

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Metody hodnocení sociální hierarchie u hlodavců

Bakalářská práce

Adéla Šrámková

Školitelka: Mgr. Martina Konečná, Ph.D.

České Budějovice 2023

Šrámková, A., 2023: Metody hodnocení sociální hierarchie u hlodavců. [Social hierarchy assessment methods in rodents. Bc. Thesis, in Czech.] – 60 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Social hierarchy is an important way of reducing aggression in a group living rodents. The aim of this thesis was to describe methods for assessing social hierarchy in rodents and analyze social hierarchy in naked mole rats (*Heterocephalus glaber*) measured by two different methods and determine its stability. The effect of weight, sex and age on position in social hierarchy was also assessed.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích

dne.....

.....

Adéla Šrámková

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala Mgr. Martině Konečné, Ph.D. za její trpělivost, dobré rady a připomínky. Děkuji také všem ostatním, kteří mi, byť jen malinko, pomohli jakoukoliv radou či činem. Děkuji také Radce Peškové, která se skvěle stará o všechny rypoše. Nemohu zapomenout ani na moji rodinu, která mě celou dobu trpělivě podporovala.

Obsah

1	ÚVOD	1
1.1	SOCIÁLNÍ HIERARCHIE	1
1.2	METODY HODNOCENÍ SOCIÁLNÍ HIERARCHIE U HLODAVCŮ	2
1.2.1	<i>Pozorování agonistických interakcí</i>	2
1.2.2	<i>Trubkový test (tube test)</i>	5
1.2.3	<i>Značkování</i>	6
1.2.4	<i>Kompetice o zdroje</i>	7
1.2.5	<i>Kompetice o místo</i>	8
1.3	SROVNÁNÍ METOD	8
1.4	RYPOŠ LYSÝ	9
1.4.1	<i>Reprodukčně aktivní jedinci</i>	11
1.4.2	<i>Reprodukčně neaktivní jedinci</i>	11
1.5	METODY HODNOCENÍ SOCIÁLNÍ HIERARCHIE U RYPOŠŮ LYSÝCH	12
2	METODIKA	14
2.1	JEDINCI	14
2.2	SBĚR DAT	14
3	VÝSLEDKY	18
3.1	LINEARITA	18
3.2	STABILITA	18
3.3	POROVNÁNÍ METOD	21
3.4	VLIV VÁHY A POHLAVÍ NA POSTAVENÍ V HIERARCHII	23
3.5	VLIV VĚKU A POHLAVÍ NA NA POSTAVENÍ V HIERARCHII	29
3.6	POŘADÍ JEDINCŮ VE SKUPINÁCH	35
4	DISKUSE	39
4.1	LINEARITA SOCIÁLNÍ HIERARCHIE	39
4.2	STABILITA SOCIÁLNÍ HIERARCHIE	39
4.3	SROVNÁNÍ METOD	40
4.4	VLIV VÁHY NA POŘADÍ V HIERARCHII	41
4.5	VLIV VĚKU NA POŘADÍ V HIERARCHII	41
4.6	VLIV POHLAVÍ	42
4.7	POŘADÍ	42
5	ZÁVĚR	43
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	44
	PŘÍLOHY	1

1 Úvod

Základní kámen studia sociální hierarchie byl položen před více než sto lety, kdy Thorleif Schjelderup-Ebbe (1922) popsal sociální vztahy u kura domácího jako „pecking order“ v českém překladu „klovací pořádek“, kdy jedinci ustavují svou sociální pozici skrze klování ostatních. Dnes se místo pojmu klovací pořádek používají termíny jako dominance, hierarchie nebo z angličtiny převzatý rank a tato sociální stratifikace byla popsána u různých živočišných druhů. Sociální chování je velmi populární ve studiu primátů, ale i hlodavci jsou velmi oblíbeným předmětem studia sociálního chování. A to nejen proto, že je jednoduchý jejich chov v laboratorních podmínkách, mají menší velikost a rychlejší reprodukci, ale také proto, že mohou hlodavci tvořit komplexní sociální skupiny.

Cílem rešeršní části práce je především představit metody, které je možné použít k hodnocení hierarchie u hlodavců a porovnat jejich výsledky. Při vypracování jsem se zvláště zaměřila na podzemního hlodavce rypoše lysého. V praktické části je pak hlavním cílem otestovat hierarchii rypoše lysého v laboratorních podmínkách Jihočeské univerzity pomocí dvou metod a srovnat výsledky daných metod.

1.1 Sociální hierarchie

Zvířata mohou tvořit různá sociální uspořádání. Od dočasných až po poměrně trvalé sociální skupiny. Velikostní rozdíly skupin mohou být ovlivňovány výhodami a nevýhodami sociálního života. Předpokládá se, že jedinci žijící ve skupině benefitují ze sociálního života, pokud se jim zvyšuje fitness. V některých případech zvířata zůstávají ve skupinách i přes ztráty fitness, a to, když jsou jedinci limitováni zdroji (Ebensperger & Hayes, 2008). Jednou z nevýhod sociálního života je zvýšená konkurence o zdroje mezi členy skupiny. Takovými zdroji mohou například být potrava nebo partneři. Časté konflikty a agresivní střety jsou nicméně energeticky náročné a potenciálně životu nebezpečné. Jako adaptace na sociální život a z něj plynoucí zvýšenou kompetici se u většiny druhů vyvinula dominantní hierarchie. Díky dominantní hierarchii se ve skupině tvoří pořadí, či jakýsi žebříček (strukturované uspořádání). Postavení v sociální hierarchii následně ovlivňuje chování a život jedince. Určuje jedincův přístup ke zdrojům, tím působí na přežití jedince, rozmnožování nebo zdraví (Fan et al., 2019). Protože je agresivita energeticky nákladná a zároveň nebezpečná jak pro dominantní, tak pro podřízené zvíře, je v zájmu obou zvířat,

aby byl konflikt vyřešen jiným způsobem než přímým fyzickým bojem. Součástí takového řešení jsou signály dominantního nebo podřízeného postavení (Reddon et al., 2021). Mezi signály dominance můžeme uvést například stavění se na zadní nohy u potkanů (Takahashi & Miczek, 2013) a mezi projevy podřízenosti pak často změna postoje jako například u kopytníků otočení paroží od druhého jedince nebo změna barvy u lososovitých ryb (Reddon et al., 2021).

1.2 Metody hodnocení sociální hierarchie u hlodavců

Následující kapitola představuje metody, které se používají k hodnocení sociálního statusu u hlodavců. U každé metody je sepsán stručný popis testu, výhody či nevýhody a příklad jejich použití.

1.2.1 Pozorování agonistických interakcí

Agonistické interakce jsou interakce mezi dvěma zvířaty, kdy jedna je typicky útočná (například kousání, nahánění), zatímco druhá je naopak obranná (stavění se na zadní nohy s předními packami ve vzduchu) nebo podřízená (ležení na zádech) (Fulenwider et al., 2022). Agonistické interakce mohou být zaznamenány buďto jako pozorování spontánních interakcí (Baenninger, 1966), nebo jako pozorování vyvolaných interakcí (Lindzey & Winston, 1966). V neposlední řadě lze použít pro sestavení sociální hierarchie i data na základě pozorování následků způsobených těmito interakcemi (Bartolomucci et al., 2004).

1.2.1.1 Pozorování vyvolaných interakcí

Typicky se dominance pozorováním vyvolaných interakcí hodnotí u jedinců, kteří jsou ubytováni v samostatných klecích a nemají s ostatními jedinci fyzický kontakt. Prakticky většina těchto testů je cílená na samce, kvůli větší agresivitě (Fulenwider et al., 2022). Samice většinou preferují mírnější a pro pozorovatele často špatně hodnotitelné agonistické interakce jako například u myši nahánění nebo agresivní čištění srsti, je tedy nutné sestavit složitější etogram, který zahrnuje více chování. Naopak u samců jsou velmi nápadné a snadno hodnotitelné agresivní útoky (Clipperton et al., 2010).

Dva jedinci sobě neznámí se v tomto případě vypustí do neutrálního prostředí (neutral arena) neznámého pro oba. Jedinci jsou po určitou dobu pozorováni a jejich chování

se zaznamenává. Prostřednictvím tohoto testu se nedozvídáme informace o stabilní sociální hierarchii, protože zvířata spolu neměla čas vytvořit stabilní vztahy, ale spíše data o dominanci – vztahu nadřízený vs. podřízený = v aktuálním čase.

Další možností vylepšení testu je pozorovat jedince, kteří jsou spolu seznámeni. Testování jedinci jsou drženi v kleci s mřížkou nebo jiným rozdělovačem, takže se znají, ale nemají spolu žádný nebo jen velmi omezený fyzický kontakt. Tím se snižuje riziko přímé agresivity mezi jedinci, ale je jim umožněno se vzájemně ohodnotit a vybudovat si mezi sebou hierarchii (Pohorecky et al., 2004).

Další možností, jak vyvolat intenzivní agonistické interakce je obyvatel-narušitel test (resident-intruder). V tomto testu se opět testuje spíše aktuální dominance, vzhledem k tomu, že se testují jedinci, kteří spolu nejsou v dlouhodobém kontaktu. Test probíhá v kleci jednoho z testovaných zvířat. Testy probíhají tak, že se jedinec „narušitel“ dá do klece „obyvatele“ a sledují se interakce mezi jedinci, tím je vytvořený konflikt a na základě agonistických interakcí se hodnotí dominantnost (Lyon et al., 2020). Někteří autoři používají tento test ke zjištění dominantní hierarchie nejen u samostatně ubytovaných jedinců, ale i u skupiny. Ke skupině, která má již uspořádanou hierarchii přidají nové zvíře a sledují, která zvířata a jak intenzivně s „cizincem“ interagují. (Kaliste-Korhonen & Eskola, 2000).

1.2.1.2 Pozorování následků

Další relativně přirozenou metodou hodnocení hierarchie může být pozorování následků a fyzických změn na těle jedinců. Metoda si zakládá na přirozeném chování při uspořádání a udržování hierarchie. Předpokládá se, že na základě agonistických interakcí by více dominantní jedinci měli mít jizvy nebo rány převážně v oblasti hlavy, zatímco u podřízených jedinců by se jizvy a zranění měla objevovat na zadních částech těla, zejména na zadních nohách a ocase (Herman & Tamashiro, 2017).

Kromě poranění se může sledovat i váha, ta by měla u více dominantních jedinců růst, zatímco u podřízených naopak klesat. To by mělo být důkazem přednostního přístupu více dominantních jedinců ke zdrojům (Berdoy et al., 1995) nebo naopak podřízení jedinci hubnou vlivem sociálního stresu (Herman & Tamashiro, 2017).

Wang a kolektiv (2011) kromě jiného sledovali prostřednictvím tzv. „barber testu“ délku a stav hmatových chloupků u čtveřic myši. Dokumentovali tím takzvaný „Dalila effect“, který spočívá v tom, že dominantní myši vytrhávají vibrisy podřízeným jedincům. Výsledky tohoto testu korelují s výsledky z trubkového testu. Jako dominantní

bylo označeno šest ze sedmi jedinců, kteří se také umístili na prvním místě v trubkovém testu z každé skupiny. I přesto, že jsou výsledky průkazné, se Dalila effect (barbering) vyskytuje pouze u myší, které jsou chované v laboratorních podmínkách a mohou mít genetické predispozice k tomuto chování nebo se takto chovat z nedostatku okolních podnětů (Sarna, 2000).

1.2.1.3 Pozorování spontánních interakcí

Pozorování přirozených interakcí, zpravidla v domácím prostředí, nevyžaduje žádné experimentální vybavení, ale na druhou stranu může být sběr dat touto metodou velmi časově náročný. Stabilní sociální hierarchie totiž snižuje počet agresivních interakcí ve skupině, a tak je v některých případech téměř nemožné v určitém časovém intervalu zachytit interakce ukazující postavení ve skupině. Řešením může být například záměna temné a světlé fáze dne (Grant & Chance, 1958), jelikož například potkani jsou více aktivní při temné fázi. Nebo lze chování zaznamenávat neustále pomocí kamery (Robbers et al., 2021).

Pro zachování přirozených podmínek se interakce pozorují v domácím prostředí, na které jsou jedinci zvyklí. Při pozorování se může pozorovatel soustředit na jednu určitou interakci jako například úplné zaujmutí podřízené polohy na zádech při zalehnutí druhým (Grant & Chance, 1958) nebo na více interakcí, které jsou pro druh typické (Mondragón et al., 1987). Pozorovatel může v jednu chvíli pozorovat jen jedno určité zvíře, to se označuje jako fokální (Gilbert et al., 2020) nebo pozorovat celou skupinu najednou (Mondragón et al., 1987). Kromě agonistických interakcí se dají sledovat i další interakce mezi jedinci. Například samice potkanů po uspořádání hierarchie spolu příliš nebojují, ale jejich hierarchie se dá vyhodnotit ze sledování allogroomingu, to je sociální čištění srsti a dominantní samice dostávají od podřízených výrazně více péče než méně dominantní samice (Schweinfurth et al., 2017).

Pro navození podmínek podobných přirozenému prostředí se při pozorování může využít systém viditelných nor (dále jen VBS, visible burrow system). Systém se skládá z otevřené plochy (open field), tunelů a boxů, které jsou temné a mají připomínat nory, ve kterých by se většina druhů hlodavců přirozeně nacházela. V systému se mohou hlodavci pomocí kamer sledovat dlouhodobě bez zásahů z okolí. Například Weissbrod a kolektiv (2013) sledovali sedmičlenné skupiny samců, ke kterým jako podnět k agonistickému chování přidali po několika dnech dvě samice (jejich chování ale nesledovali). Pro důkladné prozkoumání chování ke kamerovému záznamu myší přidali i RFID čipy, díky kterým

nebylo nutné jedince samostatně značit. Díky spojení kamerového záznamu a informací z čipů, které celou dobu sledovaly polohu těla a polohu ostatních jedinců, se kterými zrovna interagoval. Díky tomu mohli odhalit i další chování jedince, které se u jiných testů nehodnotí, například vyhýbání se některým členům skupiny. Díky podrobným informacím z kamery a čipů byli schopni sesbírat a vyhodnotit podrobné informace o identitě každého jedince. Výsledky poté srovnali s obyvatel-vetřelec testem. Dominantní jedinci sice odpovídali výsledkům ze sledování, ale zbytek skupiny byl nejasný, jelikož se obyvatel-vetřelec test zaměřuje zejména na agresi.

K podobným výsledkům došli i Buwalda a kolektiv (2017), kteří testovali ve VBS samce potkanů. Před vpuštěním potkanů do VBS otestovali samce v obyvatel-vetřelec testu a podle agresivity rozdělili jedince do skupin tak, aby v každé skupině byl jeden agresivní samec, jeden až dva středně agresivní samci a jeden méně agresivní samec, ke každé skupině přidali do systému i dvě samice, ale ty nesledovali. Pro vyhodnocení výsledků nesledovali chování, ale následky. Jako dominantní vyhodnotili těžší a zdravé samce oproti tomu jako podřízené označili hubnoucí nebo poraněné. V jejich výsledcích korelovalo hubnutí s polohou zranění, ale překvapivě ne s výsledky agresivity z obyvatel-vetřelec testu.

Další možností sestavení hierarchie z VBS je podle času stráveného na otevřené ploše. Dominantní samci tráví více času se samicemi v otevřeném prostředí oproti méně dominantním samcům, kteří se více schovávají v tunelech a boxech (Tamashiro et al., 2004).

1.2.2 Trubkový test (tube test)

Trubkový test byl vytvořen k hodnocení sociální dominance u laboratorních hlodavců (Wang et al., 2014). Poprvé byl použit na myších Lindzey a kolektivem (1961) a od té doby se používá k posuzování sociálních skupin myší a dalších hlodavců. Princip testu je jednoduchý. Každé zvíře je vpuštěno do tunelu na jednom konci, uprostřed tunelu se jedinci setkají a následně jedno zvíře vytlačí druhé (Wang et al., 2014). Zvíře, které vytlačí druhého jedince je označeno jako výherce, a tedy jako dominantní oproti zvířeti, které je nuceno z tunelu vycouvat. Jedinec vytlačený z tunelu je tímto poražený a označený jako podřízený (Fan et al., 2019). Před zahájením testování je nutné seznámit zvířata s tunelem. Může se tak učinit pomocí motivace potravou, kdy se zvířata pouští trubkou k potravě na konci tunelu (Lindzey et al., 1961). Z tohoto důvodu byla ve starších modifikacích testu nejdříve deprivována. I když podle Benton et al. (1980) není alespoň u myší takovéto potravou motivované seznámení nutné. V současnosti se zvířata seznamují s tunelem bez podávání

potravy a cílem je zejména to, aby věděla, že je na druhém konci nečeká žádné nebezpečí (Fan et al., 2019).

Testovací aparát se může skládat z testovacích boxů a tunelu (Benton et al., 1980). Testovací tunel může být průsvitný (Fan et al., 2019) nebo tmavý (Lindzey et al., 1961). Díky své modifikovatelnosti se tunel dá upravit délkově i průměrově. Standardní velikost tunelu je asi 30 centimetrů na délku s průměrem tři centimetry, tak akorát na testování dospělých samců myší, ale byl modifikován například pro potkany až na délku jednoho a půl metru (Cao et al., 2017). Čím delší je tunel, tím se dá lépe a déle sledovat chování v tunelu (Fan et al., 2019). V tunelu lze sledovat i další projevy agonistického chování, kterými mohou být například postrkování, oplácené postrkování, odporování, ústup a strnulost. (Zhou et al., 2017).

1.2.3 Značkování

Značkování nebo pachové značení je jedním z testů, které jsou opět více využívány u samců. Nejčastěji jsou takto testováni samci myší, a to zejména na značkování močí.

Při testování jsou jedinci umístěni do klece, která je podložena filtračním papírem, typicky jsou jedinci v kleci ve stejnou chvíli, jen je jejich kontakt omezen perforovaným předělovačem, kterým může být například kovová mřížka (Desjardins et al., 1973; Wang et al., 2014). Výsledky značkování mohou být sbírány po 3 minutách (Hurst, 1990) až 22 hodinách (Drickamer, 2001). Filtrační papír se po vyndání z klece nasvítí UV světlem a spočítá se počet značek a jejich umístění. Dominantní jedinci značkují častěji a blíže k předělovači klece než méně dominantní jedinci, kteří močí méně často a spíše ke krajům klece (Wang et al., 2014).

Kromě hodnocení značek v kleci, kdy jsou zvířata alespoň v malém kontaktu, se značkování dá testovat i bez přítomnosti dalších jedinců. Test probíhá v neutrálním prostředí, ve které je vzorek cizí moči a sleduje se chování testovaného, který má na omezený čas možnost moč přeznačkovat. Protože dominantní jedinci značkují přes jakékoliv pachové značky bez ohledu na pohlaví a status, ale podřízení jedinci ne, budou tak dominantnější zvířata aktivnější a přeznačkují klec nebo vzorky od druhého (Hurst, 1990).

