagyon erős, csökkenteni kell a vevőn az erősítés (Gain) mértékét, mindaddig, amíg újra csak egy irányból, maximum 60 fokos szögből lehet fogni az adó jeleit.

Az adó lokalizációjának, a mérés sikerességének fontos jellemzői, hogy mennyi ideig tart egy adó helyének meghatározása, és milyen pontossággal történik a lokalizáció. A gyakorlat során a hallgatók mérőpárokat alkotnak. Egyikük a fenti direkt keresést végzi el öt adó esetén, miközben a párja az erre célra szolgáló térképlapra berajzolja a helyeket. Ezután szerepet cserélnek, a mérőpár másik tagja az öt adó helyét távolról, a mérés helyszínének térképén előzetesen kijelölt két fix helyről bemérve, háromszögelve határozza meg. Ehhez a pár első tagja a térképre a két mérőpontból egyenként berajzolja a legerősebb jel irányát. Az egy adóhoz a két pontból húzott egyenes metszéspontja lesz az adó helye. A gyakorlat kivitelezésekor az adatokat az is befolyásolja, hogy a mérőpár két tagja mennyire hatékonyan kezeli a készüléket, ami még a gyakorlat során változik is. Ezt legalább részben kiküszöbölendő, a méréseket adónként felváltva végezzük.

A mérés pontosságát adónként külön-külön adjuk meg, az adó valódi helyét a gyakorlatvezető által átadott referencia térképen bejelölt hely és a mérőpár által a térképre vitt jelzések vonalzóval mért eltérése adja. Mivel a helyszínrajz 1:1000 léptékű, 1 mm eltérés 1 méter hibának felel meg. Ugyancsak felírjuk mindkét módszernél, minden egyes adó esetén, a meghatározáshoz szükséges időket másodpercben.

A jegyzőkönyv elkészítése

A mérőpár tagjai külön-külön adatlapot és térképet készítenek, amiket a gyakorlat végén, a számítógépes feldolgozás során összesítenek. Az adatok feldolgozáskor a két eljárás pontosságát és az adatgyűjtés időigényét vetjük össze az InStat programban, Student t próbával. A statisztika eredményét $t(df)=\dots\dots\dots$, $p=\dots\dots\dots$ formában adjuk meg.

Az értékelés során térjen ki arra, hogy melyik eljárás, a háromszögelés vagy a direkt keresés alkalmasabb

a/ egy gyorsan mozgó madárfaj vagy

b/ egy kevésbé aktív hüllő faj egyedeinek bemérésére?

Hogyan befolyásolja a vizsgálati helyszín struktúrája (növényzet sűrűsége, szabdalt vagy sík terep) a módszer használhatóságát?

Melyik módszert érdemes választani, ha kevés állat intenzív megfigyelése vagy sok állat mozgásának párhuzamos követése a cél?

Milyen járulékos változókat gyűjtene a továbblépés során?

19.3. melléklet

ADATLAPRÁDIOTELEMETRIAVIZSGÁLATÁHOZ

DÁTUM: FELVÉTELEZŐ:.....

SOPORT	adó freq MHz	idő,s	hiba,m	Megjegyzés
--------	--------------	-------	--------	------------

1 kézi keresés	148.....			
----------------	----------	-------	-------	--

1	148.....			
---	----------	-------	-------	--

1	148.....			
---	----------	-------	-------	--

1	148.....			
---	----------	-------	-------	--

1	148.....			
---	----------	-------	-------	--

2 háromsz	148.....			
-----------	----------	-------	-------	--

2	148.....			
---	----------	-------	-------	--

2	148.....			
---	----------	-------	-------	--

2	148.....			
---	----------	-------	-------	--

2	148.....			
---	----------	-------	-------	--

Átlag kézi:		
-------------	-------	-------

Átlag háromsz:		
----------------	-------	-------

Szórás kézi:		
--------------	-------	-------

Szórás háromsz:		
-----------------	-------	-------

STATISZTIKA:	t(....)=.....	t(....)=.....
--------------	---------------	---------------

P=.....	P=.....
---------	---------

IRODALOM

- Anderson D. J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology*, Vol. 63, No. 1. pp. 103-112
- Armstrong, J.D. 1986. Heart rate as an indicator of activity, metabolic rate, food intake and ingestion in pike, *Esox lucius*. *J. Fish Biol.*, 207-221.
- Cuthill, I 1991. Field experiments in animal behaviour: methods and ethics. *Anim. Behav.*, 42, 1007-1014.
- Daly, J. C. (1980): Age, sex and season: factors which determine the trap response of the European wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*. *Aust. Wildl. Res.*, 7: 421-432.
- Devaney, M.J., Deavers, D.R., Coria, A.M., Tempel, G.E., Musacchia, X.J. 1993: Telemetry of body temperature and heart rate of hibernating and normothermic ground squirrels. 3rd Int. Symp. Biotelemetry, p.38.
- Drickamer L. C. 1984. Captures of two species of *Peromyscus* at live traps baited with male and female odors. *J. Mamm.*, 65, 699-702.
- Eisermann, K. 1988. Seasonal and environmental influences upon the diurnal heart-rate pattern in wild rabbits living under seminatural conditions. *Physiol. Behav.*, 43, 559-565.
- Litvaitis, J. A., Sherburne, J. A., Bissonette, J. A. 1985. Influence of understory characteristics on snowshoe hare habitat use and density. *J. Wildl. Manage.*, 49, 866-873.
- Mueller, H.C., Parker, P.G. 1980. Naive ducklings show different cardiac response to hawk than to goose models. *Behaviour*, 74, 101-113.
- Paxton H. E., Cardinal N. S., Koronkiewicz J. T. 2003. Using radiotelemetry to determinate home range size, habitat use, and movement patterns of willow flycatchers. *Studies in Avian Biology* No. 26:185-189
- Stöhr, W. 1988. Longterm heartrate telemetry in small mammals: a comprehensive approach as a prerequisite for valid results. *Physiol. Behav.*, 87, 157-162.
- Wheeler, S.H., King, D.R., Robinson, M.H. 1981. Habitat and warren utilization by the European rabbit *Oryctolagus cuniculus* (L.) as determined by radio-tracking. *Aust. Wildl. Res.* 8, 581-588.
- White, G.C., Garrott, R.A. 1990. Analysis of wildlife tracking data. Academic Press, New York. pp. 383.

20. fejezet - Adatgyűjtési és adatértékelési módszerek az állati viselkedés vizsgálatához

Kosztolányi András

A GYAKORLAT CÉLJA

A gyakorlat során a hallgatók megismerkednek a viselkedés mérésének elvi alapjaival. A következő témákat fogjuk érinteni. Tudományos kérdésfeltevés. Minták függetlensége. Hogyan mérjük viselkedést: változók típusai, adatrögzítési módszerek, adatrögzítéshez használt eszközök. A mérések megbízhatósága és érvényessége. Az adatok leíró elemzése és hipotézistesztelés, egyszerű statisztikai tesztek. A gyakorlat során korábbi kísérletek videó felvételeinek elemzéséhez fogjuk alkalmazni a megismert fogalmakat.

BEVEZETÉS

Az állati viselkedés vizsgálatának menete

A tudományosan értékelhető adatok gyűjtését pontosan meg kell tervezni. Minden tudományos adatgyűjtés **kérdésfeltevással** kezdődik. A kérdésfeltevésben elővizsgálataink, korábbi ismereteink és irodalmi adatok lehetnek segítségünkre, és a célunk az, hogy egy tudományos hipotézist állítsunk fel, amelyből következtetéseket (predikciókat) tudunk levonni. A levont **predikciók** olyan specifikus állítások, amelyek már statisztikailag tesztelhetők (Précsényi és mtsai., 2000).

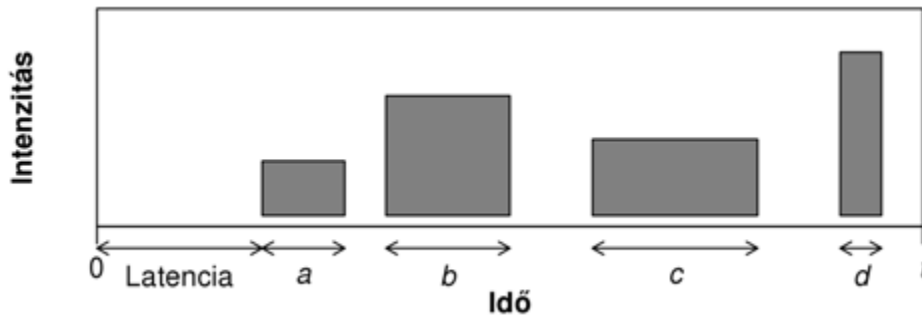
A predikciók teszteléséhez szükséges **mérendő változókat** az adatgyűjtés előtt pontosan definiálnunk kell, és az adatgyűjtés során ezeket a definíciókat következetesen kell alkalmaznunk (Martin és Bateson, 1993). A változók meghatározása nem mindig egyszerű feladat: a testsúlyt, illetve mérését könnyű definiálni, de a helyzet nem ilyen egyszerű, ha bonyolult, változatos elemeket tartalmazó viselkedésről van szó, pl. egyedek közti küzdésről, udvarlásról. Ilyen esetekben nem mindig kézenfekvő, hogy mikor kezdődik vagy végződik egy viselkedés, milyen az intenzitása stb.

A minták függetlensége

Az állatok viselkedését természetes változatosság jellemzi, amely számos tényezőre vezethető vissza: genetikai, biotikus és abiotikus környezeti hatások és mindezek interakciója alakítja az egyedek viselkedését (Székely és mtsai., 2010). E változatosság miatt a méréseink „zajt” **tartalmaznak**, amit nem tudunk kontrollálni. Így ahhoz, hogy statisztikailag értékelhető adatokat nyerjünk számos mérést kell végeznünk. Az adatfelvétel során különös figyelmet kell fordítanunk a **random mintavételre** (Zar, 2010), azaz, hogy a vizsgálat tárgyát képező egyedek összességéből (**statisztikai populáció**, mely nem feltétlenül azonos a **biológiai populációval**) bármely egyed ugyanakkora valószínűséggel kerüljön lemérésre (**statisztikai minta**). Ha az adatgyűjtés során nem teljesül a random mintavétel, azaz a minta elemeinek időbeni és térbeli függetlensége, akkor az **adatok pszeudoreplikáltak** lesznek, és az adatok elemzésével levont konklúzióink helytelen lehet. Azt egyszerű belátni, hogy egy ember testmagasságát kétszer lemérve nem kapunk két független adatpontot, azonban a térbeli függetlenséget nem mindig egyszerű biztosítani (pl. egy csoporton belül az egymáshoz hasonló egyedek közelebb lehetnek egymáshoz, mint a kevésbé hasonlóak). Továbbá a rokonoktól (pl. testvérektől) származó mérések sem függetlenek egymástól, egyrészt mert az egyedek genetikai állománya sokban közös, másrészt mert ugyanabban a szociális környezetben nevelkedtek.

