

XXXI. OTDK BIOLÓGIA SEKCIÓ

SZENT ISTVÁN EGYETEM ÁLLATORVOS-TUDOMÁNYI KAR

BUDAPEST

ÁLLATTENYÉSZTÉSI, TAKARMÁNYOZÁSTANI ÉS

LABORÁLLAT-TUDOMÁNYI INTÉZET

**A különböző emberi környezetgazdagítás (szocializáció,
zene) hatása a patkányok viselkedésére**

Írta:

Korsós Gabriella

Állatorvos szak

V. évfolyam

Témavezető:

Dr. Fekete Sándor György

egyetemi tanár, PhD, az MTA doktora

Budapest

2011

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2.
2. Szakirodalmi áttekintés.....	4.
2.1. A három „R” és a finomítás.....	4.
2.2. A patkány élettani és szociális jellemzői, igényei.....	5.
2.3. A környezetgazdagítás.....	6.
2.3.1 Fizikális környezetgazdagítás.....	7.
2.3.2 Szociális környezet gazdagítása.....	9.
2.4. Az állatok érzelmi állapota, és annak megítélése.....	10.
2.5. Az érzelmi állapot befolyásolása patkányoknál.....	11.
3. Saját vizsgálatok.....	13.
3.1. Anyag és módszer.....	13.
3.2. Eredmények.....	16.
4. Összefoglaló értékelés és következtetések.....	23.
5. Összefoglalás.....	25.
6. Summary.....	28.
7. Irodalomjegyzék.....	30.
8. Köszönetnyilvánítás.....	38.

1) Bevezetés:

A korai 19. században a vándorpatkány, a *Rattus norvegicus* volt az első emlős faj, melyet laboratóriumi kutatás céljából házasítani és tenyészteni kezdtek. Majd a 20. század fordulóján elkezdték megalapozni a mai, több száz létező patkány és egér törzset. Ma pedig a patkányok és egerek teszik ki a laboratóriumi kutatások során felhasznált állatok 80%-át.

Régóta kutatások tárgyát képezi, hogy ezen állatok miféle élettani és viselkedésbeli változásokat mutatnak a különféle tartási körülmények hatására. Az állati jóllétet kevésbé figyelembe vevő, inkább csak a jogi szabályozást, a gyakorlatiasságot és a takarékoságot szem előtt tartó elhelyezés kevés teret enged az állatoknak, hogy természetes viselkedésmintázataikat megmutathassák. Ez a meglehetősen ingerszegény környezet abnormális viselkedés megjelenéséhez vezethet (WEMELSFELDER, 1990). A fogságban tartott állatok esetében alkalmazott környezetgazdagítás nagyban segít az állatoknak, hogy jobban kiéljék természetes, ösztönös viselkedésformáikat. Ez pedig jelentősen lecsökkenti a különféle sztereotip viselkedésbeli elemek megjelenését (ÖDBERG, 1987.). A környezetgazdagításnak igen sok módja létezik. Célja, hogy lehetőséget adjunk az állatoknak élettani és etológiai szükségleteik kielégítésére, ténylegesen figyelembe véve a fajra jellemző igényeket. A vándorpatkány a természetben kolóniákban élő, rejtőzködő életmódot folytató, a sötét órákban aktív faj. Lévén főleg zsákmányállatok, igen fontos számukra a rejtőzködés lehetősége. Igénylik a nyugodt önápolást, a kutatást/keresgélést, különösen a táplálék utáni kutatást, a rágszálást, illetve a komplex szociális viszonyokat. Természetes körülmények között aktív időszakuk nagy részét a táplálék felkutatásával töltik. Erre a laborkörülmények között rendelkezésre álló, könnyen elérhető, általában *ad libitum* adott pelletált takarmány nem ad lehetőséget. Ennek kiküszöbölésére adható az állatoknak valamilyen kiegészítő takarmány (például széna vagy magok), melyek elfogyasztása eleve több időt vesz igénybe, különösen, ha úgy adagolják, hogy még meg is kell keresniük azt. A rágszálók a természetben főleg zsákmányállatok, így laborkörülmények között is hajlamosak megijedni a különféle ingerektől, például a zajtól. Egy egész nap bekapcsolt rádió, vagy valamilyen egyéb természetes vagy mesterséges hang jól elfedheti a hirtelen zajokat, csökkentve ezzel az állatokban a stresszt. Mint éjszakai életmódot folytató fajnak, fontos tényező, hogy elbújhassanak az erős fény elől. Főleg, ha figyelembe vesszük, hogy albínókban az erős megvilágítás élettani károsodást okozhat (WILLIAMS et al., 1985). A környezetgazdagított körülmények között nevelt és tartott állatok sok vizsgálat során

jelentős viselkedésbeli különbségeket mutattak a hagyományos laborkörülmények között tartottakhoz képest. Aktívabbnak mutatkoztak az openfield teszteken. (HUCK - PRICE, 1975; SMITH, 1972). Bizonyított, hogy jobb memóriával rendelkeznek és jobbak a tanulási képességeik (VAN PRAAG et al., 2000). Az eltérő tartási körülmények bizonyítottan élettani változásokat is okoznak. A különböző létszámú csoportokban tartott állatoknál jelentős különbségek mutatkoztak az élő testsúlyban, a tüdő, illetve a tobozmirigy méretében, a különféle vérsejtfrakciók arányában és a testzsírszázalékban (KLÍR, 1983). A környezetgazdagított körülmények között nevelt állatok komplexebb és vastagabb kéregállománnyal rendelkeznek, több a gliasejtjük, és az idegsejtek közötti kapcsolatok is kiterjedtebbek (VAN PRAAG ET AL., 2000). A fizikális környezeti elemek mellett fontos tényező az állatok számára a szociális környezet. Ez egyrészt jelentheti az azonos fajú egyedekkel vagy más állatokkal való kapcsolatot, másrészt az ember hatását is az állatokra. A természetes körülmények között is csoportokban élő állatok esetén jó környezetgazdagítási lehetőség az állatok párban vagy csoportokban való tartása. De fontos figyelembe venni a faji és nemi eltéréseket. Jó lehetőség lehet a különböző fajú laborállatok egy légtérben való tartása, jó hatással lehetnek az állatokra az ezzel járó szag- illetve hangingeretek (kivéve patkány-egér). Kísérleti állatként használva gyakori hogy napi szinten kell a patkányokat különféle kezeléseknél, vizsgálatoknak alávetni. Ezt nagyban megkönnyítheti, ha az állatok hozzá vannak szokva az emberi jelenlétnek és beavatkozásokhoz. Bizonyított, hogy a napi gondozás, kézbevitel („handling”) jelentősen csökkenti az állatok stresszérzékenységét, azok érzelmiileg kiegyensúlyozottabbak lesznek, csökken bennük az új ingerek vagy tárgyak által kiváltott félelem illetve agresszió (MAZURSKI, 1993). A rutinszerűen alkalmazott napi foglalkozás bizonyítottan hatással van az állatok tanulási folyamataira és openfield aktivitására. Ezen hatásokat szintén a csökkent félelemérzettel magyarázzák.

Jelen vizsgálat során arra voltunk kíváncsiak, hogy a napi gondozás önmagában, mint környezetgazdagítási, és viselkedést, érzelmi állapotot befolyásoló elem, hogyan változtatja meg a patkányok viselkedésmintázatát, aktivitását, és félelemérzetét. Ismert, hogy a háttérzene is része lehet az embertől származó környezetgazdagításnak. Kollaborációban végzett munkánkban azt tapasztaltuk, hogy a K448-as zongoraszonáta meghallgatása nem hatott a patkányok akciókatalógusára. Ezért jelen munkában - tekintve, hogy a patkányok hallástartománya magasabb az emberénél, s csak 33-57%-át hallhatták a darabnak (STEELE, 2006) – a gyorsabb, kb. tíz oktávval magasabb frekvenciájú változat hatását vizsgáltuk a patkányok rövid távú viselkedésmintázatára.

2) Szakirodalmi áttekintés

2.1. A három „R” és a *finomítás*

A három R – azaz *Replacement*, *Reduction* és *Refinement* (csökkentés, helyettesítés, finomítás) a humánus tudományos kutatások egyik fő pillére. Célja, hogy a tudományos kutatások során az állatkísérleteket lehetőség szerint valamilyen egyéb módszerrel váltsák ki (replacement), a mégis szükségszerű kísérletekben pedig a lehető legkevesebbre csökkentsék a fölhasznált állatok számát (reduction). Illetve, hogy finomítsák a módszereket mind a kísérletek, vizsgálatok (anaesthesia, analgesia), mind a laborállatok tartása során (refinement). Az első kettő R lehetőségei korlátozottak, ezért ma egyre inkább a 3. R felé terelődik a figyelem. A finomítás során célunk, hogy az állatokat minél kevesebb fájdalomnak, stressznek tegyük ki. A fájdalom objektív meghatározása sem mindig egyszerű, tekintve a faji eltéréseket, de annak megállapítása, hogy az állat milyen fokú káros stressznek van kitéve, alkalmanként komoly kihívások elé állítja a kutatókat. Különleges kihívást és feladatot jelent ez minden állatorvos számára is, hiszen az ő szaktudása is nélkülözhetetlen ehhez. Az állatok azon állapotát, mikor képtelenek adaptálódni az őket ért stresszhez, distressznek nevezzük. Ez lehet krónikus vagy heveny, de mindig valamilyen rendellenes élettani vagy viselkedésbeli választ vált ki az állatból. A distressz másik megfogalmazása szerint az az állapot, mikor az állat fájdalomnak, vagy olyan számára kellemetlen érzékszervi vagy érzelmi tapasztalatnak van kitéve, mely létező, vagy potenciális szövétkárosodáshoz köthető, és amely az állatban védekező mechanizmusokat vált ki, ezzel megváltoztatja a fajra jellemző normális viselkedést (ROSE – FRANCE, 2010). A finomítás főleg ennek a rendellenes élettani állapotnak elkerülésére, megszüntetésére szolgálhat. Egyik része a kísérleti körülmények megváltoztatása úgy, hogy az állat fájdalmát elkerüljük, vagy ha a kísérlet azt megköveteli, csökkentsük, pl. fájdalomcsillapítók adásával. Másik része az állat tartásában, az állatról való gondoskodásban módosítható. A tartási körülmények esetén a különféle fizikai állandók, úgymint a hőmérséklet, a páratartalom, a levegő minősége, a hang- vagy a fényviszonyok jól menedzseltek, azonban általában nem veszik figyelembe az adott faj specifikus jellemzőit. A sikeres finomításhoz azonban elengedhetetlen, hogy a tartásmód megtervezése során figyelembe vegyük az adott faj viselkedésbeli és élettani igényeit. A finomítás egyik legfőbb eszköze a környezetgazdagítás, ugyanis annak segítségével az állatok környezetét úgy alakíthatjuk, hogy az számukra természetesebb legyen, ezzel elkerülhetjük a káros stresszhatásokat, és a distressz kialakulását.

