

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA AGROBIOLOGIE, POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ**

**KATEDRA OBECNÉ ZOOTECHNIKY A ETOLOGIE**



**Gepard štíhlý *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1775) a  
specifika jeho pohybové aktivity**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Petra Černá**

**Obor studia: Speciální chovy**

**Vedoucí práce: Ing. Renata Masopustová, Ph.D.**

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „**Gepard štihlý *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1775) a specifika jeho pohybové aktivity**“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Praze dne: 5. 4. 2017

---

Petra Černá

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucí své bakalářské práce Ing. Renatě Masopustové, Ph.D. za užitečné rady, odborné vedení při realizaci této práce, vstřícný přístup a poskytnutí potřebných materiálů nezbytných pro dokončení této práce. Dále bych chtěla poděkovat chovatelům z pražské ZOO, kde jsem se seznámila s celodenní aktivitou čtyřčat Beatrice, Bely, Benji a Becky a získala zde důležité informace o jejich životu a pohybové aktivitě v lidské péči. Dále děkuji Antonínu Kaplanovi, za poskytnutí krásných fotek gepardů z plzeňské ZOO. A nesmím opomenout poděkovat své rodině a příteli za velkou psychickou podporu a trpělivost během zpracování této práce.

# Gepard štíhlý *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1775) a specifika jeho pohybové aktivity

## SOUHRN

Tato bakalářská práce se zabývá biologií geparda štíhlého *Acinonyx jubatus* s bližším zaměřením na specifickou morfologii a fyziologii jeho pohybové soustavy, která je v živočišné říši unikátní.

Gepard štíhlý *Acinonyx jubatus* je vysoce specializovanou kočkovitou šelmou z čeledi Felidae, jehož postavení mezi ostatními kočkami je zcela jedinečné. Je znám jako nejrychlejší suchozemský savec díky adaptaci na speciální techniku lovu živé kořisti.

Tělo geparda je morfologicky i fyziologicky stavěné pro rychlost. Unikátní fyziologickou schopností je výsledek vysoce specializované morfologie, zahrnující lehký skelet, dlouhé končetiny včetně jejich dlouhých kostí, malá a štíhlá aerodynamicky efektivní kostra s hlubokým hrudníkem. Lebka je malá s tenkými kostmi a tvář je relativně plochá se zkrácenou délkou čenichu, což umožňuje, že jsou velké oči umístěny tak, aby měly maximální binokulární vidění. Flexe protáhnuté páteře zvětšuje délku kroku. Snížení kořenů horních špičáků umožňuje větší nosní otvor pro zvýšení nasávání vzduchu. To je důležité pro zotavení geparda ze sprintu, který lapá po dechu během dušení kořisti. Vyrovnání kyslíkového dluhu je docíleno zvětšením nosních dutin a průdušek. Jejich tupé nezatažitelné drápy zůstávají nechráněné, protože jim chybí kožní pouzdra. Poskytují tak gepardům dostatečný odraz. Prstní a záprstní polštářky jsou extrémně tvrdé a ostré a jsou přizpůsobené k náhlému „zabrzdní“. Dlouhý, příčně-zploštělý ocas zajišťuje rovnováhu a vyvažuje geparda v průběhu pronásledování kořisti.

Gepardi jsou velice dobře známi spíš jako sprinteři než jako běžci na dlouhé tratě. Používají velký úhlový pohyb kloubů končetin a ohýbání páteře k prodloužení délky kroku. Pohyby jsou vytvářeny aktivací svalů. Svaly gepardů obsahují vysoký podíl rychle se zkracujících svalových vláken. To je velmi prospěšné pro rychlé kmity končetin a zkrácení doby kmitu. Svalová vlákna existují ve čtyřech typech. Mohou být klasifikována do typu I, typu IIa, typu IIb a typu IIx. Typ I je svalové vlákno s vysokými metabolickými výdaji výživy a malou vydanou silou, typ IIa je svalové vlákno s vysokými metabolickými výdaji výživy a vyšší vydanou silou a typ IIb je

svalové vlákno s nízkými metabolickými výdaji výživy a vyšší vydanou silou. Typ IIx má průměrné vlastnosti mezi IIa a IIb. Svaly zadních končetin měly vyšší procento vláken typu II (typy IIa + IIx) než přední končetiny.

Přední končetiny vysoce specializovaných běžců obsahují méně svalové hmoty, protože hrají větší roli při zpomalování ve srovnání se zadními končetinami, které urychlují (akcelerují) těžiště. Štíhlé a dlouhé končetiny zvyšují krokovou frekvenci tím, že umožní končetinám rychlejší přesun a prodlouží délku kroku poskytnutím většího pohonu vpřed. Nejdůležitější morfologické adaptace k vývinu vysokých rychlostí tvoří prodloužení sedací kosti na pánvi, odlišná stavba hlezenní kosti v tarzu a prodloužení patní kosti.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** Gepard štíhlý, *Acinonyx jubatus*, pohybová aktivita, fyziologie, motorika

# **Cheetah *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1775) and the specification of his movement activity**

## **SUMMARY**

This Bachelor's thesis deals with a biology of cheetah *Acinonyx jubatus* with a closer focus on specific morphology and physiology of the movement system, which is unique in the animal kingdom.

The cheetah *Acinonyx jubatus* is a highly specialized feline of the family Felidae, whose position among the other felids is absolutely unique. It is known as the fastest land mammal thanks to adaptation to special technique of hunting live prey.

The body of the cheetah is morphologically and physiologically adapted for the speed. Unique physiological capability is the result of highly specialized morphology, including a lightweight skeleton, long limbs including their long bones, small and slender aerodynamically efficient skeleton with a deep chest. The skull is small with thin bones and face is relatively flat with the shortened length of the muzzle, allowing the large eyes are positioned to have a maximum binocular vision. Flexion of the elongated spine increases the length of step. Reduction of the roots of upper maxillary canines allows a larger nostril to increase air intake. It is important for the recovery from a cheetah's sprint, that is gasping for breath during suffocating his prey. The settlement of oxygen debt is achieved by enlarging the paranasal sinuses and the bronchi. Their blunt non-retractable claws remain unprotected because they lack a skin casing. They provide sufficient reflection to cheetahs. Finger and metacarpal cushions are extremely hard and sharp and they are adapted to the sudden "deceleration". Long, laterally-flattened tail provides equilibrium and balances during cheetah stalking prey.

Cheetahs are well known as sprinters rather than as long-distance runners. They use large angular movement of the joints of the limbs and spine bending to extend stride length. Movements are created by activating the muscles. The muscles of the cheetahs contain a high proportion of fast shortening of muscle fibers. This is very beneficial for the fast oscillations of the limbs and for shortening oscillation period. Muscle fibers exist in four types. Muscle fibers can be classified into type I, type IIa and II b and type IIx. Type I is a muscle fiber with high

metabolic spending of nutrition and issued small force, type IIa is a muscle fiber with high metabolic spending of nutrition and issued higher force and type IIb is a muscle fiber with low metabolic spending of nutrition and issued higher force. Type IIx has average characteristics between IIa and IIb. Muscles of the hindlimbs have a higher percentage of fibers type II (type IIa + IIx) than the forelimbs.

Forelimbs of highly specialized runners contain less muscle mass than the hindlimbs because they have a greater role in slowing down, while the hindlimbs accelerate the center of gravity. Slim and long limbs increase a stride frequency by allowing the limbs to move faster and increase stride length providing more propulsion forward. The most important morphological adaptations to development of high-speed make extended ischias on pelvis, different construction of talus bone in tarsus and the elongation of calcaneus.

**KEYWORDS:** cheetah, *Acinonyx jubatus*, locomotor activity, physiology, motorics

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>3</b>
3.1	STRUČNÝ VÝVOJ TAXONOMIE ŘÁDU CARNIVORA .....	3
3.1.1	Vývoj taxonomického zařazení geparda štíhlého <i>Acinonyx jubatus</i> .....	4
3.1.2	Aktuální taxonomické zařazení řádu dle Wilson a Reeder (2005) .....	4
3.2	STRUČNÝ PŘEHLED BIOLOGIE DRUHU.....	5
3.2.1	Geografické rozšíření druhu .....	5
3.2.2	Ohrožení druhu dle IUCN.....	7
3.2.3	Typy stanovišť obývaných gepardem .....	9
3.2.4	Charakteristika a morfologie druhu .....	10
3.2.5	Hustota populace geparda ve volné přírodě.....	15
3.2.6	Potravní zdroje geparda ve volné přírodě .....	17
3.2.7	Sociální struktura .....	19
3.2.8	Reprodukce .....	20
3.3	INTERAKCE GEPARDA S ČLOVĚKEM.....	23
3.4	FUNKČNÍ ANATOMIE GEPARDA .....	25
3.5	OBECNÁ MORFOLOGIE KOSTERNÍ SOUSTAVY SAVCŮ .....	25
3.5.2	Morfologie kosterní a svalové soustavy geparda štíhlého .....	29
3.6	OBECNÁ MORFOLOGIE A FYZIOLOGIE SVALOVÉ SOUSTAVY .....	37
3.6.1	Struktura svalu .....	39
3.6.2	Fyziologie svalové soustavy geparda štíhlého .....	40
3.7	VŠEOBECNÉ PŘEDPOKLADY LOKOMOCE.....	45



3.8	SPRINTEŘI.....	46
3.8.1	Gepard jako sprinter.....	51
3.8.2	Princip běhu .....	55
3.9	ONEMOCNĚNÍ GEPARDŮ .....	57
3.9.1	Svalové metabolické poruchy .....	58
<b>4</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>59</b>
4.1	DISKUZE K PROBLEMATICE TAXONOMICKÉHO DĚLENÍ .....	59
4.2	DISKUZE K AREÁLOVÉMU ROZŠÍŘENÍ .....	59
4.3	DISKUZE O OHROŽENOSTI DRUHU.....	60
4.4	DISKUZE O PŘÍČINÁCH OHROŽENOSTI GEPARDA ŠTÍHLÉHO.....	60
4.5	DISKUZE O TYPECH STANOVIŠŤ OBÝVANÝCH GEPARDEM ŠTÍHLÝM .....	60
4.6	DISKUZE O CHARAKTERISTICE A MORFOLOGII DRUHU .....	61
4.7	DISKUZE O HUSTOTĚ POPULACE GEPARDA ŠTÍHLÉHO .....	61
4.8	DISKUZE O POTRAVNÍCH ZDROJÍCH VE VOLNÉ PŘÍRODĚ .....	62
4.9	DISKUZE O SOCIÁLNÍ STRUKTUŘE.....	62
4.10	DISKUZE O REPRODUKCI GEPARDA ŠTÍHLÉHO .....	63
4.11	DISKUZE O INTERAKCI GEPARDA S ČLOVĚKEM .....	63
4.12	DISKUZE O MORFOLOGICKÝCH UZPŮSOBENÍCH K RYCHLÉMU POHYBU.....	63
4.13	DISKUZE O OBECNÉ MORFOLOGII KOSTERNÍ SOUSTAVY SAVCŮ .....	64
4.14	DISKUZE O MORFOLOGII KOSTERNÍ A SVALOVÉ SOUSTAVY GEPARDŮ.....	64
4.15	DISKUZE O OBECNÉ FYZIOLOGII SVALOVÉ SOUSTAVY SAVCŮ.....	65
4.16	DISKUZE O FYZIOLOGII SVALOVÉ SOUSTAVY GEPARDA ŠTÍHLÉHO .....	66
4.17	DISKUZE O SPRINTERECH Z VŠEOBECNÉHO HLEDISKA .....	66
4.18	DISKUZE O FAKTORECH SPRINTU GEPARDA ŠTÍHLÉHO .....	67

4.19	DISKUZE O PRINCIPU GEPARDÍHO BĚHU .....	67
4.20	DISKUZE O ONEMOCNĚNÍCH POSTIHUJÍCÍ GEPARDA ŠTÍHLÉHO .....	67
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ .....</b>	<b>81</b>
<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>86</b>

# 1 ÚVOD

Šelmy tvoří velice různorodý savčí řád. Potravu tvoří téměř u všech šelem v různém poměru živočišná potrava - například kočkovití Felidae, kam patří gepard *Acinonyx jubatus*, jsou výhradní masožravci. O ostatních čeledích se dá říci, že jsou všežravci, existují však také výjimky – například panda velká *Ailuropoda melanoleuca*, která je jako monofág výlučným býložravcem. Kočkovití se identifikují podle charakteristického tvaru lebky a podle chrupu s typickými řezáky a špičáky. U kočkovitých šelem nacházíme dokonalé přizpůsobení organismu k aktivnímu lovu živé kořisti. Typická kočkovitá šelma je rychlá, hbitá, s ostrými zuby a drápy, má vynikající sluch, zrak a čich.

Gepard štíhlý *Acinonyx jubatus* je vysoce specializovanou kočkovitou šelmou z čeledi Felidae, jehož postavení mezi ostatními kočkami je zcela jedinečné. Adaptace na speciální techniku lovu živé kořisti dosáhly u gepardů nejvyššího stupně a vyústily v to, že je gepard nejrychlejším suchozemským savcem.