Viselkedési változók típusai

A viselkedésről rögzített változók általában **négy nagy csoportba** oszthatók (1. ábra, Martin és Bateson, 1993). A **latencia változók** a mintavétel kezdetétől valamely viselkedés előfordulásig eltelt időt mérik. Az előfordulási illetve **gyakorisági változók** valamely viselkedés előfordulását ill. előfordulásainak számát mérik egy időegység, pl. egy perc alatt. Az **időtartam változók** valamely viselkedés egy előfordulásának hosszát mérik. Ha egy viselkedés egy adatfelvétel során többször is előfordul, akkor a teljes mintára teljes időtartamot és átlagos időtartamot lehet számolni. Ha egy viselkedésnek nem csak az előfordulását, hanem a mértékét (pl. hívóhang hangereje, futás gyorsasága) is mérjük, akkor azt **intenzitás változóval** írjuk le.



20.1. ábra Latencia, gyakoriság, időtartam és intenzitás. A szürke téglalapok reprezentálják egy viselkedés négy előfordulását t idő alatt. A téglalapok szélessége az egyes előfordulások hossza, míg a téglalapok magassága a viselkedés intenzitása. A viselkedés gyakorisága t idő alatt négy. A teljes időtartam $a + b + c + d$, míg az átlagos időtartam $(a + b + c + d)/4$. Martin és Bateson (1993) alapján.

Az adatfelvétel előtt azt is el kell döntenünk, hogy az **egyes változókat milyen skálán mérjük** (20.2 ábra), mert ez nagyban befolyásolja majd, hogy később milyen statisztikai eljárásokat alkalmazhatunk a gyűjtött mintán.

Skála	Definíció	Példa
Nominális	Kategorikus változó, melynek értékei nem állíthatók sorrendbe	ivar (hím, nőstény)
Ordinális	Kvalitativ változó, melynek értékei rangsorba állíthatók	agresszió (gyenge, közepes, erős intenzitású)
Intervallum	A változó értékei rangsorba állíthatóak, és az értékek különbsége mutatja az értékek távolságát. A skála nem rendelkezik valódi nulla ponttal	hőmérséklet (pl. $40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$, de $40^{\circ}\text{C} / 20^{\circ}\text{C} \neq 2$)
Arány	A változó értékei közti különbség mutatja az értékek távolságát és az értékek aránya is értelmezhető, mivel van valódi nulla pontja	magasság

20.2 ábra A változók típusai mérési skála szerint.

Adatrögzítési módszerek

A viselkedést rögzíthetjük **folyamatosan**, vagy csak bizonyos időközönként (pl. tíz másodpercenként) lejegyezve viselkedést (**pillanatnyi rögzítés**). Míg a folyamatos adatrögzítés pontosan leírja az adott viselkedést, általában csak néhány viselkedésváltozó együttes rögzítésére használható. A párhuzamosan rögzített változók számának növekedésével a folyamatos adatrögzítés pontossága sokat romlik, ezért ilyen esetekben jobb pillanatnyi adatrögzítést alkalmazni. A pillanatnyi adatrögzítés során egy stopperóra, vagy inkább egy ún. timer (előre beállított időközönként

rövid sípoló hangot adó készülék) segítségével meghatározott időközönként rögzítjük, hogy az adott pillanatban milyen viselkedés fordul elő. A pillanatnyi adatrögzítés pontosságát nagyban befolyásolja, hogy mekkora a mintavételi időköz, azaz az egyes adatrögzítési időpontok között eltelt idő. Gyorsan változó viselkedés (pl. egyedek közötti küzdelem) esetén minél rövidebb, néhány másodperces időközönként kell rögzíteni a viselkedést, míg pl. pihenő egyedek viselkedését valószínűleg elég perces intervallumokban lejegyezni.

Adatrögzítéshez használt eszközök

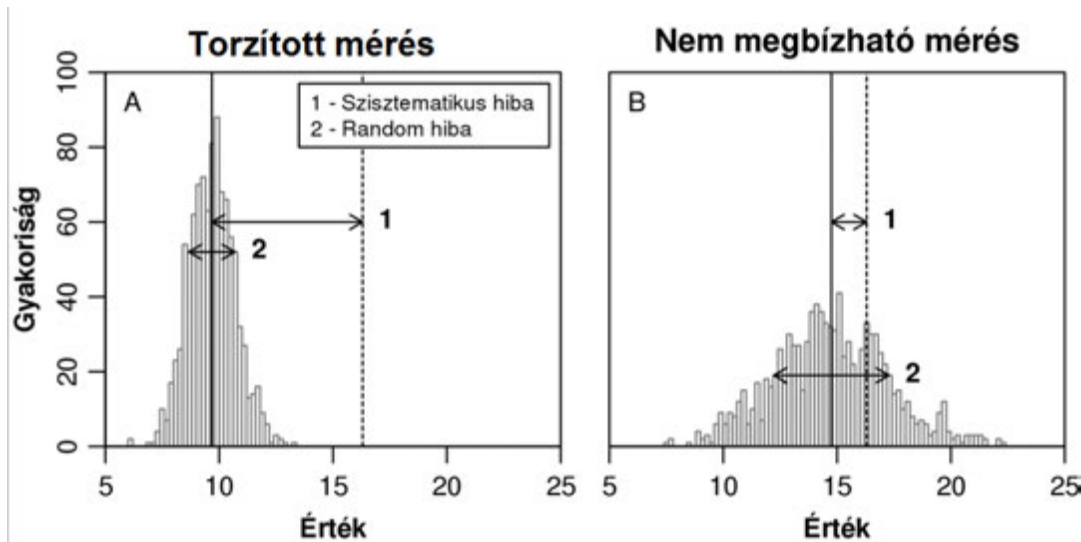
Viselkedést legegyszerűbben **papírt és ceruzát**, illetve tollat használva rögzíthetünk. Folyamatos adatrögzítéshez akár egy üres lap is megteszi, míg a pillanatnyi adatrögzítéshez leggyakrabban előre elkészített viselkedési lapokat érdemes használni. A **viselkedési adatlap** fejléce tartalmazza az adatfelvevő nevét, a dátumot, a viselkedés felvétel kezdetét és végét, a megfigyelt egyed(ek) azonosítóit (pl. név, gyűrűszám) és egyéb adatokat (mint pl. hőmérséklet). A viselkedési lap maga egy táblázat, amelynek a sorai az egyes mintavételi időpontok, míg az oszlopok vagy különböző viselkedési változókat (pl. táplálkozik, tisztálkodik stb.) vagy egyedeket (pl. hím, nőstény, utód 1, utód 2 stb.) jelölnék. Ha az oszlopok viselkedés változók, akkor az egyes mintavételi pontokban pl. egy X beírásával tudjuk jelölni, hogy melyik viselkedés fordul elő, míg egyedeket leíró oszlopok esetén előre rögzített egy-két betűs rövidítésekkel jelöljük az egyes viselkedéseket. A papír alapú adatrögzítés legnagyobb előnye, hogy szinte mindig és mindenhol alkalmazható, és a technikai meghibásodás veszélye nem áll fenn. Ezzel szemben a nagy hátránya ennek a rögzítési módszernek, hogy az adatokat az adatelemzés előtt be kell gépelni egy **táblázatkezelőbe**, illetve adatbázisba, ami időigényes folyamat lehet. Az adatbázisba való begépelést ún. **esemény-rögzítő** (event recorder) segítségével küszöbölhetjük ki. Eseményrögzítőként végül is bármilyen hordozható **számítógépet** (okostelefon, táblagép, laptop) használhatunk. A számítógépen futó megfelelő alkalmazás segítségével előre definiált billentyűkombinációk lenyomásával, vagy a képernyő megfelelő területeinek megérintésével rögzíthetjük, hogy milyen viselkedés fordul elő. Eseményrögzítővel hatékonyan lehet jól körülhatárolható viselkedési kategóriákból álló viselkedéseket rögzíteni, de megjegyzéseket fűzni az egyes időpontokhoz jóval nehezebb lehet, mint a viselkedési lap margójára gyorsan leírni egy megjegyzést.

A viselkedésről készíthetünk **videófelvételt**, amelyről később ugyancsak időigényes **kódolás** során lehet a mért változókat adatbázisban rögzíteni. A videófelvételek nagy előnye, hogy ha a kutatás későbbi szakaszában új kérdések merülnek fel, akkor **korábban nem tervezett változókat is rögzíteni lehet** a felvételek újra megtekintésével. A videófelvételek hátránya azonban, hogy a felvételeken sokszor kevesebb látszik, mint amit egy humán megfigyelő élőben látna, így a viselkedés egyes részletei elveszhetnek. Ez különösen igaz az olyan videófelvételekre, ahol csak egy vagy kevés kép készül másodpercenként például adattárolási korlátok miatt.

Viselkedési adatokat rögzíthetünk **automatikus eszközökkel** is. Például madarak fészke alá **mérleget** szerelhetünk, és a nemek közötti tömegkülönbség alapján írhatjuk le az egyes szülők etetési aktivitását (Szép és mtsai., 1995). Egy másik lehetőség pl. hogy madarakra kisméretű passzív RFID (Radio Frequency IDentification) címkéket, ún. transzpondereket ragasztunk, amelyek egyedi azonosítóját a fészek alá vagy a fészekodó bejáratához szerelt antennával és számítógép vezérelt leolvasóval rögzíthetjük (Kosztolányi és Székely, 2002). Az automatikus rendszerek előnye, hogy nagy mennyiségű, akár több napnyi adat gyűjthető segítségükkel, amely adatok egyből egy adatrögzítőre kerülnek, így nincs szükség az időigényes adatbevitelre. Hátrányuk, hogy ezek a rendszerek általában bonyolultak, hosszú tervezési folyamat eredményei és a bonyolultságukból adódóan a hibák előfordulása is gyakoribb. Továbbá az adatgyűjtés előtt meg kell bizonyosodnunk arról, hogy az automatikus rendszer megfelelően becsüli a valós viselkedést, azaz hogy rendszer által gyűjtött adatok jó összhangban vannak egy megfigyelő által gyűjtött adatokkal.

A mérések megbízhatósága és érvényessége

Mérésünk kétféle hibával lehet terhelt: **szisztematikus és random hiba** (20.3 ábra). A szisztematikus hiba reprezentálja a változó valós és mért értéke közötti különbséget, azaz **a mérés érvényességét**, míg a random hiba a mérés során fellépő hibákat, azaz **a mérés megbízhatóságát** (Martin és Bateson, 1993). Például szisztematikus hiba az, ha egy hőmérő mindig három fokkal kevesebbet mutat, mint az aktuális hőmérséklet, mivel rosszul kalibrálták (a +3 °C-hoz húzták a nulla vonalat), míg például random hiba az, ha a hőmérőnkön a beosztások csak 5 °C fokként vannak, ezért leolvasásaink nem pontosak, és így az ismételt méréseink nem egyeznek meg.



20.3. ábra Mérések szisztematikus és random hibái. Egy képzeletbeli változó, melynek valós értéke 16.3 (függőleges szaggatott vonal) 1000 mérése nem érvényes (A) és nem megbízható (B) méréssel. Torzított mérés esetén a mért értékek átlaga (függőleges folytonos vonal) távol van a valós értéktől, míg a nem megbízható mérés esetén a mérések szórása nagy.

