

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta agrobiologie, potravinových
a přírodních zdrojů**

Katedra etologie a zájmových chovů



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vokální reakce samce gibona zlatolícího
(*Nomascus gabriellae*) během duetu se samicí
s a bez hormonální antikoncepce**

Diplomová práce

**Bc. et Bc. Martina Přikrylová
Zájmové chovy zvířat**

Ing. Michal Hradec, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci „Vokální reakce samce gibona zlatolícího (*Nomascus gabriellae*) během duetu se samicí s a bez hormonální antikoncepce“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26. 4. 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Michalovi Hradcovi, Ph.D. za pozitivní přístup, trpělivost, ochotu, profesionalitu, věnovaný čas a odborné rady, jimiž mi pomohl k vypracování mé diplomové práce. Dále děkuji všem zoologickým zahradám, v nichž byly získávány materiály pro praktickou část a v neposlední řadě také své rodině a kamarádům za oporu a přízeň, kterou mi projevovali po celou dobu studia.

Vokální reakce samce gibona zlatolícího (*Nomascus gabriellae*) během duetu se samicí s a bez hormonální antikoncepce

Souhrn

Giboni (čeleď Hylobatidae) jsou relativně malou jednotnou skupinou teritoriálních a stromových lidoopů, většinou žijících v monogamní sociální struktuře. Všechny druhy gibonů jsou známy tím, že vydávají hlasitý a stabilní vzorec vokalizace, jež je vrozený a specifický pro každý druh i pohlaví. Samice produkují jen jednu akustickou frázi s názvem great call, zatímco samci produkují samčí volání, které je u gibonů zlatolících (*Nomascus gabriellae*) složeno ze staccato poznámek a multi-modulační fráze. Giboni v páru produkují duety mající význam k zachování teritoria a posílení párového pouta.

Vzhledem k populačnímu managementu v zoologických zahradách byla aplikována několika samicím gibona zlatolícího hormonální antikoncepce. V předešlém výzkumu bylo zjištěno (Hradec et al. in preparation), že hormonální antikoncepce změnila akustické parametry great call samic. Vzhledem k tomu, že giboni produkují duetní zpěvy, které značí párové pouto, je logické, že by tato změna mohla ovlivnit i odpověď samce. Statistická analýza této diplomové práce odhalila, že k určitým změnám dochází. Při porovnání samčího volání v období s a bez hormonální antikoncepce samice se lišily 3 z 5 akustických parametrů, konkrétně interval, maximální a minimální frekvence.

Klíčová slova:

gibon, hormonální antikoncepce, vokalizace, primáti

Vocal Reaction of Male Southern Yellow-Cheeked Gibbon (*Nomascus gabriellae*) to Female in Pre- and Post-Hormonal Contraception Periods During Their Duet

Summary

Gibbons (family Hylobatidae) are a relatively small uniform group of territorial arboreal apes, mostly living in a monogamous social structure. All species of gibbons are well-known for their loud and stable vocalization sound pattern which is congenital and specific for all kinds and sexes of gibbons. Females produce only one phrase called the great call. Whereas males of southern yellow-cheeked gibbon produce phrase known as male call made from staccato notes and multimodular phrase. Couples of gibbons produce duet song. This is important for limitation of their territory and strengthening pair bond.

The hormonal contraception was indicated to several females of yellow-cheeked gibbon, considering sustainable management of zoo animal populations. In previous research (Hradec et al. in preparation) was found that this procedure changed acoustic parameters of the great call phrase. Given that gibbons produce duet songs that signify a pair bond, it is logical that the male response (male call) could be affected by this change too. Statistical analysis of this thesis revealed that some changes were taking place. In comparison male calls during the period with and without female hormonal contraceptives, 3 of the 5 acoustic parameters, namely interval, maximum and minimum frequency, were different.

Keywords:

gibbon, hormonal contraception, vocalization, primates

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíle práce a hypotéza.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Gibon zlatolící (<i>Nomascus gabriellae</i>)	10
3.1.1	Taxonomické zařazení gibona zlatolícího	10
3.1.2	Stručná biologie gibona zlatolícího	11
3.1.3	Rozšíření gibona zlatolícího ve volné přírodě	14
3.2	Možnosti ochrany gibona zlatolícího.....	15
3.2.1	Příčiny ohrožení gibona zlatolícího	15
3.2.2	Ochrana gibona zlatolícího <i>in situ</i>	16
3.2.3	Ochrana gibona zlatolícího <i>ex situ</i>	18
3.3	Vokalizace gibona zlatolícího	19
3.3.1	Vokalizace jako způsob komunikace.....	19
3.3.1.1	Anatomie vokálního aparátu a tvorba zvuku	20
3.3.1.2	Význam vokalizace u gibonů.....	22
3.4	Hormonální antikoncepce (HA).....	30
3.4.1	Ovariální cyklus	30
3.4.2	Zjednodušený popis mechanismu hormonální antikoncepce	31
3.4.3	Účinky a vlivy hormonů a hormonální antikoncepce	32
3.4.4	Důvody používání hormonální antikoncepce v zoologických zahradách.....	33
3.4.5	Používání hormonální antikoncepce u primátů.....	35
4	Metodika.....	41
4.1	Studovaná skupina zvířat.....	41
4.2	Etický kodex	41
4.3	Nahrávání a akustická analýza.....	43
4.4	Statistická analýza.....	46
5	Výsledky	47
6	Diskuze.....	49
7	Závěr	52

8	Literatura.....	53
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	57
	Příloha 1 Taxonomie gibbonů	I
	Příloha 2 Rozsah pohybu.....	II
	Příloha 3 Centrum primátů ve Vietnamu	III
	Příloha 4 Vývoj řeči.....	IV
	Příloha 5 Fotografie jednotlivých samců (Samec 1–4).....	V

1 Úvod

Podle Geismanna (2000) se počátky lidské komunikace vedoucí k vytvoření řeči opírají o 2 důležité vlastnosti. Jde o schopnost zapojit se do spolupráce a o schopnost kombinovat zvuky v rámci komplexních významových struktur. Navíc vykazují určité vzorce, jež se objevují i v komunikaci zvířat. Předávání stejných zvuků je podstatou sborových písní, a dokonce sám Darwin spekuloval, že se jazyk mohl vyvinout ze zpěvu. Skrze rytmus a výšku tónu lze rozlišit zpěv různých druhů zvířat, což může pomoci i při výzkumu vývoje lidského jazyka. Mnoho autorů považuje za hlavní cíle vedoucí k tomuto poznání studium zpěvu ptáků a zpívajících primátů, například gibbonů siamangů (*Symphalangus syndactylus*), gibbonů zlatolících (*Nomascus gabriellae*) a indriů (*Indri indri*).

Při samotném výzkumu bylo prokázáno, že písně primátů jsou druhově specifické v organizaci jednotek a samotných frází. Díky sexuálnímu dimorfismu existují rozdíly mezi pohlavími a různé písně vyjadřují jiný kontext. V písních se objevují i individuální odlišnosti, což může usnadnit identifikaci konkrétních jedinců (Gamba et al. 2018).

Hormony mají zásadní vliv na chování lidí a zvířat. Zpěv gibbonů nebo řeč lidí je také ovlivňována různou hladinou hormonů, například u mužů způsobuje testosteron hlubší zabarvení hlasu, a naopak u samic gibbonů se vzrůstající hladinou testosteronu stoupá i frekvence ve zpěvu. U žen je zkoumána především změna hlasu během běžného menstruačního cyklu. Předpokladem tedy je, že když hormonální antikoncepce reguluje tvorbu hormonů, projeví se to i na výšce hlasu. Pokud se tedy samicím za určitých okolností změní hlas, je pravděpodobné, že by samec mohl reagovat jinak, a tím pozměnit výšku tónu svého hlasu.

V této diplomové práci byly zkoumány duety vybraných párů gibbonů zlatolících v různých zoologických zahradách v obdobích, kdy samice buď užívaly, nebo neužívaly hormonální antikoncepci. Vokalizace byla nahrána na diktafon a následně statisticky vyhodnocena.

2 Cíle práce a hypotéza

Cíle:

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části bylo hlavním cílem přinést co nejnovější poznatky o gibonech zlatolících (*N. gabriellae*), přiblížit důležitost a princip jejich vokalizace, shrnout mechanismus hormonální antikoncepce (HA) a zjistit výhody a nevýhody jejího užívání v zoologických zahradách. Praktická část je zaměřena na odlišnosti vokalizace mezi samcem a samicí při jejich milostném duetu. Cílem bylo ověřit, zda se reakce samce mění, pokud samice užívá HA.

Hypotéza:

Vzhledem k novosti práce, která zatím nemá oporu ve vědecké literatuře (jak u nehumánních a humánních primátů, tak i u ostatních savců), nebyla stanovena hypotéza. Práce se zakládá na akustickém porovnání samčího volání ve dvou obdobích (s a bez hormonální antikoncepce).

3 Literární rešerše

3.1 Gibon zlatolící (*Nomascus gabriellae*)

3.1.1 Taxonomické zařazení gibona zlatolícího

Giboni jsou malí diurnální primáti žijící na jihovýchodě Asie (Rawson et al. 2011). Dvacet druhů gibonů je rozděleno do 4 rodů – *Hylobates*, *Nomascus*, *Hoolock* a *Siamang* (viz Příloha 1, Obr. 17). Typické znaky rodu *Nomascus* jsou: 52 chromozomů v diploidních buňkách, rozšíření od jihu Číny po jih Vietnamu a pohlavní dimorfismus. Gibon zlatolící byl v minulosti považován za poddruh gibona černého (*Nomascus concolor*), avšak později byl uznán za samotný druh. Navíc nedávno byl gibon zlatolící za pomoci genetických a bioakustických metod rozdělen na dva druhy, konkrétně na druh *Nomascus annamensis* (zatím bez české nomenklatury) (Thinh et al. 2010). Podrobné zařazení gibona zlatolícího shrnuje Tab. 1.

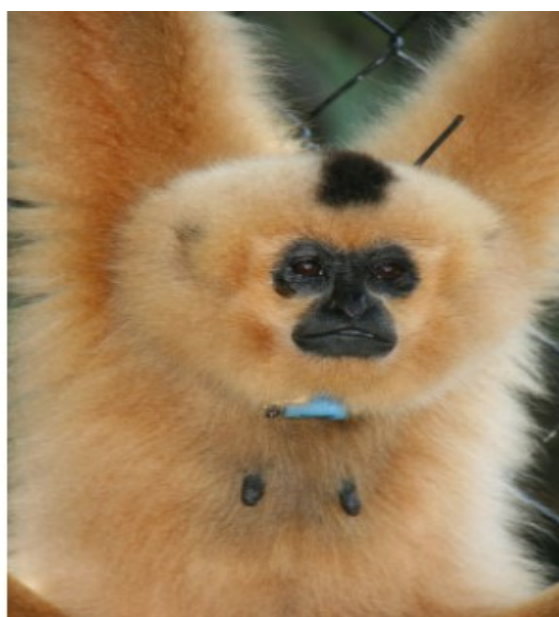
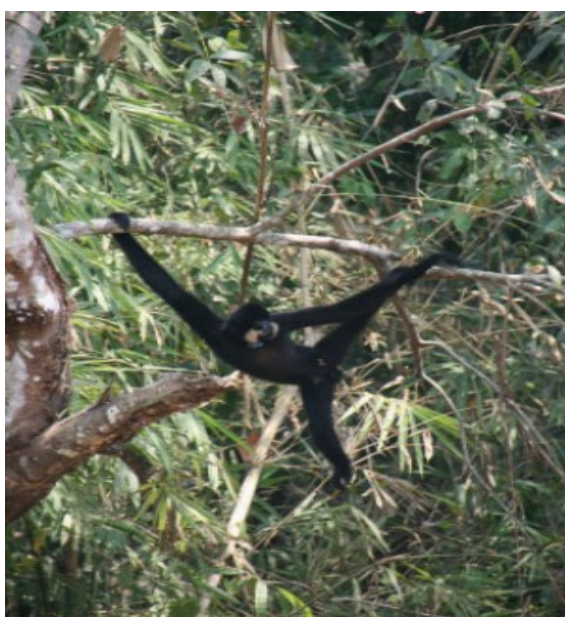
Tab. 1 Taxonomické zařazení podle *Mammal Species of the World* (Wilson a Reeder 2005)

Třída:	Savci	Mammalia	Linnaeus, 1758
Řád:	Primáti	Primates	Linnaeus, 1758
Podřád:		Haplorhini	Pocock, 1918
Infrařád:	Opice	Simiiformes	Haeckel, 1866
Oddělení:	Úzkonosí	Catarrhini	Geoffroy, 1812
Nadčeleď:	Hominoidi	Hominoidea	Gray, 1825
Čeleď	Gibonovití	Hylobatidae	Gray, 1870
Rod:	Gibon	<i>Nomascus</i>	Miller, 1933
Druh:	Gibon zlatolící	<i>N. gabriellae</i>	Thomas, 1909

3.1.2 Stručná biologie gibona zlatolícího

Popis vzhledu

Mezi samci a samicemi nejsou příliš velké rozdíly ve výšce, váze ani ve věku dožití. Obvykle měří 60–80 cm a váží 7–11 kg. Délka života v přírodě není dobře známá, ale v zajetí se dožívají až 50 let. Hlavní odlišností mezi pohlavími je barva srsti (viz Obr. 1). Mláďata obou pohlaví se rodí žlutozlatá. V pubertě se jejich srst přebarví na černo. Samci zůstávají v dospělosti černí, pouze na lících (od očí k ústům) se jim krátce po pubertě objeví žlutá srst (odtud vznikl název zlatolící). Samice se přebarvují zpátky do světlého zbarvení, hnědšího než měly jako mláďata. Černá srst zůstává pouze jako „čepice“ nahoře na hlavě, kolem uší a na loktech. Na hrudi mívají chlupy zabarveny do šeda, kolem genitálií do hněda nebo červena (Lussier 2020).



Obr. 1 Ukázka vzhledu samce (vlevo) a samice (vpravo) g. zlatolícího. Na krku mají připevněn modrý sledovací obojek s rádiovým spojením pro sledování jejich migrace (Kenyon et al. 2012).

Stanoviště a lokomoce

Vyskytují se především ve vysokých stálezelených nebo polozelených subtropických lesích, méně často ve smíšených bambusových nebo jiných lesích. Jejich teritorium bývá velké zhruba 41 ha. Velikost se odvíjí zejména od typu habitatu (ve stálezelených lesích i méně než 30 ha, v bambusových i více než 100 ha). Žijí v širokém spektru nadmořské výšky od 100 m.n.m. do více než 2200 metrů (Rawson et al. 2020).

Většinu času tráví na stromech. K tomu mají vysoce adaptované tělo. Jsou poměrně malí, štíhlí, lehcí, chybí jim ocas a mají vyvinuté (redukované) sedací mozoly. Přední končetiny jsou velmi dlouhé, dokonce delší než zadní. Jejich ruce mají tvar připomínající hák. K zavěšení při pohybu v korunách stromů jim pomáhají 4 dlouhé zahnuté prsty. Palec na noze i ruce je dlouhý a velmi výrazně oddělený od ostatních prstů. Opozice palce je vyvinuta, ale během brachiace tuto funkci nevyužívají. Věci přenášejí rukama i nohama (Lussier 2020).

Giboni jsou arboreální (převážně se pohybující v korunách stromů) primáti s diurnální (denní) aktivitou. Většina anatomických adaptací byla přizpůsobena právě jejich unikátnímu pohybu přizpůsobenému životu ve větvích. Dokáží získávat potravu z tenkých větví, což jim dává výhodu v rámci mezidruhové kompetice. Vyrovnají se jim pouze menší zvířata jako veverky nebo ptáci (viz Příloha 2, Obr. 18). K lokomoci používají 2 pohyby – brachiace (až z 80 %) a bipedální (po 2 končetinách) chůzi. Samotná brachiace (viz Obr. 2) spočívá v pohybu z větve na větev se zavěšením pouze pomocí prstů. Jedním švihem umí překonat vzdálenost až 10 m. Jedná se o velmi rychlý a efektivní způsob lokomoce s rychlostí až 35 km/h (Geismann 2003).



Obr. 2 Jednotlivé fáze během brachiace u gibonů. Na obrázku gibon lar (*Hylobates lar*). Zdroj: http://www.gibbons.de/main/introduction/chapter_english05.html.

Sociální chování a reprodukce

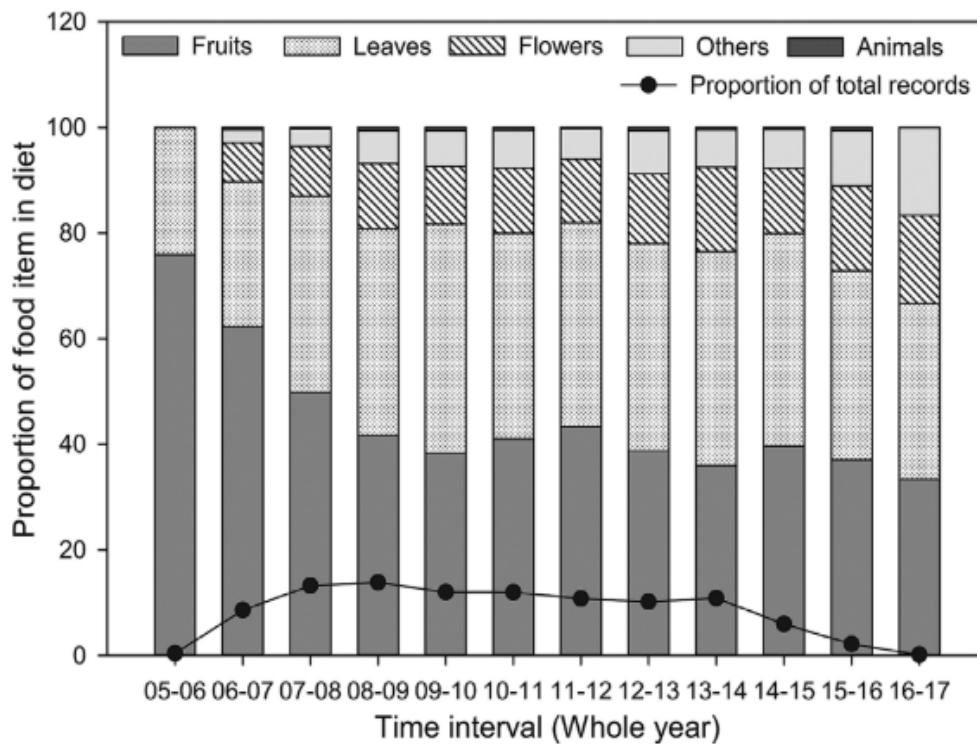
Giboni jsou teritoriální savci. Žijí v malých skupinách, které se nejčastěji skládají z rodičovského páru a jejich mláďat. Každý druh má svůj unikátní druh vokalizace. Používají ji zejména k udržování sociální hierarchie a k vytyčování hranic svého teritoria. Zpěv samce a samice se od sebe navzájem liší (také viz kap. 3.3 Vokalizace gibona zlatolícího). Kromě toho je u gibonů viděn i grooming (probírání srsti), jež má nejen hygienický, ale i sociální význam (IUCN 2021).

Sociální grooming, neboli péče o jiné jedince většinou skrze čištění srsti, je důležitý hlavně z hlediska uvolňování stresu způsobeného hlavně interskupinovými konflikty a pro zachování sociálních vazeb mezi členy jedné skupiny (Yi et al. 2020). Kromě samotného groomingu je zajímavé sledovat i preferenci ruky, protože ta zřejmě závisí na postavení těla. Vsedě používají hlavně levou ruku, ve stoji s jednou rukou v závěsu (například o větev) pravou ruku, přičemž s vyšší pozicí lateralita sílí (Zhao et al. 2019).

Samice gibonů mívají v přírodě první mládě kolem jedenáctého roku života, v lidské péči i dříve, například i v 7 letech. Při bližším zkoumání, probíhajícím v čínských zoologických zahradách, porodí samice g. zlatolícího své první mládě v $10 \pm 3,1$ letech. Gestační perioda je dlouhá 6–8 měsíců. Samice většinou rodí jedno mládě, výjimečně dvojčata. Další mláďata se rodí v rozestupu 2–3 let. S rodiči zůstávají až do dospělosti, poté některá z nich opouštějí rodnou skupinu a zakládají svou vlastní. Většinou tak činí spíše samci než samice (Fan et al. 2021).

Potravní ekologie

Největší část jídelníčku gibbonů tvoří rostlinná složka, jen příležitostně si dají hmyz nebo ptačí vejce. Podle studie (Bach et al. 2017), ve které byla pozorována rodina gibbonů (1 dospělá samice, 1 dospělý samec a jedno mládě) ve Vietnamu v nížinném deštném pralese Cat Tien National Park po dobu jednoho roku, je podrobné zastoupení potravy následující – ovoce (43,3 %), listy (38,4 %), květy (11,6 %), ostatní části rostliny jako pupeny, výhonky, kořínky (6 %), hmyz a vejce (0,5 %), detailněji viz Obr. 3. Za ovoce si nejčastěji vybírají fíky (40,8 %). Nejvíce zastoupené rostliny byly - *Ficus kurzii*, *Sphenodesma thorelii*, *Diospyros sumatrana*, *Garcinia oliveri*, *Lagerstroemia ovalifolia*, *Calamus flagellum*. Zastoupení druhů se mění sezónně podle období. Ve Vietnamu je tropické podnebí s každoročními monzuny. Rok lze rozdělit na dvě části. Období dešťů probíhá od května do října, období sucha od listopadu do dubna.

