

ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM

Ökológiai Tanszék

A *GINGLYMOSTOMATIDAE* CSALÁD TANULÁSI KÉPESSÉGEINEK VIZSGÁLATA AZ OPERÁNS KONDICIONÁLÁS ESZKÖZÉVEL

Készítette: Mucsi Dávid Gábor

Témavezető: Dr. Baska Ferenc
ÁTE, Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszék,
Egyetemi Docens

Társtémavezető: Dr. Hoitsy Márton
Fővárosi Állat- és Növénykert,
Klinikus állatorvos

Budapest, 2020

Tartalomjegyzék

| | |
|--|----|
| Tartalomjegyzék | 2 |
| Rövidítések jegyzéke | 4 |
| I. Bevezetés | 5 |
| I.I. Szakirodalmi áttekintés | 7 |
| I.I.A. <i>Ginglymostomatidae</i> család bemutatása | 7 |
| I.I.A.1. Homokszínű dajkacápa (<i>Nebrius ferrugineus</i> Lesson, 1831) | 8 |
| I.I.A.2. Rozsdás dajkacápa (<i>Ginglymostoma cirratum</i> Bonnaterra, 1788) | 9 |
| I.I.B.. Selachimorpha öregrend tagjainak érzékszervi ismertetése | 10 |
| I.I.B.1. Látás | 10 |
| I.I.B.1.a. Szem általános elhelyezkedése és felépítése | 11 |
| I.I.B.1.b. Látási képesség | 12 |
| I.I.B.2.. Hallás | 12 |
| I.I.B.2.a. Hallórendszer felépítése és viselkedésbeli szerepe | 12 |
| I.I.B.3. Elektromos érzékelés | 14 |
| I.I.B.3.a. Lorenzini-ampullák | 14 |
| I.I.B.4. Szaglás és kémiai receptorok | 15 |
| I.I.B.4.a. Szaglógumó | 16 |
| I.I.B.5. Tapintás | 16 |
| I.I.B.6. Oldalvonal, mechano receptor | 17 |
| I.I.B.6.a. Elhelyezkedése, felépítés és funkciója | 17 |
| I.I.B.7. Ízlelés | 19 |
| I.II. Tanulás | 19 |
| I.II.A. Habitúció, szenziticáció, imprinting | 21 |
| I.II.B. Asszociatív tanulás | 21 |
| I.II.B.1. Klasszikus kondicionálás (válaszadó kondicionálás) | 22 |
| I.II.B.2. Operáns kondicionálás és tréning | 23 |
| I.II.C. Belátásos tanulás | 26 |
| I.III. Konzerváció | 26 |
| I.III.A. Veszélyeztetettség okai | 26 |
| I.III.B. Cápák akváriumban | 27 |
| I.III.C. Jövőkép | 27 |
| II. Célkitűzések | 29 |
| III. Anyag és módszer | 30 |

| | |
|---|----|
| III.I. Tartó hely bemutatása..... | 30 |
| III.II. Tréning során alkalmazott eszközök és a helyszín..... | 31 |
| III.II. Tanulás menete, tréning és kondicionálás..... | 34 |
| III.II.A. Egyedi kondicionálás..... | 34 |
| III.II.B. Diszkrimináció..... | 35 |
| III.II.C. Behívás..... | 35 |
| III.II.D. „Vége” jelzés..... | 35 |
| III.III. Képrögzítés és feldolgozás..... | 36 |
| IV. Eredmények..... | 38 |
| V. Értékelés és következtetések..... | 42 |
| VI. Összefoglalás..... | 44 |
| VII. Abstract..... | 45 |
| VIII. Irodalomjegyzék..... | 46 |
| XI. Köszönetnyilvánítás..... | 53 |
| X. Mellékletek..... | 54 |
| XI. Nyilatkozatok..... | 57 |

Rövidítések jegyzéke

| | |
|----------------------|---|
| CITES | Convention of International trade in Endangered Species |
| cp | canal posterior |
| CS | conditional stimulus |
| D1 | Dajka1 |
| D2 | Dajka2 |
| D3 | Dajka3 |
| D4 | Dajka4 |
| FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| IUCN | International Union for Conservation of Nature |
| ML | macula lagena |
| MN | macula neglecta |
| MS | macula sacculus |
| MU | macula utriculus |
| ORP | redukciós-oxidációs potenciál |
| ÖMM | Öröklött mozgásmintázat |
| S^D | diszkriminativ stimulus |
| TL | teljes testhossz |
| UCR | unconditional response |
| UCS | unconditional stimulus |
| UV | ultaviola |
| ZIMS | Zoological Information Management System |

I. Bevezetés

Az óceánok, tengerek évtizedek óta tartó korlátlan kizsákmányolása fajok, életközösségek és élőhelyek eltűnéséhez vezet. Több száz éves múltra tekint vissza az ázsiai országokban fellelhető cápauszony fogyasztási hagyomány. A Föld más pontjain kulináris élvezeti élményeket kereső emberek, a halászok és a vizek szennyezése olyan további okok, amelyek mind hozzájárulnak a cápák egyedszámának drasztikus csökkenéséhez. Az elmúlt 70 évben a több, mint 530 ismert cápafaj egyedszámának közel 90%-t lehalaszták. A cápák eltűnése jelentősen kihat az óceánok élővilágára, az pedig a szárazföldi életre. Csúcsragadozóként fontos szabályozó szerepük van a nyílt vizek és zátonyok fajösszetételében. Nem engedik elszaporodni azon fajokat, melyeknek nincs más természetes ellensége. Az invazív fajok elterjedése először a tápláléklánc megszakadásához, majd a zátonyi élet pusztulásához vezethetne.

A biodiverzitás megőrzése érdekében az állatkertek és az akváriumok elsődleges feladata az elmúlt évtizedekben jelentősen megváltozott. A szórakoztatást felváltották a fajmegőrzési programok, a kutatások és az oktatások, melyeken keresztül jobban megismerhetjük az állatok igényeit és életfeltételeit. Ezzel optimálisabb környezet biztosítható számukra.

Az in- és ex-situ programok kölcsönösen egészítik ki egymást. Napjainkban a nagyobb testű cápák szinte már esszenciális részeit képezik a tengeri bemutatóknak. A látogatók olyan információkkal gazdagodhatnak, melyek alapján pozitív irányba változhat az addig cápákról alkotott véleményük.

A Fővárosi Állat- és Növénykertben már az 1910-es években voltak akváriumok, de nagy testű cápák csak 2018-ban érkeztek először. Ezeknek a ragadozóknak a takarmányozását legalább két bűvár, heti öt alkalommal látja el a vízfelszínen és az alatt. Veszélyes állatokról lévén szó, a lehető legnagyobb biztonság érdekében tréningezik őket, melynek az alapja a pozitív megerősítés. Nemcsak az etetések épülnek erre, de a cápák, ráják mentális és fizikális egészségét is szem előtt tartva, azokon túl is stimulálják őket különböző foglalkozásokkal környezetük gazdagítása érdekében. A kontrollált etetéseknek fontos szerepe van abban, hogy minden egyed a saját szükségleteinek megfelelő mennyiségű és minőségű takarmányt kapjon gondozóitól. Az állatok mesterséges körülmények között tartása és a lehető legjobb életfeltételek biztosítása megkívánja a rendszeres állategészségügyi diagnosztikát. Ezalatt

értjük a fizikális, parazitológiai és ultrahang vizsgálatokat, valamint a kenet és vérvételeket is.

A tréningek fontossága ilyenkor is megmutatkozik, mégpedig abban, hogy az állatot elég kihívni a medence szélére, ahol a vizsgálat elvégezhető bódítás és altatás nélkül. A hasonló jellegű foglalkozások jó hatással vannak az állatok és gondozó közötti bizalmi kapcsolat kialakítására és annak fejlesztésére.

I.I. Szakirodalmi áttekintés

I.I.A. *Ginglymostomatidae* család bemutatása

A *Selachimorpha* öregrenden belül a rablócápa-alakúak (*Orectolobiformes*), kevés fajjal rendelkező egyik családja a dajka cápáké (*Ginglymostomatidae*) (1. melléklet). Mindössze 3 nemzetség 4 faja tartozik ebbe a taxonba. A család eddig megtalált első leletei a Jura földtörténeti időszakból származnak (Berg, 1958). A család 4 képviselője közül egyik sem fordul elő édes vagy brakk vizes területeken, csak tengerekben és óceánokban, azoknak is a trópusi, szubtrópusi vizeiben. Bentikus fajokként a part menti vizekben, 130 m-nél nem mélyebben élnek, de általában 5-30 m vízmélység között töltik életük nagy részét. Szociális állatok, természetes közegükben éjszakai aktivitásúak, nap közben repedésekben, vagy kiszögellések alatt fekszenek. Megfigyeltek már több, nappal is aktív példányt, táplálékkal gyorsan átszoktathatók a nappali életre. Más cápa fajokhoz képest az ide tartozó fajok lassú, komótos aktivitásúak. Velük ellentétben a pelágikus vagy nyílt vízi cápák gyors élénk természetűek, kopolyúfedő hiányában folyamatos úszással biztosítják az oxigén kopolyúján való keresztül áramlását. (Pillans, 2003; Last & Stevens, 2009).

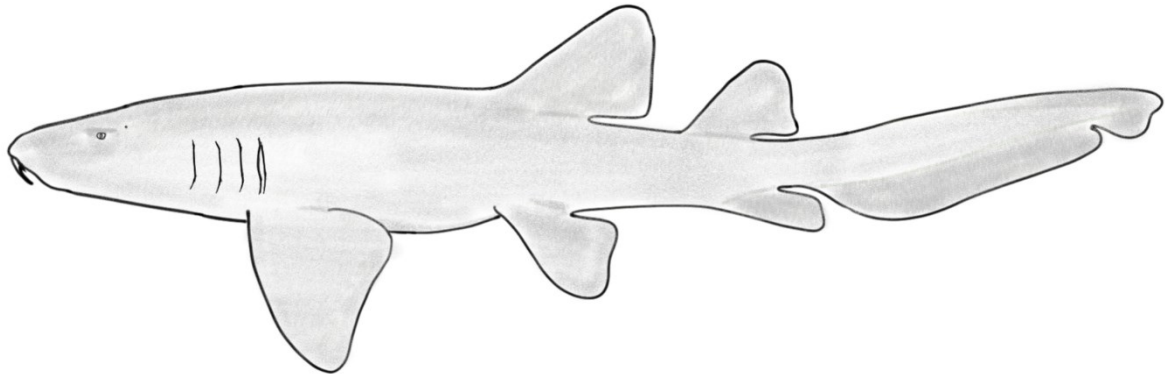
A család képviselőinél könnyen megfigyelhetők nazális-orális régióban látható, jellegzetes bajszokra emlékeztető receptorokkal teli bőrnyúlványok. Az állatok testméretéhez képest, dorsolaterális elhelyezkedésű kis szemek mögött találhatóak a szintén kisméretű fecskendőnyílások (spirákulumok). A kör alakú nyílások a légzőrendszer részei, melyek cápáknál részben elcsökevényesedtek az evolúció során. A hátúszok tüskézetlenek, a második eredése megelőzi a farok alattiét. A prekaudális farok a test és fej együttes hosszánál sokkal rövidebb.

Zsákmányukat az aljzathoz közel úszva vagy mellúszóikon „sétálva” keresik, ebben sokat segítenek a bajusz-szerű képződményeik. Az alsó szájállású, kis szájnyílásukhoz nagy szájüreg kapcsolódik, amivel hatékonyan tudják beszippantani a halakat, rákokat, puhatesűeket és más kisebb zátonylakó élőlényeket. Fejüket oldal irányba mozgatva, kaszáló mozdulatokkal térképezik fel az alattuk lévő homok felső rétegét. Ha esetleges zsákmányt talál a cápa, akkor beszippantás után a mellső uszonyaira támaszkodva emeli meg a fejét (Lowry & Motta, 2008; Wilga & Sanford, 2008). Az állkapocs, a hyoid-ív és a garatüreg együttes mozgatásával sorozatos nyomásváltozást generál a szájüregben, ami során megfullad az áldozat. Ezt követően kisebb darabokra zúzza állkapcsával, szája a folyamat

alatt végig csukva marad. Elfogyasztás után a cápa pótolja a vizet a szájüregében, ami egy elnyújtott beszívással valósul meg (Wilga & Sanford, 2008).

A *Ginglymotomatidae* családban kétféle reprodukciós megoldással találkozhatunk, vannak tojás rakó fajok (ovipar) és álelevenszülők (ovovivipar). Mind a két mód során képeznek tojást, csak az álelevenszülők nem teszik le zátonyok üregébe, hanem a születés pillanatáig magukban tartják (Teshima et al, 1994; Compagno, 2002). Akváriumokban kedvelt és igen elterjedt fajok, világszerte összesen körülbelül 180 egyed képviseli a akváriumokban családot a Nemzetközi Fajnyilvántartó program (ZIMS) adatai alapján (Cocks et al., 2019).

I.I.A.1. Homokszínű dajkacápa (*Nebrius ferrugineus* Lesson, 1831)



1. ábra *N. ferrugineus* (saját rajz)

Elterjedési területe Csendes-óceán trópusi szigetvilága, Indonézia és az Indiai-óceán part menti vizei. Maximális testhosszuk elérheti a 320 cm-t, de átlagosan 250 cm-es fuziform testalkatúak. A fej dorzális irányból hosszúkás U alakú, laterális nézetből megnyúlt ék-alakú. A kicsi szemek felett subokuláris kiszélesedés található, a szemek és mellúszók között széles, fizikai adottságaihoz képest nagy, 5 pár kopoltyú nyílás látható (1. ábra). A fogak a felső állkapcsón 29-33, alsón 26-28 sorba rendeződnek, amikből a második és negyedik sorok az aktívak. A mellúszók szűken ívesek, sarlóalakúak, apikális részük szögletes. Eredésük a 4. kopoltyúnyílás alatt kezdődik. Két hátúszó közül az elülső a nagyobb, ami a szögletes hasi úszókkal szinte egy vonalban van. A második hátúszó méretileg közel azonos a farok alatti úszóval. A farok rövid és gyenge (Compagno, 2001).

A faj további védelemre és megismerésre szorul világszerte. Az 1960-as években a Thaiföldön túlhalászás és a környezet degradációja miatt számuk jelentősen csökkent. A zátonyoknál történő dinamitos halászás, az ázsiai vizek mérgezése közvetetten és

közvetlenül is a faj megritkulásához vezetett (Teshima et al., 1999). Az IUCN Vörös listáján 2003 óta a veszélyeztetett fajok közé tartozik.

I.I.A.2. Rozsdás dajkacápa (*Ginglymostoma cirratum* Bonnaterre, 1788)



2. ábra *G.cirratum* (saját rajz)

A rozsdás, másnéven atlanti dajkacápa az Atlanti-óceán trópusi-szubtrópusi, a Karib-térség és a Kaliforniai félsziget északi részének partmenti vizeiben él. A legtöbb kifejlett példány nem éri el a 3 méteres teljes testhosszt (TH), 27-30 cm-es utódokat hoznak a világra. A fej formája a fiatal egyedeknél dorsalis nézetből ívelt, felnőtt korukra megnyúlik, míg laterálisan rövid, tompa ék-alakú. A szemek kicsik, dorsolaterális elhelyezkedésűek, alattuk erőteljes szubokuláris kiemelkedések vannak. Az 5 pár kopoltyúnyílás kicsi, sem dorzális, sem ventrális irányból nem láthatóak. A szaglónyílások terminális elhelyezkedésűek az orron, mellettük találhatóak a bajszok (2. ábra). A fogak a felső állkapocsban 30-42, az alsóban 28-34 sorba rendeződnek, ezek közül a 7-9, illetve a 8-12 sorok tartalmazzák az aktív darabokat. Orsó alakú test színe a sárgás-barnától a szürkés-barnáig változhat, csak úgy, mint az árnyalataik. Megfigyelhetőek világos gyűrűk és homályos foltok a hasi oldalon. A mellúszók szélesek és lekerekítettek, a 3. és 4. kopoltyúrés alatt erednek. Fiatal egyedeknél a hasi úszók lekerekítettek, felnőtt egyedeknél már inkább szögletesek. A két hátúszó közül a második kisebb, de nagyobb a farok alatti úszónál. Táplálékuk puhatestűek, rákok és kisebb halak. Szociális természetűek, akár 3 tucat egyed is élhet együtt zátonyok homokos aljzatán. Kutatások alapján minden egyednek saját fekvő helye van és ugyanoda térnek vissza az éjszakai vadászások után, hogy a nappalokat átaludják (Smith et al., 2010). A fajt a májában található olajokért és a jó minőségű bőre miatt halásszák. Hálózással vagy aljzaton rögzített csapdákkal egyszerűen kifogható (Compagno, 2001). Könnyen sebezhető a populációja a lassú egyedfejlődése és hosszú reprodukciós ideje miatt, fokozott

ellenőrzéseket igényel. A FAO számára kevés adat áll rendelkezésre, hogy pontos becslést tudjanak készíteni az állományokról (Carrier & Pratt, 1998).