Megfigyelők közötti és megfigyelőn belüli megbízhatóság

Az egyes megfigyelők bizonyos értelemben olyan műszereknek tekinthetők, melyek azonos módon, azonos elvek alapján mérik a viselkedés valamely paraméterét. A hőmérő példánál maradva, ahogy két hőmérő között lehet szisztematikus hiba, mert rosszul kalibrálták az egyiket, úgy két megfigyelő között is lehetnek szisztematikus eltérések, mert például következetesen másképp értelmezik és alkalmazzák az előre rögzített definíciókat. Továbbá ahogy két különböző skálabeosztással rendelkező hőmérő között lehet random hiba a leolvasott értékben, úgy lehet random hiba két megfigyelő között, mert például az egyikük tapasztalatlanabb vagy figyelmetlenebb, és így az általa gyűjtött adat több hibát tartalmaz.

Ezért, ha az adatainkat különböző megfigyelők gyűjtötték, az adatelemzés előtt meg kell győződnünk arról, hogy a különböző megfigyelők által gyűjtött adatsorok között megfelelő mértékű megbízhatóság áll-e fenn (**megfigyelők közötti megbízhatóság vagy egyezés**, Martin és Bateson, 1993). Ehhez például két megfigyelőnek ugyanazt a valós idejű vagy videóra rögzített viselkedésszekvenciát kell értékelnie (kódolnia), és az így nyert adatsorokat kell összehasonlítani.

Az adatszerzés megbízhatóságáról akkor is szükséges meggyőződni, ha az adatokat egyetlen megfigyelő gyűjtötte. Ilyenkor a megfigyelő önmagával való egyezésének mértékét vizsgáljuk (**megfigyelőn belüli megbízhatóság vagy egyezés**) úgy, hogy a megfigyelő ugyanazt a viselkedésszekvenciát kétszer értékeli és a két kódolás közötti egyezést vizsgáljuk.

Ha az összes adatot egy megfigyelő gyűjtötte, akkor is érdemes lehet a megfigyelők közötti megbízhatóságot tesztelni egy független megfigyelő bevonásával, mivel ezzel fény derülhet arra, ha az egyetlen megfigyelőnk által gyűjtött adatsor szisztematikus hibát tartalmaz, hasonlóan ahhoz, mintha egy rosszul kalibrált hőmérővel gyűjtöttük volna az összes adatunkat.

A megfigyelők közötti egyezés mértékét becslő módszerek

A megfigyelők közötti megbízhatóság mérésére különböző módszerek használhatók (Martin és Bateson, 1993). Ezek közül az alábbiakban a három leggyakrabban használtat ismertetjük.

Megfigyelők közötti korreláció mérése

Az egyezés mértékét gyakran a két adatsor közötti **korreláció számításával** becsülhetjük. A két adatsor közötti kapcsolat erősségét a **korrelációs együtthatóval** mérjük (r), melynek értéke -1 és $+1$ között változhat. Ha $r = +1$ akkor a két adatsor között teljes az egyezés. Az r csökkenésével csökken a két adatsor közötti egyezés, míg $r = 0$ esetén nincs lineáris kapcsolat a két adatsor között. Ha $r < 0$, akkor a két adatsor ellentétesen írja le az adott viselkedést.

Ha a viselkedési változó eloszlása **normál eloszlást** követ, akkor **Pearson-féle korrelációs együtthatót** használunk (r), **ellenkező esetben a Spearman-féle rang-korrelációs együtthatót** használhatjuk (r_s), amelynek értéke ugyancsak -1 és $+1$ között változhat.

Ha a korrelációs együtthatót valamilyen szoftver segítségével számoljuk, akkor általában kapunk egy statisztikai szignifikancia értéket (p) is, amely az adott együttható nullától való eltérésére vonatkozik. Fontos kiemelnünk, hogy önmagában a p érték keveset mond az egyezés mértékéről, ugyanis az adott korrelációs együtthatóhoz tartozó szignifikancia szint jelentősen csökken a minta elemszámának növekedésével. Általában az $r \geq 0,7$ esetén tekintjük a megfigyelők adatsorai közötti kapcsolatot elfogadhatónak. Ha r ennél kisebb, akkor nem vonhatjuk össze a két megfigyelőtől származó adatokat, és vagy a kódoláshoz használt definíciót kell újrafogalmazni, vagy pedig az egyes megfigyelők viselkedéskódolásban való jártasságán kell javítani.

Fontos, hogy a korreláció számításához **független adatpárokat** kell használni. Nem megfelelő tehát egy minta, azaz egy viselkedésszekvencia (pl. egy videófelvétel) egyes szakaszaiból nyert adatok alapján számítani, hanem különböző mintákból származó adatokat kell használni. Az is lényeges továbbá, hogy a korreláció számításához használt mintaszakaszoknak randomnak és reprezentatívnak kell lenniük a mintákra nézve, egyébként könnyen kaphatunk félrevezetően magas egyezést két megfigyelő között, ha például olyan szakaszokat választunk, ahol a vizsgált viselkedés egyáltalán nem vagy folyamatosan előfordul.

A konkordancia index (KI)

A **konkordancia indexet** általában akkor használjuk, ha a vizsgált változót nominális vagy ordinális skálán mértük (1. táblázat). Összeszámoljuk, hogy hány esetben egyezett meg (A , agreement), és hogy hány esetben nem egyezett meg (D , disagreement) a két megfigyelő kódolása, majd kiszámoljuk magát az indexet: $KI = A/(A + D)$, ami 0 és 1 közötti értékeket vehet fel.

A konkordancia index hibája, hogy nem veszi figyelembe azt, hogy bizonyos mértékű egyezés a két megfigyelő között pusztán a véletlennek köszönhetően is előfordulhat, és ezért túlbecsülheti a megfigyelők közötti egyezés mértékét.

Cohen's Kappa (κ)

Szemben a konkordancia indexszel a Cohen's Kappa számítása során figyelembe vesszük a várható véletlen egyezések számát is: $\kappa = (KI - V)/(1 - V)$, ahol KI a konkordancia index, V pedig a véletlen alapján várt egyezések aránya.

Tegyük fel, hogy két megfigyelő („A” és „B”) párhuzamosan elemzett egy 10 perces videófelvételt 10 másodpercenkénti mintavétellel (összesen $n = 60$ mintavételi pont). A megfigyelők rögzítették, hogy a felvételen látható kutya ugat-e vagy sem. A 60 mintavételi pontból 30 esetben mindketten úgy találták, hogy a kutya ugatott, míg 25 esetben mindketten úgy találták, hogy nem volt ugatás. Ez alapján a konkordancia index $KI = (30 + 25)/60 = 0,917$.

V értékének meghatározásához először azt kell összeszámolnunk, hogy a 60 esetből hány alkalommal kódolt az „A” megfigyelő ugatást (A^+), és hány alkalommal ítélte meg úgy, hogy az állat nem ugatott (A^-), illetve ugyanígy a „B” megfigyelő esetében is szükségünk van a B^+ és a B^- értékekre (20.4. ábra).

A megfigyelő	B megfigyelő			
		ugat (B^+)	nem ugat (B^-)	összesen
	ugat (A^+)	30	3	33
	nem ugat (A^-)	2	25	27
	összesen	32	28	

20.4 ábra Táblázat a Cohen's Kappa számításához egy $n = 60$ mintavételt tartalmazó minta esetén.

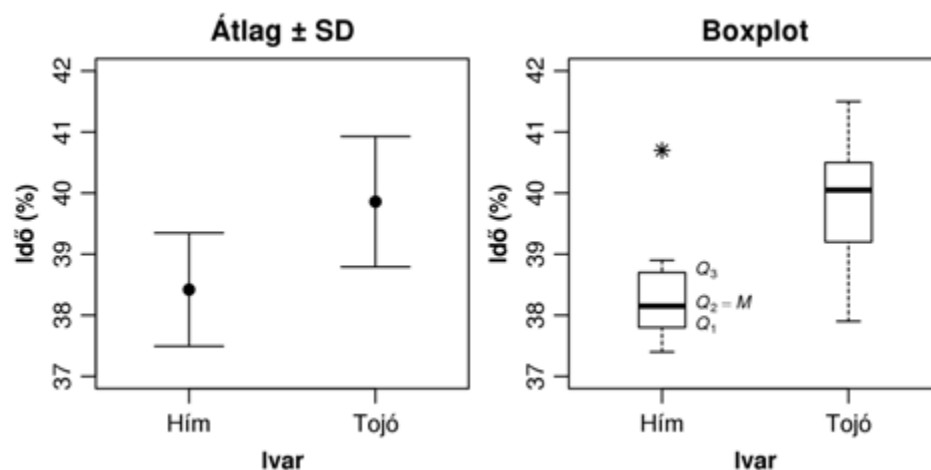
Annak valószínűsége, hogy a két megfigyelő ugyanazt kódolja teljes függetlenséget feltételezve: $V = A^+/n \times B^+/n + A^-/n \times B^-/n = 33/60 \times 32/60 + 27/60 \times 28/60 = 0,293 + 0,210 = 0,503$. Tehát a Cohen's Kappa: $\kappa = (0,917 - 0,503)/(1 - 0,503) = 0,833$. Ami jóval alacsonyabb, mint a konkordancia index értéke: a megfigyelők közötti egyezés csaknem 10%-a a véletlen egyezéseknek köszönhető.

Akárcsak a korrelációs koefficiens esetében, a Cohen's Kappa értékénél sincsen objektíven meghatározható határérték, amely felett az egyezés megfelelő. Általában a 0,6 feletti Kappa értékek már elfogadhatónak tekinthetők, de természetesen minél jobban közelít az 1-hez, annál megbízhatóbb az adott viselkedési változó elemzése.

Adatok leíró elemzése

Miután meggyőződünk adataink megbízhatóságáról, hozzákezdhetünk az adatelemzéséhez, melynek első fázisa az adatok jellemzése (3. ábra). A **gyűjtött mintánk lokalizációját**, azaz, hogy hol helyezkedik el a mintánk a számegyenesen a leggyakrabban az **átlaggal** szoktuk jellemezni. A lokalizáció másik gyakran használt leíró statisztikája a **medián**, amely a rangsorba állított mintánk felénél elhelyezkedő érték.

A **mintánk diszpergáltságát**, azaz, hogy mennyire szóródnak az adatok a számegyenesen a leggyakrabban a **szórással** (s), illetve **annak négyzetével, a varianciával** ($s^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)$) jellemezzük, ahol x_i az egyes adatpontok, $\bar{x}$ a mintánk átlaga és n a mintánk elemszáma. Az adatok szóródását az interkvartilis tartománnyal is jellemezhetjük, amely az adatok 50%-át tartalmazza és számítási módja $IQ = Q_3 - Q_1$, ahol Q_3 a **felső**, míg Q_1 az **alsó kvartilis**, amik a medián által felosztott két részmintánk mediánjai (20.5. ábra).