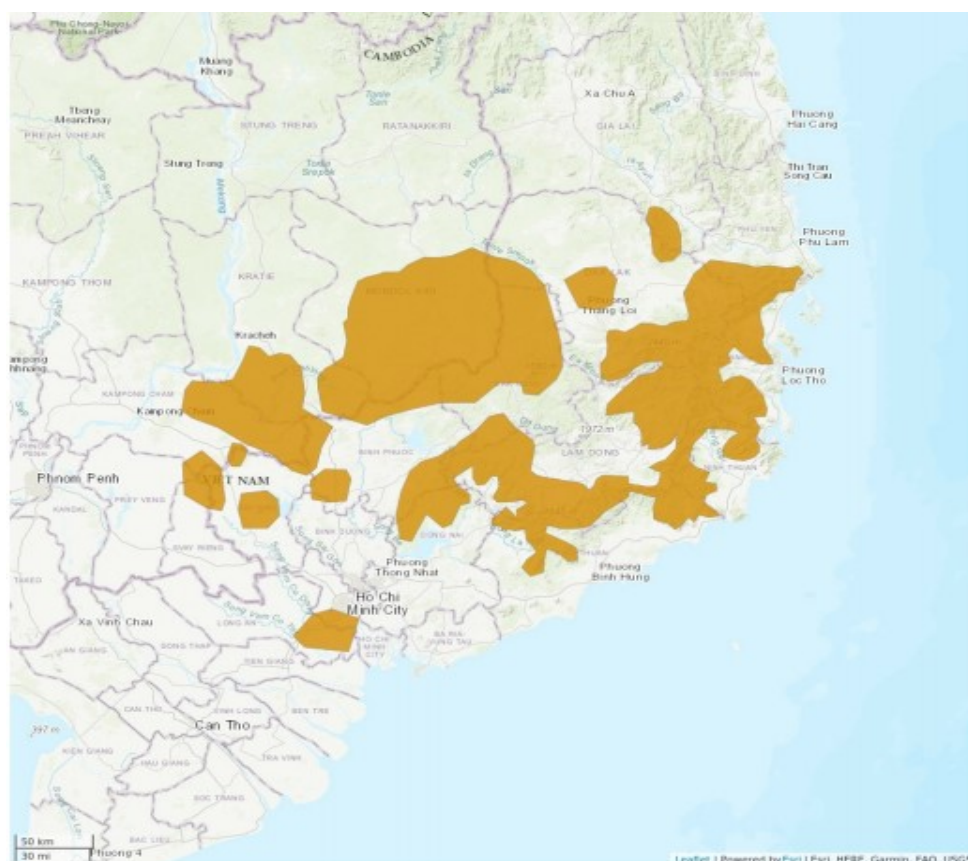


Obr. 3 Přehled zastoupení jednotlivých složek potravy v průběhu dne. Na ose x je vyjádřen čas v hodinách, na ose y procentuální zastoupení jednotlivých složek potravy. Data jsou získávána pozorováním veškeré aktivity v průběhu jedné hodiny rozdělené do 5 min intervalů. Linie s body značí rozvržení doby krmení v průběhu dne, nejmenší bylo 0,16 % v čase mezi 16:00 – 17:00 (Bach et al. 2017).

3.1.3 Rozšíření gibona zlatolícího ve volné přírodě

Dříve se giboni zlatolící nacházeli na severovýchodě Kambodži, severovýchodě Laosu a na jihu Vietnamu. Po oddělení druhu *N. annamensis* bylo i toto rozšíření redukováno zejména o severní část, nyní je jejich rozšíření limitováno pouze na jižní část Vietnamu a jihovýchod Kambodži (viz Obr. 4). Ve Vietnamu žijí od řek Sre Pok River, Ba River v provinciích Gia Lai a Phu Yen až na jih. V Kambodži na východ od řeky Mekong River a jižně od Sre Pok River (Thin et al. 2010).

Ve Vietnamu se nachází ve 12 chráněných územích, konkrétně v Yok Don, Chu Yang Sin, Bi Dup-Nui Ba, Phuoc Binh, Bu Gia Map, Cat Tien National Park, Ea So, Hon Ba, Nam Nung, Ta Dung, Dong Nai, Nui Ong Nature Reserve, v Kambodži například v Phnom Prich, Snoul, Phnom Nam Lyr Wildlife Sanctuaries a Seima Protection Area (Rawson et al. 2011).



Obr. 4 Rozšíření gibona zlatolícího ve volné přírodě (Rawson et al. 2020)

3.2 Možnosti ochrany gibona zlatolícího

Podle IUCN Red List of Threatened Species je zařazen do kategorie ohrožených živočichů (EN, Endangered). Tento druh je umístěn i v CITES v Příloze I, jedná se tedy o druh, který je bezprostředně ohrožen vyhynutím a obchod s ním je až na výjimky (zoologické zahrady) zakázán. Podle vietnamské legislativy konkrétněji zapsán v Annex 1B of Decree 32/2006 a Annex 1B Decree 160/2013 (Rawson et al. 2020). Stupeň 32/2006 znamená vládou kontrolovaný management ohrožených druhů rostlin a živočichů, stupeň 160/2013 kritéria pro identifikaci a režimová opatření vzhledem k ohroženým druhům a skupina 1B značí zákaz využívání druhu z komerčních důvodů (Thanh Nga 2020). V Kambodži je tento druh chráněn zákonem o lesnictví, konkrétně Law on Forestry z roku 2002 (Rawson et al. 2020).

Podle Geissmanna (2000) neexistují žádná věrohodná data, která by dokládala počty g. zlatolících ve Vietnamu, i když píše, že se jedná nejběžnější druh gibona z rodu *Nomascus* na tomto území. Rawson et al. (2011) ve své studii již počty gibonů specifikuje blíže. V NP Cat Tien touto dobou žilo zhruba 150 skupin a téměř 500 jedinců. V dalších chráněných oblastech Vietnamu žije přibližně 440 skupin, mimo chráněná území 260. V Kambodži je tento druh relativně dobře monitorován. V Seima Biodiversity Conservation Area je denzita přibližně 0,73 skupin na km², počet jedinců v rozmezí 646–972 a počet skupin 432–972. Dalších 15–273 skupin žije v Phnom Prich Wildlife Sanctuary (Channa a Gray 2009). Současný trend v počtu jedinců je klesající (Rawson et al. 2020).

3.2.1 Příčiny ohrožení gibona zlatolícího

Největší hrozbou pro gibona zlatolícího především ve Vietnamu, ale i v Kambodži, je zejména ilegální obchod s živými jedinci a ztráta přirozeného prostředí. Do soukromých sbírek nebo i do místních zoologických zahrad a hotelů jsou chytána nejčastěji mláďata s tím, že jejich matka je většinou zabita. Plánované či náhodné změny lesa, rozvoj průmyslu, budování infrastruktury měst a legální či ilegální zásahy do krajiny způsobují úbytek přirozených stanovišť, a tím i následnou fragmentaci populací (Rawson et al. 2011).

Giboni žijí na stromech, což znamená, že jsou relativně chráněni před predátory, ale na druhou stranu extrémně citliví na degradaci lesa. Stálezelené lesy jsou káceny kvůli novým plochám pro zemědělce a dalším lidským aktivitám (těžba zlata atd.). Všechna zvířata na tomto území trpí i kvůli válkám. Ve Vietnamu byly zničeny během 60. a 70. let minulého století, kdy na tomto území probíhala válka, 3 miliony hektarů lesa, a to nejen vlastním působením armád, ale i používáním biologických zbraní (např. napalm – benzin zahuštěný kyselinou palmitovou). Herbicidy a defolianty, například známý vysoce jedovatý dioxin „Agent Orange“ mají dlouhotrvající neblahý vliv na tamní ekosystémy. V takových místech je problémem hlavně vysychání půdy. To zpomaluje přirozenou obnovu lesa, čehož využívají více agresivní rostliny jako bambus, jež se mohou v dané oblasti stát dominantními a vytlačit tak rostliny původní, na které mohou být giboni vázáni (Lussier, 2020).

3.2.2 Ochrana gibona zlatolícího *in situ*

Ochrana *in situ* je prioritní nástroj pro záchranu gibonů a jejich stanovišť (Melfi 2012). World Conservation Society má za hlavní cíl zvýšení počtu gibonů po celé Asii. Klíčové je proto chránit již zmíněné gibony a jejich přirozená stanoviště, hledat vhodná místa, kam by mohli být případně re/introdukováni, nepřetržitě monitorovat, pokračovat ve výzkumu a jednat o „gibbon-friendly“ politice. V jejich zájmu je 11 druhů gibonů v 7 chráněných oblastech. Těm poskytují především technickou podporu (WCS, 2021).

The Dao Tien Endangered Primate Species Centre (viz Příloha 3, Obr. 19) je organizace založená tamním národním parkem a britským programem Monkey World Ape-Rescue v roce 2008 na jihu Vietnamu v NP Cat Tien ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a rozvojem venkova Vietnamu (EAST, 2018). Centrum bylo vybudováno po letech sledování ilegálního obchodu s g. zlatolícími a langury (*Pygathrix nigripes*) a po dlouhodobém jednání s vietnamskou vládou (Kenyon et al. 2012). Do samotného centra přicházejí hlavně primáti podvyživení nebo ve stádiu mentální deprivace zejména v důsledku sociální izolace. Mláďata sem chodí zejména po nějakém úrazu (zlomeniny, střelné rány). Po vyšetření a odebrání vzorku DNA jsou socializováni s ostatními jedinci téhož druhu. V centru pobývají jen po dobu nezbytně nutnou k zotavení. Pokud jsou plně připraveni, jsou vypouštěni zpět do volné přírody*. Pouze jedinci, kteří se nejsou schopni vrátit, zůstávají v lidské péči a jsou přemístěni do dalších zařízení v rámci chovných programů (EAST, 2018). Kooperace mezi *in situ* a *ex situ* centry je pro záchranu těchto druhů klíčová (Kenyon et al. 2012). Kromě toho zmiňovaná britská organizace založila i The Endangered Asian Species Trust (EAST), jež má za cíl monitoring ilegálního obchodu, reintrodukci, edukaci široké veřejnosti a zodpovědnost turistů se zaměřením na ohrožené druhy primátů v jižním Vietnamu (EAST, 2018).

*Po úplném zotavení jsou giboni přidáváni do skupin podle pohlaví a věku. Kvůli předpokladu návratu do volné přírody je nelze chovat jako domácí mazlíčky. Proto ve Fázi 1 platí omezení očního kontaktu mezi ošetřovateli a gibony na minimum a interakce mezi nimi probíhá pouze v době krmení. Giboni s dobrými výsledky, což znamená veškerý výskyt přirozeného chování, vhodný věk (pohlavně vyspělí nebo členové rodinné skupiny) a dobrá fyzická zdatnost, jsou přesunuti do Fáze 2. V této fázi jsou giboni vypuštěni do 20 ha částečně kontrolovaného lesa, kde se mohou po lese již sami volně pohybovat a obstarávat si potravu. Je nutné, aby případné partnerské dvojice zůstávaly spolu. Možná nejdůležitější část rehabilitace je dehabituace na člověka. Fáze 3 spočívá v samotném vypuštění do volné přírody. Nastává v případě, že se giboni pohybují pouze v korunách stromů a nesestupují na zem, v blízkosti člověka zůstávají tišší, případně potichu odcházejí a jedí dostatečné množství potravy. Pro monitoring gibonů používají místní týmy hlavně rádiové frekvence (Kenyon et al. 2012).

V Kambodži existuje program pod záštitou WWF jménem The Conservation Program Director. Je zodpovědný zejména za plnění tamního plánu The Cambodia Conservation Plan/Annual Action Plan and Monitoring Systems (APMS) pracující v souladu se strategií The Cambodia and Greater Mekong Program Strategic (2021–2025). Zároveň spolupracuje i okolními státy, mezi ně patří Laos, Myanmar, Thajsko a Vietnam. Hlavním cílem programu je udržet přírodní bohatství v Kambodži (WWF 2020).

Projekt organizace Wildlife Alliance se soustředí hlavně na boj proti ilegálnímu obchodu. Za 9 měsíců se jim podařilo zachránit 32 primátů včetně gibona zlatolícího. Za tuto dobu proběhlo 400 úspěšných operací, bylo zachráněno 1855 dalších zvířat a vybráno téměř 41 tisíc dolarů (Thiruselvan 2015).

Zoologická zahrada v Olomouci podepsala v roce 2017 partnerskou dohodu s Nadací druhové ochrany Stiftung Artenschutz a Frankfurtskou zoologickou společností (FZS), pojednávající o *in situ* projektu chránícího gibona *Nomascus anamnesis*. v NP Kon Ka Kinh (42 tisíc ha) ve Vietnamu, který je zasazen do programu FZS “Ochrana lesů v horách středního Vietnamu”, probíhajícího od roku 2010. Partnerství na tomto projektu je nabízeno zoologickým zahradám, které dlouhodobě chovají gibony z rodu *Nomascus*. Gibon *N. anamnesis* není chován v lidské péči, tudíž je veškerá aktivita ochrany soustředěna do místa výskytu. V přírodě jich zbývá méně než 1000 a každoročně se toto číslo snižuje. Samotný projekt byl založen v roce 2011 v přírodní rezervaci Nam Nung hlavně kvůli ochraně g. zlatolících. Úkolem olomoucké zoologické zahrady je především přibližovat nutnost ochrany tohoto druhu veřejnosti (vzdělávacími programy pro školy, zveřejňování na webových stránkách a v dalších materiálech) nebo organizace akcí pro přímou podporu projektu (Sheridan 2017).

3.2.3 Ochrana gibona zlatolícího *ex situ*

Ačkoliv je ochrana *in situ* hlavní způsob, jak chránit ohrožené druhy, kvůli mezerám v legislativě a dalším hrozbám zapříčiněných lidmi (viz kap. 3.2.1. Příčiny ohrožení gibona zlatolícího), ne vždy jsou opatření vytvořena a dodržována dostatečně rychle. Ochrana *ex situ* nabízí další způsob ochrany, ale nikdy by se neměla stát důležitější než ochrana *in situ*. Aktivit v rámci *ex situ* ochrany se nabízí hodně, například aktivní management populací v lidské péči, edukace a zvýšení povědomí veřejnosti a hlavně podpora iniciativ *in situ* ochrany – viz výše Zoo Olomouc a podpora druhu *N. annamensis* (Melfi 2012).

Ne všechny druhy živočichů jsou vybírány do RCP. Po celém světě je v zoologických zahradách chováno 8 druhů gibbonů. Chováni jsou především proto, že je v podstatě celý taxon podle IUCN Red List of Threatened Species klasifikován jako ohrožený či kriticky ohrožený, dále pak za účelem výzkumu a jako vhodná reprezentace biodiversity jihovýchodní Asie (Sodhi et al. 2004). Podle mezinárodní databáze druhů Species 360 bylo celosvětově v roce 2012 chováno 686 gibbonů, ovšem toto číslo slouží pouze orientačně hlavně proto, že ne všechny instituce jsou v systému registrovány. Mnoho neregistrovaných zařízení se nachází právě v JV Asii, a i proto je počet jedinců chovaných v lidské péči vyšší. V rámci asociace EAZA musí všechny v ní zahrnuté instituce plnit následující náležitosti – sběr dat o narození/úmrtí/přesunech, analýza nasbíraných dat, vytváření plemenné knihy, kontrola a doporučení k transportům a rozmnožování, vytváření LTMP a BPG, spolupráce na *in situ* projektech (Melfi 2012). V České republice jsou g. zlatolící chováni v Zoo Olomouc, Jihlava a Liberec.

Jedna z největších koncentrací ohrožených druhů primátů se nachází právě v Indočíně (Kambodža, Laos, Vietnam). Ačkoliv se zde nacházejí desítky takových druhů, ještě před 30 lety nebyly známy počty jednotlivých druhů ani rozšíření populací. Až kvůli markantně se snižujícím počtům a obchodování zde začaly vznikat *ex situ* programy. Není jich však příliš mnoho. Mezi dobře fungující patří například 2 centra v Kambodži – Angkor Centre for Conservation of Biodiversity, Phnom Tamao Wildlife Sanctuary a the Endangered Primate Rescue Center ve Vietnamu, přičemž v posledním zmíněném se rodí nejvíce mláďat ohrožených druhů primátů (Sander 2011).

3.3 Vokalizace gibona zlatolícího

3.3.1 Vokalizace jako způsob komunikace

Evoluce komplexního sociálního systému a komunikace spočívá především v rozvoji kapacity vyjadřovat abstraktní objekty a koncepty. Mnoho zvířat dokáže vyjádřit právě probíhající chování. Zatím ovšem nebylo spolehlivě doloženo, že by většina druhů zvířat dokázala komunikovat o chování během budoucích interakcí. Primáti jsou schopni si vyměňovat informace o chování týkající se pravidel pro udržování vzájemných vztahů. Objevení použití signálů snižujících nejistotu ohledně postavení jedince je důležitým evolučním bodem nejen z hlediska rozvoje složitých sociálních struktur, ale i rychle měnícího se chování jednotlivce (Flack & De Waal 2007).

Vokalizace je chápána jako primární komunikační prostředek. Stejně jako lidská řeč, která je brána jako nejkompaktnější forma komunikace ve světě zvířat, i vokalizace primátů může mít referenční hodnotu. Ačkoliv anatomické a fyziologické vlastnosti mohou omezovat škálu používaných zvuků na malé skupiny vrozených emocionálně zabarvených signálů, existují důkazy, že primáti umí kombinovat zvuky do komplexních jednotek používaných v konkrétních situacích (Fay et al. 2014).

Původním předpokladem bylo, že se lidská řeč a vokalizace vyšších primátů vyvíjela dichotomicky (rozděleně). Mezi domnělé aspekty, proč je řeč unikátní, patřila schopnost lidí použít celou škálu různých zvuků produkovaných rychle a rytmicky za sebou s kontinuální tvorbou nových sekvencí (Bergman et al. 2019). Jedním z dalších názorů bylo, že vokalizace primátů souvisí s vnitřními pochody, například pocit vzrušení, a proto nemůže být brána jako předchůdce lidské řeči, a to z důvodu absence volní kontroly. Na druhou stranu šimpanzi (*Pan troglodytes*) „křičí“ při pocitu ohrožení více a hlasitěji, pokud je přítomen některý vysoko postavený jedinec, ale i to může být spojeno se stavem vzrušení. Konečně nelze vyloučit, že lidská řeč je také ovlivňována vnitřním stavem jedince, protože je spojena s jeho fyziologickými pochody, do kterých patří i pocit vzrušení, na jehož základě je řeč přizpůsobena dané situaci (Ghazanfar et al. 2019).

Pozdější studie toto tvrzení zpochybňují a předkládají, že existuje více spojitostí mezi lidskou řečí a vokalizací primátů. Argumenty (viz Příloha 4, Obr. 20), že mají tyto dvě skupiny ve vývoji řeči stejného předka, jsou následující:

- produkce hláskám podobných zvuků,
- vokalizace se simultánně rytmickými pohyby ústy,
- kombinace dlouhých řetězců rozmanitých a strukturovaných zvuků,
- schopnost volní kontroly nad frázemi, modifikovanými na základě předchozích zkušeností.

Z toho vyplývá, že latentní hlasová schopnost vyšších primátů je v souladu s hypotézou, že klíčovým krokem ve vývoji samotné lidské řeči byla evolučně vyvinutá větší schopnost kognitivní kontroly hlasového aparátu, a tudíž není řeč vázaná na specifické anatomické přizpůsobení hlasového ústrojí (Bergman et al. 2019).

Při každodenní komunikaci jedinci dokazují svou referenční schopnost odkazovat se na objekty, emoce, akce a další specifikovatelné odkazy. Ani lidé si vždy prostřednictvím řeči nerozumí. To podporuje teorii vývoje jazyka skrze gesta. Na základě poznatků o znakové řeči přišli někteří autoři s názorem, že gesta předcházejí řeči. Příkladem může být malé dítě, které se nejprve projevuje různými gesty, než začne samo mluvit nebo i fakt, že se vyšší primáti nenaučili mluvit, ale naučili se komunikovat ve znakové řeči. Výzkum neprokázal zlepšení komunikace v kombinaci použití vokalizace a gest, naopak byly informace někdy zkreslené, proto lze tvrdit, že výhoda gest spočívá v užití motivovaných znaků, což může sloužit jako vhodný podklad pro tvorbu jazyka. (Fay et al. 2014).

3.3.1.1 Anatomie vokálního aparátu a tvorba zvuku

Zvuk je možné modifikovat skrze jeho zahájení a následné ovládní. Na základě kontextu kognitivních, percepčních a realizačních schopností je jedinec schopný vytvořit novou variantu zvuku. Ta se může a nemusí šířit mezi další jedince. Za příznivých faktorů se z tohoto zvuku může stát nová norma (Dediu & Moisik 2021).