I.I.B.. *Selachimorpha* öregrend tagjainak érzékszervi ismertetése

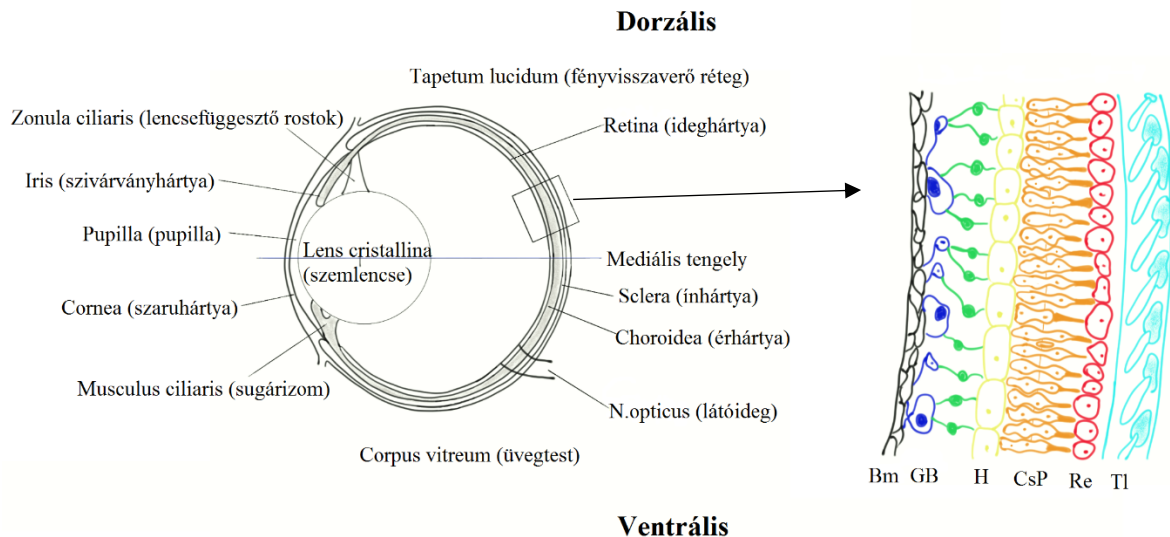
A cápák tréningjei során nagy jelentősége van az érzékszerveiknek. A kondicionálás alatt ezekre alapozunk, egy közös jelrendszert létrehozva.

Eddigi kutatások mind azt bizonyítják, hogy a cápák rendkívül fejlett érzékszervekkel rendelkeznek. Arra viszont nincs bizonyíték, hogy a tengeri életmódhoz ennyire jól adaptálódott rendszerek együtt vagy egymástól függetlenül fejlődtek volna. Fontos szerepük van a zsákmányszerzésben, a fajtársak megtalálásában, ragadozók és akadályok elkerülésében, valamint tájékozódásban. Ezek az idegvégződések információkat gyűjtenek és küldenek a központi idegrendszernek (Carrier et al., 2004). Ez foglalja magába az agyat, melynek felépítésében a különböző életmódú cápafajoknál jelentős morfológiai eltérések figyelhetők meg. Minden érzék eltérő erősségű, de mint vándorló állatok sok külső tényező is befolyásolja, hogy adott területen milyen mértékben tudja hasznát venni. Továbbá nem beszélhetünk hierarchiáról az érzékszervek között (Yopak et al., 2014).

I.I.B.1. Látás

Több, mint 1200 féle porcos halat (*Chondrichthyes*) ismerünk, melyek megtalálhatók a sekély édesvizektől a mély tengerekig. Látásuknak rendkívül változatos és olykor szélsőséges körülményekhez kellet alkalmazkodnia.

A cápák látószervére irányuló kutatások 200 évvel korábbra vezethetők vissza, de a nagyobb léptékű haladás az 1960-as években kezdődött el. Kezdeti mérések a pigmentekre, a látás fiziológiájára és a retina vizsgálatokra koncentráltak. A XIX. században írták le a *tapetum lucidum* struktúrát, ami a retina mögött található szövet (3. ábra). Ez okozza a fény tükröződését a szemben ezzel felerősítve a látótestbe jutó fényt, akár csak a macska-félénél. A szem általános felépítése szinte teljesen azonos más gerincesekével (Gruber, 1977).



3. ábra Cápa szem általános felépítése: Belső membrán (Bm), Ganglion és Bipoláris sejtek rétege (GB), Horizontális sejtek rétege (H), Csapok és Pálcikák (Csp), Retina epithelium (Re), *Tapetum lucidum* (TI)

I.I.B.1.a. Szem általános elhelyezkedése és felépítése

A szemek laterális elhelyezkedése közel 360°-os látószöveget biztosít a pelágikus fajok számára, míg a bentikus cápákra inkább a látószerv *dorsolateral* elhelyezkedése jellemző. A szemek helyzetéből adódóan az állat nem látja a rostruma előtti teret, melynek területe a cápa méretétől függ. Az utódok vagy frissen kelt egyedek a testükhöz viszonyítva nagy szemmel rendelkeznek, de ez a fejlődésük során változik, a szem arányaiban kisebb lesz az állat teljes méretéhez képest (Carrier et al., 2004). Ez alól kivételek a pelágikus vagy nyílt vízi fajok, melynek egyes fajai akár 4000 méter mélyen is megtalálhatóak. A nyílt vizek felsőbb rétegeiből például a röviduszonyú makócápa (*Isurus oxyrinchus*, Rafinesque, 1810) (Lisney & Collin, 2007). A szemhártya bizonyos fajoknál minimális mozgatási lehetőséggel rendelkezik, többnyire védtelen, míg másoknál a harmadik szemhéj vagy *membrana nictitans* biztosítja a szem védelmét, ilyen például a „pislogó hártya”. Hasonló mozgásban való eltérések figyelhetők meg a *tapetum lucidum* és a szemlencsével kapcsolatban is (Gruber, 1977). A rozsdás dajkacápa (*Ginglymostoma cirratum*) esetében a pálcikák csapokhoz viszonyított aránya 7:1. A két féle fotoreceptor fénymikroszkóppal könnyen megkülönböztethető egymástól az eltérő alak, méret és festődési tulajdonságok alapján. Az említett dajkacápa fajnál a pálcikák a külső szegmensben 17 μ hosszúak és 2 μ átmérőjűek, a belső részen 16 μ és 2,5 μ . Ezzel szemben a csapok a külső részen 8 μ hosszúak és 1,5 μ szélesek, a belső szegmensben pedig 10 μ hosszúak és 6,2 μ átmérőjűek. Ez alapján jól kirajzolódik a 7:1-es aránypár (Hamasaki & Gruber, 1965). A pupilla formája fajok között

eltérő, lehet cirkuláris, vertikális, horizontális, félhold-alakú vagy ferde, mint a rozsdás dajkacápáknak (*Ginglymostoma cirratum*) (Hueter, 1991).

I.I.B.1.b. Látási képesség

A cápákról általánosan elmondható, hogy távollátók minimális akkomodációs képességgel (Hueter et al., 1990). Legtöbb porcos hal képes változtatni a pupillája a méretét. Hueter 1991-es cikkében leírja, hogy a citrom cápának (*Negaprion brevirostris* Poey, 1868) a látási képessége közel hétszerese az emberének. Egyes fajok lencséiben található bizonyos sárgás pigment, ami a triptofán aminosav oxidatív terméke. Ez az anyag szűri az ultraibolya (UV) közeli sugárzásokat, melynek eredményeként a kontraszt szenzibilitása nő, a fény szóródása pedig csökken (Hueter et al., 1991; Carrier et al., 2004). Porcos halaknál az akkomodáció során a lencse pozíciója a lencse függesztő rostok és a sugárizmok együttes működésével változik, a retinához közeledik vagy távolodik. Így kap éles képet az állat (Silvak & Gilbert, 1976).

Fejlett látásuknak köszönhetően a beeső fény hullámhossz széles skáláját képesek látni és emellett jól tolerálják az eltérő fényintenzitást. Emiatt extrém alacsony fényviszonyok mellett is jól látnak. A cápák színlátását tekintve a mai napig nem egyértelműek az eredmények, viselkedés vizsgálati mérések alapján különbséget tesznek kontrasztok között (Sabalones et al., 2004). A tréning során alkalmazott eszközök megtervezésénél mi is ezen tulajdonságukat használtuk ki. A látás jelentősége egyes fajoknál eltérő az élettér és életvitel függvényében (Carrier et al., 2004).

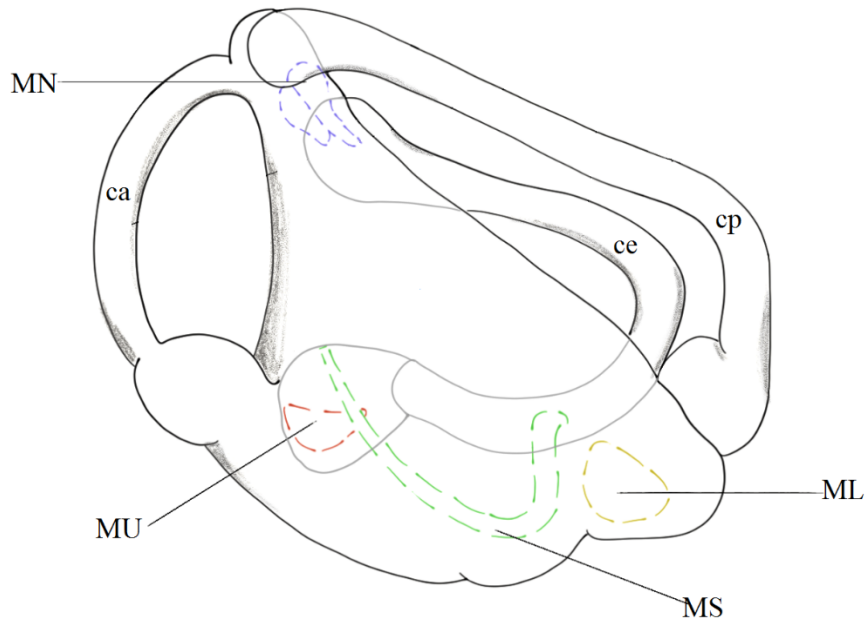
I.I.B.2.. Hallás

A hallásnak különösen nagy jelentősége van az állatok életében, mivel a vízen keresztül a hangok sokkal nagyobb távolságokba juthatnak el. Nem ismert, hogy a cápák hangadó állatok lennének, ezért hallásuk csak a környezeti zajra koncentrálódik (Hart & Collin, 2015). Mint ahogy más gerinceseknél, itt is a VIII. agyideg szállítja az információkat az agy megfelelő területére (Carrier et al., 2004).

I.I.B.2.a. Hallórendszer felépítése és viselkedésbeli szerepe

A halló rendszer a páros belső fülből áll, ami, mint minden halnál a hangok által kiváltott részecske mozgásokat érzékeli (Chapius et al., 2019). Cápák belső fül szerkezetét egy pár membrános labirintus, három félköríves csatorna (*canal anterior ca, c.external ce,*

c.posterior cp) és négy szenzoros makula (*Macula neglecta* MN, *Macula sacculus* MS, *Macula utriculus* MU, *Macula lagena* ML) építi fel. Két szenzoros érzékelő, a *sacculus* és a MN cápáknál egyedülálló, fontos része a hallás anatómiájának (4. ábra). Ezek felelősek a részecskemozgás detektálásában (Chapius et al., 2019).



4. ábra Belső fül felépítése, három félköríves csatorna: *canal anterior* (ca), *c.external* (ce), *c.posterior* (cp) és négy szenzoros makula *Macula neglecta* (MN), *Macula sacculus* (MS), *Macula utriculus* (MU), *Macula lagena* (ML) (saját rajz)

Fokozza a hang erősségét azáltal, hogy az ovális ablak félköríves járat végéhez kapcsolódik (Howes, 1883). A kékcápafélék (*Carcharinidae*) családjában a MN két szőrsejtet foglal magába (Corwin, 1978). Kutatások kimutatták, hogy nemek között is van eltérés a szőrsejtek mennyiségében, a nőstény egyedekben nagyobb számban fordul elő, mint a hímekben (Carrier et al., 2004). A fajok hallásában való különbség a szőrsejtek számában való eltéréstől és a MN *epithelium* méretének különbségéből adódik. Feltételezések szerint körülbelül hasonló a küszöbinger mértéke fajok között (Corwin, 1978)

Cápák figyelmét elsősorban az alacsony frekvenciájú hangok keltik fel, legfeljebb 1,5 kHz. A csúcs 200-600 Hz közé esik, ez fajonként eltérő (Casper & Mann, 2007; Casper & Mann, 2006). Egy hang forrásának detektálása legalább olyan fontos, mint annak meghallása (Sabalones et al., 2004). Laboratóriumi körülmények között kimutatták, hogy rozsdás dajkacápának (*Ginglymostoma cirratum*) másfélszer érzékenyebb a hallása, mint a legtöbb cápának, a 600 Hz-es küszöbingerrel (Casper & Mann, 2006).

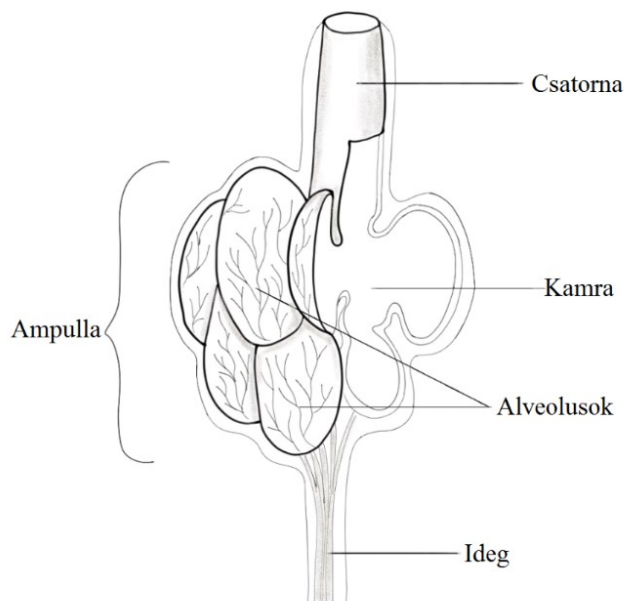
I.I.B.3. Elektromos érzékelés

Minden porcos hal bonyolult elektromos érzékelő rendszerrel rendelkezik. Első sorban külső forrású, gyenge, alacsony frekvenciájú elektromos stimulusok felfogására alkalmasak, melyeknek intenzitása 5 nV/cm (Kalmijin, 1982; Hueter et al., 2004). Ezek az elektromos jeleket érzékelő, szubdermális csoportokat alkotó egységek a Lorenzini-ampullák (Kalmijin, 1982).

I.I.B.3.a. Lorenzini-ampullák

Először 1664-ben Stenonis, majd 1678-ban Lorenzini fedezte fel, de ekkor még fiziológiája és viselkedésben betöltött szerepe ismeretlen volt. Közel 300 év elteltével feltételezték, hogy mechanikai érzékelésben van szerepe, később hőmérséklet receptornak gondolták (Carrier et al., 2004). Majd Brown (2003) igazolta, hogy az extracelluláris gél az ampullában reagál a legkisebb hőmérsékletváltozásra is, ingerületet indukál a sejtekben, ami információként áramlik tovább. Mára ismertté vált, hogy a Lorenzini-ampulláknak geomagnetikus-navigációban, zsákmány és más élőlények bioelektromos mezőjének érzékelésében fontos szerepe van (Hueter & Gilbert, 1990).

Egyetlen ampulla egy kamrából és egy a bőr felszínére nyíló, *subdermalis* csatornából áll. Az alveolusok építik fel a kamrákat, melyekben külön-külön több száz szőrsejt receptor és piramidális támasztó sejt található (5. ábra). A sejtek közötti gyors információ áramlást réskapcsolatok (Tight junction) biztosítják (Carrier et al., 2004).

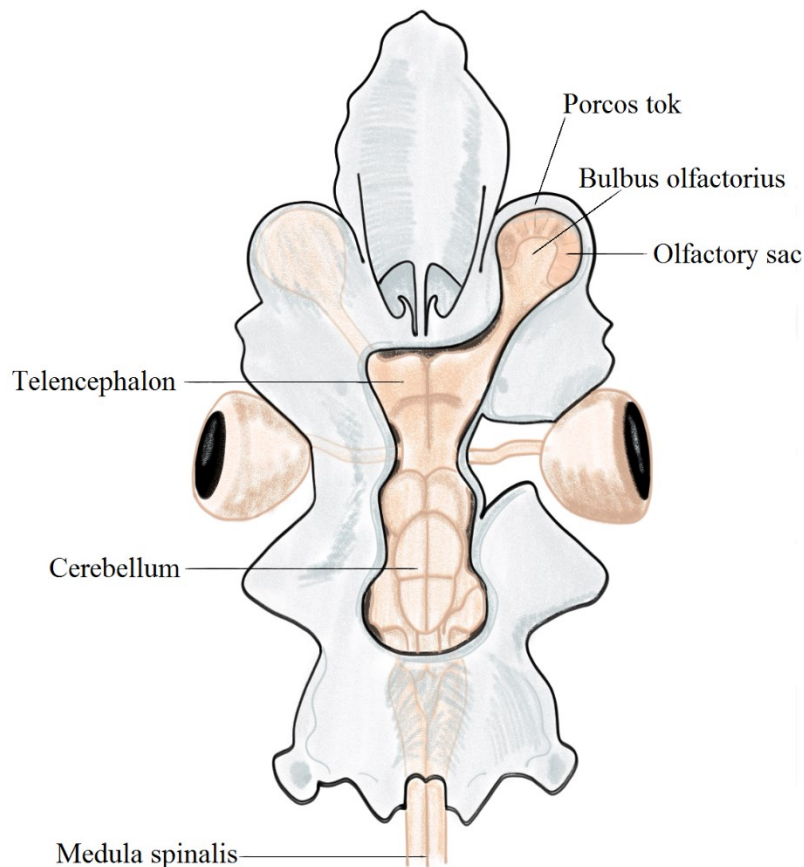


5. ábra Lorenzini-ampula felépítése (saját rajz)

I.I.B.4. Szaglás és kémiai receptorok

Walls már 1942-ben „swimming nose” jelzővel illette a cápákat, ezzel is utalva a szaglás jelentőségére ezeknél az állatoknál. A kutatási eredmények szerint, a cápák a szaganyag alapján képesek megkülönböztetni a stresszes és nyugodt zsákmányt. Egy másik mérés bizonyította, hogy képesek az áramlásban is a halat megtalálni, még ha nem is volt megsebezve (Carrier et al., 2004).

Porcos halaknál a szaglószervek egy laterálisan elhelyezkedő porcos tokban találhatóak, a fej ventrális oldalán, közvetlenül a száj előtt (6. ábra). Gyakran bőrlebenyek figyelhetők meg az ornyílásoknál, amiknek a szerepük a víz áramlási irányának meghatározása. A szaglóhám hasonló a többi gerinceséhez, egyetlen nagy eltérés azonban van. A bipoláris receptor sejtek nem csillóztak, hanem dendritikus dudorok fedik a mikrovillus bolyhokat (Theisen et al., 1986).



