

Studium goril v Africe 2. Strongylidní hlístice jako neškodný symbiont, nebo smrtící cizopasník?

Poprvé jsem stanula tváří v tvář gorile nížinné (*Gorilla gorilla gorilla*, obr. 1) plna úžasu, ale hlavním cílem bylo posbírat vzorky trusu habituovaných skupin goril (viz Živa 2022, 1: 2–6) za účelem studia parazitárních infekcí. Za dobu trvání vědecké skupiny založené Klárou Petrželkovou z Ústavu biologie obratlovců AV ČR a Davidem Modrým z Veterinární univerzity Brno jsme pracovali na mnoha lokalitách a studovali řadu populací primátů. Naši vlajkovou lokalitou se ale stala chráněná území Dzanga-Sangha ve Středoafričské republice (Dzanga-Sangha Protected Areas). Toto místo je unikátní, protože se zde nacházejí habituované, tedy na přítomnost člověka zvyklé gorily nížinné a také lidé z etnika BaAka (obr. 2), kteří stále žijí v pralese tradičním lovecko-sběračským způsobem. V posledních letech jsme své zkušenosti získané právě studiem ve Středoafričské republice aplikovali při řešení problémů s parazitárními infekcemi u goril horských (*G. beringei beringei*, obr. 3) z pomezí Konga, Rwandy a Ugandy, které jsou rovněž často v kontaktu s turisty. Přestože je habituace divokých zvířat velice přínosná, jak pro místní obyvatele a celý ekosystém, tak pro vědeckou komunitu (podrobněji v předchozím článku v Živě 2022, 1), přináší také spoustu rizik. Tím největším je přenos patogenů z lidí na primáty a poté jejich šíření v populacích volně žijících živočichů.

Při práci s ohroženými až kriticky ohroženými druhy většinou není možné získat vzorky invazivními metodami. Zvířata nelze odchytávat ani jim brát krev apod. Jsme tedy odkázáni na vzorky neinvazivní, v našem případě sběr trusu. U habituovaných primátů je situace jednodušší, protože sbíráme trus známých jedinců. Každá gorila má specifický vzhled, postavu, velikost, styl pohybu, charakteristické rysy,

podle kterých se dá odlišit. Mají i jména, a pokud některou z nich vidíme, jak defekuje, snadno získáme identifikovaný vzorek trusu, navíc je možné vzorkovat jedince opakovaně. Primáti však obývají nepřehledné prostředí, často se stává, že i při sledování habituované skupiny je nalezen trus, u něhož nelze určit, kterému jedinci patří – takové vzorky se většinou ani nesbírají. Po celém dni sledování skupiny



tak nemusíme získat jediný identifikovaný vzorek trusu. U nehabituovaných primátů je situace ještě komplikovanější. Naš výzkum se zaměřuje na africké lidoopy, kteří si stavějí na noc hnízda a u nich v noci nebo časně ráno také defekují. Při práci s nehabituovanými primáty musí pátrací tým najít čerstvou stopu, zpětně dohledat hnízda z předešlé noci a posbírat relativně čerstvé, avšak nepřířazené vzorky. Z pozice a velikosti hnízda, popřípadě objemu trusu se dá odhadnout věková skupina a pohlaví (dominantní samec, samice, nebo mládě), a to zejména u goril nížinných, u nichž se ve skupině nachází pouze jeden samec a ostatní jsou dospělé samice a mláďata.

Další zpracování vzorků závisí převážně na plánovaných analýzách. Většina táborů sloužících jako útočiště pro vědce v terénu je pouze skromně vybavena a jen výjimečně se zde nachází laboratoř, kde se dají vzorky případně zpracovat. Odebraný trus proto přímo v terénu fixujeme např. do formalínu a etanolu (obr. 4) a následně je převezen na analýzy do našich domácích laboratoř. Ve Středoafričské republice, kde studujeme gorily nížinné, nebo ve Rwandě, Ugandě a Demokratické republice Kongo s gorilami horskými jsou laboratoře vybavené pro základní mikroskopické analýzy. Provádíme zde vyšetření na přítomnost parazitů a popřípadě jejich kvantifikaci za pomoci našich místních kolegů.

