

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta**



**Bakalářská práce**

***Lokomotorická aktivita savců a její  
stanovení v laboratorních podmínkách***



**Miroslava Matějovská**

**Školitel: doc. RNDr. František Sedláček, CSc.**

**České Budějovice**

**2009**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta  
**Bakalářská diplomová práce**  
**2009**

Matějovská, M. (2009): Lokomotorická aktivita savců a její stanovení v laboratorních podmínkách. (Locomotor activity of mammals and its determination in laboratory conditions) Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace: I tested locomotory activity of common vole by means of Open-field and Wheel-running tests and evaluated their relationship by means of linear regression. The correlation is among these tests weak. That means that probably simple running activity of voles does not influence results of Open-field test and is not involved in locomotory side of their exploratory behaviour.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, dne 30.4.2009

.....  
Miroslava Matějovská

## **Poděkování**

V první řadě bych ráda poděkovala mému školiteli Františku Sedláčkovi za trpělivé vedení a jeho drahocenný čas. Simoně za pomoc s vyhodnocováním dat. Dále děkuji Petře Lantové za pomoc s přípravou pro testování hrabošů. V neposlední řadě patří mé veliké díky rodině a Oldovi za jejich finanční pomoc a psychickou podporu.

## **OBSAH**

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod.....   | 2  |
| 1.1. Literární přehled.....  | 2  |
| 1.1.1. Existuje behaviorální parametr – vrozená denní suma lokomotorické aktivity?.....            | 2  |
| 1.1.2. Je lokomotorická aktivita korelována se somatickými parametry?.....                         | 5  |
| 1.1.3. Je lokomotorická aktivita korelována s jinými behaviorálními parametry?.....                | 6  |
| 1.1.4. Existují odlišné výkony lokomotorické aktivity podle toho jakou metodou je stanovena? ..... | 8  |
| 2. Materiál a metodika.....  | 10 |
| 2.1. Cíl práce .....   | 10 |
| 2.2. Zvířata .....   | 10 |
| 2.3. Wheel–running.....  | 10 |
| 2.4. Open–field.....   | 10 |
| 2.5. Statistické zpracování dat.....   | 11 |
| 3. Výsledky.....   | 12 |
| 3.1. Podílí se dobrovolné běhání, stanovené v běhacím kolečku, na výkonu v Open field testu? ..... | 12 |
| 4. Diskuze.....  | 13 |
| 5. Literatura.....   | 15 |
| 6. Příloha .....   | 20 |

# 1. Úvod

Téma mé bakalářské práce navazuje na pokusy kolegů, kteří se zabývali personalitou u hraboše polního. V této studii se objevila otázka běhavosti (dobrovolného běhání v kolečku) jako jedné z možných součástí personality, a proto jsem se o toto téma zajímala blíže a rozhodla se o něm napsat bakalářskou práci.

## 1.1. Literární přehled

### *1.1.1. Existuje behaviorální parametr – vrozená denní suma lokomotorické aktivity?*

#### 1.1.1.1. Lokomoce

Lokomoce je důležitý aspekt v chování u různých druhů živočichů. Maximální lokomotorická schopnost (maximal locomotor abilities) může být důležitá při úniku před predátory, pro chycení kořisti, při sociálním chování a v neposlední řadě pro rozmnožování (Miles, 2004; Perry et al., 2004). Energetická spotřeba během lokomoce může být hlavní částí celkové denní energetické spotřeby některých savců (Garland 1983; Gorman et al. 1998; Girard, 2001). Podle Dickinsona et al. (2000): „Lokomoce .. je chování, co nejvíce diktuje morfologii a fyziologii zvířat“. Evoluční tlaky na rychlost, přizpůsobivost nebo pro bezpečný pohyb často formují design organismů. Lokomoční výkon je mezi druhy značně rozdílný a je spojen s několika morfologickými specializacemi asociovanými s dobrovolným běháním. Běhavá zvířata mají dlouhé a lehké končetiny, díky kterým se jim prodloužila délka kroku (Myers a Steudel, 1985; Steudel, 1990). To způsobilo redukci energetických nákladů. Tento způsob je výhodný pro zvýšenou rychlost běhání a výdrž. Mohlo by se zdát, že zvířata s vyšší denní sumou uběhlé vzdálenosti a rozsahem obývaného území by mohla mít vyvinuty nižší náklady na pohyb. Více zdatní běžci by mohli spotřebovat méně energie pohybem na určenou vzdálenost nebo by se mohli pohybovat rychleji za stejné náklady. Studie

srovnávající způsoby lokomotorického chování, včetně motivace, výkonnosti pohybu a doprovodných morfologických a fyziologických znaků jsou na počátku (viz. Rezende, 2006).

#### 1.1.1.2. Rozdíl aktivity mezi druhy a pohlavími

Pro různé fyziologické studie se používají myši či krysy, které jsou po několik generací selektované pro vysokou běžeckou aktivitu. Toto je realizováno tak, že je umístěno k mláděti do výběhu kolečko na běhání a do chovu jsou vybráni jedinci s vyšší lokomotorickou aktivitou (Swallow et al., 1998).