6. ábra Szaglógumó- *Bulbus olfactorius* elhelyezkedése (saját rajz Puléra, 2012 alapján)

I.I.B.4.a. Szaglógumó

A *cerebrum* részét képező *telencephalonban* található szaglógumóba futnak az I. pár agyidegen (szaglóideg) érkező ingerületek. Szöveti szerkezete az evolúció során minimális változáson ment át és hasonlít a többi gerinceséhez. A *bulbus olfactorius* mérete különböző fajoknál eltérő, ennek okát abban látják, hogy a szaglás milyen fontosságú szerepet tölt be az adott faj életében. Továbbá a zsákmányszerzés és szociális viselkedésben betöltött szerepe is mérvadó. Például fehér cápa (*Carcharodon carcharias*, Linnaeus, 1758) agyának relatív tömegének 18%-a, míg a *Carcharhiniformes* fajok közé tartozó kékcápa féléknek (*Carcharhinidae*), például magának a kék cápának (*Prionace glauca*, Linnaeus, 1758) mindössze csak 3% (Demski & Nothcutt, 1996).

I.I.B.5. Tapintás

Halak bőre alatt sok szabad idegvégződés található (Merkel, Pacini-testek), melyek közül néhánynak a végén szőrsejtek találhatóak (Kasumyan, 2011). Ezeket zsákmány keresésekor a homokos aljzat felszínének átkutatására használják. Végtagok hiányában cápáknál a tapintás általi információ gyűjtése két féleképpen történik. A fogakban található

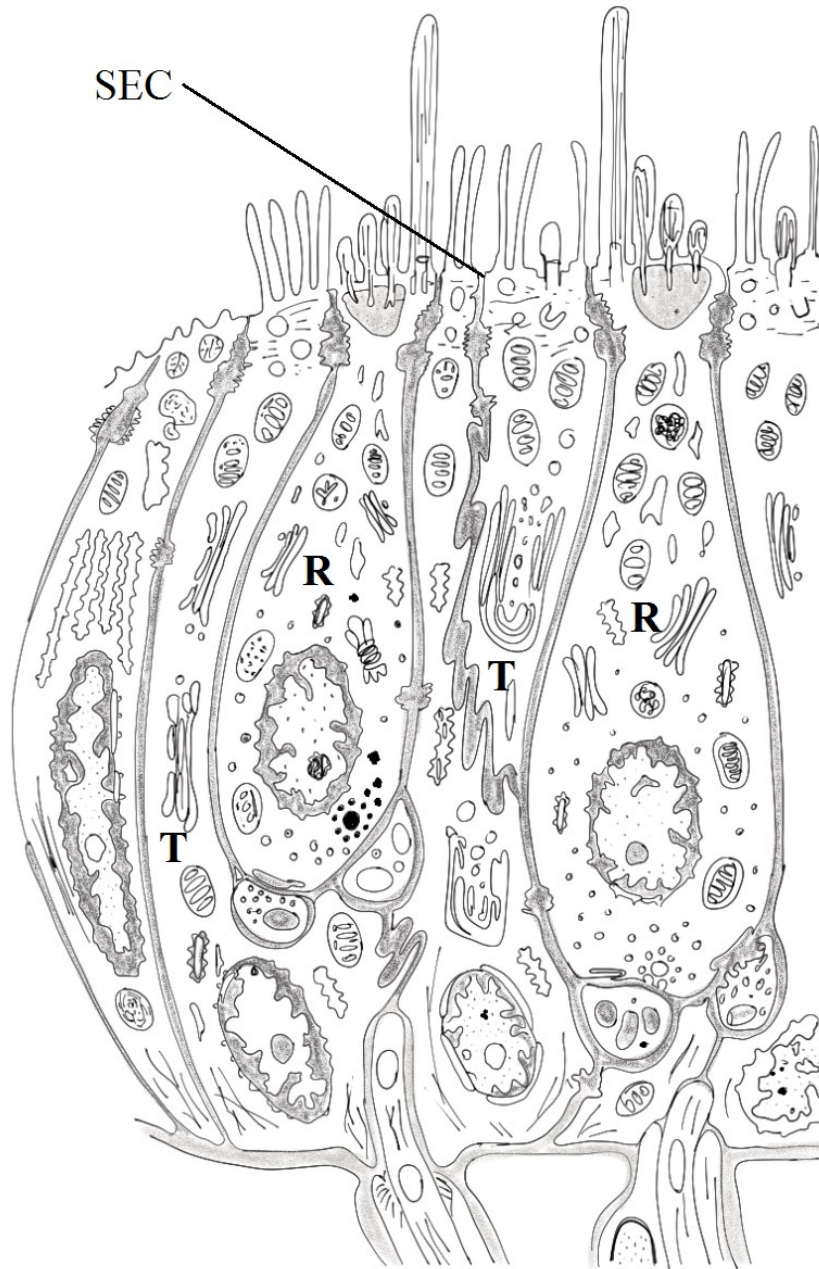
nyomásérzékelő idegvégződések szolgálnak arra, hogy állat több információhoz jusson a zsákmányával kapcsolatban. Az állkapocs precíziós mozgatása és a fogak ezen tulajdonságával képesek letapogatni és így információt gyűjteni a szájukba került élőlényről, tárgyról. Érdeklődő és kíváncsi halakként lévén, sok fajnál kialakult egy úgynevezett kóstoló harapás, ami a támadó jellegűnél egy sokkal gyengébb, kimondottan csak információ gyűjtés célzatú. Az ereje így sem elhanyagolható, legtöbb élőlény számára végzetes is lehet, például emberre (Kasumyan, 2011; Maruska & Tricas, 1998).

I.I.B.6. Oldalvonal, mechano receptor

Cápáknál az érintés megvalósításának másik módjában az oldalvonal segít. Halak életében a különböző erejű áramlatok érzékelése kulcsfontosságú, mert nagyban hozzájárulnak a tájékozódáshoz. Ugyanakkor egy áramlatban érezhető szag koncentrációja elárulja a fajtárs, zsákmány vagy ragadozó jelenlétét és helyzetét is (Gardiner & Atema, 2007; Carrier et al., 2004).

I.I.B.6.a. Elhelyezkedése, felépítés és funkciója

Az oldalvonal egy perifériás szerv, ami végig húzódik a fejtől egészen a farok végéig. Funkcionális egysége a mechano receptorokból álló Neuromast (támasztósejtekkel körülvett szőrsejtek, amit kocsonyás fedő véd) (Hama & Yamada 1977; Carrier et al. 2004) (7. ábra). A receptor sejtek egy *kinociliumot* és akár negyven *stereociliumot* tartalmazhatnak (Hama & Yamada, 1977). A jól látható, folyadékkal telt subepidermalis csatornák az állat egész testén eloszlanak. A fő oldalvonal csatornák mind a feji részen találhatóak, ezek a *supraorbitalis*, *infraorbitalis*, *hyomandibularis* és *mandibuláris* csatornák (Maruska, 2001).



7. ábra Oldalvonal felépítő támasztósejtek (T) és receptor sejtek (R), *secretum* csatornákkal (SEC) (saját rajz)

Csontos halaknál az oldalvonal szerepe sokkal több rétű, mint cápák, ráják esetében. Eddigi vizsgálatok alapján utóbbiaknál inkább csak a zsákmány detektálásába és rheotaxisban van jelentősége viselkedés biológiai szempontból (Carrier et al., 2004).

I.I.B.7. Ízlelés

Porcos halaknál a szájüreget fedő bőr, *external stratum* is placoid pikkelyekkel borított, ami a védelmet szolgálja külső behatások ellen. Ezek alapjául egy meszes váz szolgál, amin egy zománc réteggel fedett dentin kiemelkedés található (Kemp, 1999; Granvendeel et al., 2002).

Ezek a szöveti elemek a száj nyálkahártyájában is megjelennek. Itt elsődleges feladatuk az úszás közben a szájban kialakuló hidrodinamikai áramlatok irányítása a kopoltyúkon át, másodlagos pedig a szájüreg védelme az esetleges sérülések ellen, amit a zsákmány okozhat (Atkinson and Collin, 2012).

A nyelv hiányában az ízlelő szemölcsök a szájüreg és garat falában találhatóak. Legnagyobb sűrűségben a *maxillaris* és a *mandibularis* régiókban figyelhető meg, ennek feltételezhető oka a zsákmány elfogás utáni, annak gyors azonosításában van. A szemölcsök falában helyet foglalnak az ízlelőbimbók, többsejtes perifériás kemoreceptork. Mellettük önálló kemoreceptorok is találhatóak egyenetlenül szétszórva a szájüreg felszínén (Whitear & Moate, 1994; Northcutt, 2004; Atkinson & Collin, 2010).

I.II. Tanulás

Napjaink nagy lehetősége a tudás megszerzésére az iskolákban van, ugyanakkor sokféle értelemben használható maga a tanulás kifejezés. Nincs egységesen elfogadott meghatározása. Általában olyan folyamatot nevezünk tanulásnak, mely során valamilyen külső hatásra tartósan vagy rövid időre, de megváltozik az ember vagy akár állat viselkedése. A szokások, a tudás, mind tanulás útján alakul ki (Brown et al., 2006; Kolb, 2014). A tanulásnak többféle formája létezik, vannak olyanok, amelyek gyorsan, szinte egyszeri tapasztalat eredményeként, mások viszont hosszú, sokszorosán ismételt történések eredményei. Mindegyikben közös, hogy a tapasztalat alakítja ki (Csányi, 2002).

A tanulásra való hajlam is egy öröklött, előre meghatározott fogékonyságon alapszik. Ez azt jelenti, hogy az egyed élete során megtanult, szerzett tudásának előre meghatározott genetikai alapjai vannak. Emellett teljes magatartási formák is öröklődhetnek (Lorenz, 1985).

Az evolúció és neurális tanulás kiegészíti egymást, sőt lehetnek átfedő információk, amiket már a genom is tartalmaz, de az állat élete során is megtapasztalja. Ragadozók esetében a genetikai állomány tartalmazza azt, hogy prédát kell zsákmányolnia, de az idegrendszeri

tanulás alapján tudja megbecsülni az állat, hogy hol és mikor találja meg zsákmányát (Kolb, 2014). Ez a központi idegrendszer „jósló” funkciója, mely az egyik legfontosabb biológiai szempontból. A genetikai információk mindig sokkal tágabbak, mint a tanultak, az előbbieket csak irányt mutatnak, míg a neurális memóriával konkretizálni is tudja a ragadozó saját zsákmányát (Nolfi et al. 1994, Csányi, 2002).

Ivan Petrovics Pavlov nevéhez fűződik az első típusú, vagy klasszikus kondicionálás szabályainak leírása. A második típusú az operáns, vagy instrumentális tanulási formák, melybe az elemi tanulási módszerek tartoznak. Legtöbb második típusú kondicionálási elmélet alapján megállapítható, hogy maga a viselkedés, következményei függvényében változik (Csépe et al., 2007).

Az állatok életében létfontosságú a tanulás és annak folyamata. Az evolúció során számos olyan elemi formája jelent meg a tanulásnak, amivel biztosítja a biológiai túlélését. Az öröklött mozgásmintázatok (ÖMM), a viselkedés öröklött formái, reflexek vagy kiváltó inger alapján megjósolhatóvá teszi ugyanazt a választ különböző egyedeknél (Csányi, 2002; Kolb, 2014).

Például táplálékszerzés, menekülés, szaporodás, szociális viselkedés, mind létfontosságú szükségletek. Ugyanakkor korábbi tapasztalatokra nincs szükség, a környezettől többnyire függetlenül jelenik meg, adott kulcsinger, adott válaszaként. Az a jelenség, hogy egy ÖMM-en alapuló akció kivitelezésekor nem tapasztalható se visszacsatolás az ÖMM szabályozása és a környezet között. Egy adott viselkedés funkció és a tanulás manifesztálódására való hatása között kapcsolatnak kell lennie. A tanulás egyedenként specifikus módon megy végbe, de végeredményként a legnagyobb veszteségnek mindig kisebbnek kell lennie, mint a nyereség, amit optimális viselkedés mellett szerez az állat (Johnston. 1982). Az alkalmazkodás során új mozgásformák alakulhatnak ki, melyek segítik az állatot, hogy képes legyen megjósolni tápláléka helyét és idejét. Az, hogy az állat eszik-e valamit, attól is függ, hogy mennyire éhes, mekkora erőfeszítésbe kerül a táplálék megszerzése, mennyire szereti azt, tudja-e, hogy hol találja. Az állatok öröklött viselkedésformái olyan információkat hordoznak, amelyek az adott állat természetes környezetében értelmezhetők (Csányi, 2002).

A tanult magatartás lényege nem valamilyen jellegzetes viselkedésmintázat, hanem két, időben távoli viselkedési esemény közötti kapcsolat felismerése, az a következtetés, hogy az állat viselkedése megváltozott, méghozzá tapasztalatai hatására (Csányi, 2002).

Fontos különbséget tenni a tudás és teljesítmény között. A tanulás a teljesítmény mértékével mérhető, de figyelembe kell venni a teljesítményt befolyásoló tényezőket is, hogy meghatározhassuk az adott eredmény tanulás eredménye-e vagy sem. Azt, hogy mennyi idő szükséges egy viselkedésváltozás fent maradásához, a tanulás nem határozza meg (Bouton & Moody, 2004; Csányi 2002).

A tanulás formái:

- 1) Habitúció, szenzitiváció, imprinting
- 2) Asszociatív tanulás
 - a. Klasszikus tanulás
 - b. Operáns tanulás
- 3) Belátásos tanulás

I.II.A. Habitúció, szenzitiváció, imprinting

A habitúció során az inger ismétlődése esetén a reakcióválasz gyengül, de akár meg is szűnhet. Ez a kiváltott válaszok változásának legegyszerűbb formája, melynek során az állat rájön, hogy nincs komoly következménye az ingernek, ezért figyelmen kívül hagyható, emiatt gyengül a folyamatos válaszreakció. Például a tüskés pikó esetében, amikor a ragadozó hallal szembeni figyelmét csökkentették a kísérlet során (Hauntingford & Coulter, 1989). Ennek fordítottja, amikor az ingerre adott válasz erősödik, ezt szenzitivációnak nevezzük, ilyenkor egy fokozott válasz váltódik ki. Minden a viselkedési forma korábbi tapasztalatokkal áll kapcsolatban. Diszhabitúcióról akkor beszélünk, ha a habituált inger során kialakult válasz meghatározott idő elteltével ismét választ vált ki. Fiziológiás haszna, hogy elősegíti új inger megjelenését. Imprinting vagy korai bevésődés egy bizonyos magatartásforma és egy bizonyos ingerhelyzet megerősítés nélküli társítása. Feltétele, hogy az inger egy bizonyos időn belül jelenjen meg (Csépe et al., 2007; Winkler, 2015).

I.II.B. Asszociatív tanulás

A klasszikus és az operáns kondicionálás, másként asszociatív tanulás vagy társításos tanulási formák során az állatok azt tanulják meg, hogy adott események együtt járnak. A klasszikus kondicionálásnál bizonyos eseményt egy másik követ, például a cápa megtanulja, hogy a kókuszdiók összeverődésének hangja után etetés következik (Ramirez, 1999).

Operáns kondicionálásnál az állat válasza egyedi következménnyel jár, például amikor a bezárt macska rájön arra, hogyan kell kinyitni a ketrec ajtaján a reteszt, hogy élelemhez jusson (Csányi, 2002).

A kognitív tanulás komplex folyamat, ami az asszociációk kialakítását, a probléma megoldási feladatok megoldását és a környezetről kialakított mentális térképet is magában foglalja. Részleges megerősítéssel fenntartható egy viselkedés, ha az már rögzült (Csépe et al., 2007).

Ebben a tanulásban a társítás, két esemény gyors egymásra következése vagy egybeesése a fontos, minden más párhuzamosan történő esemény mellékes. Ezen tanulási módszerekben közös, hogy mindig kimutathatóak a kulcsingerek, amik a tanulást irányítják. A folyamat mindig szelektív és kapcsolatban áll öröklött viselkedési formákkal (Csépe et al., 2007; Mackintosh, 1983).

I.II.B.1. Klasszikus kondicionálás (válaszadó kondicionálás)

A klasszikus kondicionálás hatékony módszert és lehetőséget biztosít, hogy alaposabban tanulmányozni lehessen a különböző memorizálási és érzelmi funkciókat az állatoknál. Emellett fontos szem előtt tartani, hogy az állatok teljesítménye kondicionálás során csak közvetett jellegű arról, hogy mit is tanultak igazán (Mark & Woody, 2004).

Az 1900-as évek elején, Ivan Petrovics Pavlov orosz fiziológus munkássága alapozta meg a klasszikus kondicionálással kapcsolatos további kutatásokat. Híres kísérletében egy korábban semleges ingert társított és ez által váltott ki egy biológiailag rögzített választ kutyánál. Ebben az esetben a fény vagy hang volt a feltételes inger (conditional stimulus, CS), míg a kutya nyáladzása, a feltétlen válasz (unconditional response, UCR), ami ételre minden alkalommal kiváltódott. Feltétlen ingernél (unconditional stimulus, UCS) nincs előzetes gyakorlási vagy tanulási feltétel, mert ezek veleszületett viselkedési válaszok. Ez biológiailag rögzített, feltétlen választ (UCR) eredményez. Többszöri ismétlés volt szükséges a korábban semleges inger kapcsolásához, hogy tanulási eredmény szintet érjen el, mert csak ekkor volt kijelenthető, hogy kialakult asszociációs kapcsolat hang és az étel között. A kutya megtanulta, hogy a hangot étel követi, így vált a nyáladzás feltétlen ingerből feltételessé (Csányi, 2002; Csépe et al., 2007; Gormezano et al., 1987; Mackintosh, 1983).

A tanulás ideje, más néven tanulási fázis a kapcsolat teljes kiépüléséig tart, ez magába foglalja a próbák sorozatait, amikor ismételve társítjuk az ingereket. Társításnak nevezzük a feltételes inger és a feltétlen inger összekapcsolását. A cél, hogy a két inger kapcsolata minél

gyorsabban megszilárduljon. Ez akkor valósítható meg, ha a feltételes inger megelőzi a feltétlen ingert.