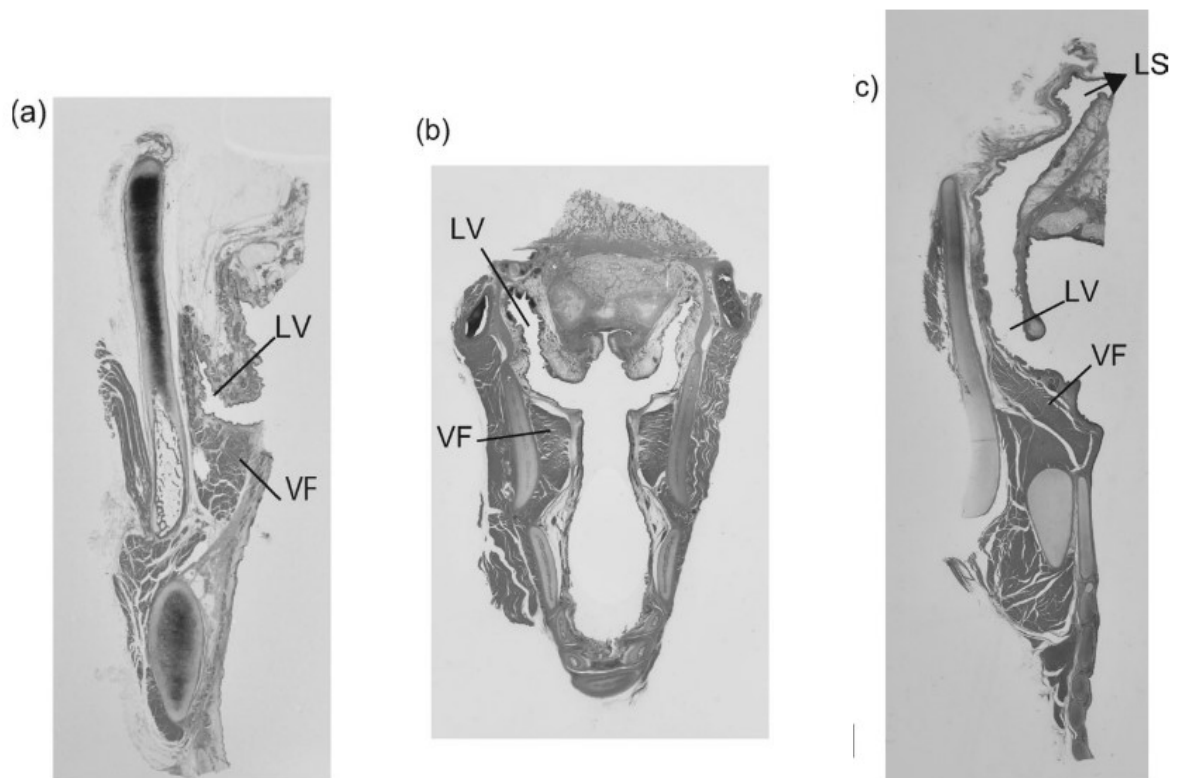
Produkce zvuku u lidí a vyšších primátů je v mnoha ohledech podobná. Tvorba zvuku probíhá v hlasivkách, popřípadě v celém hrtanu (viz Obr. 5). Vzduch proudí z plic k hlasivkám a hrtanu. Samotný zvuk je poté upravován v orální (ústní) a nasální (nosní) dutině nad hrtanem (Ghazanfar et al. 2019). Konkrétněji je vydávaný zvuk indukován proudem vzduchu vydechovaným v reakci na kompresi plicního objemu. Regulace probíhá volní kontrakcí nebo relaxací svalů hrudníku, bránice a pasivními zpětnými silami v plicích. Vydechovaný vzduch proudí skrze glottis, čímž začnou hlasivky cyklicky vibrovat a generovat zvuk. Samotné vibrace jsou vyvolávány pasivně právě proudem vzduchu z plic, což vede k udržení oscilací popsaných myelostatickou aerodynamikou (Nishimura 2018). Akustické vlastnosti jsou charakterizovány stupněm periodicity a harmonickou strukturou generovaného zvuku - frekvencí (Herbst 2016).

Někteří primáti mají odlišnou stavbu vokalizačního aparátu pro produkci druhově specifické vokalizace. Vřešťani mají zvětšený a modifikovaný hyolaryngeální (jazykohrtanový) komplex, čemuž se přisuzuje schopnost hlasitému nízkofrekvenčnímu řevu. Známý je také laryngeální (hrtanový) vokální vak, vyskytující se jen u některých druhů, například u gibonů siamangů (*Symphalangus syndactylus*). Ten je umístěn těsně nad hlasivkami a nafoukne se těsně před začátkem vokalizace pro zesílení zvuku. Dále jsou přizpůsobeny i samotné hlasivky. Díky snížení subglotálního (pod hlasivkami) tlaku lze dosáhnout vysokofrekvenčních zvuků (Nishimura 2018).

Lidé mají také specificky tvarovaný supralaryngeální (nad hrtanem) vokální trakt (SVT) a jazyk. SVT je tvořen z horizontálně uložené ústní a vertikálně uložené hltanové dutiny. Tyto dvě dutiny jsou téměř stejně dlouhé a na sebe kolmé. Tunel mezi těmito 2 dutinami se nazývá oropharyngeální isthmus (zúžení v ústní části hltanu) a u lidí velmi úzký (Laitman & Reidenberg 1997). Oproti tomu ústní dutina u primátů je delší než pharyngeální bez úzkého isthmu. Jazyk lidí má kulovitý tvar, u primátů je rovný. Zajímavé je,

že když se dítě narodí, má podobnou topologii umístění vokálního aparátu jako primáti. Ve statické poloze jsou jazyka a hrtan uloženy blízko měkkého patra a epiglottis (hrtanová příklopka) se odděluje během prvních 9 let života. Podobný vývin byl zaznamenán i u mláďat primátů, například u šimpanzů. Společně s vývojem produkce zvuku souvisí vývin vokálního aparátu i s ostatními fyziologickými funkcemi, jako je žvýkání (Nishimura 2018).

Základní frekvence f_0 gibonů larů (*Hylobates lar*) je v normálním vzduchu výrazně zesílena u vyšších harmonií. Při obohacení prostředí heliem (He) se f_0 neposune, ale je výrazně překryta $2f_0$. To značí, že zdroj zvuku je nezávislý na filtru resonance, na rozdíl od hudebních nástrojů, kde filtr primárně značí f_0 . Akustické simulace ukázaly, že zpěv gibonů je tvořen stejně jako u profesionálních sopranistek, protože při ladění prvního zvuku je zesilována výhradně frekvence f_0 . U lidí i gibonů je dominantní faktor produkce specifického zvuku dynamická kontrola postavení hlasového aparátu a ne anatomická přizpůsobení (Koda et al. 2012). Fundamentální frekvence f_0 se u gibonů druhově liší a pohybuje se v rozmezí 0,2–5 kHz (Geissmann 1993).



Obr. 5 Frontální řez hrtanem za a) u člověka, b) u gibona lara, c) u gibona siamanga. Bilaterální laryngeální komory se u gibonů mírně rozšiřují stejně jako u člověka, ale zůstávají v oblasti hrtanu. U siamangů komory vyčnívají z hrtanové oblasti přes čtyřhrannou oblast mezi kaudálním hřbetem chrupavky štítné žlázy a velkým rohem jazyky. Navzájem se spojí ve ventrální oblasti krku (Koda et al. 2012). LV – laryngeální komory VF – hlasivky, LS – laryngeální vak.

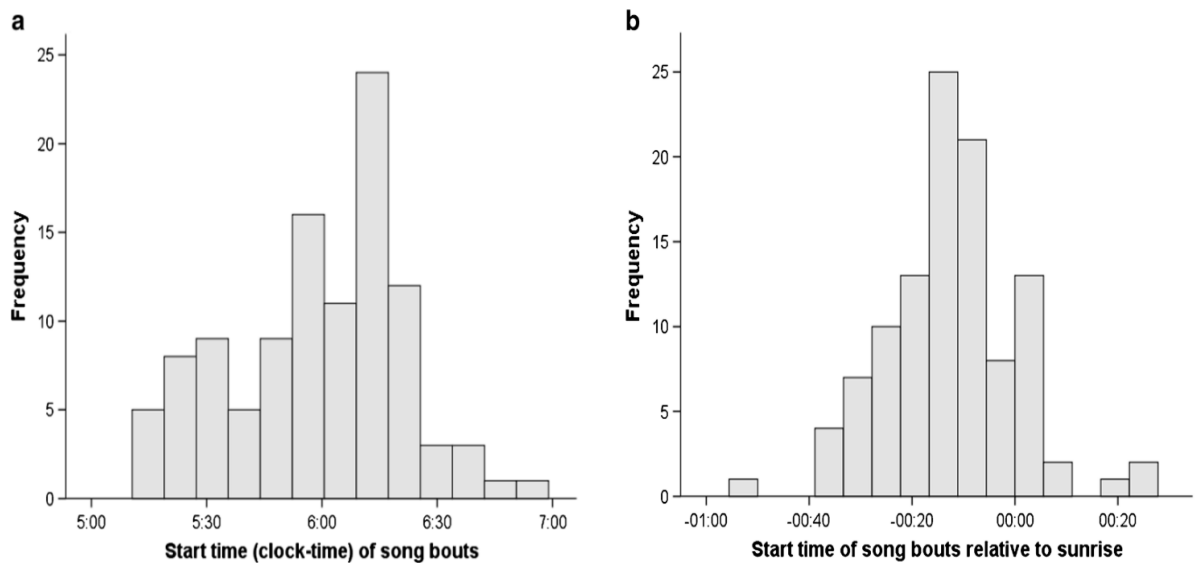
3.3.1.2 Význam vokalizace u gibbonů

Primáti typicky produkují akustické signály v případě nebezpečí. Tato vokalizace má hlavně alarmující význam (alarm call), který slouží jako varování vlastní skupiny nebo přímá reakce při spatření predátora, například velké kočkovité šelmy nebo hada. Existují důkazy o událostmi řízené (referenční) komunikaci. Pokud signalizátor vyvolá specificky rozlišnou vokalizaci (rozdílení konkrétního predátora a další), tak příjemce signálu, pokud spatří predátora, začne odpovídat. Z hovorů jsou vyvozovány závěry o právě probíhajících vnějších událostech, jedná se o funkčně referenční vokalizace. Při porovnání s lidskou řečí, kdy lidé nemusí rozumět záměrům druhých, je usuzováno, že zvířata a většina primátů aktivně nevokalizuje pro informování druhých, ale signalizace je vedlejší evoluční efekt, jak efektivně zdůraznit důležité události (Zuberbühler 2006).

Samotné písně gibbonů byly nejspíše vyvinuty z hlasitých volání „loud calls“. Ty vydávají všichni lidoopi a mnoho dalších starosvětských opic, přičemž je hlavně či výhradně produkují samci (Geissmann 2002). Výskyt monogamie a teritoriality u primátů Starého světa není až tak obvyklý a je pozorován jen u některých skupin primátů, konkrétně u nártouna celebeského (*Tarsius spectrum*), indriho, hulmana mantavejského (*Presbytis potenziani*) a u gibbonů (*Hylobates* spp.). U všech těchto druhů jsou navíc páry schopny vytvářet propracované komplexní duety, jež bývají u gibbonů nejhlasitější a nejvíce melodické (Haimoff 1986).

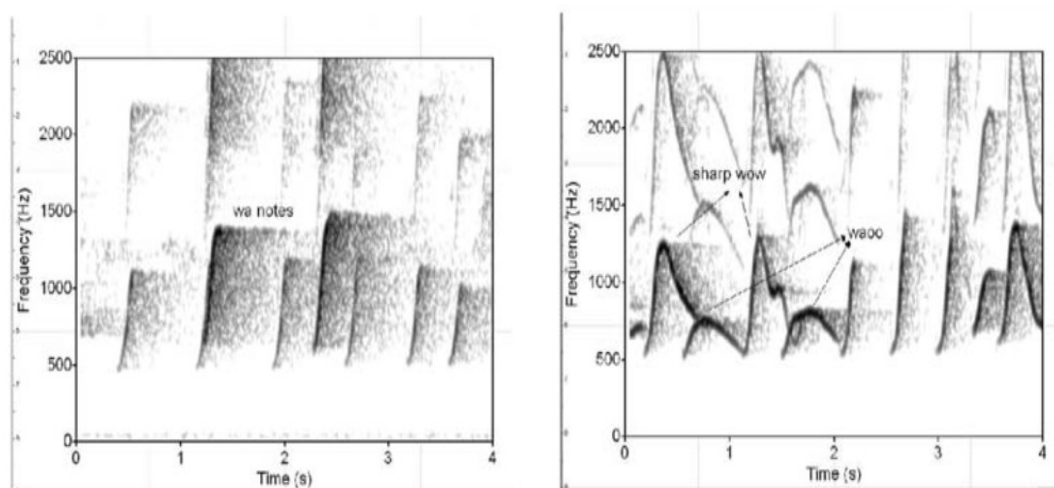
K vokalizaci si giboni vybírají vhodné stromy. Zvuk se totiž se vzrůstající výškou stromu lépe přenáší. Mimo to má vliv i topografie okolí. Přilehlé kopce způsobují zvukový stín, a proto giboni zřídka kdy vokalizují v údolí. Samec si obvykle (z 62 %) vybírá nejvyšší strom, rostoucí na hřebeni nebo uprostřed kopce. Gibony lze během vokalizace nejjednodušeji ulovit, například levhartem obláčkovým (*Neofelis nebulosa*), a proto musí být vybraný strom nejen dostatečně vysoký, ale i bezpečný. Nejvhodnější stromy jsou tedy co nejvyšší s tenkými větvemi bez liánových porostů, stojící v co nejprudším svahu. Samice málokdy úspěšně produkují great call frázi, pokud jsou vzdáleny více než 30 m od samce. Pokud jsou od sebe příliš daleko, snižuje se synchronizace duetu, podle níž se dá určit síla vazby mezi jedinci (Fan et al. 2009). Všechny druhy gibbonů zpívají v brzkých ranních hodinách, většinou začínají při rozbřesku nebo do 2 hodin po něm (Haimoff 1986). Podle studie Coudrata et al. (2015) všechny písně včetně duetů začínají z 62 % před rozbřeskem a 74 % jich končí po něm (viz Obr. 6).

Takto časně z rána zpívají nejspíše proto, že atmosferické turbulence způsobující šum jsou za rozbřesku nejnižší a že teplota vzduchu ovlivňující lom zvuku je ráno pod korunami stromů chladnější než nad nimi, čehož lze využít, protože zvuk je lépe přenášen studeným vzduchem. Je tedy v podstatě v lese „uvězněn“ a posílán dál. Páry zpívají většinou jeden duet denně dlouhý okolo 15 minut vždy v unikátních sekvencích. Frekvence jednotlivých zvuků se u gibbonů pohybují mezi 400–2000 Hz. Díky jejich velké hlasitosti je lze slyšet až na 2–3 km (Haimoff 1986). Geissmann (2002) uvádí, že písně gibbonů slouží k udržování teritoriality, zvýšení atraktivity a udržování partnerského pouta a rodinných vazeb.



Obr. 6 Frekvence začátku zpěvu samce gibonů rodu *Nomascus* spp. a) počátek zpěvu samce vztaženo k východu slunce v minutách b) počátek prvního duetu. Čas je uveden ve formátu hh:mm. Data byla sbírána od listopadu 2012 do května 2014, kdy bylo získáno 1023 song bouts, z čehož bylo 922 duetů (Coudrat et al. 2015).

V hustém lese je vokalizace používána ke komunikaci mezi členy skupiny. Dospělci a dopívající mláďata spí až na výjimky odděleně na jiných stromech. Během samotné vokalizace jsou koordinovaně rozprostřeni na různých stromech. Na konci (nebo i během) duetu se dospělé samice a juvenilní samci přiblíží blíže k dospělému samci zhruba na 10 min a zahájí společné denní aktivity. Dospělý samec si před ostatními samci hlídá své samice. Předchází tak kopulaci mimo partnerskou dvojici nebo případné infanticidě (Fan et al. 2009). U gibonů larů (*Hylobates lar*) bylo rozlišeno 7 různých druhů zvuků (notes) – wa, hoo, úzké wa, oo, ostré wa, waoo a nerozlišený zbytek (viz Obr. 7).



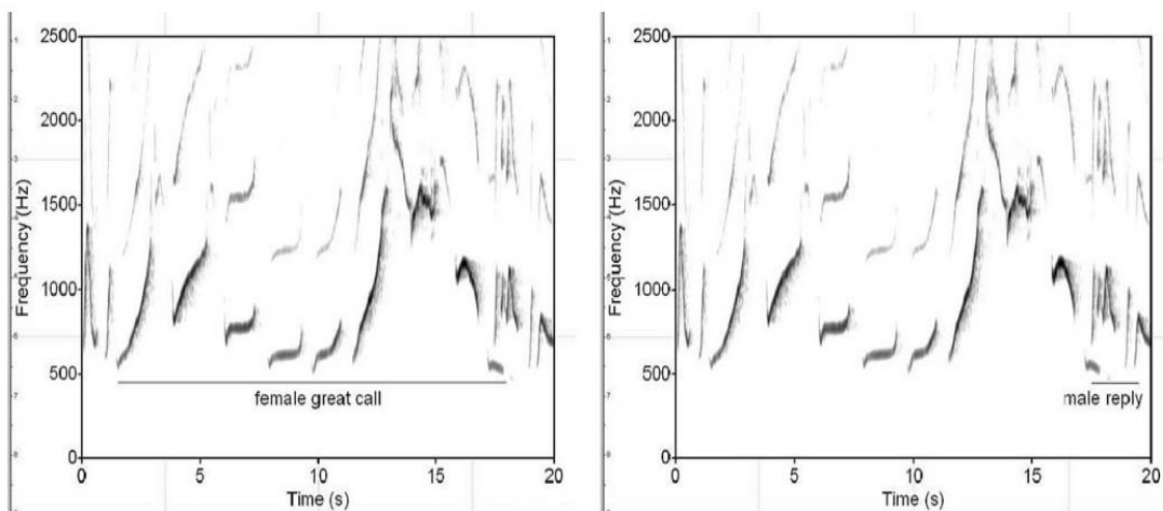
Obr. 7 Ukázka tónu wa, ostré wow a waoo na spektrogramu. Tón wa je krátký, strmě rostoucí, objevující se jako rovná čára o $f > 100$ Hz. Ostré wow je velmi hlasité a důrazné, nejprve strmě roste, a poté podá, frekvence se pohybuje okolo 700 Hz. Waoo je značně variabilní konvexní křivka o menší f než ostré wow (Raemaekers et al. 1984).

Tyto zvuky nebývají vytvářeny jednotlivě, ale jsou seskupovány do frází. Písně jsou soubory frází tvořící melodii, jež je produkována bez zapříčinění vnějších vlivů (Clarke et al. 2006). Naopak volání (call) je definováno jako zvuk probíhající po krátkou dobu specificky používán jako reakce na nějaký vnější stimul, např. alarmující při pocitu ohrožení (Haimoff 1986). Duety (duet song) jsou popsány jako písně, kterých se účastní obě pohlaví v páru a vzájemně mezi sebou interagují (Clarke et al. 2006). Konkrétní popis jednotlivých termínů obsahuje Tab. 2.

Tab. 2 Termíny a definice při popisování vokalizace gibbonů (Konrad et Geissmann 2006)

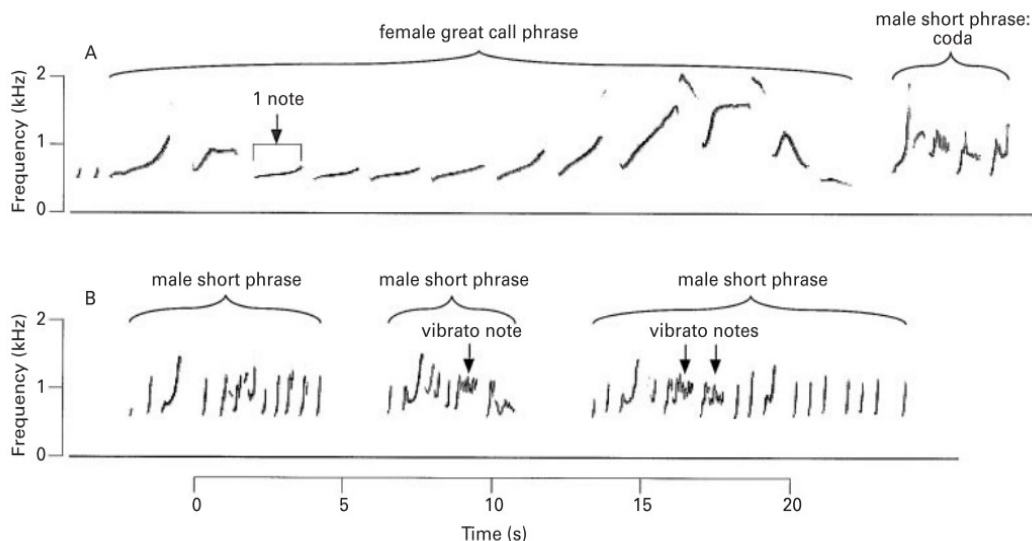
Termín AJ/ČJ	Definice
Note/zvuk	jednoduchý kontinuální zvuk s určitou frekvencí, která může být modulována během nádechu a výdechu
Element	základní rozpoznatelná vokální jednotka z jednoho předmětu, složená z jednotlivých zvuků nebo krátkých sérií not
Phrase/fráze	jednoduchá vokální aktivita složená z menších či větších kolekcí not nebo elementů nebo obojího dohromady
Coda	fráze produkována samcem jako odpověď na great call frází samice
Great call	nejvíce stereotypní a rozpoznatelná fráze z písní gibbonů produkována dospělými samicemi
Great call sequence/ g. c. sekvence	kombinace great call a coda fráze
Song/píseň	série not obvykle > 1 typu jdoucí za sebou a na sebe navazující tak, že je v čase vytvořena určitá rozpoznatelná frekvence nebo konkrétní vzor
Song bout	všechny noty písní jedné skupiny gibbonů s přerušením (fázemi ticha) < 10 min
Solo song bout	song bout produkován jedním jedincem (samcem nebo samicí)
Duet song bout	song bout produkováný samcem i samicí koordinovaně mezi sebou

Písňe gibbonů se skládají z frází a náhodných jednotlivých zvuků. Ačkoliv se duety liší i mezi druhy gibbonů jsou uspořádány do jednotek, které se pravidelně opakují. V úvodní části duetu („introduction“) se vyskytují sekvence typicky používané pouze na začátku, v dalších částech se už nevyskytují. Slouží pro navození atmosféry jako „rozcvičovací“ fáze (warming up). V mezihrách se páry synchronizují a koordinují své části tak, aby nakonec vznikla hlavní část duetu, takzvaný great call. Duety se mění v závislosti na věku, velikosti a kondici (Haimoff 1986). Písňe gibbonů jsou také značně individuální a specificky vázané na pohlaví, proto je velmi obtížné identifikovat jednotlivé zvuky a vyvozovat u nich určité závěry (Geissmann 2002). Novější literatura (viz Obr. 8) podrobněji specifikuje jednotlivé části, takzvanou great call frázi vydávají samice a samec na ně odpovídá – coda (Clarke et al. 2006).