Při testech lokomotorické aktivity a rotačního běhání bylo zjištěno, že hraboši polní vykazují zcela jinou aktivitu, než která je známa u laboratorních myši a potkanů (Marczinki, 1998). Selektované myši uběhnou větší vzdálenost, protože běhají rychleji, ale ne proto, že by trávily delší čas běháním (Girard et al., 2001). Samci a samice hrabošů se neliší naměřenou rychlostí lokomotoriky, ale samci vykazují více pohybů než samice (Mead et al., 1996). U potkanů a laboratorních myši je výrazný rozdíl mezi pohlavím. Samice totiž vykazují vyšší pohybovou rychlost než samci. Tyto pokusy ukázaly, že mezi pohlavími existují ještě další faktory. V úvahu je brán stres jako hlavní faktor, který určuje rozdíl aktivity mezi pohlavími. Samice krys vykazují větší stresové chování než samci (Boissy, 1994; Wilson et al., 1994). Z výzkumu individuálních rozdílů chování u laboratorních myši a krys vyplývá, že jedinci, kteří vykazují standardní chování jsou pak lepší ve zvládnání změn prostředí a jsou více flexibilnější v odpovědi na změny v sociální i nesociální situaci. U těchto jedinců stres nehraje hlavní roli v jejich chování (Benus et al., 1987, 1990).

#### 1.1.1.3. Selektce u laboratorních myši

Myši selektované na zvýšený pohyb se používají ke studiím genetiky a evoluce lokomotorického chování. Co odlišuje selektované myši je odlišná biochemie, fyziologie a morfologie, která jim umožňuje více běhat (Garland, 2003). Spontánní dobrovolné běhání ukazuje značnou individuální variabilitu u hlodavců, která je dědičná (Swallow, 1998). Dlouhodobý přístup ke kolečku umožňuje vyvolání rozmanitých fyziologických adaptací (Harpur, 1980), včetně zvýšení maximální aerobní kapacity (Lambert and Noakes, 1990, Swallow et al., 1998) a zvýšení aerobní svalové enzymové aktivity (Rodnick et al., 1989).

Celková aktivita, měřená jako počet uběhnutých koleček (dráha) za den, může být chápána také jako rychlost a trvání aktivity. Evoluční posun ke zvýšené celkové aktivitě by mohl zvýšit rychlost nebo množství času stráveného běháním či kombinaci obojího. Dědičnost běžecké aktivity je srovnatelná s dědičností open-fieldové aktivity u myši. Takto uměle selektovaná zvířata běhala až o 75% rychleji (Swallow, 1999). Rozdíl u selektovaných jedinců je v motivaci k běhu. Pokud myši odvozuji nějaké potěšení z běhu v kolečku, pak to by vysvětlilo, proč tolik běhají, protože běh v kolečku není cíleně orientované chování (Sherwin, 1998). Selektovaná linie není aktivnější než kontrolní v prvních třech minutách Open-fieldu (Bronikowski *et al.*, 2001), což je velice důležité, protože by to mohlo znamenat, že jiné geny ovládají aktivitu v novém a jiné ve známém prostředí (DeFries *et al.*, 1970).

#### 1.1.1.4. Aktivita zvířat

Množství druhů terestrických savců má velikost těla pozitivně korelovanou s aktivitou jako indexem rozsahu obývaného domovského okrsku nebo denní uběhnuté vzdálenosti (Garland, 1983; Goszczynski, 1986). Savci mají dle velikosti a fylogenetické pozice svého těla určitý rozsah svého okrsku a uběhnutá vzdálenost je vyšší u zvířat s větší velikostí těla (Swallow *et al.*, 1999).

Důležitým faktorem pro pohybovou aktivitu zvířat jsou cirkadiální rytmy - periodické změny fyziologických funkcí organismů, které mají přibližně jednodenní frekvenci. Cirkadiální rytmy se projevují u tělesné teploty, produkce hormonů a enzymů, intenzitě metabolismu i u samotné pohybové aktivity. Denní rytmy aktivity mohou mít monofázický, difázický nebo polyfázický průběh (Swallow, 1998).

Aktivita je také rozdílná při rozdílných teplotách okolí. Při pokusu byly vybrány skupiny selektovaných myši s vysokou intenzitou běhu a kontrolní myši. Selektované myši měly dle očekávání vyšší běžeckou aktivitu, než kontrolní myši. Při 10°C se u obou skupin snížila aktivita ve srovnání s 20°C. Samotnou maximální rychlost běhu však okolní teplota neovlivňovala. Intenzita klidového metabolismu (RMR – resting metabolic rate) a denní energetický výdej (DEE – daily energy expenditure) se u obou skupin snížil se zvyšující se okolní teplotou. DEE byl významně zvýšen u selektovaných myši. Projevil se u něho významný rozdíl při 30°C a 20°C, ale ne u 10°C. Myši při 10°C byly méně aktivní a reagovaly třesem, ačkoliv byly dobře izolované a svinuté ve svém hnízdě. Rozhodně ale místo toho nezačaly běhat v kolečku pro zvýšení teploty těla. Běžecká aktivita se tedy snižuje

se snižováním okolní teploty u obou skupin. Náklady na transport byly podobné u obou linií (Vaanholt, 2007).

### *1.1.2. Je lokomotorická aktivita korelována se somatickými parametry?*

#### 1.1.2.1. Spotřeba potravy

Při pokusech na samcích krys se ukázalo, že běhání pozitivně koreluje s příjmem potravy a pití a negativně s tělesnou hmotností a váhovým přírůstkem. U zvířat bez přístupu ke kolečku bylo krmení a pití pozitivně korelováno s váhou a váhovým ziskem. Zpočátku přístup ke kolečku redukoval spotřebu potravy, snížil tělesnou váhu a reguloval jí. Toto lze vidět i u vynuceného cvičení, které potlačilo příjem potravy. Po několika dnech se příjem potravy vrátil k normálnímu stavu (Afonso, 2003). Běhání v kolečku zřejmě aktivuje u krys mesolimbický dopaminový systém, který produkuje nechuť. Ta může být způsobena gastrointestinální nevolností z vysoké fyzické aktivity (Lett et al., 1996, 1998, 2001). I stres snižuje příjem potravy u krys. Ten může nastat pouhým přemístěním zvířete do jiného prostředí (změna klece, přidání k dalšímu jedinci), či změnou krmicí nádoby a jejím přesunutím na jiné místo, ať už s potravou novou (Salvy et al. 2003), nebo stejnou (O'Connor et al., 2000).