20.5. ábra A minták lokalizációját és diszpergáltságát bemutató ábrák: egy képzeletbeli madárfajban a hímek és tojók által a fészekben töltött idő ($n = 10$ pár). A boxplot ábrán a középső vonal a medián (M), a doboz alja és teteje az alsó (Q_1) és felső (Q_3) kvartilis, a „bajszok” pedig a $Q_1 - 1,5 \times (Q_3 - Q_1)$ és $Q_3 + 1,5 \times (Q_3 - Q_1)$ tartományba eső legkisebb és legnagyobb adatokat jelölik. Az ettől távolabb lévő adatokat kiugró vagy extrém értékeknek nevezik, és ponttal vagy csillaggal jelölik.

Statisztikai hipotézistesztesztelés

A statisztikai hipotézis eltér a tudományos hipotézistől. A tudományos hipotézis egy logikai váz, amely az eddigi ismereteinken alapszik, és amelyből következtetéseket (predikciókat) vonhatunk le. Ezzel szemben a statisztikai hipotézis egy egyszerű állításpár a statisztikai populáció valamely tulajdonságáról. A null hipotézis (H_0) a különbség hiányát állítja, míg az alternatív hipotézis (H_A vagy H_1) pedig a különbség meglétét állítja. A hipotézispárnak egymást kizárónak kell lennie, azaz ha H_0 nem igaz, akkor H_A -nak igaznak kell lennie és fordítva.

A statisztikai tesztesztelés során az adatainkból próbastatisztika számítunk (ezt a gyakorlatban statisztikai szoftverrel végezzük¹), aminek értékéből meghatározható, hogy milyen valószínűséggel (p) kaphatunk a számolt értékkel azonos vagy annál nagyobb próbastatisztika értéket H_0 igaz volta esetén. Ha ez igen valószínűtlen, azaz p kicsi, akkor H_0 -t elvetjük és H_A -t fogadjuk el. Ha kapott valószínűség nagy akkor H_0 -t megtartjuk. Azt a valószínűséget, aminél kisebb p értékek esetén elvetjük H_0 -t **szignifikancia szintnek** nevezzük, és α -val jelöljük. A biológiában az általában elfogadott szignifikancia szint az $\alpha = 0,05$, azaz a $p \leq \alpha$ értékeket tekintjük szignifikánsnak.

Normál eloszlás, a normalitás tesztelése

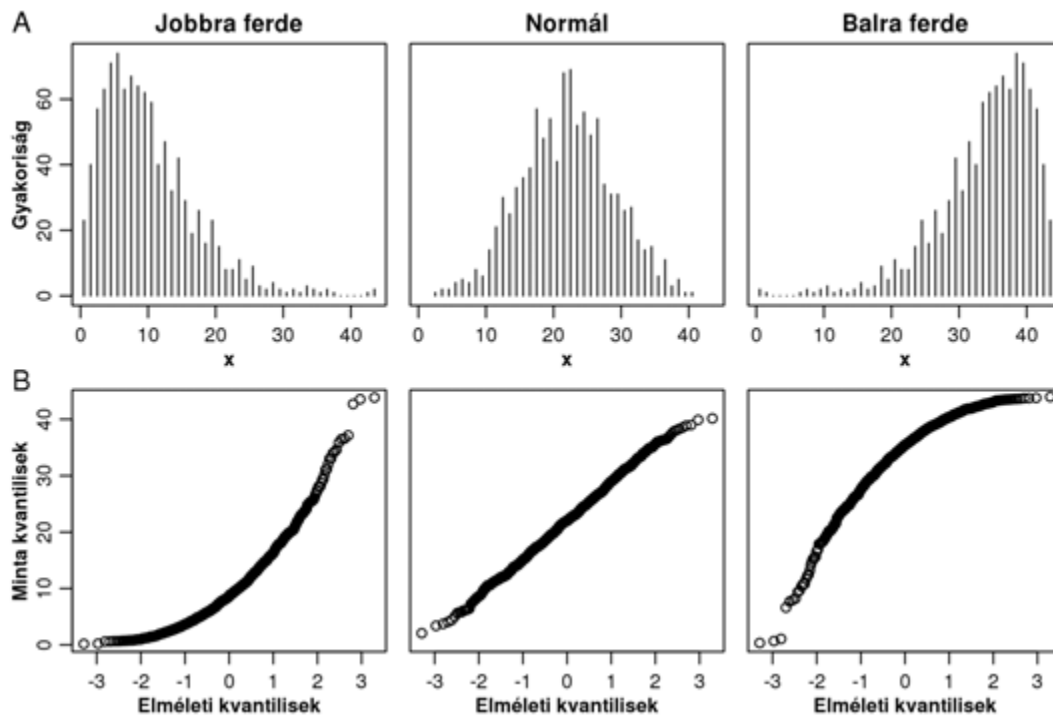
Az intervallum és arányskálán mért változók eloszlására általában jellemző, hogy az értékek az átlag körül csoportosulnak, és attól távolodva egyre kevesebb érték található („haranggörbe”). Nem minden ilyen eloszlás normál, de sok biológia adat nagy mintaszám esetén közelít a normál eloszláshoz. A **centrális határeloszlás tétele** szerint ha egy nem normál eloszlású populációból random mintákat veszünk, akkor ezen minták átlagainak eloszlása a normál eloszláshoz közelít. A biológiai változók értéke általában sok különböző ható tényező eredménye, így közelítenek a normál eloszláshoz.

A parametrikus tesztek (l. 2.11) alkalmazásakor meg kell győződnünk arról, hogy a normalitás feltétele teljesül-e. A normalitás ellenőrzésére leggyakrabban használt teszt a **Kolmogorov-Smirnov teszt**, amelynek az ereje azonban nagyon alacsony, ezért használata nem ajánlott. A másik gyakran használt teszt a normalitás ellenőrzésére a **Shapiro-Wilk teszt**, amelynek az ereje jó, ha a minta nem tartalmaz azonos értékeket. Az azonos értékek (ties) előfordulása azonban a biológiai adatokban gyakori, így ennek a tesztnek az alkalmazhatósága is korlátozott. Ezért a normalitást gyakran grafikusán vizsgálják **kvantilis-kvantilis ábra (Q-Q plot)** segítségével. Ha a minta eloszlása nem tér el jelentősen a normál eloszlástól, akkor az elméleti és a megfigyelt kvantilisek közel egyenes vonalat adnak (4. ábra).

Parametrikus és nem parametrikus statisztikai tesztek

A statisztikai tesztek két nagy csoportba oszthatók a vizsgálni kívánt változók eloszlása alapján (Précseányi és mtsai., 2000). A **parametrikus tesztek**, mint nevük is mutatja a vizsgált populáció valamilyen paraméterét becsülik. Feltételezik, hogy a vizsgált változó (illetve a hiba) eloszlása normál. Ezeknek a teszteknek az ereje nagy (kis különbségek is kimutathatók velük), de sok feltételük van, és általában csak arány vagy intervallum skálán mért változókra (lásd 20.2. ábra) alkalmazhatók. Ezzel szemben a **nem parametrikus tesztek** nem becsülnék paramétert. Nem követelik meg a normalitást, de egy részüknél feltétel, hogy az eloszlásnak egy bizonyos alakja legyen, pl. szimmetrikus. Kevesebb feltételük van és nominális és ordinális változókra is használhatók. Erejük sokszor kisebb, mint a parametrikus megfelelőiknek, és sok, főleg a bonyolultabb parametrikus tesztnek nincs meg a nem parametrikus megfelelője.

¹Lásd 21. fejezet



20.6. ábra Jobbra ferde, normál és balra ferde eloszlások hisztogramja (A) és kvantilis-kvantilis ábrája (B).

Egymintás, kétmintás, páros és többminta próbák

Ha csak egy mintánk van, amelynek valamely tulajdonságát akarjuk hasonlítani egy elméleti értékhez, akkor **egymintás t-próbát** (parametrikus) vagy **Wilcoxon előjeltesztet** (nem parametrikus) alkalmazhatunk. Ha két, egymástól független mintánk van, és ezeknek akarjuk valamely tulajdonságát összehasonlítani, akkor azt **kétmintás t-próbával** (parametrikus) vagy **Mann-Whitney tesztel** (nem parametrikus) tehetjük meg. Ha két mintánk van, és a minták elemei valamilyen szempont szerint párokba rendezhetők (pl. kezelés előtti és kezelés utáni értékek ugyanattól az egyedtől, párok hímjei és nőstényei), akkor **páros t-próbát** (parametrikus) vagy **Wilcoxon páros előjeltesztet** (nem parametrikus) alkalmazhatunk. Ha kettőnél több, egymástól független mintánk van, akkor ezeknek az összehasonlítását **varianciaanalízissel** (ANOVA, parametrikus) vagy **Kruskal-Wallis tesztel** (nem parametrikus) tehetjük meg. Ha az egyedekről kettőnél több mérésünk van, akkor **ismételt mérések varianciaanalízist** (parametrikus) vagy **Friedman tesztet** (nem parametrikus) alkalmazhatunk.

Változók közötti asszociáció vizsgálata

Azt, hogy két normál eloszlású változó függ-e egymástól lineárisan, a Pearson **korrelációval** vizsgálhatjuk, míg nem normál eloszlás esetén Spearman rangkorrelációt használhatunk. A korreláció azonban nem feltételez ok-okozati kapcsolatot a két változó között. Ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy független változó hogyan befolyásolja lineárisan a függő változót, akkor **regresszióanalízist** alkalmazhatunk.

Nominális skálán mért változók közötti asszociációt (például független-e a hajszínezet eloszlása az emberek nemétől) **függetlenségvizsgálattal** tesztelhetünk. A függetlenségvizsgálatban legtöbbször χ^2 tesztet (ejtets khinégyszet) használunk.

Statisztikai eredmények megadása

A statisztikai tesztek eredményeinek megadásakor általában fel kell tüntetnünk a használt próba nevét, a próbastatisztika értékét (pl. t érték, χ^2 érték), a tesztben használt adatok szabadsági fokát (parametrikus tesztek) vagy elemszámát (nem parametrikus tesztek), továbbá a p értéket.

ANYAGOK

A gyakorlat során a tanszék munkatársai által korábban végzett vizsgálatok videófelveleiteit tekintjük meg, majd megfigyelő párok között egyezést számolunk, és vizsgáljuk, hogy mi befolyásolhatja a párok közötti egyezés mértékét.

A GYAKORLAT MENETE

A gyakorlat során elvégzendő feladatok

1. Videófelvelelek megtekintése
2. Viselkedési változók definiálása (egy gyakoriság és egy előfordulás változó)
3. Adatfelvétel kétféle módszerrel (folyamatos adatrögzítés és pillanatnyi adatrögzítés)
4. Adatok ábrázolása (grafikonon és táblázatban)
5. Egyezés számolása megfigyelő párok között (Pearson korreláció és Cohen's Kappa)
6. A kapott egyezés értékek összevetése és statisztikai tesztelése (pl. befolyásolhatja-e a vetítövászonról való távolság az eredményeket?)