Tělo geparda je morfologicky přizpůsobeno pro rychlý běh, proto dosahují tak neuvěřitelných rychlostí. Nejdůležitějším faktem není jen samotná fyziologie svalstva, která je pro gepardy typická, ale i morfologie kosterní soustavy. Gepardi mají hluboký hrudník a prodloužené končetiny, štíhlé aerodynamické tělo a nezatažitelné drápy, které fungují při odrazu jako hroty u treter. Taktéž je velice důležitý dlouhý ocas, který slouží jako kormidlo pro manévrování při stíhání kořisti. Existuje spousta morfologických a fyziologických přizpůsobení, která napomáhají gepardovi dosáhnout tak vysokých rychlostí a budou podrobně popsány v této práci.

Tato práce bude tedy zejména pojednávat o specifikách morfologie a fyziologie pohybového aparátu geparda, přičemž budou vybrány nejdůležitější aspekty samotné lokomoce. Práce je nejdříve členěna na kapitoly týkající se obecné biologie geparda a poté naváže na funkční anatomii a fyziologii. V této práci se nejprve velice stručně zmíním o obecné morfologii a fyziologii, aby bylo jasné, v čem se gepard odlišuje a v čem vyniká. Nebude chybět ani kapitola o samotné lokomoci a pojednání o sprintu, který ovlivňuje život mnoha druhů zvířat, zvláště geparda, na kterého se v navazující podkapitole zaměřím.

Toto téma jsem si vybrala, protože odjakživa obdivuji gepardy a jejich úžasné schopnosti dosáhnout pohybových rekordů v živočišné říši. Už dlouho je známé, že gepard je nejrychlejším

suchozemským savcem, ale ví se pozoruhodně málo o tom, jak dosáhne tak vysoké rychlosti. Tudiž je mé téma aktuální a ráda bych touto prací shrnula dosavadní poznatky.

## **2 CÍLE PRÁCE**

Cílem bakalářské práce je vyhledání vědecké literatury zabývající se kočkovitou šelmou z podčeledi malých koček Felinae - gepardem štíhlým *Acinonyx jubatus* – z hlediska jeho specifické fyziologie a morfologie, která přímo ovlivňuje jeho pohybovou aktivitu ve volné přírodě.

### 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 STRUČNÝ VÝVOJ TAXONOMIE ŘÁDU CARNIVORA

Jak uvádějí Fejfar a Major (2005) byly pravé šelmy taxonomicky zpočátku řazeny na základě systému, který vytvořil Linnaeus (1758). Zde však ještě nebyl pojmenován řád šelmy jako Carnivora, proto všechny do té doby popsané druhy šelem patřily do řádu Ordo Ferae.

Georges Cuvier, který byl jeden z nejvýznamnějších přírodovědců, pozměnil a rozšířil na základě svých rozsáhlých srovnávacích studií Linného systém. V roce 1817 přišel s novým návrhem, kde byl již řád Ordo Ferae přejmenován na řád Carnivores („praví masožraví“). V tomto řádu popsal čtyři živočišné skupiny. Plantigrades (kam tehdy patřili medvídkovití a někteří kunovití). Dále Digitigrades (někteří kunovití, psovití, cibetkovití, hyenovití, kočkovití). V neposlední řadě sem patřily skupiny Amphibes (ploutvonožci) a nakonec Marsupiaux (vačnatci) (Cuvier, 1817; Fejfar a Major, 2005).

V roce 1945 přírodovědec Georges Gaylord Simpson (1945) vytvořil nový systém a v hierarchii své klasifikace zavedl nové, doposud nepoužité „podkategorie“, např. nadtřída, podtřída, nadřád, podřád, druh, poddruh apod. V této klasifikaci se poprvé objevuje řád s nynějším názvem Carnivora.

V roce 1997 vydali McKenna a Bell (1997) novou, rozsáhlou taxonomickou reklasifikaci všech fosilních i recentních taxonů, založenou na výsledcích důsledné kladistické analýzy velkého množství morfologických znaků.

Skutečný zlom v pohledu na systém savců přišel po roce 2000, kdy největší změnou byla klasifikace organismů dle molekulárních dat, kterou zavedli vědci koncem roku 2002. Tato klasifikace taxonů je založena na sekvenci mitochondriální DNA (viz slovník) pro všechny řády a genomické analýze (viz slovník) s identifikací velmi robustních genomických apomorfních (viz slovník) znaků. Ukazuje se, že v základních rysech jde skutečně o nejstabilnější klasifikaci savců, jaká byla dosud kdy předložena. V této klasifikaci byly řády placentálních savců rozděleny do čtyř nadřádů - Afrotheria, Xenarthra, Euarchontoglires a Laurasiatheria. V souvislosti s šelmami je důležitý nadřád Laurasiatheria, který zahrnuje mimo jiné právě šelmy, hmyzožravce, letouny, kytovce, sudokopytníky, lichokopytníky a luskouny (Fejfar a Major, 2005).

### 3.1.1 VÝVOJ TAXONOMICKÉHO ZAŘAZENÍ GEPARDA ŠTÍHLÉHO *ACINONYX JUBATUS*

Gepard byl nejdříve klasifikován jako druh gepard štíhlý *Felis jubatus* (Schreber, 1775) v rodu *Felis*, avšak taxonomové si brzy uvědomili jeho unikátní postavení mezi ostatními šelmami kočkovitými a převedli jej do samostatného rodu *Acinonyx*, ve kterém je nyní zařazen pouze jeden druh gepard štíhlý *Acinonyx jubatus* (Marker, 2002; Krausman a Morales, 2005; Wilson a Reeder, 2005). Odlišné bylo také dřívější zařazení geparda štíhlého do podčeledi, protože byl oddělen od malých koček díky své odlišné anatomii a byl zařazen do samostatné podčeledi *Acinonychinae*. V současnosti se však moderní analýzy přiklánějí k úzkému fylogenetickému vztahu geparda s rodem *Puma*, proto se gepard spolu s tímto rodem přiřazuje do podčeledi malé kočky *Felinae* (Wilson a Reeder, 2005).

### 3.1.2 AKTUÁLNÍ TAXONOMICKÉ ZAŘAZENÍ ŘÁDU DLE WILSON A REEDER (2005)

Jak uvádějí Wilson a Reeder (2005) gepard štíhlý je jediný recentní druh rodu *Acinonyx*. Je zařazen do čeledi *Felidae* a podčeledi *Felinae*.

Říše: živočichové *Animalia* Linnaeus, 1758

Kmen: strunatci *Chordata* Bateson, 1885

Podkmen: obratlovci *Vertebrata* Cuvier, 1812

Nadtřída: čtyřnožci *Tetrapoda* Gaffney, 1979

Třída: savci *Mammalia* Linnaeus, 1758

Řád: šelmy *Carnivora* Bowdich, 1821

Podřád: kočkotvární *Feliformia* Kretzoi, 1945

**Čeľad:** **kočkovití *Felidae*** Fischer de Waldheim, 1817

Podčeľad: malé kočky *Felinae* Fischer de Waldheim, 1817

**Rod:** *Acinonyx* Brookes, 1828

**Druh:** gepard štíhlý *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1775)

Poddruh: *Acinonyx jubatus jubatus* (Schreber, 1775)

Poddruh: *Acinonyx jubatus hecki* Hilzheimer, 1913

Poddruh: *Acinonyx jubatus raineyi* Heller, 1913

Poddruh: *Acinonyx jubatus soemmeringii* (Fitzinger, 1855)

Poddruh: *Acinonyx jubatus velox* (Heller, 1913)

Poddruh: *Acinonyx jubatus venaticus* (Griffith, 1821)

## 3.2 STRUČNÝ PŘEHLED BIOLOGIE DRUHU

### 3.2.1 GEOGRAFICKÉ ROZŠÍŘENÍ DRUHU

Na konci 19. století byli gepardi hojně rozšířeni po celé Africe a také v Asii, kde jejich výskyt zasahoval od indického poloostrova až po území v Kazachstánu a v jihozápadní Asii (Pocock, 1939). V současnosti pouze zůstávají rozšířené fragmentované subpopulace na obou kontinentech (Durant et al., 2015). Historické záznamy hlásí velké množství gepardů v Asii až do 19. století (Charruau, 2011). V souladu s tím Charruau (2011) uvádí, že komplexní údaje týkající se vztahů populací mezi africkými poddruhy a asijskými poddruhy stále chybějí, protože není jasné, zda asijské populace někdy dosáhly hustoty svých afrických poddruhů.

Gepardi postupně vymizeli ze svých obrovských ploch, které v historii obývali. V Africe jsou nyní známi tím, že přetrvává pouze 10% subpopulace jejich historického rozsahu, zatímco jejich rozšíření v Asii je omezeno pouze na centrální poušť Íránu. Většina gepardů přežívajících v afrických oblastech se vyskytují v jediné přeshraniční subpopulaci táhnoucí se napříč Namibií, Botswanou, jihozápadní Angolou, severem jižní Afriky, jihozápadním Mozambikem a jižní Zambií (Durant et al., 2015) (viz Příloha č. 1, obrázek č. 24).

Gepard štihlý v důsledku úbytku populace nemá tak široký areál rozšíření. Jak již bylo řečeno, nachází se hlavně ve dvou oblastech, a to v částech Afriky a Asie. Dříve byli nalezeni ve 44 zemích Afriky a Asie, ovšem v současné době jsou gepardi omezeny na fragmentované subpopulace ve 29 afrických státech a zbytkové subpopulace v Íránu a Pákistánu (Marker, 2002). Přes své rozsáhlé geografické rozšíření přes dva kontinenty, je gepard považován za geneticky nedokonale vyvinutý druh (O'Brien a Johnson, 2005). Tato nízká genetická variabilita je považována za výsledek bottleneck efektu (viz slovník) na konci pleistocénu (viz slovník) před 10 000 a 12 000 lety a byla nabídnuta jako možné vysvětlení poklesu populace (Charrau et al., 2011).

Gepardi jsou celosvětově náchylní k vyhubení a kriticky ohrožení ve svém rozšíření v Asii, kde je posledních přežívajících 70 – 110 jedinců, a to pouze v Íránu (Charruau et al., 2011). Dle informací z IUCN z roku 2015 je gepard štihlý rozšířen v několika zemích Afriky a Asie. Jedná se o Alžírsko, Angolu, Beninskou republiku, Botswanu, Burkinu Faso, Středoafriickou republiku, Čadskou republiku, Etiopii, Keňu, Mali, Mozambik, Namibii, Niger, JAR, Tanzanii, Ugandu,

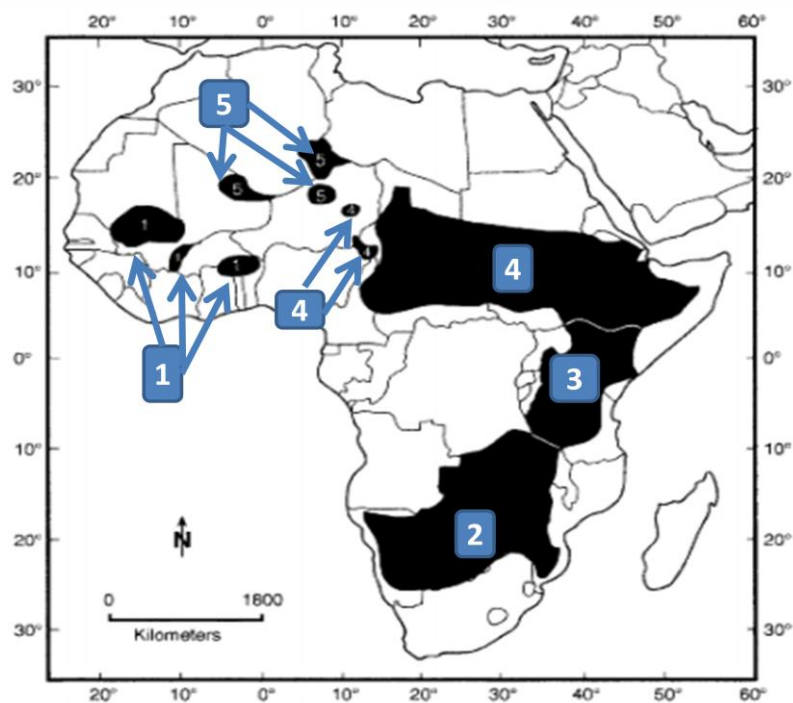
Zambii, Zimbabwe a Islámskou republiku – Írán, Afghánistán, Mauritánie, Súdán (Durant et al., 2015).

V současnosti se gepardi pohybují napříč východní a jižní Afrikou (a malé množství se nachází v Íránu), jako reliktní asijská subspecie (Dobrynin et al., 2015). Známa gepardí populace zahrnuje zhruba 6 700 dospělých a mladistvých zvířat distribuovaných do 29 subpopulací (Durant et al., 2015). V jižní Africe jsou gepardi v současné době k nalezení v Botswaně, Namibii, Jihoafrické republice a Zimbabwe (Kotze et al., 2008).

### 3.2.1.1 Rozšíření druhu na území Afriky

Početní stavy gepardů se do současnosti drasticky snížily v severní a západní Africe (Ray et al., 2005). Jižní a východní Afrika poskytuje tomuto druhu prozatím několik vhodných útočišť, ačkoli i zde existují regiony, kde dochází k podstatnému úbytku stavů. Ve východní Africe je výskyt gepardů nyní potvrzen pouze na 6 % jejich historického rozšíření (Durant et al., 2015).