Spotřeba potravy (energetický příjem) a intenzita pohybu (energetický výdej) jsou důležité faktory k ovlivnění množství tuku v těle. Důležitou roli mají i genetické faktory, které mohou významně ovlivňovat tyto všechny tyto vlastnosti a jejich interakce (Bouchard a Perusse, 1994; Bouchard a Shepard, 1994). Efekty genetických vlivů na aktivitu, spotřebu potravy a množství tuku v těle jsou mnohem méně prozkoumány a jsou na začátku výzkumu. Lachmansingh a Rollo (1994) a Zachwieja et al. (1997) se zabývali efekty jednotlivých genů (ovlivnění se navzájem růstového hormonu a obezity) na aktivitu, spotřebu potravy a tělesné proporce. Dlouhodobý přístup ke kolečku vyvolal u myši zvětšenou spotřebu potravy a snížení tělesného tuku (Bell a McGill 1991; Bell et al. 1997).

Selektovaná linie myší byla ve srovnání s kontrolní linií menší a lehčí (3% samice a 5% samci). Při testech se selektovanými a kontrolními myšmi (z každé skupiny byla polovina



s/bez přístupu ke kolečku) se ukázalo po několika týdnech, že myši s přístupem ke kolečku měly vyšší spotřebu potravy o 22,1% (samice) a 22,6% (samci) ve srovnání se „sedavými“ jedinci. Selektované linie zkonsumovaly 11,0% (samice) a 7,4% (samci) větší množství potravy než kontrolní. Myši s přístupem ke kolečkům redukovaly tělesný tuk ve srovnání s myšmi bez přístupu. Myši ze selektovaných linií měly méně tělesného tuku než jedinci z neselektovaných linií. Spotřeba potravy byla zvýšená se zvýšeným počtem otáček na kole. Jinak řečeno, zvířata co více běhají, vynaloží více energie a potřebují více potravy (Swallow, 2001). Chronické cvičení zahájené před pubertou redukuje, jak svalovinu, tak tuk, zatímco po pubertě cvičení redukuje pouze tuk (Pitts, 1984). Procento tělesného tuku nesignalizovalo významný rozdílný efekt u pohlaví (Swallow, 2001). Tyto výsledky popírají hypotézu, že samice mají schopnost chránit si tukové rezervy jako přizpůsobování k zvětšeným energetickým požadavkům při rodičovské péči (Hoyenga a Hoyenga, 1982; Perrigo a Bronson, 1985).

#### 1.1.2.2. Náklady na pohyb

Maximální dobrovolná běžecká rychlost je negativně korelována s nárůstem nákladů na transport (incremental cost of transport - COT) u samic, ale ne u samců. Samci, ale ne samice, ze selektované linie vykazovali významně vyšší maximální aerobní kapacitu ( $VO_2$  max) ve srovnání s kontrolní skupinou. Maximální aerobní kapacita je důležitý determinant kapacity pro trvalou aktivitu a může také souviset např. s termoregulační schopností, a celkovou potřebou energie (Hayes a Garland, 1995). Tyto pohlavní rozdíly u selektované linie jsou zřejmě způsobeny rozdílnou tělesnou hmotností a rozdílným chováním při běhu (Rezende, 2006).

#### 1.1.3. *Je lokomotorická aktivita korelována s jinými behaviorálními parametry?*

##### 1.1.3.1. Agrese

Agrese se vyskytuje v mnoha formách a je to důležitý prvek v chování zvířat. Agrese je nepostradatelná pro zvířata, která jsou potravně závislá na tom, co si sama uloví (Ramirez,

1998; Siegel et al., 1999). Mateřská agrese je důležitá při ochraně potomstva (Agrell et al., 1998; Wolff, 1985) a v neposlední řadě agrese mezi samci je používána při vytvoření a ochraně teritoria, na kterém se nacházejí zdroje potravy, úkryty a samice (Brain, 1981; Hurst, 1986; Parmigiani et al., 1998; vom Saal a Howard, 1982). Otázkou zůstává, jak moc je agrese, ať už kořistnická, mateřská či „mezisamcová“, podobná v genetických základech?

U selektovaných linií myší pro vysokou běžeckou aktivitu se ukázalo již několik odlišností od kontrolních. Rozdíly ve velikosti stavění hnízd, ve velikosti tělesné masy, spotřebě kyslíku a potravy atd. Proto je možné, že i agresivita je jiná u těchto selektovaných linií myší. Dobrovolný běh v kolečku je přirozeně odměňující a návykový (Belke a Belliveau, 2001; Nestler et al., 2001; Werme et al., 2002). Výsledky této studie ukázaly, že dobrovolný běh v kolečku souvisí geneticky s kořistnickým útokem. Důležitou úlohu pravděpodobně hraje množství serotoninu, který zřejmě kontroluje agresivitu u jedince. Při injekčním podání dávky serotoninu pokusnému jedinci „mezisamcová“ agresivita klesla, ale nezměnila se kořistnická agresivita. Při vyšší dávce serotoninu ale poklesla i kořistnická agresivita. Další důležitou roli hraje dopamin (Stephen et al., 2003).

