

**Kutyák felé irányuló pozitív és negatív
kontextusban kiadott emberi hangok akusztikus
elemzése**

36. OTDK biológia szekció

készítette:

Bensaali-Nemes Flavie

biológia alapszak

7. félév

témavezető:

Dr. Andics Attila

Tudományos főmunkatárs

ELTE TTK Etológia Tanszék

MTA-ELTE Lendület Neuroetológiai Kutatócsoport

társtémavezető:

Dr. Lehoczki Fanni

Tudományos segédmunkatárs

ELTE TTK Etológia Tanszék

MTA-ELTE Lendület Neuroetológiai Kutatócsoport

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR BIOLÓGIAI INTÉZET



Budapest, 2023

Tartalom

Összefoglaló	3
Bevezető	4
Célkitűzések	6
Anyagok és módszerek	7
Alanyok	7
Kísérleti elrendezés	7
Kísérleti eljárás	9
Hang- és adatelemzés	11
Eredmények	13
Akusztikai különbségek a kondíciók közt	13
Hangadási egységek hossza	13
Átlagos alaphfrekvencia	14
Átlagos tonalitás	14
Diszkusszió	15
Szerzői Hozzájárulás	17
Köszönetnyilvánítás	18
Irodalom	19

Összefoglaló

Korábbi kutatások kimutatták, hogy a pozitív és negatív kontextusban produkált vokalizációk számos paraméterben különböznek: a negatív hangok hosszabbak, zajosabbak, alapfrekvenciájuk mélyebb, és elkerülést válthatnak ki, míg a pozitív hangok rövidebbek, tonálisabbak, magasabbak és megközelítést válthatnak ki. Nem világos azonban, hogy ezeket az akusztikus paraméterek (alapfrekvencia, hangadási egységek hossza, tonalitás) hogyan változnak, amikor emberek egyszerű jelentéseket vokálisan közölnek egy másik faj egyedeivel. Feltételezésünk szerint a szakirodalomban leírt akusztikus szabályszerűségek az ember kutya irányába produkált vokalizációiban is kimutathatóak.

52 embert (27 nőt és 25 férfit) teszteltünk kutyáikkal 4 kondícióban, melyek során a gazdáknak egy paraván mögött ülve, kizárólag a „bű” hangsor használatával és hanglejtés változtatásával manipulálhatták a kutya viselkedését. A 4 kondíció a kutya behívása, elzavarása, evésről letiltása és arra biztatása voltak.

Az akusztikus elemzés eredményei alapján a vizsgált paraméterek az irodalomnak megfelelően változnak a kondíciókban: a pozitív (behívó és biztató) hangok rövidebbek, magasabbak és tonálisabbak voltak a negatív (elzavaró és tiltó) hangoknál, mindkét nem esetében.

Ez arra enged következtetni, hogy az ember kutyával való vokális kommunikációja során is megfigyelhetők az emlősöknél általánosan leírt vokális érzelemkódolás szabályszerűségei.

Bevezető

Kommunikáció az adó és vevő egyedek közötti információ átadás. Ez az információ pedig egy vagy több vevőt különböző módokon befolyásolhat, megváltoztathatja a viselkedését, morfológiáját, hormonháztartását. Ezen változások sora legalább az adó részéről előnyös kimenetellel jár. Tehát a szignál a vevő viselkedésében változást okoz, és ez a változás adaptív az adó számára, míg az információ átvitele pedig a vevő számára lehet adaptív (Simmons és mtsai., 2003).

Az állati kommunikáció egyik típusa a vokális kommunikáció, amely esetében a szignál a hang akusztikus paramétereiben hordoz információt. A Source-filter theory/forrás-szűrő teória szerint a hang a vokális apparátus különböző részeinek hozzájárulásával jön létre egy kétlépcsős folyamat során. A hang az úgynevezett “forrásban” (gége és gége alatti képletek) keletkezik, majd a “szűrőben” (gége feletti képletek) módosulva kerül ki szignálként a külvilágba (Taylor és Reby, 2010).

Az alapfrekvencia (F0) az egyik legfontosabb akusztikai paramétere a hangnak, melyet a gégében elhelyezkedő hangszalagok ciklikus mozgása generál. Az alapfrekvencia magasságát elsősorban a hangszalagok mozgásának frekvenciája határozza meg, de a hangszalagok hossza és vastagsága határoolja le a tartományát egy egyeden belül. A gyorsabb nyitódás-csukódási ciklus magasabb alapfrekvenciát hoz létre, azonban a hosszabb és vastagabb hangszálak lassabban vibrálnak és így alacsonyabb F0-t eredményeznek, mint a rövidebb, vékony hangszalagok (Taylor és Reby, 2010).

A vokális hangjelzések különböző információkat hordozhatnak az egyedekről, például a fizikai paramétereiről (testméret, súly, kor, nem), kilétéről és belső állapotáról (Morton, 1977). A belső állapotokra utaló jelek (pl.: vizuális, akusztikai) nagymértékben szabályozzák a szociális interakciókat, mivel tájékoztatják az egyedeket a körülöttük lévő várható viselkedéséről. Ezáltal az érzelmek kifejezése döntő szerepet játszanak a szociális fajokban (E. F. Briefer, 2012).

Az emlősfajok között nagy hasonlóságot mutat a hangok akusztikai struktúrája különböző helyzetekben (Morton, 1977), melynek oka, hogy mind az anatómiájuk, mind a hangképzésük mechanizmusa hasonló (Titze és Martin, 1998). Ezen összefüggéseit a belső állapotnak az akusztikai struktúrával az úgynevezett Morton- (Motivációs-strukturális) szabályok írják le. Az agresszív helyzetben megjelenő hangjelzések alacsonyabb frekvenciával rendelkeznek,

szélesebb spektrumúak, elnyújtottabbak és zajosabbak. A hangok között lévő szünetek hosszabbak és rendszertelenek. Ezek a hangok általában eltávolodást váltanak ki, ilyenek például a szurikáták (*Suricata suricatta*) riasztó jelzései (Ehret, 2006). Ezzel szemben a félelemből kiadott hangok magasabbak, tisztábbak rövidebbek. Továbbá a később ezek mellé sorolt barátságosságot, játékosságot kifejező hangok pedig magasabb alaphangfrekvenciájúak, tonálisabbak és ritmikusak. Ez utóbbiak megközelítést válthatnak ki, ilyenek például az újszülött rágcsálók hangjai (Ehret, 2006).

Egy adott hangtípuson belül is megfigyelhető az akusztika kontextussal való változása: kutyáknál a pozitív érzelmi töltetű helyzetekben (pl.: játék közben) kiadott ugatásokat szélesebb amplitúdó-tartományok, rövidebb intervallumok, rövidebb időtartam, magasabb F0 és kisebb frekvenciamodulációk jellemzik, mint a valószínűleg hasonló érzelmi intenzitású negatív helyzetekben kiadott ugatásokat (Yin és McCowan, 2004).