Obr. 8 Great call samice a odpověď samce. Na ose x je znázorněn čas (s), na ose y frekvence (Hz). Fráze samice je hlasitá, dvouvrcholová a z větší části invariabilní. V průměru trvá 17,4 s. Odpověď samce (na obrázku male call) je podobně stereotypní a obvykle následuje ihned po skončení samičí části (Clarke et al. 2006).

Great call fráze jsou nejvíce stereotypní a nejjednodušeji identifikovatelné. U všech druhů gibbonů ho produkují pouze samice. Všechny ostatní fráze jsou považovány za krátké – short phrase, do kterých patří i odpověď samce (coda). Ty se vyskytují až na konci great call fráze samice. Kombinace great call a následné fráze coda se nazývá great call sekvence. Krátké pauzy mezi těmito sekvencemi jsou označovány jako „interlude“ sekvence. Typický cyklus duetu začíná krátkou frází samce, poté může a nemusí následovat krátká fráze samice. Následuje great call fráze samice, při které je samec zticha, až po ní začne se svou odpovědí (coda) (viz Obr. 9). Po tomto cyklu samec produkuje další krátké fráze, kdy je opět možné i zapojení samice (Geissmann, 2002).



Obr. 9 Sonogram duetu g. lara s detailem odpovědi samce. Na obrázku je vidět rozlišení fráze great call, coda a jednoho zvuku. Na ose x je znázorněn čas (s), na ose y frekvence (kHz) (Geissmann 2002).

U všech druhů kromě g. huloků (*Hoolock hoolock*) a g. siamangů (*Symphalangus syndactylus*) je zaznamenána maximální frekvence během great call fráze. V průběhu duetu samice tuto frázi opakuje v pravidelných intervalech od jedné do několika minut. Přítomnost great call fráze u samců zjištěna nebyla, identifikovány byly vždy jen krátké fráze, které postupně sílí v hlasitosti a stávají komplexnějšími. Až na rod *Nomascus* byly u ostatních druhů zaznamenány krátké fráze i u samic (viz Obr. 10) (Fan et al. 2009). U zmíněného rodu samice používají pouze great call fráze nebo jejich fragmenty. Navíc žádné fráze samců a samic nejsou stejné, a tudíž vykazují nejvyšší stupeň specifity (viz Obr. 11) (Geissmann 2002). Ostatní členové skupiny se mohou přidat k páru přidat. Další dospělé nebo dospívající samice obvykle zpívají great call fráze dohromady. Veškerá vokalizace je skupinová aktivita, na niž jsou soustředěni všichni členové skupiny (Fan et al. 2009).

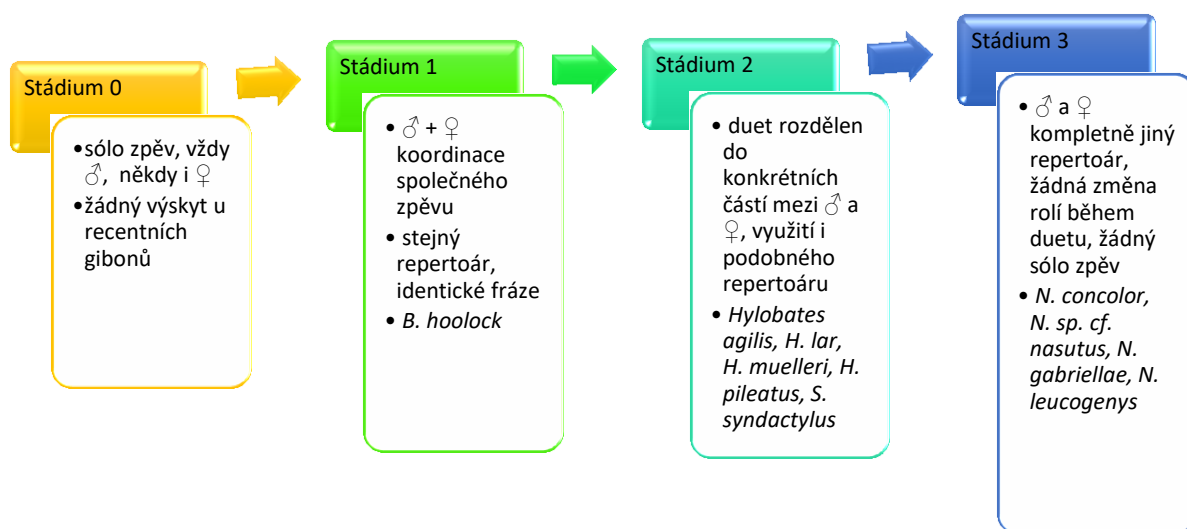
Giboni z rodu *Nomascus*, žijící v Kambodži, tvoří jednu homogenní skupinu. Sice používají stejnou variabilitu zvuků (alespoň pozorované populace), ale nebyl u nich zaznamenán stejný vzorec při vytváření písni. Populace v jižní části vykazují stejný vzorec, jaký byl dříve popsán u g. zlatolících a *N. siki*. Giboni ze severovýchodu by se v tomto vzorci měli lišit, i když je možné, že při srovnání s jinou studií prováděnou v zoologické zahradě se jednalo právě o druh *N. siki* (Konrad et Geissmann 2006).

Great call fráze dospělé samice se skládá ze 3 fází – oo fáze (fa), fáze štěkání (akcelerující část, fb) a fáze cvrlikání (fc). Oo fázi tvoří dlouhé zvuky s postupně vzrůstající frekvencí až do frekvence ≤ 1 kHz/s. Následující zvuky, patřící již do fáze štěkání, jsou krátké a strmě narůstající s frekvencí > 1 kHz/s. Po pomyslném vrcholu akcelerace a celé great call fráze přichází fáze cvrlikání. Poslední fázi je těžké zachytit na sonogramu, protože se nepřenáší příliš daleko a je na něm jen těžko vidět (Konrad et Geissmann 2006).

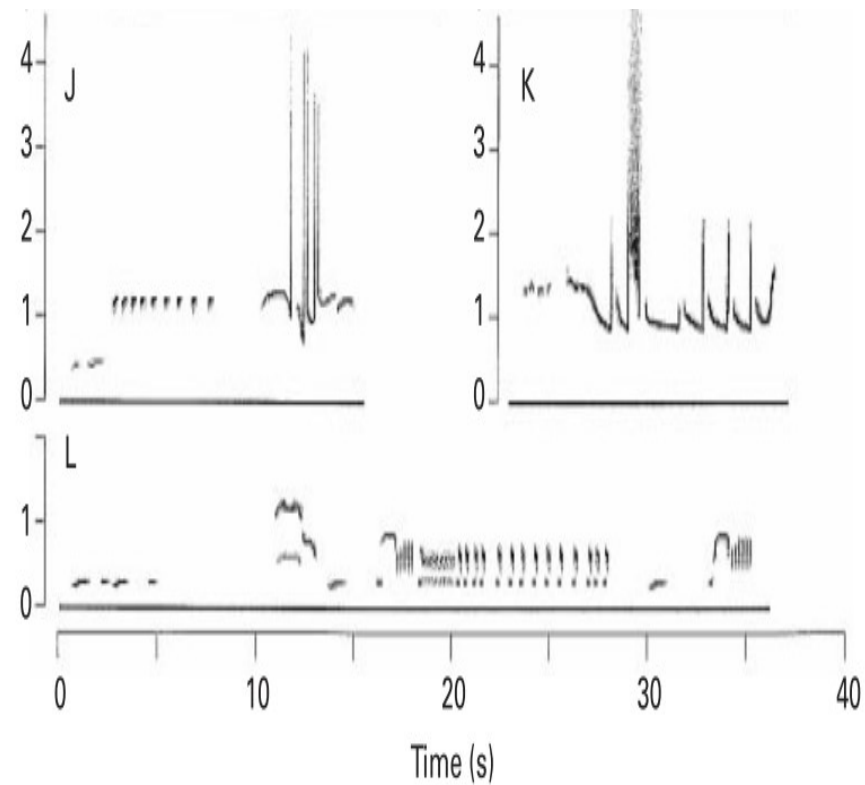
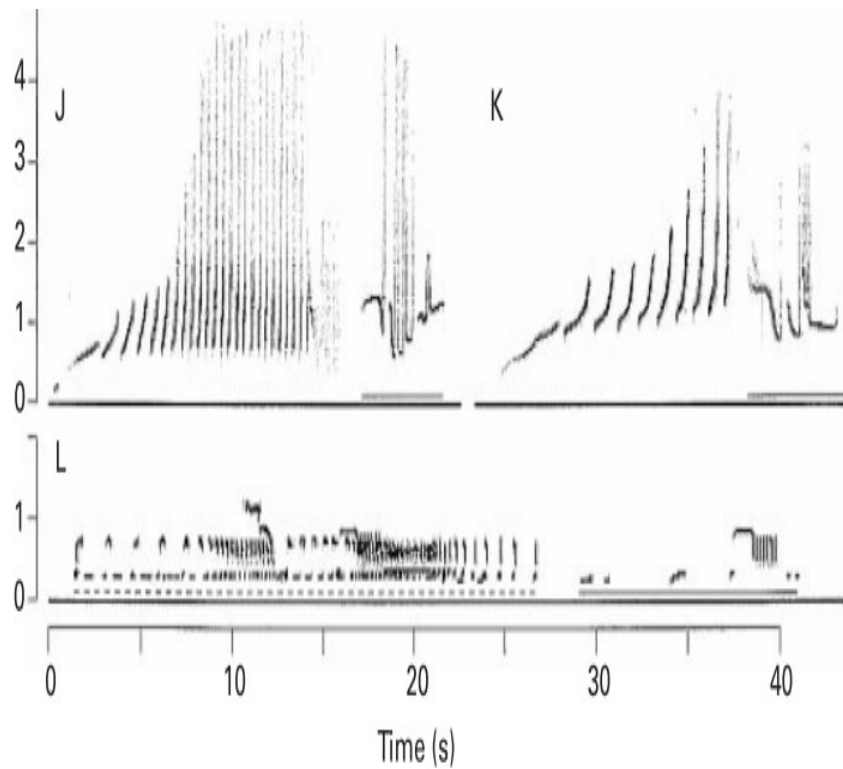
Coda samce se skládá ze 3 typů zvuků (Konrad et Geissmann 2006):

- a) Boom (ma) – zvuky označované jako „boom“ jsou velmi hluboké a mají konstantní frekvenci. Produkují je pomocí hrdelního vaku. Giboni z rodu *Nomascus* je na rozdíl od ostatních rodů používají jednotlivě na místo krátkých sérií.
- b) Aa (mb) – jsou krátké, relativně monotónně opakované zvuky, někde nazývané jako staccato poznámky.
- c) Multimodulární fráze (mc) – nejvíce nápadná část, složená ze zvuků s rychle a strmě narůstající frekvencí. Je zahájena na konci nebo bezprostředně po great call frázi samice. Mezi jedinci se obecně může lišit v počtu zvuků a v délce samotné fráze, konkrétněji v délce prvního zvuku, délce horizontální a přímé části, v maximální a minimální frekvenci v různých částech fráze, v celkovém rozpětí atd.

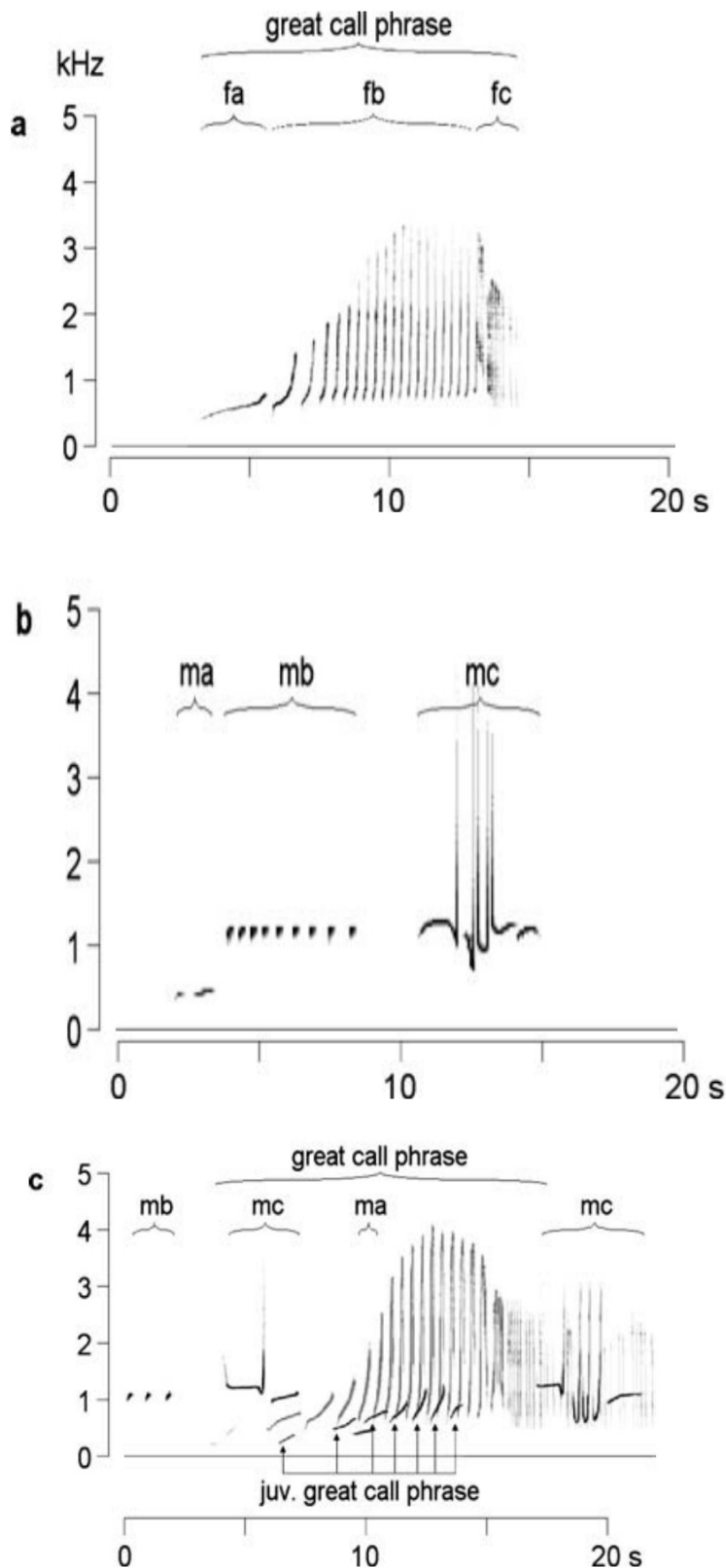
Při plnohodnotném duetu (viz Obr. 12) samec obvykle opakuje tyto typy v uvedeném pořadí – ma, mb, mc. Až když začne samice zpívat svoji frázi, samec svůj zpěv přeruší, a až samice skončí, samec jí začne odpovídat, přičemž znovu cyklí uvedenou fázi (Konrad et Geissmann 2006).



Obr. 10 Rozdělení druhů gibbonů podle použití repertoáru během duetu (Geissmann 2002)



Obr. 11 Na levém obrázku ukázka great call fráze samice, na pravém coda samce. J = g. bělolící, K = g. zlatolící, L = g. siamang. Na ose x je znázorněn čas (s), na ose y frekvence (kHz) (Geissmann 2002).



Obr. 12 Sonogram ukazující sexuální dimorfismus g. bělolicích. a) Great call fráze dospělé samice s fázemi fa, fb, fc. b) Fráze dospělého samce (ma, mb, mc). c) Trio dospělého páru a juvenilního samce. Když samice začne zpívat svou frázi, samec přeruší svůj zpěv po ma fázi a začne znovu zpívat až po great call frázi samice mc fází. Juvenilní samec doprovází její frázi krátkými zvuky podobnými great call frázi (Konrad et Geissmann 2006).

3.4 Hormonální antikoncepce (HA)

3.4.1 Ovariální cyklus

Termín „menstruační cyklus“ se začal používat až v souvislosti s primáty. Vývojově nižší savci nemenstruují a jejich cyklus je pojmenován jako estrální (Gangestad & Thornhill 2008). Jeden interval menstruačního nebo estrálního cyklu zahrnuje cyklické změny vaječníků, dělohy a pochvy a je popsán jako čas od začátku jednoho cyklu říje (svolnosti k páření) k dalšímu (ovulační interval). Estrální cyklus se skládá z několika fází podle chování nebo podle změn na vaječnicích – proestrus (od regrese žlutého tělíska po nástup estru), estrus (říje, doba sexuální ochoty), metestrus (postovulační období, tvorba žlutého tělíska) a diestrus (luteální aktivita, regrese žlutého tělíska. Folikulární fáze (proestrus a estrus) je typická dominancí estrogenů a období sexuální ochoty, naopak luteinizační fáze (metestrus a diestrus) jako doba sexuální neochoty (Reece 2011). Vrchol sexuální aktivity u primátů během menstruačního cyklu je zmíněný estrus (Gangestad & Thornhill 2008).

Ovariální cyklus u samic zahrnuje děje na vaječnicích v průběhu cyklu hormonálních změn. Po regresi žlutého tělíska (*corpus luteum*) luteolýzou prostaglandinem $\text{PGF}_{2\alpha}$ stoupá sekrece folikulostimulačního hormonu (FSH) a luteinizačního hormonu (LH), naopak se snižuje hladina progesteronu. FSH stimuluje tvorbu receptorů a konverzi androgenů na estrogény v granulózních buňkách, čímž se postupně zvyšuje hladina estrogenů. LH stimuluje sekreci androgenů buňkami *theca interna* (vnitřní obal folikulu), které difundují do granulózních buněk. S postupným zvyšováním koncentrace estrogenů je zapříčiněn vznik předovulační LH vlny. Ta podněcuje zrání oocytů, následné dokončení meiózy do stádia prvního pólového tělíska a stimuluje intrafolikulární produkci prostaglandinů (PGE, PGA), jejichž působením folikuly praskají. Průvodním jevem působení PGE, PGA je tvorba multivezikulárních tělísek, která se formují jako vnější dutina zevního obalu (*theca externa*). Tato tělíska produkují proteolytické enzymy, což umožňuje uvolnění respektive vyplavení vajíčka (ovulaci). LH vlna navíc způsobuje redukci počtu receptorů pro FSH, takže poměr konverze androgenů na estrogény je minimální. LH se tedy ve folikulární fázi váže na receptory granulózních buněk, v nichž ustává sekrece estrogenů a v luteální fázi se zvyšuje tvorba progesteronu. Později dojde k ovulaci a zbytek folikulů se přeměňuje na žluté tělísko. To secernuje progesteron, čímž je zapříčiněn pokles uvolňování LH a FSH z adenohypofýzy. Následně podléhá regresi a produkce progesteronu začne klesat. Pokles jeho hladiny zapříčiní vzestup hladin FSH a LH a cyklus se opakuje (Reece 2011).

Délka ovariálního cyklu, reprodukčního chování a gestace se dá u primátů určit neinvazivně pomocí analýzy vzorků přítomnosti gestagenů a jejich metabolitů z trusu. Střední délka cyklu je u samic gibbonů zhruba 23 dní, celkově se délka cyklu napříč druhy pohybuje od 15 do 27 dní, délka gestace poté 191 ± 7 dní (Rafacz et al. 2013).

3.4.2 Zjednodušený popis mechanismu hormonální antikoncepce

Hormonální antikoncepce byla poprvé představena ve Spojených státech amerických v roce 1960 a od té doby se postupně stala efektivní a čím dál populárnější metodou, jak předejít otěhotnění. Tato relativně bezpečná a spolehlivá metoda způsobila například i druhou vlnu feminismu. V roce 2007 spoléhalo na nejběžnější formu HA – antikoncepční tablety užívané orální cestou – až 54 % žen ve věku 16–34 let (Welling 2013).

Jen při řádném porozumění mechanismu lze vybrat správnou formu HA a samotné metody zlepšovat a vyvíjet. Mnoho druhů HA má i více funkcí, některé z nich slouží jako primární HA, některé až sekundárně. HA působící sekundárně může mít i jiné účinky, které se primárně neváží k zabránění početí. HA nepůsobí na všechny ženy/samice stejně a ani u jedné ženy nefunguje stejně ve všech stádiích reprodukčního cyklu (Rivera et al. 1999).

Kombinovaná antikoncepce v podobě orálně užívané tablety je složena ze dvou hormonů, estrogeneru a progesteronu (Burrows et al. 2012). Princip spočívá především v zablokování ovulace. „Cizí“ hormony totiž poskytnou mozku falešnou informaci o tom, v jaké fázi se cyklus nachází, a mozková centra poté nepošlou informaci ke spuštění ovulace (hypotalamus nespustí produkci GnRH). Tento účinek je reflektován v inhibici vývinu folikulů a následně i žlutého tělíska, což způsobuje snížení vylučování estradiolu a inhibici produkce progesteronu. Při užívání antikoncepce, ve které je obsažen pouze progestin, je množství přijímaného progestinu menší, než v případě kombinované HA, a proto nemusí být kompletně zabráněno ovulaci. Výzkumy prokázaly, že až 40 % žen v tomto případě ovuluje. Při užívání progestinové HA ale dochází hlavně k dalším důležitým mechanismům k zabránění otěhotnění, konkrétně k zahuštění cervikálního hlenu, změnám na endometriu (děloze) a k menší motilitě vaječníků. Tento druh je preferován hlavně kojícími ženami (Rivera et al. 1999).