#### 1.1.3.2. Stres

V pokusu, kde se zkoumal sociální vztah u myší, se ukázalo, že myši zažívající sociální porážení významně zvyšují běžeckou aktivitu, když je poblíž agresor. Tyto testy ukázaly, že dobrovolné běhání v kolečku je významný parametr v sociálním únikovém chování a může se brát jako spolehlivý index úzkosti přivolený sociálním stresem (Uchiumi, 2008).

#### 1.1.3.3. Stavba hnízda

Hnízdění by mělo ukazovat pozitivní korelaci s úspěšnou produkcí odstavených mláďat. Při pokusu byli použity selektované linie myší pro vysokou míru běhání v kolečku a kontrolní myši. Půlka myší ze selektované linie neměla přístup ke kolečku, druhá polovina ano. To samé bylo provedeno u kontrolní skupiny. Po vyhodnocení dat se ukázalo, že „sedavé“ samice nevykázaly žádný významný rozdíl ve velikosti hnízda. Toto bylo potvrzeno i pro sedavou skupinu samců. U skupiny s přístupem ke kolečku se projevil značný rozdíl ve velikosti hnízda. Kontrolní linie myší, samci i samice, stavěla větší hnízda než selektovaná

linie. Tento rozdíl byl způsobem velikostí těla. Kontrolní linie myši byly větší než selektované linie. Velikost jejich těla tedy hraje důležitou roli ve velikosti hnízda (Carter, 2000). Selektace pro vysokou běhavost by tedy mohla poukazovat na negativní korelační odpověď ve stavění hnízda.

Dobrovolné běhání v kolečku s hnízděním souvisí (myši vybrané pro vysokou míru běhu ukazují redukcí termoregulačního chování – stavby hnízda), což by znamenalo negativní genetickou korelaci (Carter et al., 2000). Zvýšení pohybové aktivity tedy může omezit hnízdění a snížit úspěšnou produkci odstavených mláďat (Bult a Lynch, 1996).

Je možné, že důvodem rozdílných velikostí hnízd u těchto dvou skupin myši je změna v hladinách hormonů nebo neurotransmiterů (Swallow et al., 1998) Myši stavějící malá hnízda ukázaly rozdíl cirkadiálních aktivit a uběhly větší vzdálenosti za den než myši selektované, stavějící velká hnízda a myši kontrolní (Bult et al., 1992, 1993).

#### *1.1.4. Existují odlišné výkony lokomotorické aktivity podle toho jakou metodou je stanovena?*

##### 1.1.4.1. Rozdílnost testování

Jeden druh testu může vyvolat různé reakce u jednotlivých druhů zvířat a také každého jedince působí testování odlišně. Je tedy velmi složité určit, který test je vhodný k jakému měření. Důležité je určit dobu testování, protože každé testované zvíře reaguje jinak v novém prostředí hned na začátku měření a jinak po 3 min. Například pátrací projev se k nové situaci může vyskytovat zpočátku v nízké úrovni, pak se zvýší a nakonec ubývá. Proto i lokomotorická aktivita bude různá (Archem, 1973). Univerzální test pro pohybovou aktivitu zřejmě neexistuje, je ale důležité ze srovnávacího hlediska vždy užívat do detailu stejnou metodiku.

#### 1.1.4.2. Open-field u myši selektovaných pro vysokou běhavost

V linii myši selektovaných na běhavost, jak samci tak i samice, běhají významně více na kolečku než kontrolní linie (Swallow et al., 1999). Tyto rozdíly se ale neprojevily při Open-field testu. Nebyl nalezen rozdíl mezi selektovanými a kontrolními liniemi ani mezi samci a samicemi, např. co se týče času stráveného v úkrytu vs. místa u stěny. Počet pohybů, které myši udělaly od centra arény, se také výrazně nelišil a byl podobný pro obě linie a pohlaví.

Samice jsou obecně více aktivní než samci bez ohledu na selekční historii. Konečný důvod pro tuto aktivitu není znám, ale může vyjadřovat rozdíl v rodičovské péči a potravní strategii v přírodě (Perrigo a Bronson, 1985; Sherwina, 1998). Všechny výsledky podporují názor, že dobrovolné běhání v kolečku a lokomotorické chování v prostředí open-fieldu nejsou nervovou soustavou shodně řízeny, jsou pravděpodobně odlišně geneticky určeny, a faktory prostředí je ovlivňují rozdílně (viz DeFries et al., 1970; Bronikowski, 2001).

## 2. Materiál a metodika

### 2.1. Cíl práce

Zjistit, zda se podílí dobrovolné běhání u hraboše stanovené v běhacím kolečku na výkonu v Open field testu.

### 2.2. Zvířata

Na testování byli vybráni hraboši polní, kteří byli chováni v laboratorních podmínkách. Tito hraboši byli první generací rodičů odchycených v přírodě. Měli pravidelný denní světelný režim L:D 12:12 a přístup k potravě ad libitum. Celkem bylo prověřováno 38 hrabošů, každý oběma testy, ale do statistické analýzy byla zařazena a vyhodnocena data od 17 samců (viz. příloha č.2), a to z toho důvodu, že zbytek hrabošů se kolečku vyhýbal.