A Motivációs-strukturális szabályok alapján tehát az alaphangfrekvencia-, a frekvenciaspektrum-, az időbeliség- (hangadási egységek hossza, ismétlődések száma, hangközi intervallumok hossza) és a tonalitás paraméterei a legfontosabb akusztikus indikátorai a belső állapotnak.

A vokális érzelemkifejezés univerzális szabályszerűségeinek köszönhetően a fajok egymás között is képesek értelmezni adott vokalizációkat, és azoknak megfelelően reagálni rájuk (E. F. Briefer, 2012; Morton, 1977; Taylor és Reby, 2010). Ez különösen érdekes azon fajok esetében, melyek gyakran kerülnek interakcióba más fajok egyedeivel, így például a domesztikált állatoknál.

Az érzelmek az emberek között is a mindennapi élet kommunikációjának lényeges részét képezik (E. F. Briefer, 2012), azonban nálunk ezen fajta információ kódolás még összetettebbé vált, ugyanis megjelent vokális kommunikáció még komplexebb formája, a beszéd, amely két szinten hordoz információt: az aktuális verbális üzenetet és a mögöttes érzelmi állapotot.

A nők és férfiak különböző méretű hangszalagokkal rendelkeznek, így az alaphangfrekvenciában is megfigyelhető eltérés van a nemek között (Ambreen és mtsai., 2019; Izadi és mtsai., 2012). Van, hogy a két hangszalag mozgása aszimmetrikussá válik, a hangképzési periódus hosszának ez a szabálytalansága hozza létre a zajos hangot, amelyet a hangszalagok hipotóniája és hipertóniája egyaránt okozhat és szintén eltér, a férfiak hangja általában zajosabb (Simmons és mtsai., 2003).

A domesztikált fajok közül a kutyák esetében vizsgálták legalaposabban az emberi kommunikációs jelzések feldolgozását: a kutyák érzékenyek az emberek érzelmi állapotaira, és képesek különbséget tenni az különböző emberi érzelmi arckifejezések között, a vizuális és akusztikus ingereket kombináló multimodális szinten képesek megkülönböztetni az emberek érzelmi megnyilvánulásait (Albuquerque és mtsai., 2016), különböző érzelmi vokalizációkra megfelelően reagálnak (Huber, 2017).

Vizsgálatok születtek a két faj közti kommunikációról az ember irányából is: az emberek képesek helyesen megkülönböztetni pozitív és negatív kontextusban kiadott kutyaugatásokat és morgásokat. Ezen hangok megkülönböztetéséhez használt szabályszerűségek pedig átfednek a Morton-szabályokban leírtakkal: a rövidebb, gyorsabban ismétlődő és magasabb hangokat pozitívabbnak értékelték, míg a mélyebb, kevészer ismétlődő vokalizációkat negatívabbnak. Ezen kívül kimutatták, hogy a nők sikerebben ismerik fel a különböző érzelmi vokalizációkat, feltehetően magasabb érzelmi érzékenységük miatt (Zei, 2017).

Azonban még nem vizsgálták, hogy az ember által produkált nonverbális vokalizációk szintén a Motivációs-strukturális szabályoknak megfelelően változnak-e egy másik fajjal való interakciója során pozitív és negatív helyzetekben.

Célkitűzések

Kutatásunk elsődleges célja annak vizsgálata volt, hogy a kutyák felé produkált emberi hangok követik-e az akusztikai szabályszerűségeket (pl.: Motivációs-strukturális szabályok), amelyeket a pozitív, illetve negatív érzelemkifejező emlőshangokban korábbi tanulmányok leírtak. Hipotézisünk alapján a vizsgált kondíciók közül a pozitív, így a behívó és bízató helyzetben produkált hangok rövidebbek, magasabb az alaphékvenciájuk és kevésbé zajosak, mint a negatív, az elzavaró és tiltó kondíciókban produkált hangok. Illetve a férfi és női hangok bizonyos akusztikai paramétereinek (F_0 , zajosság) eltérését figyelembe véve nemenként vizsgáltuk a hangokat.

További célunk a kutatás folytatásával annak vizsgálata, hogy a kondíciókon belül milyen akusztikai struktúrával, vagyis a vizsgált paraméterek mentén milyen értékekkel rendelkező hangokkal, mely vokális paraméterekkel hozható összefüggésbe a kutyák adott helyzetnek megfelelő reakciója.

Anyagok és módszerek

Etikai engedély

A magyarországi Állatkísérleti Tudományos Etikai Tanács szerint kutatásunk jogilag nem minősül állatkísérletnek. A kutyák vizsgálatára vonatkozó engedély száma: Ref.No.: TTK/3104/1(2021), Cert. No.: ELTE-AWC-010/2021. A gazdák vizsgálatához tartozó etikai engedély száma: 16062-16/2021/EÜIG

A vizsgálatban minden jelentkező önkéntes alapon vett részt, melyet az Etológia Tanszék beleegyező nyilatkozatának kitöltésével elfogadtak. A résztvevők részletes tájékoztatást kaptak a kísérlet menetéről a tesztet megelőzően emailben és a helyszínen egyaránt.

Alanyok

Alanyaink felnőtt kutyagazdák voltak, akiknek kutyái 1 évnél idősebbek és maximum alapfokú alapengedelmes képzettséggel rendelkeznek. Az analízisünkben 52 gazda szerepelt (27 nő, 25 férfi, átlagéletkor: $38,5 \pm 12,6$ SD), akik esetében legalább három kondícióból rendelkezünk elemezhető hangfelvétellel. A tesztelt kutyák között 28 szuka és 24 kan volt. A kutyák életkora 1 és 13 év között változott (átlagéletkor $4,3 \pm 2,8$ SD), 17 keverék és 35 fajtatiszta. 52 kutyából 21 nem kapott semmilyen szakember által vezetett képzést, 31 alapfokú alapengedelmességi foglalkozáson, kölyök foglalkozáson vagy egyéb, kezdő szintű képzésen vett részt.

Az alanyok toborzása közösségi média felületeken történt. A kutatásra egy online jelentkezési lap kitöltésével tudtak jelentkezni (<https://forms.gle/CJ1rQeK8W3yWyoJ26>).