### 3.2.1.2 Rozšíření jednotlivých poddruhů



**Obrázek 1:** Vyobrazení rozšíření poddruhů geparda štíhlého *Acinonyx jubatus*: Na obrázku lze vidět rozšíření 5 poddruhů geparda štíhlého: území č. 1 je obývané *Acinonyx*



*jubatus heckii*, č. 2 – *Acinonyx jubatus jubatus*, č. 3 – *Acinonyx jubatus fearsoni*, č. 4 – *Acinonyx jubatus soemmerringi*, č. 5 – *Acinonyx jubatus venaticus* (Zdroj: Krausman a Morales, 2005).

Rozšíření poddruhů se v několika ohledech liší. Zatímco Krausman a Morales (2005) udávají, že se na území Afriky vyskytuje 5 poddruhů, včetně *Acinonyx jubatus venaticus*, který je jinak nazývaný „asijský gepard“, tak Wilson a Reeder (2005) popisují 6 poddruhů na území Afriky, kam zařazují i *Acinonyx jubatus raineyi*, u kterého se Krausman a Morales (2005) domnívají, že je extrémně podobný *Acinonyx jubatus jubatus* a proto ho do poddruhů nezařazují.

### **3.2.2 OHROŽENÍ DRUHU DLE IUCN**

#### **3.2.2.1 Obecné informace o IUCN**

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, zkráceně IUCN, je mezinárodní organizace, která byla založena v roce 1948 jako první globální organizace v oblasti životního prostředí. Dnes je největší profesionální organizací, která se zabývá ochranou přírody. IUCN je jednoznačně složena z vlády a organizací občanských společností. Poskytuje veřejné, soukromé a nevládní organizace se znalostmi a nástroji, které umožňují lidský pokrok, hospodářský rozvoj a ochranu životního prostředí. Jejimi členy je více než 1300 organizací, zahrnující 217 vládních a 1 066 nevládních organizací. Pro IUCN pracuje 16 151 vědeckých pracovníků ze 161 zemí světa. IUCN je považována za světovou autoritu o stavu přírodního prostředí a opatření nutných k jeho ochraně. Jejich členské organizace jsou zastoupené Radou IUCN – řídicího orgánu, jenž sídlí ve Švýcarsku. IUCN sekretariát zahrnuje kolem 950 zaměstnanců ve více než 50 zemích světa. Tato organizace se podílí na hledání a vyvíjení řešení při ekologických problémech po celém světě. V současnosti jsou stovky záchranných programů pro ochranu přírody, na kterých se IUCN podílí (IUCN, 2016a).

IUCN mimo jiné sestavila tzv. Červený seznam ohrožených druhů – IUCN Red list, který představuje nejkomplexnější soupis aktuálního stavu ohroženosti živočišných a rostlinných druhů na světě. Na základě jeho silné vědecké základny je považován za nejaktuálnější přehled stavu biologické diverzity a je doplňován a vydáván každé dva roky (IUCN, 2016b).

V Červeném seznamu IUCN je vytvořeno sedm kategorií a tři podkategorie ohroženosti druhů, do kterých se jednotlivé taxony zařazují podle přiděleného stupně ohrožení: **Extinct** (EX) – vyhynulý, **Extinct in the Wild** (EW) – vyhuben v přírodě. Kategorie Threatened je dále rozdělena do tří již zmíněných podkategorií, kterými jsou **Critically Endangered** (CR) – kriticky ohrožený, **Endangered** (EN) – ohrožený a **Vulnerable** (VU) – zranitelný. Čtvrtou kategorií představuje **Near Threatened** (NT) – téměř ohrožený, nižší nebezpečí, pátou je **Least Concern** (LC) – málo dotčený, nižší nebezpečí. Dále jsou již nečíslované kategorie **Data Deficient** (DD) – nedostatečné údaje a **Not Evaluated** (NE) – nevyhodnocený (IUCN, 2016a).

V souvislosti s přidělením statutu ohrožení IUCN podle míry ohroženosti populace geparda štíhlého jsou důležité dvě kategorie: kriticky ohrožený – **Critically Endangered** (CR) a zranitelný – **Vulnerable** (VU).

### 3.2.2.2 Příčiny ohrožení geparda štíhlého *Acinonyx jubatus*

Podle červeného seznamu IUCN lze životaschopné populace geparda štíhlého najít v méně než polovině zemí jeho aktuálního výskytu. Způsobují to konflikty, ztráta kořisti a změny stanovišť. Gepardi, jako masožravci, kteří nikdy nedosahují hustoty více než dva jednotlivci na 100 km<sup>2</sup>, jsou obzvláště náchylní ke ztrátě přírodních stanovišť a fragmentace. Jejich nízká hustota znamená, že populace gepardů vyžadují mnohem větší území a plochy k přežití, než je tomu u ostatních druhů masožravců. A proto jsou obzvláště citlivé na tyto tlaky, které dohromady představují velkou hrozbu pro gepardy (Durant et al., 2015).

Populace gepardů nadále klesají v důsledku ztráty přirozeného prostředí, úbytku kořisti a konflikt s chovem hospodářských zvířat. Také jejich nedostatek genetické rozmanitosti činí tento druh náchylnější k ekologickým a environmentálním změnám (Marker-Kraus a Kraus, 1991).

### 3.2.2.3 Status ohrožení jednotlivých poddruhů

Ne všechny poddruhy patří do kategorie ohroženosti Vulnerable (VU). Poddruhy gepard kapský *Acinonyx jubatus jubatus*, gepard súdánský *Acinonyx jubatus soemmerringi* a gepard východoafrický *Acinonyx jubatus fearonii* jsou označeny jako Vulnerable - zranitelné a poddruhy gepard indický *Acinonyx jubatus venaticus* a gepard severoafrický *Acinonyx jubatus hecki* jako Critically Endangered – kriticky ohrožené (IUCN, 2016c).

Všechny podruhy geparda štíhlého jsou zařazeny v Úmluvě o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a rostlin CITES – Convention on International Trade in Endangered Species of Fauna and Flora, v příloze I – Appendix I (Durant et al., 2015).

### **3.2.3 TYPY STANOVIŠŤ OBÝVANÝCH GEPARDEM**

Kočkovité šelmy obecně obývají různé typy stanovišť ve všech nadmořských výškách - od pouští až po tropické deštné lesy. Vyskytují se přirozeně na všech kontinentech kromě Antarktidy a Austrálie (Wilson a Mittermeier, 2009).

Gepardi jsou rozšířeni především po celé části subsaharské Afriky, vyhýbají se lesům, řídce jsou rozšířeni ve vlhčích lesích. Jsou nejčastěji pozorováni na otevřených travnatých pláních, ale mohou preferovat mozaiku lesů, zvláště křovinaté lesy. Jsou dobře přizpůsobeni také k vyprahlým podmínkám a přežívání v malých populacích okolo centrálních horských saharských oblastí (Wilson a Mittermeier, 2009).

Charruau et al. (2011) uvádějí, že gepardi obývají celou řadu stanovišť. V Africe byli zpozorováni v suchých lesích, v křovinách a hlavně v savanách. Nicméně rozdělení kořisti může ovlivnit preferenci stanoviště. Ze studií se lze dozvědět, že samice gepardů se více drží v hustých lesích, kde se vyskytují impaly. Na druhou stranu samčí koalice se vyhýbají hustým lesům a obývají otevřené savany. Nowak (1999) dodává, že prostředí geparda je různorodé, od polopouští skrz otevřené travnaté půdy do křovinatých porostů. Podle Durant et al. (2015) chybí pouze v tropických a horských lesech. V Íránu se gepardí stanoviště skládá z pouště a na většině území je méně než 100 mm srážek. Terén, ve kterém se pohybují gepardi, je různý. Vyskytují se od plání do podhůří a obývají drsné pouštní pásmo, které stoupá do výšky od 2000 až do 3000 metrů.

Kvůli lovecké strategii jsou gepardi obecně považováni za predátory, kteří preferují otevřené travnaté pláně, i když často obývají celou řadu buší, křovin a „dřevnatých“ stanovišť. Miils et al. (2004) k tomu dodávají, že výběr obývaných stanovišť úzce souvisí s jejich loveckým chováním, tudíž užívání stanovišť ve vztahu ke kořisti, zahrnující dostupnost úkrytů, zabraňující uloupení

skolené potravy. Otevřená krajina je důležitá při stíhání kořisti a místa s vysokou trávou znesnadňují zahlédnutí geparda ještě před vystartováním.

Touto studií se zabývali i Broomhall et al. (2004), kdy v přírodě pozorovali různé koalice, a při pozorování se zjistilo, že samčí koalice o třech členech měla celkem menší velikost domácího okrsku než dospělé samice s adekvátní velikostí. Dále jejich studie popisuje, že jádra domácích okrsků jsou lokalizována v otevřených savanách (obr. 2).



**Obrázek 2: Gepard ve svém přirozeném prostředí:** Fotografie zachycuje geparda v prostředí savan, což je jeho přirozený biotop. Fotografie byla pořízena v Národní rezervaci Masai Mara v Keňi (Zdroj:<http://www.robertwinslowphoto.com/Animals/African-and-Asian-Animals-1/Cheetah/i-n6rWLz6>).

### 3.2.4 CHARAKTERISTIKA A MORFOLOGIE DRUHU

Kočkovité šelmy jsou obecně považovány za vysoce morfologicky uniformní v rámci skupiny šelem (Wilson a Mittermeier, 2009). Gepard *Acinonyx jubatus* byl považován za vzor (paradigma) pro dispozice onemocnění v důsledku ztráty genetické rozmanitosti. Tato druhová monomorfie (viz slovník) byla považována, že je základem jejich celkového špatného zdravotního stavu a ubývající populace v lidské péči (Munson et al., 2005).

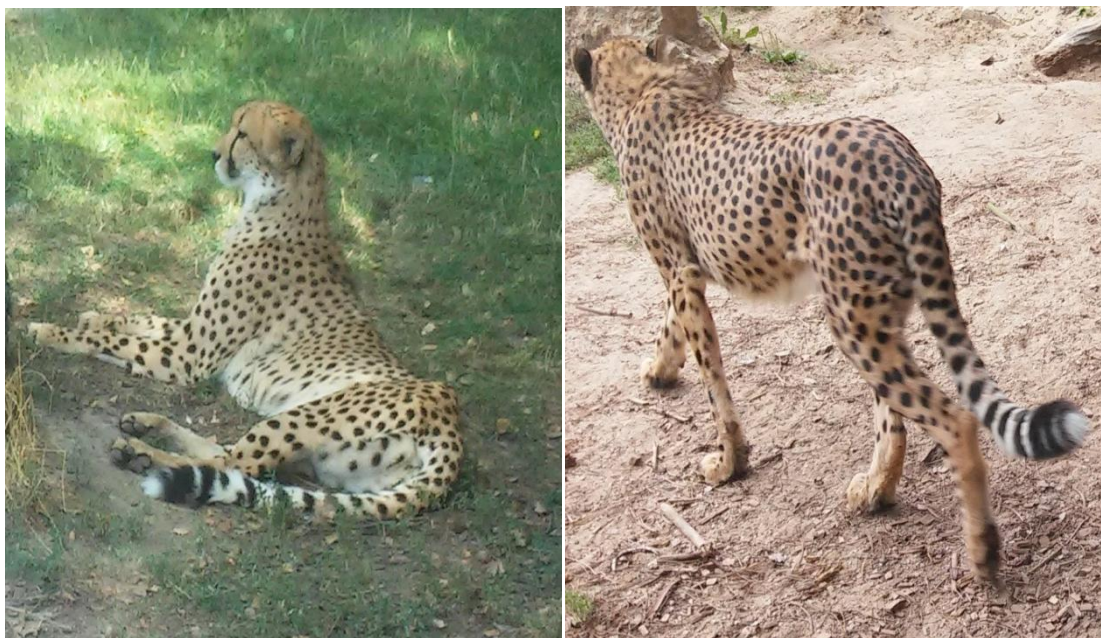
Je známo, že ztráta polymorfismu (viz slovník) je společná mnoha ohroženým druhům, ale zdaleka nízká genetická variabilita koreluje se ztrátou fitness (viz slovník), zůstává stále neprokázané. Ačkoliv většina suchozemských šelem postrádá rozmanitost ostatních savců, gepardi *Acinonyx jubatus* jsou jedineční v rozsahu, v jakém ztratili polymorfismus a tato homogenita (viz slovník) byla podezřívána za základní příčinu jejich špatného zdravotního stavu a reprodukčního selhání v zajetí (Marker-Kraus, 1997).

V zájmu stabilizace populace je nezbytné rozvíjet ochranné strategie. Jedním z nich je identifikace jedinců. Tato identifikace poskytuje vědcům důležité informace o populaci, distribuci, domovských úsecích/obývanému teritoriu, skladbě a dynamiky populace. K tomuto účelu slouží fotografická identifikace. Je to jednoduchá, neinvazní metoda pro identifikaci jednotlivců. S použitím rozlišovací funkce, jako je zbarvení, proužek nebo bodové vzory a další jedinečné vlastnosti v závislosti na druhu. Přičemž nejlepší fotografie pro identifikaci jedince je profil zvířete (Chelysheva, 2004).