### 2.3. Wheel–running

K hrabošům do chovných beden jsem dala na 3 - 4 dny běhací kolečko pro seznámení a naučení se na něm pohybovat. Po těchto seznamovacích dnech jsem každého hraboše izolovala do vlastní bedny, kde jsem připevnila kolečko i s tachometrem, který snímal každý pohyb kolečka. Druhý den jsem hraboše vyměnila, pokusné bedny umyla lihem, aby v nich nezůstaly pachové stopy a aby každý hraboš měl stejné prostředí při testování. Kolečka měla průměr 15cm a každé kolečko bylo omotané muším pletivem, aby hrabošům nepropadávaly tlapy. Tachometr u kolečka zaznamenával celkovou uběhnutou vzdálenost, čas strávený běháním, průměrnou rychlost a maximální rychlost. Údaje jsem odečítala po 5 a 24 hodinách.

### 2.4. Open–field

Tento test je obvykle používán pro studium průzkumného chování případně pro studium lokomotorické aktivity a emočního chování (Swallow et al., 1999). Myši, které v novém prostředí málo chodí, ale často kálí nebo ty, které utíkají, tráví málo času v interiéru

či inklinují k pohybu bez otáčení, jsou klasifikovány jako méně výzkumné a více emočně reaktivní (Bronikowsky et al., 2001)

Hraboši byli umístěni do kulaté arény, která po dobu 5 min byla snímána kamerou. Kamerové záznamy jsem poté vyhodnotila na PC. Změřila jsem velikost hraboše a na folii (viz. Příloha č.1) jsem nakreslila políčka odpovídající průměrné velikosti hraboše. Spočítala jsem kolika poli hraboš přeběhl za snímaných 5 min.

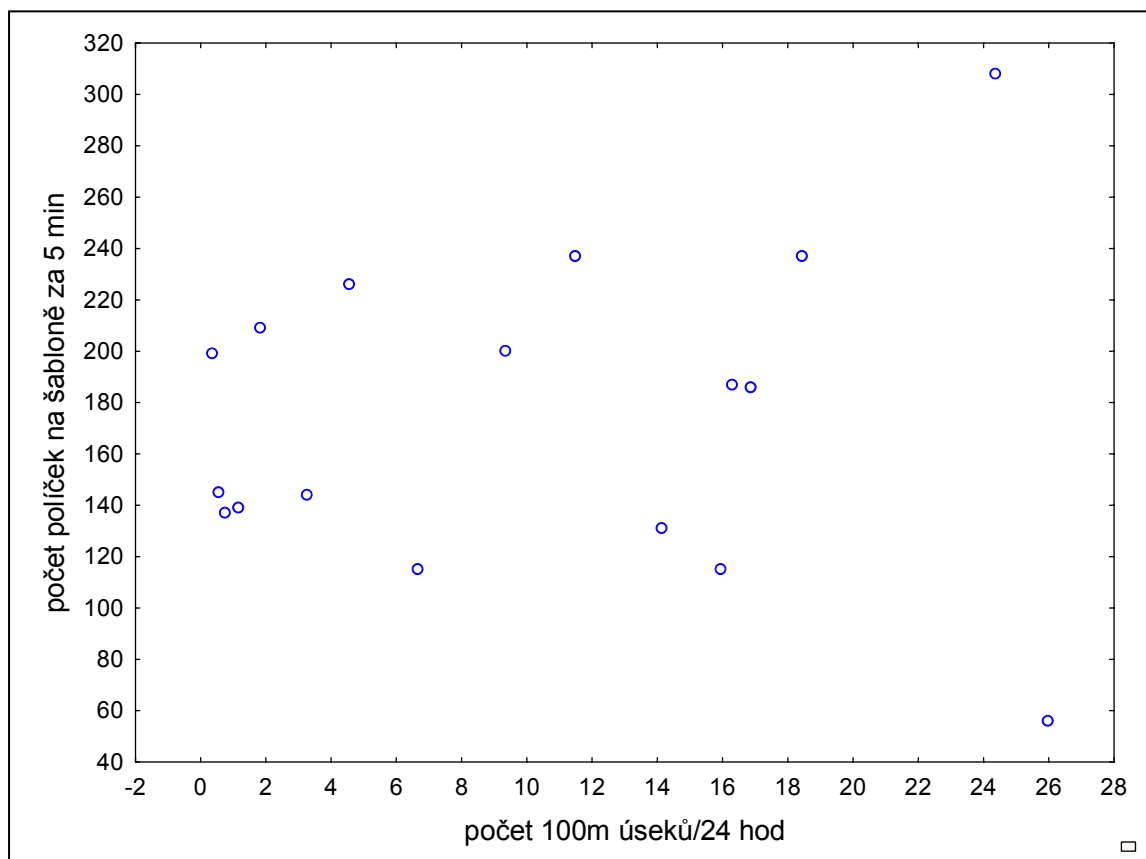
## 2.5. Statistické zpracování dat

Jelikož data neměla normální rozdělení, korelace mezi chováním v OF a WR byla testována pomocí neparametrické Spearmanovy korelace v programu STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc,2007). Vyhodnocena byla jen data od samců (viz. Příloha č.2).

### 3. Výsledky

#### 3.1. Podílí se dobrovolné běhání, stanovené v běhacím kolečku, na výkonu v Open field testu?

Chování v jednom testu neovlivňuje chování v testu druhém (Spearman  $R = 0,07$ ,  $N = 17$ ,  $t(N-2) = 0,27$ ,  $p = 0,789$ ).



Graf č.1: Spearmanův test : test Open-Field (testováno 5 min - osa y) a Wheel-Running (odečet uběhnuté vzdálenosti za 24h - osa x) pro samce

Výsledky nám ukazují, že dobrovolné běhání u samců hrabošů neovlivňuje výsledky testů Open-field a tudíž se nepromítá do lokomoční stránky jejich průzkumného chování.