Fontos tényező a válasz latencia időtartama, ami a feltételes inger megjelenésétől a feltételes válaszig tart. A válaszerősség mérésére alkalmazható, amennyiben a feltételes inger abbamarad feltétlen inger előtt (Simó, 2009).

A tréningek során pozitív megerősítést használunk az állatoknál, amit takarmánnyal való jutalmazással érünk el. A rendszeres, következetes megerősítés eredményeként az operáns válasz gyakorisága nő. Mivel a takarmány az állatok alapvető szükséglete, ezért elsődleges megerősítőnek hívjuk (McCall & Burgin, 2002).

Generalizációnak nevezzük, amikor egy a már korábban megtanult feltételes választ egy ahhoz hasonló inger vált ki, áttevődik a válasz hajlama egy másik tárgyra. Diszkrimináció során az ingerek között teszünk különbséget, a mi esetünk adott cápának a céltárgyak közül a megfelelőt kell kiválasztania (Csányi, 2002).

I.II.B.2. Operáns kondicionálás és tréning

Az operáns (vezérlő) kondicionálás az asszociatív tanulás egy másik formája. Az elmélet és gyakorlati bizonyítása L. Thordike és B.F. Skinner amerikai pszichológusok nevéhez köthetők. Ennek során nem két külső esemény közötti kapcsolatot kell az alanynak felismernie, hanem egy saját, „spontán” reakciója és az azt követő motiváló inger (következmény) közötti kapcsolatot (Gácsi, 2013). Tehát a viselkedésének egyedi következményei vannak és azok, amelyek pozitív megerősítésben részesülnek, sokkal gyakoribb valószínűséggel ismétlődnek meg, mint amelyeket valamilyen negatív inger követ. Az élőlény szempontjából tehát a viselkedés és a konzekvenciája közötti kapcsolat ismeretelméleti probléma (Csányi 2002; Thorndike, 1911). Az idő meghatározó tényező és erős kapcsolatképző hatása lehet két független faktor között (Skinner, 1938).

Bármilyen állattal dolgozunk, csak akkor lehetünk sikeresek, ha képesek vagyunk elérni, hogy az állat pozitív élményként élje meg a tréningeket. A módszer az állatkerti, hivatásos és hobbi állatokkal való közös munkában évtizedek óta jelen van és lehetővé teszi a biztonságosabb és fegyelmezettebb együttműködést. Mindkét asszociációs tanulási formára épít: a pavlovi típusú kondicionálásra és a saját viselkedés fokozatos formálásán alapuló, komplex operáns kondicionálásra (Gácsi, 2013).

Megerősítések és büntetések

A tréningek során ezek nagyon gyakran alkalmazott fogalmak. Ahhoz, hogy állatainknál sikeres eredményeket érhessünk el, olyan eszközökre van szükségünk, melyek természetes igényeikre vagy azokkal társított, tanult ingerekre építenek. A megerősítések olyan ingerek, melyek emelik a valószínűségét annak a viselkedésnek, melyet követnek. A büntetésnél ennek a mechanizmusnak az ellentétéről beszélhetünk, csökkentik azt (Ramirez, 1999). A büntetésnél ennek a mechanizmusnak az ellentétéről beszélhetünk, csökkentik azt (Scarpuzzi et al., 1991).

Azokat az ingereket, melyek hatékonyan erősítenek meg egy viselkedést, anélkül, hogy előtte az kondicionálva lettek volna, feltétel nélküli, vagy elsődleges megerősítésnek nevezzük (Westlund, 2018). Ez esetünkben elsősorban a táplálék (jutalomfalat), de tágabb értelemben minden idesorolható, mely az állat létszükségleteihez nélkülözhetetlen, mint például még, a levegő, a víz vagy a szex. A másodlagos vagy kondicionált megerősítés egy olyan inger, mely szorosan társítva van az elsődleges megerősítéssel (Beeler, 1996). Ezek lehetnek akusztikus, vizuális vagy akár taktilis ingerek. Egy simogatás, egy labda, vagy egy síp hangja. Ezeket kétféleképpen alkalmazhatjuk. Használhatjuk „Keep- Going Signal”, azzaz „Így tovább” jelzésként egy viselkedés során, amely jelzi az állatnak, hogy jó, amit csinál, csak így tovább, hamarosan követi a jutalom. Illetve lehet egy egyszerű „pillanatjelzés” ((Pryor, 1999); Feng et al., 2016). A tréningek során ezeknek a megerősítéseknek a sokfélesége és mennyisége is kulcsfontosságú (Brando, 2010)

A pozitív, negatív megerősítés és büntetés

Az instrumentális (operáns) kondicionálási eljárások aszerint osztályozhatók (1. táblázat), hogy milyen annak a környezeti eseménynek a természete, amelyet az adott válasszal kontrollálunk (Csépe et al., 2007). Az állatot érheti pozitív (appetitív) vagy olyan elkerülendő (averzív) inger, amitől távol tartaná magát, mint egy háló, vagy egy másik állat (Ramirez, 1999). Az instrumentális válasz létrehozhat, előidézhet, vagy éppen megszüntethet, elkerülhet valamilyen eseményt (Csépe et al., 2007) (1. táblázat).

| 1.táblázat A KONDICIONÁLÁS SORÁN ADOTT VISSZACSATOLÁSOK ÉS EZEK EREDMÉNYE | | |
|--|---|--|
| | MEGERŐSÍTÉS | BÜNTETÉS |
| POZITÍV | Hozzáadunk valamit, a viselkedés gyakoriságának növeléséhez | Hozzáadunk valamit, a viselkedés gyakoriságának csökkentéséhez |
| NEGATÍV | Elveszünk valamit, a viselkedés gyakoriságának növeléséből | Elveszünk valamit, a viselkedés gyakoriságának csökkentéséből |

Áthidaló inger

A szaknyelvben „bridging stimuli”-nak vagy „bridge”-nek nevezett másodlagos megerősítés, pontosan megmutatja az állatnak, hogy a kívánt viselkedés mely momentum a kívánt és ismétlődő, azaz pillanatot jelez (Ramirez,1999). Ennek az eszköze lehet egy síp vagy klikker például. Használatánál nagyon fontos a pontos időzítés, hogy se túl hamar, se túl későn ne jelezzünk, mert nagyban befolyásolhatja a kialakítani kívánt viselkedés ívét (Beeler,1996).

Diszkriminatív inger

A diszkriminatív inger vagy stimulus (S^D) segítségével csatolunk egyértelmű jelet egy viselkedéshez. Egy megfelelő inger jelenlétében adott válasz megerősítésre kerül, míg annak hiányában figyelmen kívül hagyásra kerül (Ferster and Skinner, 1957). Miután egy S^D kellőképp megerősítésre kerül, annak jelenléte növelni fogja a válasz gyakoriságát. Tehát az adott jelre adott egyéb válaszok kioltásra kerülnek, és kialakul a viselkedést előidéző saját jelrendszere (Scarpuzzi et al.1991).

Kritérium

A kritérium mindig az a minimum kitűzött cél, amit az állattól elvárunk, hogy teljesítsen a viselkedés során. Nagyon fontos szabálya, hogy mindig épp csak annyira emeljük a kritérium határát, hogy reális esélye legyen a megerősítésnek (Pryor, 2002).

I.II.C. Belátásos tanulás

A korábban külön egy-egy feladatként megtanult elemeket, most rész-feladatok együttes felhasználása szükséges probléma megoldásához. Ez egyfajta fokozatos tanulásra ad lehetőséget (Csépe et al., 2007).

I.III. Konzerváció

I.III.A. Veszélyeztetettség okai

Évente több, mint százmillió cápát mészárolnak le kegyetlen és embertelen körülmények között, aminek az egyik legfőbb oka a cápauszony kereskedelem. Az uszonyhalászat során a halászok az állatnak csak az uszonyait vágják le és, hogy minél jobban kihasználják a hajó kapacitását, a még élő állatot visszalökik a vízbe. A cápa magatehetetlenül süllyed a tengerfenékre, ahol mozgásra képtelenül megfullad (Baum et al., 2003; Green, 2015; Sebastian et al., 2008). IUCN (International Union for the Conservation of Nature) adatai alapján a nyílt vízi cápafajok hozzávetőlegesen kétharmadát fenyegeti a kihalás veszélye az uszonyhalászat miatt. Az IUCN Vörös listáján folyamatosan nő a porcos halak fajszáma, sőt a nagyobb gazdasági értékkel bíró fajokat már a CITES (Convention of International trade in Endangered Species) is listázza (Dulvy et al., 2014). Az elmúlt 15 évben a fehér cápa (*Carcharodon carcharias* Linnaeus, 1758), a csipkés pörölycápa (*Sphyrna lewini* Griffith & Smith, 1834) és rókacápa (*Alopias vulpinus* Bonnaterre, 1788) fajok egyedszáma 75 %-kal csökkent (Baum et al. 2003).

A keleti kultúra egyik hagyománya a cápauszony leves fogyasztása esküvőkön, a Föld más pontjain pedig kulináris élvezeti cikknek számít. Magának az uszonymak szinte semmilyen íze nincs, mint ahogy a cápahúsnek sem, erőteljes fűszerezést igényel a leves. Az uszony csak a jellegzetes, kocsonyás állaghoz szükséges, amit a benne lévő kollagén ad. Ez bármelyik más tenyésztett porcos halból vagy háziállatból is kinyerhető lenne. Egy tál leves ára 100 amerikai dollárba, azaz több, mint 30 000 magyar forintba kerül, de Hon Kong-i luxus éttermekben 1000 amerikai dollárt is elkérnek (Dulvy et al., 2008; Green, 2015; Verlecar et al., 2007).

A halászatuk mellett más tényezők is hozzájárulnak, hogy sok cápa faj a kihalás szélére sodródik. A hosszú gesztációs idő miatt is veszélyeztetettek, mert a reprodukciós idejük nem elég gyors ahhoz, hogy új egyedeket tudjanak létrehozni, amivel a természet pótolni tudná a lehalászott példányokat (Cailliet & Goldman, 2004). A cápák tengerek, óceánok csúcsragadozói révén erős hatással vannak környezetük ökoszisztémájára. Egyedszám

csökkenésük közvetlenül zsákmányaik elszaporodásához vezethet, közvetetten pedig más fajok eltűnéséhez ezzel felborítva az egyensúlyt. Életterük elpusztításával megszűnnek azok a táplálékláncok, amelyek biztosítják a kellő mennyiségű zsákmányt a cápák számára. Hasonló a helyzet a szaporodási helyeikkel, amelyek élhetetlenné, vagy lakhatatlanná válnak, ha túl szennyeződnek (Sims, 2015).

I.III.B. Cápák akváriumban

Az állatkertek, akváriumok feladatukat tekintve jelentős változásokon mentek át az elmúlt évtizedekben. Egyre inkább fontos szerepet játszanak a veszélyeztetett fajok megóvásában, mind közvetlenül a fogságban tartott állatok tenyésztési programjaival. Közvetett módon is hozzájárulnak a fajok biológiájának, viselkedésének és szaporodásának megértésében, amely elősegítheti a vadon élő állatok védelmének irányítását (Barongi et al. 2015; Grassmann et al.,2017).

Porcos halak akvárium környezetben tartása nem könnyű feladat, de a tartási technika és háttér technológia fejlődésével manapság fajokban gazdag, több millió literes medencéket lehet üzemeltetni. A sós vízben élő cápák és ráják minden évben egyre több és több embert vonzanak be a kiállító termekbe, mint ahogy az édesvízi fajok is. Az itt élő egyedek fajtársaik és élőhelyeik hírnökeivé váltak, ezzel is felhívják a látogatók figyelmét a környezet- és fajvédelemre. Max Janse az arnhemi Royal Burger's Zoo akvárium kurátora és társai egy 2017-es cikkhez felmérést készítettek Európában az akváriumban tartott fajokról. Százkettő porcos hal fajt regisztráltak, ami közel kilenc százaléka az összes eddig leírt fajsámnak (Janse et al., 2017). Nagyobb többségben bentikus fajokat tartanak az akváriumok. Az szaporodó állatok 51 és 250 centiméter közötti testhosszal rendelkeznek. 2017-ben 42 faj vett részt az ex-situ európai cápa és rája szaporítási programban. Az IUCN (Természetvédelmi Világszövetség) és fajkoordinátorok célja a változatos genetikai állomány fenntartása és tenyésztési kutatások fejlesztése (Henningsen et al, 2004).

Az akváriumban élő cápáknál megfigyelhető, hogy gyorsabban nőnek, viszont a teljes testhosszuk (TL) rövidebb, mint vadon élő társaiké. Gyakori, hogy élettartamuk hosszabb mesterséges körülmények között, hiszen nem lesznek prédák, nincs kompetíció fajtársakkal és az állatorvosi kezeléseknél köszönhetően esetleges megbetegedésekből meggyógyíthatóak (Charbeneau, 2004).

I.III.C. Jövőkép

Porcos halak rehabilitációja egyelőre még megvalósítható, de időre és több területen való erős összefogásra van szükség (Ward-Paige et al., 2012).

Az elsődleges védelem érdekében változtatni kell a közvélemény álláspontján a cápákról. Kezdve azt a téves hitet, hogy meg kell védeni az embereket a cápákkal szemben, annak megértéséig, hogy valójában a cápákat kellene az emberektől (Simpfendorfer et al. 2011). Folyamatos foglalkozás az akváriumi cápákkal segít a biológusoknak, megérteni az állatok működését, életfeltételeit. Ezek az adatok sokban hozzájárulnak a terepi kutatásokhoz, így a védelmükhöz is (Grassman et al., 2017).

Talán az egyik legfontosabb küldetése az állatkerteknek, hogy kapcsolatot teremtsenek a látogatók és az állatok között. Cápákkal való találkozásakor az emberek láthatják, hogy nem vérszomjas szörnyekről van szó és talán a sok negatív mítoszt elfelejtik, amik körül lengik ezeket a csodás ragadozókat. Majd ha az emberek ráébrednek arra, hogy milyen értéket is képviselnek a cápák és megtanulják, hogy milyen fontos szerepük van az élővilág fenntartásában, akkor majd a félelmük együttérzéssé válik és tudásuk fogja inspirálni őket, hogy lépéseket tegyenek a cápák védelméért (Ward., et al 2012).

II. Célkitűzések

A szakdolgozatomban egy olyan módszertan kidolgozását tűztük ki célul, amelyet bentikus cápafajokon alkalmazva kontrollált etetések és állategészségügyi vizsgálatok válnak megvalósíthatóvá relatív rövid idő alatt. Az akváriumokba újonnan érkező egyedek betanítási ideje kulcsfontosságú, minél előbb lehet az állatokhoz hozzáérni, stressz mentesen megközelíteni, vizsgálatokat elvégezni, annál hamarabb lehet beállítani étrendjüket és figyelemmel követni az egészségi állapotukat. A tréning az állatok kifinomult érzékszervei közül elsősorban a látásukra és hallásukra épül. Hipotézisünk, hogy a betanított állatok képesek különbséget tenni a saját és a többi egyed jelei között, így a tréning során alkalmazott módszer felhasználható több cápa közül egynek a kiválasztására és annak a vizsgálati területre való hívására. A kutatás során feltételezzük, hogy pozitív megerősítéssel való tanítás útján, az állatok képesek megtanulni és megkülönböztetni ezeket az egyedi jelzéseket. Továbbá cél, hogy a Fővárosi Állat- és Növénykert cápáinak és azok gondozóinak könnyen a napi rutinjává válhasson a tréning, hogy ezt a módszert alapul véve további, komplexebb feladatok betanítása is megvalósítható legyen. Továbbá célunk a rendszeres tréningeken keresztül az állatok környezetgazdagítás, fizikai és mentális egészségük, ami biztosítja az egészséges testi és agyi működésük fenntartását. Nem utolsó sorban pedig, az új egyedek beintegrálása a már képzett csapatba gördülékenyen, agresszió és stressz mentesen le tudjon zajlani.

III. Anyag és módszer

III.I. Tartó hely bemutatása

Szakdolgozathoz használt vizsgálatokat és méréseket Budapesten a Fővárosi Állat- és Növénykert Cápasulijának legnagyobb medencéjében végeztük. A szűréssel együtt 780.000 literes medence aljzata két mélységgel rendelkezik. A medence közel kétharmada 250 centiméter, a további terület 360 centiméter mélységű, közel egyharmada hálóval leválasztva különít el két feketefoltú szirtcápát (*Carcharhinus melanopterus* Quoy & Gaimard, 1824). A változatosságot növeli 3, tetőszerkezetet tartó oszlop, amelyekre a medence fölött végig húzódó fa-híd is rögzítve van. Etetésre és megfigyelésre egyaránt alkalmas helyeket biztosít a gondozók számára. Az objektum elegendő teret biztosít az állatoknak, amit a 1998. évi XXVIII. törvény, 85/2015. (XII. 17.) FM rendelet 4.1 pontja is megkövetel. A medencéhez tartozik egy a medencébe 6 lépcsőfokon át vezető, a bűvárok számára bejutást biztosító 1,55m széles platform, ahol a tréningek is zajlottak. A lépcsők felülete egyenként 0,44m², magasságuk 28cm (1. melléklet). A medence nevelő funkciót lát el a fiatal cápák és ráják számára. A Biodóm megnyitása után majd háttér és karantén medenceként fog üzemelni. A víz megfelelő minőségét egy biológiai és mechanikai szűrőkörből álló létfentartó rendszer biztosítja. A tengeri akváriumokra jellemző kiegyenlítő tartályhoz (mely a medence rövid hátfalán helyezkedik el) csatlakozik két biológiai szűrőtorony és a fehérje lehabzó, melybe pedig az ózongenerátor. A visszanyomó szivattyúk ebből a tartályból táplálják vissza az oxigenizált vizet a medence több pontján. A mechanikai szűrőkör elemei a homokszűrők, UV szűrők és hőcserélők, ezeket a medencefenéken található elszívó csövek táplálják. Fontos, hogy a gondozók a medence minden pontját belássák. A funkcionális dekoráció macskakövekből és mesterséges algákból áll, ami szegényesnek tűnhet, de az állatok számára minden biztosított. A medence állandó hőmérséklete 24,5°C, amennyiben szükséges, állítható. Ennek oka az állatok agresszív viselkedése lehet. Néhány tizedes eltérés már befolyásoló tényezőként hat. Minden napi rutinként mérésre kerül a víz sósűrűsége, pH-ja, hőmérséklete, redukciós-oxidációs potenciálja (ORP) és az oldott oxigén mennyisége (DO) (2. táblázat).