20.1. melléklet: Adatlap egyezés mérésének vizsgálatához korrelációval

JEGYZŐKÖNYV

Megfigyelők közötti egyezés mérése: korreláció

Dátum:

Megfigyelő neve:

Partner neve:

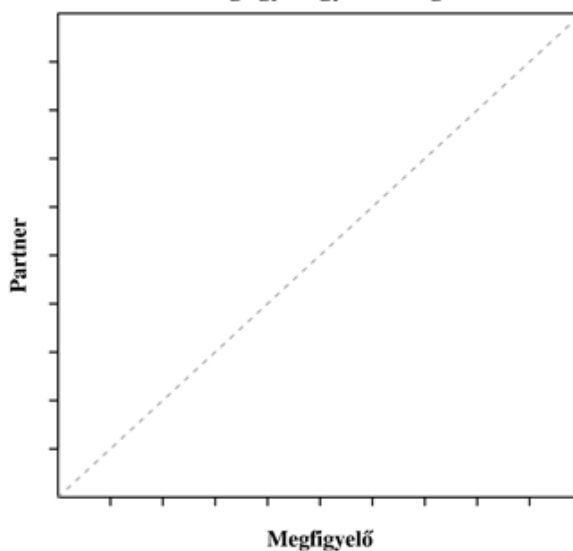
Változó neve:

Változó definíciója:

A változó gyakorisága az egyes mintákban:

Minta	Megfigyelő	Partner
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

A megfigyelt gyakoriságok



Korrelációs együttható (r):

Szignifikancia szint (p):

Az egyezés értékelése:

A megfigyelő párok közötti egyezések és a vetítővászontól vett távolság közötti kapcsolat vizsgálata
(statisztikai teszt és eredménye):

20.2. melléklet: Adatlap a megfigyelők közötti egyezés méréséhez

JEGYZŐKÖNYV

Megfigyelők közötti egyezés mérése: Cohen's Kappa

Dátum:

Megfigyelő neve:

Partner neve:

Változó neve:

Változó definíciója:

A változó előfordulása:

Időpont	Megfigyelő	Partner
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Időpont	Megfigyelő	Partner
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		

Cohen's κ számítása:

		Partner		
		$B^+(1)$	$B^-(0)$	összesen
Megfigyelő	$A^+(1)$			
	$A^-(0)$			
	összesen			

Konkordancia index: $KI = \frac{A}{A+B} =$

Véletlen egyezések: $V = \frac{A^+}{n} \times \frac{B^+}{n} + \frac{A^-}{n} \times \frac{B^-}{n} =$

Cohen's κ : $\kappa = \frac{KI-V}{1-V} =$

Az egyezés értékelése:

A megfigyelő párok közötti egyezések és a vetítővászontól vett távolság közötti kapcsolat vizsgálata (statisztikai teszt és eredménye):

IRODALOM

Kosztolányi, A. és Székely, T. 2002. Using a transponder system to monitor incubation routines of snowy plovers. *J. Field Ornithol.* 73: 199–205.

Martin, P. és Bateson, P. 1993. *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge.

Précsényi, I., Barta, Z., Karsai, I. és Székely, T. 2000. Alapvető kutatástervezési, statisztikai és projectértékelési módszerek a szupraindividuális biológiában. Debreceni Egyetem, Debrecen.

Székely, T., Moore, A. J. és Komdeur, J. (szerk.) 2010. *Social Behaviour: Genes, Ecology and Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.

Szép, T., Barta, Z., Tóth, Z. és Sóvári, Zs. 1995. Use of an electronic balance with bank swallow nests: a new field technique. *J. Field Ornithol.* 66: 1–11.

Zar, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*, 5th edition. Prentice Hall, New Jersey.

21. fejezet - Gyakorlati statisztika: több vizsgálati csoporton mért változók összehasonlítása az INSTAT statisztikai programmal

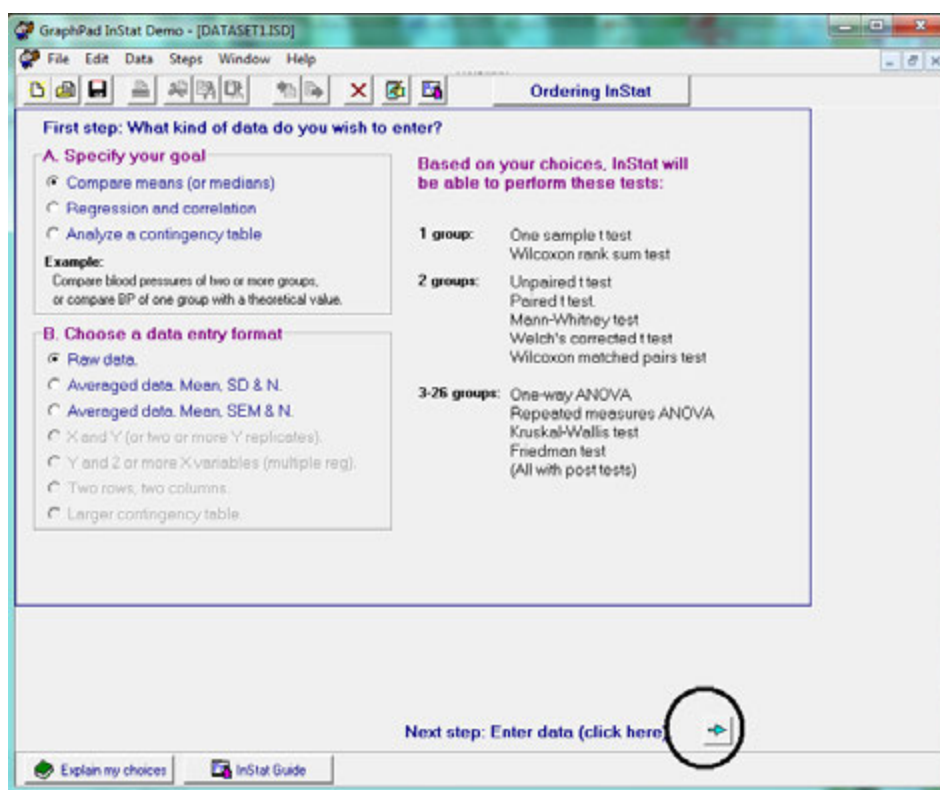
Altbäcker Vilmos

Molnár Csaba

AZ INSTAT PROGRAM HASZNÁLATA

Az Etológia gyakorlaton az adatok statisztikai kiértékeléséhez az InStat 3 program (Graphpad Inc, USA) demo változatát fogjuk használni. A program használatát megkönnyítendő e fejezet tartalmazza az alapvető ismereteket. A program letölthető a tanszéki honlapról is.

Elindítása után az alábbi kép fogad:



21.1 ábra. Az InStat program főmenüje.

Itt el kell döntenünk, hogy mit akarunk megtudni adatainkról? Azt, hogy...

1. Különböznek-e a csoportjainkban mért átlagos értékek, vagy különböznek-e egy elvárt értéktől? –
2. Milyen összefüggés van az egyedeken mért különböző változók értékei között? – „Regression and correlation”.

3. Ha nominális változót mértünk, és vizsgált egyedeinket két változó kategóriába soroltuk, van-e összefüggés a változók között? – „Analyze a contingency table”. E két utóbbi lehetőséggel most nem foglalkozunk.

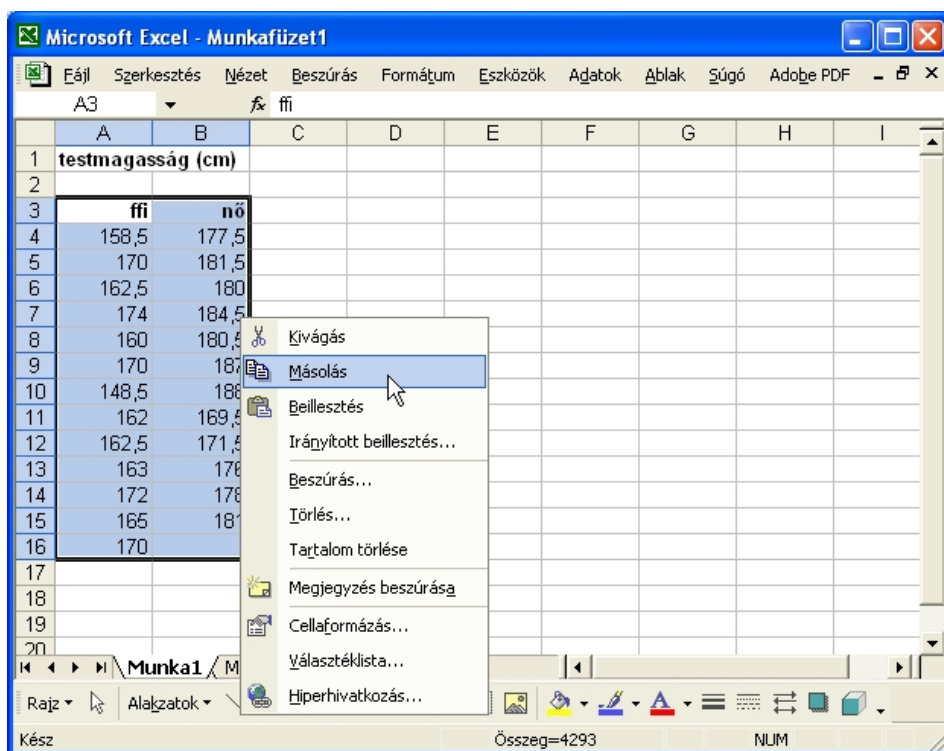
A „Choose a data entry format” feliratú rovatban a „Raw data” sor legyen bejelölve. Ezután kattintsunk a „Next step: Enter data (click here)” felirat melletti nyílra.

Az alapbeállítás a legtöbb gyakorlaton használt Student t próba, amihez az adatbevitelt a jobb alsó sarokra kattintva indíthatjuk el.

AZ ADATOK ELEMZÉSE

Az etológia gyakorlaton elvégzendő vizsgálatok során csak ordinális és arányskálájú változókkel kell dolgoznunk, ezért a továbbiakban ezek kiértékelésének ismertetésére szorítkozunk.