Kromě užívání tablet lze HA dopravit do těla i injekčně. Tato metoda je také hojně využívána. Nejčastěji je vpichován depotní medroxyprogesteron-acetát (DMPA) – gestagenní dlouhodobě trvající antikoncepce fungující podobně jako progestinová HA v podobě tablety (Burrows et al. 2012). První projevy funkce se objevují nejčastěji do 24 hodin, dávkování je jedna injekce za tři měsíce. Další možností je například norethisteron enantát s frekvencí dávkování jednou za 2 měsíce. Má stejné účinky jako DMPA a je určen spíše pro krátkodobé užívání (Rivera et al. 1999). Implantáty také mají podobné účinky jako zmíněné progestinové tablety. Nejčastěji je v nich jako účinná látka obsažen etonogestrel (Amico et al. 2015). Během prvního roku je pozorována ovulace pouze u 10 % ovulačních cyklů, po pátém roce se počet ovulací zvyšuje na 30 až 75 % cyklů (Rivera et al. 1999).

Intrauterinní tělísko je zařízení, které se vkládá do dělohy. Existuje více typů, některé obsahují progestiny, některé ne a ani hormony navíc. Obojí má své nežádoucí efekty (delší menstruace, křeče, špinění), ale také mnoho výhod, přičemž tou největší je doba účinnosti (několik let) a že se dá kdykoliv vyjmout z dělohy pryč. Navíc ho mohou používat i ženy během kojení (Brahmi 2017).

3.4.3 Účinky a vlivy hormonů a hormonální antikoncepce

Determinace pohlaví z genetického hlediska závisí na složení pohlavních chromozomů u žen XX, u mužů XY. Tato determinace ovšem nemusí nutně korespondovat s „pohlavím“ hlasu. V souvislosti s hlasem existují i kastráti, u kterých absence testosteronu způsobuje rozsah hlasu přes 3 až 4 oktávy a větší funkční rezervu plicního objemu. Testosteron tedy hraje důležitou roli při utváření mužského hlasu. Změny způsobené testosteronem, potažmo celou skupinou androgenů jsou nevratné a jejich absence vede k utváření ženského hlasu. Pokud se v průběhu života jakýmkoliv způsobem hladina testosteronu zvýší, tedy i v případě užívání steroidů, hlas začne nabývat mužských rysů. Ženský hlas se poté utváří působením estrogenu a progesteronu a jeho základní frekvence je o třetinu nižší než v případě dětského (Abitbol et al. 1999).

Některé studie tvrdí, že se během menstruačního cyklu mění tělesná atraktivita, ochota k sexuální činnosti a u žen i pozornost směrem k oblékání a péče o sebe samu. Většina z nich dokazuje, že stav reprodukčního stádia savci odhalují čichem a zrakem, existují ovšem studie, které prokázaly, že se otěhotněním mění i vokalizace samic, například u krav, slonů a některých primátů. Jsou dokázány i vokální změny u žen během menstruačního cyklu, typicky s užíváním HA nebo chrapot během menstruace, z čehož se dá odvodit, že hormony mají vliv i na vokální projev. Základní frekvence a rozptyl korelující s výškou hlasu jsou sexuálně dimorfní a vyvíjí se hlavně během puberty. Při výzkumu, jaký vliv má na výšku hlasu ovulace a menstruace, bylo odhaleno, že výška hlasu u žen stoupá společně se stádiem fertility. Dva dny před ovulací, kdy je šance na oplodnění největší, je u žen zaznamenán největší rozdíl ve výšce hlasu oproti stádiu nejnižšího stupně fertility. Oproti tomu nebyl zaznamenán rozdíl během nástupu menstruace (Bryant & Haselton 2009).

U ptáků hrají hormony důležitou roli při zpěvu. Jejich zpěv je úzce spojen se změnami hladiny androgenů (např. testosteron). Androgeny výrazně ovlivňují i vokalizaci savců, protože mají efekt na vokalizaci skrze aktivaci center motivace v mozku, a následném spuštění určitých motorických drah ovládající vokální aparát, konkrétně na svaly hrtanu a na hlasivkové ústrojí. Androgeny mají vliv i na psychiku jedince, která hraje roli při vytváření strategií pro sociální interakce. Rozdíly ve vokalizaci primátů jsou potvrzeny i mezi jedinci téhož druhu včetně gibbonů. Také u nich existuje korelace mezi výškou hlasu a hladinou androgenů v těle. U samců s vyšší hladinou androgenů v těle produkují elementy ve větších výškách, což je opačně než u mužů. Hladina testosteronu v pubertě má efekt na růst hlasivek. Prodloužením a zesílením hlasivek se základní frekvence snižuje. U paviánů čakma i u gibbonů larů se vzrůstající hladinou testosteronu roste i výška hlasu. U gibbonů už se na rozdíl od paviánů neprojevil vliv na délku jednoho elementu (Barelli et al. 2013).

Ačkoliv je HA populární metodou, jak předejít těhotenství, jsou zaznamenány četné nežádoucí projevy, ať už fyzické, psychické nebo behaviorální. Je možná i změna preference samce a ohrožení zdraví mláďat (Welling 2013) Při rozhodování, jakou metodu HA použít, je důležité zvážit její pozitiva a negativa. Pokud žena nebere kombinovanou tabletu HA, ale zvolí jinou méně spolehlivou metodu, zvyšuje se šance oplodnění. I když braní tohoto

druhu HA má jisté nevýhody jako citlivost prsou nebo přibývání na váze, či vliv na libido, má ale i kladné dopady na zdraví. Co se týče libida, je těžké odhadnout, do jaké míry za změny může HA (Burrows et al. 2012).

Hlasivkový aparát hraje hlavní roli v produkci zvuku. Je ovlivněn vnitřními i vnějšími podmínkami. Hladina hormonů má velký vliv na kvalitu hlasu. V rámci této problematiky byly již mnohokrát zkoumány i vlivy menstruačního cyklu. Hormony mají na hrtan a hlasivky podobný vliv jako na pohlavní orgány, tedy na jejich morfologii, histologii i funkci. Těsně před menstruací se snižuje flexibilita, ženy mají potíže vyzpívat vysoké tóny, jsou více zadýchané, hůře intonují a ubývá na intenzitě. To vše zřejmě hlavně kvůli lehkému otoku hlasivek způsobenému změnou hladiny pohlavních hormonů (Gunjawate et al. 2017).

Zcela jiné účinky má HA ve vodním prostředí. Levonostregel (LNG) jako druh progestinové HA (původně určený pro jiné zvíře) může působit na endokrinní systém vodních živočichů, především vodních obratlovců a nepříznivě ovlivnit jejich reprodukci. U jelečků velkohlavých (*Pimephales promelas*) LNG způsobuje maskulinizaci samic v důsledky změny androgenní aktivity, u pulců drápatky tropické (*Xenopus tropicalis*) narušení vývoje vejcovodů a vaječníků a u samců snižuje schopnost oplodnění. Při různých výzkumech bylo mnohokrát dokázáno, že i po malé dávce androgenů se zvyšuje ochota samců obojživelníků k páření a neexponované samice takové jedince upřednostňují (Hoffmann & Kloas 2012).

3.4.4 Důvody používání hormonální antikoncepce v zoologických zahradách

HA se začala v zoo používat hlavně z důvodu případného nadbytku zvířat nežádaných vrhů. V chovech začalo být postupně důležité maximalizovat retenci genetické diverzity pomocí určení reprodukční hodnoty každého jedince, aby bylo předejít suboptimálním vrhům. Před selektivním určením, komu bude HA podána, je třeba konkrétně znát historii chovu, věk, zdravotní anamnézu a potenciální schopnost reverzibility, navíc je potřeba stanovit plán každého jedince i populace, podle toho, co se od daného chovu očekává a dle něj toho krok po kroku postupovat. V neposlední řadě je třeba chov neustále kontrolovat, aby byla chována geneticky i fyzicky zdravá populace (Cope et al. 2018).

Největší problém při sledování různých metod podávání HA je, že je jich na trhu hodně a nejsou dostupné stejně pro všechny regiony a státy. Z tohoto důvodu bylo v Americe pod záštitou organizace AZA založeno centrum zaměřující se na metody podávání HA specificky pro každý druh – Wildlife Contraception Center (WCC). Group on Zoo Animal Contraception (EGZAC) je obdobný program, založený krátce po WCC evropskou asociací EAZA (Wallace et al. 2016).

Podle EGZAG (2021) je podávání HA důležitým prostředkem z hlediska genetické a demografické stránky chovu druhů chovaných v zoologických zahradách. Její efektivní použití pomáhá proti přemnožení některých jedinců, snižuje riziko inbreedingu a modifikuje délku mezi generacemi. HA je také užívána v případě nežádoucího sexuálního chování, agrese, jako alternativa před utracením nechtěných mláďat, snížení fyziologických nároků při případných opakujících se gestacích, a také při zajišťování optimálně velkých populací v rámci kolekcí zoologických zahrad. Pro shrnutí jsou hlavní důvody užívání HA následující:

1. kontrola velikosti populace
2. behaviorální management
3. terapeutický účinek

Používání selektivní HA je dobré z hlediska vhodné velké reprezentace rodových linií, inbredního koeficientu, regulace velikosti rodiny, stabilizace populace v dostupných podmínkách. Jestliže byl chov založen s cílem reintrodukovat zvířata zpět do volné přírody, přispívá tato metoda k vykazování přirozeného chování. Pro případné obnovení chovu je nutná reverzibilita, prediktabilita, efektivita, doba trvání a bezpečnost. Tím je myšlena hlavně možnost obnovení přirozeného fungování pohlavní soustavy.

Pro zvolení vhodné antikoncepční metody je nutné znát reprodukční biologii druhu a sociální vztahy, tedy čas, kdy dochází k páření, reprodukční strategii, cyklicitu, speciální adaptace (např. embryonální diapauza) a stanovit optimální čas léčby. Dále je důležité znát čas pohlavní zralosti a průměrnou délku života. Další hledisko je tedy stanovení optimálního počtu jedinců v chovu, znalost plemenných knih pro zachování genetické diverzity (Cope et al. 2018).

Existuje i mnoho odpůrců používání HA z různých důvodů a to například z genetického hlediska, kdy určité formy HA ovlivňují i samotný genofond dané populace, nebo z hlediska chování či ekonomiky. Dalším měřítkem je fakt, že HA byla vyvinuta zejména pro lidi. Minimálně je třeba brát ohled na stres daného jedince při aplikaci nebo na vedlejší efekty jako infekce, abscesy a další změny na vnitřních orgánech (Kirkpatrick 2007).

3.4.5 Používání hormonální antikoncepce u primátů

Primáti jsou chováni v zoologických zahradách z mnoha důvodů, ať už z hlediska edukace, podpory jejich ochrany skrze rozmnožení v lidské péči, výzkumu a samozřejmě lepšímu porozumění jejich chování, sociálních systémů a biologii. Primátů je navíc chováno velké množství, proto je potřeba mít dobrý management jednotlivých chovů, který je zaměřen na jejich welfare podmínky, a tedy i na počet jedinců. Z toho vyplývá, že je potřeba mít kontrolu i nad jejich rozmnožováním. Bez přirozených hrozeb (predátoři, nemoci, hladovění) je předcházeno přírodní selekci. Tato role je přenesena na odborníky, kteří určí, jací jedinci mají nejlepší fitness a budou použiti do dalšího chovu s cílem co nejméně minimalizovat riziko inbreedingu a snižování genetické diverzity (Hosey et al. 2009).

Z hlediska kontroly fertilizace se zda být používání HA u primátů jako efektivní nástroj. V roce 2005 bylo v WCC databázi zaznamenáno podání HA u 87 různých druhů primátů, přičemž bylo použito 40 různých druhů produktů. Nejvíce byla zastoupena kombinace antikoncepčních tablet (Wallace et al. 2016). Podrobný přehled metod je popsán v Tab. 3.

Šimpanze chované v lidské péči nelze reintrodukovat do volné přírody. Aby nedocházelo k přemnožení jedinců, musela být zvolena metoda, jak předcházet novým oplodněním. Oddělení pohlaví není dlouhodobě možné, protože šimpanzi jsou velmi sociální a oddělení by narušilo jejich pevné vazby. HA pomáhá ochránit příliš mladé samice před zabřeznutím, pomáhá udržovat zdraví jedinců, jejich sociální vazby a hlavně kontrolovat genetickou variabilitu populace. Z důvodu blízké příbuznosti lidí a šimpanzů u nich lze používat většinu antikoncepčních metod s výjimkou kondomů a spermicidů (Bourry et al. 2005). Některé samice jsou ale při užívání HA pro samce méně atraktivní a u samců vzbuzují menší zájem. Navíc je u nich snížen cyklický nárůst anogenitálního výtoku v oblasti konečníku a pohlavních orgánů upozorňujícího samce, že je samice v říji. U goril nížinných (*Gorilla gorilla*) byly markantní uměny v chování při reprodukci a ve skupině (Welling 2013).

Podkožní implantáty Depo Provera® (medroxyprogesterone-acetát) patří k nejběžnějšímu způsobu podávání HA primátům v zoologických zahradách (viz Tab. 4). Tento druh HA je účinný i u žen, myší, potkanů, králíků, koček, křepelek, klokanů nebo koal. U lvíčků zlatých (*Leontopithecus rosalia*) byl implantát 75 % samic vyndán do dvou let. Ačkoliv se jedná o efektivní metodu, existují pochybnosti o reverzibilitě. Jen třetině samic lvíčků zlatých se podařilo porodit zdravé mládě. U dalších primátů byly vrhy menší a zvyšovalo se procento novorozenecké mortality (Wheaton et al. 2011).

U samic lemurů kata (*Lemur catta*), kterým byla indikována HA s účinnou látkou medroxyprogesteron acetát (MPA), se změnila pachová stopa včetně labiální sekrece hlenu. Podle pachu byly od sebe samice užívající HA hůře rozpoznatelné. Samci preferovali samice

bez HA, což mohlo narušit intraspecifické vztahy ve skupině, rozlišovací schopnosti a volbu samce při výběru samice (Crawford et al. 2011).

Vedlejší efekty při užívání implantátu Implanon® (etonogestrel), viz Tab. 4, byly zkoumány u 141 samic primátů různých druhů, přičemž 27 během experimentu zemřelo. Po pitvách nebyly u 13 samic zaznamenány žádné abnormality, u 8 byla nalezena zesílená stěna dělohy s vnitřním exudativním zánětem, u samic mangabeje kouřového (*Cercocebus atys*), makaka vepřího (*Macaca nemestrina*) a šimpanze leiomyom (benigní nádor hladké svaloviny), u šimpanze adenomyóza dělohy, u kočkodana žluté tělísko na vaječniku, což značí selhání implantátu a u magota bezocasého (*Macaca sylvanus*) velké perianální otoky s vředy na obou stranách (Lemmens 2018). Samice magota bazocasého navíc vykazují dvakrát větší tendenci ke škrábání a k vlastnímu groomingu, než samice bez HA, jsou více agresivní, vyžadují grooming od ostatních, i když samy ho moc neposkytují a méně relaxují (Maijer & Semple 2016). Podobné chování, kdy se samice zaměřovaly hlavně na sebe a projevovaly vyšší tendenci k agonstickému chování, bylo zachyceno i u samic pavíánů pláštíkových (*Papio hamadryas*) (Plowman et al. 2005).

Tab. 3 Přehled antikoncepčních metod používaných u primátů (Wallace et al. 2016). Rev. – reverzibilita, ved. ef. – vedlejší efekty.

Metoda	F/M	Forma podání	Rev.	Ved. ef., welfare	Komentář
Hormonální					
Syntetické progestageny	F	Implantát/injekce/pilulky, možná i anestezie	Ano	Přibývání na váze, implantát může být vyndán při groomingu	Neovlivňují chování tolik jako jiné metody, může ohrozit budoucí fertilitu u nártounů a u novosvětských opic. Není doporučena u tamarinů skákavých. Jeden implantát je funkční po dobu 2–5 let
Progestageny s estrogeny	F	Tablety denně	Ano	Denní užití orální cestou, vynechání může znamenat otěhotnění	Běžně používána, u malých opic je třeba zvážit dávkování
GnRH agonisté	F, M	Implantát/injekce	Ano	Podobný efekt jako gonadektomie, s dopadem na chování	Zabraňuje produkci pohlavních hormonů, neznámý časový rámec pro reverzibilitu
Imunokoncepce					
PZP vakcína	F	Injekce	Ano	Ooforitida u makaků, snížení produkce folikulů u paviánů, dlouhodobé užívání zvyšuje folikulární atrezii	Umožňuje normální průběh cyklu, variabilní účinnost, při imunosupresi je snížena účinnost

Metoda	F/M	Forma podání	Rev.	Ved. ef., welfare	Komentář
Mechanická					
IUDs	F	Mechanické zařízení vloženo do dělohy v celkové anestezii	Ano	Zařízení může být vyloučeno	Často používáno, kroužky zařízení mohou být zkráceny pro snížení rizika vyndání jedincem
Fyzická separace					
Oddělení jedinců	F, M	Oddělení pohlaví do jiných ubikací	Ano	Po separaci projevy agresivního chování, možné problémy při sloučení	Neinvazivní, zachování přirozených sociálních vazeb, potřeba další ubikace, okamžitý efekt
Chirurgická					
Kastrace	M	Operace, vyžadována anestezie	Ne	Ovlivňuje chování, může vést k agresi, oddělení od skupiny v rámci pooperační péče	Invazivní, vyžaduje management pooperační léčby, umožňuje pobyt v jedné ubikaci s mladšími jedinci
Vasektomie	M	Operace, vyžadována anestezie	Možná	Oddělení od skupiny v rámci pooperační léčby	Invazivní, potřeba minimalizovat handling/dobu odchyty, spermie mizí do 6 týdnů. Není ovlivněna tvorba testosteronu, sekundární pohlavní znaky zachovány
Ovariectomie /ovario-hysterektomie	F	Operace, vyžadována anestezie	Ne	Invazivní, možná změna chování, odloučení od skupiny v rámci pooperační péče	Invazivní, vyžaduje management pooperační léčby, skupiny mohou být přirozeně v jedné ubikaci

Tab. 4 Porovnání aplikace progestagenů (Cowl 2020)

Metoda hormonální antikoncepce (HA)	Progestageny – implantát	Progestageny – injekce
Produkt	etonogestrel 68 g	medroxyprogesteron-acetát
Komerční název	Implanon® Nexplanon®	Depo-Provera®, Depo-Progevera®
Dostupnost produktu	Dostupné skrze distribuci léčiva pro ženy, Bayer Schering Pharma AG.	V Evropě běžně dostupné jako HA pro ženy, Pfizer
Restrikce, permity, země vývozu	EAZA RMG doporučuje kontrolu lokální licence pro léčiva	EAZA RMG doporučuje kontrolu lokální licence pro léčiva
Mechanismus HA	Zabránění oplodnění kvůli zahušťování cervikálního hlenu, narušení transportu gamet, narušení implantace embrya, inhibice nárůstu LH nutného k ovulaci	Antiestrogenní aktivita, zabránění oplodnění kvůli zahušťování cervikálního hlenu, narušení transportu gamet, narušení implantace embrya, inhibice nárůstu LH nutného k ovulaci
Vložení/umístění	intramuskulárně či subkutánně, EAZA RMG doporučuje subkutánní podání na vnitřní straně paže pro lepší viditelnost (rychlejší odstranění implantátu)	intramuskulárně, injekcí
Samice	doporučováno	-
Dávka	½ - 1 implantát podle druhu a váhy, dobrý výsledek úspěšnosti u samic gibbonů vážících 5–13,5 kg se třetinovou velikostí implantátu	Podle návodu je doporučení 2,5–5 mg/kg živé váhy každých 45-90 dní, v databázi variabilní od 2–12 mg/kg živé váhy
Latence účinku	Celková inhibice ovulace již po 1 dni, pokud je podán 1.–5. den cyklu nebo pokud nahradí progesteron přijmaný orální cestou. Právě stádium je ovšem často neznámé, proto je doporučováno 7 dní po implantaci používat ještě jinou metodu HA	1 -3 dny po injekci, kvůli nejasnosti fáze cyklu musí delší latencí účinku, proto je doporučeno oddělení pohlaví nebo další metody HA alespoň 7 dní
Estrální cyklus během užívání HA	Estrus může být pozorován, může probíhat cyklicita a ovulace individuálně podle samice (stupeň potlačení závisí na dávce)	Estrus může být pozorován, může probíhat cyklicita a ovulace individuálně podle samice (stupeň potlačení závisí na dávce)
Užívání během těhotenství	U primátů kromě člověka progestageny normálně nezasahují do porodu	U primátů kromě člověka progestageny normálně nezasahují do porodu

Metoda hormonální antikoncepce (HA)	Progestageny – implantát	Progestageny – injekce
Užívání během laktace	Považováno za bezpečné pro kojení mláďat, nemá efekt na laktaci, ale etonogestrel je vylučován v mléce	Považováno za bezpečné pro kojení mláďat
Užívání u prepubertálních a juvenilních jedinců	Užití syntetických progestagenů u prepubertálních a juvenilních jedinců není prozkoumáno, dlouhodobé účinky na plodnost neznámé	Užití syntetických progestagenů u prepubertálních a juvenilních jedinců není prozkoumáno, dlouhodobé účinky na plodnost neznámé
Doba účinku	2,5 až 3 roky	Záleží na dávce, obecně 45–90 dní, u některých jedinců 1–2 roky
Reverzibilita	Zcela reversibilní metoda, zaznamenáno úspěšné otěhotnění s ½ implantátem (34 mg) do 2 let po odstranění	Zcela reversibilní, může se u jedinců lišit, zaznamenány případy otěhotnění do 1–2 let po podání první injekce
Změny chování	Může docházet k různým stupňům otoku stydkých pysků, může nastat ovulace, která nevede k otěhotnění	viz výše
Samci	nedoporučeno	nedoporučeno
Nežádoucí projevy	Přibývání na váze, zvýšení či snížení frekvence krvácení během menstruace, EAZA RMG doporučuje držet se návodu dodavatele	Při dlouhodobém užívání možné negativní dopady na dělohu, nabývání na váze, u samic lze zaznamenat maskulinizaci kvůli snížené hladině estrogenů (vyšší agrese, rozvoj sekundárních samčích znaků, u dichromatických druhů možno zaznamenat změnu barvy srsti směrem k samčímu zbarvení). EAZA RMG doporučuje držet se návodu dodavatele
Upozornění	Kombinace s jinými typy HA je známa a může přispět k vyšší ochraně proti oplodnění, u některých zvířat s diabetem se s užití progestagenů zvýšila hladina inzulínu, proto je důležité sledovat hladinu glukózy v moči	Kombinace s jinými typy HA je známa a může přispět k vyšší ochraně proti oplodnění, u některých zvířat s diabetem se s užití progestagenů zvýšila hladina inzulínu, proto je důležité sledovat hladinu glukózy v moči

4 Metodika

4.1 Studovaná skupina zvířat

V této diplomové práci byli zkoumáni čtyři dospělí samci gibona zlatolícího (*Nomascus gabriellae*) chovaní v zoologických zahradách Olomouc, Jihlava a Bojnice. Věkové rozmezí samců bylo od 14 do 29 let (viz Příloha 5, Obr. 21–24). Podrobnější informace jsou popsány v Tab. 5. Ve všech zoologických zahradách samci v době sběru dat (školitelem práce) žili v rodinných skupinách, které se skládaly z dospělé samice, dospělého samce a jejich mláďat. V jihlavské a olomoucké zoo byly chovány dvě skupiny gibonů v oddělených ubikacích. Zrakový a sluchový kontakt oběma skupinami byl zachován.