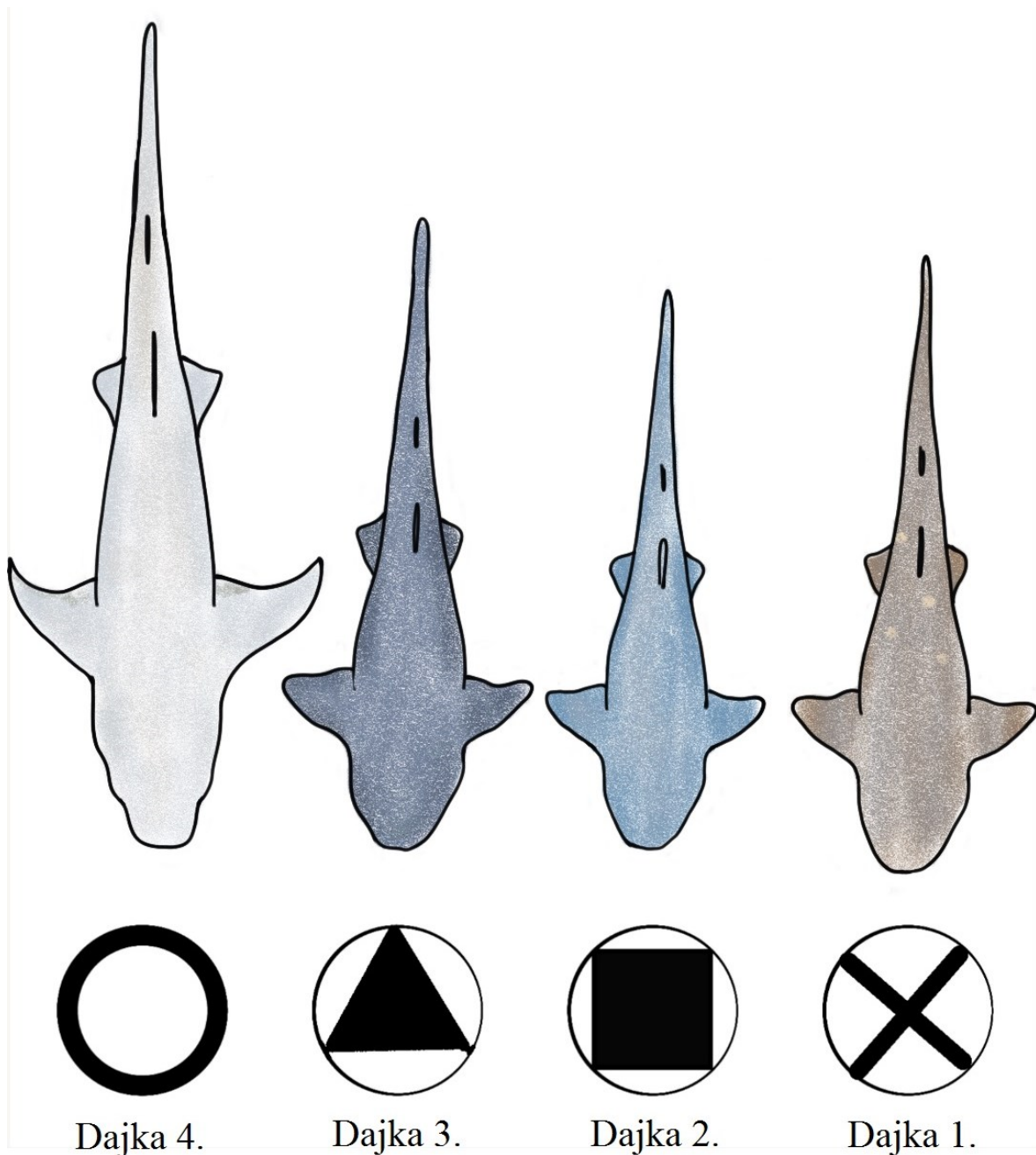
| 2. táblázat VÍZÉRTÉKEK | | | |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Víz mérési adatok | Átlagértékek | Határértékek | |
| | | Min. érték | Max. érték |
| Sósűrűség | 1,021 | 1,019 | 1,025 |
| pH | 8,2 | 7,8 | 8,4 |
| ORP | 295 | 250 | 380 |
| DO | 90% | 85% | 98% |

III.II. Tréning során alkalmazott eszközök és a helyszín

A tréningre a medence egy olyan pontját választottuk, ami eltér a cápák napi rutinjában látogatott helyektől és mi is jól hozzáférünk. A plató lépcsős része, 155cm széles és 169cm-en 6 lépcső vezet be a vízbe, ahol a mélység 80cm. A cápák szemből érkeznek be a területre, egyik oldalról hálóval választottuk le, a másiktól pedig a fal biztosította a határokat. Fontos, hogy bármikor el tudtak úszni, nem voltak bezárva és önként vettek részt a tréningeken.

Amikor tengervízben dolgozunk, csak olyan eszközöket használhatunk, amik ellenállnak a sós víznek és nem oldódik ki belőlük semmi, hiszen azzal a víz minőségét rontanánk és az állatok egészségét kockáztatnánk. A céltárgy két fő részből áll: az egyik maga a korong, amelyen fehér alapon feketével rajzolt jelként funkcionáló geometriai forma van. A korongok 25cm átmérőjűek voltak, a négyzet oldala 17,7cm, a szabályos háromszögé 20cm. A körök vastagsága 2,5cm, az X-t alkotó csíkoké pedig 2cm. (8. ábra) A másik az ezt tartó csőrendszer, ami a lépcsőkre illeszkedve támaszkodik (9. ábra).

A cápák méreteinek és születéseik részletes adatait a 3. melléklet tartalmazza.



8. ábra a 4 cápa az egyedi céltárgyukkal

A korongok méretét és elhelyezését úgy alakítottuk, hogy használatukkor az egész terjedelmükkel a víz alatt legyenek, hogy a cápák ne kapjanak tört képet és ne tudjanak tovább úszni mellettük illetve ne nyeljenek levegőt a jutalmak csőből való kiszippantásakor. A korongok habosított PVC lapokból lettek kivágva, sima felületük és lecsiszolt élük nem tud sérülést okozni az állatokban. A lapok közepére 5 centiméter nagyságú lyukat vágunk, amin az állatok ki tudják szippantani a jutalmat. Ennél a lyuknál rögzítettük a tartó csövekhez egy átfúrt végelező dugóval. Az átfúrássra azért volt szükség, hogy a jutalomfalat ki tudjon

jutni a csőből. Ezen cső, közvetlen a korong mögötti területén egy 6 cm hosszú és 3 cm széles lyuk lett vágva, ami az általunk vélt legjobb lehetőséget biztosítja a jutalmazásra. A PVC anyagú SB-PP 50/50-es vékonyfalú lefolyó cső és idomok pontosan méretre szabhatók volt a csőrendszer (9. ábra; 10. ábra). Minden vágott felület alapos csiszolása után a szerkezet összes darabja Bradoman Soft[®]-tal fertőtlenítve lett, majd ezt egy napos áztatás követte édesvízben. Az elemek csak ezek után kerülhettek a cápák medencéjébe.



9. ábra Céltárgyak és a tartó rendszer felső nézetből



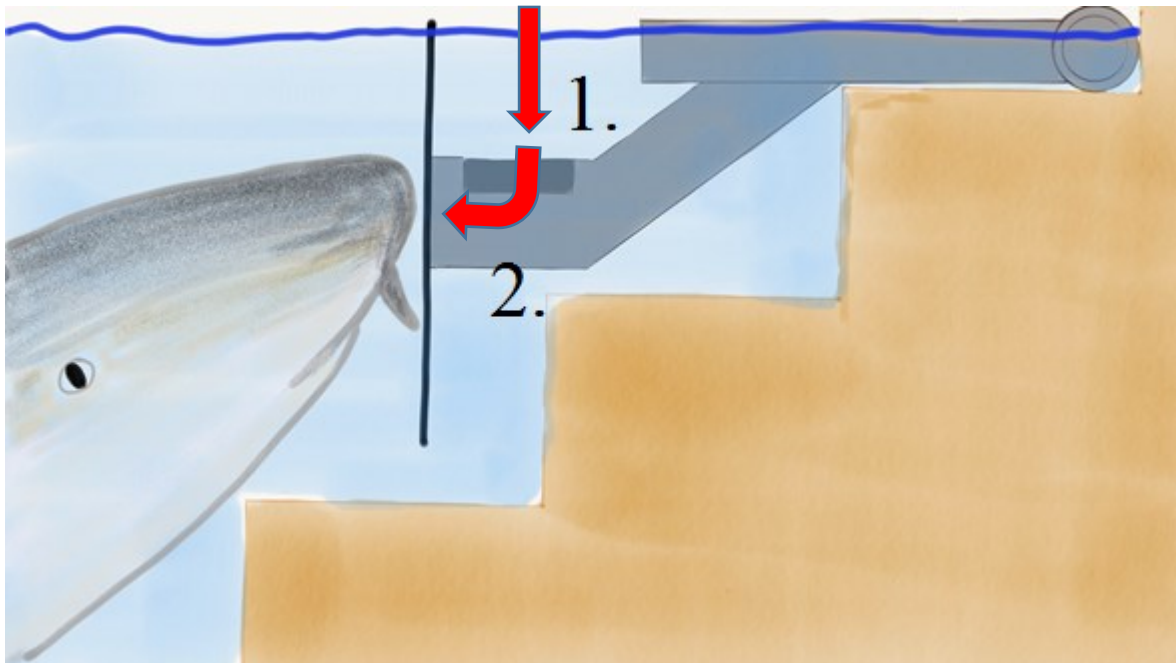
10. ábra Céltárgyak szemből

III.II. Tanulás menete, tréning és kondicionálás

A tréningek heti négy alkalommal, naponta egyszer zajlottak a rendszeres etetéseket követően. Az előre kimért napi takarmány adag tartalmazta a tréningre szánt mennyiséget is. A tréningek során minden állatra egyforma mennyiségű fehérlábú ostorgarnéla (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) lett kiporciózva. A fagyasztott garnélák előző nap a -21°C-os mélyhűtőből a 2°C-os olvasztóhűtőbe lettek áthelyezve, majd tréning előtt közvetlenül, amennyiben szükséges volt, hideg öblítő mosást alkalmaztunk a teljes kiolvasztáshoz. Az egész rákokat kisebb darabokra vágtuk, hogy elegendő mennyiség álljon a rendelkezésünkre.

III.II.A. Egyedi kondicionálás

A cápákkal először külön-külön, egyedenként foglalkoztunk. Minden cápának a számára kijelölt egyedi mintázatú céltárgy (továbbiakban target) bemutatása volt az első lépés. Kezdetben hozzászoktattuk az állatokat ahhoz, hogy feljőjenek a lépcsőre, nyugodtan (volt, aki sokáig nem mert), majd rávezettük őket, hogy megérintsék a korongot (11. ábra). Mindezt pozitív megerősítés által. Ügyeltünk a fokozatosságra és jutalmazásra, hogy az elvárt részfeladatok elvégzése után azonnal megkapja rákot az állat.



11. ábra . ábra A cápa jutalmazása. 1. nyíl jutalom elhelyezését, 2. nyíl annak útját mutatja. (saját ábra)

III.II.B. Diszkrimináció

Más egyedek jelzéseit is bemutattuk a vizsgált cápának, de ott elmaradt a jutalmazás, így az semleges maradt számára.

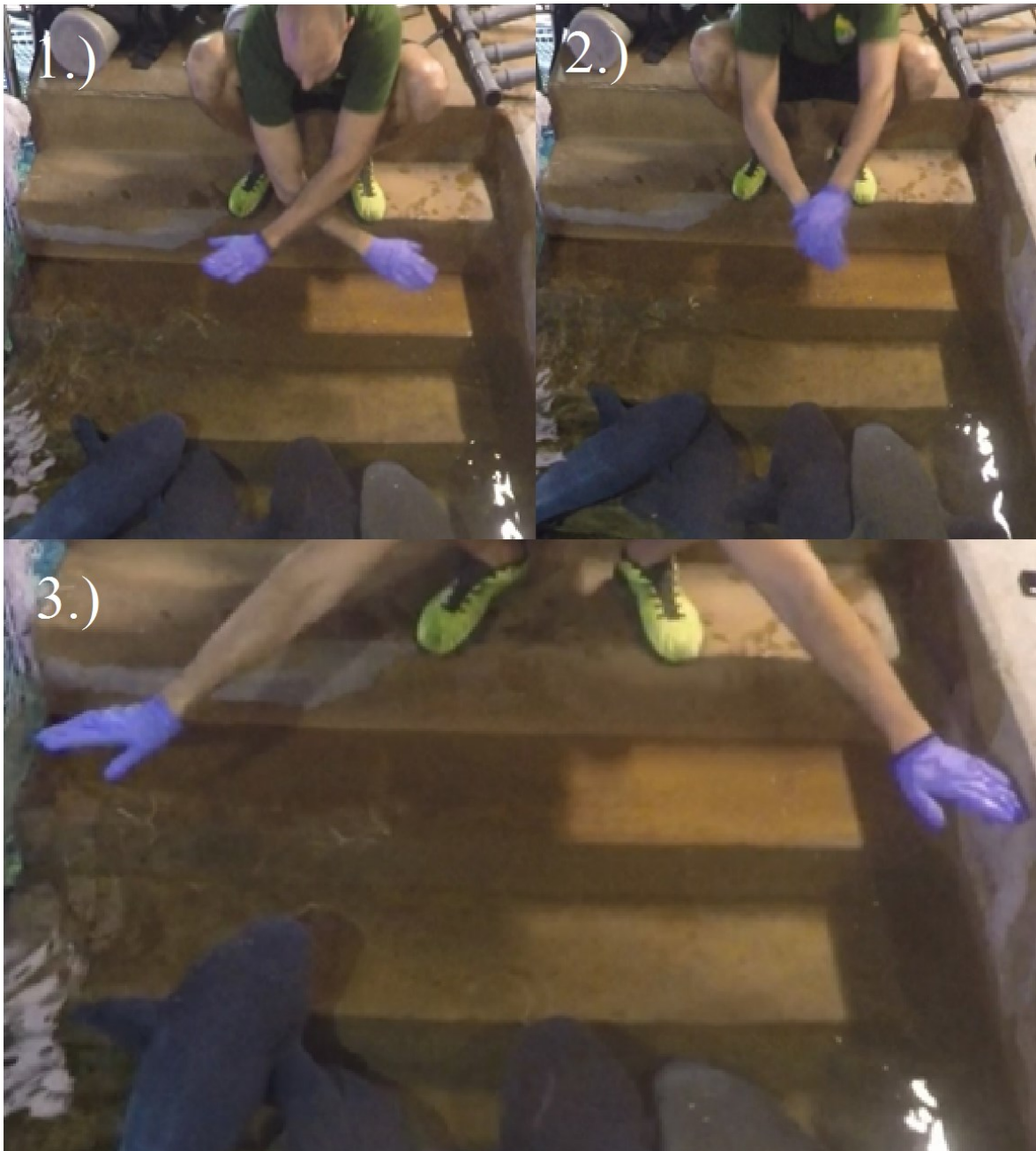
A második szakaszban már mind a négy cápa egyedi táblája egyszerre került a vízbe, így az állatok már beúszáskor ki tudták választani a helyüket, amit a target elhelyezkedése határozott meg. Megfelelő hely elfoglalásakor jutalmaztuk és minden további bökésnél megerősítettük az állatot. Változtatni kellett a target helyét a tréningek között, hogy ne egy helyre szoktassunk egy egyedet. Egymást követő tréningeken nem hívtunk adott cápát kétszer ugyanarra a helyre, a jeleket mindig eggyel jobbra csúsztattuk. Az elsőt a második helyére, a másodikat a harmadikéra, a harmadikat a negyedikére és a negyedikből pedig lett az első. Miután minden target volt mind a négy pozícióban a kört megfordítottuk.

III.II.C. Behívás

Bevezettünk egy az emlősöknél is alkalmazott új elemet, hogy az állatokat még jobban kontroll alatt tudjuk. Ez a behívás vagy recall. A célja az, hogy a cápákat bármikor fel tudjuk hívni a tréninghelyre. Az állatoknál feltételes reflexet kialakítva megtanítottuk, hogy a csörgő hangja mindig etetés követi, ezért a medence bármely pontjából felhívhatóak lettek. A cápák behívása a Pápua Új-Guineában található Bismarck-szigeteken élő őslakosok által használt módszer alkalmazásával történt. Négy kókuszdió félbevágása, kibelezése és tisztítása után azok kezdetben műanyagra majd egy acél gyűrűre lettek felfűzve, amin szabadon mozoghattak. Vízbe mártáskor összeütődésük hatására egy a környezettől eltérő, egyedi hangot adnak ki, amikre a cápák felfigyelnek.

III.II.D. „Vége” jelzés

A tréningeket a tengeri emlősöknél is rendszeresen alkalmazott úgynevezett „vége” jelzéssel vagy „end-signal”-lal zártuk, ami a feladatok és jutalmazások végét jelenti. A tréner az állatok feje előtt keresztbe teszi karjait, majd egy határozott, de nem túl gyors mozdulattal oldal irányba széthúzza. Ezzel jelezve az állatnak, hogy az adott eseménynek vége. Búvárok víz alatti etetés végén is ezzel a mozdulattal jelzik az állatoknak, hogy a takarmány elfogyott, az etetésnek vége, ilyenkor az elvárt viselkedési elem, hogy az állat elúszik. (12. ábra).