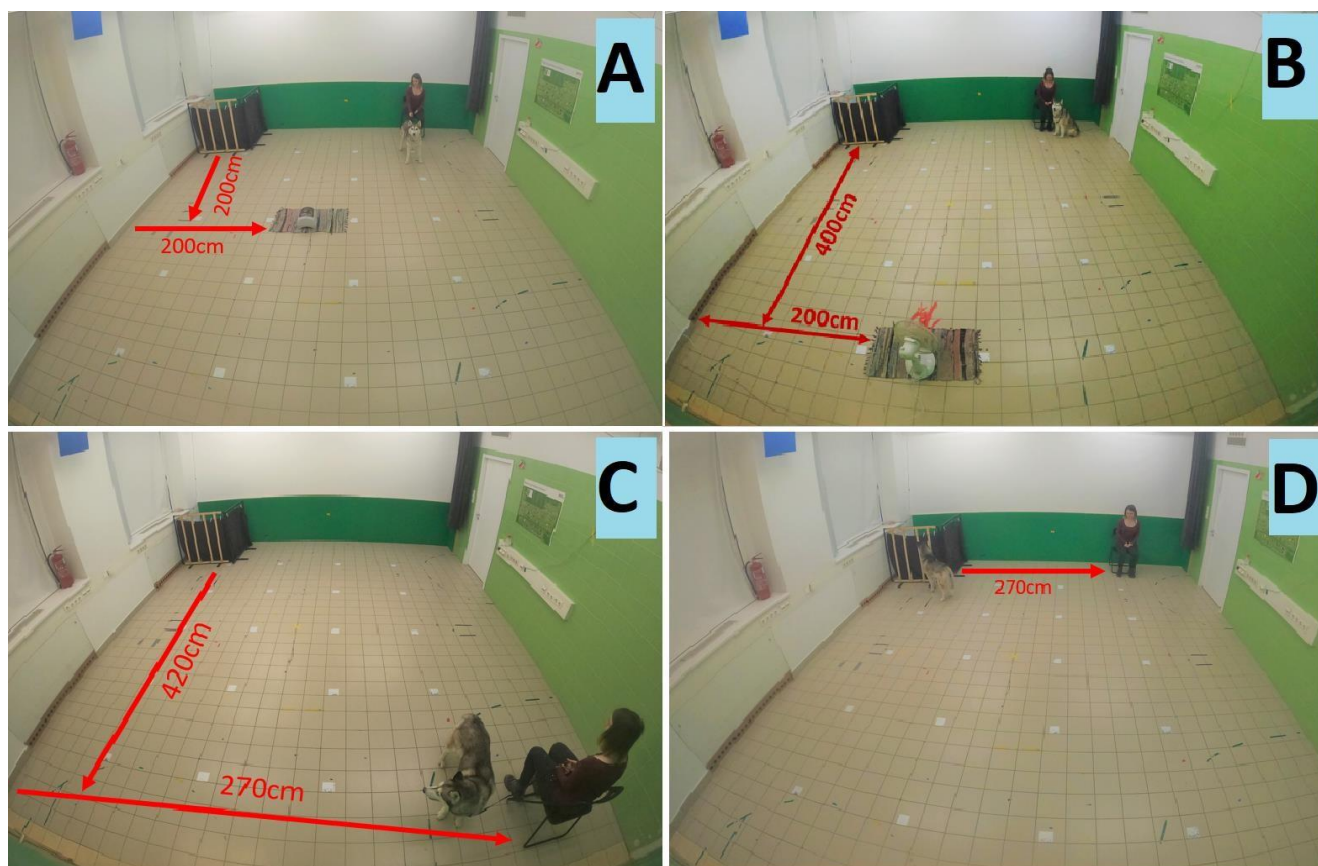
Kísérleti elrendezés

A teszteket az Etológiai tanszék egyik laborjában (5,4*6,2 m) végeztük. A kísérlet teljes időtartama alatt a teremben felszerelt, 5 kamerából álló (Basler sca640-120gc) kamerarendszerrel és Sennheiser ME-62 mikrofonnal (K6 tápmodullal) készítettünk felvételt, illetve a gazdára szerelt mikrofonnal (Rode Smartlav+ és Rode wireless Go), és egy ezekkel összekötött hangrögzítővel (Zoom H4n) pedig kondíciónként készült hangfelvétel a gazda hangadásairól.

A tesztek lebonyolítását 2 személy végezte: a kísérletvezető szerepét én töltöttem be, amíg a viselkedéstesztet irányítottam a laborban, a másik személy, segítő, a videó- és

hangfelvételt irányította, valamint ellenőrizte a berendezések megfelelő működését a teszt során.

Tesztünkben a kondíciók során különböző eszközöket használtunk, azonban az alapberendezés minden kondíció esetében azonos volt: a gazda takarásához használatos paraván, amely két rácsos fém és fa keretből (100cm x 100cm), és egy nagyméretű textilből állt, a labor bal felső sarkában helyezkedett el. A textilt olyan magasságban rögzítettük, hogy a gazda kilásson felette, de ő takarva legyen a kutya elől. A paraván mögé egy másik textil is került, amire a gazda térdelve helyezkedett el. A kísérletvezetőnek egy szék volt elhelyezve a paravántól 270 cm-re, a legtöbb kondíció alatt innen indult el a kísérleti alany. A bemelegítő feladat alatt, illetve a tiltó kondíciónál egy szőnyeg (85cm x 46cm) volt a terem közepére helyezve, a paravántól 200 cm-re. Erre lett téve az automata jutalom adagoló (Treat&Train). A biztató kondíció alatt ugyanez a szőnyeg a paravántól 400 cm távolságra volt helyezve, rajta egy ventilátorral amire műanyag szalagokat akasztottunk. A behívó kondíció alatt a szék átkerült a labor túlsó végébe 420 cm-re a paravántól, illetve ehhez a kondícióhoz egy 120 cm-es pórázt használtunk minden kutya esetében. A kutyák motiválására száraz jutalomfalatokat, illetve érzékeny kutyák esetében allergén mentes tápot használtunk.



1.ábra A terem elrendezése a különböző kondíciók alatt
(A: Tiltó, illetve bemelegítés, B: Biztató, C: Behívó, D: Elzavaró)



2.ábra A kondíciókhoz használt eszközök
(a: ventilátor, b: automata jutalom adagoló)

Kísérleti eljárás

A beleegyező nyilatkozat kitöltését követően a kísérletvezető a laborba vezette a kutyát és gazdáját, ahol tájékoztatta a gazdát a kutatás céljáról.

A kondíciók során egyetlen, előre meghatározott hangjelzést használhattak a gazdák, sem szavakat (beleértve a kutya nevét), sem bármilyen más hanggal járó kommunikációs jelzés (pl. dobantás, tapsolás) nem volt engedélyezett. A használható hangjelzés a “bü” volt, mely egy jelentés és érzelem töltet nélküli hangsor, melyben a “b” mássalhangzó sajátosságainak (zöngés zárhang) köszönhetően a hanghatárok egyértelműek, így a hangfelvételek akusztikai elemzése zavartalanabb. Ennek hangsúlyát, kimondásának módját (hosszát, hangerejét és hangmagasságát, ismétlések számát) a gazdák szabadon változtathatták.