Vzorky trusu, ať už čerstvé, nebo fixované ve formalínu, jsou připraveny pro mikroskopické pozorování stadií parazitů, kteří se v trusu vyskytují. Jde zejména o cysty a trofozoity jednobuněčných eukaryot (protozoí) a vajíčka helmintů. Vzorky v etanolu se používají pro následné molekulární analýzy. Paraziti představují přirozenou součást gastrointestinálního ekosystému savců a nejenak je tomu u divoce žijících primátů. Zvýšený antropogenní tlak (včetně habituace a ekoturismu) může mít přímý dopad na jejich populace a obývané biotopy a vést k většímu riziku přenosu parazitů mezi hostiteli, ale i ke změnám a narušení rovnováhy komunit střevních



1 Makumba – stříbrohrbetý dominantní samec gorily nížinné (*Gorilla gorilla gorilla*). Chráněná území Dzanga-Sangha, Středoafričská republika.

Foto K. Petrželková

2 Lidé z kmene BaAka stále žijí tradičním lovecko-sběračským způsobem.

Dzanga-Sangha. Foto K. Shutt

organismů. Během svého dosavadního výzkumu jsem se zaměřila na diverzitu organismů obývajících trávicí trakt včetně parazitů a bakterií s důrazem na vliv antropogenních faktorů. Vhodnou lokalitou se ukázala být právě zmíněná chráněná území Dzanga-Sangha.

Výzkum parazitárních infekcí u goril nížinných a jejich zoonotický potenciál

Rozhodli jsme se zde studovat parazitární infekce volně žijících skupin goril nížinných v různých úrovních habituace (od plně habituovaných až po zcela divoké) spolu s lidmi, kteří se pohybují ve stejném ekosystému (obr. 5). Parazitární infekce byly porovnány ve všech sledovaných skupinách goril. Protože je habituace goril nížinných náročná a po smrti dominantního stříbrohřbetého samce se skupina rozpadá a zanikne, musíme včas navýknout na přítomnost člověka skupiny další. Vzorky nehabituovaných goril byly získány náhodně nebo při plánovaných výpravách s cílem získat vzorky právě od ostatních skupin goril obývajících Dzanga-Sangha. Zároveň byl hodnocen zoonotický potenciál parazitů (obousměrně – od lidí na gorily i od goril na člověka) zjištěných u místních lidí. Blízký fylogenetický vztah mezi člověkem a nehumánními primáty může vést k vysokému riziku přenosu patogenů. V posledních desetiletích jsou tyto interakce stále častější následkem rostoucího zasahování do přirozeného prostředí. Mezi ně patří např. kácení lesů jako zdroje dřeva a půdy pro zemědělství, lov zvěře a pytláctví a v neposlední řadě i ekoturismus. Nenalezli jsme žádné průkazné rozdíly u klinicky významných parazitů mezi skupinami v různých fázích habituace. U lidí jsme však potvrdili přítomnost několika parazitů, kteří se rovněž vyskytovali u goril, a mohli by tedy mít zoonotický potenciál. Mikroskopická analýza však nedovoluje detailnější taxonomické zařazení, nelze tedy určit, zda jde o identické druhy (či linie) parazitující u různých hostitelů. Porovnáním parazitofauny mezi gorilami v různém stadiu habituace jsme nezjistili téměř žádné rozdíly, proto se může zdát, že habituace neznamená nutně větší riziko parazitárních infekcí. Na druhou stranu se ale někteří paraziti objevují jak u goril, tak u lidí obývajících stejné území, a je tedy možné, že se mezi oběma skupinami přenášejí (Pafčo a kol. 2017), zejména pak strongyloidní hlístice téměř se 100% prevalencí (téměř všechny vzorky pozitivní) u goril i lidí.

Strongyloidní infekce představují vážné zdravotní riziko pro člověka, domácí zvířata i pro ostatní volně či v zajetí žijící živočichy včetně primátů. Ačkoli strongyloidní hlístice způsobují onemocnění s významným sociálně-ekonomickým dopadem, i vlivem na fitness a chování volně žijících zvířat, naše znalosti o těchto parazitech zůstávají omezené. Důvodem je velice náročné studium, protože tyto hlístice vytvářejí komunity neboli společenstva, zahrnující zástupce několika druhů, a dokonce i rodů v rámci jednoho hostitelského jedince. Vajíčka vylučovaná do prostředí spolu s trusem (obr. 7) jsou vzájemně mikroskopicky nerozlišitelná, pro jejich identifikaci tak musíme použít analýzu DNA