Jako doplňkový test se může hodnotit i značkování pachovými břišními žlázami. Pachové břišní žlázy jsou typické pro některé druhy křečkovitých (*Cricetidae*) například křeček zlatý (*Mesocricetus auratus*) a mají je samci i samice (Alderson & Johnston, 1975). Pachové značení se používá jako doplněk k pozorování agonistických interakcí ve skupině.

Dominantní samci značkují častěji, a to i přes značky méně dominantních sameců a samice mohou značkováním spíše ukazovat stav svého reprodukčního cyklu (William Huck et al., 1985).

1.2.4 Kompetice o zdroje

Při kompetici o zdroje se spoléhá na přirozený pud získat pro sebe co nejvíce daného zdroje a s přednostním přístupem pro více dominantní jedince. Konkurovat si mohou zvířata o mnoho různých zdrojů. Díky kompetičnímu testování se dají otestovat skupiny, které mají trvalou hierarchii a tím jsou agonistické interakce velmi omezené, ale i u dvojic, u kterých se hodnotí spíše úroveň situační/aktuální dominance (Fulenwider et al., 2022).

Většině kompetičních testů předchází deprivace, a tím zvýšení soutěživosti ve skupině. Testy většinou začínají žíznivěním nebo hladověním zvířat po různé doby podle druhu, od 12 (Merlot et al., 2004) po 24 hodin (Costa et al., 2021). Po uplynutí deprivace se jedincům obnoví na omezenou dobu přístup ke zdroji. V případě kompetice o vodu se vrátí do klece pítka, které je upravené tak, aby z něho mohl pít v určitou chvíli pouze jeden jedinec. Hodnotí se kolikrát byl schopný se k pítku dostat, jak dlouho pil, kolik vody vypil nebo kdo se k pítku dostal jako první (Costa et al., 2021). Při kompetici o potravu je průběh testu podobný. Opět se do klece nainstaluje krmítko, ze kterého v jednu chvíli dokáže získávat potravu jen jeden jedinec, nebo krmítko, které automaticky vydává omezené množství krmiva, například jen jednu granuli každé dvě minuty. Tím je možné sledovat, který jedinec dokáže získat nejvíce potravy (Merlot et al., 2004). Kromě zisku a konzumace zdroje je někdy hodnoceno i chování během testu. Například které zvíře se dostane ke zdroji úplně první nebo pošouchování a další agonistické interakce (Fulenwider et al., 2022).

Největším problémem kompetičních testů o potravu nebo vodu může být individuální citlivost na hlad nebo žízeň a tím zkreslení výsledků. Musí se brát v potaz zdraví a neprodlužovat hladovění nebo žíznivěním za hranice neslučitelné se životem. Přesto musí být jedinci dostatečně hladoví nebo žízniví k tomu, aby měli o zdroj dostatečný zájem. Jedním ze způsobů, jak se nutnosti deprivace vyhnout je testování hierarchie kompetic o chutný zdroj (Costa et al., 2021). Nejdříve jsou jedinci v domácí kleci seznámeni s novým typem potravy, která je pro ně lákavější než voda nebo obyčejné granule. Takovýmto chutným zdrojem může být voda oslazená sacharózou, kondenzované mléko nebo lákavá potravina jako například sladké granule, sýr, čokoláda nebo sušenky (Fulenwider et al., 2022). Po nutném seznámení a zjištění preferencí jedinců se odebere z klece normální potravina,

případně pítko s vodou. Voda nebo potrava se vymění za chutnější zdroje a opět se sleduje kolikrát, kdo a jak dlouho byl schopen získat přístup ke zdroji. V případě, že se testuje již ustálená hierarchie ve skupině, nemusí se přesunout do jiné klece a díky tomu se může vyřadit stres z nového prostředí jako faktor narušující testování (Costa et al., 2021). Pokud se testují jedinci, kteří se neznají, testy probíhají v neutrální aréně (Timmer & Sandi, 2010).

1.2.5 Kompetice o místo

Kompetice o teplé místo (warm spot test) a vyhýbání se šokům (šokový test) bych zařadila do stejné kategorie jako kompetici o bezpečné místo. Tyto testy jsou v principu stejné, skupina je dána do klece, ve které je jim způsobený diskomfort s jedním omezeným místem, které je bezpečné nebo příjemné a sleduje se jak dlouho a kolikrát jsou jedinci schopni místo obhájit. V případě warm spot testu je podlaha klece ochlazená na 0°C a jedna omezená část klece je ohřátá na 34°C. Přirozený pud zvířat k tomu být v teple a zároveň omezená rozloha bezpečného místa by měly vést k tomu, že by o teplé místo měli konkurovat a nejdelší čas na teplém místě trávit nejdominantnější jedinec (Zhou et al., 2017). Druhou metodu vymysleli a použili jen Bevan a kolektiv (1960) na testování myší a jednalo se o testovací aparát, ve kterém byla podlaha, která dávala zvířatům elektrické šoky a jediné bezpečné místo byla plošinka, která měla necelé dva centimetry na délku a přes půl centimetru na šířku.

1.3 Srovnání metod

Při použití jednotlivých metod je nutné vědět, zda je tato metoda validní, tedy měří, co skutečně měřit má. Proto je důležité, aby každá metoda byla srovnána s výsledky dalších testů. Například Costa a kolektiv (2021) provedli testování několika metod k porovnání validity modifikované kompetice o potravu (chutný zdroj). Tento test srovnávali s metodami, které jsou standardně používané k hodnocení hierarchie hlodavců jako je trubkový test nebo kompetice o vodu. Testy prováděli na společně žijících párech samců potkanů. Výsledky testu kompetice o potravu byly průkazně korelované s kompeticí o sacharózu i s modifikovanou kompeticí o zdroje s deprivací a trubkovým testem, ostatní testy jako kompetice o vodu nebo množství přijaté sacharózy v jejich korelacích vychází neprůkazně. Z jejich výsledků je taktéž možno vyčíst, že kompetice o vodu nemá průkazné korelace s ostatními testy.

Validita trubkového testu nebyla v předchozích studiích jednoznačně podpořena. Podle Miczek a Barry (1975) nejsou výsledky u potkanů srovnatelné s výsledky kompetičních testů. Ke stejným závěrům dochází i Lindzey a kolektiv (1966) u myší, kde také srovnávali kompetici o vodu a potravu a test agresivity s trubkovým testem, který opět neposkytoval stejné výsledky jako předchozí metody. U pískomilů (*Meriones unguiculatus*) vychází trubkové testy bez korelace s výsledky z kompetice o vodu, ale u agresivních křečků (*Mesocricetus auratus*) jsou výsledky trubkového testu pozitivně korelované s váhou a kompeticí o vodu (Boice et al., 1969). Wang a kolektiv (2011) testovali pomocí trubkového testu hierarchii mezi samci myší C57/BL6 a srovnávali výsledky se změnou váhy, barbering testem, agonistickým chování, značkováním a vokalizacemi a všechny testy byly průkazně srovnatelné s výsledky z trubkového testu.

U ostatních metod jako je například warm spot test je dobrá korelace s trubkovým testem, ale bohužel Zhou a kolektiv (2017) neprováděli další porovnání. Bevan a kolektiv (1960) dokonce neporovnávali výsledky šokového testu s žádnými testy.

Jako největší problém metod k testování hierarchie bych označila nevyrovnanost testovacích subjektů a upřednostňování samců (Bevan et al., 1960; Buwalda et al., 2017; Costa et al., 2021b; Fan et al., 2019; Lindzey & Winston, n.d.; Miczek & Barry, 1975; Wang et al., 2011; Zhou et al., 2017...) nad samicemi (Payne & Swanson, 1971; Schweinfurth et al., 2017). Většina testů se provádí na samcích vzhledem k jejich více agresivnímu chování, v některých testech výzkumníci sice sledovali skupiny se smíšeným pohlavím, ale hodnotily hierarchie pouze u samců, a samice často použili jen jako podnět k agresivnímu chování (Berday et al., 1995; Weissbrod et al., 2013) nebo hodnotily pořadí pro každé pohlaví odděleně (van den Berg et al., 2015).

1.4 Rypoš lysý

Rypoši lysí pocházejí z východní Afriky. Vyskytují se v Etiopii, Somálsku a Keni. Tato zvířata preferují jemné písčité půdy, které jsou po vyschnutí tvrdé. Oblasti výskytu jsou v nižších nadmořských výškách s nízkými ročními srážkami a malými změnami teplot (Brett, 1991). Rypoši lysí žijí v podzemí, kde si vytváří rozsáhlou síť tunelů a hnízd (Jarvis et al., 1994). Kolonie rypošů lysých se průměrně skládají z 70 jedinců (Brett, 1991), ale mohou se skládat až z 300 jedinců (Jarvis, 1981). V každé kolonii se většinou vyskytuje jedna reprodukčně aktivní samice a jeden až tři reprodukčně aktivní samci. U ostatních jedinců v kolonii je rozmnožování potlačeno (Jarvis et al., 1994), pokud je ale hlavní samice

z kolonie odstraněna nebo zemře, jiné samice mohou rychle pohlavně dospět a bojovat o místo nové královny. Určení nové královny může být pokojné, ale v některých případech může dojít k extrémní agresi, a dokonce k bojům, které mohou vést až ke smrti některých samic (Clarke & Faulkes, 1997).

Stejně tak jako většina sociálně žijících zvířat, tak i rypoši lysí mezi sebou dokáží komunikovat. Jejich oči jsou velmi malé a většinu času je mají dokonce zavřené. Jejich zrak je velmi špatný a dokáží rozeznat pouze tmou a světlo, což je ale pro ně naprosto dostatečné vzhledem k jejich životu v podzemí (Park et al., 2010). Protože je jejich zrak tak špatný, vyvinula se u nich velmi rozmanitá zvuková komunikace. Rypoši lysí dokáží vydávat nejméně sedmnáct unikátních vokálních projevů. Nejvíce používaným projevem je takzvaný „soft chirp“ (jemné písknutí) kdy tento zvuk vydávají při styku s ostatními jedinci a podle Yosida a Okanoya (2009) přenáší tento zvuk i informace o velikosti a sociálním statusu jedince. Rypoši lysí vydávají i zvuky, které jsou specifické pro určité události a členy kolonie. Příkladem může být zvuk, který vyzývá k rozmnožování specifický pro rozmnožující se pár nebo zvuk vydávaný jedinci, kteří oznamují výskyt potravy (Holmes & Goldman, 2021). Barker a kolektiv (2021) zjistili, že každá kolonie má svůj vlastní dialekt, který jedinci rozpoznají a preferují. Zvuky rypošů lysých jsou na velmi nízké frekvenci, která pro lidské ucho může znít podobně jako ptačí zpěv, ale pro komunikaci pod zemí je takto nízká frekvence velmi výhodná, jelikož může cestovat i na velké vzdálenosti (Park et al., 2010). Kromě zvukové komunikace je pro rypoše lysé důležitý i pach, podle kterého poznají jedince ze své kolonie (O’Rian & Jarvis, 1997; Toor et al., 2015). I přes to, že jsou rypoši lysí na první pohled úplně bez chlupů, mají na hlavě a ocase viditelné vibrisy. Kromě toho mají po těle pravidelně rozmístěné hmatové chloupky, které připomínají vibrisy a podávají rypošům lysým informace o okolí (Park et al., 2010).

Okolo sociální organizace rypošů lysých jsou mezi mnohými autory stále neshody (Burda et al., 2000). Podle Jarvis (1994) je rypoš lysý považován za jeden ze dvou druhů eusociálních rypošů. Eusocialita byla nejdříve podle některých autorů popsána jako sociální systém s rozdělením práce a rozmnožování, kdy se méně členů rozmnožuje a většina zvířat v kolonii pracuje. Další součástí definice eusociality jsou překrývající se generace a kooperativní péče o potomstvo. To je ale velmi podobné chování jako u druhů s kooperativním rozmnožováním, a proto se nabízí do terminologie eusociality přidat kritérium permanentních kast. U rypošů lysých ale nejsou žádné neměnné kasty, jelikož se jejich pracovní zařazení mění s věkem nebo hmotností (Burda et al., 2000).

K pojmenování navržených „kast“ nebo funkčních skupin zatím není u rypošů lysých

jasná terminologie (Holmes & Goldman, 2021). Podle Jarvis (1981) se dají rypoši lysi rozdělit na časté pracovníky, občasné pracovníky a nepracující jedince. Dále se ale můžeme setkat s dalšími rozděleními, a to na jedince reprodukčně aktivní a neaktivní, kteří se dále dají rozdělit do tří skupin-kast: pracovníci, vojáci a dispergující jedinci (Holmes & Goldman, 2021).

1.4.1 Reprodukčně aktivní jedinci

Mezi reprodukčně aktivní jedince patří hlavní samice – královna a jeden až tři samci. Reprodukčně aktivní jedinci bývají často největší a nejtěžší zvířata v kolonii (Schieffelin & Sherman, 1995).

Královna se od ostatních liší nejen svým chováním, ale i vzhledem. Královna má oproti ostatním jedincům delší bederní obratle, které se prodlužují ve spojitosti s březostí (O’Riain et al., 2000). Množící se samice jsou dominantní a jsou považovány za jedny z nejvýše postavených nebo úplně nejvýše postavená zvířata v kolonii (Faulkes & Abbott, 1993). Kromě starání se o mladé neprovádí královna v kolonii příliš práce (Clarke & Faulkes, 1997). Doposud není známý mechanismus, kterým královna potlačuje sexuální chování ostatních, protože nebylo prokázáno, že by reprodukčně aktivní samice potlačovala chování ostatních feromony, ale spíše svojí fyzickou přítomností a kontaktem s ostatními (Faulkes & Abbott, 1993). V případě nahrazování královny je pro její nástupkyni důležitým znakem její umístění v hierarchii, královny bývají nahrazeny samicí s vysokým umístěním ve skupině (Clarke & Faulkes, 1997).

Množící se samci jsou v sociálním a pracovním chování velmi podobní královně, ale oproti ní jsou méně agresivní. Dokonce, i když je samice připravena k páření je mezi samci minimální agresivita, a to pravděpodobně proto, že výběr samce k páření je královnina volba (Faulkes et al., 2001). Jediný čas, kdy samci ukazují mezi sebou více agrese, je podle sledování Lacey a kolektivu (1991) několikadenní doba před porodem samice. Samci se také účastní péče o potomstvo, ale ne výrazněji než královna. I když jsou množící se samci často největšími zvířaty v kolonii, není možné předpovědět, který se bude rozmnožovat jen na základě velikosti. V některých případech samci, kteří se jako největší začali pářit, začnou ztrácet váhu. To je jediný případ, kdy se dá vizuálně rozlišit pářící se samec (Jarvis, 1991).

1.4.2 Reprodukčně neaktivní jedinci

Jedinci reprodukčně neaktivní tvoří zbytek kolonie, nemnoží se a mají potlačené rozmnožovací chování. Reprodukčně neaktivní jedinci tvoří lineární hierarchii a jejich

umístění v hierarchii koreluje s jejich váhou (Clarke & Faulkes, 1997).

Pracovníci jsou jak samice, tak samci. Starají se o stavbu a údržbu hnízda a hledání a nošení potravy. Někteří provádějí péči o mláďata (Holmes & Goldman, 2021) a v případě hrozby pracovníci mláďata přenášejí (Jarvis, 1981). Všechna zvířata se po odstavení od matky (1 až 2 měsíce) stanou pracovníky. Kvůli rozdílům v rychlosti růstu mohou někteří jedinci zůstat celý život pracovníky, ale někteří rychleji rostoucí jedinci se mohou dostat do jiné „kasty“ nebo se dokonce mohou stát reprodukčně aktivní (Jarvis, 1981).

Vojáci označují zvířata, jenž se nemnoží, ale i tak dosahují větších velikostí než pracovníci. Vyznačují se svojí agresivitou a jsou to pravděpodobně zvířata, která mají v kolonii obrannou funkci. Při vyrušení jsou to první zvířata, která se dostaví na konec tunelu a při střetu s neznámými zvířaty vydávají unikátní zvuky (Lacey et al., 1991).

Dispergující jedinci mají předpoklad k tomu, že opustí svoji rodnou kolonii. Dispergující zvířata v rodné kolonii nemají žádné sklony k rozmnožování. Ale pokud se takové zvíře dostane do kontaktu s dispergujícím zvířetem z jiné kolonie nebo se případně přidá do jiné kolonie, tak začnou tito jedinci vykazovat rozmnožovací chování (O’Riain et al., 1996). Dispergující zvířata bývají větší a většinou jim nevádí kontakt s jedinci z cizích kolonií (Toor et al., 2022).

1.5 Metody hodnocení sociální hierarchie u rypošů lysých

K hodnocení hierarchie u rypošů lysých se často sledují jejich interakce v domácím prostředí. Clarke a Faulkes (1997) provedli několik fokálních pozorování každého jedince z kolonie v jejich domácím prostředí po dobu deseti minut a zaznamenávali veškeré jejich chování, které se u rypošů lysých bere jako agonistické. Takovým chováním je podle Lacey a kolektivu (1991) otevírání úst, šermování zuby, kousání, postrkování, přetahování se, a kromě těchto interakcí se jako agonistické chování bere i přelézání jedinců přes sebe, kdy jeden jedinec přešel druhého směrem od hlavy. Přelézání od hlavy totiž předchází očíhávání a tím pravděpodobně i rozpoznání konkrétních jedinců (Toor et al., 2015). V novější práci Gilbert a kolektiv (2020) hodnotí již jen přelézání.

Nejen, že se rypoši lysí mohou pozorovat v domácích systémech, ale někteří autoři používají tzv. „pass-over“ test a jde principiálně o trubkový test, kdy jsou dva jedinci uloženi do testovacího zařízení, které se skládá ze dvou boxů, které jsou spojené trubkou. Hlavní chování, které se zaznamenává, je tzv. přelezení, kdy jako dominantní je označen jedinec, který při prolézání trubkou přežene nebo je podlezen druhým. Toor a kolektiv (2015)

například sledovali pomocí „pass-over“ testu zda je individuální čichové rozpoznání důležité pro výsledky přelézání, tedy pro interakce určující sociální hierarchii.

Potrava je důležitá pro rypošé lysé nejen jako zdroj živin, ale je pro ně jediným zdrojem vody (Buffenstein et al., 2021), proto Schieffelin a Sherman (1995) sledovali chování dvou kolonií rypošů lysých poté co jim odebrali potravu po dobu 18 hodin. Do systémů následně vložili kousky potravy malé tak, aby je v jednu chvíli mohl jíst pouze jeden jedinec. Sledovali přetahování o potravu (tugging contest) a jako dominantního označili jedince, který dokázal vyhrát a sníst potravu. Výsledky tohoto testu byly průkazně korelovány s váhou, tedy těžší jedinci byly dominantnější oproti lehčím jedincům.