A kondíciókat megelőzte egy bemelegítő feladat, melynek célja, hogy a kutya megszokja a gazda látványának korlátozását, és megértse a feladatot, vagyis, hogy a gazda hangjára kell a tesztek alatt figyelnie. Ehhez a szőnyegre helyezett ételadagolót használtuk, amit a kísérletvezető a széken ülve távirányítóval működtetett. A bemelegítés során a gazda már a paraván mögül, de még szavakat használva különböző, a kutya által ismert parancsszavakat adott, amennyiben amelyek sikeres elvégzéséért a kutya jutalmat kapott az adagolóból.

A bemelegítő feladatot követően a kísérletvezető azt az instrukciót adta a gazdának, hogy ismétlje el a “bü” hangjelzést semleges hanglejtéssel, mely elemzésre került a többi kondíció hangfelvételeivel együtt. Összesen 5 kondíciót végeztünk el a tesztalanyokkal, de a hangelemzéshez csak 4 kondíció hangjait, illetve a neutrális “bü” hangfelvételt használtuk.

A kondíciókat szemi-random módon 6 előre meghatározott sorrendbe osztottuk, és ezeket a sorrendeket véletlenszerűen osztottuk ki minden kutyánál. A 6 sorrend létrehozása során feltétel volt, hogy ne kerüljön negatív kondíció (tiltó, elzavaró) az első helyre, valamint ez a két kondíció ne kerüljön közvetlen egymás után, hogy a kutya ne kerüljön elsőre és egymás után többször negatív helyzetbe.

Minden kondíció a kutya elengedésétől számított 1 percre tartott, amit a kísérletvezető telefonos stopperórán mért. A kondíciók között megkértük a gazdákat, hogy kutyáikkal pórázon menjenek ki a laborból, ameddig a kísérletvezető átrendezte a teszhelységet.

Az elemzéshez használt kondíciók leírása:

1. Tiltó kondíció: a gazda azt az instrukciót kapta, hogy a “bü” hang használatával tiltsa meg kutyájának a jutalomfalatok megevését. A teremben a szőnyegre helyeztük az étel adagolót (1.ábra A, 2.ábra b), és köré szórtunk a szőnyegre jutalom falatokat. Amíg a gazda elhelyezkedett a paraván mögé, a kísérletvezető megmutatta a pórázon lévő kutyának a jutalmakat, majd még mindig pórázon a kutyával leült a székre. A teszt 1 percre akkor indult, amikor a kísérletvezető a “mehetsz”, vagy ezzel egyenértékű, kutya által ismert parancssal, elengedte pórázról a kutyát. Ettől a ponttól kezdve kellett a paraván mögül a gazdának megtiltania, hogy kutyája egyen a jutalomfalatokból. Ha sikeresen letiltotta a kutyát, akkor a kísérletvezető az ételadagolót a távirányítóval beindította, így motiválva újra a kutyát a jutalomfalatok megszerzésére. Az 1 perc letelte után a kondíció véget ért, a kísérletvezető jelezte a gazdának, hogy engedélyezheti a kutyájának a jutalomfalatok elfogyasztását.

2. Biztató I. kondíció: a gazda azt az instrukciót kapta, hogy a megadott hangjelzéssel bíztassa kutyáját arra, hogy megszerezze az összes jutalmat a szobába helyezett idegen, mozgó tárgy (ventilátor 15 cm-es műanyag szalagokkal (Merola és mtsai., 2012)). A terem gazdától távolabbi oldalához a szőnyegre helyeztük a ventilátort (1.ábra B, 2.ábra a), és köré szórtunk jutalmat. A kísérletvezető megmutatta a kutyának, hogy jutalom van a szőnyegen, majd bekapcsolta a ventilátort. A kutya a kísérletvezetőtől indult, a gazdának pedig 1 percre volt bíztatni a kutyát, hogy szerezze meg a jutalmakat. Az 1 perc leteltével, a kondíció végén, amennyiben a kutya nem közelítette meg a tárgyat, a gazda lehetőséget kapott, hogy szavakkal bíztassa, vagy odavezesse a kutyát a ventilátorhoz, hogy elfogyassza a jutalmat.

3. Behívó kondíció: a gazdának magához kellett hívnia a megadott hangjelzéssel a kutyát. A kísérletvezető a labor gazdával átellenes sarkába helyezett székre ült le (1.ábra C), a

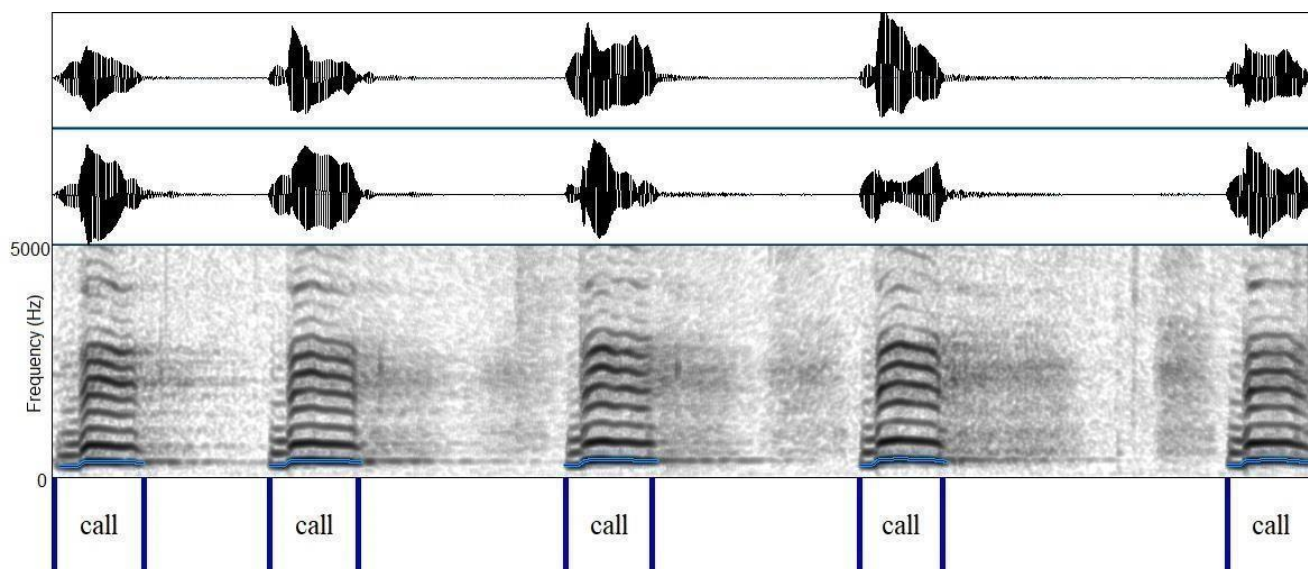
kutyát egy speciális, vékony és könnyű pórázon tartva. Az 1 perc kezdetével a gazda elkezdte hívni a kutyát a paraván mögött ülve. Amikor a kutya megindult, a kísérletvezető egy rövid ideig ellentartott a kutyának, hogy a gazda hosszabb ideig próbálja magához hívni a kutyát, majd elengedte a pórázt. Abban az esetben, ha a kutya az 1 perces időtartam alatt eltávolodott a paravántól, a gazda újra magához hívhatta a megadott hangjelzéssel.