nebo získat dospělce (což je však velmi obtížné) nesoucí dostatečné morfologické znaky. Můžeme podat antihelmintika a vyloučené dospělé jedince oddělit promytím trusu. Druhou možností je sběr dospělců při pitvě mrtvých zvířat. Pitvy primátů se však rutinně neprovádějí, protože většina míst s habituovanými primáty není na nekropsie, tedy určení příčiny smrti pitvou a mikroskopickým vyšetřením obsahu gastrointestinálního traktu, vybavena (je totiž nutné dodržet řadu bezpečnostních opatření, protože primáty mohou být zdrojem nebezpečných virových onemocnění). Když už tato možnost nastane, pitva musí být provedena rychle a většinou se nezaměřuje na gastrointestinální parazity. Morfologické popisy jednotlivých druhů strongyloidních hlístic pocházejí z 20. století (zvláště z jeho počátku) právě z pitev primátů, kteří byli přepravováni do Evropy, kde ve velkém hynuli. Měla jsem to štěstí, že jsem si ze svého téměř ročního pobytu ve Středoafrické republice, stejně jako moje kolegyně, dovezla (neplánovaně, ve vlastním těle) dva druhy měchovců, z nichž jeden bývá typicky popisován u lidí – měchovec americký (*Necator americanus*, obr. 8) – a druhý byl původně popsán u goril (*N. gorillae*). Šlo o první nález dospělce tohoto druhu měchovce u člověka (Kalousová a kol. 2016).

Protože je přístup k dospělým červům velice omezený a strongyloidní hlístice ne-

3 Stříbrohřbetý samec gorily horské (*G. beringei beringei*) z národního parku Bwindi v Ugandě. Foto B. Červená

4 Fixované vzorky trusu připravené na transport do České republiky. Uganda, Tanzanie

5 Stopování nehabituované skupiny goril nížinných v chráněných územích Dzanga-Sangha. Otisk mé stopy, kterou později přes den křižovala skupina goril, čehož jsme si všimli až při návratu do tábora. Ten den jsme nebyli úspěšní.

6 Odběr vzorků trusu goril nížinných na periferii biosférické rezervace Dja, Kamerun

7 Vajíčko strongyloidní hlístice získané z trusu gorily nížinné v národním parku Dzanga-Ndoki ve Středoafrické republice

8 Dospělec měchovce amerického (*Necator americanus*) získaný z člověka po podání anthelmintik. Snímky a z archivu B. Pafčo, pokud není uvedeno jinak

lze druhově ani rodově určit pomocí mikroskopického pozorování vajíček v trusu, museli jsme použít metody analýzy DNA parazitů, abychom odhalili spektrum druhů, ale i potenciál přenosu hlístic. Klasické molekulární metody jsou schopné cílit pouze na jediný organismus, nedokážeme jimi identifikovat celou komunitu. Proto jsme použili vysokokapacitní sekvenování, které umožňuje zaměřit se na více organismů a zkoumat komplexní společenstva.





V době, kdy jsme tuto metodu začínali aplikovat, nebyla ještě pro studium komunit parazitů běžná, proto jsme museli metodiku vyvinout a přizpůsobit.

Během výzkumu jsme dokumentovali diverzitu a přenos strongyloidních hlístic mezi nehumánními primáty a lidmi s různým životním stylem (stopaři, vesničany) v ekosystémech tropických lesů, zejména ve Středoafričské republice (Pafčo a kol. 2019). Analýzy ukázaly, že gastrointestinální trakt primátů obývá dokonce několik rodů těchto hlístic, každý zastoupený několika druhy, z nichž většina je hostitelsky specifická. Co bylo ale nejzajímavější, našli jsme druhy sdílené mezi lidoopy (gorilami a šimpanzi – *Pan*) a lidmi – šlo především o měchovce rodu *Necator*. Jejich infekční larvy aktivně pronikají přes kůži do hostitele, na rozdíl od ostatních strongyloidních hlístic, přenášených fekálně-orální cestou. Proto zde nehraje roli hygiena, stačí, že se člověk pohybuje v infikovaném prostředí např. bez bot nebo v sandálech. Již zmíněný, zřejmě původně gorilí *N. gorillae* byl běžně sdílen mezi lidmi a gorilami stejně jako původně lidský měchovec americký, který se ale u goril vyskytoval v menší míře. Ve srovnání s příbuznými trávicími více času ve vesnicích se v místních lovců-sběračů, kteří jsou zaměstnáni jako stopaři goril a pohybují se tedy dlouhodobě ve stejném prostředí, komunity strongyloidních hlístic podobaly mnohem více stavu u goril. Protože habituované nebo částečně habituované gorily nevykazují větší překryvy infekcí s lidmi ve srovnání s nehabituovanými jedinci, zřejmě se výskyt lidských strongyloidních hlístic nezvyšuje přímým kontaktem mezi gorilami a lidmi kvůli habituaci. Naše výsledky ukázaly, že míra sdílení životního prostředí mezi hostiteli spolu se způsobem přenosu parazitů představují důležité faktory při výměně parazitů mezi primáty a člověkem.