2 Metodika

2.1 Jedinci

Celkem bylo testováno 92 jedinců starších jednoho roku (kromě dvou mladších z rodiny HG1) z toho 60 samic a 32 samců vybraných z pěti různě početných rodin. Počty testovaných zvířat v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v tabulce 1. Před opakováním testů došlo k úmrtí dvou jedinců z rodiny HG9. Podrobnosti o jednotlivých zvířatech jsou uvedeny v tabulce 42 v přílohách. Zvířata jsou chována v prostorech Přírodovědecké fakulty JU. Všechny rodiny se nacházejí ve stejné místnosti. Každá rodina má svůj vlastní systém složený z plastových tunelů a boxů. Systémy jsou vyhřívány pomocí ohřevných desek na 37°C, v místnosti se systémy je udržována teplota kolem 25°C. Zvířata mají přístup k potravě *ab libitum* a jsou krmena třikrát týdně směsí ovoce a zeleniny a jedenkrát týdně dostávají navíc sušenou směs s granulemi. V systémech jsou jako podestýlka použité hobliny, které se pravidelně vyměňují.

Tab.1: Rodina, počet samic a samců, které byly testovány z jednotlivých rodin.

Rodina	Samice	Samci
HG1	5	4
HG2	10	5
HG3	7	7
HG6	13	7
HG9	24	10

2.2 Sběr dat

Sběr dat probíhal ve dvou fázích, a to v období od 9.6.2022 do 29.7.2022 a od 7.11.2022 do 4.2.2023. Rodiny byly otestovány během 3-4 dnů podle velikosti rodiny. Sběr dat probíhal dvěma metodami: prostřednictvím pozorování interakcí v domácím systému a prostřednictvím trubkového testu. Data byla sbírána opakovaně, a to v krátkém (1-2 dny) a dlouhém (6 měsíců) časovém intervalu. U rodin HG1, HG2, HG3, HG6 byly otestovány obě metody. Rodina HG9 byla otestována pouze trubkovým testem v každém bloku jednou bez opakování. V druhém bloku byla také rodina HG3 otestovaná pouze pomocí trubkového testu pro nedostatek interakcí z pozorování. Počet testů pro každou skupinu viz Tab. 2.

Tab. 2: Počty jednotlivých testů pro každou rodinu.

	HG1	HG2	HG3	HG6	HG9
Trubkový test	4x	4x	4x	4x	2x
Pozorování	4x	4x	2x	4x	-

Před začátkem sběru dat byla zvířata vyndána ze systémů, identifikována podle čipů nebo tetování, zvážena a označena unikátními rozpoznávacími znaky pomocí barevných fixů na kůži (např. **II**, **X**, **O**).

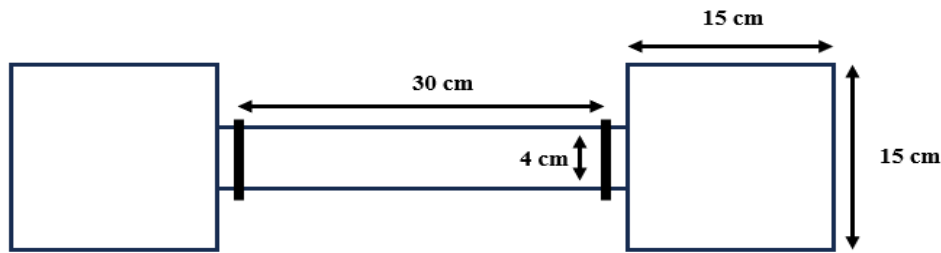
Sběr dat oběma metodami byl založen na interakci přelézání, jelikož přelézání přes sebe v tunelu je u rypošů lysých běžně používaný indikátor dominantních vztahů. Jedinec, který lezl nad druhým zvířetem byl vyhodnocen jako dominantnější než jedinec, který lezl pod ním (Clarke & Faulkes, 1997).

Pozorování

Pozorování bylo prováděno vždy po krmení, kvůli zvýšené aktivitě. Před pozorováním byla označená zvířata navracena do domovských systémů a ponechána deset minut na zklidnění. Poté byla zvířata dvě hodiny pozorována. Při pozorování byly zapisovány interakce vzájemného přelézání jakýchkoli jedinců v tunelu. Interakce byly zapisovány do matice.

Trubkový test (tube test)

Druhým testem, kterým byla hierarchie v rodinách testována byl modifikovaný trubkový test (Fan et al., 2019). Celkový systém se skládal ze dvou průhledných boxů o velikosti 15x15 centimetrů a ty byly spojeny tunelem o délce 30 centimetrů. Tunel má na průřezu čtvercový tvar o velikosti 4x4 centimetry a na každém konci je otvor na vložení přepážky (Obr.1). Do boxu bylo dáno jedno ze dvou označených zvířat. Z tunelu byly následně vyndány přepážky a zvířata byla vpuštěna do tunelu. Test byl ukončen po jedné minutě od vpuštění do tunelu nebo po třech přelezeních. V případě že k interakci nedošlo, byl test pro daný pár opakován po skončení testování zbytku rodiny. Po každém testovaném páru byly tunel a boxy vymyty 30% ethanolem a důkladně vysušeny papírovými utěrkami.



Obr.1: Schéma testovacího tunelu pro trubkový test

2.2.1.1 Zpracování dat

Data z obou metod byla zapisována do tzv. sociometrických matic, kdy se do řádku zapisují výhry jedinců a do sloupce prohrané interakce. Sociometrické matice byly vyhodnoceny programem MatMan 1.1.4 (Noldus 2003), který slouží pro analýzu matic pro hodnocení dominantních hierarchií (De Vries, 1993). Tento program přeorganizuje matice tak, aby byly seřazeny co nejvíce lineárně, tedy od nejvíce dominantního jedince po jedince, kteří se nacházejí na konci hierarchie. Z těchto matic bylo získáno pořadí jedinců, kdy nejdominantnější jedinec má hodnotu 1. Tato pořadí byla následně pro další analýzy přepočtena na z-score (dle vzorce na obr. 2). Tato transformace umožnila analýzy dat napříč skupinami o různých velikostech.

Dále byl v programu MatMan vypočítán pro každou skupinu index linearity h' , který určuje míru linearity dané sociální hierarchie. Index linearity udává vyrovnanost vztahů ve skupině. Linearita může nabývat hodnoty od 0 (hierarchie není vůbec lineární) do 1 (hierarchie je úplně lineární). K lineární vztahům dochází tehdy, když A je dominantnější než B, B je dominantnější než C. K disturbancím v linearitě dochází, pokud by například B bylo podřízené A, ale C by bylo dominantnější než A (Appleby, 1983).

Všechny další statistické výpočty byly prováděny v softwaru R, s aplikací RStudio (verze 2023.06.1). Pro otestování stability v čase a míry shody mezi oběma použitými metodami byla použita Pearsonova korelace s hladinou významnosti $p < 0,05$ a pro zohlednění vícenásobného srovnání byla přidána Holmova korekce.

Pro testování stability v čase byla použita pořadí jedinců z programu MatMan. Ta byla korelována pro každý časový interval. Tato korelace byla provedena jak pro jednotlivé skupiny zvlášť, tak dohromady pro celý soubor jedinců, kde byla použita transformace na z-score.

Pro porovnání dvou metod byla nejprve vytvořena průměrná pořadí z testů a z pozorování, které byly provedeny v kratších časových úsecích. Získána byla data TT12 (průměr T1+T2), TT34 (průměr T3+T4), P12 (průměr P1+P2), P34 (průměr P3+P4). Následně byla takto vzniklá pořadí jedinců korelována pomocí Pearsonovy korelace s hladinou významnosti $p < 0,05$ a pro kontrolu vícenásobného srovnání byla přidána Holmova korekce.

Zda má na postavení jedince v hierarchii vliv váha, věk a pohlaví bylo zjišťováno pomocí lineárních modelů za použití vah naměřených před každým testováním. Modely byly vytvořeny jak pro jednotlivé skupiny, tak pro celý datový soubor za použití z-score transformace pořadí.

Vzhledem ke korelaci mezi váhou a věkem (0,94; $p < 0,001$) byly tyto dvě proměnné testovány odděleně.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

x je pořadí určitého jedince

μ je průměr

σ je směrodatná odchylka

Obr. 2: rovnice výpočtu z-score.

3 Výsledky

3.1 Linearita

Ve všech rodinách kromě třetího testu u rodiny HG1 vychází index linearity průkazně u všech trubkových testů. Průkazné hodnoty z pozorování jsou pouze u rodiny HG1 v pozorování P2 a P4 a u rodiny HG2 v prvním pozorování. Ze zjištěných indexů linearity (Tab. 3) lze vyhodnotit, že hierarchie měřená pomocí trubkového testu dosahuje vyšší linearity než pomocí pozorování.

Tab. 3: Výsledné hodnoty indexu linearity, NA = testy neproběhly, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Rodina	Index linearity							
	TT1	TT2	TT3	TT4	P1	P2	P3	P4
HG1	0,9 ***	0,97 ***	0,5 (0,09)	0,6 *	0,43 (0,25)	0,83 ***	0,44 (0,23)	0,7 *
HG2	0,76 ***	0,79 ***	0,84 ***	0,91 ***	0,42 **	0,33 (0,08)	0,21 (0,43)	0,3 (0,14)
HG3	0,75 ***	0,84 ***	0,88 ***	0,95 ***	0,23 (0,41)	0,23 (0,41)	NA	NA
HG6	0,61 ***	0,59 ***	0,81 ***	0,86 ***	0,16 (0,43)	0,14 (0,50)	0,15 (0,44)	0,15 (0,48)
HG9	0,78 ***	NA	0,71 ***	NA	NA	NA	NA	NA

3.2 Stabilita

Trubkový test (tube test)

Z celkového srovnání pořadí z-score ze čtyř opakování trubkových testů od všech jedinců plyne, že hierarchie hodnocená na základě trubkového testu se v čase příliš nemění (Tab. 4). Hodnoty korelačních koeficientů pro pořadí měřená v kratších časových intervalech TZ1 vs TZ2 a TZ3 vs TZ4 (0.81 a 0.91) byly vyšší než hodnoty pro měření v delším časovém odstupu (0.76-0.79), což naznačuje, že s přibývajícím časem mohlo dojít k většímu počtu změn v pořadí.

Tab. 4: Tabulka korelačních koeficientů z-score z trubkového testu pro všechny jedince, N=92, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

	TZ1	TZ2	TZ3	TZ4
TZ1		0.81(<0.001)	0.76(<0.001)	0.79(<0.001)
TZ2			0.69(<0.001)	0.74(<0.001)
TZ3				0.91(<0.001)

Z výsledků rodiny HG1 (Tab. 5) jsou korelační koeficienty průkazné jen u testů, které proběhly v časově po sobě jdoucích testech. Korelační koeficienty pro porovnání čtvrtého testu s ostatními sice ukazují stejný trend, ale nebyly statisticky průkazné. Výsledky korelací pořadí z trubkového testu ukazují u rodin HG2, HG3, HG6, HG9 (Tab. 6–9) průkazně stabilní hierarchii v čase jak po krátkodobém opakování, tak po dlouhodobém opakování. U rodiny HG9 (Tab. 9) proběhlo testování pouze dvakrát, a to po šesti měsících, nicméně i v tomto delším časovém intervalu bylo pořadí průkazně korelované.

Tab. 5: Tabulka korelačních koeficientů trubkového testu pro rodinu HG1, N=9, TT= trubkový test, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG1 TT	TT1	TT2	TT3	TT4
TT1		0.83 (0.03)	0.17 (0.81)	0.58 (0.30)
TT2			0.32 (0.81)	0.72 (0.12)
TT3				0.80 (0.05)

Tab. 6: Tabulka korelačních koeficientů trubkového testu pro rodinu HG2, N=15, TT= trubkový test, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG2 TT	TT1	TT2	TT3	TT4
TT1		0.85 (<0.001)	0.85 (<0.001)	0.86 (<0.001)
TT2			0.89 (<0.001)	0.89 (<0.001)
TT3				0.91 (<0.001)

Tab. 7: Tabulka korelačních koeficientů trubkového testu pro rodinu HG3, N=14, TT= trubkový test, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG3 TT	TT1	TT2	TT3	TT4
TT1		0.93 (<0.001)	0.83 (<0.001)	0.90 (<0.001)
TT2			0.89 (<0.001)	0.88 (<0.001)
TT3				0.89 (<0.001)

Tab. 8: Tabulka korelačních koeficientů trubkového testu pro rodinu HG6, N=20, TT= trubkový test, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG6 TT	TT1	TT2	TT3	TT4
TT1		0.70 (<0.001)	0.72 (<0.001)	0.73 (<0.001)
TT2			0.56 (0.02)	0.55 (0.02)
TT3				0.96 (<0.001)

Tab. 9: Tabulka korelačních koeficientů trubkového testu pro rodinu HG9, N=32, TT= trubkový test, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG9 TT	TT1	TT3
TT1		0.88 (<0.001)
TT3		

Pozorování

Korelace pořadí všech jedinců získaná na základě dat z pozorování ve čtyřech časových intervalech nebyla ve většině případů průkazná (Tab. 10). Jediné testy, kdy se pořadí jedinců shoduje, jsou pozorování v časech P2 a P4.

Tab. 10: Korelace pořadí všech jedinců na základě z-score z pozorování, N=60, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4
PZ1		0.35 (0.05)	0.36 (0.08)	0.28 (0.09)
PZ2			0.34 (0.08)	0.63 (<0.001)
PZ3				0.49 (0.01)

Výsledky z pozorování jsou u všech skupin téměř všechny neprůkazné ($p > 0,05$). Rodina HG1 (Tab. 11) vykazuje i přes neprůkaznost nejlepší korelační koeficienty. Z této rodiny o devíti jedincích bylo možné od každého jedince zaznamenat alespoň jednu interakci s jiným jedincem. U rodiny HG3 (Tab. 13) bylo pozorování provedeno pouze jednou, a to kvůli nedostatečné aktivitě jedinců a špatné přehlednosti systému. Rodina HG9 nebyla vzhledem k velkému počtu jedinců pozorována.

Tab. 11: Tabulka korelačních koeficientů pozorování pro rodinu HG1, N=9, P=pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG1 P	P1	P2	P3	P4
P1		0.85 (0.02)	0.50 (0.34)	0.78 (0.06)
P2			0.73 (0.10)	0.67 (0.15)
P3				0.50 (0.34)

Tab. 12: Tabulka korelačních koeficientů pozorování pro rodinu HG2, N=15, P=pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG2 P	P1	P2	P3	P4
P1		0.33 (0.48)	0.35 (0.48)	0.58 (0.12)
P2			0.42 (0.48)	0.73 (0.01)
P3				0.41 (0.48)

Tab. 13: Tabulka korelačních koeficientů pozorování pro rodinu HG3, N=14, P=pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG3 P	P1	P2
P1		0.49 (0.08)
P2		

Tab. 14: Tabulka korelačních koeficientů pozorování pro rodinu HG6, N=20, P=pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně.

HG6 P	P1	P2	P3	P4
P1		0.14 (1.00)	0.39 (0.36)	-0.05 (1.00)
P2			0.11 (1.00)	0.56 (0.06)
P3				0.53 (0.08)

3.3 Porovnání metod

K porovnání metod byly použity průměry z-score pro všechny jedince z časově bližších testů. Všechny korelace pořadí na základě dvou metod vyšly signifikantně. Výsledky pro každou rodinu zvlášť jsou uvedeny v tabulkách 16–19. Pozorování u rodiny HG3 proběhlo pouze jednou a u rodiny HG9 neproběhlo vůbec.

Tab. 15: Tabulka korelačních koeficientů průměrů z-score pro všechny testy pro všechny rodiny společně, N=60, TT= trubkový test, P= pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně, pořadí získaná ve stejném čase na základě dvou odlišných metod jsou označena červeným ohraničením.

Z-score	TT(průměr T1T2)	TT(průměr T3T4)	P(průměr P1P2)	P(průměr P3P4)
TT(průměr T1T2)		0.82 (<0.001)	0.67 (<0.001)	0.57 (<0.001)
TT(průměr T3T4)			0.56 (<0.001)	0.69 (<0.001)
P(průměr P1P2)				0.60 (<0.001)

Tab. 16: Tabulka korelačních koeficientů průměrů z-score pro rodinu HG1, N=9, TT= trubkový test, P= pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně, pořadí získaná ve stejném čase na základě dvou odlišných metod jsou označena červeným ohraničením.

HG1	TT(průměr T1T2)	TT(průměr T3T4)	P(průměr P1P2)	P(průměr P3P4)
TT(průměr T1T2)		0.49 (0.18)	0.92 (<0.001)	0.66 (0.11)
TT(průměr T3T4)			0.71 (0.10)	0.74 (0.10)
P(průměr P1P2)				0.81 (0.04)

Tab. 17: Tabulka korelačních koeficientů průměrů z-score pro rodinu HG2, N=15, TT= trubkový test, P= pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně, pořadí získaná ve stejném čase na základě dvou odlišných metod jsou označena červeným ohraničením.

HG2	TT(průměr T1T2)	TT(průměr T3T4)	P(průměr P1P2)	P(průměr P3P4)
TT(průměr T1T2)		0.93 (<0.001)	0.78 (<0.001)	0.79 (<0.001)
TT(průměr T3T4)			0.76 (<0.001)	0.79 (<0.001)
P(průměr P1P2)				0.76 (<0.001)

Tab. 18: Tabulka korelačních koeficientů průměrů z-score pro rodinu HG3, N=14, TT= trubkový test, P= pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně, pořadí získaná ve stejném čase na základě dvou odlišných metod jsou označena červeným ohraničením.