Ha ordinális vagy arányskálán mérhető változóink vannak, az InStat elindítása előtt érdemes adatainkat Excelbe gépelni, az így létrehozott táblázatot később könnyedén át tudjuk majd másolni az InStatba. A létrehozandó adattömbben a csoportok értékeit külön oszlopokban kell feltüntetni szerezepeljenek:



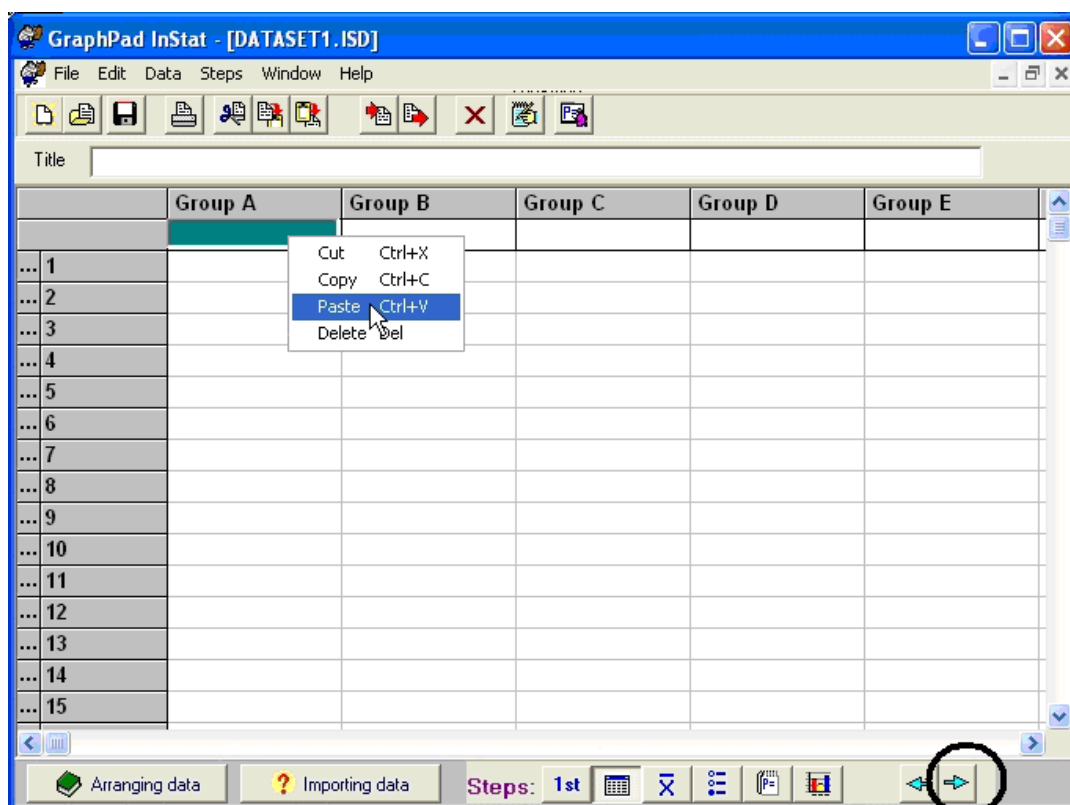
21.2 ábra adatbevitel Excel programmal.

Az elkészült táblázatot a fejlécekkel együtt kijelöljük, és a Szerkesztés menü Másolás menüpontját kiválasztva a Vágólapra másoljuk.

A STATISZTIKAI MÓDSZER TÍPUSÁNAK KIVÁLASZTÁSA

AZ ADATOK BEVITELE

Ha adatainkat előzőleg Excelbe gépeltük, és a Vágólapra másoltuk, akkor az InStatban a jobb alsó sarokra klikkelve ez az ablak tűnik elő (21.3. ábra)

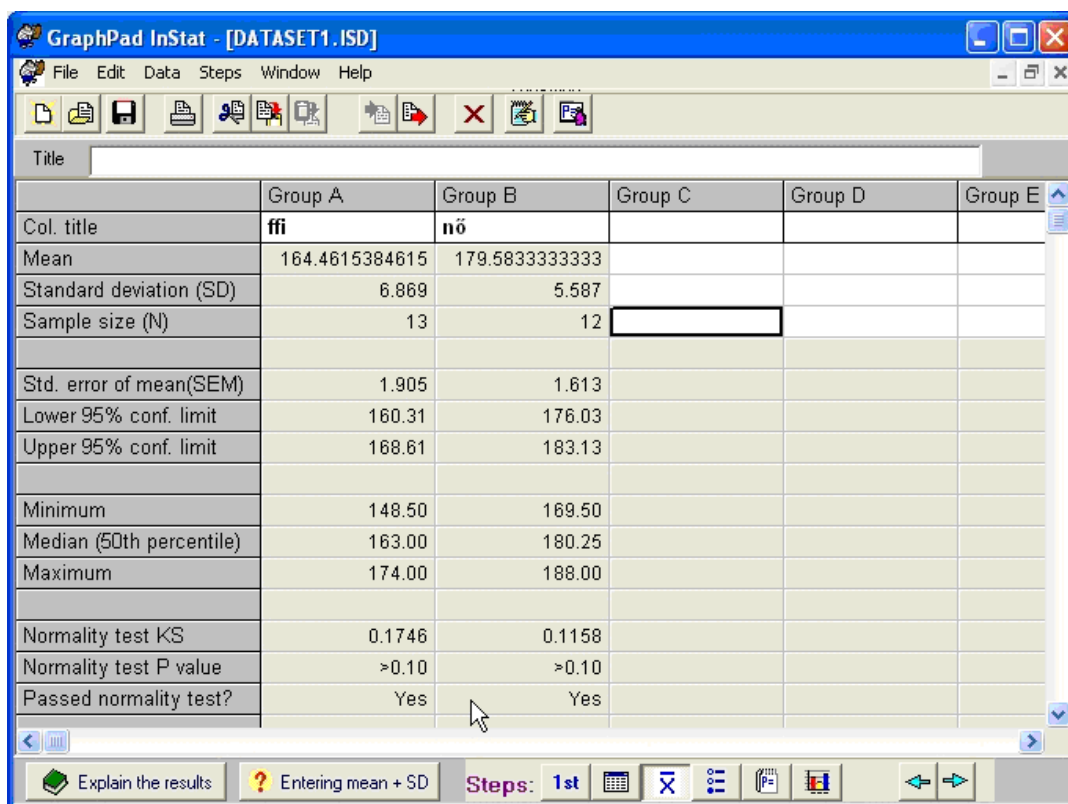


21.3. ábra az InStat adatbeviteli oldala.

Itt az „A” oszlop fejlécében kattintva az egér jobb gombjával, majd az előtűnő menüből a Paste parancsot kiválasztva beilleszthetjük adatainkat a táblázatba:

A továbblépéshez kattintsunk az alsó „Steps” gombsor harmadik („X-felülvonás”) elemére, vagy a jobb alsó (az ábrán bekarikázott) nyílra

ALAPSTATISZTIKÁK ÉS VÁLTOZÓK ELOSZLÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE



	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E
Col. title	ffi	nő			
Mean	164.4615384615	179.5833333333			
Standard deviation (SD)	6.869	5.587			
Sample size (N)	13	12			
Std. error of mean(SEM)	1.905	1.613			
Lower 95% conf. limit	160.31	176.03			
Upper 95% conf. limit	168.61	183.13			
Minimum	148.50	169.50			
Median (50th percentile)	163.00	180.25			
Maximum	174.00	188.00			
Normality test KS	0.1746	0.1158			
Normality test P value	>0.10	>0.10			
Passed normality test?	Yes	Yes			

21.4 ábra A csoport adataink alapstatisztikája.

Ebben az ablakban a csoportjainkban mért adatok paramétereit tudhatjuk meg:

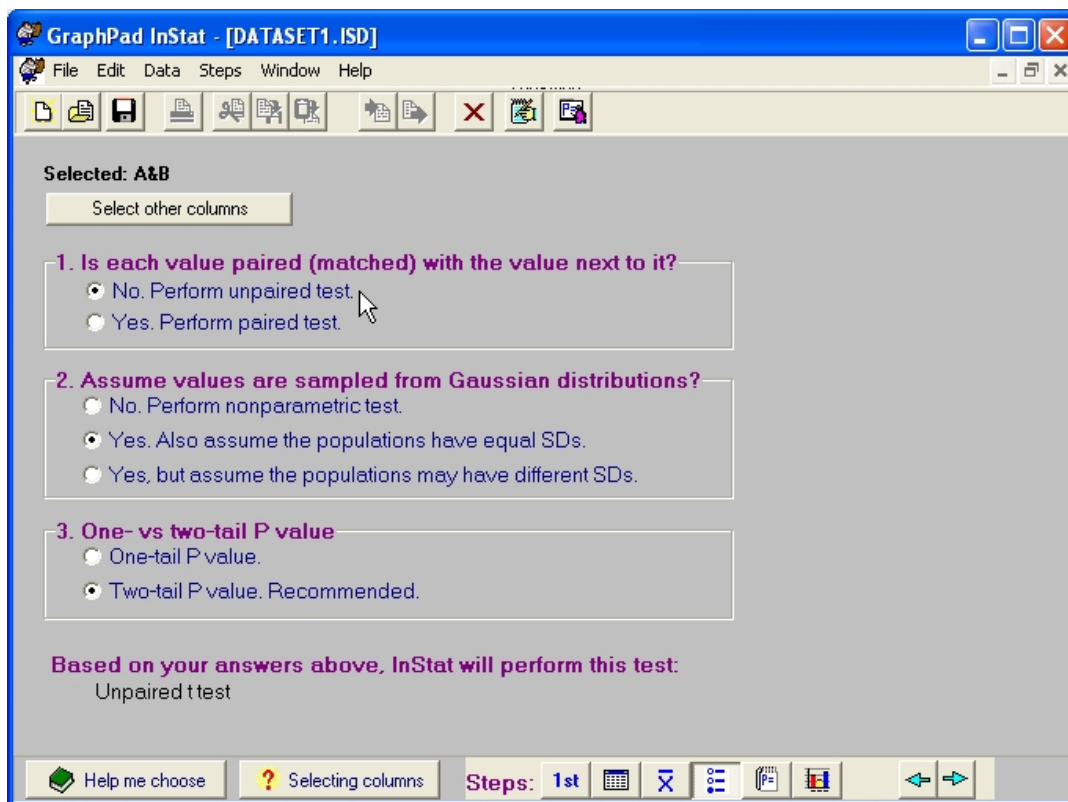
- Mean: a csoportok átlaga;
- Standard deviation: a csoportok szórása;
- Sample size: a csoportok elemszáma;
- Standard error of mean: a szórás osztva az elemszám gyökével;
- Median: az összes mért értékek közül az, amelyet a legtöbb egyeden mértünk

Az elvégzendő teszt kiválasztásához tudnunk kell, hogy a változó értékei normális eloszlásúak-e. Ezt a Kolmogorov-Szmirnov (KS) teszttel dönthetjük el. Az ablak alsó sorából tudhatjuk meg, hogy a csoportok mért értékei normális eloszlásúak-e (Yes) vagy nem (No).

Kattintsuk az alsó sor következő elemére.