12. ábra "Vége"- jelzés folyamata

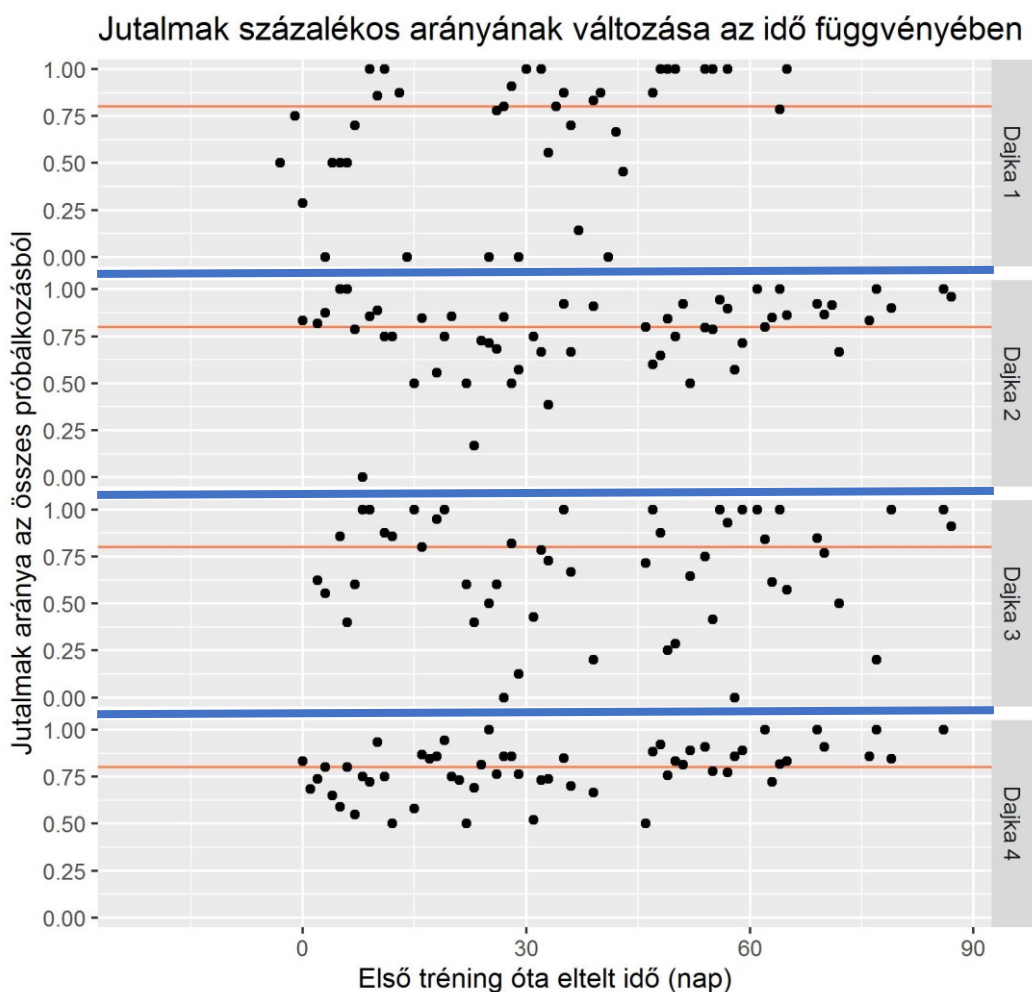
III.III. Képrögzítés és feldolgozás

A tréningek minden alkalommal ugyanabból a pontból GoPro 4 Silver[®] akció kamerával, 1280 x 720 pixel felbontásban, 16:9-es képarányban kerültek rögzítésre. A kamerába 32 gigabyte-os ScanDisk[©] micro SD memóriakártya került használatra. Ezen egyszerre tizenöt felvételnek volt hely. A rögzített anyagokat számítógépen egy csak erre a célra használt SONY[®] külső merevlemezen tároltuk. Egy terabyte méret elegendő volt a hetven felvétel tárolására.

A videó anyagok feldolgozása a BORIS v. 7.9.8. ingyenes (Open source), viselkedés elemző programmal történt. A kinyert statisztikai adatokat destruktív statisztikával elemeztem. A felvételekről utólag pontosan elemezhető a cápák tanulásának fejlődése és egyéb viselkedésbéli paramétereik. A program lehetővé teszi, hogy folyamatokat és pontszerű eseményeket is rögzítsünk. A tréningeket három másodperccel mérhető szakaszra bontottuk. Első a hívás és megérkezés közötti intervallum, második, amíg az állat a felvételen tartózkodik, részt vesz a tréningben. A harmadik pedig az End-signal után eltelt idő, amíg a cápa a vizsgálati területen tartózkodik. Az első és harmadik szakasz hossza információt ad a tanulás sikerességéről, hogy mennyire tudták elsajátítani a kókusz csörgés jelentését illetve a „feladat vége” jelzést. Ezek minél rövidebbek annál erősebb az inger kiváltó jelzés hatása. A videók elemzése során figyeltük a jutalmazás, tévesztés és agresszió megjelenésének gyakoriságát is. Jutalmazás a saját target bökése után történt, míg rossz helyen való szippantás esetén nem volt pozitív megerősítésre ok. Másik egyed elkergetését, arrébb lökését agresszióknak jegyeztük, de a közös munka során ennek mértéke jelentősen csökkent, mint ahogy a tévesztések száma is.

IV. Eredmények

A vizsgálat során 4 dajkacápával dolgoztunk, Dajka1.(D1), Dajka2.(D2), Dajka3.(D3), Dajka4.(D4) és összesen 62 elemzett felvétel készült. A tréningek menetében két periódust különítettünk el. Kezdő periódus vagy Training (továbbiakban Training) az első 14 alkalmat foglalja magába, azaz a felvételek 2988-tól 3002-ig. Ekkor zajlott az egyedenkénti, egyedi target megismertetése. Második periódus vagy Test periódus (továbbiakban Test) tartalmazza a többi 48 felvételt, 3003-tól, amin a cápák már egyszerre vettek részt. Az állatok megtanulták a saját egyedi target-üket, aminek kritériuma a >80 % feletti sikeresség volt a jutalmazás és az összes próbálkozás arányában. A 45. nap után történt jelentős változás D1, D2 és d4-nél. A D3-as egyed is mutatja a tanulás jeleit, de a többiektől el van maradva, annak ellenére, hogy a Training-ek 85,72%-án részt vett és a Test periódus 91,66%-án (13. ábra; 3. táblázat).



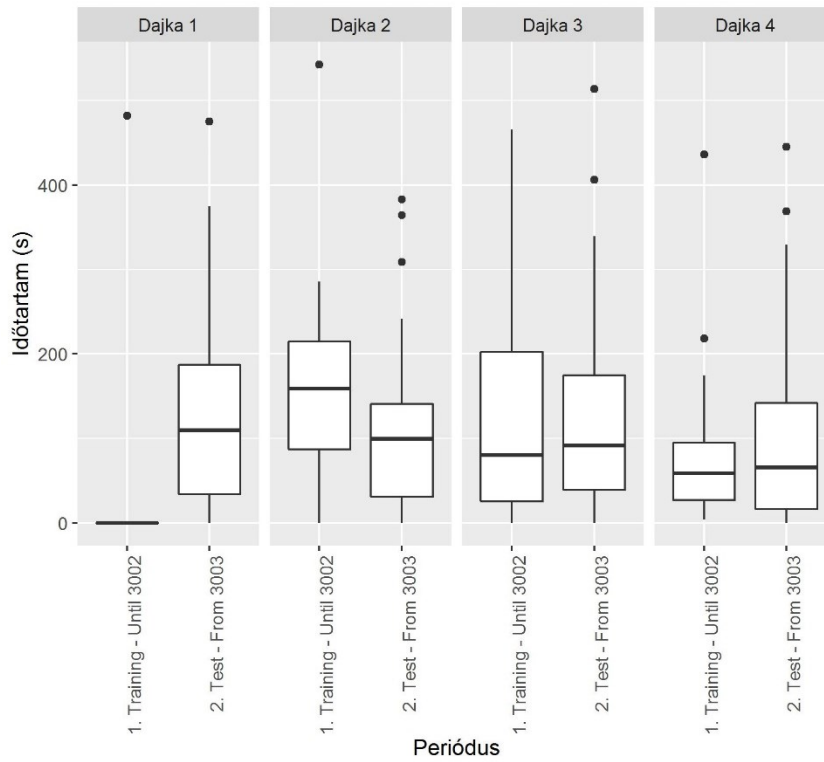
13. ábra Operáns tanulás eredménye a 4 dajka cápánál. A narancssárga vonal jelzi a 80%-os kritérium határt. Jutalmazások aránya a 45. nap után jelentősen megnőtt

Vizsgáltuk az állatok periodikus megjelenésének mennyiségét külön a Training és külön a Test periódusban is (3. táblázat), illetve megnéztük, hogy az összes alkalomnál hogyan oszlott ez el. A 62 alkalomból D2 jelent meg a legtöbbször, az esetek 93,548%-ban, míg D1 a legkevesebbszer, csak 69,354%-ban (4. táblázat), ennek ellenére d3 bizonyult a leggyengébben teljesítőnek.

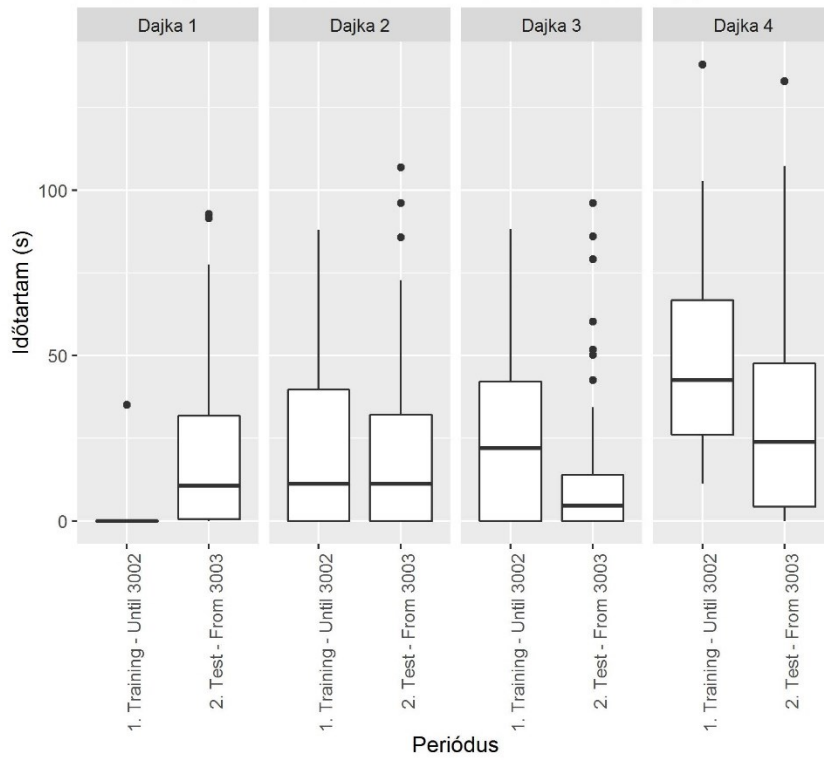
| 3. táblázat Trainingek és Testek periodikus részvételi aránya | | | | | | |
|---|----------|--------|--------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Periodikus | Alkalmak | Állat | Megjelenések száma | Összes alkalom | Százalékos megjelenés (%) | Periodikus-százaléko megjelenés (%) |
| Training – 3002ig | 14 | Dajka1 | 0 | 62 | 0 | 0 |
| Training – 3002ig | 14 | Dajka2 | 12 | 62 | 19,35484 | 85,71429 |
| Training – 3002ig | 14 | Dajka3 | 12 | 62 | 19,35484 | 85,71429 |
| Training – 3002ig | 14 | Dajka4 | 14 | 62 | 22,58065 | 100 |
| Test – 3003tól | 48 | Dajka1 | 43 | 62 | 69,35484 | 89,58333 |
| Test – 3003tól | 48 | Dajka2 | 46 | 62 | 74,19355 | 95,83333 |
| Test – 3003tól | 48 | Dajka3 | 44 | 62 | 70,96774 | 91,66667 |
| Test – 3003tól | 48 | Dajka4 | 43 | 62 | 69,35484 | 89,58333 |

| 4. táblázat, a cápák százalékos részvételi aránya | | | |
|---|--------------------|----------------|--------------------------|
| | Megjelenések száma | Összes alkalom | Százalékos részvétel (%) |
| Dajka1 | 43 | 62 | 69,35484 |
| Dajka2 | 58 | 62 | 93,54839 |
| Dajka3 | 56 | 62 | 90,32258 |
| Dajka4 | 57 | 62 | 91,93548 |

Azt, hogy a felhívás és a „vége”-jelzést megtanulták-e a cápák, arról az adataink nem szolgáltatottak egyértelmű eredményeket. Így azok alapján nem eldönthető se a Training se a Test periódus alatt. A boxplotokon egyenként az látszik, hogy a medián hasonló értékű, nincs eltérés vagy kiugrás és a szórások is hasonló mértékűek mind a két periódusban. Feltételezhető, hogy az állat felismeri a jelet, de a saját egyedi mentalitásában reagál rá (*Boxplot1.*; *Boxplot2*).



Boxplot1. Hívástól a megérkezésig eltelt idő (s) állatonként és periódusonként



Boxplot 2. Távozásig eltelt idő (s) állatonként és periódusonként

V. Értékelés és következtetések

Hipotézisünk, miszerint a tanított állatok képesek különbséget tenni a saját és a többi egyed jelei között igazolást nyert. A klasszikus és operáns kondicionálás segítségével mind a négy cápa tanítható volt mind a négy cápa, 1 homokszínű dajkacápa (*Nebrisu ferrugineus*) és 3 rozsdás dajkacápa (*Ginglymostoma cirratum*), hogy másokét figyelmen kívül hagyva a saját targetét preferálja és ahhoz ússzon oda. Port jacksonoknál (*Heterodontus portusjacksoni* Meyer, 1793) és szürke bambusz cápáknál (*Chiloscyllium griseum* Müller & Henle, 1838) is igazolták a tanulási képességet geometriai formák használatával.

A tréning eredményeként a cápák egészségi állapota magasan jobb szinten tartható, szemben azokkal az egyedekkel, amelyek nincsenek foglalkoztatva más akváriumokban. Továbbá egyedre pontosan nyomon követhető a cápák étrendje, így elkerülhető a máj elzsírosodása és más gastrointestinális megbetegedések is. Ezek a cápák vizsgálataink eredményeként felismerik a céltárgyukat és követik azt. Ennek segítségével pozícionálhatóak a sekély vízben és a mélyebb területek aljzatán is. Nagy jelentősége lesz ennek a jövőben, az Állatkert új részébe, a Biodómba való átköltözés után, ahol egy négyszer ekkora medence fog a cápák rendelkezésére állni.

A tréningek azt a célt is szolgálják, amit Robert Snowden is írt, hogy fontos a cápák, gondozók és a medencében lévő többi hal biztonsága (Snowden, 2008).

A 13 héten át tartó tréning 88 nap alatt 70 felvétel készült, amiből 62-nek az adatai voltak felhasználhatóak az elemzés során. Az adatok mennyisége elegendőnek bizonyult ahhoz, hogy lássuk a tanulási folyamatot mind a 4 cápánál. 45 nap után csökkent jelentős mértékben az állatok tévesztése és nőtt a jutalmazások száma. Az adatokból jól látható, hogy a 4 állat más és más személyiséggel rendelkezik, hiszen Dajka1. csak hosszabb idő elteltével kapcsolódott be a tréningbe, Dajka2. folyamatosan szépen fejlődött, Dajka3. mintha nem teljesen értene egyet a tanulás miattjével. Dajka4. pedig kicsit túl lelkes is volt. Bambusz cápáknál (*Chiloscyllium griseum* Müller & Henle, 1838) hasonló személyiség beni eltéréseket vettek észre. A jövőben tervezett kísérleteknél, vizsgálatoknál ezekre érdemes lesz figyelni a jobb teljesítmény érdekében (Fuss et al., 2014).

Bár a számszerű adataink nem támasztják alá, hogy a hívás és „vége”-jelzésre a várt viselkedéssel reagálnának az állatok, mi mint tréninget végzők tapasztaltuk, hogy működik.

A dajka cápákkal való rendszeres munka során többször meglepetést tudtak okozni olyan nem várt cselekvésekkel, mint például, amikor Dajka2. és Dajka3. egymás targetjéhez álltak be, majd egy pár másodperces várakozás után helyet cseréltek.

2020. március 11-én a WHO (World Health Organization) bejelentette, hogy a kínai Wuhan tartományban először megjelent, SARS CoV-2 vírus világjárvánnyá terjedt. Az első sorban idős és gyenge immunrendszerű embereknél magas lázat és tüdőgyulladást okozó fertőzés április végére már több, mint 160 000 halálos áldozatot követelt világszerte. A vírus terjedésének lassítása érdekében a Magyar Kormány folyamatos szigorításokkal rendelte el a közösségi helyek bezárásait. A Fővárosi Állat- és Növénykert 2020.március 15-től bezárta kapuit a látogatók előtt, a Magyar Közlönyben megjelent 41/2020. (III. 11.) Kormányrendelet valamint a 32/2020 (03.12) számú Főpolgármesteri döntés alapján. Az állatkert dolgozói között életbe lépet az ABC munkarend, azaz hat munkanap után két hét az intézménytől távol tartózkodás. Ez által az állatokat el tudták látni gondozóik, viszont az egyszerre az állatkertben tartózkodó számuk jelentősen csökkent. A cápák etetését korábban bűvár képesítéssel rendelkező gondozók végezték víz alatt, a korlátozások idején viszont sokszor nem voltak megoldhatóak a merülések. A tréning során használt technika alkalmazása kiváló megoldást biztosított a dajka cápák etetésének lebonyolítására a felszínen.