HG3	TT(průměr T1T2)	TT(průměr T3T4)	P(průměr P1P2)
TT(průměr T1T2)		0.92 (<0.001)	0.77 (<0.001)
TT(průměr T3T4)			0.87 (<0.001)

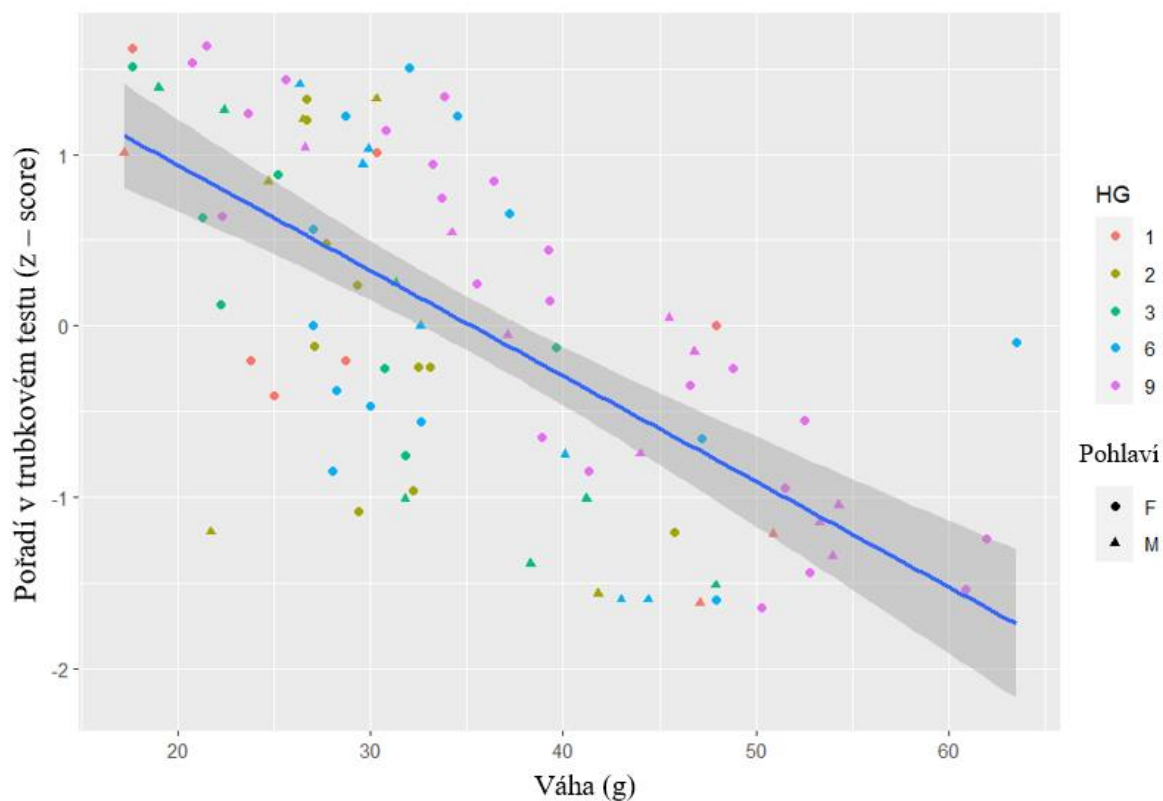
Tab. 19: Tabulka korelačních koeficientů průměrů z-score pro rodinu HG6, N=20, TT= trubkový test, P= pozorování, v závorce hodnota p, průkazné hodnoty ($p < 0,05$) jsou zvýrazněny tučně, pořadí získaná ve stejném čase na základě dvou odlišných metod jsou označena červeným ohraničením.

HG6	TT(průměr T1T2)	TT(průměr T3T4)	P(průměr P1P2)	P(průměr P3P4)
TT(průměr T1T2)		0.70 (<0.001)	0.39 (0.34)	0.36 (0.34)
TT(průměr T3T4)			0.11 (0.63)	0.61 (0.02)
P(průměr P1P2)				0.38 (0.34)

3.4 Vliv váhy a pohlaví na postavení v hierarchii

Pomocí lineárních modelů jsem vyhodnotila, zda mělo pohlaví a váha vliv na postavení jedince v sociální hierarchii. Jako vysvětlovaná proměnná bylo použito průměrné pořadí jedinců ve dvou po sobě jdoucích opakováních měření danou metodou (trubkový test nebo pozorování) transformované na z-score pro analýzu celého souboru a jako vysvětlující proměnná byla použita váha a pohlaví. Jedinci s nižší hodnotou z-score (blíže -2) jsou více dominantní.

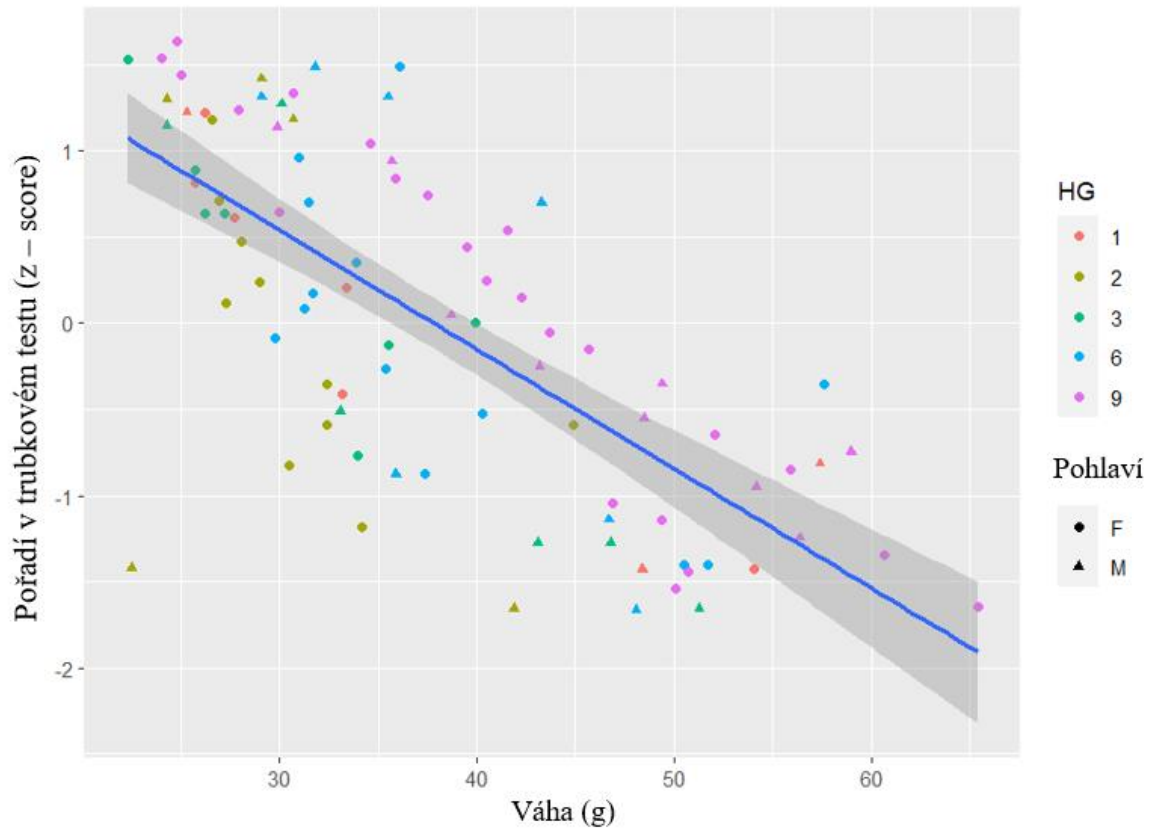
Při celkovém srovnání pomocí průměrů z-score se jedinci s vyšší hmotností v hierarchii umístili na vyšších pozicích oproti lehčím jedincům jak v trubkovém testu, tak při pozorování. Pohlaví nemělo na postavení v hierarchii vliv v trubkovém testu ($p > 0,05$), ani při pozorování ($p > 0,05$) (Obr. 3–6). Grafické znázornění všech rodin rozděleně je uvedeno v přílohách (Obr. 11–15), tabulky s výsledky (Tab. 24–28) jsou v této kapitole.



Obr. 3: Vztah mezi vahou a pořadím v trubkovém testu na základě průměrů z-score z prvního a druhého testu.

Tab. 20.: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro všechny jedince z trubkových testů T1 a T2, N=92.

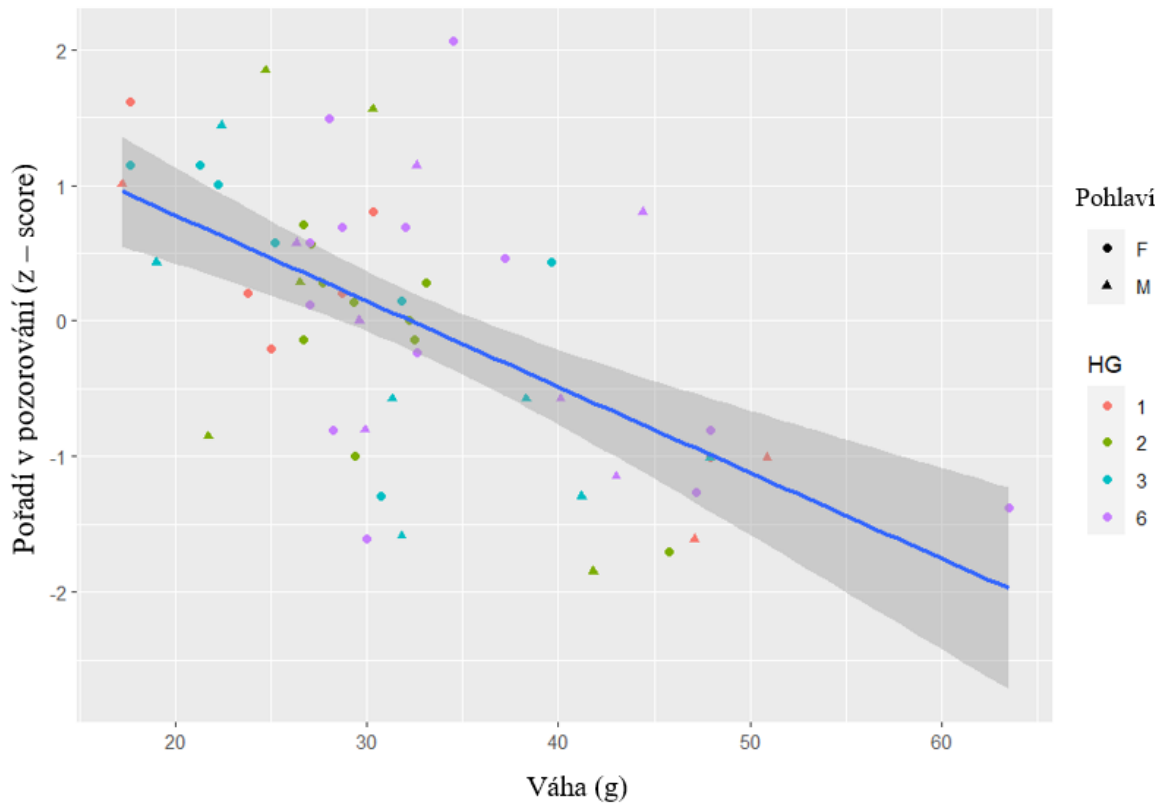
N=92 ZTT (průměrT1+T2)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	-0,204	0,166	0,224
Váha	-0,061	0,007	<0,001



Obr. 4: Vztah mezi vahou a pořadím v trubkovém testu na základě průměrů z-score z třetího a čtvrtého testu.

Tab. 21: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro všechny jedince z trubkových testů T3 a T4, N=92.

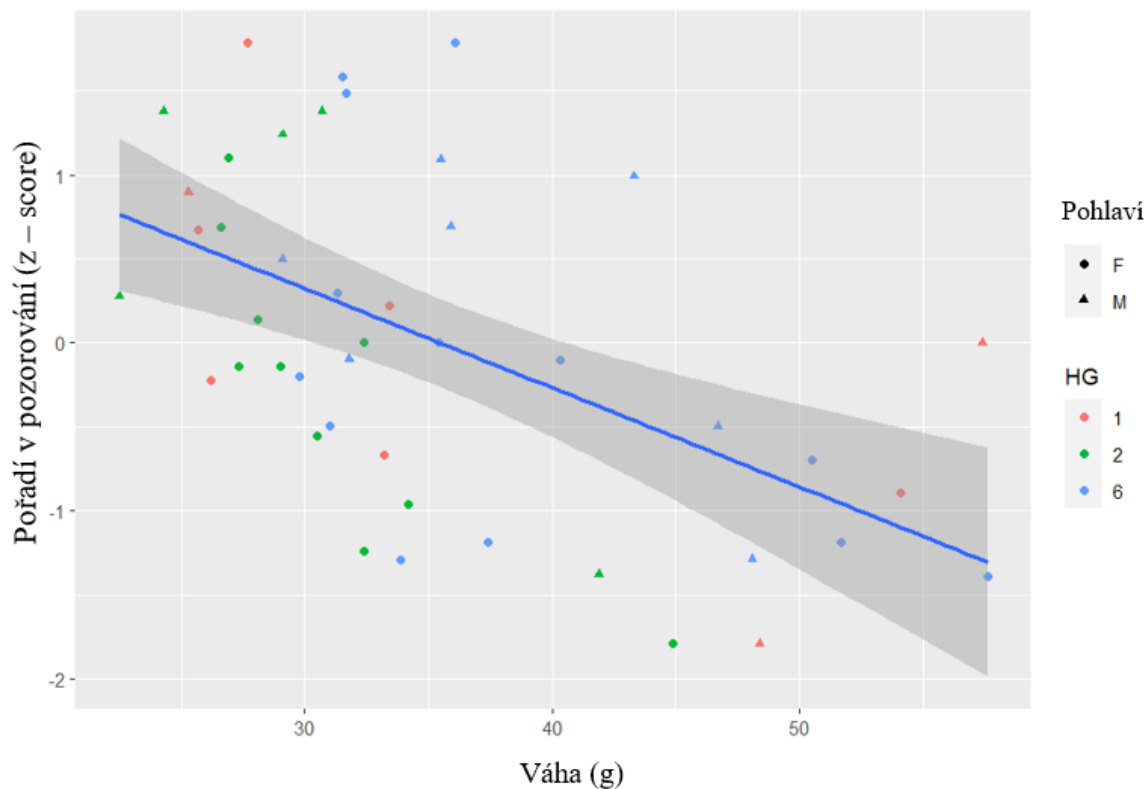
N=92 ZTT (průměrT3+T4)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	-0,0023	0,156944	0,988
Váha	-0,0692	0,007135	<0,001



Obr. 5: Vztah mezi vahou a pořadím v pozorování na základě průměrů z-score z prvního a druhého testu.

Tab. 22.: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro všechny jedince z pozorování P1 a P2, N=60.

N=60 ZP (průměrP1+P2)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	-0,15288	0,22369	0,497
Váha	-0,06239	0,01154	<0,001



Obr. 6: Vztah mezi vahou a pořadím pozorování na základě průměrů z-score z třetího a čtvrtého testu.

Tab. 23: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro všechny jedince z pozorování P3 a P4, N=46.

N=46 ZP (průměrP3+P4)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	0,45297	0,26915	0,099
Váha	-0,06115	0,0139	<0,001

V rodině HG1 je vliv váhy průkazný pouze u testu T2 (Tab. 24), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

Tab. 24: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro rodinu HG1 ze všech testů, N=9, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	-0,401	0,609	0,535
T1	Váha	-0,053	0,023	0,06
T2	Pohlaví (M)	0,305	0,384	0,458
T2	Váha	-0,079	0,015	0,002
P1	Pohlaví (M)	0,077	0,752	0,921
P1	Váha	-0,051	0,029	0,131
P2	Pohlaví (M)	0,077	0,752	0,921
P2	Váha	-0,051	0,029	0,131

V rodině HG2 je vliv váhy průkazný pouze u testů P1, P2 (Tab. 25), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

Tab. 25: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro rodinu HG2 ze všech testů, N=15, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	0,003	0,528	0,995
T1	Váha	-0,087	0,041	0,056
T2	Pohlaví (M)	0,127	0,543	0,819
T2	Váha	-0,08	0,044	0,096
P1	Pohlaví (M)	0,096	0,493	0,848
P1	Váha	-0,098	0,038	0,025
P2	Pohlaví (M)	0,679	0,354	0,079
P2	Váha	-0,123	0,029	0,001

V rodině HG3 je vliv váhy průkazný u všech provedených testů (Tab. 26), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

Tab. 26: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro rodinu HG3 ze všech testů, N=14, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	0,036	0,315	0,91
T1	Váha	-0,099	0,018	<0,001
T2	Pohlaví (M)	-0,036	0,294	0,904
T2	Váha	-0,105	0,017	<0,001
P1	Pohlaví (M)	-0,468	0,433	0,303
P1	Váha	-0,07	0,024	0,015

V rodině HG6 je vliv váhy průkazný u všech provedených testů, kromě pozorování P1 (Tab. 27), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

Tab. 27: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro rodinu HG6 ze všech testů, N=20, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	-0,152	0,445	0,737
T1	Váha	-0,051	0,023	0,037
T2	Pohlaví (M)	0,275	0,382	0,482
T2	Váha	-0,079	0,022	0,002
P1	Pohlaví (M)	-0,026	0,458	0,956
P1	Váha	-0,047	0,023	0,062
P2	Pohlaví (M)	0,325	0,424	0,455
P2	Váha	-0,065	0,025	0,018

V rodině HG9 je vliv váhy průkazný u všech provedených testů (Tab. 28), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

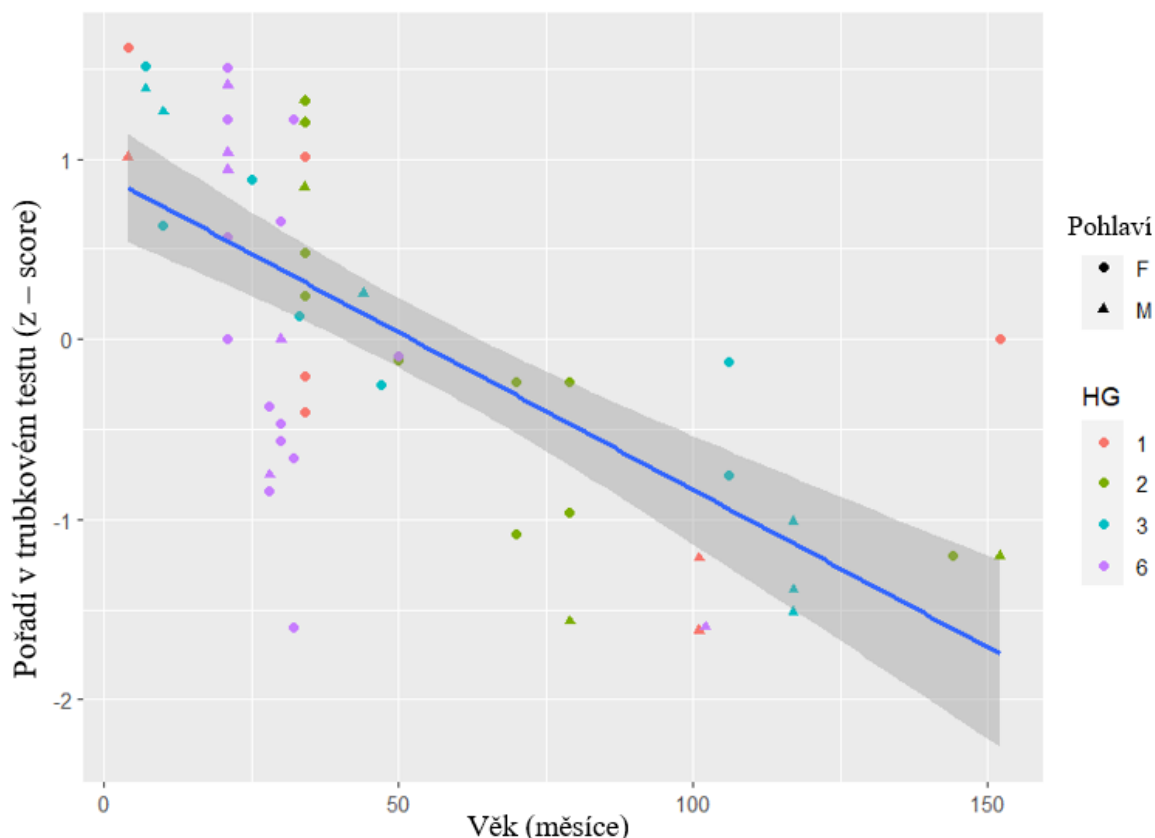
Tab. 28: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a váhy na pozici v hierarchii pro rodinu HG9 ze všech testů, N=32, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	-0,066	0,175	0,71
T1	Váha	-0,078	0,007	<0,001
T2	Pohlaví (M)	-0,204	0,166	0,224
T2	Váha	-0,061	0,007	<0,001

3.5 Vliv věku a pohlaví na postavení v hierarchii

Jelikož váha koreluje s věkem (0,94; $p < 0,001$), tak jsem také pomocí separátních lineárních modelů vyhodnotila, zda má na postavení v hierarchii vliv i věk. Jako vysvětlovaná proměnná bylo použito průměrné pořadí jedinců ve dvou po sobě jdoucích opakováních měření danou metodou (trubkový test nebo pozorování) transformované na z-score pro analýzu celého souboru a jako vysvětlující proměnná byl použit věk (měsíce) a pohlaví. Jedinci s neznámým datem narození (celá rodina HG9 a většina reprodukčně aktivních jedinců) byli z analýzy vynecháni.