AZ ELVÉGZENDŐ TESZT KIVÁLASZTÁSA

Ha két csoportot akarunk összehasonlítani



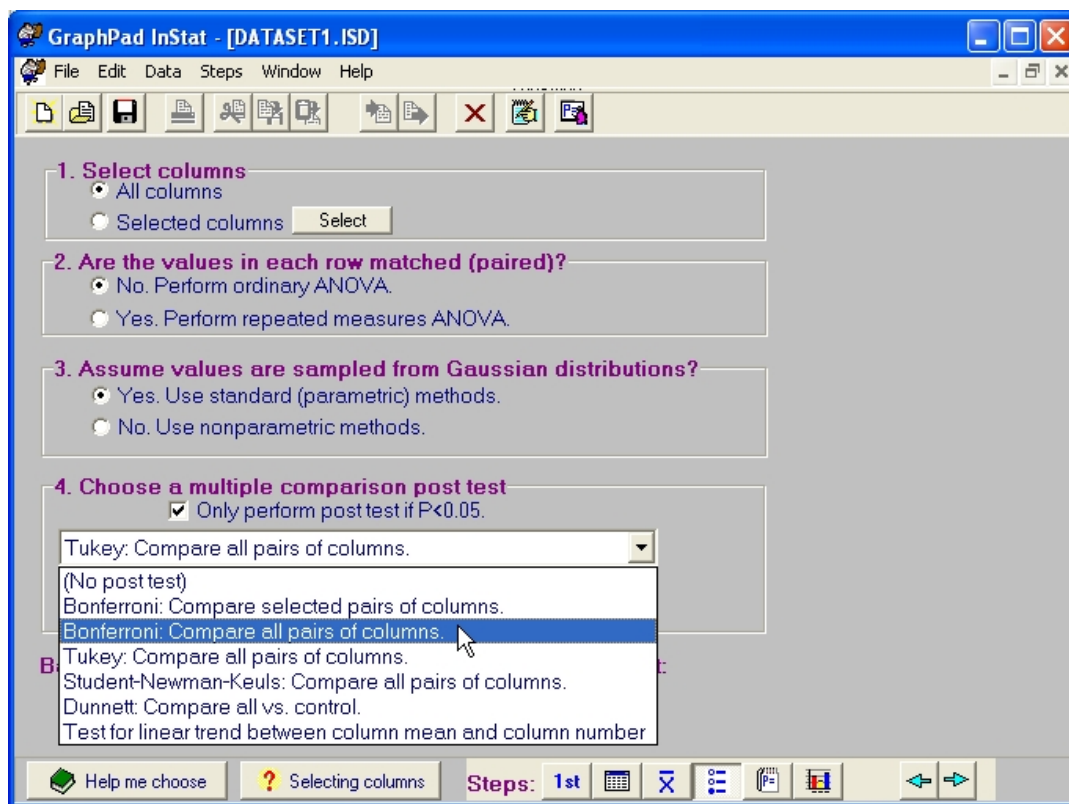
21. 5 ábra. Az elvégzendő statisztikai eljárás kiválasztása

Itt határozhatjuk meg az elvégzendő teszt típusát. A rovatok a következők:

1. A csoportok között van-e összefüggés?
 - a. No, perform unpaired test: a csoportok értékei függetlenek egymástól (különböző egyedek értékei)
 - b. Yes, perform paired test: a csoportok összefüggenek (pl. egy sorban egymás mellett egy egyed, különböző kezelések után mért adatai szerepelnek)
2. Normális (gaussi) eloszlásúak-e az adatok?
 - a. No, perform nonparametric test: ha az előző ablakban a KS teszt eredménye azt mutatta, hogy az adatok nem normális eloszlásúak, válasszuk ezt a sort.
 - b. Yes, also assume the populations have equal SDs: az adatok normális eloszlásúak, és azonos a szórásuk. ha az adatok normális eloszlásúak, válasszuk ezt a sort.
 - c. Yes, but assume the populations may have different SDs: az adatok normális eloszlásúak, de különböző a szórásuk (lásd később).
3. A „Two-tailed P value” legyen bejelölve.

Ha több csoportot akarunk összehasonlítani

Ha három vagy több csoport adatait akarjuk összehasonlítani, akkor az adatok bevitele után a következő ablakot látjuk:



21.6. ábra Több csoport összehasonlítása esetén ebből a menüből választhatunk.

1. Itt kiválaszthatjuk hogy az összes oszlop (csoport) adatait kívánjuk elemezni, vagy csak bizonyos oszlopokat akarunk bevenni az elemzésbe – általában megfelel az automatikusan bejelölt „All columns” sor.
2. lásd az (5.1) 1. pontját
3. lásd az (5.1) 2. pontját
4. Itt ki kell választanunk egy utólagos (post hoc) tesztet, amellyel azt vizsgálhatjuk meg, hogy mely csoportok értékei különböznek egymástól. Ha adataink normális eloszlásúak, válasszuk a „Bonferroni: Compare all pairs of columns”-t, ha nem, válasszuk a „Dunn: Compare all pairs of columns”-t.

Miután ezeket a kérdéseket megválaszoltuk, a program automatikusan meghatározza az elvégzendő tesztípust, ezt az ablak bal alsó sarkában olvashatjuk.

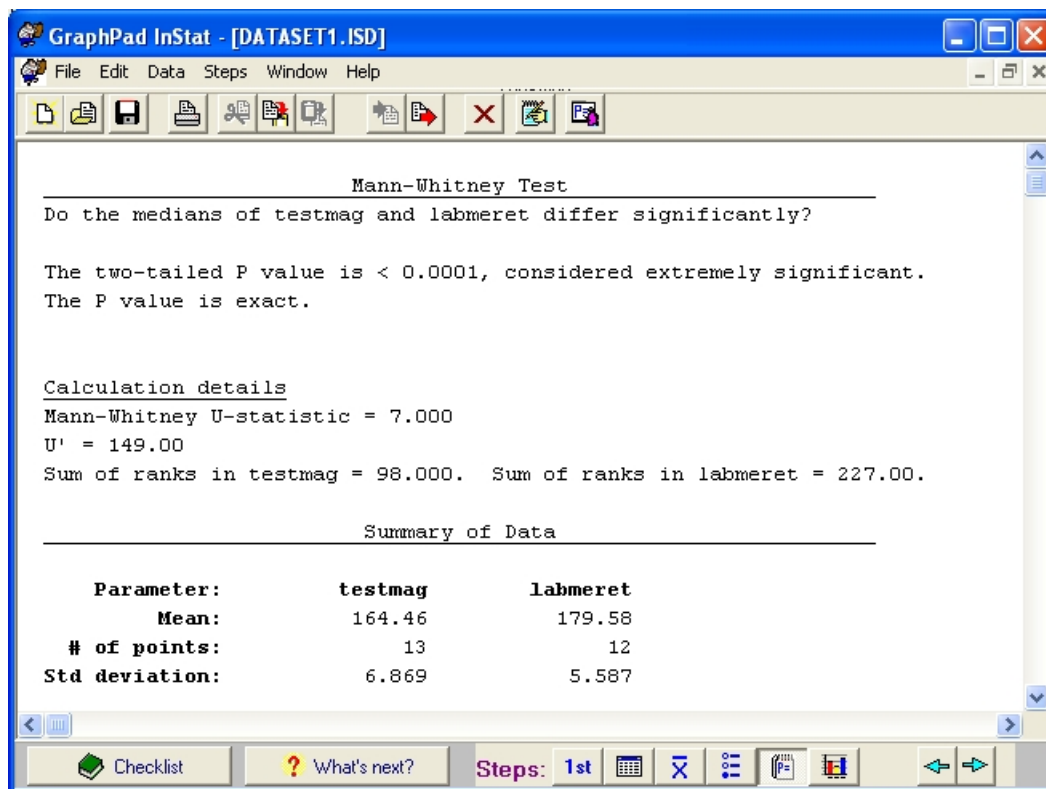
A TESZT EREDMÉNYE

Az alsó sor következő elemére („P=”) vagy a jobbra mutató nyílra kattintva megtudhatjuk a statisztikai teszt eredményét. Az alábbiakban a lehetséges tesztek és azok közlési módját ismertetjük:

Ha két vizsgálati csoportunk volt

Ha nem voltak normális eloszlásúak adataink, és

Ha nem voltak összefüggőek csoportjaink: Man-Whitney U tesztet kell végeznünk.

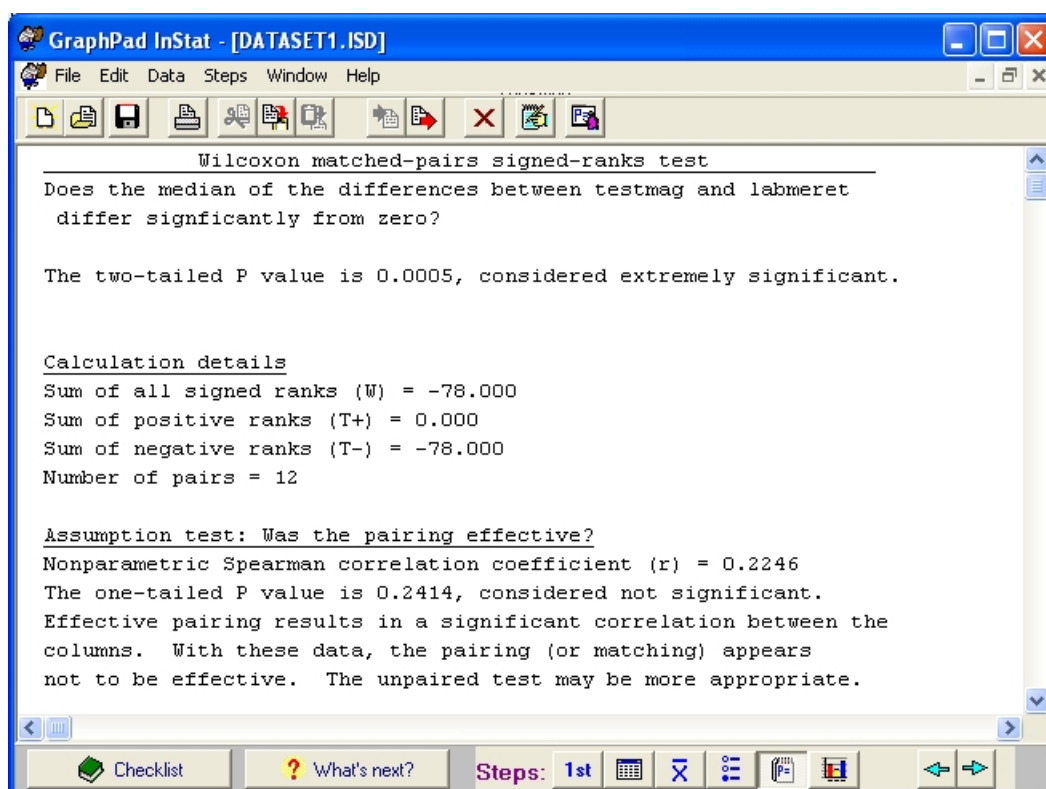


21.7 ábra. A Man-Whitney U teszt eredménye

A legfontosabb információ a P értéke. Ha a $P < 0.05$, akkor a két csoportban mért adatok szignifikánsan, tehát statisztikai értelemben is különböznek. Csak ekkor tekinthetjük valóban különbözőnek a csoportokat. Ezen kívül fel kell jegyeznünk a „Mann-Whitney U-statistic” értékét is.

Az eredmény megadása: „Mann-Whitney U-teszt: $U=7.00$, $P<0.001$ ”.