Ez a tréning csak egy kis része volt egy nagy tervnek, amivel reméljük, hogy tudunk segíteni más akváriumoknak és ez a jövőben kölcsönös lesz. Fontos a tudás megosztása más intézményekkel, kollégákkal, akik hasonló területen dolgoznak. A Cápasuli tervei között szerepel a többi cápa hasonló típusú kondicionálása. A pelágikus fajoknál egy egészen eltérő módot kell majd alkalmazni, hiszen azok nem képesek egy helyben maradni kopoltyúfedő hiányában és életritmusuk is sokkal gyorsabb, mint a dajkacápáké. Egy másik lakó, a zebracápa (*Stegostoma fasciatum* Hermann, 1783) tréningezése pedig már a dolgozat megírásakor elkezdődött.

Reméljük, hogy munkánkkal, ha csak egy kicsit is, de hozzájárultunk a szakma előrehaladásához és a veszélyeztetett fajok megmentéséhez.

VI. Összefoglalás

Az óceánok túlhalászásával minden nap új fajok kerülnek a kihalás szélére. A cápák védelmében az állatkertek és akváriumok *ex-situ* tevékenysége jelentősen megnőtt az elmúlt évtizedekben. Az a fajta törekvés, ami a cápák megismerését és védelmét tartja szem előtt, új technikák fejlesztésére ad okot. A diplomamunkám, mint esettanulmány az akváriumban tartott cápák környezetgazdagítására és állategészségügyi diagnosztikák stressz mentes lebonyolítására ad megoldást. Ezt szolgálja egy kondicionáláson alapuló tréning módszer kidolgozása két, akváriumban tartott dajkacápa fajra, a homokszínű dajkacápara (*Nebrius ferrugineus*) és a rozsdás dajkacápara (*Ginglymostoma cirratum*). Olyan módszer leírása, amellyel elkerülhetőek a még sok helyen használt cápák önálló akarata elleni befogás. A tanulás szakaszos felépítése biztosítja a sikerességet, a kamerával rögzített foglalkozásokon pedig nyomon követhető az állatok fejlődése. A tréning nem csak addig tart, amíg az állatok megtanulják az egyedi jeleiket. A tanult elemek alapjául szolgálhatnak további közös munkának. A víz alatti etetések alkalmával a cápák szeparáltan kezelhetőek, ez által az egyedre szabott takarmány mennyiség kerül kiosztásra minden állatnál. Ezek az adagok az állatok egyedi igényeinek és szükségleteinek megfelelően kerülnek kiszámításra. Egyes esetleges megbetegedésnél, fertőzésnél fontos, hogy külön- külön lehessen kezelni és esetlegesen gyógyszerezni a cápákat.

Az újonnan érkező egyedek beszoktatásában is jól alkalmazható a módszer, megkönnyíti az állatok beilleszkedését a régebbi lakók közé és az új környezethez is rövidebb idő alatt szoknak hozzá. Korábban el lehet kezdeni az állatok egészségügyi vizsgálatait.

Eredményeink bizonyították, hogy a cápák képesek tanulni viszonylag rövid idő alatt is. Ezt érdemes felhasználni a megismerésükhöz vezető úton és a védelmükben való tevékenységekhez, hiszen minél többet tudunk egy fajról annál megfelelőbb környezet biztosítható a számára. A cápákkal folytatott, hónapokon át tartó közös munka ideje alatt nem csak a két fajra jellemző viselkedési formát sikerült megismerni, hanem pontosabb képet kaptunk az állatok képességeiről a jövőben folytatott tréningekhez.

VII. Abstract

Every day, overfishing pushes new species to the brink of extinction. In the last decades, the ex-situ activity of zoos and aquariums has gained more importance in shark conservancy. The mentality that keeps shark conservancy in mind incites us to develop new techniques. My work gives a solution for the environmental enrichment and the stress-free medical diagnosis and handling of sharks kept in aquariums. This technique is based on a positive reinforcement training program which included tawny nurse sharks (*Nebrius ferrugineus* Lesson, 1831) and atlantic nurse sharks (*Ginglymostoma cirratum* Bonnaterre, 1788). With this method, sedation and net use can be avoided to ensure a better quality of life for the animals. Success is guaranteed by the step-by-step nature of the training, while the records give an account of the development of the sharks between the sessions. The trainings do not end at the point where the sharks learn their targets. They can also serve as the basis for future work together. During feeding, under and above the surface, the sharks can be fed separately so one individuals can get the appropriate amount of food. These portions are calculated based on the sharks' individual needs, calculated from their body weight. It is also important to be able to treat a sick animal separately from the others.

Furthermore, this method can be used to make sure that new individuals adapt to their new environment within a shorter period of time. Veterinary check-ups can also be started earlier with the training.

The results prove that the sharks can learn in a short period of time. This could be useful on the way of getting to know them and in conservancy, too. The more we know about these species, the more we can do for them. During the training period, we gained significant insight into the learning abilities of nurse sharks for the upcoming projects.

VIII. Irodalomjegyzék

A.O.Kasumyan, 2011: Tactile reception and behavior of fish, ISSN 0032-9452, *Journal of Ichthyology*, 2011. Vol. 51, No. 11, p. 1035–1103., DOI: 10.1134/S003294521111004X

Atkinson CJL., Collin SP., 2010: Taste: vertebrates. In: Encyclopedia of Animal Behavior, vol. III (eds Breed MD, Moore J), *Oxford: Academic Press*, p. 386–393.

Atkinson CJL., Collin SP., 2012: Structure and topographic distribution of oral denticles in elasmobranch fishes. *Biol Bull* 222, p. 26–34.

Bailey, C. H., Bartsch, D. & Kandel., E. R., 1996: Toward a molecular definition of longterm memory storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93, p.13445–13452

Barongi R, Fisker FA, Parker M, Gusset M., 2015: Committing to conservation: the world zoos and aquarium conservation strategy. Gland, Switzerland

Baum, J. K., Myers, R. A., Kehler, D. G., Worm, B., Harley, S. J. & Doherty, P. A., 2003: Collapse and conservation for shark populations in the Northwest Atlantic. *Science*, 299, p. 389–392.

Berg, L.S., 1958: System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische. VEB Verlag der Wissenschaften, Berlin.

Bouton, M. E. & Moody, E. W., 2004: Memory processes in classical conditioning. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 28, p. 663–674

Brandon M. Casper and David A. Mann, 2006: Evoked potential audiograms of the nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) and the yellow stingray (*Urobatis jamaicensis*), *Environ Biol Fish* (2006) 76, p.101–108 doi: 10.1007/s10641-006-9012-9

Brandon M. Casper and David A. Mann, 2007: Dipole hearing measurements in elasmobranch fishes, *The Journal of Experimental Biology* 210, *Published by The Company of Biologists* 2007, doi:10.1242/jeb.02617, p. 75-81

Brill, R.L., 1981, R.I.R., 1981: In use at the Brookfield Zoo: random and interrupted reinforcement redefined in perspective, in: “Proceedings of the Annual Conference of the International Marine Animal Trainers Association, Niagara Falls, New York,” J. Barry and R.L. Brill, eds., New England Aquarium, Boston.

Brown, B.R., 2003: Sensing temperature with ion channels

Brown, C., Laland, K. & Krause, J., 2006: Fish Cognition and Behavior. Oxford: Blackwell Publishing

C. A. Ward-Paige, D. M. Keith, B. Worm and H. K. Lotze, 2012: Recovery potential and conservation options for elasmobranchs, *Journal of Fish Biology* 80, p. 1844–1869. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03246.x

Cailliet, G. M. & Goldman, K. J., 2004: Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In *Biology of Sharks and their Relatives* (Carrier, J. C., Musick, J. A. & Heithaus, M. R., eds), Boca Raton, FL: *CRC Press*, p. 399–447.

Carrier, J. C., & Pratt, H. L., 1998, Habitat management and closure of a nurse shark breeding and nursery ground. *Fisheries Research*, 39. p. 209–213. doi:10.1016/s0165-7836(98)00184-2

Castro, J. I., 2013: A primer on shark reproduction for aquarists. In K. Sato(Ed.), *Reproduction of marine life, birth of new life! Investigating the mys-teries of reproduction* Okinawa, Japan: OkinawaChurashima Foundation, p. 52–69.

Charbeneau, G., 2004: Physiological and behavioral changes to elasmobranchs in controlled environments. In: Smith, M., Warmolts, D., Thoney, D., Hueter, R.E. (Eds.), *The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and Their Relatives*. Ohio, Biological Society, Columbus, OH, p. 261–277.

Cohen, J.J., R.C. Duke, V.A. Fadok, and K.S. Sellins. 1992: Apoptosis and programmed cell death in immunity. *Annu. Rev. Immunol.* 10. p. 267–293.

Corwin, J.T. 1978: The relation of inner ear structure to feeding behavior in sharks and rays, in *Scanning Electron Microscopy*. O. Johari, Ed., S.E.M., Inc., Chicago, p. 1105–1112.

Crystal Green, 2015: An International SOS (Save Our Sharks): How the International Legal Framework Should Be Used to Save Our Sharks, Pace University School of Law, Article 7

Csányi Vilmos, 2002: *Etológia*, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt. – Budapest, p. 44-397.

Csépe Valéria, Györi Miklós, Ragó Anett, 2007: *Általános pszichológia 1–3. – 2. Tanulás – emlékezés – tudás*, Osiris Kiadó, p. 1-154.

D. I. Hamasaki and S. H. Gruber, 1965: The Photoreceptors of the Nurse Shark, *Ginglymostoma cirratum* and the Sting ray, *Dasyatis Sayi*

D.W.Sims, 2015: The biology, ecology and conservation of elasmobranchs: recent advances and new frontiers, *Journal of Fish Biology*, 2015: 87, p. 1265–1270 doi:10.1111/jfb.12861

David A. Kolb, 2014: *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Experience and Learning, Upper Saddle River, New Jersey 07458, *FT Press*, p. 1-94.

Demski, L.S. and R.G. Northcutt, 1996: The brain and cranial nerves of the white shark: an evolutionary perspective, in *Great White Sharks: The Biology of Carcharodon carcharias*. A.P. Klimley and D.G. Ainley, Eds., Academic Press, San Diego, p.121–130.

Dr. Simó Magdolna, 2009: A kiváltott válasz vizsgálatok jelenlegi helye a neurológiai diagnosztikában, *Semmelweis Egyetem Szentágothai János Idegtudományi Doktori Iskola*

Dulvy N, Baum JK, Clarhe S, Compagno LJV, Cortes E, Domingo A, et al., 2008: You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquat Conserv*; 18. p. 459–482.

Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., Carlson, J. K., Davidson, L. N. K., Fordham, S.V., Francis, M. P., Pollock, C. M., Simpfendorfer, C. A., Burgess, G. H., Carpenter, K. E., Compagno, L. J. V., Ebert, D. A., Gibson, C., Heupel, M. R., Livingstone, S. R., Sanciangco, J. C., Stevens, J. D., Valenti, S. & White, W. T., 2014: Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* 3, e00590

Formal Definitions of “Primary” and “Secondary” Reinforcers Promote More Efficient Animal Training Karolina Westlund Karolinska Institute, Department of Comparative

Medicine Astrid Fagræus Laboratory, 101 77 Stockholm, Sweden. *Journal of Animal Behavior Technology* Vol. 8, No. 1. 2018

Gardiner, J. M., & Richardson-Klavehn, A., 2000: Remembering and knowing. In E. Tulving & F. I. M. Craik (Eds.), *The Oxford handbook of memory* Oxford University Press, p. 229-244.

Gerardo De Iuliis Dino Pulerà, 2019: *The Dissection of Vertebrates* 3rd Edition

Gormezano, Isidore, William F. Prokasy, and Richard F. Thompson, 1987: *Classical Conditioning*. 3rd ed. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum

Gravendeel, R., Van Neer, W. and Brinkhuizen, D., 2002: An identification key for dermal denticles of Rajidae from the North Sea. *Int. J. Osteoarchaeol.* 12, p. 420-441.

H. Sebastian, P. A. Haye, M. S. Shivji, 2008: Characterization of the pelagic shark-fin trade in north-central Chile by genetic identification and trader surveys, *Journal of Fish Biology* 2008. 73, p. 2293-2304., doi:10.1111/j.1095-8649.2008.02016.x

Hart, N. S., and Collin, S. P. 2015: Sharks senses and shark repellents. *Integrative Zoology*, 10(1), p. 38-64. doi:10.1111/1749-4877.12095

Henningsen A.D., Smale M.J., Gordon I., Garner R., Marin-Osorno R., Kinnunen N., 2004: Captive breeding and sexual conflict in elasmobranchs. In: Smith, M., Warmolts, D., Thoney, D. and Hueter, R. (eds.) *The elasmobranch husbandry manual: Captive care of sharks, rays and their relatives* Chapter 17. Columbus, USA: Ohio Biological Survey, p. 237-248.

Heupel, Michelle R., and Simpfendorfer, Colin A. 2011: Shark biology, ecology and management: introduction. *Marine and Freshwater Research*, 62 (6). p. 517

Howes, G.B. 1883: The presence of a tympanum in the genus *Raja*. *J. Anat. Physiol.* 17. p. 188-191.

Hueter, R.E. 1991: Adaptations for spatial vision in sharks. *J. Exp. Zool. Suppl.* 5. p. 130-141.

Hueter, R.E. and P.W. Gilbert. 1990: The sensory world of sharks, in *Discovering Sharks*. S.H. Gruber, Ed., American Littoral Society, Highlands, NJ, p. 48-55.

Huntingford, F. A., & Coulter, R. M., 1989: Habituation of predator inspection in the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L., *Journal of Fish Biology*, 35(1), 153-154. doi:10.1111/j.1095-8649.1989.tb03401.x

Jayne M. Gardiner and Jelle Atema, 2007: Sharks need the lateral line to locate odor sources: rheotaxis and eddy chemotaxis

Jennifer C. A. Pistevos¹, Ivan Nagelkerken¹, Tullio Rossi¹, Maxime Olmos & Sean D. Connell, 2015: Ocean acidification and global warming impair shark hunting behaviour and growth, *Scientific Reports* 5 p.16293, doi: 10.1038/srep16293

Johnston, T.D., 1982: Selective costs and benefits in the evolution of learning. *Advances in the Study of Behavior*, p. 65-106

Journal of Animal Behavior Technology Vol. 8, No. 1. 2018

- Kalmijn, A.J. 1982: Electric and magnetic field detection in elasmobranch fishes. *Science* 218 p. 916-918.
- Kara E. Yopak Thomas J. Lisney Shaun P. Collin, 2014: Not all sharks are “swimming noses”: variation in olfactory bulb size in cartilaginous fishes, *Brain Struct Funct* (2015) 220. p.1127-1143, DOI 10.1007/s00429-014-0705-0
- Karen Pryor 2019: Don't shoot the dog, SIMON & SCHUSTER, ISBN10 1982106468
- Kazuyuki Teshima, Minoru Toda, Yoshiaki Kamei, Senzo Uchida, Mamoru Tamaki, 1999: reproductive mode of the tawny nurse shark, *Nebrus ferrugineus* (elasmobranchii: ginglymostomatidae) in Okinawa waters, with comments in individuals lacking the second dorsal FIN, Proc. 51h Indo-Pac. Fish Conf. Nouméa, 1997 Sérel B. & J. -Y. Sire, eds Paris: Soco Fr. Ichtyol. 1999 p. 329-333
- Kemp, N. E., 1999: Integumentary system and teeth. In *Sharks, Skates and Rays. The Biology of Elasmobranch Fishes* (ed. W. C. Hamlett), Baltimore: John Hopkins University Press, p. 43-68.
- Ken Ramirez, 1999: *Animal Training: Successful Animal Management through Positive Reinforcement*, ISBN: 0-9611074-9-9
- Kiyoshi Hama and Yasumasa Yamada, 1977: Fine Structure of the Ordinary Lateral Line Organ, *Cell Tiss. Res.* 176. p. 23-36.
- Last, P. R., & Stevens, J. D. 2009: *Sharks and rays of Australia* (2nd ed.). Collingwood, Victoria: *CSIRO Publishing*
- Leonard J.V. Compagno, 2001: *Sharks of the world Volume 2 Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 1*, Vol. 2. Rome, FAO. 2001. p. 269.
- Lewis N. Cocks, Jonathan K.L. Mee, Alex P. Shepherd, 2019: First record of recurring reproduction of captive tawny nurse sharks *Nebrus ferrugineus*, doi: 10.1111/jfb.13963
- Lorenz, K., 1965: *Evolution and modification of behavior*, Chicago: *university of Chicago Press*
- Lorenz, K., 1985: *Összehasonlító magatartás kutatás: Az etológia alapjai*. Gondolat, Budapest
- Lowry, D. and Motta, P. J. 2008: Relative importance of growth and behaviour to elasmobranch suction-feeding performance over early ontogeny. *J. R. Soc. Interface* 5. p. 641-652.
- Lucille Chapuis, Shaun P. Collin, Kara E. Yopak, Robert D. McCauley, Ryan M. Kempster, Laura A. Ryan, Carl Schmidt, Caroline C. Kerr, Enrico Gennari, Channing A. Egeberg & Nathan S. Hart, 2019: The effect of underwater sounds on shark behaviour
- Mackintosh, N.J., 1983: *Conditioning and Associative Learning*. New York: Oxford University
- Mark C. Beeler (SAIC), 1996: Basic marine mammal training terminology and techniques defined and explained and the IMA TA Animal Training Advisory Committee (Contributing authors: Eric Bogden, Sea World of California, Pete Davey, Shedd Aquarium, and Tim Sullivan, Brookfield Zoo)

- Maruska, K.P., 2001: Morphology of the mechanosensory lateral line system in elasmobranch fishes: ecological and behavioral considerations.
- Maruska, K.P. and Tricas, T.C., 1998: Morphology of the Mecha-nosensory Lateral Line System in the Artlantic Stingray, *Dasystis sabina*: the Mechanotactile Hypothesis, *J. Morphol.*, vol. 238. p. 1-22
- Max Janse, Brian Zimmerman, Lotte Geerlings, Chris Brown, Leo A.J. Nagelkerke, 2017: Sustainable species management of the elasmobranch populations within European aquariums: a conservation challenge, *Journal of Zoo and Aquarium Research*
- McCall, C. ., & Burgin, S., 2002: Equine utilization of secondary reinforcement during response extinction and acquisition. *Applied Animal Behaviour Science*, 78(2-4). p. 253–262. doi:10.1016/s0168-1591(02)00109-0
- Michael Grassmann, Bryan McNeil, Jim Wharton, 2017, *Sharks in Captivity: The Role of Husbandry, Breeding, Education, and Citizen Science in Shark Conservation*, *Advances in Marine Biology*, Volume 78, ISSN 0065-2881
- Morrison R.G. Knowlton B.J. 2012: Neurocognitive Methods in Higher Cognition, *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. p. 36-233.
- Nathan S. Hart, Thomas J. Lisney and Shaun P. Collin, 2006: Visual Communication in Elasmobranchs, *Communication in Fishes, Vision, Touch and Hearing Research Centre, School of Biomedical Sciences, The University of Queensland, Brisbane 4072, Queensland, Australia*, p.337-392.,
- Northcutt R.G., 2004: Taste buds: development and evolution. *Brain Behav Evol* 64, p.198-206.
- Pillans, R., 2003: *Nebrius ferrugineus*. The IUCN red list of threatened species 2003. (SSG Australia & Oceania Regional Workshop, March 2003).
- Robert E. Hueter, Christopher J. Murphy, Monica Howland, Jacob G. Sivak, Joanne R. Paul-Murphy, Howard C. Howland, 1885: Refractive state and accommodation in the eyes of free-swimming versus restrained juvenile lemon sharks (*Negaprion breirostris*)
- Robert E. Hueter, David A. Mann, Karen P. Maruska, Joseph A. Sisneros and Leo S. Demski, 2004: Sensory Biology of Elasmobranchs, In: peter L. Lutz, *Biology of Sharks and their relatives*, Danvers, *CRC Press LLC*, p. 325-368.
- Roediger, Henry L., 1990: Implicit memory: Retention without remembering, *American Psychologist*, Vol 45(9), Sep 1990, p. 1043-1056.
- Sabalones, J., Walters, H., Rueda, C.A.B. 2004: Learning and Behavioral Enrichment in Elasmobranchs. In Smith, M., Warmolts, D., Thoney, D., and Hueter, R. (Eds.), *Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays, and Their Relatives*, Ohio Biological Survey. p. 169-182.
- Sabrina I.C.A. Brando, 2010: Advances in Husbandry Training in Marine Mammal Care Programs, Copyright 2010 by the International Society for Comparative Psychology, Animal Concepts, The Netherlands, *International Journal of Comparative Psychology*, 23. p. 777-791
- Samuel H. Gruber, 1977: The Visual System of Sharks: Adaptations and Capability, *Amer., Zool.*, 17. p.453-469.