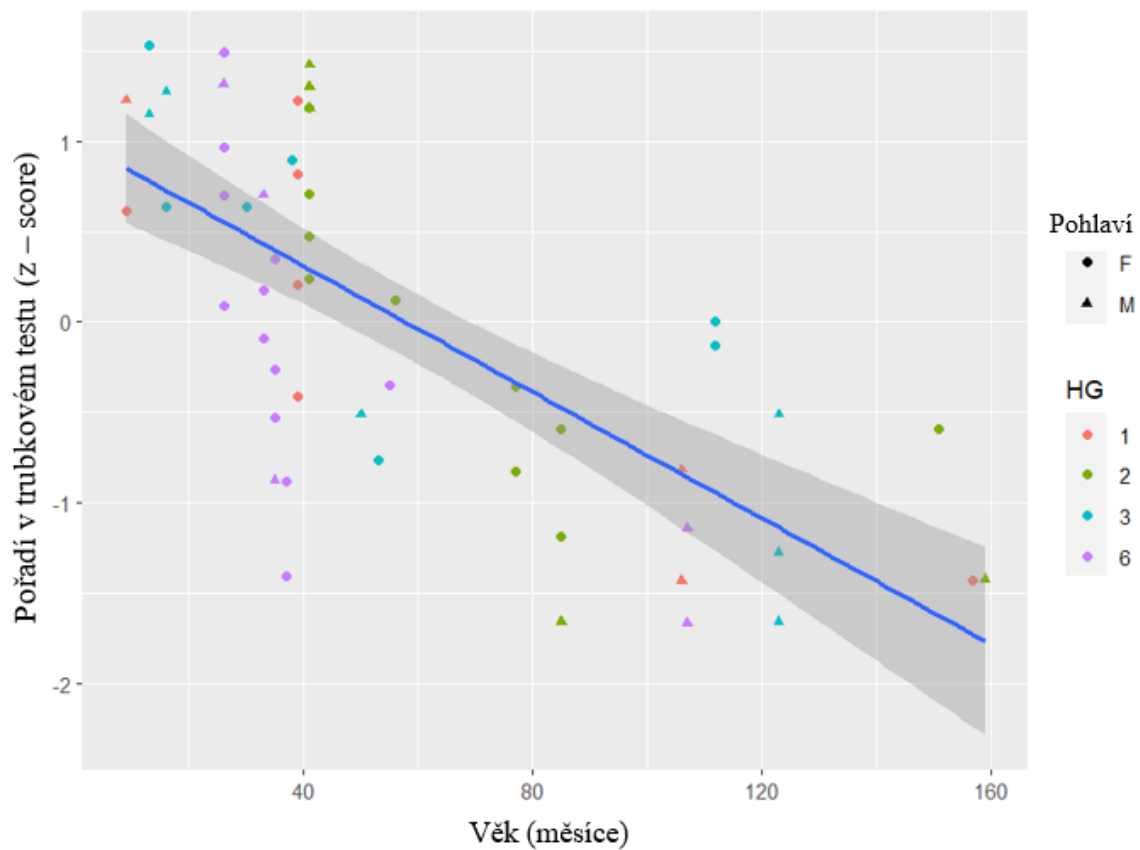
Při celkovém srovnání pomocí průměrů z-score se starší jedinci v hierarchii umístili na vyšších pozicích jak v trubkovém testu, tak při pozorování. V trubkovém testu a pozorování P1 nemělo pohlaví na postavení v hierarchii vliv ($p > 0,05$) (Obr. 7-9). Pouze ve výsledcích pozorování P2 vychází vliv pohlaví průkazně ($p < 0,05$) (Obr.10). Grafické znázornění všech rodin rozděleně je uvedeno v přílohách (Obr. 16–19), tabulky s výsledky (Tab. 33–36) jsou v této kapitole.



Obr. 7: Vztah mezi věkem a pořadím v trubkovém testu na základě průměrů z-score z prvního a druhého testu.

Tab. 29: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro všechny jedince z trubkového testu T1 a T2, N=60.

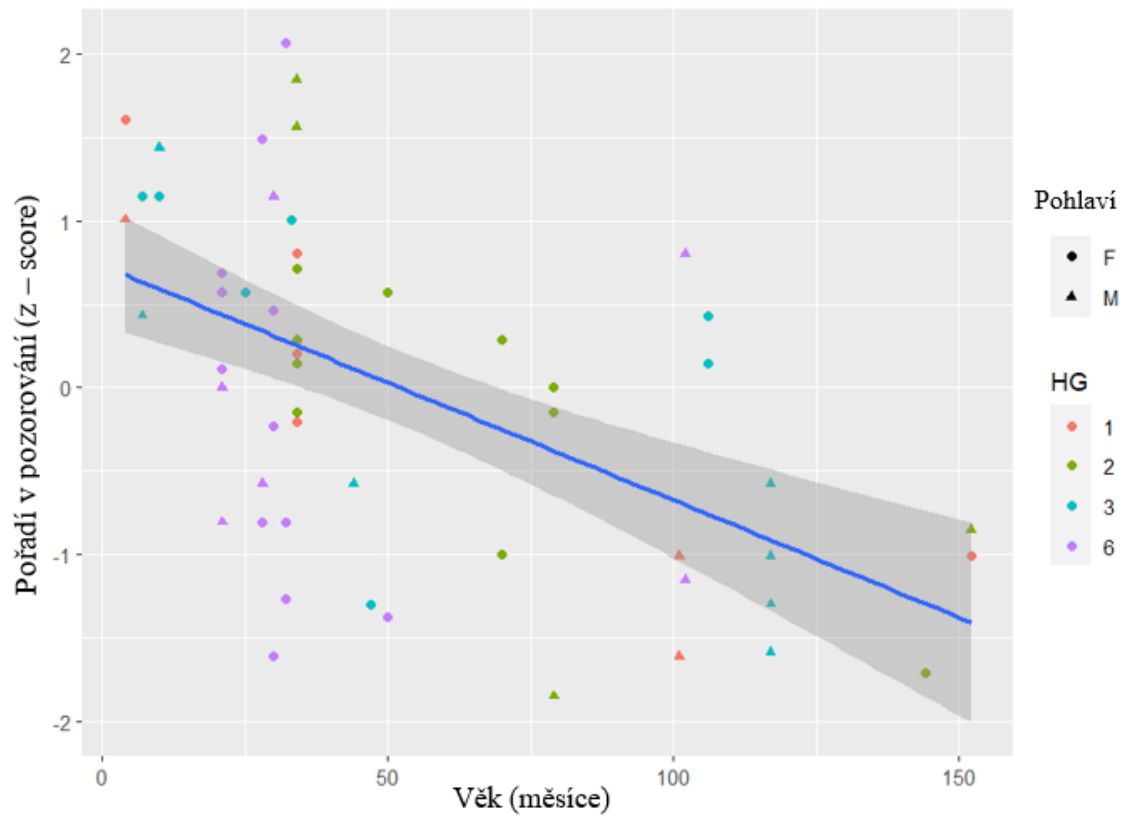
N=60 ZTT (průměrT1+T2)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	0,179	0,199	0,372
Věk	-0,023	0,003	<0,001



Obr. 8: Vztah mezi věkem a pořadím v trubkovém testu na základě průměrů z-score z třetího a čtvrtého testu.

Tab. 30: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro všechny jedince z trubkového testu T3 a T4, N=60.

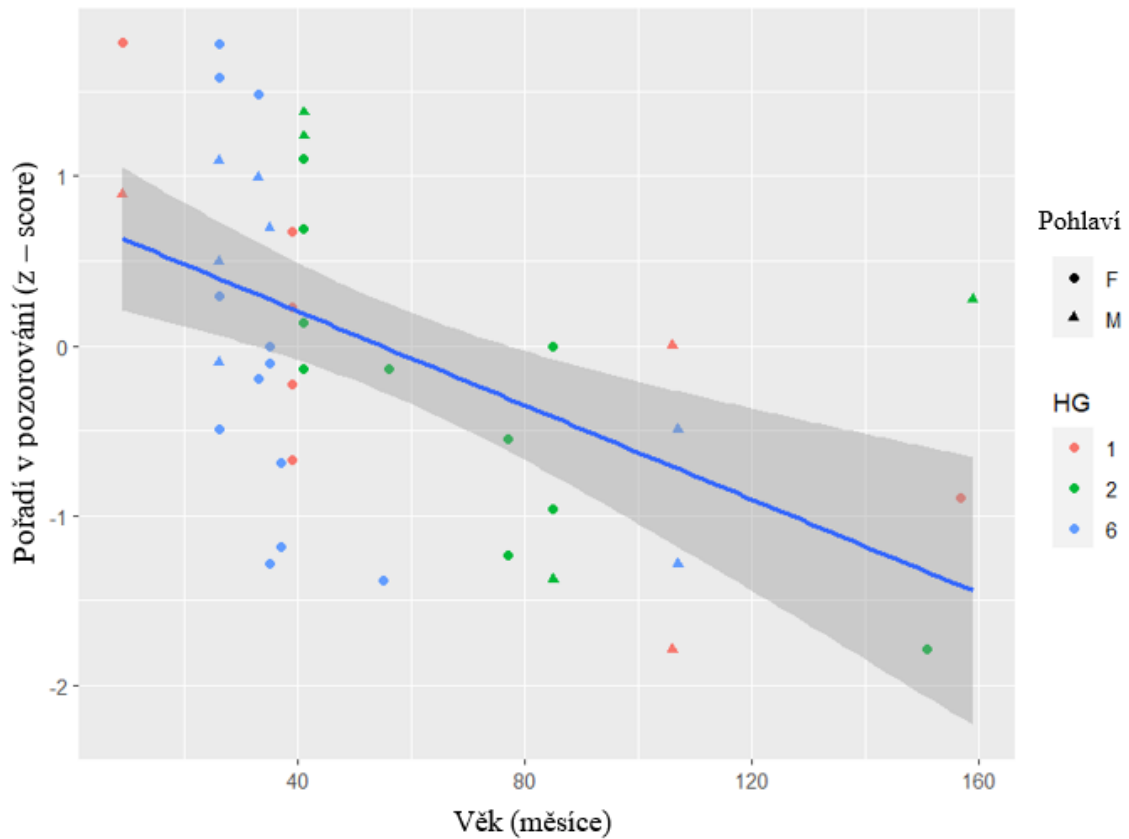
N=60 ZTT (průměr T3+T4)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	0,289	0,208	0,17
Věk	-0,021	0,003	<0,001



Obr. 9: Vztah mezi věkem a pořadím na základě průměrů z-score z prvního a druhého pozorování.

Tab. 31: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro všechny jedince z pozorování P1 a P2, N=60

N=60 ZP (průměrP1+P2)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	-0,035	0,251	0,889
Věk	-0,015	0,004	<0,001



Obr. 10: Vztah mezi věkem a pořadím na základě průměrů z-score z třetího a čtvrtého pozorování.

Tab. 32: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro všechny jedince z pozorování P3 a P4, N=46.

N=46 ZP (průměrP3+P4)	Estimate	Std. Error	p
Pohlaví (M)	0,572	0,273	0,043
Věk	-0,024	0,004	<0,001

V rodině HG1 je vliv věku průkazný pouze u všech testů, kromě pozorování P2 (Tab. 33), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

Tab. 33: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro rodinu HG1 ze všech testů, N=9, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	0,161	0,529	0,774
T1	Věk	-0,028	0,007	0,012
T2	Pohlaví (M)	0,074	0,549	0,899
T2	Věk	-0,022	0,007	0,031
P1	Pohlaví (M)	0,001	0,392	0,999
P1	Věk	-0,026	0,005	0,004
P2	Pohlaví (M)	0,267	0,754	0,738
P2	Věk	-0,023	0,01	0,079

V rodině HG2 je vliv věku na hierarchii průkazný u všech testů (Tab. 34), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

Tab. 34: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro rodinu HG2 ze všech testů, N=15, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	0,025	0,309	0,937
T1	Věk	-0,0422	0,007	<0,001
T2	Pohlaví (M)	0,211	0,265	0,445
T2	Věk	-0,045	0,006	<0,001
P1	Pohlaví (M)	0,137	0,491	0,785
P1	Věk	-0,029	0,011	0,031
P2	Pohlaví (M)	0,461	0,352	0,219
P2	Věk	-0,037	0,008	0,001

V rodině HG3 je vliv věku na hierarchii průkazný u všech testů (Tab. 35), vliv pohlaví není průkazný v žádném testu.

Tab. 35: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro rodinu HG3 ze všech testů, N=14, T=trubkový test, P=pozorování

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	-0,021	0,231	0,93
T1	Věk	-0,02	0,002	<0,001
T2	Pohlaví (M)	-0,328	0,337	0,351
T2	Věk	-0,017	0,004	0,001
P1	Pohlaví (M)	-0,525	0,415	0,232
P1	Věk	-0,014	0,004	0,011

V rodině HG6 je vliv věku na hierarchii průkazný u testů T1, T2, a P2, vliv pohlaví je průkazný v druhém trubkovém testu T2 (Tab. 36).

Tab. 36: Tabulka výsledků ukazující vliv pohlaví (M=samčí) a věku na pozici v hierarchii pro rodinu HG6 ze všech testů, N=20, T=trubkový test, P=pozorování.

Test	Proměnná	Estimate	Std. Error	p
T1	Pohlaví (M)	0,395	0,415	0,355
T1	Věk	-0,03	0,009	0,003
T2	Pohlaví (M)	0,814	0,384	0,049
T2	Věk	-0,032	0,008	0,001
P1	Pohlaví (M)	0,128	0,538	0,815
P1	Věk	-0,007	0,011	0,516
P2	Pohlaví (M)	0,737	0,453	0,122
P2	Věk	-0,025	0,009	0,017

3.6 Pořadí jedinců ve skupinách

Posledním cílem mé práce bylo vytvořit žebříček jedinců ve skupině. Množící se samice by měla zaujímat jednu z nejvyšších pozic v hierarchii (Faulkes & Abbott, 1993), podle Jarvis a kolektivu (1994) by měla být dokonce nejdominantnějším zvířetem v kolonii. Téměř ve všech rodinách kromě rodiny HG3 dosahují hlavní samice (označené korunkou) nižších pozic ve výsledcích z trubkového testu než z pozorování.

Tab. 37: Výsledné pořadí jedinců ve skupině HG1, samci jsou zvýrazněni zeleně, samice žlutě, hlavní samice je označena korunkou, TT=trubkový test, P=pozorování.

TT (průměr T1+T2)	P (průměr P1+P2)	TT (průměr T3+T4)	P (průměr P3+P4)
ID7296	ID7296	ID7296	ID7296
ID2057	ID2308 [♔]	TET127	ID2308 [♔]
TET127	ID2057	TET129	TET129
TET134	TET134	ID2308 [♔]	TET134
ID2308 [♔]	TET127	ID2057	ID2057
TET8851	TET8851	TET8851	TET127
TET129	TET129	TET134	TET8851
ID6665	ID6665	ID6665	ID6665
ID6712	ID6712	ID6712	ID6712

Tab. 38: Výsledné pořadí jedinců ve skupině HG2, samci jsou zvýrazněni zeleně, samice žlutě, hlavní samice je označena korunou, TT=trubkový test, P=pozorování.

TT (průměr T1+T2)	P (průměr P1+P2)	TT (průměr T3+T4)	P (průměr P3+P4)
kostroun	ID7343	ID7343	ID7338 [☙]
ID7343	ID7338 [☙]	kostroun	ID7343
ID3034	ID3034	ID7309	ID0393
ID7338 [☙]	kostroun	ID3034	ID7309
ID7144	ID7309	ID7338 [☙]	ID3034
ID2908	TET58	ID7144	ID2908
ID0393	ID7144	ID0393	ID5254
ID7309	ID5254	ID2908	ID7144
TET49	ID0393	ID5254	TET49
ID5254	TET49	TET49	kostroun
ID6412	TET57	ID6412	TET58
TET57	ID2908	TET58	ID6412
ID0743	ID6412	TET56	TET57
TET56	TET56	ID0743	ID0743
TET58	ID0743	TET57	TET56

Tab. 39: Výsledné pořadí jedinců ve skupině HG3, samci jsou zvýrazněni zeleně, samice žlutě, hlavní samice je označena korunou, TT=trubkový test, P=pozorování.

TT (průměr T1+T2)	P (průměr P1+P2)	TT (průměr T3+T4)
ID8451	ID8449	ID8451
ID8449	TET126	ID8425
ID8461	ID8425	ID8461
ID8425	ID8451	TET126
ID8445	ID8461	ID8449
ID7303 [☙]	TET128	TET128
TET126	ID8445	ID8445
TET128	ID7186	ID7303 [☙]
ID9241	ID7303 [☙]	ID5268
ID7183	ID5268	ID7183
ID5268	ID9241	ID9241
ID7186	ID7141	ID7186
ID7180	ID7183	ID7180
ID7141	ID7180	ID7141

Tab. 40: Výsledné pořadí jedinců ve skupině HG6, samci jsou zvýrazněni zeleně, samice žlutě, hlavní samice je označena korunkou, TT=trubkový test, P=pozorování.

TT (průměr T1+T2)	P (průměr P1+P2)	TT (průměr T3+T4)	P (průměr P3+P4)
ID7061	ID7061	ID7061	ID7061
ID2046	TET67	ID7307	ID9856 [☞]
ID7307	ID9856 [☞]	výrustek	ID7307
TET59	výrustek	TET59	TET67
TET68	ID7307	ID2046	TET59
ID4431	ID3753	ID2391	TET69
TET125	TET123	TET69	výrustek
výrustek	TET59	ID4317	ID2046
TET79	TET68	ID9856 [☞]	TET78
ID3753	ID4431	ID4431	ID3753
ID2391	ID5394	ID3753	ID4317
TET67	ID4317	TET79	ID4431
TET123	TET79	TET125	TET79
ID4317	TET89	TET67	TET89
ID5394	TET124	ID5394	ID2391
ID9856 [☞]	TET78	TET68	TET68
TET89	ID2046	TET78	TET123
TET78	ID2391	TET123	TET125
TET69	TET125	TET89	ID5394
TET124	TET69	TET124	TET124

Tab. 41: Výsledné pořadí jedinců ve skupině HG9, samci jsou zvýrazněni zeleně, samice žlutě, hlavní samice je označena korunkou, TT=trubkový test.