Všechny skupiny gibonů měly stálý přístup do vnitřních i venkovních prostor ubikace. Oba typy prostor byly vybaveny širokou škálou prolézaček/pater v různých výškách, stromy a rozsáhlým systémem lan a provazů. Ve dvou zoologických zahradách byla venkovní část oplocena drátěným pletivem. Giboni byli krmeni čtyřikrát denně, voda byla přístupná po celý den ad libitum. Krmná dávka byla složena z ovoce, zeleniny, semínek, listí, obilí a někdy i vajec. Ačkoliv jsou giboni zlatolící podle IUCN Red List (Rawson et al. 2020) klasifikováni jako ohrožení (endangered, EN), ne všechny evropské zoologické zahrady mají zájem tento druh chovat. Navíc tam, kde jsou chovy gibonů založeny, bývá problém s přebytkem samců, zkracujícím se intervalem mezi porody mláďat, a tudíž i s managementem chovu celé populace gibonů chované v lidské péči. Právě i z těchto důvodů je u některých dospělých samic v zoo doporučeno užívání hormonální antikoncepce.

4.2 Etický kodex

Veškerý sběr dat, konkrétně myšleno nahrávání vokalizace gibonů, probíhal bez jakékoliv interakce či manipulace se zvířaty. Zvolená metoda byla zcela neinvazní. Výzkumná část této diplomové práce se řídí podle etického protokolu schváleného etickou komisí Ethics and Animal Care Committee České zemědělské univerzity v Praze (referenční číslo: CZU/1606) a po celou dobu byly dodržovány veškeré relevantní guideliny a regulace. Výzkum probíhal zcela v souladu s právními nařízeními České a Slovenské republiky, stejně jako se směrnicemi Evropské unie 2010/63/EU.

Tab. 5 Přehled samců zařazených do studie

Zoo	Označení samce, č. v plemenné knize, datum narození	Záznam vokalizace v období bez HA	Datum, typ a místo aplikace HA u samice	Záznam vokalizace v období bez HA
Olomouc	Samec 1, č. 100, 22. 2. 2002	12. – 14. 3. 2014, 30. 4. 2014, 9. – 11. 10. 2014, 12–13. 11. 2014, 3. a 10. 12. 2014, 17. – 20. 3. 2015, 29. – 30. 4. 2015	25. 6. 2015, 34 mg (etonogestrel, ½ dávka) Nexplanon®, vnitřní část levé paže	8. – 11. 6. 2015, 8. 7. 2016, 22. 9. 2016, 13. 9. 2017
Olomouc	Samec 2, č. 113, 14. 11. 2003	12. – 14. 3. 2014, 30. 4. 2014, 9. – 11. 10. 2014, 12. – 13. 11. 2014, 3. a 10. 12. 2014, 17. – 20. 3. 2015, 29. – 30. 4. 2015		8 – 11. 6. 2015, 8. 7. 2016, 22. 9. 2016, 13. 9. 2017
Jihlava	Samec 3, č. 36, ~1988 přivezen z přírody	28. – 29. 5. 2014, 6. – 7. 11. 2014, 19. – 21. 5. 2015,	8. 10. 2015, 10. 4. a 8. 10. 2016, 9. 4. a 10. 10. 2017, 50 mg (medroxyprogesteron- acetát) Depo-Provera®; intramuskulárně každých 6 měsíců	19. – 20. 11. 2016, 4. a 6. 7. 2017
Bojnice	Samec 4, č. 37, ~1988 přivezen z přírody	16. – 19. 10. 2014, 18. 6. 2015	10. 7. 2015, 86 mg (etonogestrel) Nexplanon®, vnitřní část levé paže	30 – 31. 3. 2017, 29. – 30. 6. 2017

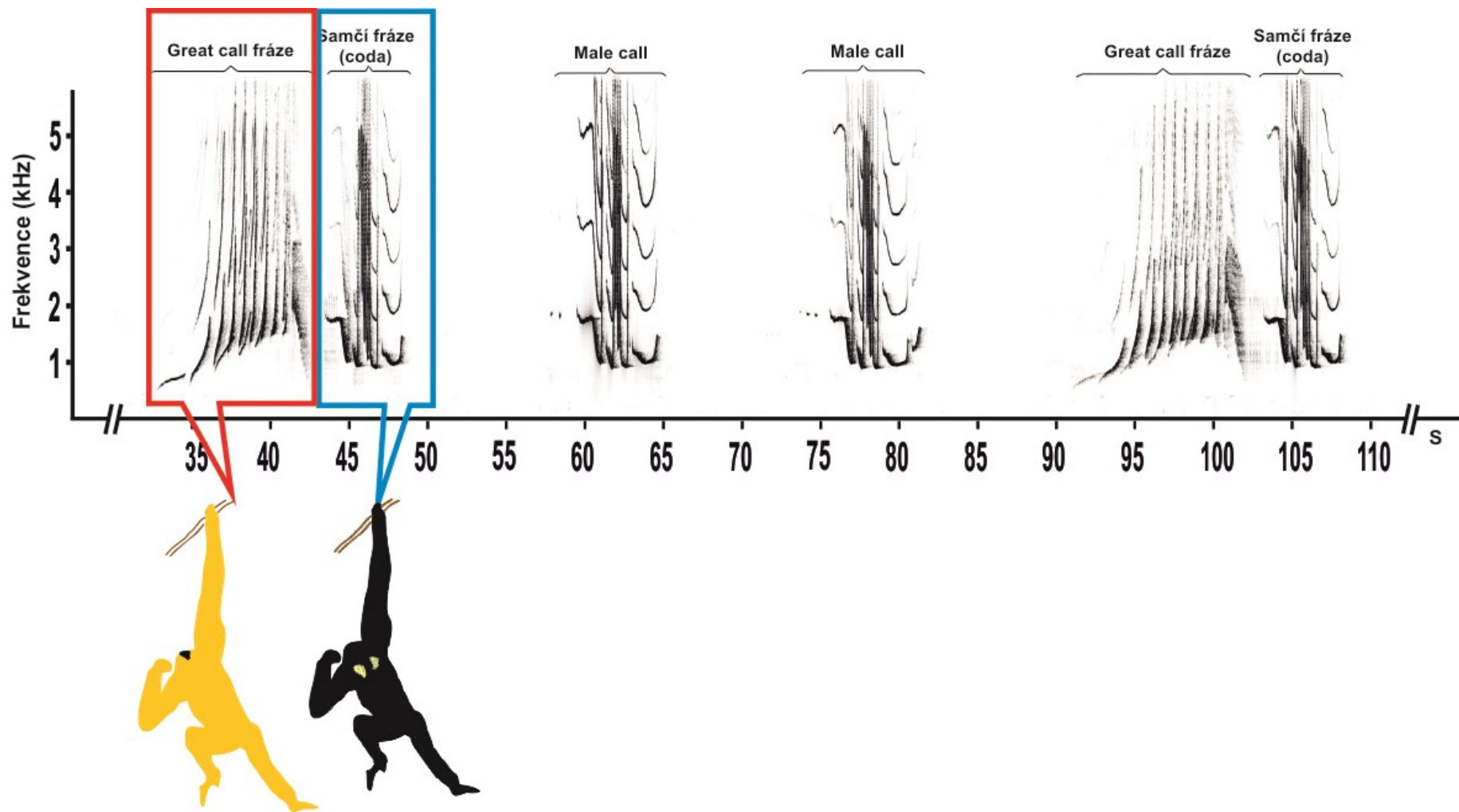
4.3 Nahrávání a akustická analýza

Dospělý pár každý den produkuje duet složený ze samičího (great call) a samčího volání (coda). Nahrávání duetů včetně samčí odpovědi male call dospělých samců během duetu bylo uskutečněno během dvou období, tedy v době kdy dospělá samice buď užívala, nebo neužívala hormonální antikoncepci (viz Tab. 5). Pro porovnání účinků jsou v Tab. 4 (viz kap. 3.4.5 Používání hormonální antikoncepce u primátů) shrnuty základní poznatky o HA používané konkrétními samicemi. Samci byli monitorováni 1 až 4 dny během každého období. Samčí volání bylo nahráváno jednou až třikrát denně v časovém rozmezí od 5:00 do 12:30. Pozorovatel stál nejčastěji od 2 do 15 metrů od venkovní části ubikace. Great call dospělých samic i coda samců byly zachyceny na rekordér Marantz PMD 660 (Kenagawa, Japonsko) nebo na rekordér M-Audio Micro Track II (Irwindale, USA). Na oba rekordéry byl připojen semi-direkcionální mikrofon Rode NTG-2 (Sydney, Austrálie). Všechny nahrávky byly uloženy jako zvukový formát Wave form (WAV). Nahrané zvuky se pohybovaly v monofrekvencích v rozmezí 20 Hz až 20 kHz \pm 2 dB v 16-bitovém rozlišení a vzorkovací frekvenci (sampling rate) 44,1 kHz. Pro pozdější analýzu byly použity zvuky do 12 kHz.

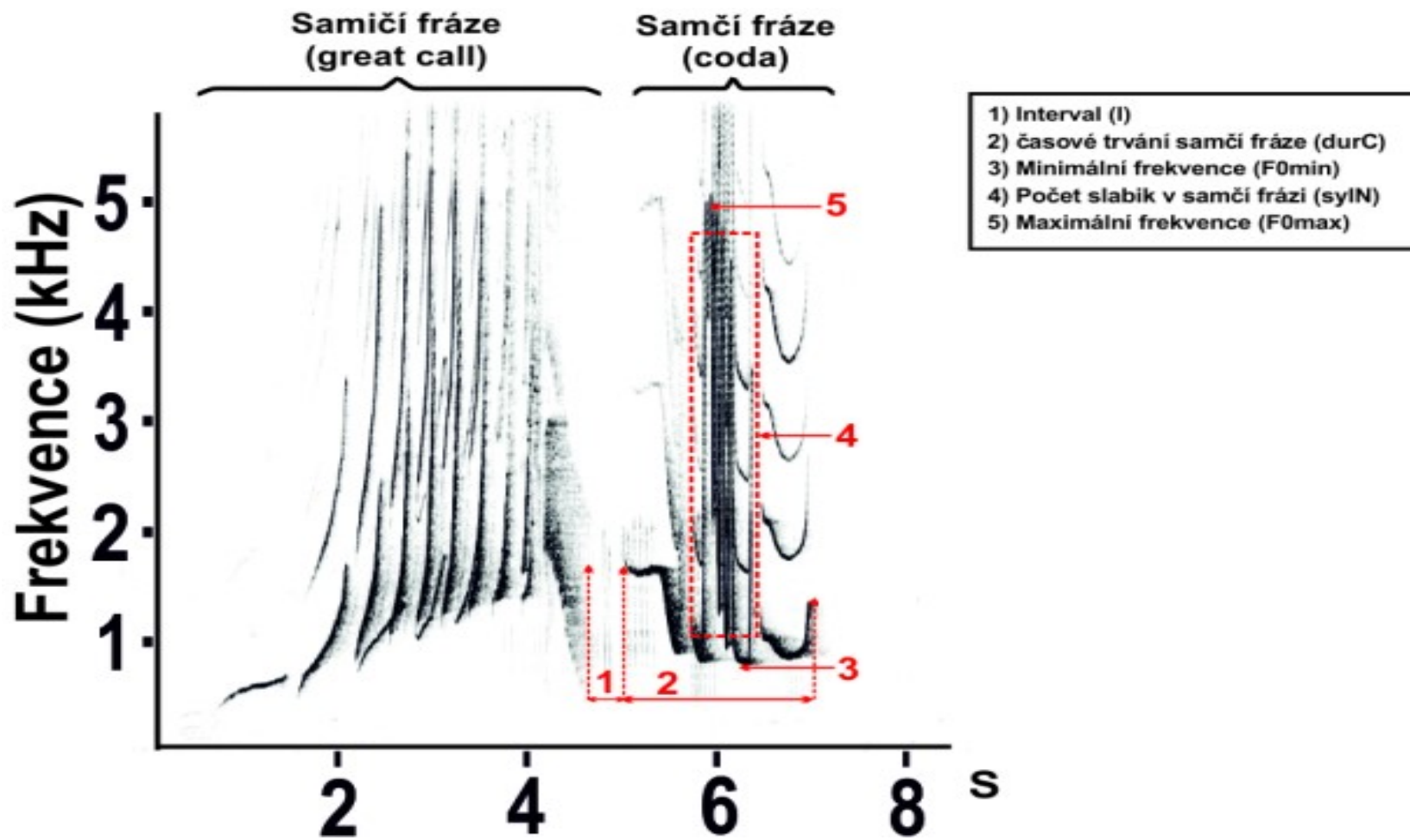
Akustická analýza byla provedena v Avisoft SASLab Pro version 5.2 software (Avisoft Bioacoustics, Berlin, Germany). Spektrogramy byly vytvořeny na základě následujících kritérií:

- FFT délka/FFT length = 1024
- rozlišení frekvence/frequency resolution = 12 Hz
- časové rozlišení/temporal resolution = 21.3
- overlap = 75 %
- typ okna/window type = Hamming

Akustická analýza byla zaměřená na samčí zpěv (coda), který je produkován po konci zpěvu samičího great call a tvoří s ním great call sekvenci (Obr. 13). Funkce great call sekvence spočívá v párovém poutu (Geissmann 2002). Dohromady bylo kategorizováno 5 časových a spektrálních akustických parametrů (Obr. 14). Při analýze měření spektrálního parametru byly stanoveny maximální fundamentální frekvence (F0max) a na minimální fundamentální frekvence (F0min) napříč frekvenčním spektrem samčí vokalizace. Časový parametr představoval celkovou dobu trvání samčí fráze (durC) a interval (I), neboli časovému údaj mezi koncem great call fráze a začátkem samčí fráze. Navíc byl spočítán počet jednotek (slabik, syllables) male call fráze (sylN).



Obr. 13 Ukázka duetu mezi samicí a samcem g. zlatolícího



Obr. 14 Analyzované akustické aspekty v samčím volání (coda)

4.4 Statistická analýza

Všechna data byla analyzována pomocí SAS Enterprise Guide version 4.1 (SAS Institute Inc.). Vzhledem k použití generalizovaného lineárního smíšeného modelu (Generalized Linear Mixed Model – GLMM) je rozdíl v akustické struktuře male call fráze ve 2 období pozorování, tedy při nebo bez užívání hormonální antikoncepce.

Byl vybrán test PROC GLIMMIX pro binární distribuci se závislými proměnnými F_{0min} , F_{0max} , $durC$ a $sylN$. Pro funkčnost odkazu byla použita funkce logit (logaritmus šance, kde p značí pravděpodobnost), protože bylo nutno ověřit vliv více různých faktorů na určitou veličinu, která nenabývá pouze dvou hodnot, a proto nelze užít klasický lineární model. Pro všechny „error terms“/chyby byl použit jiný název pro funkční použití v systému GLMM. Správnost každého modelu (homoscedasticita, normalita rozprostření chyb, nezávislost) byla ověřena pomocí vizuálně inspekčních reziduí skrz „plots“ = Personal panel (PROC GLIMMIX) a normalita reziduí byla zkontrolována testem Tukey-Kramer hlavně z důvodu, že testované vzorky nebyly stejně velké.

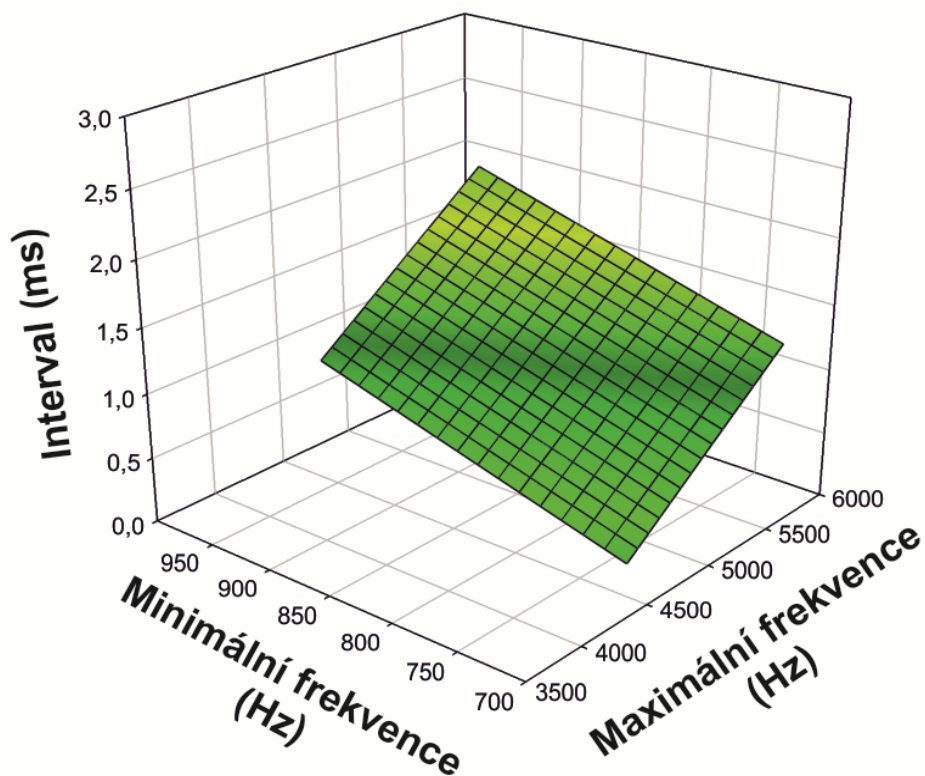
Postup pro zkonstruování modelů byl takový, že byly nejprve zadány faktory, u nichž se očekávalo, že se bude měnit pravděpodobnost akustické struktury male call fráze opět v obou obdobích pozorování, a až poté byly zahrnuty a zadány další faktory, jež by mohly souviset a analyzou a ovlivnit tak konečné výsledky. Pokud daný faktor neměl význam vyšší než $P > 0,05$, byl z modelu vyjmut a nebude v této práci zmiňován. Fixní faktory zahrnovaly indikaci užívání hormonální antikoncepce v zoologických zahradách v Bojnici, Jihlavě, Olomouci a ID samců (Samec 1 až 4). Asociace mezi závislými proměnnými a fixními efekty byly odhadnuty náhodným koeficientem používaným programem PROC GLIMMIX. Ten byl také popsán ve studii Tao et al. (2002).

5 Výsledky

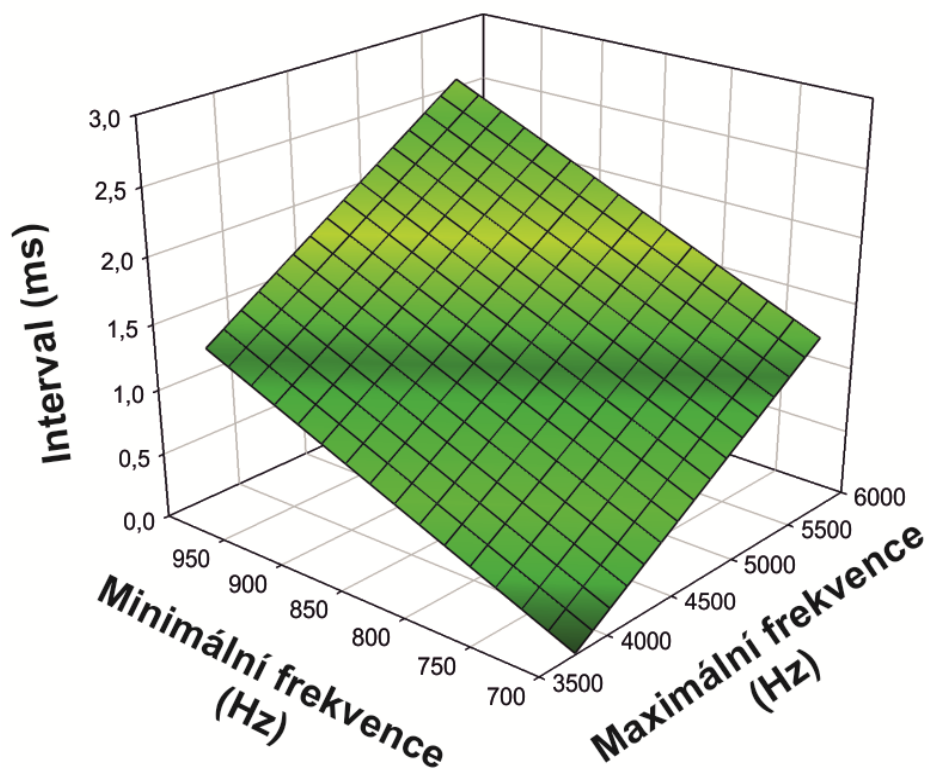
Bylo analyzováno celkem 274 záznamů samčí fráze z toho 108 v období, kdy samice měla hormonální antikoncepci a 166 záznamů v období bez hormonální antikoncepce.