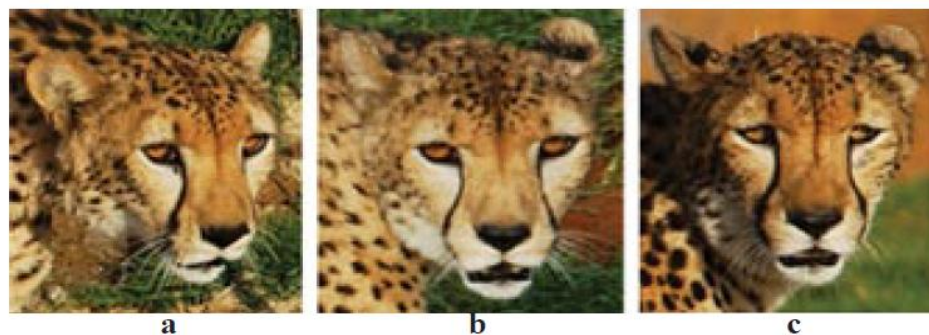
Fotografická identifikace přirozeně označených zvířat je výkonná technika pro získávání informací o chování, velikosti populace a parametru životní historie u volně žijících populací. Přesto zpracování velkého množství fotografií je časově náročné a náchylné k chybám. Touto metodou se zabývala Kelly (2001) a uvádí, že k identifikování jedinců použila 3 - rozměrný (3D) párovací počítačový systém na pomoc při přiřazování téměř 10 000 fotografií tzv. „serengetských gepardů“, což zabralo více než 25 let.

Chelysheva (2004) také zmiňuje, že ocasní kroužky, bodové vzory na obličejí, hrudník, těla a končetiny jsou pro gepardy jedinečné, a proto se používají k identifikaci. Špička ocasu může být bílá, černá anebo bez skvrn. Ocas může mít také až šest kroužků, následovaný polovinou zlomených kruhů, které vypadají jako různé vzory na obou stranách, a proto mohou být použity jako primární identifikační obrazec (obr. 3 a 4) (viz Příloha č. 4, obrázek č. 27). Skvrny na obličejové masce a hrudníku jsou relativně malé, přesto jsou však zřetelné i z krátké vzdálenosti (obr. 5).





**Obrázek 3 - 4: Příklady ocasních kroužků:** Na obou fotkách je zřetelné odlišné kroužkování u gepardích samic. Obě fotografie byly pořízeny v ZOO Dvůr Králové a ocasní kroužkování slouží jako hlavní rozpoznávací objekt (Foto: Petra Černá, 2016).



**Obrázek 5: Identifikace gepardí kresby v obličejové masce:** Na obrázku (a) a (b) je vyobrazen ten samý gepard, zatímco na obrázku (c) je naprosto odlišný gepard. Rozdíly lze například vidět na šířce bílého zbarvení pod vnitřním koutkem oka a umístění rozet na čelní krajině (Zdroj: Chelysheva, 2004).

Kočkovité šelmy jsou pravděpodobně více variabilní ve velikosti než většina ostatních savců (Wilson a Mittermeier, 2009). Velikost těla působí na téměř každý aspekt biologie daného druhu, se značnou vnitrodruhovou variabilitou. Gepardi se údajně liší ve velikosti těla v celé své

zeměpisné oblasti. Protože však morfometrická měření (viz slovník) nebyla prováděna standardizovaným způsobem, není možné vyloučit rozdíly v protokolech měření jako příčina (Boast et al., 2013).

Boast et al. (2013) dále udávají, že volně pohybující se gepardi v Namibii měli kratší tělo a byli štíhlejší než jedinci v sousední Botswaně. Hustota gepardů byla více než třikrát vyšší a velikost domácího okrsku byla více než třikrát menší v Botswaně ve srovnání s Namibií. Z toho vyplývá, že rozdíly v dostupnosti zdrojů mohou být hlavní hnací silou prostorových rozdílů v morfometrických měřeních. Celkově lze říci, že tato studie podporuje použití standardizovaných protokolů pro měření morfologických zvláštností u volně pasoucích se zvířat. Dále bylo prokázáno pomocí lebečního měření, že jednotlivci ze severní Afriky jsou menší než ty ze subsaharské Afriky (Saleh et al., 2001).

Marker (2002) popisuje, že gepard je velká kočka s několika charakteristickými rysy - štíhlé tělo, hluboký hrudník, skvrnitá srst, malá zaoblená hlava, černé „slzy“ - jako pruhy na obličejí (obr. 6) (viz Příloha č. 5, obrázek č. 28)., dlouhé štíhlé končetiny a dlouhý ocas. Gepardi jsou lehce stavění, štíhlí a jsou v ostrém kontrastu s robustní stavbou ostatních kočkovitých šelem. Hlavní rozlišovací znaky geparda jsou dlouhé slzy ve tvaru čáry na každé straně u nosu od rohu očí až k tlamě. Gepardí srst má žlutohnědou barvu s menšími méně zřetelnými skvrnami mezi většími skvrnami a bílé břicho. Blízko ke konci ocasu skvrny splynou do několika tmavých kruhů. Ocas často končí huňatým bílým chomáčkem. Ačkoli gepardí samci jsou často o něco větší než samice a mají o něco větší i hlavy, tak jsou od samice těžko rozpoznatelné.

Mláďata se rodí plně osrstěná s černými skvrnami a našedlým „kabátem“. Mláďata otevírají oči do dvou týdnů a začíná jim na zádech růst delší srst v podobě „hřívy“. Ve věku šest týdnů mají mláďata dlouhou a černou srst (Marker, 2002).

Nowak (1999) popisuje, že celková délka gepardiho těla bez ocasu je 1 120 mm – 1 500 mm. Ocas měří 600 mm – 800 mm, výška v ramenu je 670 mm – 940 mm a hmotnost je 21 – 72 kg. Barva pozadí horních částí je zlatohnědá až žlutohnědá nebo šedavé bílá. A spodní částí jsou bledší, často bílé. Srst je obecně označena kulatými, černými skvrnami ležícími blízko u sebe, ale nejsou uspořádány v rozetách. Poslední třetina ocasu se skládá ze série černých kruhů. Srst je hrubá a na některých místech je delší, zvláště na šiji. Gepardí tělo je štíhlé s velmi dlouhými

nohy, zakulacenou hlavou a krátkými uši. Zornička oka je kruhová. Tlapky jsou poměrně úzké v porovnání s jinými kočkami a vypadají trochu jako psi.

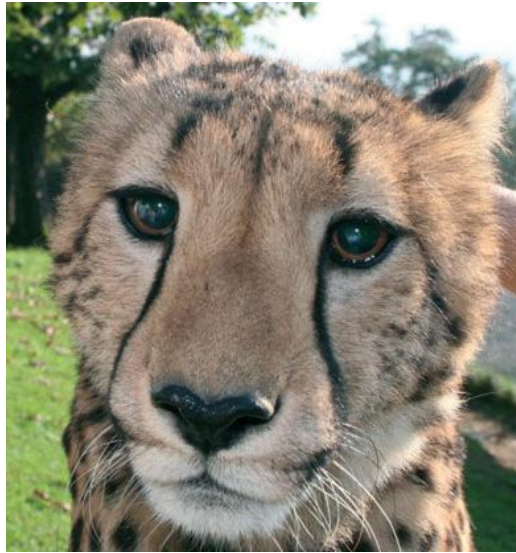
Wilson a Mittermeier (2009) uvádějí podobné údaje, které se ale odlišují v některých detailech. Udávají, že celková délka těla bez ocasu činí 121-145 cm přičemž délka ocasu je 63-76 cm. Průměrná váha samce je 54 kg (39 – 59 kg) a samice je 43 kg (36 - 48 kg). Výška v ramenu je 79 – 94 cm. Déle popisují, že gepardi na Sahaře jsou menší: dva dospělí samci měli výšku v ramenu pouze 65 cm. Oči jsou zespodu bíle lemované, duhovka je oranžově žlutá a zornice je kulatá. Uši jsou malé a široce postavené. Srst dospělců je poněkud tvrdá s krátkými chlupy. Barva srsti je plavá až žlutá, tmavší podél středu zad a srst je rovnoměrně pokrytá malými kulatými černými skvrny. Brada krk a zadní části břicha jsou bílé. Velmi mladí gepardi mají neobvyklé zbarvení, kvůli maskování. Jejich spodní části těla zesvětlí do dvou měsíců, ale bledý plášť mizí pomaleji a jeho stopy jsou stále přítomny na zvířatech ještě rok.

Wilson a Mittermeier (2009) popisují gepardy jako převážně denní savce, kdy soutěží (kompetitují) se lvy a hyenami a jsou méně aktivní. Gepardi stráví většinu dne odpočíváním s loveckými vrcholy mezi sedmou a desátou hodinou a mezi šestnáctou a devatenáctou hodinou.

Samčí a samičí sourozenci mají tendenci spolu zůstat po dobu šesti měsíců po jejich osamostatnění. Samčí sourozenci zůstávají spolu v koaliciích a občas brání teritoria. Samci v koaliciích mají větší pravděpodobnost získání a uhájení teritoria než solitérní samci. Mají mnohem lepší kondici a přístup k samicím. Solitérní dospělci jsou polokočovní s velkým domovským okrskem okolo 800 – 1 500 km<sup>2</sup> (Wilson a Mittermeier, 2009).

Aktivita je většinou denní a úkryt je vyhledáván v husté vegetaci. Je zaznamenán denní pohyb 3,7 km pro samici s mláďaty a 7,1 km pro dospělého samce. Gepard je schopný šplhání a hraní v korunách stromů. Byly zaznamenány odhady maximální rychlosti v rozmezí od 80 do 112 km/hod (Nowak, 1999).





**Obrázek 6: Typická obličejová kresba:** Na fotografii je viditelná obličejová maska s typickým černým proužkováním od koutku oka ke koutkům tlamy. Tato kresba je domorodci vysvětlována různými příběhy (Zdroj: Walser-Reinhardt et al., 2010).

### **3.2.5 HUSTOTA POPULACE GEPARDA VE VOLNÉ PŘÍRODĚ**

Populaci lze chápat jako skupinu jedinců stejného druhu, kteří žijí ve stejné době na stejném stanovišti (viz slovník) v rámci specifikovaných geografických hranic. Striktnější systematická definice předpokládá křížení uvnitř populace a reprodukční izolaci od jiných podobných skupin. Tím umožňuje lépe rozvinout evoluční přístup (Jarošík, 2005). Společenstva sestávají z většího či menšího počtu populací (Townsend et al., 2010).

K pochopení faktorů zodpovědných na dynamiku populací byť i jednoho jediného druhu na jednom jediném místě, musíme znát fyzikálně – chemické podmínky prostředí, dostupné zdroje, životní cyklus organismu a vliv konkurentů, predátorů a parazitů na natalitu, mortalitu, imigraci a emigraci populace (Townsend et al., 2010).

Biologické vlastnosti jedinců a vlastnosti prostředí, ve kterém žijí, formují populační procesy: natalitu (porodnost), mortalitu (úmrtnost) a migraci. Tyto procesy rozhodují o stavu populačních proměnných: populační hustotě (počet jedinců na jednotku plochy nebo objemu), distribuci

v prostoru, věkové struktuře a genové frekvenci, které jsou zpětnými vazbami propojeny s vlastnostmi jedinců a prostředí (Jarošík, 2005).

Populace je tedy tvořena skupinou jedinců, kteří mají vzájemné vazby mezi sebou a vazby s prostředím, ve kterém žijí. Tito jedinci žijí v určitém čase, ve kterém se rodí a umírají (popř. migrují dovnitř nebo ven z vymezené populace). Tím vytvářejí populační proměnné a procesy, které jsou charakteristické pro populaci jako celek. Populační procesy a proměnné tedy představují průměrné hodnoty pro jedince z celé populace, které nutně nemusejí odpovídat individuálnímu chování a vlastnostem žádného konkrétního jedince z této populace (Jarošík, 2005).

Demografický rozbor populací se soustřeďuje na rozbor počtu jedinců a na procesy, které vedou k jejich změnám a populační dynamikou se nazývají populační změny v čase vyjádřené změnami populačních hustot (Jarošík, 2005). Tam, kde je populační hustota (početnost) uvažována jako absolutní počet jedinců v určitém prostoru (plocha, objem), je nutné užívat termínu absolutní populační hustota (početnost) anebo populační denzita. Pokud je počet jedinců uvažován v relativních poměrech, jsou užívány termíny populační hustota (početnost) neboli abundance (Vlasák, 1986). Populace se dá rozdělit na stabilní a nestabilní. Jako stabilní se označují takové populace, které se po narušení vracejí do výchozího stavu. Stabilní populace proto zůstávají po dlouhou dobu ve stavu rovnováhy se svým prostředím. Jako nestabilní se označují populace, které se po vychýlení z rovnováhy do výchozího stavu nevracejí. Stabilita je tedy charakterizována schopností systému vracet se do rovnovážného stavu, zatímco stav nestability tuto schopnost postrádá. Stabilita se dělí na globální (viz slovník) a lokální (viz slovník) (Jarošík, 2005).