2.2. A patkány élettani és szociális jellemzői, igényei

A patkány a természetben akár több száz fős kolóniákban él, méghozzá földbe ásott, alkalmanként jelentős kiterjedésű üregrendszerekben. A nőtények többnyire együtt élnek, és egy közös fészekben nevelik utódaikat (TELLE, 1966). A hímek a populáció denzitása, és a rendelkezésre álló forrásoktól függően alakítják életvitelüket. Alacsony egyedsűrűségénél általában egy fészek körül alakítják ki territóriumukat, és erősen védik azt (BARNETT, 1958), míg nagyobb egyedsűrűség esetén több hím él azonos területen, és egy, domináns hím jelenléte a jellemző (BARNETT, 1958; LOTT, 1984). Laboratóriumi körülmények között általában nagy az egyedsűrűség, ezért ez utóbbi, despotikus rendszer jellemzi a hímeket. A patkány éjszaka aktív faj, az éjszaka során három aktív periódussal – egy az éjszaka elején, egy a közepén, és egy a végén. Remek szaglással, hallással és tapintással rendelkeznek. Hallásuk az emberénél magasabb tartományra érzékeny, kb. 1-90kHz közötti (STEELE, 2006, HEFFNER ET AL., 1994). A szaglásnak, a feromonoknak is rendkívül fontos szerepe van a társas kapcsolataikban. Normális viselkedéselemeik a mászás, a járás, a hátsó lábakon való állás, miközben testüket teljesen kinyújtják, a fészeképítés, az ásás, a rágás, a mosakodás (önápolás és a társak tisztogatása) és az elbújás (GUIDELINES, 2010) A kölykök, de néha a felnőttek is gyakran játszanak, ennek során egymásra ugrálnak, kergetőznek, játékosan dulakodnak. Ez a játék fontos mind a társas, mind a szexuális fejlődéshez, és része van az állatok jóllétének alakulásában (SCHERMANN, 1991). A patkányok laboratóriumi körülmények között a nap 70-75%-át pihenéssel töltik (MANSER ET AL. 1995). Ha lehetőségük van rá csoportosan, összebújva alszanak. Ennek csak egyik oka a termoreguláció, de fontos szociális szükséglet is (SOKOLOFF – BLUMBERG, 2001; BARNETT 1976). Jellemző rájuk a rágcsálás, mely egyrészt élettani igény – rágcsálás hiányában a fogazat túlnőhet, és nehezítheti, vagy ellehetetlenítheti a mosakodást, az evést – másrészt pedig pszichológiai szükséglet is (BELZ ET AL. 2003). A patkány rendkívül kíváncsi, nagy felfedezőkedvvel rendelkező állat, és igen fontos hogy ezt a tulajdonságukat kiélhesse (SCHARMANN, 1991; BARNETT, 1976). Látható tehát, hogy az alapvető, rágcsálókra vonatkozó megfontolásokon felül („a patkány nem nagy egér”) több, a patkányra jellemző tényezőt is figyelembe kell venni a tartási körülmények megtervezésekor. Ezek az állat alapvetően éjszakai életmódja, az általa hallott magas hangtartomány, az illatanyagokra (feromonokra) adott reakciói, az izolált tartás hatása, az állatok nagy fölfedezőkedve, a két lábon állás és nyújtózkodás igénye illetve a faj által igényelt csoportméret (GUIDELINES, 2010).

2.3. A környezetgazdagítás

Ismert tény, hogy a különféle környezetgazdagítási módszerek jelentősen befolyásolják a laboratóriumi állatok viselkedését és élettani állapotát. Az általános laboratóriumi körülmények nem adnak lehetőséget az állatoknak, hogy természetes viselkedéselemek teljes skáláját megmutathassák. Ez pedig distresszhez, passzivitáshoz és sztereotip viselkedéselemek megnyilvánulásához vezethet (VAN DE WEERD - BAUMANS, 1996). Ez nem csupán az állati jóllétet veszélyezteti, de befolyásolhatja a különféle vizsgálatok eredményeit, így rontja hitelességüket. A környezetgazdagítás célja tehát, hogy az állatok életkörülményein úgy változtassunk, hogy lehetőség nyíljon számukra ezen természetes viselkedéselemek kiélésére. Ez bizonyítottan csökkenti az állatok által mutatott rendellenes viselkedésformák megjelenését (ÖDBERG, 1987). Hebb (1949) volt az első, aki felfedezte a környezetgazdagítás egyéb pozitív hatásait is. Azt találta, hogy az otthon nevelt, kedvencállatként tartott patkányok jobban teljesítettek a Hebb-Williams labirintusban, mint a laboratóriumban nevelt kontroll állatok. Úgy gondolta, hogy a környezetgazdagított körülmények jobb problémamegoldókká tették az állatokat. Későbbi hasonló vizsgálatok is azt mutatták, hogy a környezetgazdagított körülmények jó hatással vannak az agy fejlődésére, az így nevelt állatok kevesebb hibát vétének a labirintustesztekben (ANDO ET AL. 1993). Sokáig úgy gondolták, hogy a hagyományosan nevelt állatok nagyobb hibaszázalékát az okozza, hogy az állatok inkább a felfedezéssel foglalkoztak, mint a problémamegoldással, de Smith (1972) bebizonyította, a környezetgazdagítás egymástól függetlenül hat a problémamegoldó képességre, és a felfedezési hajlamra. Azóta kiderült, hogy a környezetgazdagítás egyértelműen pozitívan hat az állatok felfedezőkedvére. A patkányok kutakodó tevékenysége változatosabb lesz, több időt fordítanak a számukra ismeretlen objektumok felfedezésére (WISMAN – ROSELLINI, 1989). Ma már az is egyértelmű, hogy a környezetgazdagítás hatással van az agy fejlődésére, hiszen hatására az állatokban vastagabb kéregállomány mutatkozik, emellett növeli az idegi kapcsolatok, és a gliasejtek számát (VAN PRAAG et al., 2000). Látható tehát, hogy a környezetgazdagított körülmények biztosítása a laboratóriumi és állatházi tartás során több szempontból is határozottan pozitív hatású, így mindenképpen megéri foglalkozni vele. Sikerességéhez azonban fontos ismerni az adott faj igényeit, szociális és élettani jellemzőit. A környezetgazdagításnak számtalan módja létezik, mind fizikális, mind szociális téren.

2.3.1. Fizikális környezetgazdagítás

A fizikális környezet gazdagításának célja, hogy az állatoknak olyan életkörülményeket teremtsünk, ahol minél szélesebb körben kiélhetik természetes viselkedéselemeiket. Ezt a ketrecekbe helyezett különféle búvóhelyek, mászóakák, mókuskerekek és emeletek például jól kielégíthetik. Mikor patkányoknak létrákat, rudakat, és mászóakákat helyeztek be, szignifikáns növekedés mutatkozott az állatok kéregállományának méretében, nagyobb lett a mozgásaktivitásuk és intenzívebbek lettek a csoport társas kapcsolatai (SLAGLE, 1968). Jó hatással van, ha az állatoknak különféle fészekalap-anyagokat helyezünk a ketrecekbe (SATINDER, 1967), illetve kisebb rágható illetve manipulálható tárgyakkal kötjük le figyelmüket. A megfelelő alomanyag megválasztása is alapvető fontosságú. Laboratóriumi körülmények között az állatoknak kevés lehetőségük nyílik környezetük kontrollálására, mely komoly stressz forrása lehet. Amennyiben patkányokat olyan módon tartunk, hogy azok befolyásolhatják az őket érő fény mennyiségét, a táplálék illetve ivóvízellátást, úgy az állatok nagyobb érzelmi stabilitást mutatnak (JOFFE et al., 1973). Ennek megoldásaként a különféle búvóhelyek behelyezése (dobozok, műanyag csövek stb.) jól beválhat, az állatok ennek hatására képesek lesznek elrejtőzni az erős fény, illetve a riasztónak megélt ingerek elől. A rágsálók – így a patkány is - a természetben aktív időszakuk jelentős részét a táplálék felkutatásával töltik, ezért az oly módon adagolt takarmány, melynek megkeresésével, elfogyasztásával hosszabb időt tölthetnek, jó mód a környezet gazdagítására és az állatokban az unalom megjelenésének elkerülésére. Adagolhatunk olyan magvakat, terméseket, melyek kibontása sok időbe telik, így leköti az állatokat (például dió, földimogyoró), de az is jó módszer, ha a takarmányt nem egy külön etetőbe helyezzük, hanem az alom közé szórjuk, vagy a táplálék helyét rendszeresen változtatjuk (VAN PRAAG ET AL. 2000). A rágsálási igény kielégítésére emellé adhatunk az állatoknak például szénát, melyet felhasználhatnak fészeképítésre is.

A fizikális környezetgazdagításnak fontos része lehet a zene. A laboratóriumban tartott rágsálók – így a patkány is – a természetben zsákmányállatok is, ennél fogva hajlamosak könnyen megijedni a különféle ingerektől. Laboratóriumi körülmények között sok zajforrás előfordulhat. A különféle elektromos eszközök, a légkondicionáló, a monitorok, laboratóriumi eszközök, vagy épp a tűzjelző; a napi tevékenységgel járó zajok – ajtók, ketrecajtók csukódása, nyitódása; az ott dolgozó emberek beszélgetése, vagy épp a többi állat mind-mind komoly zaj forrása lehet. Ez az állandó háttérzaj folyamatos stresszforrást jelent az állatoknak.

Bizonyított, hogy a laboratóriumokban és állatházakban fennálló zaj – mint stresszforrás – aktiválja az állatok hypothalamus-agyalapi mirigy-mellékvese-tengelyét, és gyors plazma kortikoszteroid szint növekedéshez vezet (WINDLE, 1997). Emellett növeli a patkányok vérnyomását és pulzusát illetve a vér noradrenalin szintjét (BARRETT – STOCKHAM, 1963). Megzavarhatja a normális alvás-ébrenlét periódusokat, és hatással van a szaporodásbiológiai mutatókra, csökkenő termékenységet és fokozott magzatelhalást okozhat (GAMBLE, 1976; MEYER, 1989). Ezek a hatások káros befolyással lehetnek a kutatások eredményességére, emellett az állatok életminőségét is jelentősen rontják. Az ilyen káros hatású, az állatokban félelmet, stresszt okozó zajoknak elfedésére jól használható a folyamatosan szóló, viszonylag halk emberi zene (PFAFF, 1974; PATTERSON-KANE – FARNWORTH, 1996). Az emberi zenének emellett más jótékony hatása is lehet. RAUSCHER et al. (1993) egy humán kísérlet során három csoportot alakítottak ki. Az elsőnek 10 percig Mozartnak a D-dúr szonáta két zongorára, K 448 számú szerzeményét játszották le, míg a második csoport nyugtató zenét hallgatott, a harmadik pedig csendes környezetnek volt kitéve. Azt találták, hogy a zenehallgatás hatására az alanyok rövid távon jobb eredményeket értek el az intelligencia teszteken. Ezt a hatást azóta mint „Mozart effektus” ismerjük. Hasonló kísérleteket azóta patkányokkal is elvégeztek, és azt találták, hogy patkányok esetében is működik a Mozart effektus. Az állatok a zenehallgatás hatására jobb eredményeket értek el a különféle labirintusteszteken. Rövidebb idő alatt teljesítették a feladatokat, és kevesebb hibát vétettek (RAUSCHER ET AL., 1998; FEKETE et al. 2011). Több kritika is érte a patkányok és a Mozart effektus kapcsolatát. Az ember hallástartománya – természetesen befolyásolva a korról, nemről, stb. – átlagosan 20 Hz-től 20 kHz-ig terjed (STEELE, 2003), míg a patkányoké 250 Hz és 70kHz között található (HEFFNER ET AL., 1994). Mindemellett a patkányok 11 napos korukig – a középfül csontjainak hiányos elcsontosodása miatt – teljesen süketek (SOHMER – FREEMAN, 1995), ami kizárja a zene fiatal korban megmutatkozó hatásosságát. Az eredmények szerint a patkányok az eredeti szonátának 30-67%-át nem is hallhatták (STEELE, 2003). Amit hallottak az messze nem az eredeti, Mozart által megírt darab volt, csupán annak egy hiányos, eltorzított változata (STEELE, 2006). Jelen vizsgálat során azt találtuk, hogy a patkányok hallástartományához igazított Mozart zene megváltoztatja az állatok rövid távú viselkedésmintázatát, de ennek a magasabb hangtartományú verzióknak egyéb hatásai még további vizsgálatokat igényelnek.