## 4. Diskuze

Cílem mé bakalářské práce bylo odpovědět na otázky týkající se lokomotorické aktivity savců: 1) Existuje behaviorální parametr – vrozená denní suma lokomotorické aktivity? 2) Je lokomotorická aktivita korelována se somatickými parametry? 3) Je lokomotorická aktivita korelována s jinými behaviorálními parametry? 4) Existují odlišné výkony lokomotorické aktivity podle toho, jakou metodou je stanovena? Po získání náležitých poznatků a zkušeností bylo dalším cílem zhotovit pokus, který se bude zabývat dobrovolným běháním v kolečku u hraboše polního (*Microtus arvalis*) a vyhodnotit, zda bude u hraboše ovlivňovat běhavost jeho chování při Open-field testu.

Výkony lokomotorické aktivity jsou odlišné jak mezidruhově tak vnitrodruhově – především mezi pohlavími. Tento rozdíl je např. patrný u samic laboratorních potkanů nebo laboratorních myší, které běhají mnohem více než samci. Ať už je to linie samic selektovaných pro vyšší běžeckou aktivitu či kontrolní linie. Samice tedy většinou převyšují samce. U hlodavců jsou např. končetinové elementy lehčí a delší, samice jsou menší a lehčí a díky tomu mohou běhat rychleji (Rezende, 2006). Toto ovšem asi neplatí pro hraboše. U hrabošů není rozdíl v běhání mezi pohlavími nalezen nebyl (Marczinki, 1998). V této studii jsme ovšem nemohli pohlavní rozdíly prověřit, protože jsme nezískali u samic dostatečný počet dat. Byli jsme nuceni použít jen výsledky samců.

Rozdíl v aktivitě jednotlivých zvířat je dobře pozorovatelný, pokud je zvíře stresované. Za normální klidové situace zvíře v kolečku vykazuje vysokou aktivitu běhu (Uchiyumi, 2007). V našem případě stres zde pravděpodobně neovlivnil výsledky, protože zvířata byla na běhací kolečko již delší dobu zvyklá. V novém prostředí Open-field testu ovšem zvířata lehce stresovaná mohla být a mohla tak vykazat výrazně nízkou pohybovou aktivitu. Jakmile je jedinec přenesen do nového prostředí, v našem případě do kruhové arény, reaguje na tuto změnu projevem jeho pravého vrozeného emočního chování (Bronikowski et al., 2001). Může se stát, že za klidové situace je zvíře velmi aktivní, ale při pokusu Open-field vůbec nevyleze z úkrytu. Až po několika minutách aklimatizace v novém prostředí začne projevoval své vrozené vlastnosti jako je pátrání, zvědavost a celková aktivita. To může být zdrojem rozdílů mezi Running-wheel a Open-field testem.

Můj pokus, zda existuje vztah mezi Running-wheel testem a Open-field testem, vyšel jako neprůkazný. To znamená, že dobrovolné běhání v kolečku neovlivňuje průzkumné chování zvířete. Tento výsledek může být ovlivněn malým množstvím testovaných zvířat.



Mezi pokusy Open-field a Running-wheel byl delší rozestup a několik zvířat mezitím uhynulo, tudíž nemohly být použity kompletní soubory do vyhodnocení. Větší část samic si překvapivě neosvojila běhací kolečko, a proto jsme je také nemohli zařadit do analýzy. Nicméně neprůkaznost je takového charakteru, že pravděpodobně ani navýšení počtu testovaných jedinců by nepřineslo zásadní změnu vztahu.

Prezentované výsledky tedy ukazují, že dobrovolné běhání v kolečku neboli běhavost jako faktor se nepodílí na chování v prostředí open-fieldu a podporují myšlenku Bronikowského et. al (2001), že chování stanovená v uvedených testech se neopírají o společné geneticky fixované základy.

## 5. Literatura

Afonso V.M., Eikelboom R., 2003. Relationship between wheel running, feeding, drinking, and body weight in male rats. *Physiology and behavior* 80: 19-26

Agrell J., Wolff J.O., Ylonen H., 1998. Counter-strategies to infanticide in mammals: costs and consequences. *Oikos* 83 (3): 507–517

Archem J., 1973. Tests for emotionality in rats and mice: a review. *Animal. Behav.* 21: 205-235

Bell R.R., McGill T.J., 1991. Body composition and brown adipose tissue in sedentary and active mice. *Nutr Res* 11: 633-642

Bell R.R., Spencer M.J., Sherriff J.L., 1997. Voluntary exercise and monounsaturated canola oil reduce fat gain in mice fed diets high in fat. *J Nutr* 127: 2006-2010

Belke T.W., Belliveau J., 2001. The general matching law describes choice on concurrent variable-interval schedules of wheel-running reinforcement. *J. Exp. Anal. Behav.* 75 (3): 299–310

Benus R. F., Koolhass J. M., van Oortmerssen G. A., 1987. Individual differences in behavioural reaction to a changing environment in mice and rats. *Behaviour* 100: 105–123

Benus R. F., Daas S. D., Koolhass J. M., van Oortmerssen G. A., 1990. Routine formation and flexibility in social and non-social behaviour of aggressive and non-aggressive male mice. *Behaviour* 112: 176 –193

Boissy A., 1994. Fear and fearfulness in animals. *Quart. Rev. Biol.* 70: 165–191

Bouchard C., Perusse L., 1994. Heredity, activity level, fitness, and health. Physical activity, fitness, and health. *International Proceeding and Consensus Statement. Human Kinetics.* Chicago, pp 106-118

Bouchard C., Shepard R.J., 1994. Physical activity fitness and health: the model and key concepts. Physical activity, fitness, and health. *International Proceeding and Consensus Statement. Human Kinetics.*, pp 77-88