Hustota populace geparda se v dobrých podmínkách prostředí pohybuje od 20 do 100 km<sup>2</sup> na jedince. Sezónní koncentrace může dosahovat v některých areálech méně než 2,5 km<sup>2</sup> na jedince. Bylo oznámeno, že některé domácí území měří asi 50 – 130 km. Gepard se vyskytuje samostatně nebo v malých skupinách. Solitérní samci a samice jsou obvykle polokočovni a mohou obsadit větší domovské okrsky, které zaujímají 700 – 1 500 km<sup>2</sup> (Nowak, 1999). Z novějších poznatků od Wilson a Mittermeier (2009) se lze dozvědět, že tyto údaje zůstávají dost podobné, liší se jen v detailech. Udávají, že zaujímají domácí okrsky ve velikosti 800 – 1 500 km<sup>2</sup> a z toho samčí koalice obývají teritoria ve velikosti 12 – 36 km<sup>2</sup>, ale mohou obsadit i 150 km<sup>2</sup>. V tuto chvíli

překrývají teritoria ostatních již žijících živočichů. Skupiny jedinců se vídají buď jako samice s mláďaty nebo dva ze čtyř příbuzných dospělých samců, kteří jsou z vrhu, kde pobývali spolu. Obývají území s vysokou hustotou potencionální kořisti z pravidla tam, kde se samice soustředí na lov. Toto území obvykle měří pouze 40 km<sup>2</sup>. Na rozdíl od samic, jsou samčí území, ať již území jednotlivce nebo koalice, spíše mnohem menší než samičí. Mladé samice obvykle zůstávají na území, které se překrývá s územím jejich matky, zatímco mladí samci opouští své rodné území (Nowak, 1999).

Hustota populace se mění z různých příčin. V jedné studii od Swanson et al. (2014) je řešena problematika afrických lvů, kteří potlačují populaci gepardů a taktéž populaci psů hyenovitých (*Lycaon pictus*) a zkoumají různé mechanismy pro soužití těchto druhů. Protože nejlepší predátoři mohou drasticky potlačit populace menších a slabších predátorů s kaskádovými účinky napříč společenstvím a tento tlak je často nekriticky přijímán jako překážka pro populace tzv. mesopredátorů (menších predátorů).

V kontrastu gepardi nejčastěji využívají oblasti s vysokou hustotou populace lva a stabilita gepardí populace naznačuje, že větší množství lvů nezpůsobilo vymírání a ani vyhýbavé chování nezpůsobilo vliv demografických důsledků na populaci (Swanson et al., 2014).

### **3.2.6 POTRAVNÍ ZDROJE GEPARDA VE VOLNÉ PŘÍRODĚ**

Kočkovité šelmy jsou obecně charakterizovány jako masožravé šelmy, protože vyžadují v potravě mnohem větší podíl živočišné bílkoviny, než je tomu u ostatních šelem (Wilson a Mittermeier, 2009).

Potravní preference u gepardů byla zkoumána v několika studiích. Hayward et al. (2006) ve své studii popsali, že bylo prováděno mnoho studií na gepardí predaci, protože gepard jako charakteristický masožravec je náchylný k vyhynutí. Také uvádějí, že gepardi jsou specializováni k lovu středně velkých kořistí (viz Příloha č. 6, obrázek č. 29). Nicméně jakým druhům dávají přednost, to je předmětem jejich výzkumu. Další výzkum byl také zvlášť prováděn na subpopulaci asijských gepardů v centrálním Íránu, kde nemají gepardi masožravé potravní

konkurenty. Frekvence gepardích útoků byla porovnávána s relativní hojností každého ze základních druhů kořisti (Farhadinia a Hermani, 2010).

Wilson a Mittermeier (2009) udávají, že gepardi jsou specializováni na gazely a na malé až středně velké antilopy jako jejich hlavní kořist. Hlavní kořisti ve východní Africe je gazela Thomsonova *Gazella thomsonii* a gazela Grantova *Gazella granti*, antilopa žirafí *Litocranius walleri*, impala *Aepyceros melampus*, kudu malý *Tragelaphus imberbis*, dikdik *Madoqua*. V jižní Africe převládá kořist složená z antilopy skákavé *Antidorcas marsupialis*, impaly, žirafy a dokonce i buvola. A v centrální Africe převládají buvolec, oribi *Ourebia ourebia*, voduška kob *Kobus kob*.

Podle Wilson a Mittermeier (2009) gepardi mohou zcela přetrvávat na malé kořisti jako je perlička a ostatní na zemi žijící ptáci a zajáci. Ovšem gepardi preferují ulovení co nejvíce dostupné kořisti, která je v rozmezí tělesné hmotnosti od 23 - 56 kg. K zachycení této středně velké kořisti byly vytvořené morfologické adaptace, které slouží k minimalizaci zranění. Shodou okolností jsou přizpůsobeni i na velice rychlé zkonsumování kořisti, než dorazí jiné druhy zvířat, které by jim mohli uloupit skolenou potravu (Hayward et al., 2006). Gepardi také obvykle přicházejí o svou kořist kvůli lvům, leopardům a hyenám. Zřídka si hledají potravu nebo se vrací pro předchozí opuštěnou kořist, ačkoliv mohou zůstat v blízkosti velké kořisti, i díky absenci silnějších predátorů (viz slovník) (Wilson a Mittermeier, 2009).

Gepardi začínají kořist žrát většinou od zadních částí těla. Jedinec dokáže na posezení zkonsumovat až 14 kg masa a skupina čtyř jedinců dokáže zkonsumovat mrtvou impalu do 15 minut. Toto rychle polykání umožňuje zamezit ztrátě kořisti, uloupením jinými potravními konkurenty. Průměrná spotřeba masa jsou 2 - 4 kg na den. Gepardi pátrají po kořisti pohledem. Kořist je vypátrána z výhodného místa. Gepardi preferují přiblížení směrem k dospělé ostražitě kořisti, jdoucí příkrčenou chůzí se zastaví uprostřed kroku nebo se skrčí v případě, když kořist vzhledne. Důležité je, aby byl ve vzdálenosti menší než 50 metrů, před vyražením rychlostí 60 km/hod. Také čekají příkrčení, pokud uvidí pohyb nic netušící kořisti směrem k nim nebo pomalu jdou ke stádu gazel, poté přejdou do sprintu na 60 až 70 m, pokud stádo neuteče. Sprint je zřídka delší než 200 – 300 m, ale dokáže běžet až 600 m (Wilson a Mittermeier, 2009).

I když se udává, že gepardi jsou velmi úspěšnými lovci, je tento názor relativní. Například Wilson a Mittermeier (2009) uvádějí, že v Národním parku Serengeti vědci pozorovali, že asi 50 % gepardích loveckých výpadů bylo úspěšných při ulovení dospělých gazel a 100 % výpadů bylo úspěšných při lovu malých kolouchů. Těmto informacím ale odporují údaje, které popisuje Nowak (1999). Dle tohoto zdroje je naopak naprostá většina lovů neúspěšná. Pokud je lovené zvíře doběhnuto, je obvykle sraženo k zemi pomocí gepardí síly při útoku a poté je chyceno za krk a zardoušeno. Samice s mláďaty uloví každý den průměrně jedno zvíře, zatímco solitérní dospělci loví kořist každých dva až pět dní.



**Obrázek 7: Potrava geparda v lidské péči:** Fotografie byla pořízená v Zoo Plzeň, kdy každý gepard dostává jednou denně králíka (Foto: Antonín Kaplan, 2016).

### 3.2.7 SOCIÁLNÍ STRUKTURA

Gepardi mohou za určitých okolností žít v nestálé sociální struktuře, avšak v přímé závislosti na pohlaví či přítomnosti mláďat u matky. To potvrzují závěry z jednoho výzkumu, kdy bylo v blízkém sousedství nainstalováno více otevřených pastí pro chycení živých gepardů, do kterých se všichni členové sociální struktury chytili ve stejnou dobu. Parametry, jako je velikost koalice,

velikost vrhu a věkově specifická úmrtnost mlád'at, byly stanoveny s využitím údajů z případů, které byly zjištěny při provádění pokusů na zachycené skupině gepardů (Marker et al., 2003).

Samci žijí soliterně nebo se sdružují do stabilních koalicí, které se skládají zpravidla ze dvou až tří jedinců. Oproti tomu jsou samice rovněž samotáři nebo jsou doprovázeny neodstavenými mlád'aty. Některé koalice (viz slovník) se skládají z bratrů, nicméně členy takových skupin mohou být i nepříbuzní jedinci. Samci gepardů se druží s co nejvíce samicemi, které jim však neprokazují žádnou věrnost (Caro, 1994).

Marker et al. (2003) popsali gepardí sociální strukturu velice podobně jako Caro (1994), avšak ještě upřesnili více vymezený věk gepardů. Samci starší 18 měsíců byli klasifikováni jako jednotlivci (samotáři) nebo jako členové samčích koalic. Samice starší 18 měsíců byly klasifikovány jako samotáři nebo skupina matek s mlád'aty. Jako další skupina byla popsána mlád'ata, která byla 18 měsíců stará nebo mladší, a byla bez matky. A nakonec Marker et al. (2003) popsali pohlavně smíšenou skupinu mladých jedinců, ve stáří od 19 do 24 měsíců, u nichž se předpokládalo, že jsou z jednoho sourozeneckého vrhu.

### **3.2.8 REPRODUKCE**

Rozmnožování savců, které je podmíněno účastí dvou jedinců odlišného pohlaví, umožňuje vznik vysokého počtu genových kombinací. Ty dávají vznik odlišným formám, na které působí přírodní selekce. Rozmnožování savců, v porovnání s ostatními obratlovci, dosáhlo nejvyššího stupně vývoje (Vlasák, 1986).

Rozmnožování je sezónní, přičemž mlád'ata se rodí během deštného období, což je v Serengeti od listopadu do května. Gepardi mají velice dlouhý komplex namlouvání. Před porodem si samice vybírá vždy tiché a bezpečné místo ve vysoké trávě, pod stromem nebo v hustém porostu. Váha novorozence činí 200 - 300 g. Slepá a bezmocná mlád'ata jsou rozena v „pelechu“ z vysoké trávy, v houštinách nebo v dočasně vypůjčených doupatech a zůstávají skryta přibližně osm týdnů (Wilson a Mittermeier, 2009). Ačkoliv se mlád'ata rodí slepá a zcela závislá na matce, tak se vyvíjí velmi rychle. Ve čtyřech až deseti dnech mlád'ata otevírají oči a začínají vylézat z porodního doupěte. Ve čtyřech týdnech se jim začínají prořezávat zuby. Z důvodu nebezpečí ze

strany predátorů, je matka po několika dnech přenáší do jiného doupěte. Matka nechává mláďata samotná do věku šesti týdnů, aby jim mohla lovit potravu. Přičemž toto období je pro mláďata velice kritické. Když nejsou pod dohledem matky, napadají je nejrůznější predátoři a jejich mortalita se zvýší až na 90 % (Marker, 2002; Wilson a Mittermeier, 2009).

Nowak (1999) uvádí, že počet mláďat ve vrhu je od jednoho do osmi jedinců (avšak toto číslo se zdá velmi vysoké – poznámka autorky). Obvykle však bývá ve vrhu tři až pět mláďat (viz Příloha č. 2, obrázek č. 25). Gepardí mláďata mají neobvykle vysokou mortalitu kvůli útokům jiných velkých masožravců, a to zejména z důvodu predace lva. Pouze 5 % mláďat dosáhne samostatnosti. Laurenson et al. (1992) dodávají, že predace lvy byla hlavní příčina úmrtnosti, ačkoli některé vrhy byly vědomě opuštěné matkami z důvodu nedostatku kořisti, což je u gepardích matek známý selekční faktor. Matky jsou schopné porodit nové potomky rychle po ztrátě neodstaveného vrhu. Tyto výsledky naznačují, že gepardi nemusejí být schopni udržovat vysoké hustoty v přítomnosti jiných velkých šelem.

Samozřejmostí je, že je rozdíl mezi reprodukcí gepardů chovaných v zajetí a gepardů žijících ve volné přírodě. Wielebnowski et al. (2002) zjistili pomocí neinvazního pozorování a kvantitativního behaviorálního pozorování dopad násilných sociálních podmínek chovu v lidské péči na chování vaječníků a aktivitu nadledvin. Wachter et al. (2011) poukázali na to, že reprodukční aktivity a zdraví gepardích samic jsou determinovány reprodukční historií a věkem, než vrozenými rytmy, stresem způsobeným chovem v zajetí nebo nedostatek genetické rozmanitosti.

### **3.2.8.1 Reprodukce samic**

Samice jsou polyestrické (viz slovník), jejich estrus se opakuje přibližně každých 12 dní. Délka říje se různí od 1 do 3 dnů, ale je kratší, pokud dojde k páření. Gepardi mají vyvolanou ovulaci. Březost trvá průměrně 92 dní (v rozmezí 90 - 98 dní). Interval mezi dalším porodem je dlouhý 15 - 19 měsíců, ale samice jsou připravené jít do říje a zabřeznout ihned po ztrátě mláďete (Wilson a Mittermeier, 2009).

Samičí reprodukce a úmrtnost mláďat byly studovány Laurenson et al. (1992) ve volně se pohybující populaci v NP Serengeti v Tanzánii. Početí byla více frekventovaná v měsících

v období dešťů, pravděpodobně v důsledku zvýšené dostupnosti potravy. Úmrtnost mláďat v tomto období byla extrémně vysoká a gepardi měli jen 6% šanci na dosažení nezávislosti.

### **3.2.8.2 Reprodukce samců**

Samci se stávají pohlavně dospělými mezi druhým a třetím rokem života (Wilson a Mittermeier, 2009). Zatímco Wrogemann (1975) udává jiný termín, a to mezi 13. až 16. měsícem věku.