2.3.2. Szociális környezet gazdagítása

A szociális környezetgazdagítás nem más, mint lehetőség adása az állatoknak, hogy az általuk igényelt társas viszonyokat kiépítsék és kihasználják. Egyik lehetőség erre, ha az állatokat fajtársaikkal tartjuk együtt, akár párokban, akár nagyobb létszámú csoportokban. A patkányok komplex szociális viszonyokhoz adaptálódott állatok, a természetben is kisebb-nagyobb csoportokban, kolóniákban élnek (LORE – FLANNERY, 1979). Emiatt nagymértékben igénylik a fajtársak jelenlétét (PATTERSON-KANE et al. 2002). Laboratóriumi körülmények között is elhelyezésük jellemzően csoportosan történik. Ez azonban a hímeknek nem egy természetes helyzet, így agresszív viselkedéshez is vezethet (VAN DE WEERD - BAUMANS, 2011). Emellett nem szabad elfeledkezni arról, hogy a túl nagy létszám már káros hatású lehet. Az ajánlások alapján az ideális az, ha 300 grammos korukig öt patkányra 1500, ha lehetséges inkább 1800 cm² terület jut. Nagyobb testméretű, idősebb állatok esetén vagy az egyedszámot javasolt csökkenteni, vagy az alapterületet növelni (GUIDELINES, 2010). Más források a javasolt maximális egyedsűrűséget patkányok esetében 25 állat/m²-ben határozzák meg (BERDOY – DRICKAMER, 2007). A legjobb, ha a csoportokat alomtársakból, vagy azonos nemű állatokból válogatjuk össze – de ez esetben is külön figyelmet kell fordítani a hímekre, lehetőleg azokat még az ivarérettség elérése előtt szoktassuk egymáshoz, csökkentve ezzel a későbbi hierarchikus harcokból fakadó problémákat. Az ideális egyedszámot jelentősen befolyásolhatja az állatok törzse, a neme és a ketrecméret, illetve az állatok egyedi jellemzői is, ezért fontos hogy folyamatosan ellenőrizzük a csoportokat, és ha problémák merülnek fel, változtassunk az elrendezésen. A patkány kimondottan rosszul viseli az elkülönített tartást, határozottan stresszhatásként élik meg azt (HOLSON et al. 1990), ezért egyedi, izolált tartásuk kerülendő. Amennyiben a vizsgálat, vagy bármilyen egyéb szempont azt mégis megköveteli, úgy lehetőleg gondoskodjunk arról, hogy az így tartott állat is érezze a fajtársak szagát, illetve lássa, hallja őket. Megfigyelték, hogy eltérő fajok egy légtérben való tartása, illetve az ezzel járó szag- és hangingerek is jó hatással lehetnek az állatok viselkedésére (VAN DE WEERD - BAUMANS, 1996) Fontos azonban figyelembe venni a faji jellegzetességeket. Az ember általi gondozás, foglalkozás, illetve az állatok tanítása sem csak mint félelmet csökkentő tényező, de mint környezetgazdagítási elem is fontos lehet. Az állatok emberhez való szoktatása fontos szerepet kell betöltsön a laboratóriumi munka során.

2.4. Az állatok érzelmi állapota, és annak megítélése

Az állatok viselkedését, pszichés állapotát igen jól jellemezhetjük az állat érzelmi reakcióival, az úgynevezett „érzelmi érzékenységgel” (emotionality) (MAZURSKI, 1994). Magát a fogalmat nem túl egyszerű objektíven meghatározni. Tulajdonképpen az állat azon tulajdonsága, hogy egy új, illetve számára riasztó hatásra hogyan reagál, mennyi félelmet és agressziót vált ki belőle az adott stimulus. Ezeket az érzelmeket azonban nem könnyű objektíven, számszerűen (kvantitatíve) megítélni. Vannak azonban a félelem által kiváltott reakciók, melyek objektívebb módon mérhetők, ilyen az úgynevezett „megdermedés” (freezing), az elmenekülés, az ugrálás, a sarokba bújás, a vizelet- és bélsárürítés. Az érzelmi állapot megbecslésére többféle módszert alkalmazhatunk. Egyik gyakran használt az openfield – azaz porond-teszt (WALSH – CUMMINS, 1976). Ez többnyire egy kerek vagy szögletes nyílt teret jelent, ahol az állat mozgásaktivitását, illetve egyéb különböző viselkedéselemeit vizsgálják (pl.: kimászási kísérletek, önápolás, bélsárürítés, vizeletürítés, ugrálás stb.). Az openfield teszt során az „érzelmesség” mértékére utal az állat mozgásaktivitása, az, hogy mennyi időt tartózkodik a porond középső illetve széli részein, hogy hányszor ürít vizeletet illetve bélsarat, emellett az önápolás, a kutakodó tevékenység mennyisége. Az érzelmileg kiegyensúlyozatlanabb patkányok többször ürítenek, és kevesebb időt töltenek mozgásban (ARCHER, 1973). Kevesebb időt fordítanak felfedezésre és önápolásra, és több időt töltenek a porond széli részein (ROTH – KATZ, 1979). Fontos azonban tudni, hogy az openfield teszt eredményeit sok egyéb hatás is befolyásolja, úgymint a fényviszonyok, a háttérzaj, a kísérletet végző személy stb. Fontos figyelembe venni az ismételt tesztek esetén fellépő hozzászokást is, mely jelentősen megváltoztatja az állatok porondon mutatott viselkedését (WALSH – CUMMINS, 1976) Mivel ez a félősség az állatokban nyilvánvalóan növeli a stresszt, úgy a stresszre utaló jelek is jó mérői lehetnek. Az állatok hipotalamusz – hipofízis – mellékvese tengelyének aktivitása, a vérplazma kortikoszteroid szintje jól jellemzi az állatok érzelmi állapotát. BILLINGSLEA (1941) úgy találta, hogy a kevésbé „érzelmes” patkányok kíváncsibban voltak, aktívabban használták a mókuskereket, kevesebb rendellenes viselkedést mutattak és kevésbé viselkedtek agresszívan. A kiegyensúlyozottabb állatok emellett több időt fordítanak evésre ha lehetőségük nyílik rá (HALL, 1934).

2.5. Az érzelmi állapot befolyásolása patkányoknál

Bizonyított tény, hogy a napi gondozás, az emberrel való gyakori kapcsolat jelentősen befolyásolja az állatok érzelmi reakcióit. A laboratóriumi állatok elkerülhetetlenül ki vannak téve az ember jelenlétének, aktivitásának. Ez a hatás lehet közvetett, mikor is az állatok érzékelik az ember jelenlétét, hallják annak mozgását, beszédét. De lehet közvetlen is, mikor a kísérletet végző személy beavatkozásokat végez rajtuk, takarítja, eteti vagy éppen gondozza őket. A patkányok ezekre a hatásokra reagálnak, mind élettanilag, mind viselkedésükben. Ezek a reakciók befolyásolhatják a vizsgálatok során az adatgyűjtés hitelességét, és az állatok érzelmi állapotát (CLAASSEN, 1994). Amennyiben ismerjük a patkány azon tulajdonságát, hogy mind hangok, mind feromonok kibocsájtásával is képes kommunikálni fajtársaival, az is belátható, hogy ennek nem csupán az adott egyedre van hatása. Ha egy patkányt stresszhatásnak teszünk ki, az azonos légtérben tartózkodó többi egyednél is hasonló élettani reakciók mutatkoznak mint a vizsgált állatban. A plazma kortikoszteroid szintje minden egyedben megnő. (PITMAN ET AL. 1988) Még a ketrecek takarítása során is változik az állatok élettani állapota, és a hitelesség érdekében ezt ajánlott figyelembe venni a vizsgálatok során. Ezen komoly stresszhatás csökkentésére javasolt az állatok emberekhez való hozzászoktatása. Ez bizonyítottan csökkenti az állatok negatív reakcióit, csökkent szérum prolaktin, kortikoszteron és ACTH szintet eredményez (YELVINGTON ET AL., 1985; UPHOUSE ET AL. 1982). A hozzászoktatás legjobb módszere az állatok óvatos gondozása (CORDA ET AL., 1980). Tekintettel arra, hogy a patkány félős, viszont kíváncsi állat, célszerű hagyni, hogy ő maga, önszántából fedezze fel először az embert. Ennek érdekében kezdő lépésként a vizsgálatot végző személy, vagy az állat gondozója nyújtsa be a kezét az állatok ketrecébe, hagyja hogy azok megszagolják, megvizsgálják azt. Ha már valamilyen szinten megszokták az állatok az ember jelenlétét, meg lehet próbálni őket simogatni, kézbevenni, de fontos hogy nem szabad erőszakosan bánni az állatokkal, mert akkor éppen ellenkező hatást érhetünk el. Ezt a procedúrát napi egy vagy két alkalommal, alkalmanként öt percig érdemes végezni, legalább egy héten keresztül. Ennek hatására bizonyítottan csökken az állatokban az emberhez kapcsolt félelemérzet (HIRSJÄRVI – VALIAHO, 1995). A gondozási periódus hossza, és a gondozás időtartama nagyban befolyásolhatja annak hatását, de szabvány egyelőre nem létezik. Különbféle vizsgálatok során igen változatosan alakult, az egy naptól a több hétig, illetve adott alkalommal 30 másodperctől az öt percig. A gondozás hatását emellett befolyásolhatja az állat kora, neme és egyedi jellemzői is. Az azonban egységes, hogy azok az állatok, melyekkel a

vizsgálatok előtt foglalkoztak, mérhetően kisebb pontszámokat értek el az érzelmességi vizsgálatokban. MEINRATH - FLAHERTY (1987) arra az eredményre jutott, hogy a gondozott állatok az openfield teszt során többet jártak körbe a porondon, többet ágaskodtak, és általánosságban több időt töltöttek mozgásban, mint a nem gondozott társaik. Hasonló eredményre jutott JOFFE - LEVINE (1973), náluk is a gondozott patkányok nagyobb aktivitást mutattak a porondon. MOHANTY - MISHRA (1984) vizsgálata során az állatok kevesebbet ürítettek és vizeltek, és kevesebb időt töltöttek a porond szélére húzódva. A rutinszerű gondozás másik hatása a felfedező kedv növekedése patkányokban. FILE (1978) arra jutott, hogy a gondozott állatok többször illetve több ideig buktak le és keresgéltek a lyukakkal ellátott padlójú terepen, mint a nem gondozott csoport egyedei. Hasonló eredményre jutottak WEINBERG et al. (1978). Az állatok érzelmi állapota nem csak viselkedésbeli, de élettani szempontokból is megítélhető. Tudott, hogy a stressz aktiválja a hypothalamus-agyalapi mirigy-mellékvese-tengelyt, és magasabb plazma kortikoszteroid szintet eredményez. Gondozott patkányokban alacsonyabb a plazma kortikoszteroid szintje mind nőstényekben mind hímekben, mint a kontrollként használt, nem gondozott csoportban (WEINBERG ET AL., 1978). De figyelembe kell venni, hogy a stressz ilyen irányú megnyilvánulását is sok minden befolyásolja (az állat neme, kora, és hogy milyen jellegű volt, valamint mennyi ideig tartott a gondozás). Egyéb hatásait is felfedezték a rutinszerű ápolásnak. Bizonyított, hogy a gondozott állatok jobb eredményeket értek el a különféle tanulási kísérletekben (DALY, 1973; WONG ÉS WONG, 1978). Ezeket az eredményeket azonban inkább a csökkent félelemérzettel magyarázzák, mint a növekvő tanulási képességgel. Másik nagy előnye lehet az állatok rendszeres gondozásának, hogy megtaníthatók arra, hogy bizonyos vizsgálatok során kooperatívabbak legyenek, megkönnyítve ezzel a velük foglalkozó emberek dolgát. Ennek érdekében használhatunk a gondozás során valamilyen pozitív megerősítést, pl. jutalomfalatokat, hogy az állat jó élményeket kössön az emberhez. Eközben fontos elkerülni, hogy a gondozást közvetlenül valamilyen negatív élmény, stresszes helyzet kövesse, és az állat esetleg ahhoz kösse a gondozó megjelenését.