TT1	TT2
TET45	ID8373 [♔]
TET28	TET9
TET15	TET26
TET14	TET28
ID8373 [♔]	TET35
TET35	TET45
TET36	TET24
TET9	TET36
TET17	TET15
TET34	TET14
TET18	TET13
TET13	ID6704
TET24	TET47
TET26	TET34
TET47	TET17
TET3	TET19
ID6704	TET3
TET19	TET25
TET39	TET18
ID9246	TET29
ID5245	ID9246
TET23	ID4132
TET25	TET39
TET29	TET27
TET27	ID5245
ID5101	TET38
ID4132	ID5101
ID8052	TET48
TET38	TET37
TET37	TET23
TET48	ID8052
TET46	TET46

4 Diskuse

V praktické části této práce bylo cílem provést měření sociální hierarchie a zhodnotit výsledky dvou metod, které se běžně při hodnocení hierarchie u hlodavců používají na rypoších lysých a zhodnotit stabilitu sociální hierarchie ve skupinách ve dvou časových intervalech.

4.1 Linearita sociální hierarchie

Hierarchie rypošů lysých vykazovala nejvyšší hodnoty indexu linearity při hodnocení pomocí trubkového testu. V případě pozorování jsou průkazné hodnoty linearity pouze ve třech testech. U rypošů lysých vycházela i v předchozích studiích při fokálním pozorování vysoká linearita hierarchie (Clarke & Faulkes, 1997, 1998). Nicméně v mém pozorování vychází většina výsledků velmi neprůkazně. Oproti fokálnímu pozorování jedinců, které Clarke Faulkes (1997, 1998) prováděli, jsem pozorovala celou skupinu najednou a jen po omezenou dobu a neměla jsem kritéria k minimálnímu počtu interakcí mezi jedinci. A právě kvůli tomu jsem neměla dostatek interakcí mezi jednotlivými dvojicemi jedinců ve skupinách, což je pravděpodobně důvodem neprůkazných výsledků linearity z pozorování. Schieffelin a Sherman (1995) testovali na rypoších lysých sociální hierarchii pomocí tugging contestu a jejich výsledky vyšly v jedné kolonii velmi nelineární (0,15; $p > 0,1$) a ve druhé podle nich nebylo dostatek členů k analýze, protože se kolonie skládala pouze z 9 jedinců. V mé práci jediná nelineární hierarchie vyšla v rodině HG1, která měla také pouze 9 členů. Počet jedinců ve skupině je tedy pravděpodobně také jeden z důvodů, proč v některých případech byly výsledky linearity neprůkazné.

4.2 Stabilita sociální hierarchie

Srovnání výsledků napříč všemi jedinci z trubkového testu ukazuje stabilní hierarchii v čase. Stabilní jsou i výsledky pro všech rodiny, když byly analyzovány odděleně kromě rodiny HG1. V rodině HG1 vychází stabilně pouze výsledky z testů, které proběhly v kratším časovém rozestupu. Jedním možným vysvětlením, proč jsou výsledky nestabilní, může být přítomnost dvou jedinců, kteří byli mladší jednoho roku a tím mohli narušovat jinak stabilní uspořádání. Samozřejmě se hierarchie v rodině mohla i změnit a vzhledem k malému počtu členů ($n=9$), mohly i malé změny v pořadí udělat velké rozdíly ve výsledcích.

Téměř všechny výsledky stability hierarchie založené na datech z pozorování jsou neprůkazné. Průkazně vyšly výsledky pozorování jen ve dvou případech (HG1 a HG2). U rodiny HG3 proběhlo pozorování jen jednou a druhé opakování jsem neprováděla, protože bylo téměř nemožné zaznamenat jakoukoliv interakci, jelikož byla rodina velmi neaktivní a tunely u systémů jsou dost nepřehledné a krátké, takže jedinci se v tunelech nepřelézali, ale spíše raději vycouvali nebo do tunelu nevlezli vůbec, což se sice bere jako projev podřízeného chování například u křečků, pískomilů (Boice et al., 1969) nebo myši (Fan et al., 2019), ale u rypošů lysých není potvrzeno, že vyhýbání se ostatním jedincům může být znak podřízenosti. Opět se ale nedá tvrdit, že by hierarchie nebyla stabilní, ale spíše jsem nebyla schopna získat dostatek interakcí, které by vytvořily žebříček. U ostatních druhů hlodavců se stabilita hodnotí většinou v rámci několika dní (Fan et al., 2019; van den Berg et al., 2015).

4.3 Srovnání metod

Při srovnání pozorování a trubkového testu byly výsledky korelace pořadí jedinců statisticky průkazné. Nicméně i vzhledem k vyšší korelačního koeficientu se dá říci, že obě metody poskytují podobné výsledky, ale výsledné pořadí není zcela stejné (podrobněji k umístění jednotlivých jedinců viz výsledky kap. 3.3. a diskuse kap. 4.7.)

Co se týká časové náročnosti, bylo pozorování oproti trubkovému testu méně náročné. Při trubkovém testu bylo nutné po každém párovém testu systém důkladně umýt a pokud se u některého páru nepodařilo během testovacího limitu test úspěšně dokončit, bylo nutné test opakovat, v některých případech i několikrát. Oproti jiným hlodavcům je u rypošů lysých výhodou to, že v tunelech žijí, a proto nebylo nutné je učit průlez trubkou nebo nijak jinak motivovat k tomu, aby do trubky vlezli (Lindzey et al., 1966).

Pozorování bylo mnohem jednodušší jak časovým omezením, tak tím, že se se zvířaty nemuselo nijak manipulovat kromě vážení a značení. Velkou nevýhodou je ale poměrně neaktivní způsob života rypošů lysých, respektive jejich střídání aktivní a neaktivní fáze, během krátkých časových úseků. Rypoši lysí tráví dlouhý čas v komorách spánkem a jen část vykonává v určitou chvíli nějakou aktivitu (Lacey et al., 1991). To jsem se snažila zohlednit tím, že jsem pozorování naplánovala na čas krmení. Ve většině rodin ale ani krmení nebylo dostatečně zajímavé k tomu, aby byli všichni jedinci dostatečně aktivní po celou dobu pozorování. Dalším problémem byla nepřehlednost a různorodost některých systémů. I přes to, že jsou tunely poskládané z průhledných trubek, jsou tyto plastové trubky

poškrábané natolik, že do nich není dostatečně vidět. Nebo jsou trubky tak krátké, že ani nebylo možné, aby v nich přes sebe jedinci přešli. Systémy jednotlivých rodin se také počtem trubek vhodných pro pozorování výrazně lišily.

Srovnání pořadí jedinců na základě trubkového testu a na základě pozorování interakcí vycházelo u myši některým autorům průkazně (Šabanović et al., 2020), zatímco jiným autorům neprůkazně (Lindzey et al., 1966)

4.4 Vliv váhy na pořadí v hierarchii

Vliv váhy na pořadí v hierarchii byl průkazný u trubkových testů i u pozorování při srovnání napříč všemi jedinci. U jednotlivých rodin jsou výsledky rozdílné. U rodiny HG1 vyšel vliv váhy průkazně jen u druhého trubkového testu, narozdíl od toho u rodiny HG2 vliv váhy vyšel průkazně jen u pozorování. U rodiny HG3 byl vliv váhy vysoce průkazný u všech testů. V rodině HG6 vyšly testy průkazně všechny kromě prvního pozorování. V poslední rodině HG9 byly výsledky obou trubkových testů velmi průkazné, ale pozorování neproběhlo. Řada předchozích studií ukázala, že nejtěžší zvířata v kolonii rypošů lysých jsou nejdominantnější, a to na základě různých testů (Clarke & Faulkes, 1997; Schieffelin & Sherman, 1995). Váha se jako ukazatel sociálního uspořádání často používá při hodnocení dominance u myši, kde se sleduje, které zvíře po společném soužití hubne, a to nejen díky přednostnímu přístupu dominantního jedince k potravě, ale také vlivem sociálního stresu (Herman & Tamashiro, 2017).

4.5 Vliv věku na pořadí v hierarchii

Při analýze zahrnující všechny jedince byl věk jako průkazný prediktor na umístění v hierarchii u trubkového testu i u pozorování.

Výsledky mé analýzy odpovídají výsledkům Clarke a Faulkes (1997) kdy těžší a starší zvířata dosahovala vyšších pozic. V jejich práci se také můžeme setkat s podobným problémem, kterým je nedostatečné množství věkových skupin v rodině k statistickému porovnání. Naopak se mé výsledky lišily od výsledků Schieffelin a Sherman (1995), kterým vyšla přímá korelace pořadí s váhou, ale neprůkazná korelace s věkem. To může být dáno tím, že u rypošů lysých váha nemusí vždy nutně korelovat s věkem (Jarvis, 1991). U jiných druhů hlodavců vychází věk také jako dobrý prediktor sociální hierarchie. Například Berdoy a kolektiv (1995) sledovali skupinu divokých potkanů a zjistili, že i přesto, že jejich váha měla velmi průkazný vliv na pořadí, vliv věku byl výraznější. Věk může být například dobrým prediktorem pořadí sociální hierarchie i u kapybar (Herrera et al., 2011).

4.6 Vliv pohlaví na pořadí v hierarchii

Kromě dvou výjimek nebyl v testech vliv pohlaví na pořadí v hierarchii průkazný. Clarke a Faulkes (1997) ve svých výsledcích ukazují, že v jedné ze tří skupin dosahovali samci signifikantně vyšších pozic, ale zároveň oproti ostatním skupinám bylo v dané kolonii více samců než samic. Ani další studie ovšem nezjistili vliv pohlaví na pořadí v hierarchii (Edwards et al., 2020; Schieffelin & Sherman, 1995). V řadě prací, které se zabývají sociální hierarchií u hlodavců je často problémem s tím, že přestože jsou ve skupině přítomná obě pohlaví, hodnotí se hierarchie u samců nebo samic odděleně. Mezi hlodavce, kde jsou samice většinou dominantnější než samci, patří například křečci zlatí. Samice jsou velmi agresivní vlivem progesteronu. Payne a Swanson (1971) po vykastrování samic sledovali výrazný pokles agresivity a pokles samic v hierarchii. Vyšší pozice v hierarchii zaujímají i samice morčat, a to dokonce i přes to, že jsou lehčí než samci (Bates et al., 1973).

Dalším příkladem, kdy je samičí pohlaví silně korelováno s vyšším pořadím v hierarchii, je u kooperativně se rozmnožujících damanů skalních, u kterých jsou samice nejdominantnějšími jedinci ve skupině a mají větší hladiny testosteronu než samci (Koren et al., 2006)

4.7 Pořadí

Vzhledem k specifickému uspořádání rodin u rypošů mě také zajímalo zejména umístění rozmnožujících se jedinců. U rypošů lysých se většinou rozmnožuje pouze jedna samice a jeden až tři samci. Tito jedinci jsou nejstarší a často i největší jedinci z rodiny (Lacey et al., 1991). Zajímavým výsledkem v mé práci je to, že hlavní samice v trubkových testech dosahují nižších pozic než při pozorování. Výsledky pozorování odpovídají předpokladům, že samice jsou na vrcholu hierarchie nebo v těsné blízkosti vrcholu (Schieffelin & Sherman, 1995). Výsledky z porovnání z domácího prostředí odpovídají výsledkům testů v jiné studii Clarke a Faulkes (1997), kdy hlavní samice byla první ve dvou ze tří pozorovaných kolonií a v poslední kolonii byla třetí. Při srovnání výsledků dalších autorů (Edwards et al., 2020; Toor et al., 2015) s mými výsledky trubkových testů (podle autorů pass-over test) vychází velmi podobné pořadí, kdy se v jejich testech hlavní samice umísťovaly od prvního místa po patnácté. Příčinou takových výkyvů v chování samic v trubkovém testu může být individuální temperament každé samice (Reeve, 1992).

Závěr

K hodnocení hierarchie u hlodavců se používá mnoho různých testů. Od sledování agonistických interakcí po kompetiční testy. Každý test má své výhody a nevýhody a je důležité, aby výzkumník dokázal vybrat test vhodný pro určitý druh.

Cílem této práce bylo vyhodnotit hierarchii rypošů lysých (*Heterocephalus glaber*) trubkovým testem a pozorováním. Testy byly na jedincích provedeny dvakrát v rozmezí 48 hodin a následně opakovány po 6 měsících, tím byly všichni jedinci otestováni celkem čtyřikrát. Čtyři z pěti rodin vykazují velmi stabilní a lineární hierarchii v krátkodobé i dlouhodobé analýze.

Ve všech rodinách je průkazný vliv váhy a věku na postavení v žebříčku. Naopak pohlaví nemělo na pořadí v hierarchii u rypošů lysých významný vliv.

Při srovnání metod se trubkový test jeví jako vhodnější metoda ke zjišťování hierarchie u rypošů lysých, a to zejména na základě hodnot linearit a stability. Pozorování vyšlo ve většině skupin neprůkazně, ale v mých výsledcích se nedá tvrdit, že by metoda nebyla validní, ale spíše nebyl k průkaznosti metody sesbíráno dostatek dat. Na moje výsledky se tedy lze dívat jako na pilotní studii, která ukázala, že pozorování je potřeba věnovat více času, přizpůsobit čas pozorování velikosti skupiny, přidat kritérium minimálního množství interakcí pro každého jedince, a to vše ideálně ve standardizovaném prostředí pro všechny skupiny.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- Alderson, J., & Johnston, R. E. (1975). Responses of male golden hamsters (*Mesocricetus auratus*) to clean and male scented areas. *Behavioral Biology*, *15*(4), 505–510. [https://doi.org/10.1016/S0091-6773\(75\)92344-5](https://doi.org/10.1016/S0091-6773(75)92344-5)
- Appleby, M. C. (1983). The probability of linearity in hierarchies. *Animal Behaviour*, *31*(2), 600–608. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(83\)80084-0](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(83)80084-0)
- Baenninger, L. P. (1966). The reliability of dominance orders in rats. *Animal Behaviour*, *14*(2–3), 367–371. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(66\)80099-4](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(66)80099-4)
- Barker, A. J., Vevjurko, G., Bennett, N. C., Hart, D. W., Mograby, L., & Lewin, G. R. (2021). Cultural transmission of vocal dialect in the naked mole-rat. *Science*, *371*(6528), 503–507. <https://doi.org/10.1126/science.abc6588>
- Bartolomucci, A., Chirieleison, A., Gioiosa, L., Ceresini, G., Parmigiani, S., & Palanza, P. (2004). Age at group formation alters behavior and physiology in male but not female CD-1 mice. *Physiology & Behavior*, *82*(2–3), 425–434. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.04.011>
- Bates, P. L., Langenes, D. J., & Clark, D. L. (1973). Reliability of social dominance in guinea pigs. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *2*(4), 229–230. <https://doi.org/10.3758/BF03329255>
- Berdoy, M., Smith, P., & Macdonald, D. W. (1995). Stability of Social Status in Wild Rats: Age and the Role of Settled Dominance. *Behaviour*, *132*(3–4), 193–212. <https://doi.org/10.1163/156853995X00694>
- Bevan, W., Daves, W. F., & Levy, G. W. (1960). The relation of castration, androgen therapy and pre-test fighting experience to competitive aggression in male C57 BL/10 mice. *Animal Behaviour*, *8*(1–2), 6–12. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(60\)90003-8](https://doi.org/10.1016/0003-3472(60)90003-8)

- Boice, R., Hughes, D., & Cobb, C. J. (1969). Social dominance in gerbils and hamsters. *Psychonomic Science*, 16(3), 127–128. <https://doi.org/10.3758/BF03336333>
- Brett, R. (1991). 5. The Ecology of Naked Mole-Rat Colonies: Burrowing, Food, and Limiting Factors. *The Biology of the Naked Mole-Rat*, 137-184. Princeton: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400887132-008>
- Buffenstein, R., Thomas J. Park, & Melissa M. Holmes. (2021). *The Extraordinary Biology of the Naked Mole-Rat*, Springer, Cham <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65943-1>
- Burda, H., Begall, S., Locker-Grütjen, O., Scharff, A., Honeycutt, R. L., Burda, H., Honeycutt, R. L., Begall, S., Locker-Grütjen, O., & Scharff, A. (2000). Are naked and common mole-rats eusocial and if so, why? *Behav Ecol Sociobiol*, 47.
- Buwalda, B., Koolhaas, J. M., & de Boer, S. F. (2017). Trait aggressiveness does not predict social dominance of rats in the Visible Burrow System. *Physiology & Behavior*, 178, 134–143. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.01.008>
- Cao, W.-Y., Hu, Z.-L., Xu, Y., Zhang, W.-J., Huang, F.-L., Qiao, X.-Q., Cui, Y.-H., Wan, W., Wang, X., Liu, D., Dai, R.-P., Li, F., & Li, C.-Q. (2017). Role of early environmental enrichment on the social dominance tube test at adulthood in the rat. *Psychopharmacology*, 234(22), 3321–3334. <https://doi.org/10.1007/s00213-017-4717-3>
- Clarke, F. M., & Faulkes, C. G. (1998). Hormonal and behavioural correlates of male dominance and reproductive status in captive colonies of the naked mole-rat, *Heterocephalus glaber*. *Proceedings. Biological sciences*, 265(1404), 1391–1399. <https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0447>
- Clarke, F. M., & Faulkes, C. G. (1997). Dominance and queen succession in captive colonies of the eusocial naked mole-rat, *Heterocephalus glaber*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 264(1384), 993–1000. <https://doi.org/10.1098/rspb.1997.0137>

- Clipperton Allen, A. E., Cragg, C. L., Wood, A. J., Pfaff, D. W., & Choleris, E. (2010). Agonistic behavior in males and females: Effects of an estrogen receptor beta agonist in gonadectomized and gonadally intact mice. *Psychoneuroendocrinology*, 35(7), 1008–1022. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2010.01.002>
- Costa, D. F., Moita, M. A., & Márquez, C. (2021). Novel competition test for food rewards reveals stable dominance status in adult male rats. *Scientific Reports*, 11(1), 14599. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93818-0>
- Desjardins, C., Maruniak, J. A., & Bronson, F. H. (1973). Social Rank in House Mice: Differentiation Revealed by Ultraviolet Visualization of Urinary Marking Patterns. *Science*, 182(4115), 939–941. <https://doi.org/10.1126/science.182.4115.939>
- Drickamer, L. C. (2001). Urine marking and social dominance in male house mice (*Mus musculus domesticus*). *Behavioural Processes*, 53(1–2), 113–120. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(00\)00152-2](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(00)00152-2)
- Ebensperger, L. A., & Hayes, L. D. (2008). On the dynamics of rodent social groups. In *Behavioural Processes* 79(2), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2008.05.006>
- Edwards, P. D., Mooney, S. J., Bosson, C. O., Toor, I., Palme, R., Holmes, M. M., & Boonstra, R. (2020). The stress of being alone: Removal from the colony, but not social subordination, increases fecal cortisol metabolite levels in eusocial naked mole-rats. *Hormones and Behavior*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2020.104720>
- Fan, Z., Zhu, H., Zhou, T., Wang, S., Wu, Y., & Hu, H. (2019). Using the tube test to measure social hierarchy in mice. *Nature Protocols*, 14(3), 819–831. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0116-4>
- Faulkes, C. G., & Bennett, N. C. (2001). Review Review Family values: group dynamics and social control of reproduction in African mole-rats. *Ecology & Evolution*, 16(4). <http://tree.trends.com0169>