4. Elzavaró kondíció: a gazda feladata az volt, hogy a megadott hangjelzéssel a kutyát elzavarja a paraván mellől (1.ábra D). A kísérletvezető látványosan átadott egy jutalomfalatot a paraván mögött ülő gazdának, hogy ezzel a kutyában megfelelő motivációs állapotot hozzunk létre, és így a paravánnál helyezkedjen el. Ezt követően a kísérletvezető leült a székre, a gazdának pedig el kellett zavarnia a kutyát a paravántól legalább 2 méter távolságra úgy, hogy a kondíció 1 perce alatt távol is maradjon onnan. Az idő letelte után a kutya megkapta jutalmát.

Hang- és adatelemzés

A hangfelvételekben először az Adobe Audition hangszerkesztő program segítségével elkülönítettem a kondíciók alatt kapott hangokat az elemzéshez szükségtelen, kondíció 1 percén kívüli részekről. Ezután a vágott felvételek egyesével, a Praat programmal kerültek elemzésre (3.ábra). Félautomata módon végeztem a hangok különböző akusztikai paramétereinek vizsgálatát, egy script felhasználásával, amelyet Dr. Faragó Tamás hozott létre. A hangok elemzésének első lépéseként az automatikusan detektált alaphérfvenciát ellenőriztem és ha szükséges volt javítottam spektrogram és pitch objektum segítségével. Ezt követően a detektált hangok határait ellenőriztem a hangok oscillo- és spektrogramjának vizsgálatával, illetve a szakaszok meghallgatásával. Végül felcímkézéssel elkülönítettem az elemzéshez használatos vokalizációkat, és kizártam az esetleges háttérzajjal szennyezett hangokat, kutya hangokat, illetve beszédet.

Az elemzés végén egy olyan adatsort kaptunk, mely minden egyedi „bű” hang akusztikai értékeit tartalmazta.



3. ábra A hangelemzés folyamata

Az adatelemzés R statisztikai környezetben végeztük (R studio: Version 1.4.1106, R Version 3.3.2). Három olyan akusztikai paraméter esetében vizsgáltuk meg, hogy eltérnek-e a pozitív és negatív kontextusú kondíciók, amelyek közt az irodalom alapján várható különbség a pozitív és negatív kondíciók hangjai között: hangadási egységek hossza, átlagos alaphfrekvencia, átlagos tonalitás. Emellett a gazdák neutrális szituációban produkált hangjait is felhasználtuk az elemzéshez, melyek meghatározták az akusztikai paraméterek alapértékeit.

Azon akusztikai változók esetében, melyek normál eloszlásúvá transzformálhatóak voltak (átlagos tonalitás, box-cox transzformáció) Lineáris Kevert Modelleket alkalmaztunk (lmer funkció, lme4 csomag), míg a nem normálható változók esetében, hangadási egységes hozza, átlagos alaphfrekvencia, Általánosított Linerális Mixed Modelleket használtunk (GLMMs, glmer funkció, lme4 csomag, Gauss-eloszlás log-linkkel).

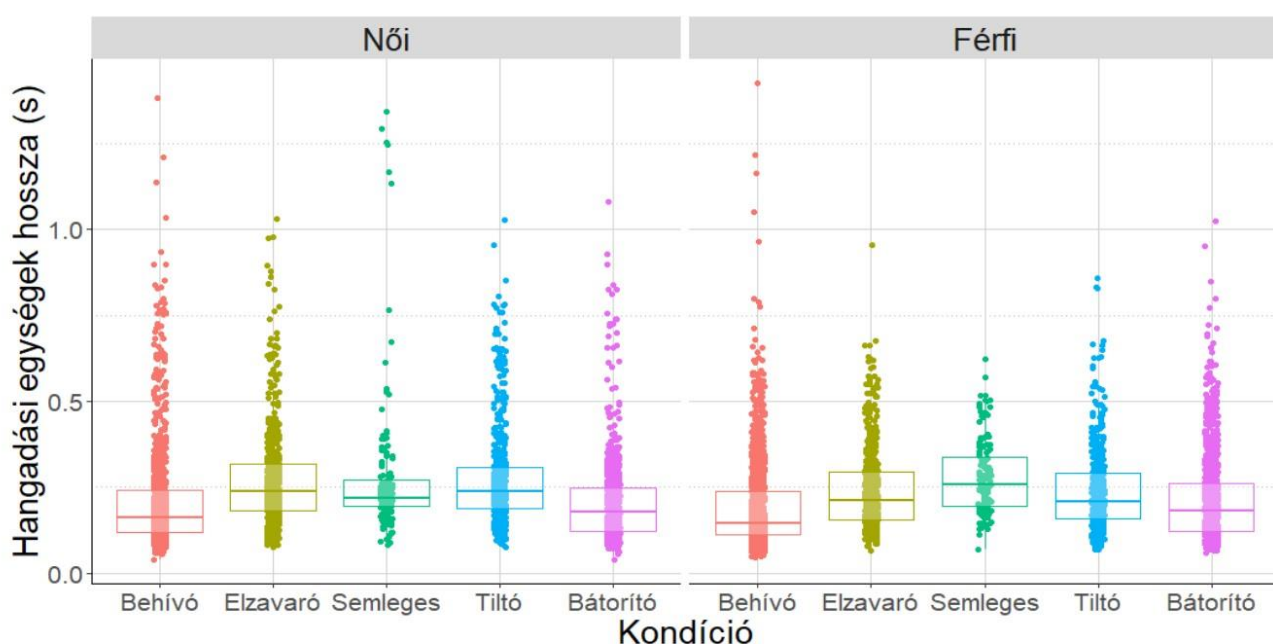
Mindegyik paraméterre külön modellt futtattunk, melyek tartalmazták a gazda azonosítóját random faktorként, valamint a kondíciót, interakcióban a gazda nemével, ugyanis a nem erőteljesen befolyásolhatja a hang akusztikai paramétereit. A modellek esetében AIC alapú modellszelekciót végeztünk (lmerTest package, drop1) a végső modell meghatározásához, melynek eredményeinek validitását Tukey post-hoc páros tesztekkel ellenőriztük.