3) Saját vizsgálatok

3.1. Anyag és módszer

I. Az első kísérletsorozatban azt vizsgáltuk miként hatnak az állatok viselkedésére a fölnevelés eltérő szociális viszonyai. Ehhez kettő, 3-3 állat alkotta csoportot vizsgáltunk. Mindkét csoportban azonos korú, fiatal 42 CR (W1)BR, FELASA SPF hím patkányok kerültek. A két csoportot nem egy időben, hanem egymás után neveltük, illetve vizsgáltuk. A vizsgálatot a SZIE ÁOTK MÁB 20/2011 nyilvántartási szám alatt regisztrálta. A választási patkányokat öt hetes koruktól kezdtük nevelni. Az első négy hétben az állatokat – a könnyebb átállás érdekében – saját korábbi tárolódobozukban tartottuk (33 x 16 x 13,7 cm). Négy hét elteltével kerültek át egy nagyobb, 45 x 30 x 25 cm-es ketrecbe. Mindkét esetben alomanyagként gyantamentes fenyőfaforgácsot alkalmaztunk. Takarmányként magkeveréket (kukorica, búza, zab, napraforgómag, tökmag), pelyhesített gabonamagvakat, zöldségeket, gyümölcsöket, olajos magvakat (dió, földimogyoró), illetve élő lisztbogár lárvát adtunk. A ketrecekben 250 ml-es szópókás önitatóból csapvíz folyamatosan rendelkezésre állt. A tárolóban csak egy hajlítható, összedrótozott ágakból álló, 25 cm hosszú búvóhelyük volt. Később a ketrecben ugyanez a búvóhely, egy vastag 10 cm átmérőjű, 20 cm hosszú papírhenger, egy műanyag létra, illetve 2 faág volt elhelyezve. Ebben a ketrecben újabb hat hétig tartózkodtak az állatok. Az első csoport egyedei ezalatt kétnaponta ki lettek engedve, s ekkor szabadon mozoghattak a szobában. Emellett minden nap legalább kétszer kézbe lettek véve és foglalkoztunk velük. Célunk az emberrel való szorosabb kötődés kialakítása volt, illetve környezetük lehető legtöbb társas kapcsolattal való gazdagítása. A negyedik hét után más, már emberhez kötődő kedvencállatként tartott patkányokkal is össze lettek engedve. Ekkor az állatokat egy közös szobában szabadon engedték, és közösen foglalkoztunk velük. A nevelés során jutalomfalatként földimogyorót, illetve lisztbogár lárvát használtunk. A patkányokat 15 hetes korukban vetettük alá a vizsgálatoknak. A második csoport állatait pedig a lehető legkevesebb emberi kontaktussal próbáltuk nevelni. A periódus során csupán az alomcsere és az etetések alkalmával kerültek velünk kapcsolatba. Mindkét csoportot 15 hetes korukig neveltük.

Az állatokkal négy kísérletet végeztünk el az Állattenyésztési, Takarmányozási és Laborállattudományi Intézetben.

1. kísérlet: A csoport egy véletlenszerűen kiválasztott tagjával 8 órás teljes akciókatalógust (etogramot) vettünk föl. Az állatot egy 60x28x29,5 cm-es terráriumban helyeztük el. A terráriumban alomanyagként gyantamentes fenyőfaforgácsot használtunk. Az állat számára magkeveréket, illetve a korábban használt 250 ml-es szopókás itatóban csapvizet helyeztük el. A 8 óra alatt mindkettőből szabadon, *ad libitum* fogyaszthatott. Elhelyeztünk továbbá a terráriumban egy 12x8 cm-es vörös műanyag csövet búvóhely gyanánt. A vizsgálatot délelőtt 10:00-kor kezdtük meg. A fölvételhez JVC HD Everio GZ-HD6 típusú, állványra rögzített videokamerát használtunk. A viselkedésmintázat kézi értékelését két független megfigyelő végezte milliméterpapír segítségével. A videófelveteleket archiváltuk. A vizsgálat során az alvást/pihenést, evést, ivást, az önápolási tevékenységet (mosakodás, vakaródzás), és a vizsgálódó, kutakodó viselkedést (vizsgálódás egyhelyben illetve mozgásban, két lábon állva történő figyelés, alomban kutakodás, kimászási kísérletek) rögzítettük. Az átlagos regisztrációs időegység 30 másodperc volt.

2. kísérlet: Egyszerűsített porond (openfield) tesztet végeztünk. Mindhárom állatot a korábban használt terráriumban helyeztünk el, külön-külön, egyenként 5-5 percre. A terráriumban sem táplálék sem víz, továbbá semmilyen környezetgazdagító elem nem volt. Friss fenyőfa forgácsot helyeztünk be alomnak. A porondra helyezés előtt az állatokat 2-2 percre a saját ketrecükben figyeltük meg. 2 perc után áthelyeztük őket a porondra, ahol 5-5 percet töltöttek el. A tesztről a korábban használt eszközzel videofelvételt készítettünk, a kézi megfigyelést pedig két megfigyelő végezte milliméterpapír segítségével. Vizsgáltuk az állatok céltalan, járó mozgását, szimatoló, kutakodó tevékenységét, az ágaskodást, a mozdulatlanságot, a helyben mozgást, illetve az önápolási tevékenységet. Az átlagos regisztrációs időegység 6 másodperc volt. A kísérletet az állatokkal egymás után végeztük el.

3. kísérlet: Befutási látencia-vizsgálatot végeztünk. Ennek során az állatoknak egy hajlítható, dróttal kapcsolt fadarabokból álló búvóhelyet helyeztünk el a terrárium távolabbi sarkába. Mindhárom állattal háromszor, 2-2 perces periódusokban végeztük el a tesztet. Két teszt között az állatok 5-5 percet pihentek saját helyükön. A kísérlet során azt vizsgáltuk, hogy a búvóhellyel ellentétes sarokba behelyezett patkány hányszor, illetve mennyi idő után fut be a búvóhelyre, illetve mennyi időt tartózkodik bent az adott alkalommal. Közben a porond tesztnek megfelelő viselkedési mintázatokat is rögzítettük (járó mozgás, kutakodás, ágaskodás, mozdulatlanság, helyben mozgás, önápolás). Az átlagos regisztrációs idő 6

másodperc volt, melyet milliméterpapíron rögzített a két megfigyelő. A tesztről videofelvétel is készült.

4. kísérlet: Az állatokat váratlan, számukra riasztó ingernek tettük ki, és vizsgáltuk reakciójukat. Az állatot a vizsgáló terráriumba helyeztük, melyben az alomként használt fenyőfaforgácson kívül semmilyen tárgy nem volt található. Három percig figyeltük az állat openfield szerinti viselkedésmintázatát (járó mozgás, kutakodás, ágaskodás, mozdulatlanság, helyben mozgás, önápolás). A harmadik perc végén az állatot egy váratlan hangingernek tettük ki (erős taps). Figyeltük, hogy az állat az inger hatására mennyi időre „merevedik le”, mennyi ideig marad mozdulatlan, illetve hogy az inger utáni három percben milyen viselkedésmintázat jellemzi. A megfigyeléseket milliméterpapíron rögzítette a két megfigyelő, illetve a kísérletről videofelvétel készült.

II. A második kísérletsorozatban azt vizsgáltuk, vált-e ki valamilyen viselkedésváltozást az patkányok esetében az emberi, de frekvenciájában a rágcsálók hallástartományát figyelembe vevő, tízszeresére fölgyorsított zene, és ha igen, milyen. Ehhez 10 újabb, mindennemű előzetes szociális kezeléstől, zenének való kitettségtől mentes (ún. a kísérlet szempontjából „naiv”) választási hím patkányt használtunk. A kísérlet egy, a korábbiakban is már használt, egyszerűsített porondteszt volt. A porondra helyezés előtt az állatok 8,5 percet a saját ketrecükben töltöttek. Ezután helyeztük át őket a porondra 5-5 percre. A porond a korábban használt terrárium volt. Ebben semmilyen környezetgazdagító elem nem volt, se táplálék vagy víz. Alomnak friss fenyőfaforgácsot helyeztünk el benne. A tesztről a korábban használt eszközzel videofelvételt is készítettünk, a kézi megfigyelést pedig két megfigyelő végezte milliméterpapír segítségével. Rögzítettük az állatok céltalan, járó mozgását, szimatoló, kutakodó tevékenységét, az ágaskodást, a mozdulatlanságot, a helyben mozgást, illetve az önápolási tevékenységet. Az átlagos regisztrációs idő 6 másodperc volt. A kísérletet a 10 állattal egymás után végeztük el. Ezen alapértékek fölvétele után az állatoknak egyenként lejátszottuk Mozartnak a humán pszichológiában alkalmazott „D-dúr szonáta két zongorára, K – jegyzékszám 448” tízszeresére fölgyorsított változatát (70 dB, CD-szabvány szerinti hangminőség), majd újra a porondra helyeztük őket, és elvégeztük az alapértékek fölvételével azonosan az ötperces megfigyelést. Az egyes patkányok külön helyiségben, egyenként hallgatták meg a zenét, áthallás nélkül.

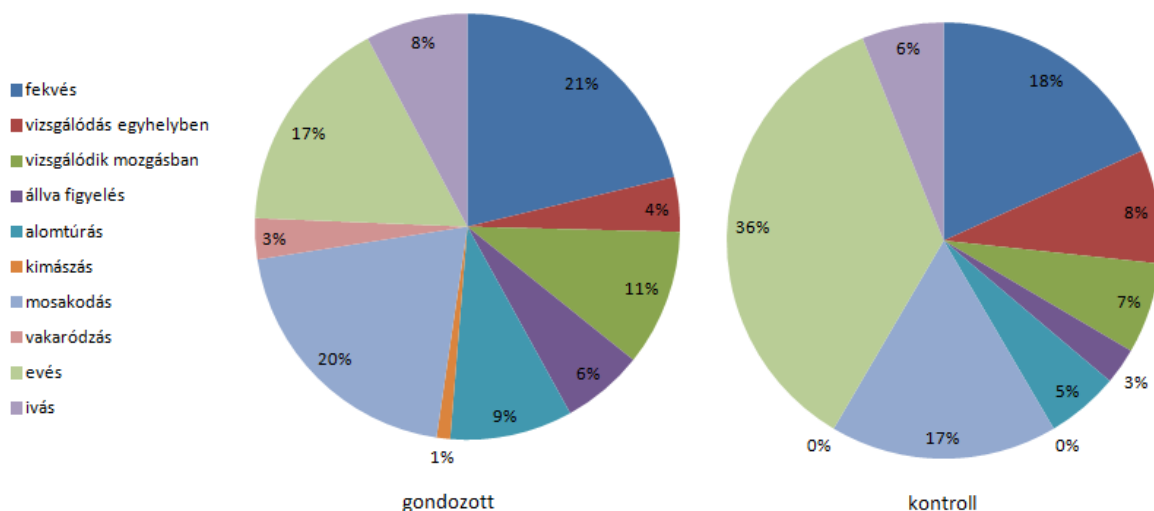
3.2. Eredmények

I./1. Az első kísérlet során 8 órás teljes etogrammot vettünk föl a gondozott és a kontroll csoport egy-egy véletlenszerűen kiválasztott tagjával. A vizsgálat során a két állat napi ritmusában nem találtunk feltűnő eltéréseket, az alvással és az evéssel töltött időben mutatkozott némi különbség. Az eredményeket az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat – Az akciókatalógus elemei a szocializált és a kontrollcsoport esetében, percekben, illetve az ébren töltött idő százalékában kifejezve

Viselkedéselem	időtartam (perc)		arány (%)	
	Szocializál	Kontroll	Szocializált	Kontroll
Alvás	383,5	332	-	-
Fekvés	20,5	27	21	18
Vizsgálódás egyhelyben	4	12,5	4	8
Vizsgálódás mozgásban	10	10	11	7
Állva figyelés	6	4	6	3
Alom túrása	9	8	9	5
Kimászási kísérlet	1	0	1	0
Mosakodás	19,5	25	20	17
Vakaródzás	3	0	3	0
Evés	16	52,5	17	36
Ivás	7,5	9	8	6