- Faulkes, C. G., & Abbott, D. H. (1993). Evidence that primer pheromones do not cause social suppression of reproduction in male and female naked mole-rats (*Heterocephalus glaber*). *Reproduction*, *99*(1), 225–230.
<https://doi.org/10.1530/jrf.0.0990225>
- Fulenwider, H. D., Caruso, M. A., & Ryabinin, A. E. (2022). Manifestations of domination: Assessments of social dominance in rodents. *Genes, Brain and Behavior*, *21*(3). <https://doi.org/10.1111/gbb.12731>
- Gilbert, J. D., Rossiter, S. J., & Faulkes, C. G. (2020). The relationship between individual phenotype and the division of labour in naked mole-rats: it's complicated. *PeerJ*, *8*, <https://doi.org/10.7717/peerj.9891>
- Grant, E. C., & Chance, M. R. A. (1958). Rank order in caged rats. *Animal Behaviour*, *6*(3–4), 183–194. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(58\)90049-6](https://doi.org/10.1016/0003-3472(58)90049-6)
- Herman, J. P., & Tamashiro, K. L. (2017). The visible burrow system: A view from across the hall. *Physiology & Behavior*, *178*, 103–109.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.01.021>
- Herrera, E. A., Salas, V., Congdon, E. R., Corriale, M. J., & Tang-Martínez, Z. (2011). Capybara social structure and dispersal patterns: variations on a theme. *Journal of Mammalogy*, *92*(1), 12–20. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-420.1>
- Holmes, M.M., Goldman, B.D. (2021). Social Behavior in Naked Mole-Rats: Individual Differences in Phenotype and Proximate Mechanisms of Mammalian Eusociality. *The Extraordinary Biology of the Naked Mole-Rat*. 1319. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-65943-1_2
- Hurst, J. L. (1990). Urine marking in populations of wild house mice *Mus domesticus ruttii*. I. Communication between males. *Animal Behaviour*, *40*(2), 209–222.
[https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80916-9](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80916-9)

- Jarvis, J. U. M. (1981). Eusociality in a Mammal: Cooperative Breeding in Naked Mole-Rat Colonies. *Science*, 212(4494), 571–573.
<https://doi.org/10.1126/science.7209555>
- Jarvis, J. U. M., O’Riain, M. J., Bennett, N. C., & Sherman, P. W. (1994). Mammalian eusociality: a family affair. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(2), 47–51.
[https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90267-4](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90267-4)
- Jarvis, J. U. M., O’Riain, M. J. & McDaid, E. (1991). Growth and factors affecting body size in naked mole-rats. *The Biology of the Naked Mole-Rat* pp. 358–383. Princeton University Press, Princeton.
- Kaliste-Korhonen, E., & Eskola, S. (2000). Fighting in NIH/S male mice: consequences for behaviour in resident-intruder tests and physiological parameters. *Laboratory Animals*, 34(2), 189–198. <https://doi.org/10.1258/002367700780457626>
- Koren, L., Mokady, O., & Geffen, E. (2006). Elevated testosterone levels and social ranks in female rock hyrax. *Hormones and Behavior*, 49(4), 470–477.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2005.10.004>
- Lacey, E., Alexander, R. D., Braude, S., Sherman, P. W., & Jarvis, J. (1991). An ethogram for the naked mole-rat: Nonvocal behaviors. *The Biology of the Naked Mole-Rat*, 209–242. Princeton University Press, Princeton.
- Lindzey, G., Manosevitz, M., & Winston, H. (1966). Social dominance in the mouse. *Psychonomic Science*, 5(11), 451–452. <https://doi.org/10.3758/BF03331044>
- Lyon, K. A., Rood, B. D., Wu, L., Senft, R. A., Goodrich, L. V., & Dymecki, S. M. (2020). Sex-Specific Role for Dopamine Receptor D2 in Dorsal Raphe Serotonergic Neuron Modulation of Defensive Acoustic Startle and Dominance Behavior. *Eneuro*, 7(6). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0202-20.2020>

- Merlot, E., Moze, E., Bartolomucci, A., Dantzer, R., & Neveu, P. J. (2004). The rank assessed in a food competition test influences subsequent reactivity to immune and social challenges in mice. *Brain, Behavior, and Immunity*, 18(5), 468–475. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2003.11.007>
- Miczek, K. A., & Barry, H. (1975). What does the tube test measure? *Behavioral Biology*, 13(4), 537–539. [https://doi.org/10.1016/S0091-6773\(75\)91249-3](https://doi.org/10.1016/S0091-6773(75)91249-3)
- Mondragón, R., Mayagoitia, L., López-lujan, A., & Diaz, J.-L. (1987). Social structure features in three inbred strains of mice, C57B1/6J, Balb/cj, and NIH: a comparative study. *Behavioral and Neural Biology*, 47(3), 384–391. [https://doi.org/10.1016/S0163-1047\(87\)90500-0](https://doi.org/10.1016/S0163-1047(87)90500-0)
- O’Riain, M. J., & Jarvis, J. U. M. (1997). Colony member recognition and xenophobia in the naked mole-rat. *Animal Behaviour*, 53(3), 487–498. <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0299>
- O’Riain, M. J., Jarvis, J. U. M., Alexander, R., Buffenstein, R., & Peeters, C. (2000). Morphological castes in a vertebrate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(24), 13194–13197. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.24.13194>
- O’Riain, M. J., Jarvis, J. U. M., & Faulkes, C. G. (1996). A dispersive morph in the naked mole-rat. *Nature*, 380(6575), 619–621. <https://doi.org/10.1038/380619a0>
- Park, T. J., Lewin, G. R., & Buffenstein, R. (2010). Naked Mole Rats: Their Extraordinary Sensory World. *Encyclopedia of Animal Behavior*, 505–512. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045337-8.00152-2>
- Payne, A. P., & Swanson, H. H. (1971). Hormonal control of aggressive dominance in the female hamster. *Physiology & Behavior*, 6(4), 355–357. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(71\)90167-3](https://doi.org/10.1016/0031-9384(71)90167-3)

- Pohorecky, L. A., Blakley, G. G., Kubovcakova, L., Krizanova, O., Patterson-Buckendahl, P., & Kvetnansky, R. (2004). Social Hierarchy Affects Gene Expression for Catecholamine Biosynthetic Enzymes in Rat Adrenal Glands. *Neuroendocrinology*, 80(1), 42–51. <https://doi.org/10.1159/000080664>
- Reddon, A. R., Ruberto, T., & Reader, S. M. (2021). Submission signals in animal groups. *Behaviour*, 159(1), 1–20. <https://doi.org/10.1163/1568539X-BJA10125>
- Reeve, H. (1992). Queen activation of lazy workers in colonies of the eusocial naked mole-rat. *Nature* 358, 147–149. <https://doi.org/10.1038/358147a0>
- Robbers, Y., Tersteeg, M. M. H., Meijer, J. H., & Coomans, C. P. (2021). Group housing and social dominance hierarchy affect circadian activity patterns in mice. *Royal Society Open Science*, 8(2). <https://doi.org/10.1098/rsos.201985>
- Šabanović, M., Liu, H., Mlambo, V., Aqel, H., & Chaudhury, D. (2020). What it takes to be at the top: The interrelationship between chronic social stress and social dominance. *Brain and Behavior*, 10(12). <https://doi.org/10.1002/brb3.1896>
- Sarna, J. (2000). The Dalila effect: C57BL6 mice barber whiskers by plucking. *Behavioural Brain Research*, 108(1), 39–45. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(99\)00137-0](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(99)00137-0)
- Schieffelin, J. S., & Sherman, P. W. (1995). Tugging contests reveal feeding hierarchies in naked mole-rat colonies. In *Animal Behavior* (49).
- Schjelderup-Ebbe, T. (1922) Beiträge zur Sozialpsychologie des Haushuhns. *Zeitschrift für Psychologie*, 88, 226-252
- Schweinfurth, M. K., Stieger, B., & Taborsky, M. (2017). Experimental evidence for reciprocity in allogrooming among wild-type Norway rats. *Scientific Reports*, 7(1), 4010. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03841-3>

- Takahashi, A., Miczek, K.A. (2013). Neurogenetics of Aggressive Behavior: Studies in Rodents. *Neuroscience of Aggression. Current Topics in Behavioral Neurosciences*, vol 17. Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/7854_2013_263
- Tamashiro, K. L. K., Nguyen, M. M. N., Fujikawa, T., Xu, T., Yun Ma, L., Woods, S. C., & Sakai, R. R. (2004). Metabolic and endocrine consequences of social stress in a visible burrow system. *Physiology & Behavior*, 80(5), 683–693.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2003.12.002>
- Timmer, M., & Sandi, C. (2010). A role for glucocorticoids in the long-term establishment of a social hierarchy. *Psychoneuroendocrinology*, 35(10), 1543–1552. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2010.05.011>
- Toor, I., Clement, D., Carlson, E. N., & Holmes, M. M. (2015). Olfaction and social cognition in eusocial naked mole-rats, *Heterocephalus glaber*. *Animal Behaviour*, 107, 175–181. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.06.015>
- Toor, I., Faykoo-Martinez, M., Edwards, P. D., Boonstra, R., & Holmes, M. M. (2022). Hormones do not maketh the mole-rat: No steroid hormone signatures of subordinate behavioral phenotypes. *Hormones and Behavior*, 145.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2022.105236>
- van den Berg, W. E., Lamballais, S., & Kushner, S. A. (2015). Sex-Specific Mechanism of Social Hierarchy in Mice. *Neuropsychopharmacology*, 40(6), 1364–1372.
<https://doi.org/10.1038/npp.2014.319>
- Wang, F., Kessels, H. W., & Hu, H. (2014). The mouse that roared: Neural mechanisms of social hierarchy. In *Trends in Neurosciences*, 37(11), 674–682. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2014.07.005>
- Wang, F., Zhu, J., Zhu, H., Zhang, Q., Lin, Z., & Hu, H. (2011). Bidirectional Control of Social Hierarchy by Synaptic Efficacy in Medial Prefrontal Cortex. *Science*, 334(6056), 693–697. <https://doi.org/10.1126/science.1209951>

Weissbrod, A., Shapiro, A., Vasserman, G., Edry, L., Dayan, M., Yitzhaky, A., Hertzberg, L., Feinerman, O., & Kimchi, T. (2013). Automated long-term tracking and social behavioural phenotyping of animal colonies within a semi-natural environment. *Nature Communications*, 4(1), 2018.

<https://doi.org/10.1038/ncomms3018>

William Huck, U., Lisk, R. D., & Gore, A. C. (1985). Scent marking and mate choice in the golden hamster. *Physiology & Behavior*, 35(3), 389–393.

[https://doi.org/10.1016/0031-9384\(85\)90314-2](https://doi.org/10.1016/0031-9384(85)90314-2)

Yosida, S., & Okanoya, K. (2009). Naked mole-rat is sensitive to social hierarchy encoded in antiphonal vocalization. *Ethology*, 115(9), 823–831.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2009.01677.x>

Zhou, T., Zhu, H., Fan, Z., Wang, F., Chen, Y., Liang, H., Yang, Z., Zhang, L., Lin, L., Zhan, Y., Wang, Z., & Hu, H. (2017). History of winning remodels thalamo-PFC circuit to reinforce social dominance. *Science*, 357(6347), 162–168.

<https://doi.org/10.1126/science.aak9726>

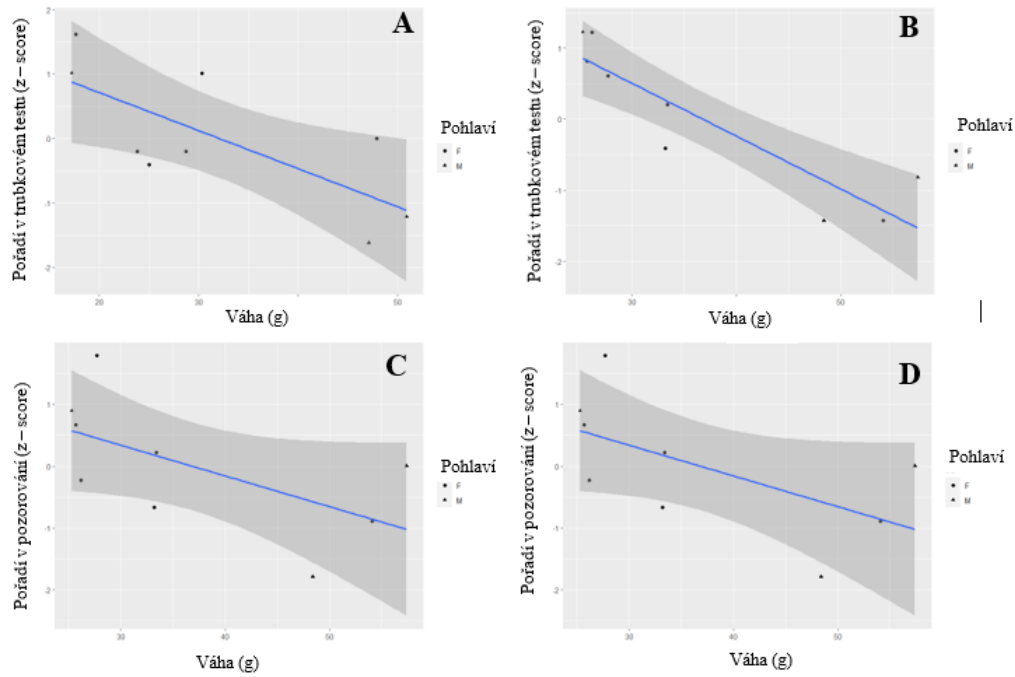
Přílohy

Tab. 42: Přehled testovaných jedinců, N= neznámý.

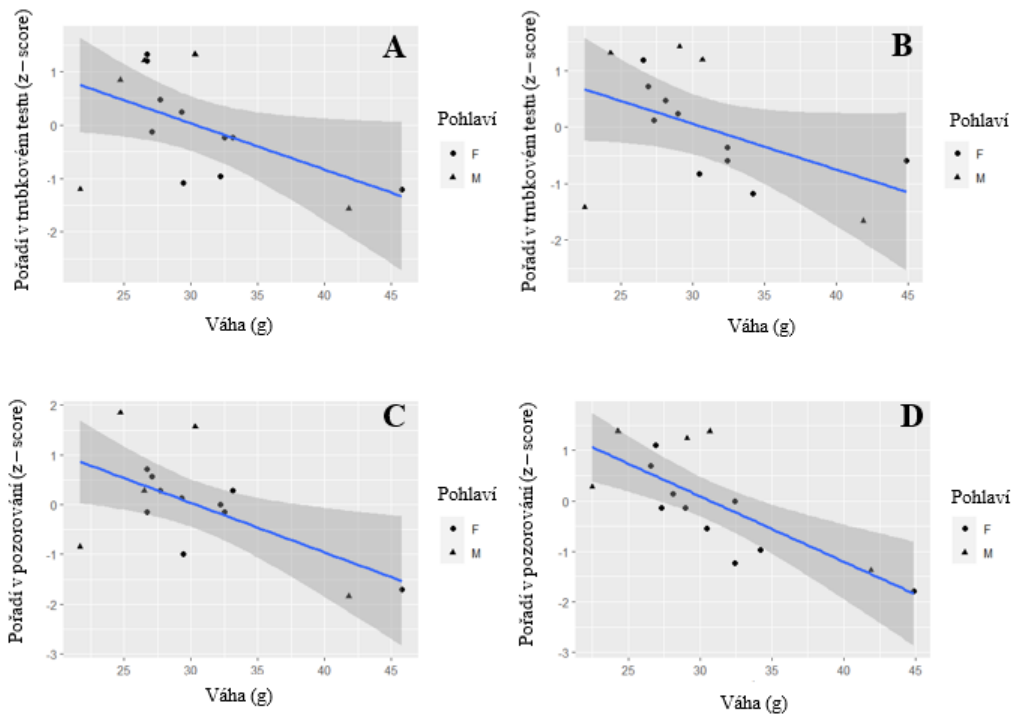
Rodina	ID	Pohlaví	Datum narození	Váha 1(g)	Váha 2(g)
H1	ID7296	M	2014	47,1	48,4
H1	TET127	F	21.07.2019	28,7	33,4
H1	TET129	F	21.07.2019	30,3	33,2
H1	ID2308	F	N	47,9	54,1
H1	ID2057	M	2014	50,9	57,4
H1	TET8851	F	21.07.2019	23,8	25,7
H1	TET134	F	21.07.2019	25	26,2
H1	ID6665	M	03.02.2022	17,2	25,3
H1	ID6712	F	03.02.2022	17,6	27,7
H2	ID0393	F	29.07.2016	33,1	32,4
H2	ID7309	F	11.11.2015	32,5	34,2
H2	ID2908	F	12.04.2018	27,1	27,3
H2	ID3034	F	29.07.2016	29,4	30,5
H2	ID7343	M	11.11.2015	41,8	41,9
H2	ID7338	F	N	45,8	44,9
H2	kostroun	M	N	21,7	22,5
H2	ID7144	F	11.11.2015	32,2	32,4
H2	ID0743	M	28.07.2019	24,7	24,3
H2	ID5254	F	28.07.2019	29,3	29
H2	ID6412	F	28.07.2019	26,7	26,9
H2	TET49	F	28.07.2019	27,7	28,1
H2	TET57	M	28.07.2019	26,5	29,1
H2	TET58	F	28.07.2019	26,7	26,6
H2	TET56	M	28.07.2019	30,3	30,7
H3	ID9241	F	23.09.2019	22,2	25,7
H3	TET126	F	17.07.2018	30,7	34
H3	ID8425	M	30.08.2012	41,2	46,8
H3	ID8445	F	12.08.2013	31,8	35,5
H3	ID8451	M	30.08.2012	47,9	51,3