Eredmények

Akusztikai különbségek a kondíciók közt

Hangadási egységek hossza

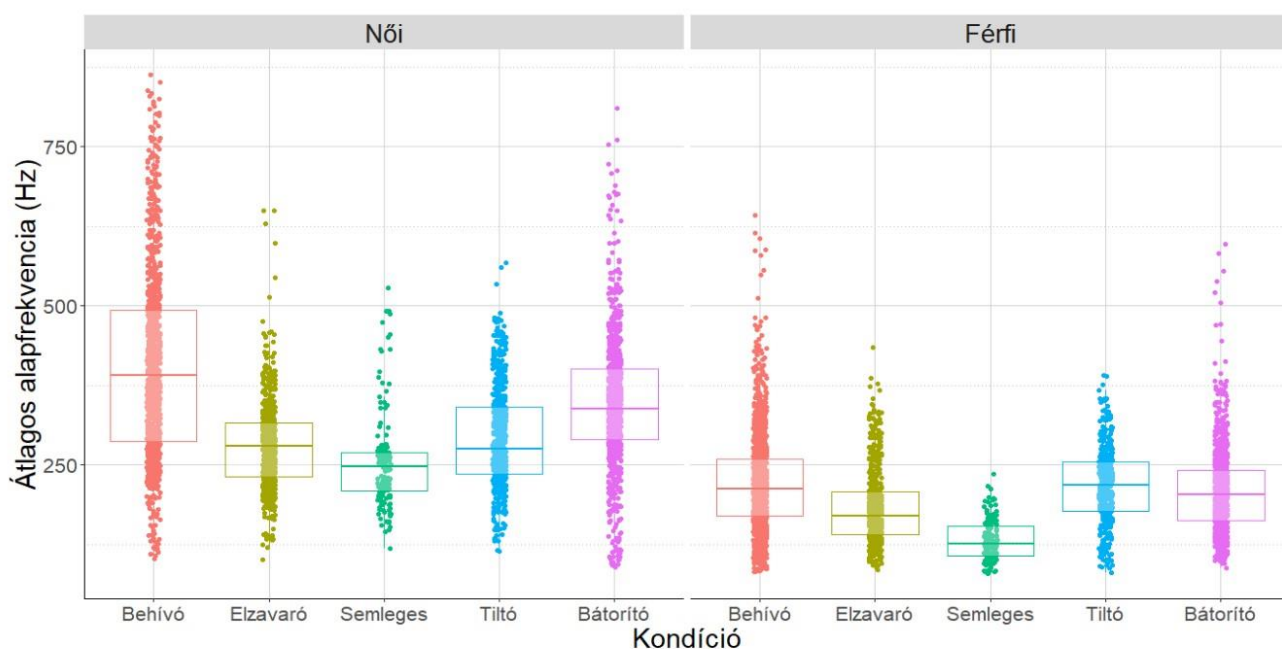
A hangok hosszára hatással van a kondíció és nem interakciója (LRT $\chi^2_4=69.685$, $p<.0001$, 4.ábra): Mindkét nem esetében megfigyelhető, hogy a behívó hangoknál hosszabbak az elzavaró hangok (F: $p<.0001$, N: $p<.0001$), a tiltó hangok (F: $p<.0001$, N: $p<.0001$), valamint a neutrális hangok is (F: $p<.0001$, N: $p<.0001$). A férfiak esetében a behívó hangoknál hosszabbak a bízató hangok ($p<.0013$). A nők esetében a bízató hangoknál hosszabbak az elzavaró hangok ($p<.0001$), illetve a tiltó is ($p<.0001$). Egyik nemnél sincs eltérés a két negatív kondíció közt (F: $p=0.9530$, N: $p=0.9898$), valamint a negatív kondíciók és neutrális közt. A férfiaknál a bízató és elzavaró ($p=0.7080$), valamint a bízató és tiltó ($p=0.2865$) közt nem figyelhető meg szignifikáns eltérés. Összefoglalva, ahol szignifikáns különbség figyelhető meg negatív és pozitív kondíció közt, ott elmondható, hogy a negatív kondíció hangjai hosszabbak a pozitív hangoknál.



4.ábra Hangadási egységek hossza és a kondíció, nemenként külön ábrázolva

Átlagos alapfrekvencia

Az átlagos alapfrekvenciára is hatással van nem és kondíció interakciója (LRT $\chi^2_4=349.61$, $p<.0001$, 5.ábra). A behívó hangok rendelkeznek a legmagasabb alapfrekvenciával a nők esetében minden kondícióhoz képest (behívó-elzavaró: $p<.0001$, behívó-neutrális: $p<.0001$, behívó-bíztató: $p<.0001$, behívó-tiltó: $p<.0001$) és minden kondíció eltér egymástól ($p<.0001$, elzavaró-neutrális: $p=.0002$). A férfiak esetében a behívó hangok magasabbak a bátorító ($p<.0001$), neutrális ($p<.0001$) és az elzavaró hangoknál ($p<.0001$), de nem térnek el a tiltó hangoktól ($p=0.4115$). A tiltó hangok magasabbak a bíztató ($p<.0001$), elzavaró ($p<.0001$) és neutrális hangoknál ($p<.0001$). A bíztató és az elzavaró hangok is magasabbak a neutrális hangoknál ($p<.0001$), viszont nem térnek el egymástól ($p=0.1485$). Összességében elmondható, hogy nők esetében, ahol szignifikáns különbség figyelhető meg, a pozitív kondíciókból származó hangok magasabb alapfrekvenciával rendelkeznek, mint a negatív kondíciókból származó hangok, míg férfiaknál ez az összefüggés csak részben áll fenn.