Výsledky GLMM odhalily, že v období, kdy samice měla aplikovanou hormonální antikoncepci v samčím volání (coda), byl produkován kratší interval s vyšším nárůstem začátku maximální a minimální frekvence (obr. 15), než tomu bylo v období bez aplikace hormonální antikoncepce (Obr. 16).

Dále výsledky odhalily, že durC ($F_{(1,88.3)} = 1,89$, $P > 0,1726$) ani sylN ($F_{(1,66.1)} = 2,37$, $P > 0,1288$) se neliší od období s nebo bez hormonální antikoncepce. Naopak testované hodnoty $F_{min} * F_{max}$ proti intervalu byly větší v období bez hormonální antikoncepce než v období s hormonální antikoncepcí ($F_{(1,34.6)} = 23,87$, $P < 0,0001$). Výsledky jsou zobrazeny na Obr. 15 a Obr. 16.



Obr. 15 Hodnoty minimální a maximální frekvence vzhledem k intervalu v období s hormonální antikoncepcí. Na ose x, y jsou vybrané úseky F_{0max} a F_{0min} v kHz, na ose z I v ms. Nejvyšší dosažený interval je menší než 2 ms.



Obr. 16 Hodnoty minimální a maximální frekvence vzhledem k intervalu v období bez hormonální antikoncepce. Na ose x, y jsou vybrané úseky F_{max} a F_{min} v kHz, na ose z I v ms. Nejvyšší dosažený interval je větší než 2,5 ms.

6 Diskuze

Tato práce zjistila, že samčí vokalizace (coda) u g. zlatolícího (*Nomascus gabriellae*), která je produkována v duetu se samičím voláním (great call) reaguje na změnu vokalizace u samice způsobenou hormonální antikoncepcí. Bylo zjištěno, že v období hormonální antikoncepce se interval, maximální a minimální frekvence změnily, zatímco časové trvání a počet slabik samčí vokalizace se nezměnil.

Vzhledem k tomu, že si giboni vybírají místo, dobu a vzdálenost, kde budou vokalizovat (Fan et al. 2009), je evidentní, že je pro ně velmi důležité nastavení co neoptimalnějších podmínek pro co nejkvalitnější duet, navíc podle synchronnosti duetu se dá odvodit, jak moc jsou si jedinci blízcí. Z předešlého výzkumu (Hradec et al. in preparation) je známo, že HA má vliv na great call frázi samice, avšak nebylo zkoumáno, jestli tato změna ovlivní i reakci samce a jaký vliv mají na samce vnější (samice) a vnitřní (hladiny hormonů) podmínky (Gunjawate et al. 2017). Nezměněný počet slabik (sylN) a celkové trvání (durC) tedy zřejmě není závislé na vnějších podmínkách nebo na hladině pohlavních hormonů, ale nejspíše na genetické dědičnosti. To dokládá i studie Barelliho et al. (2013), která tvrdí, že se vliv testosteronu neprojevil na délce jednoho elementu. Naproti tomu interval, maximální a minimální frekvence by na vnějších podmínkách být závislé mohly. Výška zvuku totiž úzce souvisí s frekvencí, přičemž s jejím nárůstem, roste i výška tónu. K tomu je potřeba podotknout, že se nejedná o čistě objektivní fyzikální vlastnost, protože je ovlivněna i psychikou jedince.

V této práci nebyla stanovena hypotéza, protože by ji nebylo možné porovnat s jinou literaturou. Mnoho výzkumů se sice věnuje problematice HA u samic z hlediska rizikovitosti změny hlasu, sociální dopady, dokonce hodnotí preference samců při výběru samice, přesto nebyla dohledána žádná studie zabývající se vokální reakcí samce včetně mužů nebo změn v hladině testosteronu během menstruačního cyklu ženy nehledě na to, zda užívá nebo neužívá HA.

Podmínky vhodné pro rozmnožování zvířat v lidské péči jsou čím dál více zdokonalovány a samotná šance na rozmnožení je čím dál vyšší. Ačkoliv jsou tyto úspěchy klíčové pro udržení chovu, může vzniknout problém s přemnožením zvířat. Pokud se rodí více mláďat, než je schopen daný chov pojmout, většinou v důsledku omezené prostorové kapacity, je potřeba vyřešit, co se stane s daným přebytkem mláďat (Bourry et al. 2005). Používání HA u nedomestikovaných zvířat je zásadní metodou pro udržení rozumného počtu členů dané populace v lidské péči a především v zoologických zahradách. Ale v podstatě neexistuje jednoduché sociální a biologické řešení, které by bylo po všech stránkách přijatelné. Metoda HA nebo sterilizace je, zdá se, preferována před relokací a zabíjením (Lemmens 2018). Při aplikaci HA je důležitá bezpečnost ošetřovatelů a zvířat, možnost reverzibility pro zachování genetické a reprodukční integrity, nízká cena přípravy, co nejjednodušší aplikace, minimální dopady na chování zvířete a sociální postavení (Bourry et al. 2005).

Z dostupné literatury, zkoumající hlasové změny u žen (v období s i bez HA), vyplývá, že pohlavní hormony, estrogen a progesteron, mají vliv na kvalitu produkovaného zvuku (Abitbol et al. 1999). Oba hormony jsou součástí i HA (Burrows et al. 2012). Ovlivňují samotný hlasivkový aparát i hrtan a to po morfologické, histologické i funkční stránce (Gunjawate et al. 2017). Genetická determinace pohlaví nemusí nutně definovat pohlaví hlasu, protože absence testosteronu u mužů způsobuje jeho feminizaci (Abitbol et al. 1999). U gibonů a paviánů je to ovšem jinak než u mužů, čili se vzrůstající hladinou testosteronu roste i výška hlasu (Barelli et al. 2013). U žen se hlas mění během menstruačního cyklu nebo i v těhotenství. Těsně před menstruací se zřejmě kvůli lehkému otoku (Bryant & Haselton 2009) snižuje flexibilita, ženy mají potíže vyzpívat vysoké tóny, jsou více zadýchané, hůře intonují a ubývá na intenzitě (Gunjawate et al. 2017) nebo je přítomen chrapot, přičemž je známo, že muži u žen preferují vyšší výšku hlasu než nižší (Bryant & Haselton 2009).

Antikoncepčních metod existuje celá řada (Tab. 3). Nejjednodušší by se mohlo zdát oddělení pohlaví, ale to se u primátů neaplikuje z důvodu sociální vazby (Bourry et al. 2005). Pro účely indikace HA byly vytvořeny skupiny odborníků – WCC, EGZAC. Hlavní výhodou podání HA je kontrola velikosti populace, jedinci mohou zůstat spolu v jedné ubikaci, samice není často gravidní, zamezí se ne zcela optimálním vrhům třeba i z hlediska inbreedingu (EGZAC 2021).

Výše jsou uvedeny pozitiva podávání HA. Ovšem existuje i celá řada argumentů proti HA. Nežádoucích efektů bylo popsáno mnoho, např. přibývání na váze, zvýšení či snížení frekvence krvácení maskulinizace nebo změna barvy srsti, včetně sekundárních dopadů na jiné organismy (Hoffmann & Kloas 2012). Další nevýhody podle Kirkpatricka (2007) spočívají především ve vybírání jedinců, kteří se budou množit, což mimo jiné ovlivňuje genofond populace, dále jsou zaznamenávány změny chování, například změna atraktivity samic a volba samců, stres při aplikaci a možné nežádoucí vlivy na organismus jako takový (změna pachu, méně anogenitálního výtoky, otoky, svrbění, infekce, nádory). Preference samců při volbě samic je důležitá z genetického hlediska pro zachování fitness populace, ale i v interakcích ve skupině, pokud jsou upřednostňovány samice bez HA, hrozí riziko, že samice s HA budou pociťovat větší stres nebo začnou být více agresivní (Crawford et al. 2011; Majjer & Semple 2016).

V evropských zoologických zahradách jsou u gibonů stejně jako u ostatních primátů nejčastěji používány dva druhy HA – Depo-Provera® a Implanon®. Obě metody jsou podle výrobce zcela reverzibilní, mohou je používat i kojící samice a neměly by ohrozit případný vývoj plodu. Implantát Depo-Provera® má výhodu delší doby fungování, ale na druhou stranu je složitější jeho aplikace. Nežádoucí efekty jsou negativní dopady na dělohu, nabývání na váze, u samic lze zaznamenat maskulinizaci kvůli snížené hladině estrogenů – vyšší agrese, rozvoj sekundárních samčích znaků, u dichromatických druhů možno zaznamenat změnu barvy srsti směrem k samčímu zbarvení (Cowl 2020). Ačkoliv by po vysazení měly samice do 2 let zabřeznout, řada výzkumů tuto teorii vyvrací – pouze třetina samic lvíčků zlatých nakonec otěhotněla. U jiných primátů docházelo ke snížení početnosti vrhu a k nárůstu novorozenecké mortality (Wheaton et al. 2011).

Injekčně podávaný Implanon® má sice jednodušší aplikaci oproti implantátu, ale musí být podáván každé 3 měsíce. Jeho negativa jsou přibývání na váze, zvýšení či snížení frekvence krvácení během menstruace (Cowl 2020). Z různých studií je patrné, že má nežádoucí vliv i na pohlavní orgány (vředy, zesílená stěna dělohy) nebo na chování. Samice různých druhů primátů se starají spíše o sebe, vyžadují grooming od ostatních, ale samy ho moc nenabízejí a jsou více agresivní (Lemmens 2018, Maijer & Semple 2016, Plowman et al. 2005). To koreluje i s poznatky o ženách vzhledem k tomu, že se při změnách hladin pohlavních hormonů během menstruačního cyklu mění ochota k sexuální činnosti a u žen i pozornost směrem k oblékání a péče o sebe samu (Bryant & Haselton 2009).

S ohledem na biologii gibbonů, kde vokalizace hraje klíčovou roli v párovém poutu, zachování monogamního sociálního systému nebo ve vymezení teritoria (Geissmann 2002) je velice důležité zvážit pozitiva a negativa HA, a když už je tato metoda zvolena, je třeba vždy dodržet všechny bezpečnostní podmínky.

7 Závěr

Při indikaci hormonální antikoncepce ať už ženám, gibbonům nebo jiným živočišným druhům je třeba vždy zvážit pozitiva a negativa, která tato metoda k zabránění oplodnění přináší. Mělo by být dbáno zejména na reverzibilitu, prediktabilitu a bezpečnost. Tím jsou konkrétně myšleny dopady HA na zdraví a nežádoucí vlivy, věkové změny, případné neúspěchy v rozmnožování jiných populací, aby případně nedocházelo k nevratným ztrátám ať už početních nebo genetických a efekt HA z hlediska doporučení a užívání u dalších jedinců.

Na hlasové projevy působí mnoho vlivů, zejména hladiny pohlavních hormonů a psychika jedince. Tyto vlivy jsou i vzhledem k HA podrobně prozkoumány u samic, ale je potřeba udělat více studií zaměřených na samce. I na ně má HA samic vliv, což mimo jiné dokládá i výzkumná část této diplomové práce. V dalších výzkumech by se na získané výsledky dalo navázat například tím, jak se mění hladina testosteronu u samců během ovulačního cyklu samic, ať už v období s nebo bez HA.

8 Literatura

- Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. 1999. Sex hormones and the female voice. *Journal of Voice*. **13**:424–446.
- Amico J, Kumar B, Rosenstein H, Gold M. 2015. The Contraceptive Implant: An Updated Review of the Evidence. *Current Obstetrics and Gynecology Reports*. **4**:79–88.
- Bach TH, Chen J, Hoang MD, Beng KC, Nguyen VT. 2017. Feeding behavior and activity budget of the southern yellow-cheeked crested gibbons (*Nomascus gabriellae*) in a lowland tropical forest. *American Journal of Primatology*. **79**:1–14.
- Barelli C, Mundry R, Heistermann M, Hammerschmidt K. 2013. Cues to androgens and quality in male gibbon songs. *PLoS ONE*. **8**:e82748.
- Bergman TJ, Beehner JC, Painter MC, Gustison ML. 2019. The speech-like properties of nonhuman primate vocalizations. *Animal Behaviour*. Elsevier. **151**:229–237.
- Bourry O, Peignot P, Rouquet P. 2005. Contraception in the chimpanzee: 12-year experience at the CIRMF Primate Centre, Gabon. *Journal of Medical Primatology*. **34**:25–34.
- Brahmi D. 2017. IUD Information. Available from: https://www.reproductiveaccess.org/wp-content/uploads/2014/06/IUD_facts.pdf (accessed April 2021).
- Bryant GA, Haselton MG. 2009. Vocal cues of ovulation in human females. *Biology Letters*. **5**:12–15.
- Burrows LJ, Basha M, Goldstein AT. 2012. The Effects of Hormonal Contraceptives on Female Sexuality: A Review. *Journal of Sexual Medicine*. **9**:2213–2223.
- Clarke E, Reinhard UH, Zuberbühler K. 2006. The Syntax and Meaning of Wild Gibbon Songs. *PLoS ONE*. **1**:e73.
- Cope HR, Hogg CJ, White PJ, Herbert CA. 2018. A role for selective contraception of individuals in conservation. *Conservation Biology*. **32**:546–558.
- Coudrat CNZ, Nanthavong C, Ngoprasert D, Suwanwaree P, Savini T. 2015. Singing Patterns of White-Cheeked Gibbons (*Nomascus* spp.) in the Annamite Mountains of Laos. *International Journal of Primatology*. **36**:691–706.
- Cowl V. 2020. Taxon name: Hylobatidae (Fact Sheet). Chester Zoo. EAZA RMG. Available from <https://www.egzac.org/home/viewdocument?filename=EAZA%20RMG%20Hylobatidae%20taxon%20sheet%202020.pdf> (accessed March 2021).
- Crawford JC, Boulet M, Drea CM. 2011. Smelling wrong: Hormonal contraception in lemurs alters critical female odour cues. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*. **278**:122–130.
- Dediu D, Moisik SR. 2021. Pushes and pulls from below: Anatomical variation, articulation and sound change. *Glossa: a journal of general linguistics*. **4**:1–33.
- EAST. 2018. Dao Tien Endangered Primate Species Centre. EAST & Monkey World. Southamton. Available from <https://www.go-east.org/primate-rehabilitation/> (accessed February 2021).
- EGZAC. 2021. Contraception uses. Chester Zoo. Available from <https://www.egzac.org/pages/7/contraception-uses> (accessed March 2021).
- Fan P, He X, Yang Y, Liu X, Zhang H, Yuan L, Chen W, Liu D, Fan P. 2021. Reproductive Parameters of Captive Female Northern White-Cheeked (*Nomascus leucogenys*) and

- Yellow-Cheeked (*Nomascus gabriellae*) Gibbons. *International Journal of Primatology*. **42**:49–63.
- Fan PF, Xiao W, Huo S, Jiang XL. 2009. Singing behavior and singing functions of black-crested gibbons (*Nomascus concolor jingdongensis*) at Mt. Wuliang, Central Yunnan, China. *American Journal of Primatology*. **71**:539–547.
- Fay N, Lister CJ, Ellison TM, Goldin-meadow S, Galantucci B. 2014. Creating a communication system from scratch : gesture beats vocalization hands down. *Frontiers in Psychology*. **5**:1–12.
- Flack JC, De Waal F. 2007. Context modulates signal meaning in primate communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **104**:1581–1586.
- Gamba M, Torti V, Valente D, de Gregorio C, Friard O, Giacoma C. 2018. Primate songs and their relevance in the study of language evolution. In Cuskley C, Flaherty M, Little H, McCrohon L, Ravignani A, Verhoef T. (eds.): *The Evolution of Language: Proceedings of the 12th International Conference (EVO LANG XII)*.
- Gangestad SW, Thornhill R. 2008. Human oestrus. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*. **275**:991–1000.
- Geissmann T. 1993. *Evolution of Communication in Gibbons (Hylobatidae)* Inaugural-Dissertation.
- Geissmann T. 2000. Gibbon songs and human music from an evolutionary perspective. In Wallin NL, Merker B, Brown S (eds.). *The Origins of Music* Cambridge. MIT Press. 103–123.
- Geissmann T. 2002. Duet-splitting and the evolution of gibbon songs. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. **77**:57–76.
- Geissmann T. 2003: *Vergleichende Primatologie*. Springer Verlag, Heidelberg & New York. Available from <http://www.gibbons.de/main/introduction/contents.html> (accessed January 2021).
- Ghazanfar AA, Liao DA, Takahashi DY. 2019. Special Issue : Cognition & language volition and learning in primate vocal behaviour. *Animal Behaviour*. Elsevier. **151**:239–247.
- Gunjawate DR, Aithal VU, Ravi R, Venkatesh BT. 2017. The Effect of Menstrual Cycle on Singing Voice: A Systematic Review. *Journal of Voice*. Elsevier. **31**:188–194.
- Haimoff EH. 1986. Convergence in the duetting of monogamous Old World primates. *Journal of Human Evolution*. **15**:51–59.
- Herbst CT. 2016. Biophysics of vocal production in mammals. In: Suthers RA, Fitch WT, Fay RR, Popper AN (eds.). *Vertebrate Sound Production and Acoustic Communication*. Springer Handbook of Auditory Research,. Springer International Publishin. Cham. **53**:159–189.
- Hoffmann F, Kloas W. 2012. The synthetic progestogen, Levonorgestrel, but not natural progesterone, affects male mate calling behavior of *Xenopus laevis*. *General and Comparative Endocrinology*. Elsevier. **176**:385–390.
- Hosey G, Melfi V, Pankhurst S. 2009. *Zoo Animals: Behaviour, Management and Welfare*. Oxford University Press: Oxford, UK.
- Channa P, Gray T. 2009. The status and habitat of yellow-cheeked crested gibbon *Nomascus gabriellae* in Phnom Prich Wildlife Sanctuary, Mondulkiri. WWF Greater Mekong.

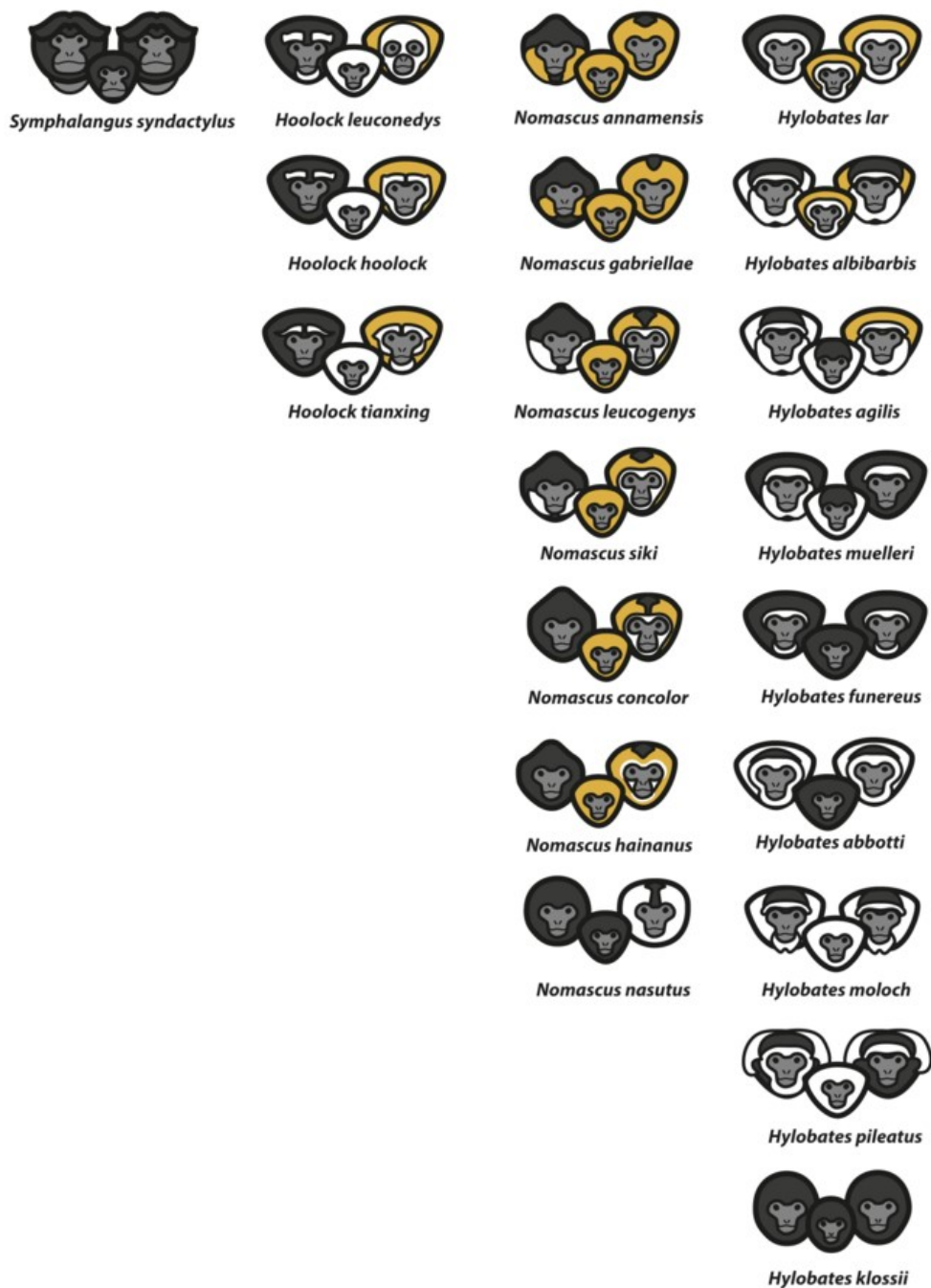
- IUCN. 2021. What is a gibbon?. SSC Primates Specialist Group Squarespace. Available from <https://www.gibbonssp.org/what-is-a-gibbon> (accessed February 2021).
- Kenyon M, Cronin A, Jai-Chyi Pei K, Van Thanh T. 2012. The role of sanctuaries in integrated conservation: The Endangered Asian Species Trust linking Monkey World - Ape Rescue, UK and Pingtung Rescue Centre, Taiwan, with the Dao Tien Endangered Primate Species Centre in Vietnam. *International Zoo Yearbook*. **46**:252–258.
- Kirkpatrick JF. 2007. Viewpoint: Measuring the effects of wildlife contraception: The argument for comparing apples with oranges. *Reproduction, Fertility and Development*. **19**:548–552.
- Koda H, Nishimura T, Tokuda IT, Oyakawa C, Nihonmatsu T, Masataka N. 2012. Soprano Singing in Gibbons. *American Journal of Physical Anthropology*. **149**:347–355.
- Laitman JT., Reidenberg, JS. 1997. The human aerodigestive tract and gastroesophageal reflux: an evolutionary perspective. *American Journal of Medicine*. **103**:2S–8S.
- Lemmens C. 2018. Contraception Techniques in Non- Human Primates in the Context of: 2017–2018. Available from https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/481/242/RUG01-002481242_2018_0001_AC.pdf.
- Lussier Z. 2020. Yellow-cheeked gibbon *Nomascus gabriellae*. New England Primate Conservancy. Merrimac (USA). Available from:<https://www.neprimateconservancy.org/yellow-cheeked-gibbon.html> (accessed January 2021).
- Maijer AM, Semple S. 2016. Investigating Potential Effects of the Contraceptive Implanon on the Behavior of Free-Ranging Adult Female Barbary Macaques. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. **19**:16–23.
- Melfi VA. 2012. *Ex situ* gibbon conservation: Status, management and birth sex ratios. *International Zoo Yearbook*. **46**:241–251.
- Nishimura T. 2018. The descended larynx and the descending larynx. *Anthropological Science*. **126**:3–8.
- Plowman AB, Jordan NR, Anderson N, Condon E, Fraser O. 2005. Welfare implications of captive primate population management: Behavioural and psycho-social effects of female-based contraception, oestrus and male removal in hamadryas baboons (*Papio hamadryas*). *Applied Animal Behaviour Science*. **90**:155–165.
- Raemaekers JJ, Raemaekers PM, Haimoff EH. 1984. Loud calls of the gibbon (*Hylobates lar*): repertoire, organization and context. *Behaviour*. **91**:146–189.
- Rafacz ML, Margulis SW, Santymire RM. 2013. Hormonal and behavioral patterns of reproduction in female hylobatids. *Animal Reproduction Science*. Elsevier. **137**:103–112.
- Rawson BM, Insua-Cao P, Ha NM, Thinh VN, Duc HM, Mahood S, Geissmann T, Roos C. 2011. The Conservation Status of Gibbons in Vietnam. *Fauna & Flora International/Conservation International*. Hanoi. Vietnam.
- Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat, 2. rozšířené vydání*. Grada Publishing. Praha.
- Rivera R, Yacobson I, Grimes D. 1999. The mechanism of action of hormonal contraceptives and intrauterine contraceptive devices. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. **181**:1263–1269.