H3	ID8449	M	30.08.2012	31,8	33,1
H3	ID5268	F	25.05.2020	25,2	26,2
H3	ID7186	M	08.11.2021	19	24,3
H3	ID8461	M	30.08.2012	38,3	43,1
H3	TET128	M	10.10.2018	31,3	33,1
H3	ID7303	F	12.08.2013	39,6	39,9
H3	ID7180	M	03.08.2021	22,4	30,1
H3	ID7141	F	08.11.2021	17,6	22,3
H3	ID7183	F	03.08.2021	21,3	27,2
H6	ID7061	M	16.09.2020	29,6	31,8
H6	ID9856	F	12.04.2018	63,5	57,6
H6	ID7307	M	2014	43	48,1
H6	TET67	F	10.12.2019	30	33,9
H6	výrůstek	F	07.10.2019	47,2	50,5
H6	ID4431	F	10.12.2019	32,6	35,4
H6	ID3753	F	27.02.2020	28,2	29,8
H6	ID4317	F	10.12.2019	37,2	40,3
H6	TET123	M	16.09.2020	29,9	35,5
H6	TET79	F	16.09.2020	27	31,3
H6	TET59	F	07.10.2019	47,9	51,7
H6	TET124	F	16.09.2020	32	36,1
H6	ID5394	F	16.09.2020	27	31,5
H6	ID2046	M	2014	44,4	46,7
H6	ID2391	M	10.12.2019	32,6	35,9
H6	TET68	M	27.02.2020	40,1	43,3
H6	TET125	F	27.02.2020	28	31,7
H6	TET78	F	16.09.2020	28,7	31
H6	TET89	M	16.09.2020	26,3	29,1
H6	TET69	F	07.10.2019	34,5	37,4
H9	TET9	F	N	51,5	50,1
H9	TET15	F	N	52,8	55,9
H9	TET28	F	N	60,9	60,7
H9	TET18	F	N	38,9	40,5

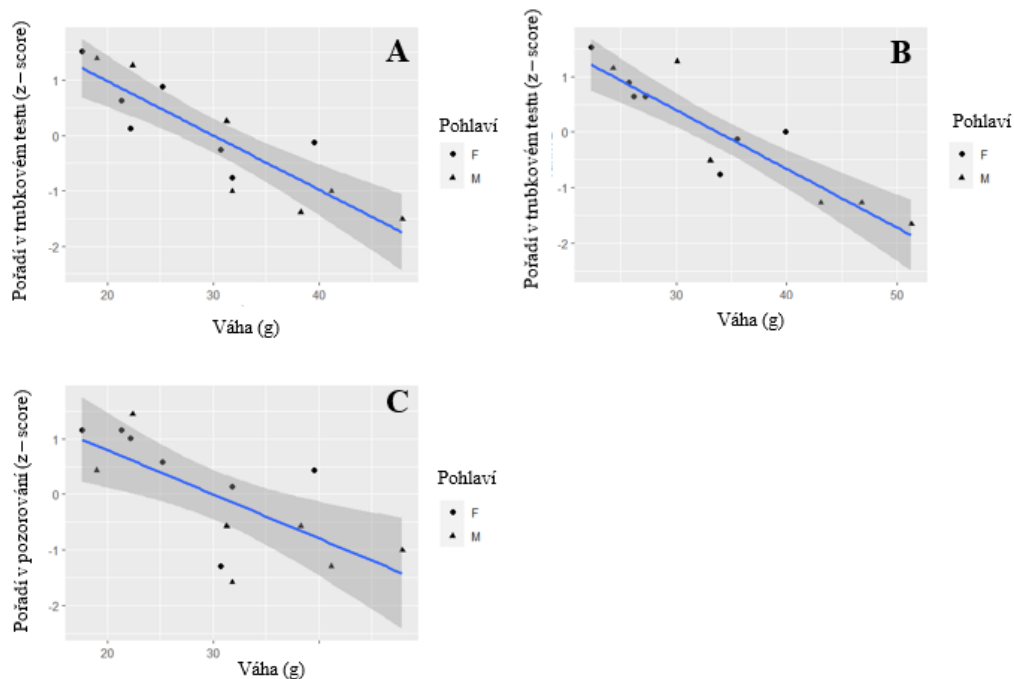
H9	ID4132	F	N	30,8	30
H9	TET45	F	N	50,3	49,4
H9	TET47	M	N	46,8	49,4
H9	TET26	F	N	48,8	50,7
H9	ID5245	M	N	34,2	35,7
H9	TET3	M	N	37,1	38,7
H9	TET48	F	N	20,7	27,9
H9	ID8373	F	N	62	65,4
H9	TET16	F	N	34,8	
H9	TET25	F	N	33,7	42,3
H9	TET24	F	N	46,6	46,9
H9	TET13	F	N	52,5	52,1
H9	TET36	M	N	54,3	54,2
H9	TET39	F	N	35,5	37,5
H9	TET38	F	N	33,8	34,6
H9	TET27	F	N	33,2	35,9
H9	ID9351	M	N	29,2	
H9	ID5101	M	N	26,6	29,9
H9	ID9246	F	N	39,2	41,6
H9	ID8052	F	N	23,6	24
H9	TET35	M	N	53,3	56,4
H9	TET37	F	N	25,6	30,7
H9	TET46	F	N	21,5	24,8
H9	TET23	F	N	22,3	25
H9	ID6704	M	N	45,5	48,5
H9	TET34	M	N	44	43,2
H9	TET29	F	N	36,4	39,5
H9	TET17	F	N	41,3	45,7
H9	TET14	M	N	54	59
H9	TET19	F	N	39,3	43,7



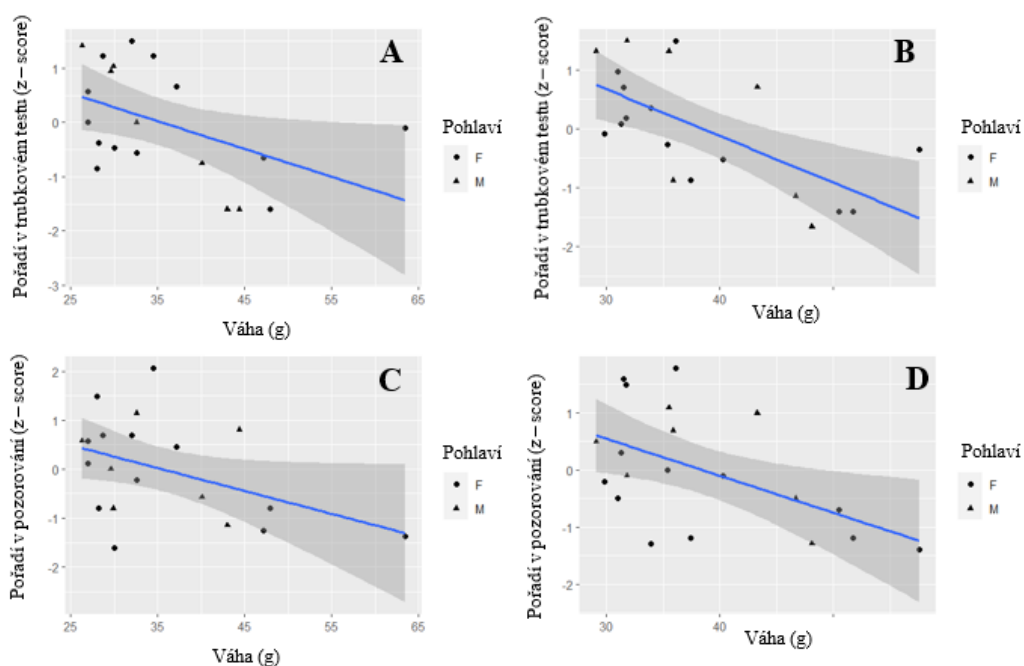
Obr. 11: Vztah mezi váhou a pořadím rodiny HG1 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2 (D) průměr z pozorování 3 a 4.



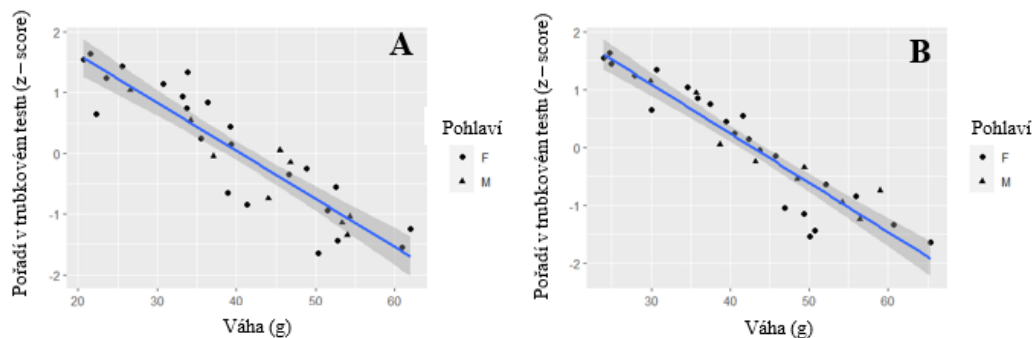
Obr. 12: Vztah mezi váhou a pořadím rodiny HG2 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2 (D) průměr z pozorování 3 a 4.



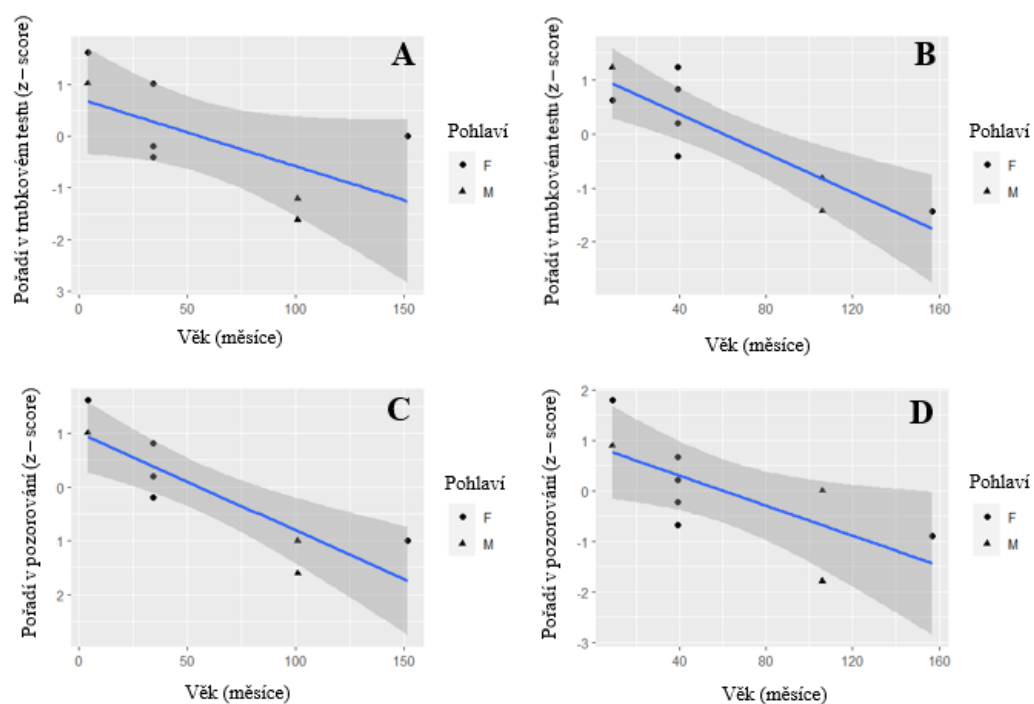
Obr. 13: Vztah mezi váhou a pořadím rodiny HG3 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2.



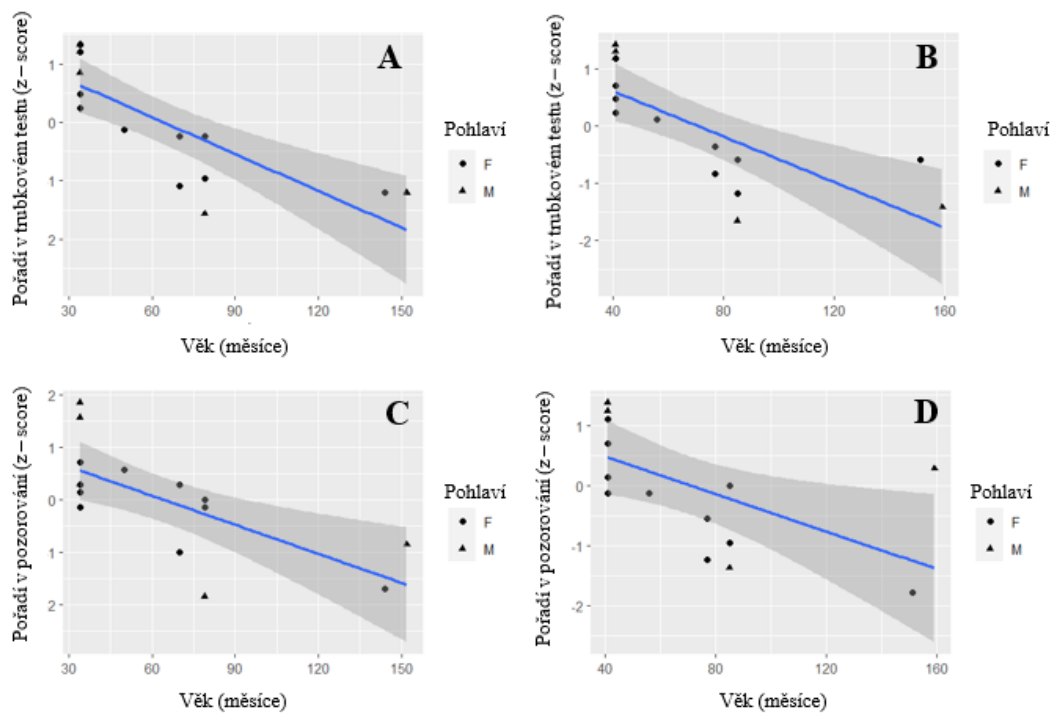
Obr. 14: Vztah mezi váhou a pořadím rodiny HG6 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2 (D) průměr z pozorování 3 a 4.



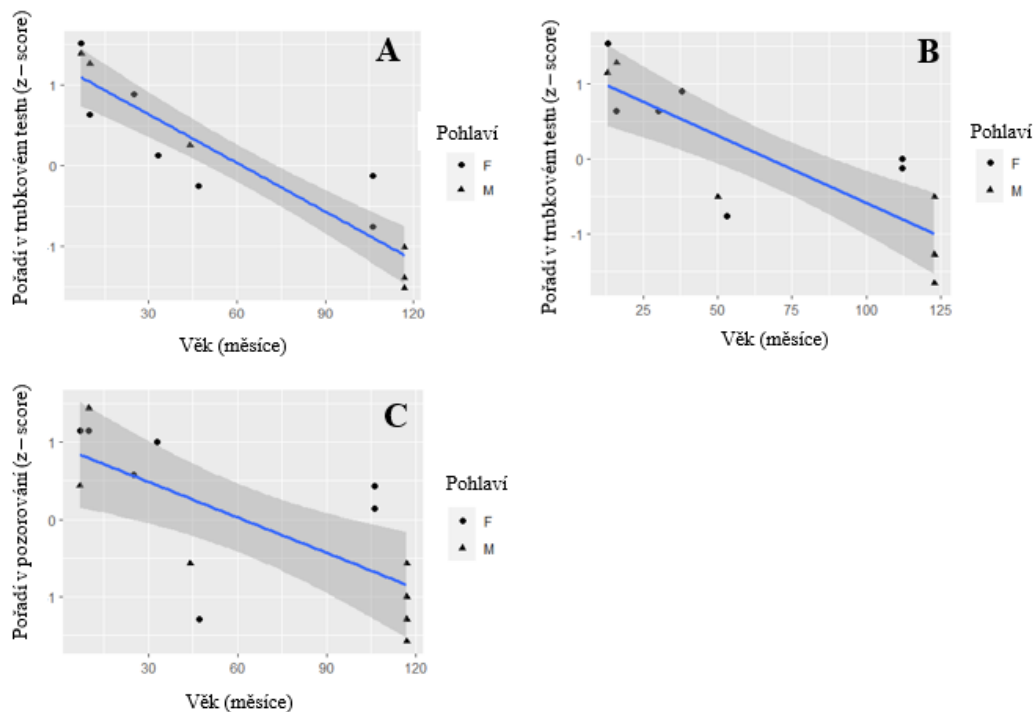
Obr. 15: Vztah mezi váhou a pořadím rodiny HG9 na základě z-score (A) trubkový test 1 (B) trubkový test 2.



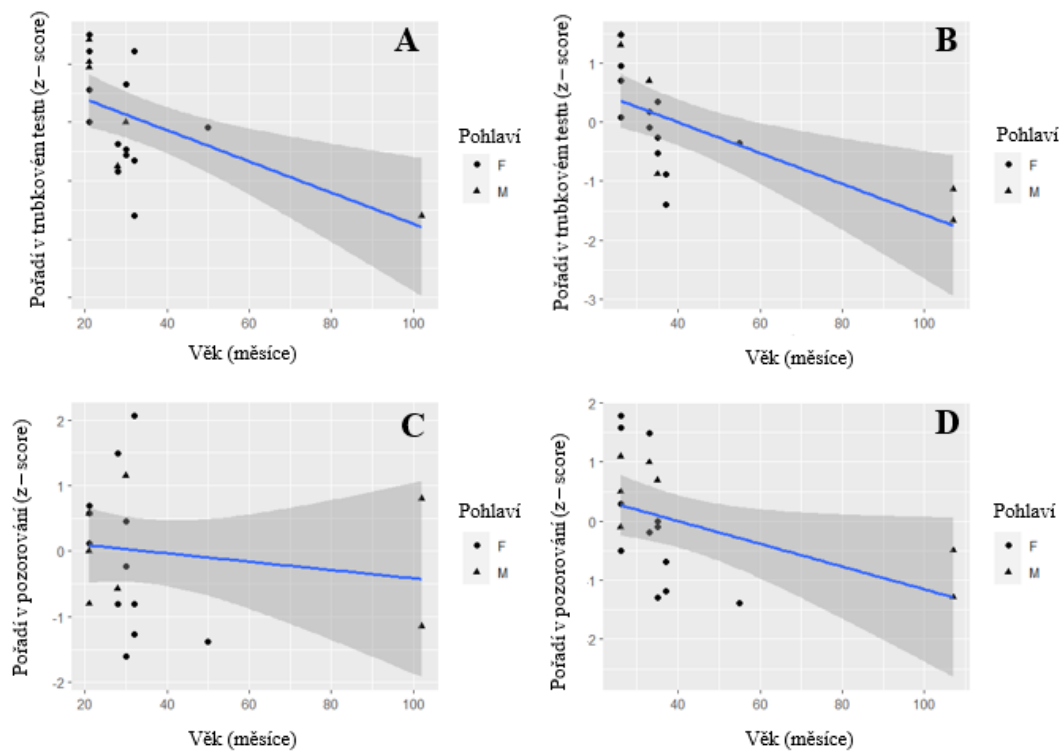
Obr. 16: Vztah mezi věkem a pořadím rodiny HG1 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2 (D) průměr z pozorování 3 a 4.



Obr. 17: Vztah mezi věkem a pořadím rodiny HG2 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2 (D) průměr z pozorování 3 a 4.



Obr. 18: Vztah mezi věkem a pořadím rodiny HG3 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2.



Obr. 19: Vztah mezi věkem a pořadím rodiny HG6 na základě průměrů z-score z časově bližších testů (A) průměr z trubkového testu 1 a 2 (B) průměr z trubkového testu 3 a 4 (C) průměr z pozorování 1 a 2 (D) průměr z pozorování 3 a 4.