Přestože strongyloidní hlístice byly u goril nížinných nalezeny u všech studovaných jedinců, nebyly u těchto hostitelů zaznamenány žádné klinické příznaky, ani v případě nálezů lidskými měchovci, kteří způsobují u lidí chronickou anémii. Patologické změny byly zjištěny jen v souvislosti s infekcí hlístic rodu *Oesophagostomum* (dominantního i u goril nížinných), a to pouze u několika populací šimpanzů

(Terio a kol. 2018). Zástupci rodu jsou zoonotické strongyloidní hlístice, které u lidí způsobují uninodulární nebo multinodulární onemocnění (ezofagostomiázu). Uninodulární forma se projevuje jako pouze jeden bolestivý velký břišní útvar, zatímco u multinodulární se ve stěně tlustého střeva a mezenteriu nacházejí četné granulomy. Doprovází je ztráta hmotnosti, průjem a bolesti břicha. Patologické léze spojené s infekcí rodem *Oesophagostomum* (vždy multinodulární forma) byly popsány u volně žijících šimpanzů z několika lokalit. Většina těchto šimpanzů prostrádala pozorovatelné klinické příznaky a zemřela z jiných příčin. Avšak v národním parku Gombe v Tanzanii se u infiko-

vaných šimpanzů projevilo úbytek hmotnosti a příznaky naznačující probíhající onemocnění. Pítva posléze odhalila, že příčinou úmrtí několika jedinců byly právě infekce hlísticemi rodu *Oesophagostomum* (Terio a kol. 2018).

Strongyloidní hlístice u goril horských – strašák pro ochranu přírody

Během posledních 15 let došlo ke zvýšení počtu úmrtí goril horských obývajících národní park Volcanos ve Rwandě. Příčinou se zdálo být gastrointestinální paraziti. Retrospektivní studie odhalila, že u goril, které zemřely v letech 1985–2007, se často objevovaly chronické a proliferativní nebo ulcerativní gastritidy spojené s nematodózou (Muhangi a kol. 2021). U všech pozorovaných parazitárních infekcí byly s patologickými lézemi významně spojeny žaludeční hlístice. Pochopení epidemiologie uvedených infekcí je klíčem k ochraně zdraví těchto ikonických zvířat a zastavení dalších úmrtí. Zřejmě díky našim předchozím výsledkům a zkušenostem jsme byli kontaktováni organizací Mountain Gorilla Veterinary Project (Gorilla Doctors), zaměstnávající veterináře, kteří ve spolupráci s místními orgány (Rwanda, Uganda, Demokratická republika Kongo) o gorily pečují.

Horské gorily se vyskytují pouze ve dvou populacích. Ta početnější obývá pohoří Virunga na hranici Rwandy, Ugandy a Demokratické republiky Kongo. Druhá se nachází v ekosystému Bwindi-Sarambe v Ugandě a v Demokratické republice Kongo. Tyto oddělené populace jsou vzdáleny několik desítek kilometrů a nemohou spolu interagovat. Horské gorily především v pohoří Virunga žijí v extrémních podmínkách a pohybují se v nadmořských výškách až kolem 4 000 m. Do těchto ekosystémů byly zřejmě vytlačeny lidskou aktivitou, neboť místní obyvatelé (hlavně ve Rwandě) začali obdělávat půdu dávno před příchodem kolonistů. Z té doby však neexistují písemné zprávy, proto zůstává původní rozšíření goril horských nejasné. Vysokohorské podmínky jsou zodpovědné za limitované potravní zdroje. Např. gorily v NP Volcanos ve Rwandě vůbec nekonzumují ovoce, protože se zde žádné nevyskytuje. Rovněž je zajímavé, že hranici národního parku tvoří pouze nízká, zhruba metr vysoká kamenná zídka,