Brain P., 1981. Differentiating types of attack and defense in rodents, in: Brain, P., Benton, D. (Eds.), *Multidisciplinary approaches to aggression research.* Elsevier, pp. 53–78

Bronikowski A.M., Carter P.A., Swallow G.J., Girard I.A., Rhodes S.J., Garland T.Jr., 2001. Open-field behavior of house mice selectively bred for high voluntary wheel-running. *Behavior Genetics* 31: 309-316

- Bult A., Van der Zee E. A., Compaan, J. C. and Lynch C. B., 1992. Differences in the number of arginine-vasopressin-immunoreactive neurons exist in the suprachiasmatic nuclei of house mice selected for differences in nest building behavior. *Brain Research* 578: 335–338
- Bult A., Hiestand L. Van der Zee E. A. and Lynch C. B., 1993. Circadian rhythms differ between selected mouse lines: a model to study the role of vasopressin neurons in the suprachiasmatic nuclei. *Brain Research Bulletin* 32: 623–627
- Bult A. and Lynch, C. B., 1996. Multiple selection responses in house mice bidirectionally selected for thermoregulatory nestbuilding behavior: crosses of replicate lines. *Behavior Genetics* 26: 439–446
- Carter P.A., Swallow J.G., Davis J.S., Garland T.Jr., 2000. Nesting behavior of mice (*Mus domesticus*) selected for increased wheel-running activity. *Behavior Genetics* 30: 85-94
- Dickinson M.H., Farley C.T., Full R.J., Koehl M.A.R., Kram R., Lehman S., 2000. How animals move: an integrative approach. *Science* 288: 100-106
- DeFries J. C., J. R. Wilson and G. E. McClearn., 1970. Open-field behavior in mice: Selection response and situational generality. *Behav. Genet.* 1: 195–211
- Garland T., Jr., 1983. Scaling the ecological cost of transport to body mass in terrestrial mammals. *Am Nat* 121: 571–587
- Garland T., 2003. Selection experiments: An underutilized tool in biomechanics and organismal biology. *In* V. Bels, J. Gasc, and A. Casinos (eds.), *Biomechanics and evolution*, pp. 23–56
- Girard I., 2001. Field cost of activity in the kit fox, *Vulpes macrotis*. *Physiol Biochem Zool* 74: 191–202
- Gorman M.L., M.G. Mills, J.P. Raath, and J.R. Speakman, 1998. High hunting costs make African wild dogs vulnerable to kleptoparasitism by hyaenas. *Nature* 391: 479–481
- Goszczynski, J., 1986. Locomotor activity of terrestrial predators and its consequences. *Acta Theriologica* 31: 79–95
- Harpur R. P., 1980. The rat as a model for physical fitness studies. *Comp. Biochem. Physiol.* 66A: 553-574
- Hayes J. P. and Garland T., Jr., 1995. The evolution of endothermy: testing the aerobic capacity model. *Evolution* 49: 836–847
- Hoyenga K.B., Hoyenga K.T., 1982. Gender and energy balance: sex differences in adaptations to feast and famine. *Physiol Behav* 28: 545-563

- Hurst J.L., 1986. Mating in free-living wild house mice (*Mus-domesticus*). *J. Zool.* 210: 623–628
- Lachmansingh E., Rollo CD, 1994. Evidence for a trade-off between growth and behavioral activity in giant "Supermice" genetically engineered with extra growth hormone genes. *Can J Zool* 72: 2158-2168
- Lambert M. I. and Noakes T. D., 1990. Spontaneous running increases VO<sub>2</sub>max and running performance in rats. *J. Appl. Physiol.* 68: 400-403
- Lett B. T. and Grant, V. L., 1996. Wheel running induces conditioned taste aversion in rats trained while hungry and thirsty. *Physiology and Behavior*, 59: 699–702
- Lett B. T., Grant V. L. and Gaborko L. L. , 1998. Wheel running simultaneously induces CTA and facilitates feeding in non-deprived rats. *Appetite*, 31: 351–360
- Lett B. T., Grant V. L., Koh M. T., & Smith J. F., 2001. Wheel running simultaneously produces conditioned taste aversion and conditioned place preference in rats. *Learning and Motivation*, 32: 129–136
- Marczinki C., Perrot-Sinal T. S., Kavaliers M., Ossenkop K.P., 1998. Sex Differences in Spontaneous Locomotor Activity and Rotational Behavior in Meadow Voles. *Physiology & Behavior* 65: 387–391
- Miles D.B., 2004. The race goes to the swift: fitness consequences of variation in sprint performance in juvenile lizards. *Evol Ecol Res* 6: 63–75
- Mead L.A., Hargreaves E. L., Galea L.A., 1996. Sex differences in rodent spontaneous activity levels. In: Sanberg, P. R.; Ossenkopp, K.-P.; Kavaliers, M., eds. *Motor activity and movement disorders*. Totowa, NJ: Humana Press Inc. pp.111–139
- Myers M.J. and K. Steudel., 1985. Effect of limb mass and its distribution on the energetic cost of running. *J Exp Biol* 116: 363–373
- Nestler E.J., Barrot M., Self D.W., 2001. DeltaFosB: a sustained molecular switch for addiction. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98 (20): 11042–6
- O'Connor R., Eikelbomm R., 2000. The effects of changes in housing on feeding and wheel running. *Physiology and behavior* 68: 361-371
- Parmigiani S., Ferrari P.F., Palanza P., 1998. An evolutionary approach to behavioral pharmacology: using drugs to understand proximate and ultimate mechanisms of different forms of aggression in mice. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 23 (2): 143–53
- Perrigo G. and Bronson F. H., 1985. Sex differences in the energy allocation strategies of house mice. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 17: 297–302
- Perry G., K. LeVering, I. Girard and T. Garland Jr., 2004. Locomotor performance and social dominance in male *Anolis cristatellus*. *Anim Behav* 67: 37–47