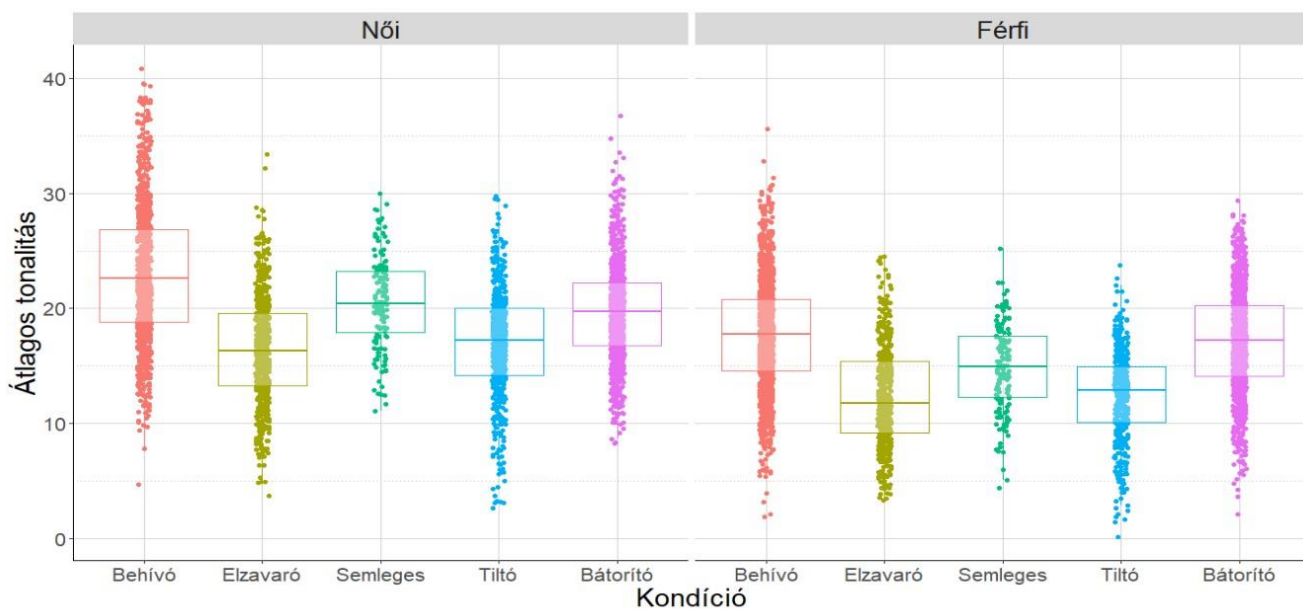


5.ábra Átlagos alapfrekvencia és a kondíció, nemenként külön ábrázolva

Átlagos tonalitás

Az átlagos tonalitásra hatással van a kondíció, interakcióban a beszélő nemével ($F=17.544$, $df=4$, $p<.0001$, 6.ábra): a behívó hangok tonalitása mindkét nem esetében magasabb a bíztató, neutrális, tiltó és az elzavaró hangokénál (felsorolt kondíciók közt: F : $p<.0001$, N : $p<.0001$). A bátorító hangok tonalitása mindkét nem esetében magasabb a tiltó ($p<.0001$) és

elzavaró ($p < .0001$) hangokénál, valamint férfiaknál a neutrális hangokénál is ($p = .0001$), azonban a nőknél ez nem szignifikáns ($p = 0.7230$). A neutrális hangok tonalitása mindkét nem esetében magasabb a két negatív kondíció hangjainál (neutrális-elzavaró: $p < .0001$, neutrális-tiltó: $p < .0001$), és nincs szignifikáns különbség az elzavaró és tiltó hangok között egyik nem esetében sem (N: $p = 0.9997$, F: $p = 0.4842$).



6.ábra Átlagos tonalitás és a kondíció, nemenként külön ábrázolva

Diszkusszió

Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy az emberi hang három fontos paramétere (hangadási egységek hossza, átlagos alapfrekvencia és tonalitás) hogyan változik kutyával való kommunikáció során különböző pozitív és negatív szituációkban. Megvizsgáltuk, hogy ezen paraméterek változása egyezik-e az irodalomban emlőshangok esetében leírt összefüggésekkel, miszerint a pozitív hangok rövidebbek, magasabbak és tonálisabbak a negatív hangoknál.

A hangok elemzése során hipotéziseinket alátámasztó eredményeket kaptunk, vagyis a vizsgált akusztikai paramétereket befolyásolja a kondíció, az alany nemével interakcióban. Mindhárom vizsgált akusztikai paraméter esetében voltak különbségek a pozitív és negatív kontextusú kondíciók közt mind a férfiaknál és nőknél.

A hangadási egységek hossza között kondícióként tapasztalt eredmények alátámasztják a Motivációs-strukturális szabályok által leírtakat: megközelítést kiváltó behívó hangok rövidebbek voltak, mint az eltávolodást kiváltó elzavaró és tiltó hangok. Ezen kívül a

férfiak esetében a két pozitív kondíció is eltér egymástól: a bízató hangok hosszabbak a behívó hangoknál, viszont a bízató hangok inkább a negatív kontextusú hangokra hasonlítanak, köztük szignifikáns eltérés nincs. Ennek oka lehet, hogy amikor kutyájuk nem az elvárt szerint viselkedett (tartott a ventilátortól, így nem közelítette meg, vagy a labor más részeiben explorált) a férfiak frusztráltabbá váltak és így hosszabb, negatívabbhoz hasonló hangokkal próbálták elérni a céljukat, míg a nők empátikusabbak voltak a helyzetben a kutyájukkal, esetleg effektívebb hangokat produkáltak.

Az átlagos alaphangfrekvencia vizsgálatának eredményei a női hangok esetében szintén alátámasztják a Morton-szabályokban leírtakat, míg a férfiaknál a behívó hangok itt is a negatív hangokra hasonlítanak jobban, mely megerősíti a hangadási egységek eredményeinek diszkusziójánál leírt feltételezéseinket. Egy másik érdekes eredményünk, hogy a tiltó hangok a vártnál magasabb frekvenciával rendelkeznek a férfiak esetében. Ennek oka lehet, hogy tapasztalataink alapján a férfiak az alaphangfrekvencia módosítása helyett a hangerejük növelésével próbálták megállítani a kutyájukat a tiltó kondíció során. A hangerő növelése az irodalom alapján a frusztráció növekedésének egy jele lehet (E. F. Briefer és mtsai., 2015). Végül, a férfi-női hangok alaphangfrekvenciájának különbségével kapcsolatos eredményünk egybeesik a korábbi tanulmányokban leírtakkal: férfiaknak hangjának alaphangfrekvenciájára alacsonyabb értékek jellemzőek, mint a nőkére (Izadi és mtsai., 2012).

Az átlagos tonalitást vizsgálva jöttek ki leginkább az elvárt eredmények mindkét nem esetében. A pozitív és negatív kondíciók között kimutatott eltéréseken kívül a két pozitív kondíció között is van szignifikáns különbség: a behívó hangok még tisztábbak, mint a bízató hangok. Ennek lehetséges oka, hogy a gazdák számára ismertebb szituáció a behívó kondíció, így gyakorlatabban alakították a célnak megfelelőre hangjukat, míg a bízató sokaknak új helyzet és ez frusztráltabbá tehetette a hangjukat. A férfiak esetében megfigyelt eltérés, miszerint a behívó hangok tonalitása magasabb a neutrális hangokénál azzal magyarázható, hogy az ő hangjuk alapvetően zajosabb a női hangokhoz képest (Heffernan, 2004). A két negatív kondíció a vártak megfelelően nem tért el egymástól, hasonlóan zajosak voltak mindkét nem esetében.

Eredményeink nagymértékben egybe esnek a Motivációs-strukturális szabályokkal, (E. F. Briefer, 2012; Morton, 1977), kiváltképp a női gazdák esetében, ami adódhat a nők kiemelkedő szociális szerepéből (anyaság) származó hatékonyabb érzelm kifejezésből és felismeréséből, valamint abból, hogy a férfiak tapasztalatunk alapján gátlásosabbak voltak a

viselkedésteszt során, ami hatással lehet a produkált vokalizációk minőségére is (Young és mtsai., 2017).