Ha összefüggőek voltak csoportjaink



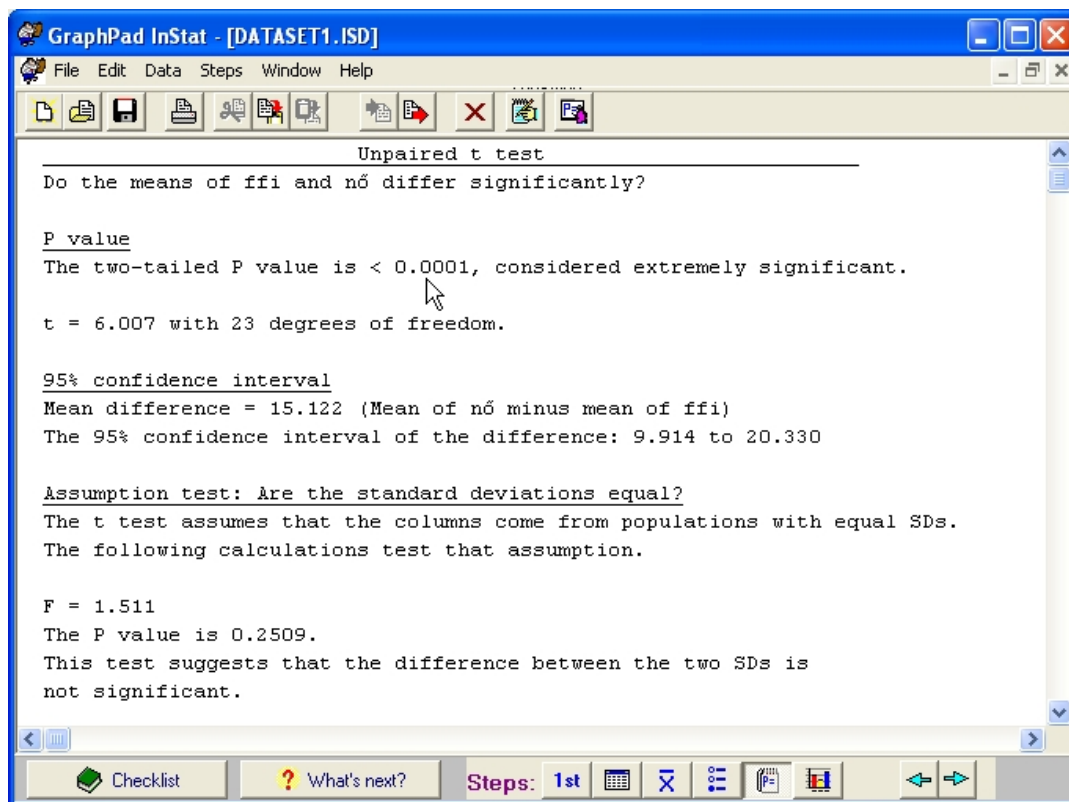
21.8 ábra Két összefüggő csoport összehasonlítása esetén Wilcoxon tesztet végzünk, ha nem-normális eloszlású változóink voltak.

Feljegyzendő itt is a P értéke és a „Sum of all signed ranks (W)” értéke.

Az eredmény megadása: „Wilcoxon-teszt: $W=-78.00$, $P<0.001$ ”.

Ha normális eloszlású adatokkal dolgoztunk

Ha nem voltak összefüggőek csoportjaink



21.9. ábra. A Student féle t teszt eredménye az InStat programban.

Feljegyzendő a P értéke, a „t” és a „degrees of freedom” (szabadsági fok) értéke. Az eredmény megadása általában: „kétmintás t-teszt: t(szabadsági fok)=..., P<...”, most: t(23)=6.00, P<0.001.

Fontos megvizsgálnunk az „Assumption test...” (F teszt) eredményét. Ha az F érték alatti P<0.05, akkor a két csoport értékeinek szórása nem egyenlő. Ilyenkor lépünk vissza az előző ablakra, és a 2-es rovatban a „Yes, but assume the populations may have different SDs” sort jelöljük be, majd térünk vissza az eredményekhez. Ilyenkor az eredmény megadása általában: „kétmintás t-teszt, Welch korrekcióval: t(szabadsági fok)=..., P<...”

Ha összefüggőek voltak csoportjaink

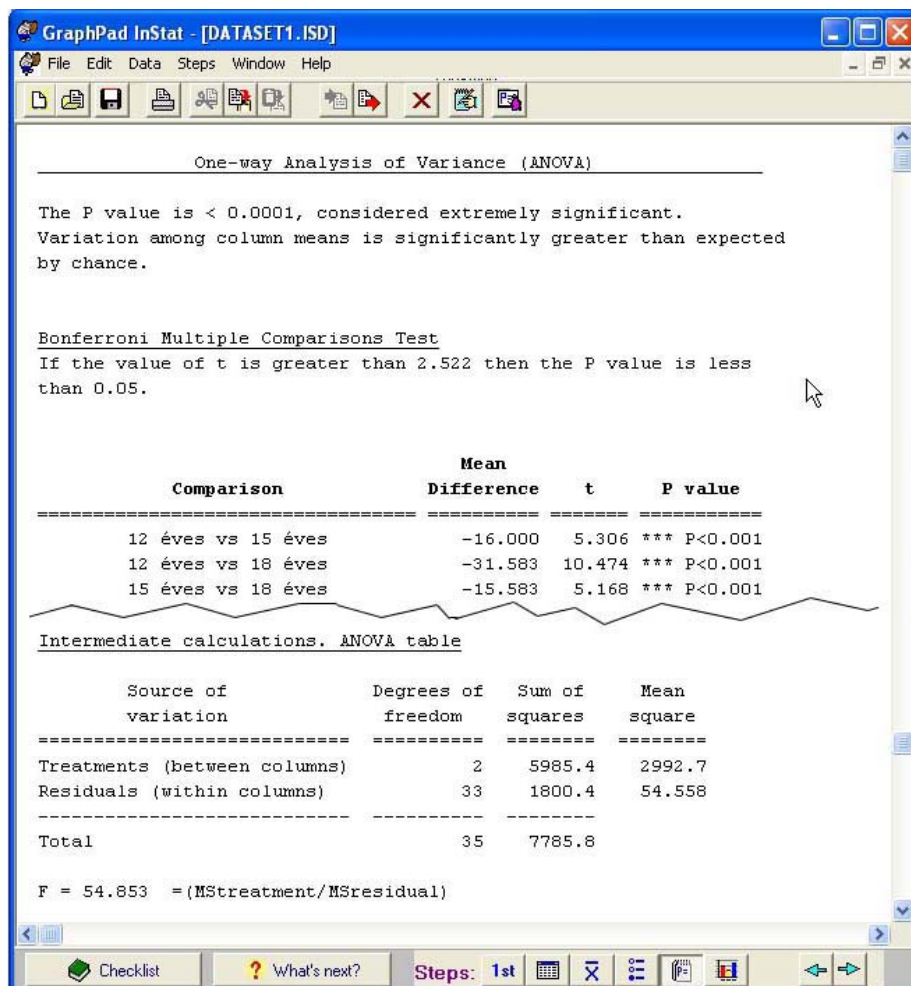
Ugyanazokat az értékeket kell feljegyeznünk, mint a 6.1.1 pontban.

Az eredmény megadása általában: „páros t-teszt: t(szabadsági fok)=..., P<...”.

Ha több csoportot hasonlítottunk össze

Ha normális eloszlásúak voltak adataink

Ha csoportjaink nem függenek össze



21.10. ábra Több csoport esetén ANOVA (ANalysis Of VAriance) tesztet végzünk, és elemezzük, mely csoportok térnek el egymástól.

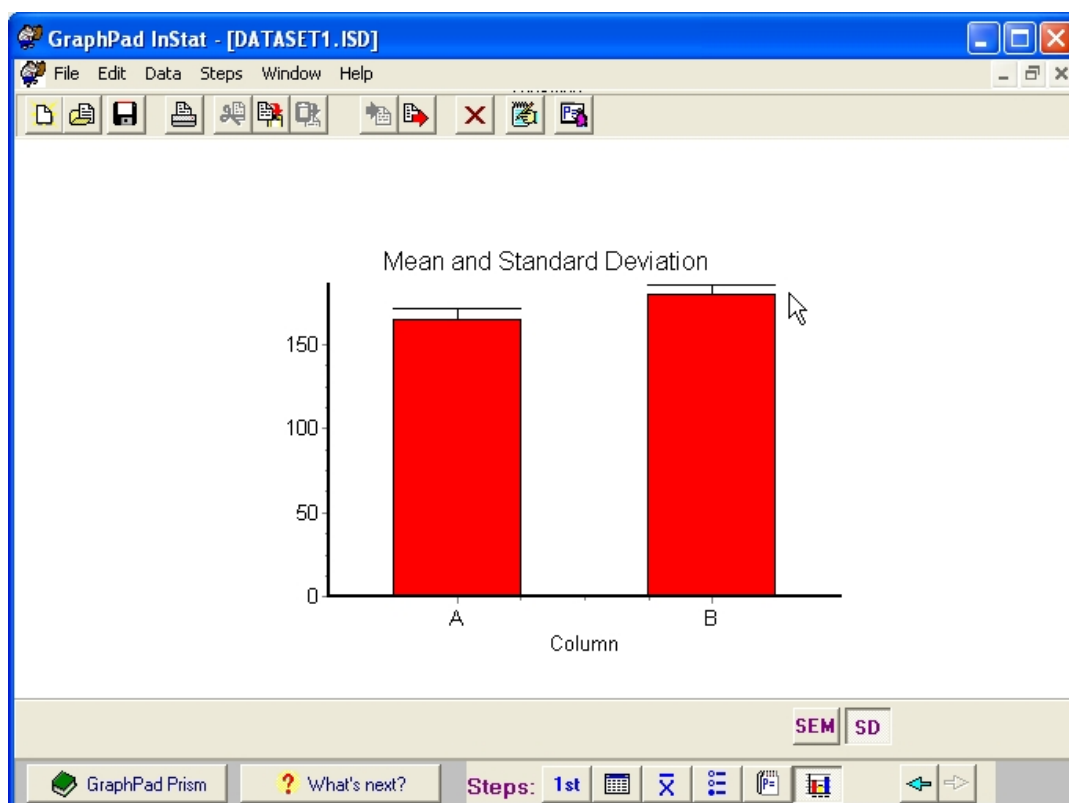
Feljegyzendő a P értéke, az „F” és a szabadsági fok értéke a „Treatments” és a „Residuals” sorában egyaránt. Az eredmény megadása általában: „egyutas ANOVA: F(Treatments, Residuals)=..., P<...”, most: F(2,33)=54.85, P<0.001. A „Bonferroni Multiple Comparisons Test” című részből tudhatjuk meg a post hoc teszt eredményét, amit szöveges formában adjunk meg. A fenti példában az aláhúzott rész szerint mind a három csoport különbözött egymástól.

Ha csoportjaink összefüggőek

Lásd a 6.2.2.1 pontot. A reziduális szabadsági fokot a „random (residuals)” sorban találjuk.

AZ EREDMÉNYEK GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSA

Az alsó sorban lévő gombsor utolsó elemére kattintva egy egyszerű oszlopdiagramon láthatjuk a csoportjaink átlagait és szórásait:



21.11. ábra. Az eredmények grafikus ábrázolása

Az alsó két gomb (SEM/SD) egyikét kiválasztva határozhatjuk meg, hogy az oszlopokon a szórás (SD) vagy a standard hiba (SEM) legyen ábrázolva.

Hasonló, de jobban szerkeszthető ábrát készíthetünk az Excel programmal is. Lényeges, hogy a tengelyeken egyértelműen feltüntessük, milyen csoportok és változók adatait közöljük.

IRODALOM

Instat help www.graphpad.com/manuals/instat3/instat3.pdf

Précseányi, I., Barta, Z., Karsai, I. és Székely, T. 2000. Alapvető kutatástervezési, statisztikai és projectértékelési módszerek a szupraindividuális biológiában. Debreceni Egyetem, Debrecen.