- Pitts G.C., 1984. Body composition in the rat: interactions of exercise, age, sex, and diet. *Am J Physiol* 246: R495-R501
- Ramirez J.M., 1998. Aggression, in: Greenberg, G., Haraway, M.M. (Eds.), *Comparative psychology: a handbook*. Garland Publishing, New York, pp. 625–634
- Rezende E.L., Kelly S.A., Gomes F.R., Chappell M.A., Garland T. Jr., 2006. Effects of size, sex, and voluntary running speeds on costs of locomotion in lines of laboratory mice selectively bred for high wheel-running activity. *Physiological and biochemical zoology* 79: 83-99
- Rodnick K.J., Reaven G.M., Haskell W.L., Sims C.R., Mondon C.E., 1989. Variations in running activity and enzymatic adaptations in voluntary running rats. *J. Appl. Physiol.* 66: 1250-1257
- Salvy S.J., Pierce D.W., Heth D.C., Russell J.C., 2003. Wheel running produces conditioned food aversion. *Physiology and behavior* 80: 89-94
- Sherwin C. M., 1998. Voluntary wheel running: A review and novel interpretation. *Anim. Behav.* 56: 11–27
- Siegel A., Roeling T.A., Gregg T.R., Kruk M.R., 1999. Neuropharmacology of brain-stimulation-evoked aggression. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 23 (3): 359–89
- Stephen C. Gammie, Nina S. Hasen, Justin S. Rhodes, Isabelle Girard, Theodore Garland Jr, 2003. Predatory aggression, but not maternal or intermale aggression, is associated with high voluntary wheel-running behavior in mice. *Hormones and Behavior* 44: 209–221
- Steudel K.L., 1990. The work and energetic cost of locomotion. I. The effects of limb mass distribution in quadrupeds. *J Exp Biol* 154: 273–285
- Swallow J.G., Partner P.A., Garland T.Jr., 1998. Artificial selection for increased wheel-running behavior in house mice. *Behavior Genetics* 28: 227-237
- Swallow J.G., Koteja P., Carter P.A., Garland T.Jr., 1999. Artificial selection for increased wheel running activity in house mice results in decreased body mass at maturity. *Experimental biology* 202: 2513-2520
- Swallow J.G., Koteja P., Carter P.A., Garland T.Jr, 2001. Food consumption and body composition in mice selected for high wheel-running activity. *J Comp Physiol B* 171: 651–659
- Uchiumi K., Aoki M., Kikusui T., Takeuchi Y., Mori Y., 2008. Wheel-running activity increases with social stress in male DBA mice. *Physiology and behavior* 93: 1-7
- Vaanholt L.M., Garland T.Jr., 2007. Wheel- running activity and energy metabolism in relation to ambient temperature in mice selected for high wheel-running activity. *J Comp Physiol B* 177: 109-118

vom Saal F.S., Howard L.S., 1982. The regulation of infanticide and parental behavior: implications for reproductive success in male mice. *Science* 215 (4537): 1270–2

Werme M., Messer C., Olson L., Gilden L., Thoren P., Nestler E.J., Brene S., 2002. Delta FosB regulates wheel running. *J. Neurosci.* 22(18): 8133–8

Wilson M.A., Biscardi R., 1994. Sex differences in GABA/benzodiazepine receptor changes and corticosterone release after acute stress in rats. *Exp. Brain Res.* 101: 297–306

Wolff J.O., 1985. Maternal aggression as a deterrent to infanticide in *Peromyscus leucopus* and *P. maniculatus*. *Anim. Beh.* 33: 117–123

Zachwieja J.J., Hendry S.L., Smith S.R., Harris R.B.S., 1997. Voluntary wheel running decreases adipose tissue mass and expression of leptin mRNA in Osborne-Mendel rats. *Diabetes* 46: 1159-1166

StatSoft, Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.  
[www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)

## 6. Příloha

Příloha č.1



Obrázek 1. Fólie na počítání v OF testu

Příloha č.2

Tabulka č.1 – Přehled naměřených dat

| Č.zvířete | Pohlaví | Wheel-running<br>(počet100m úseků/24 hod) | Open-field<br>(počet políček na šabloně) |
|-----------|---------|---|--|
| 1         | ♂       | 0,36                                      | 199                                      |
| 6         | ♂       | 25,98                                     | 56                                       |
| 16        | ♂       | 1,17                                      | 139                                      |
| 17        | ♂       | 0,55                                      | 145                                      |
| 23        | ♂       | 4,55                                      | 226                                      |
| 24        | ♂       | 3,26                                      | 144                                      |
| 36        | ♂       | 16,30                                     | 187                                      |
| 37        | ♂       | 6,66                                      | 115                                      |
| 38        | ♂       | 24,36                                     | 308                                      |
| 39        | ♂       | 9,34                                      | 200                                      |
| 42        | ♂       | 18,43                                     | 237                                      |
| 43        | ♂       | 11,48                                     | 237                                      |
| 50        | ♂       | 0,75                                      | 137                                      |
| 63        | ♂       | 14,13                                     | 131                                      |
| 71        | ♂       | 1,83                                      | 209                                      |
| 72        | ♂       | 16,86                                     | 186                                      |
| 86        | ♂       | 15,95                                     | 115                                      |