Az állatok közel azonos időt töltöttek fekvéssel (20,5 illetve 27 perc), kutakodó, vizsgálódó tevékenységgel (összesen 30 perc a szocializált, 23 perc a kontroll), önápolással (mosakodás 19,5 ill. 25 perc, vakaródzás 3 ill. 0 perc) és ivással (7,5 ill. 9 perc). Az evés, illetve az alvás tekintetében mutatkozott különbség. A szocializált csoportból származó egyed több időt töltött alvással (383,5 ill. 332 perc), miközben kevesebb időt fordított evésre (16 ill. 52,5 perc). A viselkedéselemeket az ébren töltött idő százalékában megadva az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra – Az etogram grafikus ábrázolása a szocializált és a kontrollcsoportok esetében

I./2. A második kísérletben az állatok openfield-szerinti viselkedésmintázatát rögzítettük, egyedenként 5-5 percig. Az eredményeket a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat – A porondteszt viselkedéselemei, (s)

Viselkedésem	az adott viselkedéssel töltött idő (másodperc)					
	Szocializált			Kontroll		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Járás	54	36	54	24	48	30
Szimatolás	114	78	54	120	156	138
Ágaskodás	72	114	54	102	66	30
Mozdulatlanság	0	0	0	0	6	24
Helyben mozgás	30	0	12	18	0	12
Önápolás	24	72	126	36	24	66
Alomtúrás	6	0	0	0	0	0

Az állatok akciókatalógusában nem mutatkozott szignifikáns eltérés, de a szocializált csoport (**Sz**) több időt töltött járással (átlagosan $48 \pm 10,4$ s, illetve $34 \pm 12,5$ s), ágaskodással ($80 \pm 30,8$ s, ill. 66 ± 36 s), önápolással ($74 \pm 51,0$ s, ill. $42 \pm 21,6$ s) és helyben mozgással ($10 \pm 9,2$ s, ill. $14 \pm 15,1$ s). A kontrollcsoport (**K**) viszont több időt töltött szimatolással (138 ± 18 s ill. $82 \pm 30,2$ s), illetve mozdulatlanul ($10 \pm 12,5$ s ill. 0 ± 0 s). Az eredmények a kis egyedszám és a szórások miatt nem szignifikánsak. Az mindenesetre megállapítható, hogy a szocializált állatok esetében több az aktív cselekedet (ágaskodás, járás, önápolás) ami a félelemmentesség és a komfort jele. A kontrollpatkányok hosszabb idejű helyben mozgása, mozdulatlansága, tájékozódó szimatolgatása inkább passzív, illetve a környezettel szembeni bizonytalanságot tükrözi.

I./3. A harmadik kísérlet során az összes patkánnyal befutási látencia vizsgálatot végeztünk. Vizsgáltuk, hogy a porondra helyezett állatok hányszor, és mennyi idő után futnak be a behelyezett búvóhelyre, illetve hogy mennyi időt tartózkodnak bent. Közben az állatok openfield-szerinti viselkedésmintázatát is rögzítettük. Minden állatok háromszor vizsgáltunk, egy-egy periódus kettő percig tartott. A befutások számában nem volt különbség (csoportok átlaga: Sz: 1,89 ill. K: 1,89). A részletes eredményeket a 3. táblázat szemlélteti. Mindkét csoport egyedei az 1. periódusban futottak be és ki a legtöbbet (3, 3, ill. 2 alkalommal mindkét csoport). A szocializált csoport minden tagja a 3. periódusban néhány másodperc után (3, 2, ill. 4 s) befutott a búvóhelyre, és a két perc eltelte alatt már ki sem jött onnan. A

búvóhelyen tartózkodás alatt főként mozdulatlanok voltak, az idő egy részét pedig önápolással töltötték. Ezzel szemben a kontrollcsoport a 3. periódusban változatos képet mutatott (0, 2, ill. 2 befutás). A kontroll egyedek a teszt során alig mutattak önápolási tevékenységet (I. állat: 66 s, II. és III. állat: 0 s), idejük nagy részét szimatolással töltötték (68 ± 40 s, $58 \pm 19,3$ s, $92 \pm 24,2$ s). A szimatolásra fordított idő a szocializált egyedeknél lényegesen kevesebbnek mutatkozott ($2 \pm 3,5$ s, $18 \pm 26,1$ s ill. $10 \pm 9,2$ s).

3. táblázat – A befutások száma a szocializált és a kontroll egyedek esetében

Periódus	Szocializált			Kontroll		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1.	3	3	2	3	3	2
2.	1	2	3	1	2	1
3.	1	1	1	1	2	2

Az összesen a búvóhelyen töltött időben nem volt jelentős különbség. A gondozott csoport átlagosan $255 \pm 29,9$ másodpercet töltött bent, míg a kontroll csoport $243,3 \pm 32,3$ másodpercet. A részletes eredményeket a 4. táblázat tartalmazza másodpercekben megadva.

4. táblázat – A búvóhelyen töltött teljes idő (s)

Periódus	Szocializált			Kontroll		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1.	33	46	51	73	63	20
2.	117	113	54	110	99	87
3.	117	118	116	95	76	107
összesen	267	277	221	278	238	214

Minden egyed az első periódus során töltötte a legkevesebb időt a búvóhelyen (átlagosan Sz: $43,3 \pm 9,3$ s ill. K: $52 \pm 28,2$ s). A második és harmadik periódusban lényegesen több időt töltöttek elbújva (2. periódus: Sz: $94,7 \pm 35,3$ s ill. K: $98,7 \pm 11,5$ s; 3. periódus: Sz: 117 ± 1 s ill.

K: $92,7 \pm 15,6$ s). A szocializált csoport tagjai az első periódus kivételével maximum 4 másodperc után beszaladtak, majd a teljes periódust bent töltötték.

Lényeges különbség az első befutás idejében mutatkozott. Az első búvóhelyre futásig eltelt időt az 5. táblázat mutatja. Látható, hogy a szocializált csoport tagjai minden esetben a porondra helyezés utáni néhány másodpercben máris a búvóhelyre szaladtak, míg a kontrollcsoport egyedei sok esetben lényegesen hosszabb időt töltöttek előtte a porond nyílt területén (átlagosan Sz: $2,9 \pm 0,9$ s ill. K: $15,2 \pm 12,7$ s).

5. táblázat – Az első befutásig eltelt idő (s)

periódus	Szocializált			Kontroll		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1.	2	2	4	3	8	40
2.	3	2	4	10	3	18
3.	3	2	4	25	25	5

I./4. A szakasz utolsó kísérlete során az állatok váratlan ingerre adott reakcióját vizsgáltuk. Jelentős különbség mutatkozott az inger hatására történő „megdermedés” (freezing) idejében. A szocializált csoport lényegesen kevesebb időre merevedett le (3,8 és 1 s), mint a kontroll csoport (36, 14 és 31 s). Az egyedek viselkedése az inger előtt illetve után jelentős különbségeket mutatott. Az eredményeket a 6. táblázat szemlélteti. Látható hogy a szocializált csoport – habár a lemerevedés fázisa náluk rövidebb volt – az inger után szinte minden aktív tevékenységét beszüntetett. Az I. egyed kivételével csupán ültek mozdulatlanul, és nem vettek tudomást a környezetükről. Az I. állatnál az alomtúrás (42 s) és az ágaskodás (30 s) dominált a mozdulatlanság mellett (42 s). A kontroll csoport a „megdermedés” után lényegesen kevesebb változással folytatta tovább korábbi tevékenységét, habár az egy percre átszámított ideje mind a korábban jellemző járásnak (16, 13,3 ill. 16 után 6, 3 ill. 12 s), szimatolásnak (28, 18 ill. 54 után 15, 30 ill. 45 s) és ágaskodásnak is (16, 20 ill. 3 után 12, 21, 0 s) majdnem minden egyed esetén csökkent valamennyire.

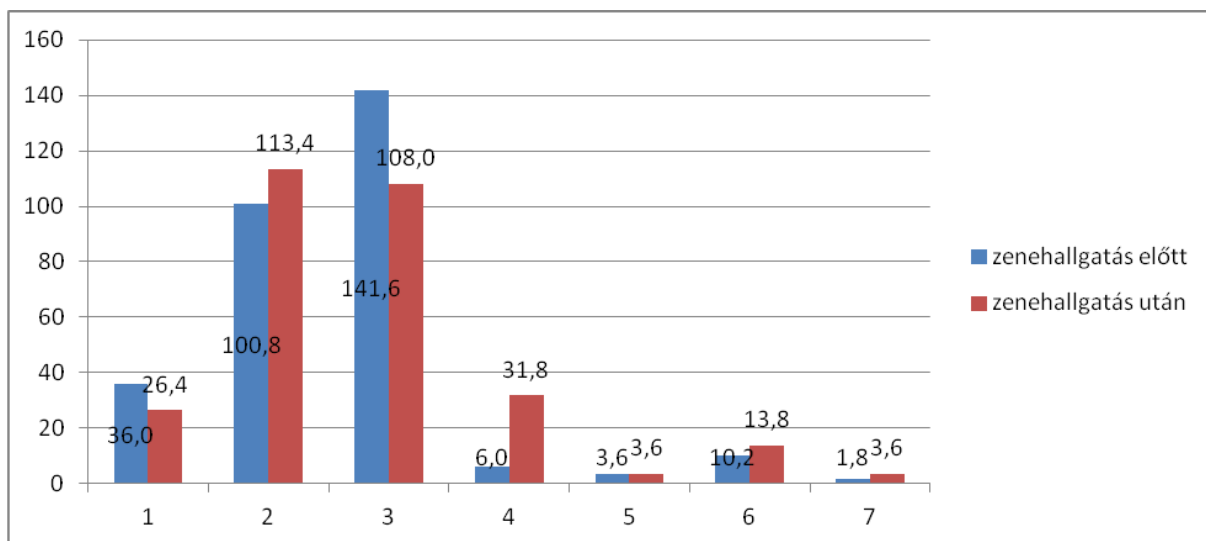
6. táblázat – A szocializált és a kontroll csoport viselkedéselemei a váratlan inger előtt és után (s)

Viselkedéselem	Előtte			Utána		
Szocializált	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Járás	24	24	18	0	0	0
Szimatolás	48	0	54	6	0	0
Ágaskodás	30	12	6	30	0	0
Mozdulatlanság	0	96	60	42	108	120
Helyben mozgás	0	6	0	0	0	0
Önápolás	66	42	42	0	0	0
Alomtúrás	12	0	0	42	0	0

Viselkedéselem	Előtte			Utána		
Kontroll	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Járás	48	24	12	12	6	0
Szimatolás	84	54	162	30	60	90
Ágaskodás	48	60	6	24	42	0
Mozdulatlanság	0	12	0	18	0	0
Helyben mozgás	0	0	0	0	0	0
Önápolás	0	0	0	0	0	0
Alomtúrás	0	30	0	0	0	0

1) A második vizsgálatsorozatban Mozart D-dúr szonáta két zongorára, K 448 jegyzékszámú szerzeményének hatását vizsgáltuk az állatok rövid távú akciókatalógusára. A zenét a patkányok hallástartományának különbözősége miatt tízszeresére felgyorsítottuk, ezáltal megnöveltük a magasságát is. A zene minden állat esetében megváltoztatta a porondon észlelt rövidtávú viselkedést, de a változás jelentős egyedi különbségeket mutatott. A járás ideje hét állat esetében lecsökkent, míg három állatnál megnőtt. A szimatolásra fordított idő hat állatnál megnőtt, kettőnél lecsökkent illetve kettőnél nem változott. Az ágaskodást szintén nagy variancia jellemezte, három állat esetén nőtt az ideje, hat állatnál csökkent, míg egynél nem változott. A mozdulatlanság két állatra sem a zene meghallgatása előtt, sem pedig utána nem volt jellemző. Három állatnál az első vizsgálat során jelen volt, míg a zene után teljesen eltűnt. Öt állatnál pedig jelentősen növekedett – egyik egyednél 180 másodpercet elfoglalt a 300 másodperces periódusból. A helyben mozgás ideje öt állat esetén semmi sem változott, ebből négy állatra egyáltalán nem volt jellemző. Két állat esetén csökkent, háromnál pedig növekedett. Az önápolási tevékenység három állat esetén már a zene meghallgatása előtt sem volt megfigyelhető, három esetén pedig a zene utáni periódusra tűnt el teljesen, míg négy állat esetén növekedést mutatott. Az alomtúrás a tízből csupán öt állatnál volt megfigyelhető, ebből

kettőnél csökkent – egyiknél nullára – három állatnál pedig növekedett. A különböző viselkedéselemek változásának átlagát a 2. ábra szemlélteti. A nagy egyedi különbségek miatt az eredmények nem szignifikánsak. Az egyedi értékeket a 8. táblázat mutatja.