- Sander M. 2011. Primate conservation in indochina: *Ex-situ* versus *in-situ* conservation - Analysis of the most viable option against primate population declines. Vietnamese Journal of primatology. **10**:63–68.
- Sheridan A. 2017. Projekt pro ochranu gibona *Nomascus annamensis*. Zoologická zahrada Olomouc. Olomouc. Available from <https://www.zoo-olomouc.cz/projekt-pro-ochranu-gibona-nomascus-annamensis> (accessed February 2021).
- Sodhi NS, Koh LP, Brook BW, Ng PKL. 2004. Southeast Asian biodiversity: an impending disaster. Trends in Ecology & Evolution. **19**:654–660.
- Tao DQ, Nguyen VTV, Bourque A. 2002. On selection of probability distributions for representing extreme precipitations in Southern Quebec. Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering. 257–264.
- Thanh Nga P. 2020. Vietnam Legal System on Protection of Wild Animals SunText Review of Arts & Social Sciences Vietnam Legal System on Protection Wild Animals. SunText Review of Arts & Social Sciences. **1**:106–112.
- Thinh VN, Rawson B, Hallam C, Kenyon M, Nadler T, Walter L, Roos C. 2010. Phylogeny and distribution of crested gibbons (genus *Nomascus*) based on mitochondrial cytochrome b gene sequence data. American Journal of Primatology. **72**:1047–1054.
- Thiruselvan S. 2015. Thank you for helping rescue primates in Cambodia! GlobalGiving. Washington. Available from <https://www.globalgiving.org/microprojects/help-rescue-primates-from-illegal-trafficking/reports/>(accessed February 2021).
- Wallace PY, Asa CS, Agnew M, Cheyne SM. 2016. A review of population control methods in captive-housed primates. Animal Welfare. **25**:7–20.
- WCS. 2021. Gibbons. World Wildlife Conservation Society. New York. Available from <https://www.wcs.org/our-work/species/gibbons> (accessed February 2021).
- Welling LLM. 2013. Psychobehavioral effects of hormonal contraceptive use. Evolutionary Psychology. **11**:718–742.
- Wheaton CJ, Savage A, Shukla A, Neiffer D, Qu W, Sun Y, Lasley BL. 2011. The use of long acting subcutaneous levonorgestrel (LNG) gel depot as an effective contraceptive option for cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*). Zoo Biology. **30**:498–522.
- Wilson ED, Reeder DM. 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic References. The Johns Hopkins University Press, vol. 2. Baltimore.
- WWF. 2020. Conservation Programme Director. World Wilde Funf For Nature. Available from https://www.wwf.org.kh/wwf_cambodia/job_opportunities/?uNewsID=361430 (accessed February 2021).
- Yi Y, Fichtel C, Kim E, Choe JC. 2020. Impacts of Intergroup Interactions on Intragroup Behavioral Changes in Javan Gibbons (*Hylobates moloch*). International Journal of Primatology. **41**:363–381.
- Zhao DP, Li BS, Li BG. 2019. Postural effect on manual laterality during grooming in northern white-cheeked gibbons (*Nomascus leucogenys*). Zoological research. **40**:449–455.
- Zuberbühler K. 2006. Alarm calls - Evolutionary and cognitive mechanisms. In: Brown K, (eds.). Encyclopedia of Language and Linguistics. 2 vydání. Oxford. Elsevier. 143–155.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

AZA	Association of Zoos and Aquariums, Asociace zoologických zahrad a akvárií
BPG	Best Practice Guidelines, návody na chov zvířat v lidské péči
EAZA	European Association of Zoos and Aquariums, Evropská asociace zoologických zahrad a akvárií
EAZA RMG	EAZA Reproductive Management Group, Skupina asociace EAZA zabývající se reprodukcí
FSH	folikulostimulační hormon
g.	gibon/giboni
GnRH	gonadotropní hormon
HA	hormonální antikoncepce
JV	jihovýchod
LH	luteinizační hormon
LTMP	Long Term Management Plan, dlouhodobý plán chovu
<i>N.</i>	<i>Nomascus</i>
NP	národní park
RCP	Regional Collection Plan, regionální plán kolekcí

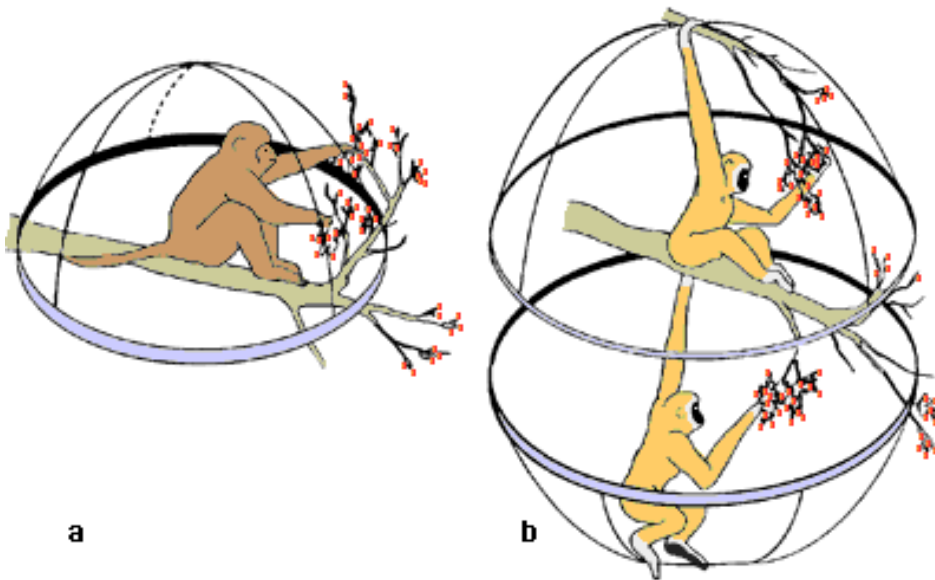
Příloha 1 Taxonomie gibbonů



@NoahRNShepherd

Obr. 17 Taxonomie gibbonů. Sloupce odpovídají rozdělení do 4 rodů – *Siamang*, *Hoolock*, *Nomascus* a *Hylobates*. Zdroj: <https://www.gibbonssp.org/taxonomy/#Hoolock>.

Příloha 2 Rozsah pohybu



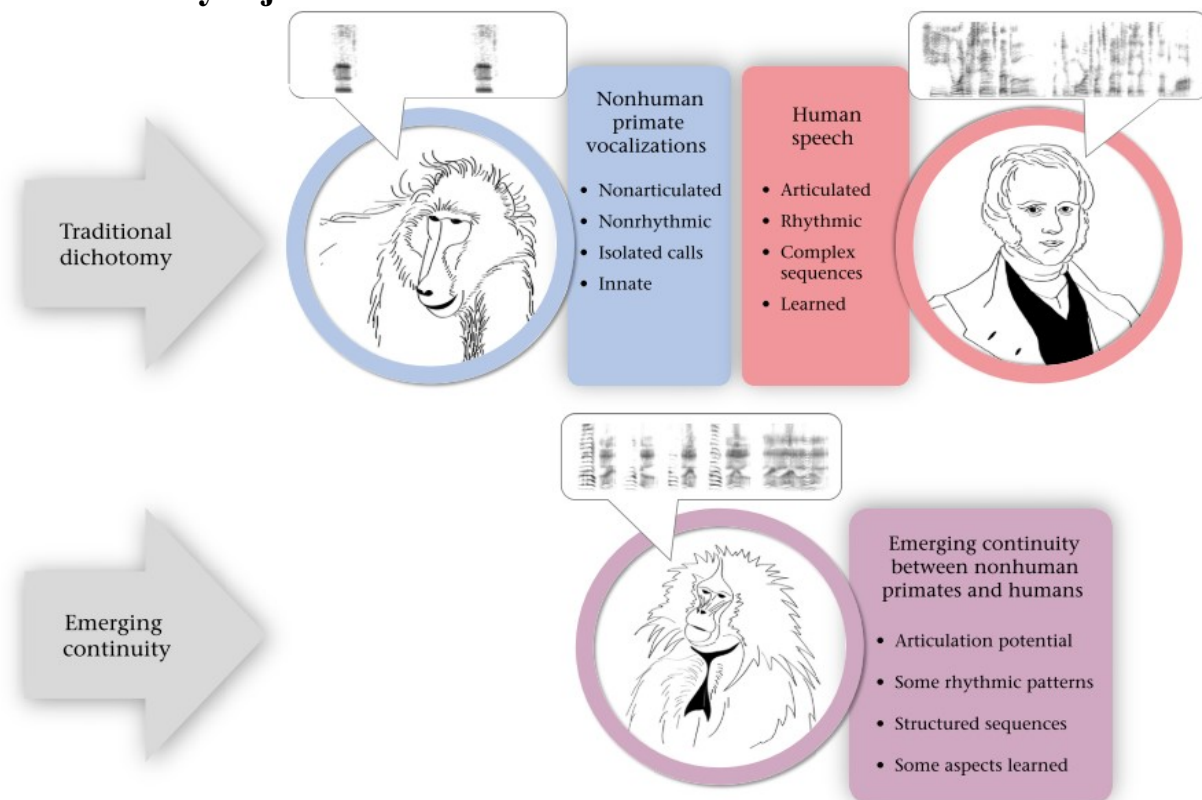
Obr. 18 Porovnání dosahu makaka (a) a gibona (b). Váha gibona při zavěšení za větev způsobí, že se větev ohne a gibbon dosáhne i na její kraj (Geissmann 2003).

Příloha 3 Centrum primátů ve Vietnamu



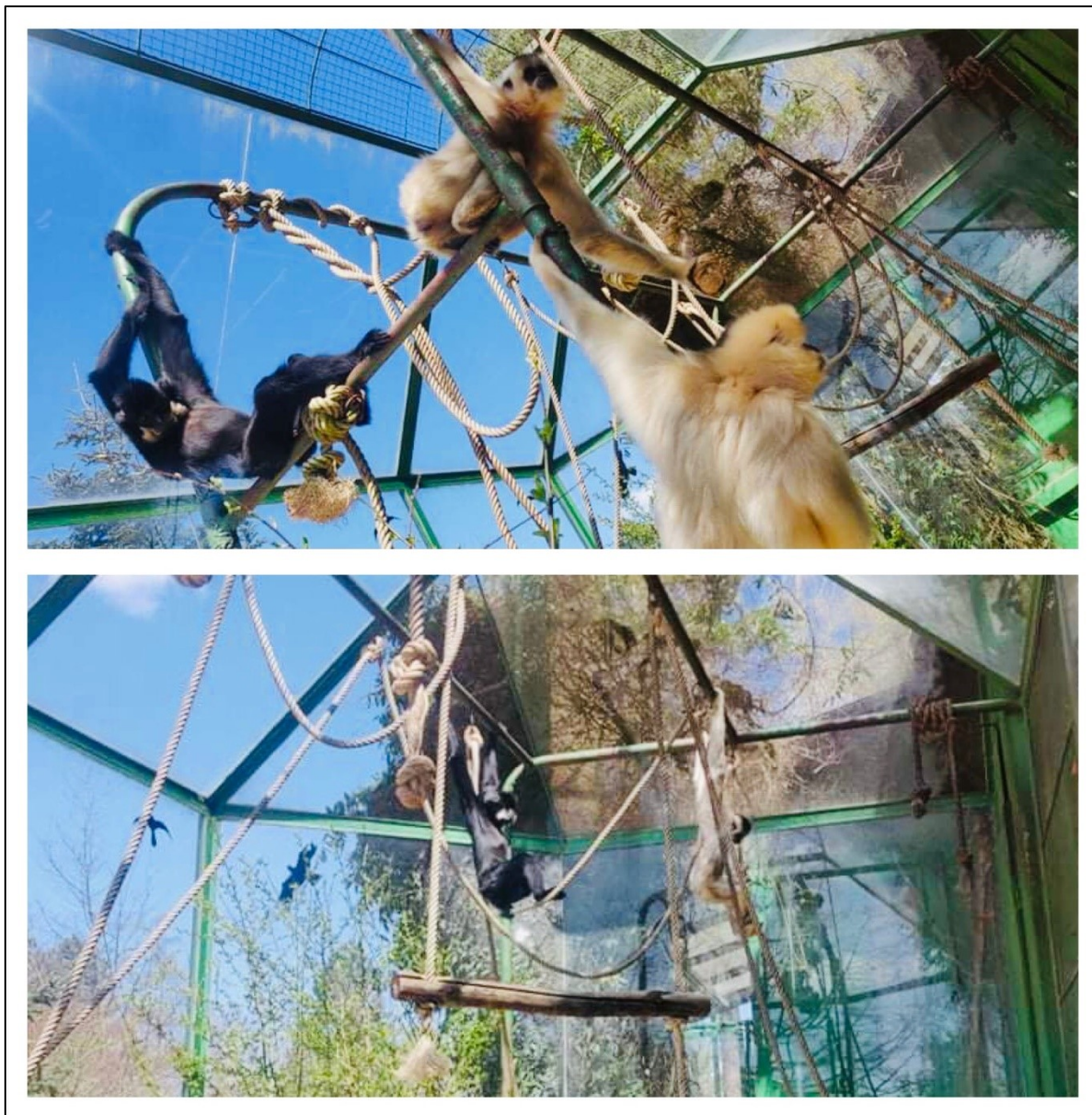
Obr. 19 Plánek centra The Dao Tien Endangered Primate Species Centre ve Vietnamu (Kenyon et al. 2012)

Příloha 4 Vývoj řeči

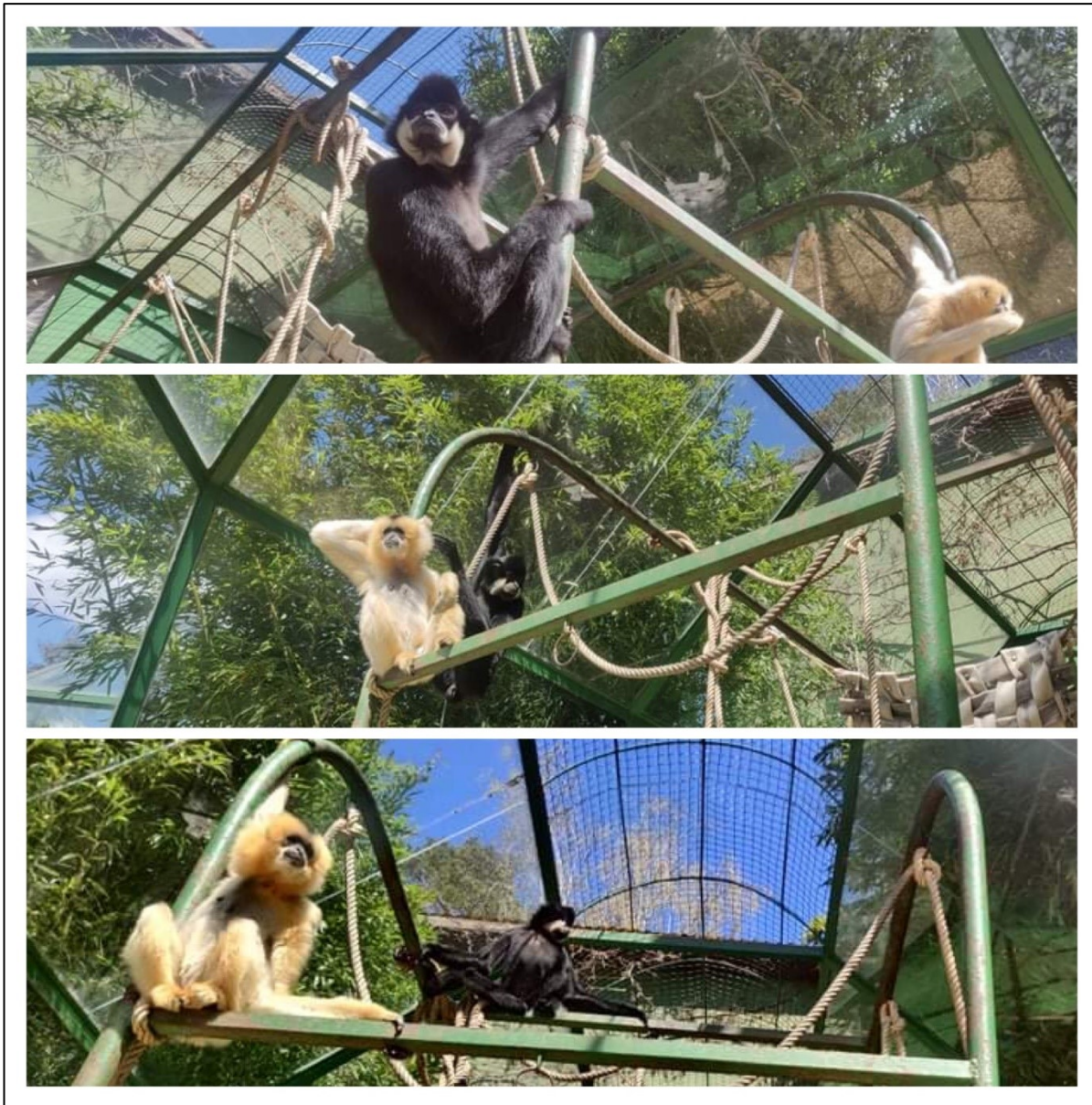


Obr. 20 Schématické shrnutí původních a pozdějších předpokladů evoluce řeči mezi lidmi a nehumánními primáty. V bublinách jsou naznačené spektrogramy trvající 4 s zázorněné na ose x od 0 do 5 kHz na ose y. Spektrogram paviána čakma (*Papio ursinus*) v modrém kroužku ukazuje 2 dlouhé zvuky podobné chrochtání. Člověk v červeném kroužku říká větu „He who understands the baboon, would do more towards metaphysics than Locke“. Nakonec na spektrogramu dželady ve fialovém kroužku lze vidět sérii inspiračních či expiračních zvuků podobným hláskám (Bergman et al. 2019).

Příloha 5 Fotografie jednotlivých samců (Samec 1–4)



Obr. 21 Samec 1 ze Zoo Olomouc společně se samicemi. Foceno v dubnu 2020.



Obr. 22 Samec 2 ze Zoo Olomouc společně se samicí. Foceno v dubnu 2020.



Obr. 23 Samec 3 ze Zoo Jihlava. Zdroj: <https://zoojihlava.cz/zveme-vas-na-den-gibonu-do-zoo-jihlava/>.



Obr. 24 Samec 4 ze Zoo Bojnice. Foceno v srpnu 2020.