kerá ho odděluje od políček místních obyvatel. Domácí zvířata a lidé mohou vstupovat do parku, který je na dosah od jejich obydlení, a gorily a další volně žijící živočiškové mají přístup na obdělávaná pole. To je naprosto jiná situace než v Dzanga-Sangha, kde je v NP Dzanga-Ndoki zakázaná lidská činnost jako sběr plodin a lov zvěře. Park obklopuje rezervace, v níž jsou sice dovoleny některé aktivity, ale až za rezervací, několik kilometrů od národního parku, se nacházejí vesnice. Ve Rwandě může blízká přítomnost lidí a volný průchod mezi parkem a územím obývaným lidmi opět eskalovat šíření a rozvoj infekčních onemocnění. Od dob působení Dian Fosseyové je většina goril horských ve Rwandě habituovaných. V 70. letech minulého století došlo k drastickému poklesu jejich počtu, především ve Virunze. Z důvodu ochrany každého jedince vznikla zmíněná organizace Gorilla Doctors s několika týmy veterinářů, kteří pravidelně sledují zdravotní stav goril a jsou vybaveni pro řadu úkonů včetně operací přímo v terénu. Zřejmě díky veterinárním intervencím a důrazu na ochranu se počty goril horských v 80. letech stabilizovaly a od té doby se zvyšují. Při posledním sčítání počet v obou populacích dohromady překročil hranici 1 000 a gorily horské byly přeřazeny z kategorie kriticky ohrožené do kategorie ohrožené, což je považováno za obrovský úspěch v době, kdy počet ohrožených druhů spíše stoupá. V současnosti jde dokonce o jediný taxon lidoopů, u něhož populace roste (viz Živa 2019, 2: 90–93). Musíme si však uvědomit, že sice přibývá jedinců, ale plocha, kterou využívají, se nemění, resp. nerozšiřuje se zvyšujícím se počtem zvířat. Mechanismy, jež měly za úkol populace goril horských usměrňovat, mohou být narušeny extrémní ochranou a zásahy veterinářů. Jedním z následků může být uplatnění jiných mechanismů, které budou populace opět regulovat. Zvýšení hustoty populace goril tak mění i epidemiologii infekčních chorob, které se mohou stát právě mechanismem sloužícím k regulaci počtu jedinců na dané ploše.

Abychom porozuměli příčinám a vzorcům infekcí působených strongylidními hlísticemi, nejdříve jsme kvantifikovali vajíčka v trusu u obou populací obývajících pohoří Virunga a Bwindi (Petrželková a kol. 2021). V souvislosti s infekcemi jsme hodnotili vliv několika faktorů, jako jsou věk, pohlaví, velikost skupiny, roční období, vegetační typy, růst subpopulace goril a změny v její sociální struktuře. Odhalili jsme nápadné geografické rozdíly v infekcích hlísticemi. Skupiny s vysokým počtem vajíček pocházejí z lokalit, kde je též značný výskyt gastrointestinálních onemocnění. Tyto oblasti jsou zároveň charakteristické specifickou vegetací, která je pro gorily nutričně spíše chudší, také leží ve velké nadmořské výšce, tedy s pro gorily extrémními životními podmínkami. Rovněž zde došlo v posledních letech ke změnám v sociální struktuře, velké skupiny se rozpadly na několik malých, což zřejmě vedlo k častějším projevům agrese a konfliktům mezi nimi. Tomu napovídá i zvýšení počtu vajíček strongylidních hlístic s klesající velikostí skupiny zřejmě následkem stresu způsobeného právě častými konflikty



9 Dospělci šimpanze východního (*Pan troglodytes schweinfurthii*) žijícího v extrémně fragmentovaných lesích v Bulindí, Uganda. Foto M. McLennan

mezi malými oddělenými skupinami. Při srovnání habituovaných a nehabituovaných skupin horských goril nebyl objeven žádný rozdíl (Petrželková a kol. 2022), naše výsledky ale naznačují, že populace ve Virunze může být těmito parazity v oblastech s vyššími hustotami goril regulována.

Zkušenosti získané při vysokokapacitním sekvenování jsme využili pro studium diverzity komunit strongylidních hlístic u goril horských, jejichž spektrum je naprosto odlišné od hlístic parazitujících u blízce příbuzných goril nížinných. Navíc se významně liší i od komunit šimpanzů, zatímco komunity hlístic u goril nížinných a šimpanzů jsou si mnohem podobnější. Můžeme tedy předpokládat, že u goril horských došlo k posunu složení strongylidních hlístic, což mohlo spolu se zvýšením intenzit infekcí vést ke vzniku patologií a následným úmrtím. V oblastech s častým výskytem gastritid a úmrtí spojených s parazitárními infekcemi jsou dominantním druhem hlístice, které rovněž způsobují gastritidy u domácích zvířat.