Az általunk elvégzett kutatás egyik különlegessége, hogy míg hasonló, emberi hangok hatását vizsgáló teszteknel a különböző érzelmi töltetű hangok különböző hangtípusok voltak, például lovakkal (*equus caballus*) végzett teszten a negatív és pozitív hangok emberi morgás és nevetés volt, addig a mi kutatásunkban egyféle hangot használhattak a gazdák. Az előre megadott “bű” hanggal korlátoztuk a különböző hangtípusok használatát, így az alanyok csak a hang akusztikáját változtathatták. Ezzel a módszerrel kiküszöböltük, hogy a hangtípusok közti akusztikai különbségek esetlegesen elfedjék az akusztikai paraméterek változtatásának hatását.

Vizsgálatunk másik különlegessége, hogy az alanyok hangját éles kommunikációs helyzetben vettük fel, így a hangadás pontosan körülírt viselkedés-változtatási kommunikációs céllal történt, a kutyák viselkedésének változását nem lejátszott hangingerre, hanem élő, őszinte hangokra figyelhetjük meg.

További terveink közt szerepel a tesztekéről készült videófelvevételek elemzésével megvizsgálni azt is, hogy a hangelemzéssel vizsgált akusztikai paraméterek mely értékekkel rendelkező hangjai eredményezik a leginkább megfelelő reakciót a kutya részéről, vagyis milyenek a hatékony hangok a különböző szituációkban, illetve azt, hogy ezek nagyobb arányban származnak e női gazdáktól.

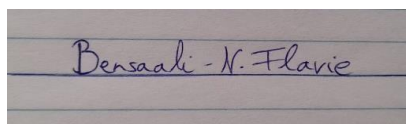
Szerzői Hozzájárulás

Alulírott Bensaali-Nemes Flavie a dolgozatomban leírt munkafolyamatok közül a

- a kísérlet lebonyolítását, adatgyűjtést,
- a gyűjtött hanganyagok vágását és elemzését,
- a pályamunka megírását végeztem el.

“Ezúton nyilatkozom, hogy TDK konferencián korábban nem értem el helyezést. Ha a jelen BTDK Konferencia előtt másik TDK konferencián helyezést érek el, arról a BTDK szervezőit még a konferencia előtt értesítem, a nyertes pályamunkát eljuttatom hozzájuk.”

Budapest, 2023.01.18.



aláírás

Köszönetnyilvánítás

Elsőként szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek: Dr. Andics Attilának, aki szakmai segítségével biztosított lehetőséget dolgozatom sikeres elvégzéséhez és Dr. Lehoczki Fanninak, aki egész munkám folyamatát végig kísérve segítségemre volt a viselkedéstesztok kialakításában, lebonyolításában, az eredmények elemzésében és a dolgozatom megírásában.

Külön köszönöm Surányi Kingának és Kovács Zsanettnek segítségüket a tesztek lebonyolításában.

Köszönöm Dr. Faragó Tamásnak a tesztekhez szükséges technikai háttér kialakításában nyújtott segítséget, a hangelemző script elkészítését és a statisztikai analízissel kapcsolatos tanácsait.

Illetve köszönöm a lelkes részvételt gazdáknak, akik szabadidejükben eljöttek a tesztjeinkre.

Irodalom

- Albuquerque, N., Guo, K., Wilkinson, A., Savalli, C., Otta, E., & Mills, D. (2016). Dogs recognize dog and human emotions. *Biology Letters*, 12(1), 1–5. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0883>
- Ambreen, S., Bashir, N., Tarar, S. A., & Kausar, R. (2019). Acoustic Analysis of Normal Voice Patterns in Pakistani Adults. *Journal of Voice*, 33(1), 124.e49-124.e58. <https://doi.org/10.1016/J.JVOICE.2017.09.003>
- Briefer, E. F. (2012). *Vocal expression of emotions in mammals : mechanisms of production and evidence*. 288, 1–20. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2012.00920.x>
- Briefer, Elodie F, Maigrot, A. L., Mandel, R., Freymond, S. B., Bachmann, I., & Hillmann, E. (2015). Segregation of information about emotional arousal and valence in horse whinnies. *Scientific Reports*, 4. <https://doi.org/10.1038/srep09989>
- Ehret, G. G. (2006). Common rules of communication sound perception. *Behaviour and Neurodynamics for Auditory Communication*, February, 85–114.
- Heffernan, K. (2004). Evidence from HNR that /s/ is a social marker of gender. *Toronto Working Papers in Linguistics*, 23, 71–84.
- Huber, A. (2017). *Investigating emotional contagion in dogs (Canis familiaris) to emotional sounds of humans and conspecifics*. 703–715. <https://doi.org/10.1007/s10071-017-1092-8>
- Izadi, F., Mohseni, R., Daneshi, A., & Sandughdar, N. (2012). Determination of fundamental frequency and voice intensity in Iranian men and women aged between 18 and 45 years. *Journal of Voice*, 26(3), 336–340. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.05.008>
- Merola, I., Prato-Previde, E., & Marshall-Pescini, S. (2012). Social referencing in dog-owner dyads? *Animal Cognition*, 15(2), 175–185. <https://doi.org/10.1007/s10071-011-0443-0>
- Morton, E. S. (1977). *Occurrence and significance of motivation structural rules in some bird and mammal sounds*. 111(981), 855–869.
- Simmons, A. M., Popper, A. N., & Fay, R. R. (2003). *Acoustic Communication Handbook*. 387. <http://www.amazon.com/Acoustic-Communication-Springer-HandbookAuditory/dp/1441931481>
- Taylor, A. M., & Reby, D. (2010). *The contribution of source-filter theory to mammal vocal communication research*. 280, 221–236. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2009.00661.x>
- Titze, I. R., & Martin, D. W. (1998). Principles of Voice Production. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(3), 1148–1148. <https://doi.org/10.1121/1.424266>

- Yin, S., & McCowan, B. (2004). Barking in domestic dogs: context specificity and individual identification. *Animal Behaviour*, 68(2), 343–355.
<https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2003.07.016>
- Young, K. S., Parsons, C. E., Lebeau, R. T., Tabak, B. A., Sewart, A. R., Stein, A., Kringelbach, M. L., & Craske, M. G. (2017). Supplemental Material for Sensing Emotion in Voices: Negativity Bias and Gender Differences in a Validation Study of the Oxford Vocal (‘OxVoc’) Sounds Database. *Psychological Assessment*, 29(8), 967–977.
<https://doi.org/10.1037/pas0000382.supp>
- Zeigler, H. P. (2017). *Acoustic Patterns of Emotions*. April 2002. <https://doi.org/10.1002/0470845945.ch23>