2. ábra – A viselkedéselemek tíz egyedből számolt átlaga, a zenehallgatás előtt illetve után másodpercekben megadva (1. járás, 2. szimatolás, 3. ágaskodás, 4. mozdulatlanság, 5. helyben mozgás, 6. önápolás, 7. alomtúrás)

7. táblázat – A patkányok viselkedéselemei az alapértékfölvételkor (A) és a zenehallgatás után (Z) – másodpercekben megadva

Viselkedéselem	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		9.		10.	
	A	Z	A	Z	A	Z	A	Z	A	Z	A	Z	A	Z	A	Z	A	Z	A	Z
Járás	42	6	30	24	18	42	66	36	12	30	18	30	66	30	66	42	18	12	24	12
Szimatolás	120	120	54	90	60	156	66	84	138	168	144	150	144	144	54	72	132	78	114	72
Ágaskodás	126	174	192	14	210	90	144	162	138	84	132	72	78	120	156	156	144	72	96	36
Mozdulatlanság	24	0	12	0	0	0	18	0	0	0	0	30	0	6	0	18	6	84	0	180
Helyben mozgás	0	0	0	0	12	0	6	0	12	12	6	12	0	0	0	6	0	6	0	0
Önápólás	0	0	12	72	0	12	0	6	0	0	0	0	12	0	12	0	0	48	66	0
Alomtúrás	6	0	0	0	0	0	0	12	0	6	0	12	0	0	12	6	0	0	0	0

4) Összefoglaló értékelés és következtetések

Első kísérlet :

A szocializálás, a gondozás a szintén környezetgazdagított körülmények között tartott kontroll állathoz képest nem változtatta meg a patkány alapvető napi ritmusát. Az evéssel töltött időben mutatkozó különbség valószínűleg a két állat egyedi különbségére vezethető vissza. Különösen ha figyelembe vesszük HALL (1934) eredményét, aki arra jutott, hogy az érzelmileg stabilabb állatok fordítanak több időt evésre.

Az állatok öt perces akciókatalógusának rögzítése során a szocializált csoport egyedei több időt töltöttek járással ($48 \pm 10,4$ ill. $34 \pm 12,5$ s), ágaskodással ($80 \pm 30,8$ ill. 66 ± 36 s), önápolással ($74 \pm 51,0$ ill. $42 \pm 21,6$ s) és helyben mozgással ($10 \pm 9,2$ ill. $14 \pm 15,1$ s). Míg a kontroll csoport egyedeinél a szimatolással (138 ± 18 ill. $82 \pm 30,2$ s) és a mozdulatlanul ($10 \pm 12,5$ ill. 0 s) töltött idő mutatkozott többnek. Az eredmények a kis egyedszám és a szórások miatt nem szignifikánsak. Az mindenesetre megállapítható, hogy a szocializált állatok esetében több volt az aktív cselekedet (ágaskodás, járás, önápolás) ami a félelemmentesség és a komfort jele, és egybevág más, az érzelmi stabilitást vizsgáló kutatások eredményeivel (MAZURSKI, 1994; ARCHER, 1973; TOBENA, 1997). A kontrollpatkányok hosszabb idejű helyben mozgása, mozdulatlansága, tájékozódó szimatolgatása inkább passzív, illetve a környezettel szembeni bizonytalanságot tükrözi.

A befutási látencia vizsgálat során a két csoport befutásainak számában nem volt különbség, és az összesen a búvóhelyen töltött idő is hasonlóan alakult (szocializált $255 \pm 29,9$ ill. $243,3 \pm 32,3$ s). Jelentős különbséget az első befutásig eltelt időben mutattak az állatok. A szocializált csoport minden esetben a porondra helyezés után néhány másodperccel már a búvóhelyre szaladt ($2,9 \pm 0,9$ s után), míg a kontroll állatok előtte lényegesen több időt töltöttek a porond nyílt területein ($15,2 \pm 12,7$ s). A szocializált állatok gyors befutásának ideje a nagyobb félelemérzetet is jelenthetné, de más tesztek során ezek az állatok nagyobb érzelmi stabilitást mutattak. Tekintettel arra, hogy a patkányoknak a nevelési időszak során is egy hasonló búvóhely volt elhelyezve a ketrecükben, felmerül, hogy a gyors befutás nem e csak a komfortos, megszokott hely keresését jelentette. Főleg hogy az elbújva töltött időszakot önápolással, mozdulatlan pihenéssel töltötték. Ezzel szemben a kontroll egyedek alig mutattak önápolási tevékenységet, idejük nagy részét a terület felmérésével, szimatolgatással töltötték, mely a kisebb magabiztosságot, biztonságérzetet mutatja.

A váratlan ingerre adott reakció vizsgálata azt mutatta, hogy a szocializált egyedek lényegesen nagyobb érzelmi stabilitással rendelkeznek. A taps hatására sokkal rövidebb időre „merevedtek le”, csupán 3,8 és 1 másodpercre a kontroll egyedek 36, 14 és 31 másodpercével szemben. Az inger előtti és utáni viselkedés azonban mindkét csoport esetében változott. A taps előtt a szocializált egyedek jellemzően önápolással (66, 42, 42 s), mozdulatlan pihenéssel (0, 96, 60 s) töltötték az időt, mely az ismeretlen szituációban érzett nagyobb biztonságérzet jele. Az inger hatására az egyedek közül kettő minden korábbi aktív tevékenységét beszüntette, csak ültek a porondon, és nem foglalkoztak a környezetükkel, egy állat pedig zavartalanul folytatta az ágaskodást (30-30 s előtte és utána is) és az alomtúrást (12 után 42 s), de az önápolás nála is eltűnt, és a korábban jellemző szimatolást és járást is társaihoz hasonlóan majdnem teljesen beszüntette. A kontrollcsoport, habár némileg csökkent mértékben, de folytatta tovább a korábban jellemző járást, szimatolást és ágaskodást.

Második kísérlet:

A vizsgálat alapján megállapítható, hogy az állatok érzékelték a zenét, lévén akciókatalógusuk minden esetben jelentősen megváltozott, azonban egyedenként eltérő irányban és mértékben. Az alapviselkedéshez képest átlagosan hosszabb ideig voltak mozdulatlanok (6 ill. 31,8 s) azonban az eredmények a nagy egyedi különbségek miatt nem szignifikánsak.

Összességében megállapítható, hogy a patkányok esetében a fizikális környezetgazdagításon túl az emberi szocializálás és gondozás is jó módszer lehet az állatok érzelmi állapotának befolyásolására, javítására, ezáltal része lehet a 3.R (refinement=finomítás) kiterjesztésének. Az is megállapítható, hogy az emberi zene mindenképpen hatással van az állatokra, ám a leghatékonyabb módszerek, a legalkalmasabb zene meghatározása további vizsgálatokat igényel.

5) Összefoglalás

Ismert, hogy a különféle környezetgazdagítási eszközök nagymértékben befolyásolják a különféle laboratóriumi állatok viselkedését és élettani állapotát. Jelen munkában két vizsgálatot végeztünk. Az első kísérletsorozatban az emberi kapcsolatnak, a napi szintű foglalkozásnak hatását vizsgáltuk a patkány viselkedésére. A vizsgálat során kettő, 3-3 állat alkotta csoportot vizsgáltunk. A vizsgált egyedek 42 CR (W1)BR, FELASA SPF hím patkányok voltak. A választási patkányokat öt hetes korukban kezdtük nevelni. A vizsgálatokat 15 hetes korukban végeztük el velük. A két csoport nevelése azonos, fizikailag környezetgazdagított körülmények között zajlott, kivéve, hogy az első csoport egyedei két naponta ki lettek engedve, s ekkor szabadon mozoghattak a szobában, miközben foglalkoztunk velük. Emellett naponta kétszer legalább kézbe lettek véve. Ezzel szemben a második csoport egyedei csak a minimális emberi kontaktusban részesültek. Csak az alomcsere és etetések alkalmával kerültek velünk kapcsolatba.

1. vizsgálat: A csoport egy véletlenszerűen kiválasztott tagjával 8 órás teljes etogrammot vettünk fel. A vizsgálat során az alvást/pihenést, evést, ivást, az önápolási tevékenységet (mosakodás, vakaródzás), és a vizsgálódó-kutakodó viselkedést (vizsgálódás egy helyben illetve mozgásban, két lábon állva történő figyelés, alomban kutakodás, kimászási kísérletek) rögzítettük. A megfigyelést két személy milliméterpapír segítségével rögzítette. Az átlagos regisztrációs időegység 30 másodperc volt. A vizsgálatról videofelvételt is készítettünk. A kísérlet során a két, eltérően nevelt állat napi tevékenységében nem találtunk kifejezett különbséget, azon túl, hogy a kontrollállatok több időt töltöttek evéssel (gondozott állat: ébren töltött idő 17%-a, kontroll: 36%)

2. vizsgálat: A két csoport minden egyedével egy egyszerűsített porond-tesztet (openfield) végeztünk el. Kezdetben az állatokat 2-2 percig saját ketrecükben figyeltük meg, majd 5-5 percre a porondra helyeztük őket. Vizsgáltuk az állatok céltalan, járó mozgását, szimatoló-kutakodó tevékenységét, az ágaskodást, a mozdulatlanságot, a helyben mozgást, illetve az önápolási tevékenységet. Az átlagos regisztrációs időegység 6 másodperc volt. A porondon a gondozott csoport nagyobb aktivitást mutatott (járási idejük átlaga $48 \pm 10,4$ s ill. $34 \pm 12,5$ s; ágaskodás $80 \pm 30,8$ s ill. 66 ± 36 s; helyben mozgás $14 \pm 15,1$ s ill. $10 \pm 9,2$ s; önápolás $74 \pm 51,0$ s ill. $42 \pm 21,6$ s). A kontrollcsoport több időt fordított a szimatolásra (138 ill. 82 s), valamint lényegesen több időt töltött mozdulatlanul ($10 \pm 12,5$ ill. 0 s). A különbségek statisztikailag nem szignifikánsak

3. vizsgálat: Befutási látencia vizsgálat során minden egyeddel háromszor, 2-2 perces periódusokban végeztük el a tesztet. A kísérlet során a terrárium egyik sarkába búvóhelyet helyeztünk el, majd azt vizsgáltuk, hogy a búvóhellyel ellentétes sarokba behelyezett patkány hányszor, illetve mennyi idő után fut be a búvóhelyre, illetve mennyi időt tartózkodik bent az adott alkalommal. Közben az openfield tesztnek megfelelő viselkedésmintázatokat is rögzítettük. A regisztrációs időegység 6 s volt. A teszt során a két csoport átlagosan körülbelül ugyanannyi időt töltött a búvóhelyen (átlagosan: gondozott $255 \pm 29,9$ s ill. kontroll $243 \pm 32,3$ s). Azonban a kontrollcsoport egyedeinek első befutása a búvóhelyre minden esetben később történt (2,7-2-4 ill. 12,7-12-21 s után.) A befutások számában lényeges különbség nem mutatkozott: gondozott: 3-5-5; kontroll: 3-7-4.