V domácích chovech jsou strongylidní hlístice příčinou velkých ekonomických ztrát, a proto se vynakládá značné úsilí na jejich eliminaci. Problémem je, že zvířata žijí v omezeném prostoru, kde se často nakazí opakovaně. Více zvířat na malé ploše produkuje více trusu, a tudíž se hromadí více infekčních stadií na jednotku plochy, než je běžné ve volné přírodě. Klinické příznaky způsobené zmíněnými hlísticemi se v chovu řeší podáním anthelmintik, která většinou stav výrazně zlepší. Rovněž to ale znamená reinfekce a rozvoj rezistencí parazitů na často používaná anthelmintika. Lze předpokládat, že zvyšující se hustota populací horských goril se začíná podobat situaci domácích zvířat žijících na malé ploše. Může zde docházet k nahromadění infekčních stadií v ekosystému a následně ke zvýšení intenzit infekcí, které mohou propuknout až v patologii a způsobit i smrt hostitele.

Díky velkému úsilí a úspěšnému ochrannářskému managementu se podařilo prakticky na poslední chvíli zabránit vyhynutí

těchto lidoopů. V současné době se počet goril zvyšuje, ale vzhledem k omezenému životnímu prostoru narůstá i populační hustota, což může vést k náchylnosti k infekčním chorobám a k výskytu nových zdravotních problémů. Otázkou zůstává, jak situaci řešit. Ze zkušeností s domácími zvířaty a koneckonců i ze zkušeností veterinářů z Gorilla Doctors víme, že podání anthelmintik výrazně zlepší stav jedince s klinickými příznaky. Na druhé straně si musíme uvědomit, že horské gorily žijí v ekosystémech, které jsou jedinečné a patří mezi poslední svého druhu. Uvedená léčiva nepůsobí pouze na gastrointestinální parazity, ale dostávají se spolu s trusem do prostředí a ovlivňují další živé složky ekosystému, zvláště hmyz primárně vázaný na rozkládání trusu. Účinné látky se také kumulují a v prostředí dále šíří. Dá se předpokládat, že masivní podání anthelmintik časem povede k rezistencím a léčiva by se stala neúčinnými (podávají se kontrolovaně – nastřelují se identifikovaným jedincům s klinickými příznaky). Rovněž je pravděpodobné, že by se vytvořil jiný mechanismus sloužící k regulaci počtu goril horských na dané ploše, kterou obývají.

Před sebou tedy máme úkol daleko komplexnější a náročnější, než vědecky popsat příčiny úmrtí goril. Jak přistoupit celkově k ochraně volně žijících živočichů? Gorily horské jsou vlajkovým druhem, který ukazuje, kam směřuje existence a ochrana volně žijících druhů. Je zcela zřejmé, že s expanzí lidské populace pro ně ubývá prostoru. Jsou nuceny žít ve fragmentech, které zbyly z původních ekosystémů, v národních parcích a rezervacích obklopených lidskými aglomeracemi, nemohou zvětšovat svůj areál, migrovat a interagovat. Musíme se tedy rozhodnout, jak populace na limitované ploše chránit, jak řešit následky infekčních onemocnění. Těch, která jsou pro hostitele přirozená, ale vlivem zmenšující se plochy a zvyšující se hustoty zvířat bude docházet ke změnám v jejich epidemiologii a patogenitě, nebo těch, která se nově přenesla z lidí či domácích zvířat. Budeme stát před rozhodnutím, zda zachránit konkrétního jedince, a může jít o živočišný druh, z něhož zbyvá posledních několik set jedinců, nebo celý ekosystém, který je komplexní a každé malé narušení může zapříčinit jeho zánik.

Výzkum byl podpořen Grantovou agenturou ČR (projekty 15-05180S, 18-24345S).

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

Tým K. Petrželkové a D. Modrého, zabývající se již 20 let studiem infekčních nemocí u nehumánních primátů a lidí, se řadí mezi vědeckou špičku v parazitologii primátů, čemuž nasvědčuje i vydání knihy *Parasites of African Great Apes – Atlas of Coproscopic Diagnostics* (D. Modrý, B. Pafčo, K. J. Petrželková a H. Hasegawa, eds., Chimaira 2018) nebo výše zmíněné oslovení rwandskými úřady a mezinárodními ochrannářskými organizacemi (Rwanda Development Board, Mountain Gorilla Veterinary Project a Dian Fossey Gorilla Fund) při řešení zvýšeného výskytu mortalit u ohrožených goril horských z důvodu gastrointestinálních parazitóz.