Wildt et al. (1988) popisují, že volně se pohybující gepardi se špatně rozmnožují v lidské péči. Objevy naznačují, že samci jsou citliví na velké veřejné expozice se spoustou ošetřovatelů, což vede k ohrožení výkonu motility spermií a ejakulaci s mechanismem účinku, nespojený se změnou androgenní (viz slovník) nebo glukokortikoidní exkrece (viz slovník) (Koester et al., 2015).

Průměrně gepardí ejakulát obsahuje 71 % morfologicky abnormálních spermií v porovnání u 29 % u kočky domácí. Tyto výsledky ukazují, že semenné charakteristiky geparda jsou výrazně nižší ve srovnání s kočkou domácí. Vzhledem k tomu, že gepard postrádá genetickou variabilitu, se zdá pravděpodobné, že spermatogenní abnormality jsou genetickým důsledkem genově homozygotních charakteristik tohoto ohroženého druhu (Wildt et al., 1983).



### 3.3 INTERAKCE GEPARDA S ČLOVĚKEM

Po tisíciletí je tu komplex a měnící se vztah mezi kočkami a lidmi. Od nejranějších dob kočky inspirovaly a byly využívány lidmi, zejména jako symboly moci a síly. Nejranější doklady soužití člověka s kočkovitými šelmami (bez definice druhu) jsou zaznamenány v nejznámější jeskynní malbě (obr. 8) z jihozápadní Francie. Tato Chauvetova jeskyně je naleziště jeskynních maleb z období svrchního paleolitu (Wilson a Mittermeier, 2009).



**Obrázek 8: Lvi na lovu:** Na obrázku je zobrazena jeskynní malba z Chauvetovy jeskyně z jihu Francie. Tato jeskyně je vyzdobena nejstaršími malbami, které byly na světě do dnes nalezené (Zdroj: <http://ee.france.fr/cs/news/chauvetova-jeskyne-u-pont-d%C2%B4arc-by-la-zapsana-na-seznam-svetoveho-dedictvi-unesco>).

Lidé ochočovali gepardy a využívali je k lovu nejméně po dobu 4 300 let. Gepardi byli chováni ve starověkém Egyptě, na Sumatře a v Asýrii. Pokud byl lov úspěšný, gepardi byli odměněni porcí ze zabitého zvířete. Pokud by se gepardi pokusili o útěk, zakrátko by byli unaveni a mohli by být snadno chyceni člověkem jedoucím na koni (Nowak, 1999).

V Indii byli gepardi tradičně využíváni k lovu jelenů, gazel a antilop. Běžnou praxí bylo chytit dospělé gepardy, kteří už byli zkušenými lovci, do pastí a lidé je následně vycvičili pro vlastní potřeby lovu. Před začátkem lovu měli gepardi přikryté hlavy a oči kuklami, které jim byly

sejmuty těsně předtím, než byli vypuštěni. Důvodem tohoto počínání byl fakt, že gepardi se takto přímo zaměřili na kořist (Wilson a Mittermeier, 2009).

Vztah mezi člověkem a gepardem se neustále mění, někdy vznikají mezi nimi různé nežádoucí konflikty. Ve studii od Voigt et al. (2014) je možné se dočíst o konfliktu souvisejícím s farmáři. Ve své práci studovali potravu gepardů na zemědělské půdě v Namibii. Zajímala je zvláště otázka, které druhy kořisti gepardi preferují v antropogenně změněné krajině jižní Afriky. Nejdůležitější otázkou v rámci konfliktu s farmáři bylo zjištění, zda gepardi zde lovíli převážně hospodářská zvířata, tedy dobytek, nebo vzácné volně žijící druhy kopytníků – některé nspecifikované druhy afrických antilop, nebo kudu *Tragelaphus* a přimorožec jihoafrický *Oryx gazella*.

### 3.4 FUNKČNÍ ANATOMIE GEPARDA

Wilson a Mittermeier (2009) popisují, že gepardí tělo je stavěné pro rychlost. Tyto kočky mají hluboký hrudník a úměrně delší končetiny než velikostně srovnatelné jiné druhy kočkovitých šelem. Gepardi mají prodloužené končetiny, štíhlé aerodynamické tělo a lebku, a mají nezatažitelné drápy (Dobrynin et al., 2015). Flexe protáhnuté páteře zvětšuje délku kroku. Snížení kořenů horních špičáků umožňuje větší nosní otvor pro zvýšení nasávání vzduchu, což je důležité pro zotavení geparda ze sprintu, kdy lapá po dechu, zatímco dusí svou kořist 20 minut. Jejich tupé nezatažitelné drápy zůstávají nechráněné, chybí jim kožní pouzdra, která se nacházejí u ostatních koček a zajišťují tak dostatečný odraz jako hroty na tretrách u sprinterů. Prstní a záprstní polštářky jsou extrémně tvrdé a ostré a jsou přizpůsobené k náhlému „zabzdění“. Dlouhý, příčně-zploštělý ocas zajišťuje rovnováhu a odklání geparda v průběhu pronásledování kořisti. Gepard má zvětšené průdušky, plíce, játra, srdce a nadledviny (Wilson a Mittermeier, 2009).

### 3.5 OBECNÁ MORFOLOGIE KOSTERNÍ SOUSTAVY SAVCŮ

V této kapitole jsou popsány hlavní a nejdůležitější morfologické adaptace nutné k obratnému rychlému pohybu savců.

Hlavní úlohou apendikulárního (viz slovník) skeletu suchozemských obratlovců je poskytnout pevnou konstrukci, která by odolala zatížení způsobené pohybem. Bezprostředním důsledkem těchto zatížení je vyvolání napětí v kostní tkáni, jehož cílem je vyvolání adaptivního procesu na vlastní zatížení (Rubin a Lanyon, 1982).

Primární odpovědností apendikulárního skeletu musí být podpora zvířete a ne podlomení nebo utrpění vysoké úrovně poškození pod extrémní normální zatížení (Rubin a Lanyon, 1982).

Kosterní soustava je pasivní opěrnou složkou pohybového ústrojí. Skládá se z kostí, chrupavek a jejich spojů, které společně tvoří kostru zvířete. Kostra savců obecně tvoří 29 – 35 % hmotnosti celého těla (Najbrt et al., 1980). Všichni savci mají skeletální podpěrnou strukturu, na kterou se upínají svaly a vazy (obr. 10). Ovšem kostra savců se v mnoha způsobech liší od ostatních skupin obratlovců (Wilson a Mittermeier, 2009). Je plně zkostnatělá a vystavěna z oporných pojiv,

chrupavky a kostní tkáň. Podíl chrupavek a vaziva je ale daleko větší než u ptáků (Gaisler a Zima, 2007). Na kostře lze rozeznat části, pojmenované podle původu kosterního materiálu, jako exoskelet (viz slovník) a endoskelet (viz slovník). Kostru obratlovců lze rozdělit na tři části, a to na kostru trupu, kam patří páteř, žebra a kost hrudní, dále lebku (obr. 9), která má část obličejovou – tzv. *splanchnocranium* a mozkovou tzv. *neurocranium* a jako poslední kostru končetin, která se skládá z kostry volné končetiny a pletence (Papáček et al., 2000).



**Obrázek 9: Lebka geparda *Acinonyx jubatus*:** Na obrázku je názorně vyobrazena typická kulatá gepardí lebka, dlouhé špičáky a část *neurocrania* a *splanchnocrania* (Foto: Petra Černá, 2017).

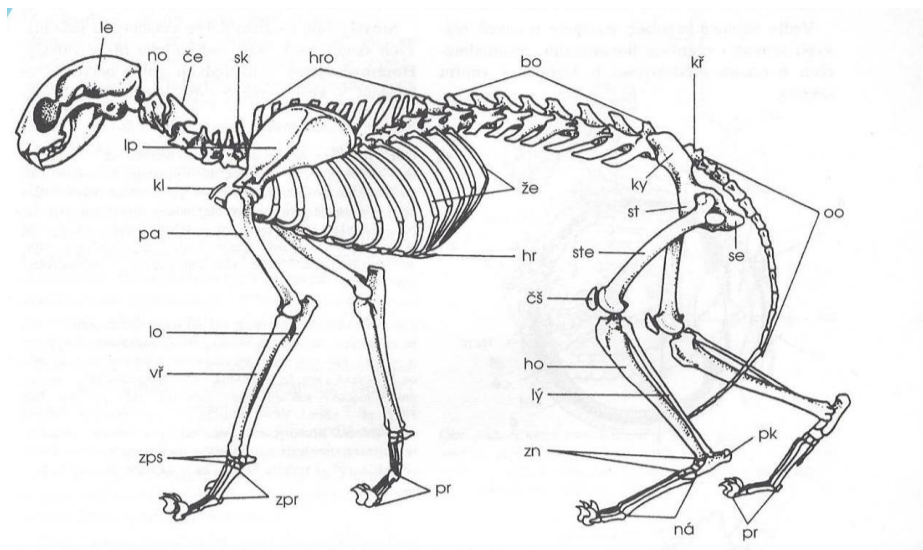
Lebka savců je dokonale autostylní (viz slovník), akinetická (viz slovník), jediným kloubním spojením je totiž čelistní kloub, platybazická (viz slovník) a bikondylní (viz slovník) (Gaisler a Zima, 2007). Lebka savců má složitou strukturu a zastává dvě hlavní funkce. První z nich je, že různé části lebky složí jako připojující místa pro žvýkací svaly, které umožňují vlastní zpracování potravy a druhou funkcí je samotná ochrana mozku. Lebka savců se skládá z šesti hlavních kostí, z nichž každá je symetricky spárována na obou stranách (Wilson a Mittermeier, 2009). Synapsidní lebka (viz slovník) savců má dolní spánkovou jámu a dolní jařmový oblouk, na jehož stavbě se odpředu dozadu podílejí horní čelist tzv. *os maxilla*, lícní kost tzv. *os zygomaticum* a skalní kost tzv. *os squamosum*. Savci mají dobře vytvořené tvrdé patro, které vytvářejí kosti horní čelisti a patrové kosti tzv. *ossa palatina*. Nosní dutinu odděluje od mozkovny čichová kost

*tzv. os ethmoidale* a přepážku mezi nosními chodbami tvoří kost radličná *tzv. vomer* (Gaisler a Zima, 2007).

Páteř *tzv. Columna vertebralis* se skládá z jednotlivých krátkých kostí, které se nazývají obratle. Různé zatížení jednotlivých úseků páteře se projevuje změnami ve stavbě obratlů (Najbrt et al., 1980). Páteř se vyvinula především k ochraně míchy (Wilson a Mittermeier, 2009) a je rozčleněna na oddíl krční, hrudní, bederní, křížový a ocasní (Papáček et al., 2000). Krční část se skládá ze sedmi obratlů jako u většiny savců. Hrudní obratle tvoří sérii od 12 - 15 obratlů, které podpírají hrudní koš. Další část páteře se skládá z bederních obratlů, kterých je obvykle šest nebo sedm. Většina savců má tři až pět sakrálních obratlů, které podpírají pánevní pletenec. Ocasní obratle jsou v počtech velice variabilní, v rozmezí od pěti do 50 (Wilson a Mittermeier, 2009). Nejméně pohyblivým úsekem páteře je kromě křížové kosti hrudní páteř, která se jedinečně u šelem může vydatně prohnut a vyhrbit (Najbrt et al., 1980).

Kostru hrudníku *tzv. skeleton thoracis* tvoří na dorsální straně hrudní úsek páteře, po stranách žebra a na ventrální straně hrudní kost. Vzájemným spojením těchto složek vzniká hrudní koš, tvořící kostěné ohraničení hrudní dutiny. Skládá se z žeber a hrudní kosti. Hrudní kost *tzv. sternum* má protáhlý tvar a uzavírá na ventrální straně kostru hrudníku a žebro *tzv. costum* se skládá ze dvou částí, a to z kostěného žebra, na něž se ventrálně napojuje žeberní chrupavka (Najbrt et al., 1980).

Kostra končetin se skládá z kostry hrudních (předních) a pánevních (zadních) končetin a jejich hrudního a pánevního pletence (Reece, 2009). Kosti končetin jsou připojeny k axiálnímu skeletu k hrudníku (přední končetiny) a k pánvi (zadní končetiny). Pletenec horní končetiny se skládá ze dvou kostí, a to z lopatky a klíční kosti. Následuje kost pažní *tzv. humerus*, kost vřetenní *tzv. radius* a kost loketní *tzv. ulna*. Dále karpální a metakarpální kosti a články prstů. U většiny savců jsou zadní končetiny strukturou velice podobné předním končetinám. Pánevní pletenec je tvořen třemi kostmi - pánevní, sedací a stydkou (Wilson a Mittermeier, 2009), které se spojují v kyčelní kloubní jamce (Reece, 2009). Následuje stehenní kost *tzv. femur*, která je nejdelší kostí v těle. Dále holenní *tzv. tibia* a lýtková kost *tzv. fibula*. A nakonec tarzální a metatarzální kosti a články prstů (Wilson a Mittermeier, 2009).



**Obrázek 10: Kostra kočky domácí:** Na tomto obrázku je znázorněna typická kostra kočkovitých šelem, přičemž je jen málo druhově odlišná. Lze si všimnout typické kulaté lebky, dlouhých končetin, širokého hrudního koše a také dlouhé a pružné páteře (Zdroj: Papáček et al., 2000).