4. vizsgálat: A vizsgálat során a patkányok váratlan ingerre adott reakcióját rögzítettük. Az állatokat egyesével a vizsgáló terráriumba helyeztük, ahol három percig figyeltük openfield-szerű viselkedésmintázatukat. A harmadik perc végén az állatot hirtelen váratlan hangingernek (egy erős tapsnak) tettük ki.. Megfigyeltük, hogy az állat az inger hatására mennyi időre „merevedik le”, mennyi ideig marad mozdulatlan, illetve hogy az inger utáni 3 percben milyen viselkedésmintázat jellemzi. A gondozott csoport lényegesen kevesebb időre „fagyott le” a taps hatására (3-8-1 ill. 36-14-31 s), két állat esetében pedig minden viselkedéselem eltűnt az inger utáni időszakra (járás, önápolás, szimatolás, ágaskodás), csak ültek, s nem mutattak különösebb érdeklődést a környezetük iránt. A kontrollcsoport egyedei lényegesen hosszabb időre dermedtek le, azonban a váratlan inger előtti, illetve utáni viselkedésmintázatukban lényegesen kisebb volt különbség mint a szocializált csoport esetében.

A második kísérletsorozatban azt vizsgáltuk, vált-e ki valamilyen viselkedésváltozást az patkányok esetében az emberi, de frekvenciájában a rágcsálók hallástartományához tízszeresére fölgyorsított zene, és ha igen, milyen. Ehhez 10 újabb, mindennemű előzetes szociális kezeléstől, zenének való kitettségtől mentes (ún. „a kísérlet szempontjából „naiv”) fiatal hím patkányt használtunk. A kísérlet egy, a korábbiakban is már használt, egyszerűsített porondteszt volt. A kísérletet a 10 állattal egymás után végeztük el. Az 5-5 perces alapértékek fölvétele után az állatoknak számítógéppel egyenként lejátszottuk Mozartnak a humán pszichológiában alkalmazott „D-dúr szonáta két zongorára, K 448” tízszeresére fölgyorsított változatát, majd újra a porondra helyeztük őket, és elvégeztük az alapértékek fölvételével azonosan az öt perces megfigyelést. Az állatok egyértelműen érzékelték a zenét, s az

alapviselkedéshez képest hosszabb ideig (6 s illetve 31,8 s) mozdulatlaná váltak, az önápolási tevékenység szinte teljesen megszűnt, bár az egyéni szórások miatt a különbségek statisztikailag nem szignifikánsak.

Összességében megállapítható, hogy patkányok esetében a fizikális környezet-gazdagításon túl mind az emberi szocializálás, mind az emberi zene része lehet az állati jóllét fokozásának, a 3.R (refinement=finomítás) kiterjesztésének. A leghatékonyabb módszerek és a legalkalmasabb zene meghatározása további vizsgálatokat igényel.

6) Summary - Effect of different environmental enrichment of human origin (socialization, music) upon the rats' behavior,

It is well-known that the different tools of environmental enrichment influence the behavior and physiological state of laboratory animals. In the present work five trials have been carried out.

In the first series the effect of every day's occupation on the rat behavior. Two groups of three CR (W1)BR, FELASA SPF male rats were raised under physically identical environmental conditions, but the members of the experimental groups received individual personal care, whilst the control individuals get only minimal human contact. Tests were carried out in the age of 15-week-old.

Trial 1: 8-hour-long whole ethogram of randomly chosen individuals of both groups was taken, registered the sleeping/rest, eating, drinking, grooming and inquisitor behavior. There was no expressed difference between the daylight activity of the two groups, but the control rats spent more time with eating (36 vs. 17% of the awake period).

Trial 2: Individual 5-minute-long openfield test has been made with each individuals. Socialised rats shown more activity (average walking time $48 \pm 10,4$ s vs. $34 \pm 12,5$ s, prancing $80 \pm 30,8$ s vs. 66 ± 36 s, grooming 74 ± 51 s vs. $42 \pm 21,6$ s). Differences are not significant ($p > 0.05$).

Trial 3: hiding in running time has been made with each individuals, three times, in 2 minutes intervals. In a corner of the vivarium a hiding place has been put and it was studied the frequency and duration of running and staying in of the newly placed in animal. The first running into the hiding place of the control rats occurred every occasion later (after 2.7-2-4 vs. 12.7-12-21 s), but the average staying of the socialized ($255 \pm 29,9$ s) and control ($243 \pm 32,3$ s) individuals and the number of running in did not differ significantly (3-5-5 vs. 3-7-4, socialized and control).

Trial 4: the reaction of rats on an unexpected stimulus has been registered. Animals were observed individually during six minutes in the experimental vivarium and the open-field behavior patterns registered. At the end of the third minutes rats were exposed to a strong vocal stimulus (handclap) and observed the duration of getting erect (startling time) and the changes in the ethogram. The socialised animals get frozen for less period of time owing to

the handclaps (3-8-1 vs. 36-14-31 s), plus their behavior pattern significantly changed, contrary to the control rats' one.

In the second series the effect of faster, "rodentized" human music on the rats' behavior has been studied.

Trial 5: Ten weaned, experimentally naive male rats have been used in a simplified open-field test. After having recorded the 5-minutes-long basal behavior, animals were exposed to the ten-times faster version of "Sonata for Two Pianos in D Major K 448" piece of Mozart, known in the human psychology. Rats unanimously perceived the music, their basal behavior change, but owing to the great individual deviations the differences are not significant.

In summation it can be concluded that in case of rats, above the physical environmental enrichment tools, both the human socialization and the human music may improve the animals' welfare as an enlargement of the third "R", the refinement. To find the most efficient methods and the most suitable music further research is required.

7) Irodalomjegyzék

ANDO, S.; OHASHI, Y.; KOBAYASHI, S.: Enhancement of learning ability by enriched environments. *Neuroscience Research Supplement*, 1993. 18. pp.150.

ANTHONY, A.; ACKERMAN, E.; LLOYD, J.A.: Noise Stress in Laboratory Rodents. I. Behavioral and Endocrine Response of Mice, Rats and Guinea Pigs. *Journal of Acoustic Society of America*, 1959. 31. 11. pp.1430-1437.

ARCHER, J.: Tests for emotionality in rats and mice: A review. *Animal Behaviour*, 1973. 21. 2. pp.205-235.

ARMARIO, A.; CASTELLANOS, J.M.; BALASCH, J.: Chronic noise stress and insulin secretion in male rats. *Physiology & Behavior*, 1985. 34. 3. pp.359-361.

ARRP. Guidelines for the Housing of Rats in Scientific Institutions, 2007. „http://www.animaethics.org.au/__data/assets/pdf_file/0014/222512/housing-rats-scientific-institutions.pdf”. Accessed May, 2010. Megtekintve (először): 2011.10.17-én.

BARNETT, S. A. An analysis of social behaviour in wild rats. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1958. 130. pp.107-152.

BARNETT, S.A.: The Rat. A Study in Behavior. Chicago: University of Chicago Press, 1975. pp.288.

BARRETT, A.M.; STOCKHAM, M.A.: The effect of housing conditions and simple experimental procedures upon the corticosterone level in the plasma of rats. *J Endocrinol*, 1963. 26. pp.97-105.

BATCHELOR, G.R.: The rest/activity rhythm of the laboratory rat housed under different systems. *Animal Technology: Journal of the Institute of Animal Technicians*, 1994. 44. 3. pp.201-213.

BELZ, E. E., KENNEL, J. S., CZAMBEL, R. K., RUBIN, R. T., RHODES, M. E. Environmental enrichment lowers stress responsive hormones in singly housed male and female rats. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 2003. 76. pp.481–486.

- BERDOY, M.; DRICKAMER, L.C.: Comparative social organization and life history of *Rattus* and *Mus*. In: WOLF, J.O.; SHERMAN, P.W.: Rodents Societies: an Ecological and Evolutionary perspective. Chicago and London: University of Chicago Press, 2007. pp.380–392.
- BILLINGSLEA, F.Y.: The relationship between emotionality and various other salients of behavior in the rat. *Journal of Comparative Psychology*, 1941. 31. 1. pp.69-77.
- BRITTON, T.K.; SEGAL, D.S.; KUCZENSKI, R.; HAUGER, R.: Dissociation between in vivo hippocampal norepinephrine response and behavioral/neuroendocrine responses to noise stress in rats. *Brain Research*, 1992. 574. 1-2. pp.125-130.
- BROADHURST, P.L.: Determinants of emotionality in the rat: I. Situational factors. *British Journal of Psychology*, 1957. 48. pp.1-12.
- CLAASSEN, V. Neglected factors in pharmacology and neuroscience research. *Techniques in the Behavioural and Neural Sciences Elsevier*, 1994. 12. pp.422-459.
- CORDA, M. G., BIGGIO, G., GESSA, G. L. Brain nucleotides in naive and handling-habituated rats: differences in levels and drug-sensitivity. *Brain Research*, 1980. 188. pp.287-29.
- CUMMINS, R. A.; LIVESEY, P. J.; EVANS, J.G.: A developmental theory of environmental enrichment. *Science*, 1977. 197. 4304. pp.692-694.
- DALY, M.: Early stimulation of rodents: a critical review of present interpretations. *British Journal of Psychology*, 1973. 64. 3. pp.435-460.
- DE BOER, S. F.; SLANGEN, J.L.; VAN DER GUGTEN, J.: Adaptation of Plasma Catecholamine and Corticosterone Responses to Short-Term Repeated Noise Stress in Rats. *Physiology & Behavior*, 1988. 44. pp.273-280.
- DE BOER, S.F.; SLANGEN, J.L.; VAN DER GUGTEN, J.: Plasma Catecholamine and Corticosterone Responses to Predictable and Unpredictable Noise Stress in Rats. *Physiology & Behavior*, 1989. 45. pp.789-795.
- DUCOMMUN, D.: Humane care of laboratory rats. *AWI Quarterly (Animal Welfare Institute)*, 1993. 42. 4. pp.14.

FEKETE, S. GY., KORSÓS, G., VEZÉR, T., LUKÁCS, A., BROWN, D. L. Effects of Mozart-Music on the Rat's Learning Capacity and Short-Term Action Catalogue – Preliminary Study. Poster at the 3rd Symposium on Acoustic Communication by Animals, Cornell University, 2011.

FERNANDEZ-TERUEL, A.; ESCORIHUELA, R.M.; CASTELLANO, B.; GONZALEZ, B.; TOBENA, A.: Neonatal Handling and Environmental Enrichment Effects on Emotionality, novelty/Reward Seeking, and Age-Related Cognitive and Hippocampal Impairments: Focus on the Roman Rat Lines. *Behavior Genetics*, 1997. 27. 6. pp.513-526.

GAMBLE, M.R.: Fire alarms and oestrus in rats. *Laboratory Animals*, 1976. 10. pp.161-163.

GARDNER, E.B. et al.: Environmental enrichment and deprivation: Effects on learning, memory and exploration. *Physiology & Behavior*, 1975. 14. 3. pp.321-327.

GEBER, W.F.; ANDERSON, T.A.; VAN DYNE, B.: Physiologic responses of the albino rat to chronic noise stress. *Archives of Environmental Health*, 1966. 12. 6. pp.751-754.

GREENOUGH, W.T.; MADDEN, T.C.; FLEISCHMANN, T.B.: Effects of isolation, daily handling, and enriched rearing on maze learning. *Psychonomic Science*, 1972. 27. 5. pp.279-280.

HART, L.: Opportunities for Environmental Enrichment in the Laboratory. *Lab Animal*, 1994. 23. 2. pp.24-27.

HEBB, D. O.: The Organization of Behavior: A neuropsychological theory. New York: Wiley, 1949, pp. 335

HEFFNER, H.E.; HEFFNER, R.S.; CONTOS, C.; OTT, T.: Audiogram of the hooded Norway rat. *Hearing Research*, 1994. 73. 2. pp.244-247.

HENKIN, R.I.; KNIGGE, K.M.: Effect of sound on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Am J Physiol*, 1963. 204. 4. pp.710-714.