- Scarpuzzi, M.R., Lacinak, C.T., Turner, T.N., Tompkins, C.D., and Force, D.L., 1991 November, "Decreasing the Frequency of Extinction: An application for the training of Marine Mammals," Paper presented at the 19th Annual International Marine Animal Trainers Association, Concord, CA..
- Sivak, J.G. and P.W. Gilbert, 1976: Refractive and histological study of accommodation in two species of sharks (*Ginglymostoma cirratum* and *Carcharhinus milberti*). *Can. J. Zool.* 54. p. 1811-1817.
- Skinner, B. F., 1938: *The behavior of organisms*, Appleton Century Crofts, NY
- Smith, K., Scarr, M., & Scarpaci, C. (2010). Grey Nurse Shark (*Carcharias taurus*) Diving Tourism: Tourist Compliance and Shark Behaviour at Fish Rock, Australia. *Environmental Management*, 46(5), 699–710. doi:10.1007/s00267-010-9561-8
- Stefano Nolfi, Domenico Parisi, Jeffrey L. Elman, 1994: Learning and Evolution in Neural Networks. *Adaptive Behavior*, 3 (1), p. 5-28. doi:10.1177/105971239400300102
- Stephens, D. W., 1991: Change, regularity and value in the evolution of animal learning, *Behavioral Ecology*, p. 77-89
- Stijn van Osch, 2012: Save Our Sharks: Using International Fisheries Law within Regional Fisheries Management Or Regional Fisheries Management Organizations t ganizations to Improve Shark e Shark Conservation, Organizations to Improve Shark Conservation, 33 *MICH. J. INT'L L.* 383
- Teshima, K., Kamei, Y., Toda, M., & Uchida, S., 1995: Reproductive mode of the tawny nurse shark taken from the Yaeyama Islands, Okinawa, Japan, with comments on individuals lacking the second dorsal fin. *Bulletin of the Sekai National Fisheries Institute (Japan)*, 73. p.1-12.
- Theisen, B., E. Zeiske, and H. Breucker, 1986: Functional morphology of the olfactory organs in the spiny dogfish (*Squalus acanthias* L.) and the small-spotted catshark (*Scyliorhinus canicula* L.). *Acta Zool. (Stockholm)* 67. p. 73–86.
- Thomas J. Lisney Shaun P. Collin, 2007: Relative Eye Size in Elasmobranchs, *Brain Behav Evol* 2007; 69. p. 266–279., doi: 10.1159/000100036
- Thorndike, E. L., 1911: *Animal Intelligence*, MacMillan, NY
- Walls, G.L., 1942: *The Vertebrate Eye and Its Adaptive Radiation*. Cranbrook Institute of Science; reprint edition 1967 by Hafner, New York
- Whitear M, Moate RM 1994: Microanatomy of taste buds in the dogfish, *Scyliorhinus canicula*. *J Submicrosc Cytol Pathol* 26. p. 357-367.
- Wilga, C. D. and Sanford, C. P. 2008: Suction generation in white-spotted bamboo sharks *Chiloscyllium plagiosum*. *J. Exp. Biol.* 211, p. 3128-3138.
- Winkler, I., 2015: Előbb az összetett, később az egyszerű: Csecsemők magasabb szintű hangfeldolgozási képességei a beszédértés előtti időszakban. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 70(4). p. 675-721. doi:10.1556/0016.2015.70.4.1
- X. N. Verlecar, Snigdha, S. R. Desai and V. K. Dhargalkar, 2007: Shark hunting – an indiscriminate trade endangering elasmobranchs to extinction, *Current Science* Vol. 92, No. 8, p.1078-1082

Jogszabályok:

1998. évi XXVIII. törvény, 85/2015. (XII. 17.) FM rendelet 4.1 a veszélyes állatfajokról és egyedeik tartásának szabályairól.

URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500085.fm>

Megtekintve: 2024.04.11.

Magyar Közlönyben megjelent 41/2020. (III. 11.) Kormányrendelet z élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető tömeges megbetegedést okozó humánjárvány megelőzése, illetve következményeinek elhárítása, a magyar állampolgárok egészségének és életének megóvása érdekében elrendelt veszélyhelyzet során teendő intézkedésekről.

URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2000041.kor>

Megtekintve: 2020.04.21

Weboldalak:

N. ferrugineus Red List:

<https://www.iucnredlist.org/species/41835/10576661#bibliography>

Megtekintve: 2020.04.20

Cápák védelme: <http://www.fao.org/ipoa-sharks/en/>

Megtekintve: 2020.04.19

Cápa fajok elterjedése: <https://www.iucn.org/commissions/ssc-groups/fishes/shark>

Adat állomány, cápák rendszertana: <https://www.fishbase.se/search.php>

XI. Köszönetnyilvánítás

Szakterdolgozatom megszületésében nyújtott támogatásért hálás vagyok és köszönet illeti Dr. Hoitsy Mártont az állatkert állatorvosát és társ témavezetőm, valamint Dr. Baska Ferencet, hogy a témavezetőm volt.

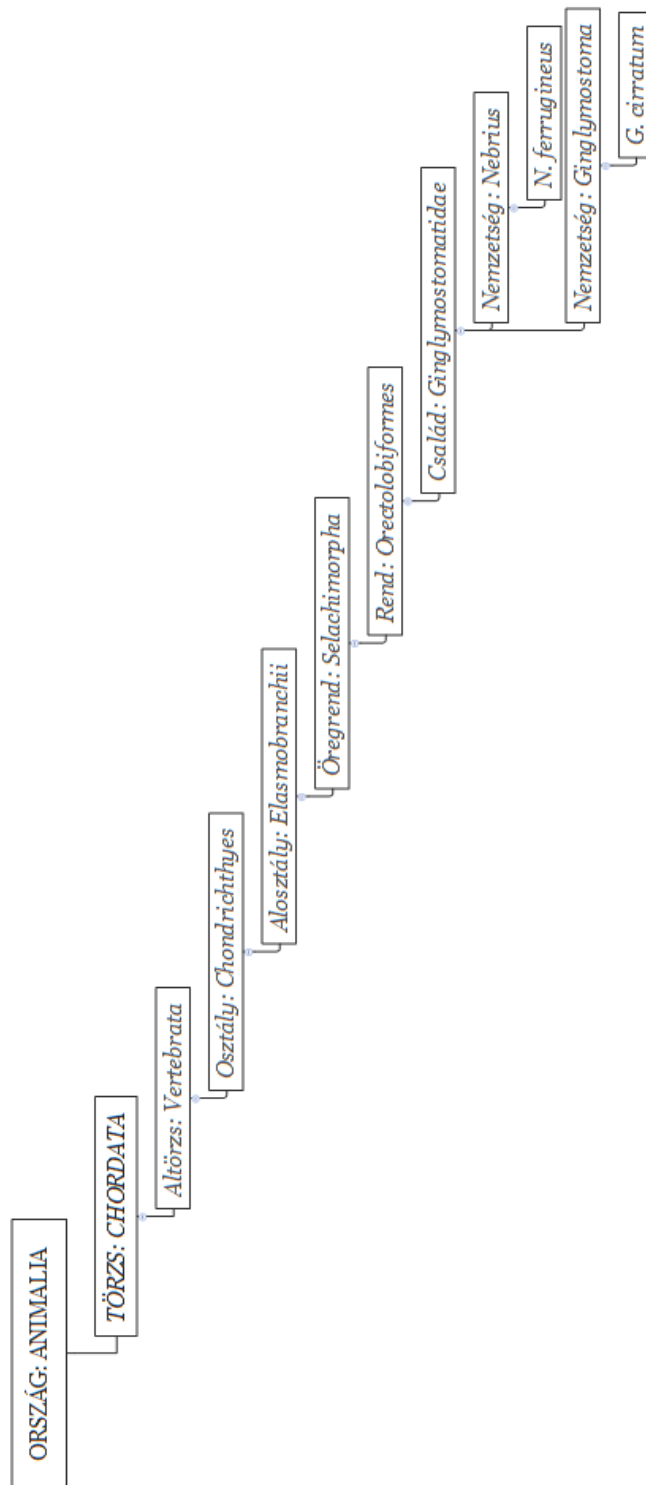
Köszönöm Csehó Liliannak a Fővárosi Állat- és Növénykertben található Cápasuli vezetőjének kitartó és ösztönző segítségét. Köszönöm azoknak az állatkerti gondozóknak a munkáját, akik biztosították számomra a mérésekhez szükséges feltételeket.

Hálás vagyok családomnak a támogatásukért és a mellettem való kitartásukért.

Szeretnék köszönetet mondani mindazon kutatóknak, tudósoknak, akiknek az eddigi munkái hozzásegítettek a szakterdolgozatom megírásához.

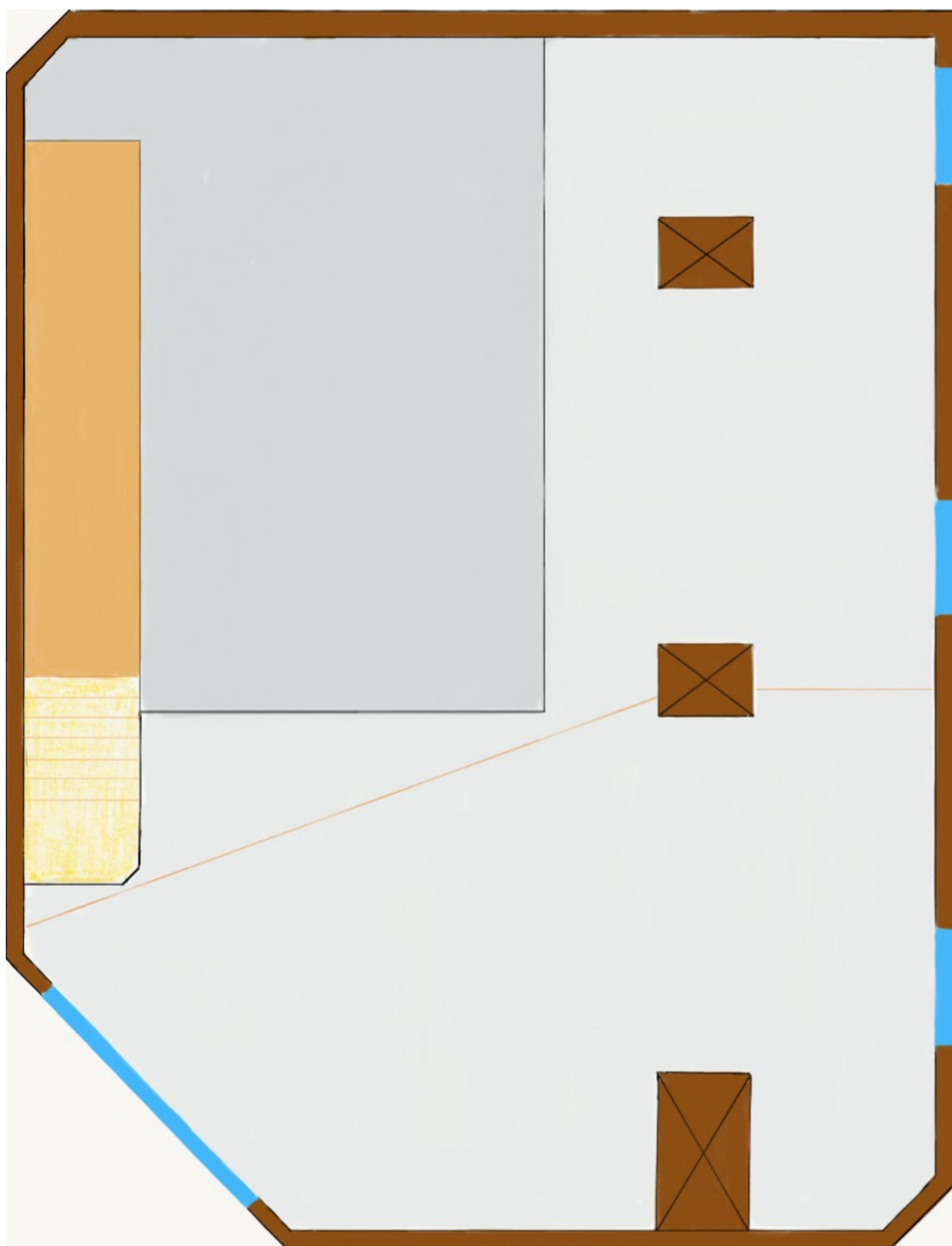
X. Mellékletek

1.melléklet



1. ábra Selachimorpha rendszertani besorolása

2. melléklet



2. melléklet: A medence sematikus felépítése. A szín kódok: sötét szürke 3,6m mély rész, világos szürke 2,5m mély terület, barna falak és oszlopok, kék a látogatók számára biztosított betekintők, világos barna a platform, világos sárga a lépcsők és egyben a tréning helye (saját rajz)

3. melléklet

A cápasuli dajka cápáinak méret és születési adatai

| V. TÁBLÁZAT. A CÁPASULI DAJKACÁPÁI | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|------------------------------------|------------------|----------------------|------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|
| <i>¹Állatkerti egyedi azonosító; ²Becsült kor ± 3 hónap; ³Állatkerti állományba kerülés dátuma; ⁴Mellúszó távolság: mellúszók csúcsa közötti távolság; ⁵Fej kerület: mellúszók eredésénél mért kerület; ⁶TH: rostrumtól a farkok végéig mért teljes testhossz; ⁷Ginglymostoma <i>cirratum</i>; ⁸Nebrius <i>ferrugineus</i></i> | | | | | | | | | |
| | EGYEDI AZONOSÍTÓ ¹ | FAJ | KOR ² | ÉRKEZÉS ³ | IVAR | MÉRET (CM) | | | SÚLY (KG) |
| | | | | | | Mellúszó Távolság ⁴ | FejKerület ⁵ | TeljesHossz ⁶ | |
| DAJKA 1. | CS0006/ Nagyhím | <i>G. cirratum</i> ⁷ | 3 év 1 hónap | 2018.12 .07 | 1.0 | 56,5 | 54 | 135 | 16,21 |
| DAJKA 2. | CS0005/ Kishím | <i>G. cirratum</i> ⁷ | 3 év 1 hónap | 2018.12 .07 | 1.0 | 54,5 | 51 | 126 | 15,85 |
| DAJKA 3. | CS0001/ Margit | <i>G. cirratum</i> ⁷ | 3 év 1 hónap | 2018.12 .01 | 0.1 | 61 | NA | 132 | 18,55 |
| DAJKA 4. | CS0011/ <u>Bömbi</u> | <i>N. ferrugineus</i> ⁸ | 4 év 1 hónap | 2018.06 .01 | 0.1 | 78 | 67 | 192 | 36,96 |

A feltüntetett adatok 2020. február 5.-én lettek feljegyezve.

XI. Nyilatkozatok

Konzulensi ellenjegyzés

Alulírott, Dr. Baska Ferenc igazolom, hogy Mucsi Dávid Gábor,

A Ginglymostomatidae család tanulási képességeinek vizsgálata az operáns kondicionálás eszközeivel című diplomamunkáját ismerem, azt beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2020. április.24.



Dr. Baska Ferenc

a témavezető neve és aláírása

Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszék

Konzulensi ellenjegyzés

Alulírott, Dr. Hoitsy Márton igazolom, hogy Mucsi Dávid Gábor,

A *Ginglymostomatidae* család tanulási képességeinek vizsgálata az operáns kondicionálás eszközzel című diplomamunkáját ismerem, azt beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2020. április.24.



Dr. Hoitsy Márton

a témavezető neve és aláírása