### 3.5.1.1 Kostra končetin savců

Kostra končetin se skládá z kostry hrudních a pánevních končetin a jejich hrudního a pánevního pletence (Reece, 2009). Končetiny většiny savců mají poměrně jednoduchou stavbu. Krkavčí kost je redukována v pouhý výběžek na široké ploché lopatce tzv. *scapula*, klíční kost u některých skupin zcela chybí a pánevní kosti jsou vzájemně srostlé a připojené ke kosti křížové (Papáček et al., 2000).

Součty délek kostí hrudních končetin vykazují vždy menší číslo než součty délek kostí pánevních končetin. Metakarpy jsou vždy kratší než metatarzy. U překážkových běžců, zvláště šelem se rozdíl mezi délkami hrudních a pánevních končetin pohybují mezi 15 a 25 % (Červený et al., 1999).

Živorodí na rozdíl od vejcorodých mají v pletenci horní končetiny pouze lopatku a klíční kost anebo pouze lopatku. Lopatka tzv. *scapula* živorodých savců je plochá a široká, na vnější straně má dlouhý hřeben tzv. *spina scapulae*, který vybíhá v *acromion* (viz slovník). Tam, kde je klíční kost rudimentální (šelmy, zajáci) nebo zcela chybí (kopytníci), je lopatka fixována jen svaly a vazy, což je pro rychlý pohyb výhodné (Gaisler a Zima, 2007). Pažní kost je robustní

nejmohutnější kost skeletu volné části hrudní končetiny. Jako skelet stylopodia (viz slovník) napojuje hrudní končetinu na skelet pletence tzv. *cingulum*. Kostru předloktí tvoří dvě dlouhé štíhlé kosti – vřetenní kost tzv. *radia* a loketní kost tzv. *ulna*. Tvoří skelet zeugopodia (viz slovník) hrudní končetiny. Podle stupně zatížení a rozdílné funkce u jednotlivých druhů domácích savců jsou i nerovnoměrně vyvinuté (Červený et al., 1999).

Pletenec zadní končetiny sestává jako u jiných čtvernožců ze tří pánevních kostí, které jsou vzájemně srostlé, a obě poloviny pánve jsou navíc ventrálně (viz slovník) spojeny tzv. sponou pánevní tzv. *sympfysis pelvina*, která může být u samic některých druhů elastická. Kraniálně, v oblasti kyčelních kostí jsou obě poloviny pánve tuhým kloubem připojeny ke kosti křížové. Na vnější (laterální) straně je v místě styku všech tří pánevních kostí kloubní jamka tzv. *acetabulum*, do které zapadá hlavice stehenní kosti. V kolenním kloubu je často sezamská kůstka tzv. *patella*. Vytváří se charakteristický kotníkový kloub mezi kostí holenní tzv. *tibia* a hlezenní tzv. *astragalus*, který se dostává do superpozice nad patní kost tzv. *calcaneus* (Gaisler a Zima, 2007).

### **3.5.2 MORFOLOGIE KOSTERNÍ A SVALOVÉ SOUSTAVY GEPARDA ŠTÍHLÉHO**

V této kapitole jsou vybrány nejdůležitější informace týkající se samotného geparda, jako například nejdůležitější svaly způsobující zpomalení nebo zrychlení, délka jednotlivých kostí nebo zajímavé morfologické adaptace potřebné pro sprint a velmi často jsou zde informace porovnané s chrtem, který má podobnou morfologii i hmotnost jako samotný gepard. Jednotlivé morfologické aspekty byly rozděleny podle dvou studií na přední končetinu a zadní končetinu.

Informace pojednávající o morfologii divokých gepardů jsou mizivé, a dokonce i tam, kde data existují, byly zřídka shromážděny s využitím standardizované metodiky (Marker a Dickman, 2003).

Působivou fyziologickou schopností je výsledek vysoce specializované morfologie, zahrnující lehký skelet, dlouhé končetiny včetně jejich dlouhých kostí a malá aerodynamicky efektivní kostra. Lebka je malá s tenkými kostmi a tvář je relativně plochá se zkrácenou délkou čenichu, což umožňuje, že velké oči jsou umístěny tak, aby měly maximální binokulární vidění (viz slovník) (Marker a Dickman, 2003).



Ve studii od Hudson et al. (2011a) se lze dočíst, že i když je dlouho známo, že gepard je nejrychlejší suchozemský savec, tak se ví pozoruhodně málo o tom, jak dosáhne takové vysoké maximální rychlosti ( $29 \text{ m s}^{-1}$ ). V této studii se snažili popsat a kvantifikovat pohybovou anatomii předních končetin a porovnat je s dostihovým chrtem, což je zvíře podobné morfologie i hmotnosti, který ale může dosáhnout pouze maximální rychlosti do  $17 \text{ m s}^{-1}$  (Usherwood a Wilson, 2005).

Při vysokorychlostních honbách za kořistí dochází ke kyslíkovému dluhu. Tudíž musí dojít k velice rychlému zmírnění tohoto dluhu a docílí se tím, že se zvětší nosní dírky a nosní dutiny se roztáhnou a plní se vzduchem. V důsledku evolučního přizpůsobení nemůže gepard kvůli malé lebce žvýkat velká sousta a zvětšená nosní dutina nenechává místo pro dlouhé kořenové kanálky, takže jsou čelisti slabé a špičáky (obr. 11) jsou malé v porovnání se špičáky jiných velkých koček (Marker a Dickman, 2003).



**Obrázek 11: Gepardí chrup:** Na tomto obrázku jsou demonstrovány špičáky tzv. *dentes canini*, které nejsou výrazně větší a silnější než ostatní zuby, což je odlišuje od ostatních kočkovitých šelem (Foto: Petra Černá, 2017).

Prostřednictvím kvantifikace a porovnání předních končetin gepardů a závodních chrtů se získá možnost nahlédnout do anatomických adaptací, které by mohly vysvětlit, jak gepard dosahuje vyšší maximální rychlosti (Hudson et al., 2011a).



Postavení končetin je důležitým rysem plánu zvířecího těla, protože to ovlivňuje vzory pohybů a svalovou aktivitu, které mohou přispět k pohonu a to má také vliv na zatížení apendikulárních kostí (Day a Jayne, 2007).

Jednou z hlavních funkcí pohybového svalstva je podpora tělesné hmotnosti zvířete odoláváním síly odrazové reakce během postoje (Hudson et al., 2011b). Čím vyšší je rychlost, tím se poměr kroku, kdy jsou chodidla na zemi, snižuje, a proto, aby se udržel impuls podporující tělesnou hmotnost, se vrchol reakční síly musí zvýšit (Witte et al., 2006).

Pasi a Carrier (2003) naznačují, že přední končetiny vysoce specializovaných běžců by měly obsahovat méně svalové hmoty než je tomu u zadních končetin, protože přední končetiny hrají větší roli při zpomalování ve srovnání se zadními končetinami, které urychlují (akcelerují) těžiště. To komentují Hudson et al. (2011a) tak, že důvodem toho je, že během zpomalování se svaly smršťují excentricky a aktivně se natahují k pohlcování energie, ve srovnání s koncentrickými kontrakcemi používaných při akceleraci a proto přední končetiny mohou obsahovat svaly s menší silou.

Jako predátor gepard rovněž využívá své přední končetiny pro zachycení kořisti a proto musí být rovněž upraveny pro tuto funkci. Vzhledem k tomu, že gepard postrádá sílu ostatních kočkovitých šelem, musí vyřadit kořist z rovnováhy pomocí zakopnutí ve velké rychlosti (Hudson et al., 2011a).

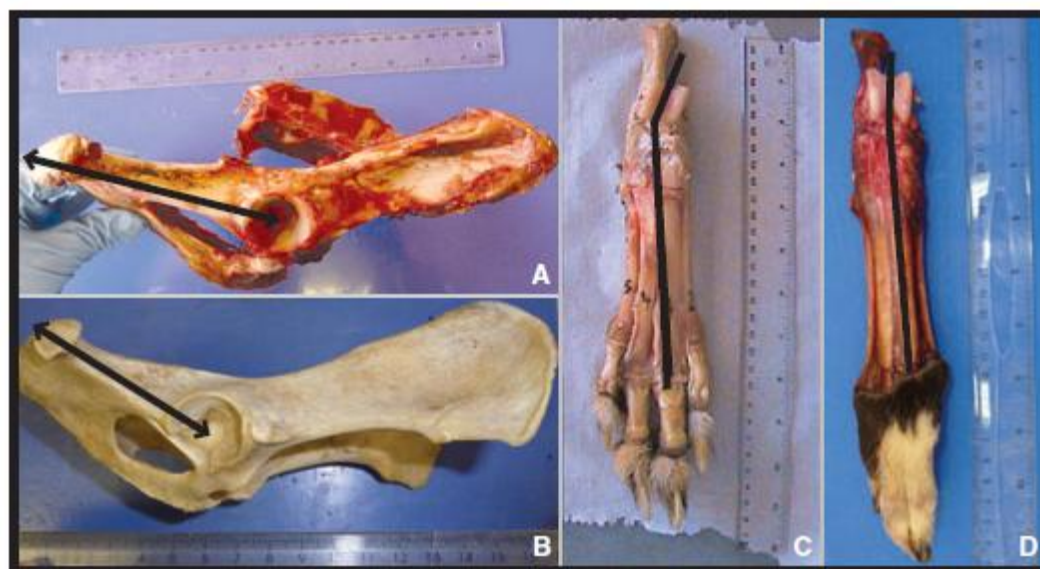
Kost vřetenní a kost pažní jsou delší než u závodního chrt a jsou také poměrně delší než u jiných kočkovitých šelem (Day a Jayne, 2007). Proto má gepard úměrně delší přední končetiny než chrt. Za předpokladu, že kroková frekvence je nezměněna, delší přední končetiny by měly gepardovi umožnit prodloužení délky kroku a tudíž i zvýšení rychlosti (Hudson et al., 2011a). Mít delší končetiny obnáší ale také řadu nevýhod. Například stehenní *tzv. femur* a holenní *tzv. tibia* kosti jsou díky tomu těžší, což jsou vlastnosti nutné k udržení pevnosti kostí a další bezpečnostní faktory (Hudson et al., 2011b).

To by teoreticky zvýšilo setrvačnost končetiny, a tudíž by vyžadovala více svalové práce k akceleraci, zpomalení a rozpohybování končetin. Navzdory tomu, energetické náklady na rozpohybování končetin nemají u geparda zásadní význam. Zatímco schopnost rychlého pohybu a přemísťování končetin je více zásadní při vysokorychlostním sprintu (Hudson et al., 2011b).

Impozantní rychlosti jsou podporovány anatomickou a fyziologickou funkcí, která zvyšuje četnost a délku kroků. Štíhlé končetiny s relativně rychlými svalovými vlákny pravděpodobně zvyšují krokovou frekvenci tím, že umožní končetinám rychlejší přesun a dlouhé končetiny prodlužují délku kroku poskytnutím většího pohonu vpřed (Weyand et al., 2000).

Nejlepší sprinteři, mezi které patří gepard, vykazují pozoruhodnou schopnost rychle akcelarovat z klidu na nejvyšší rychlost. Zvířata mající tuto schopnost mívají delší prsty a metatarsy, než ostatní zvířata podobné velikosti, kteří nejsou schopni vyvinout takové rychlosti (Piazza et al., 2011).

Kostra zadní končetiny gepardů vykazuje několik jedinečných vlastností. Za zvláštní zmínku stojí zejména pánev tzv. *pelvis* (obr. 12), která je dlouhá a úzká, a to hlavně kvůli protáhlé sedací kosti tzv. *os ischii*. Gepardi mají také rozdílné hlezenní kosti tzv. *talus* v tarzu a mají protáhlou patní kost tzv. *calcaneus*. Gepardí stehenní kosti tzv. *femur* má průměrnou délku  $87 \pm 4 \text{ mm kg}^{1/3}$  a je tedy proporcionálně delší než u chrtů  $69 \pm 3 \text{ mm kg}^{1/3}$ . Stehenní a holenní tzv. *tibia* kosti jsou proporcionálně delší u geparda, což naznačuje, že gepard má úměrně delší zadní končetiny (Hudson et al., 2011b).

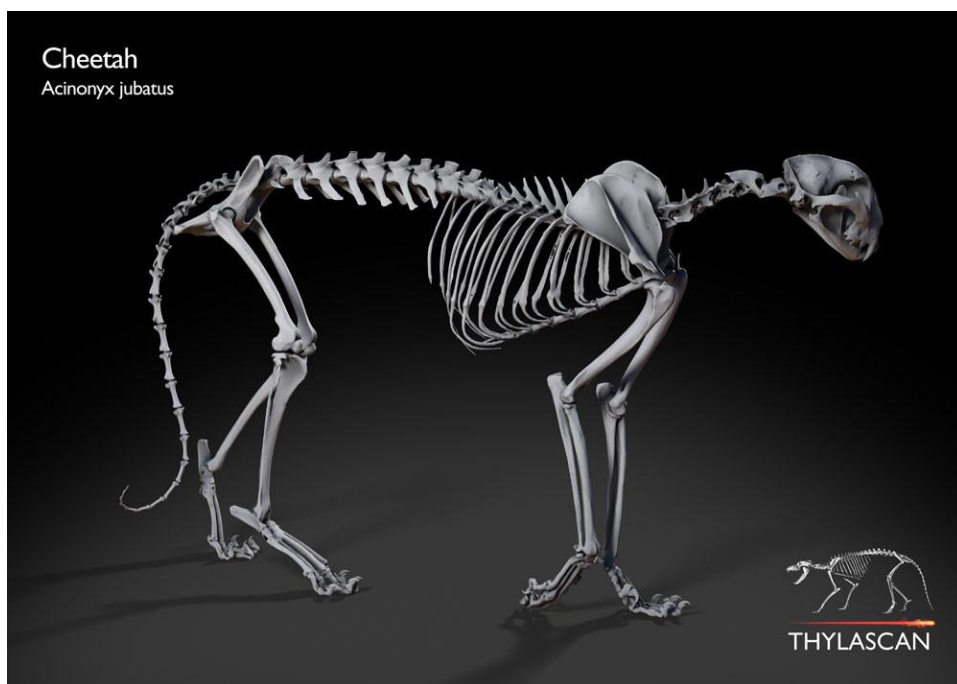


**Obrázek 12: Porovnání kosterní morfologie mezi gepardem a chrtem:** Na dílčím obrázku A lze vidět pánev geparda a na dílčím obrázku B lze vidět pánev chrta. Pánev je položena v laterální poloze a černé šipky zde ukazují protáhlou sedací kost u geparda. Na dílčím obrázku C

je vidět zadní končetina geparda a na dílčím obrázku D zadní končetina chrtá. Je zde znázorněna dorsální poloha tlapek, kdy je černou šipkou zvýrazněn zvýšený úhel odchylny hlezenní kosti u geparda (Hudson et al., 2011b).