HIRSJÄRVI, P., VÄLIAHO, T. Gentled and nonhandled Wistar rats in a mildly novel open-field situation. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 1995. 22. (3) pp.265-269.

HOLSON, R.R.; SCALLET, A.C.; ALI, S.F.; TURNER, B.B.: "Isolation stress" revisited: Isolation-rearing effects depend on animal care methods. *Physiology & Behavior*, 1991. 49. 6. pp.1107-1118.

HUCK, U.W.; PRICE, E.O.: Differential effects of environmental enrichment on the open-field behavior of wild and domestic Norway rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1975. 89. 8. pp.892-898.

JOFFE, J. M.; RAWSON R.A.; MULICK, J.A.: Control of Their Environment Reduces Emotionality in Rats. *Science*, 1973. 180. 4093. pp.1383-1384.

KLÍR, P.; BONDY R.; LACHOUT J; HANIS T.: Physiological changes in laboratory rats caused by different housing. *Physiol Bohemoslov*, 1984. 33. 2. pp.111-121.

LORE, R., FLANNERY, K. Rat Societies. *Scientific American*, 1977. 236. pp. 106–116.

LOTT, D. Intraspecific variation in the social systems of wild vertebrates. *Behaviour*, 1984. 88. pp.266-325.

Making Lives Easier for Animals in Research Labs: Discussions by the Laboratory Animal Refinement & Enrichment Forum edited by: Baumann, V; Coke, C; Green, J.; Moreau, E.; Morton, D.; Patterson-Kane, E.; Reinhardt, A.; Reinhardt, V. and Van Loo, P. Washington DC. (USA): Animal Welfare Institute, 2007. pp.190.

MANSEY, C. E., MORRIS, T. H., BROOM, D. M. An investigation into the effects of solid or grid cage flooring on the welfare of laboratory rats. *Laboratory Animals*, 1995. 29. pp.353-363.

MAZURSKI, E.J.: Handling and Emotionality in Laboratory Rats. In: BAKER, R.M.; JENKIN, G.; MELLOR, D.J. (eds). (1994): Improving the wellbeing of animals in the research environment. Proceedings of the ANZCCART conference 1993, Australia. pp.81-85.

MEINRATH, A.B.; FLAHERTY, C.F.: Preweanling handling influences open-field behavior, but not negative contrast or sucrose neophobia. *Animal Learning & Behavior*, 1987. 15. 1. pp.83-92.

MEYER, R.E.; ALDRICH, T.E.; EASTERLY, C.E.: Effects of Noise and Electromagnetic Fields on Reproductive Outcomes. *Environmental Health Perspectives*, 1989. 81. pp.193-200.

- MOHANTY, B.; MISHRA, S. (1984). Effects of social isolation and adult handling on open field emotionality of albino rats. *Journal of Psychological Researches*, 1984. 28. pp.52-58.
- NAYFIELD, K.C.; BEACH, E.L.: Comparative responses of rabbits and rats to elevated noise. *Laboratory Animal Science*, 1981. 31. 4. pp.386-390.
- ÖDBERG, F.O.: The influence of cage size and environmental enrichment on the development of stereotypies in bank voles (*Clethrionomys glareolus*). *Behavioural Processes*, 1987. 14. 2. 155-173.
- PATTERSON-KANE, E. G., HUNT, M., HARPER, D. Rats Demand Social Contact. *Animal Welfare*, 2002. 11. pp.327-332.
- PATTERSON-KANE, E.G.; FARNWORTH, M.J.: Noise Exposure, Music, and Animals in the Laboratory: A Commentary Based on Laboratory Animal Refinement and Enrichment Forum (LAREF) Discussions. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2006. 9. 4. pp.327-332.
- PFAFF, J.: Noise as an environmental problem in the animal house. *Laboratory Animals*, 1974. 8. pp.347-354.
- PITMAN, D. L., OTTENWELLER, J. E., NATELSON, B. H. Plasma corticosterone levels during repeated presentation of two Intensities of restraint stress: chronic stress and habituation. *Physiology and Behavior*, 1988. 43. pp.47-55.
- PRICE E.O.; HUCK U.W.: Open-field behavior of wild and domestic Norway rats. *Animal Learning & Behavior*, 1976. 4. 2. pp.125-130.
- RAUSCHER, F.; ROBINSON, K.D.; JENS, J.J.: Improved Maze Learning Through Early Music Exposure in Rats. *Neurological Research*, 1998. 20. 7. pp.427-432.
- RAUSCHER, F.H.; SHAW, G.L.; KY, C.N.: Music and spatial task performance. *Nature*, 1993. 365. pp.611.
- RENNER, M.J.; ROSENZWEIG, M.R.: Social interactions among rats housed in grouped and enriched conditions. *Developmental Psychobiology*, 1986. 19. 4. pp.303-313.

ROSE, F. D.; DELL, P. A.; LOVE, S.: Behavioural consequences of different types of environmental enrichment in the rat. *IRCS Medical Science: Psychology & Psychiatry*, 1985. 13. 7-8. pp.748-749.

ROSE, M.; FRANCE, M.: Advocating the 3Rs through evidence-based guidelines that promote the wellbeing of animals used for scientific purposes. In: ed. KALISTE, E.: *Proceedings of New Paradigms in Laboratory Animal Science. A Joint FELASA/Scand-LAS Symposium*, Helsinki, Finland, 2010. pp.29-34.

ROSENZWEIG, M.R. ; BENNETT E.L.: Cerebral changes in rats exposed individually to an enriched environment. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1972. 80. 2. pp.304-313.

ROTH, K.A., KATZ, R.J.: Stress, Behavioral Arousal, and Open Field Activity - A Reexamination of Emotionality in the Rat. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 1979. 3. pp. 247-263.

RUSSELL, W.M.S.; BURCH, R.L.: *The Principles of Humane Experimental Technique*. United Kingdom: Universities Federation for Animal Welfare (UFAW), 1992. pp.238.

SALES, G. D.; WILSON, K. J.; SPENCER, K. E. V.; MILLIGAN, S. R.: Environmental ultrasound in laboratories and animal houses: a possible cause for concern in the welfare and use of laboratory animals. *Laboratory Animals*, 1988. 22. pp.369-375.

SATINDER, K.P. (1967) Effects of bedding material on survival probability, body weight and open-field behaviour in rat. *Psychological Reports*, 1967. 21. 3. pp.954-956.

SCHARMANN, W. Improved housing for mice, rats and guinea-pigs: a contribution to the refinement of animal experiments. *ATLA* 1991. 19. pp.108–114.

SCHARMANN, W.: Improved housing of mice, rats and guineapigs: a contribution to the refinement of animal experimentation. *Alternatives to Laboratory Animals*, 1991. 19. pp.108-114 .

SLAGLE, R.W. (1969). The effects of specialized environmental enrichment on brain and behavior of rats. *Dissertation Abstracts*, 1969. 29. 9-B. pp.3518.

Smith, H.V.: Effects of environmental enrichment on open-field activity and Hebb-Williams problem solving in rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1972. 80. 1. pp.163-168.

SOHMER, H; FREEMAN, S.: Functional Development of Auditory Sensitivity in the Fetus and Neonate. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 1995. 6. 2. pp.95-108.

SOKOLOFF, G., BLUMBERG, M. S. Competition and co-operation among huddling infant rats. *Developmental Psychobiology*, 2001. 39. pp65-71.

STEELE, K.M.: Do Rats Show a Mozart Effect? *Music Perception*, 2003. 21. 2. pp.251-265.

STEELE, K.M.: Unconvincing Evidence That Rats Show a Mozart Effect. *Music Perception*, 2006. 23. 5. pp.455-458.

TAGNEY, J.: Sleep patterns related to rearing rats in enriched and impoverished environments. *Brain Research*, 1973. 53. 2. pp.353-361.

TELLE, H. J.. Beitrag zur Kenntnis der Verhaltensweise von Ratten vergleichend dargestellt bei, *Rattus norvegicus* und *Rattus rattus*. *Zeitschrift für angewandte Zoologie*, 1966. 53. pp.129-196. (Available in English translation as Technical Translation 1608, Translation Section National Science Library, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario, Canada

TURNER, J.G.; PARRISH, J.L.; HUGHES, L.F.; TOTH, L.A.; CASPARY, D.M.: Hearing in Laboratory Animals: Strain Differences and Nonauditory Effects of Noise. *Comparative Medicine*, 2005. 55. 1. pp.12-23.

UPHOUSE, L. L., NEMEROFF, C. B., MASON, G., PRANGE, A. J., BONDY, S. C. Interactions between “handling” and acrylamide on endocrine responses in rats. *NeuroTox*, 1982. 3. pp.121-125.

VAN DE WEERD, H.A.; BAUMANS, V.: Environmental Enrichment in Rodents. In: SMITH, C.P., M.S. et al.; TAYLOR, V., B.SC. et al.: Environmental Enrichment Information Resources for Laboratory Animals: 1965-1995. Birds, Cats, Dogs, Farm Animals, Ferrets, Rabbits and Rodents. Beltsville: Animal Welfare Information Center (AWIC), 1996. pp.145-212.

- VAN PRAAG, H; KEMPERMANN, G.; GAGE, F.H.: Neural consequences of environmental enrichment. *Nature Reviews Neuroscience*, 2000. 1. pp.191-198.
- WALSH, R.N.; CUMMINS, R.A.: The Open-Field Test: a critical review. *Psychological Bulletin*, 1976. 83. 3. pp.482-504.
- WEINBERG, J.; KRAHN, E.A.; LEVINE, S.: Differential effects of handling on exploration in male and female rats. *Developmental Psychobiology*, 1978. 11. 3. pp.251-259.
- WEINBERG, J.; SMOTHERMAN, W.P.; LEVINE, S.: Early handling effects on neophobia and conditioned taste aversion. *Physiology & Behavior*, 1978. 20. 5. pp.589-596.
- WEMELSFELDER, F.: Boredom and laboratory animal welfare. In: Rollin BE (ed): The experimental animal in biomedical research, vol I. Florida, USA: CRC Press. 1990. pp.234-272.
- WIDMAN, D.R., ROSELLINI, R.A.: Restricted daily exposure to environmental enrichment increases the diversity of exploration. *Physiology & Behavior*, 1990. 47. 1. pp.57-62.
- WILLIAMS, R.A.; HOWARD, A.G.; WILLIAMS, T.P.: Retinal damage in pigmented and albino rats exposed to low levels of cyclic light following a single mydriatic treatment. *Current Eye Research*, 1985. 4. 2. pp.97-102.
- WILLIAMS, D.I.; RUSSELL, P. A.: Open-field behaviour in rats: effects of handling, sex and repeated testing. *British Journal of Psychology*, 1972. 63. 4. pp.593-596.
- WINDLE, R.J.; WOOD, S.; SHANKS, N.; CONDE, G.L.; DA COSTA, A.P.C.; INGRAM, LIGHTMAN, S.L.: Endocrine and Behavioural Responses to Noise Stress: Comparison of Virgin and Lactating Female Rats during Non-Disrupted Maternal Activity. *Journal of Neuroendocrinology*, 1997. 9. pp.407-414.
- YELVINGTON, D. B., WEISS, G. K., RATNER, A. Habituation of the prolactin response in rats to psychological stress. *Psychoneuroendocrinology*, 1985. 10. (1). pp.95-102.
- ZONDEK, B. & TAMARI, I.: Effects of auditory stimuli on reproduction. In Effects of External Stimuli on Reproduction. Ciba Foundation Study Group, no. 26. (ed. G. E. W. Wolstenholme and M. O'Connor), 1967. pp.4-19.

5) Köszönetnyilvánítás

Ezúton is megköszönöm Dr. Maróti-Agóts Ákosnak és Nagy Lajos hangmérnöknek a technikai kivitelezésben nyújtott segítségét, és Sényi Krisztinának, Molnár Szabinának és Bankó Viktornak az adatrögzítésben való részvételét.