Delší zadní končetiny umožňují gepardovi zvýšit svou délku kroku a proto i jeho rychlost (za předpokladu, že to není způsobeno zvyšováním v době kmitu). To také umožní delší kontaktní délku (vzdálenost od pohybu těžiště, zatímco jsou chodidla v kontaktu se zemí), což umožňuje gepardovi používat delší kontaktní čas, než je tomu u chrtů (Hudson et al., 2011b).

Schopnost geparda překládat svaly přes lopatky a následné otáčení přes celou přední končetinu má funkční výhodu při zvyšování efektivní délky končetiny. To umožní delší kroky a víc vertikálně postavenou končetinu při extréměch postoje, případně pomáhají rychleji vyvinout maximální rychlost (Hudson et al., 2011a).



**Obrázek 13: Kostra geparda štíhlého:** Na tomto obrázku je znázorněna specificky utvářená kostra geparda štíhlého. Na první pohled jsou vidět jisté odlišnosti od kostry ostatních kočkovitých šelem (viz obrázek č. 10 - kostra kočky domácí), i když se v ostatních ohledech druhově neliší (Zdroj: <https://3dprint.com/69979/thylascan-3d-scanned>).

Byla prováděna měření na svalové hmotě, kde se zkoumaly hlavně délky fascií (viz slovník) a váha ramen, což umožňuje výpočty objemu svalové hmoty a odhady točivého momentu a rotační rychlosti. Dále byly měřeny také délky kostí (Hudson et al., 2011a).

Bylo zpozorováno několik rozdílů, jako je například dlouhý vláknitý sval *serratus ventralis* (obr. 14), o kterém se předpokládalo, že může přeložit lopatku podél hrudního koše (jak bylo zpozorováno u koček domácích), čím se zvyšuje efektivní délka končetin geparda (Hudson et al., 2011a).



**Obrázek 14: *Serratus ventralis*:** Jinak nazvaný pilovitý ventrální sval. Tento sval má funkční výhodu při zvyšování efektivní délky končetiny a tudíž prodlužuje délku kroku (Zdroj: <http://www.nanozine.org/serratus-ventralis-cat.html>).

Překvapivě gepardi mají menší objem bočních (kyčelních) extenzorů než chrti, a proto síla zrychlení využívá rozsáhlé svalstvo zadních končetin. Gepardi mají také extrémně silný zadní sval, a to velký bedrovec tzv. *psaos*, který pomáhá odolat stoupající intenzitě síly spojené s akcelerací. Kostí zadních končetin jsou poměrně delší a těžší, což umožňuje gepardovi dělat delší kroky a potenciálně odolat vyšší síle končetin. Gepardi proto vlastní několik unikátních adaptací pro vysokorychlostní lokomoci a rychlou akceleraci na rozdíl od chrtů (Hudson et al., 2011b).

Ze zkoumaných svalů zadní končetiny byly dva z hlavních bočních extenzorů u geparda o jednu třetinu lehčí než u chrtů. Šlo o dvojhlavý sval stehenní tzv. *biceps femoris* a pološlašitý sval tzv. *semitendinosus*. *Biceps femoris* má podobnou délku fascií jako chrt, a tím má menší PSCA (viz slovník). *Semitendinosus* má významně kratší délku fascií než u chrtů, a proto

podobná PSCA byla zpozorována u obou druhů u tohoto svalu. Na rozdíl od toho poloblanitý sval tzv. *semimembranosus*, což je další hlavní extenzor, byl významně těžší u gepardů a navzdory malému rozdílu v délce fascií mezi druhy, byl PSCA větší u geparda. Střední sval hýžďový tzv. *Gluteus medius* neprojevoval žádné druhové rozdíly (Hudson et al., 2011b).

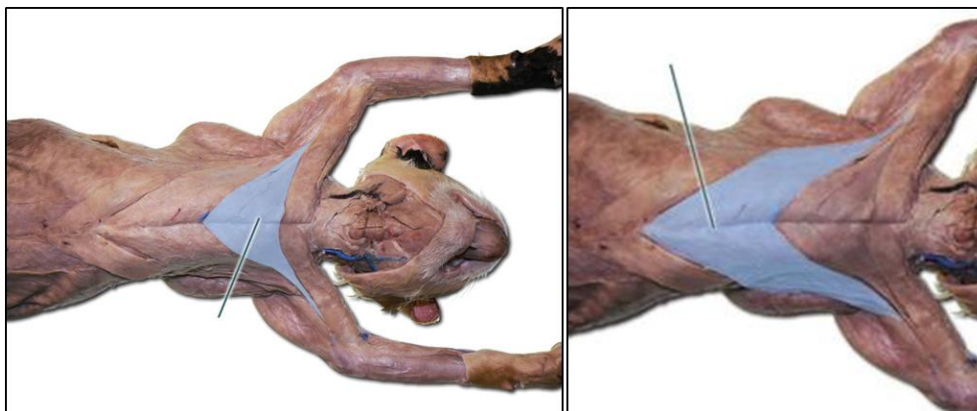
Proximální končetina geparda obsahuje mnoho velkých svalů s dlouhými rameny, což naznačuje, že tato končetina odolává velké reakční síle kloubů a tudíž nefungují jako jednoduché vzpěry. Struktura přední končetiny může rovněž odrážet potřebu kontroly a stabilizace během vysokorychlostního manévrování při lovu. Velké flexory a extenzory pozorované na předních končetinách (viz Příloha č. 7, obrázek č. 30), mohou být použity k rytí prsty v zemi a k pomáhání s tažnou silou (pohonem) při manévrování a při trysku (Hudson et al., 2011a).

Rozdělení svalové hmoty na distální končetině (viz Příloha č. 9, obrázek č. 31) je podobné u obou druhů, nicméně byly zpozorovány některé architektonické rozdíly. Zejména hlavní extenzor tarzu, *gastrocnemius* a povrchový flexor. Oba měly významně delší fascie u geparda a tedy menší PSCA (Hudson et al., 2011b).

Ve svalové hmotě byla zpozorována proximální až distální redukce s mnoha dalšími distálními svaly umístěnými v sériích s dlouhými šlachy. Tím se sníží setrvačnost končetin a tudíž množství svalové práce vyžadované k pohybu končetiny (Hudson et al., 2011b).

U geparda svalstvo přední končetiny zahrnovalo  $15,1 \pm 1,2$  % z jeho celkové tělesné hmotnosti, což je podstatně menší, než v případě jeho zadních končetin při  $19,8 \pm 2,2$  % z celkové tělesné hmotnosti (Hudson et al., 2011a).

Mnoho z proximálních vnitřních svalů předních končetin geparda (sval podhřebenový tzv. *infraspinatus*, sval nadhřebenový tzv. *supraspinatus*, sval podlopatkový tzv. *subscapularis* a velký sval oblý *teres major*) mělo větší hmotnost a bylo silnější než u chrta (Hudson et al., 2011a). Prsní svaly tzv. *pectoralis* (obr. 15) vykazují velké rozdíly v hmotnosti, ale malé rozdíly v délce fascií. *Pectoralis superficialis* vykazuje funkce během rychlého zpomalení (Carrier et al., 2008).



**Obrázek 15: Prsní svaly tzv. *pectoralis*:** Na obrázku je možné vidět vlevo *pectoralis major* a vpravo *pectoralis minor*, což jsou hlavní prsní svaly napomáhající k zpomalení a úplnému zastavení (Zdroj: <https://www.studyblue.com/#flashcard/view/11424265>).

Větší hmotnost příčného svalu *pectoralis superficialis* může zvýšit svalovou sílu potřebnou pro zpomalování. To je rozhodující pro geparda během dopadení kořisti, kdy kořist klopýtne a gepard musí velice rychle zpomalit a vrátit se ke své kořisti a provést smrtící skus (Hudson et al., 2011a).

### 3.6 OBECNÁ MORFOLOGIE A FYZIOLOGIE SVALOVÉ SOUSTAVY

V této kapitole je velice stručně popsána základní fyziologie svalové soustavy s cílem vyjmenovat zde pojmy důležité pro pochopení následující kapitoly týkající se fyziologie svalstva samotného geparda, nikoliv se zde nepopisuje celková složitá fyziologie svalové soustavy.

Svalová soustava neustále spolupracuje s kosterní soustavou. Kostra poskytuje konstrukční podporu pro savce, ale další rozhodující funkcí mnoha kostí je poskytnout přípevnění pro svaly. Svalový systém savců (obr. 16) umožňuje různé typy pohybu, které jsou vysoce vyvinuté a jsou naprosto nezbytné pro činnost všech životních funkcí (Wilson a Mittermeier, 2009). Svalstvo je základním ústrojím pohybu, ale zároveň má i jiné úlohy – významně přispívá k činnosti cévní soustavy i mnoha vnitřních orgánů a má důležitou úlohu při produkci tepla (Gaisler a Zima, 2007).

Svaly jsou také hlavním vnitřním zdrojem tepla, což je důležitou funkcí homiotermních zvířat (endotermních) (viz slovník). Většina tělesné hmotnosti savců je tvořena svaly a v mnoha případech poskytují dodatečnou ochranu životně důležitých orgánů (Wilson a Mittermeier, 2009).

Svalstvo je bohatě rozrůzněno (Papáček et al., 2000). Funkční jednotka pohybového systému se skládá z motorického neuronu a svazku svalových vláken s podobnou, ne-li shodnou identitou, strukturou a funkčními vlastnostmi (Schiaffino a Reggiani, 2011).

Histologicky jsou svaly klasifikovány jako příčně pruhované, hladké a srdeční (Wilson a Mittermeier, 2009). Tato práce se zabývá pouze příčně pruhovanou svalovinou, proto následující informace budou zaměřeny pouze na tuto oblast. Kosterní svalstvo, které tvoří převážnou část těla savce, je pruhované. Jeho tkáň se skládá z dlouhých vláken s příčnými pásy (Wilson a Mittermeier, 2009). Vlákná kosterní svaloviny většiny zvířat jsou trojího typu: červená neboli tmavá, bílá neboli světlá a přechodná, která svými vlastnostmi stojí mezi červenými a bílými vlákny. Představuje největší část svalové hmoty v těle zvířete. Jednotlivá vlákna mohou být stejně dlouhá, jako je sval, kterého jsou součástí (Reece, 2009).

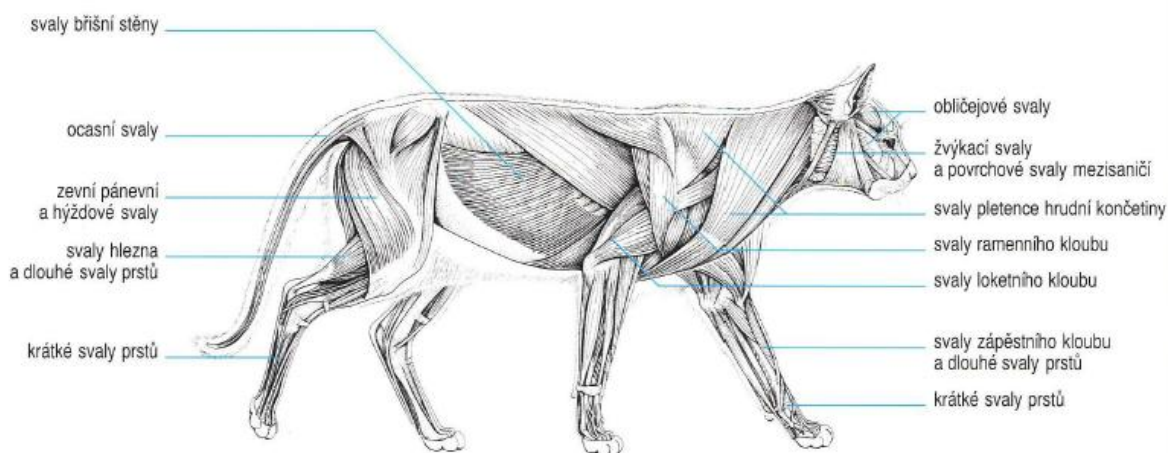
Wilson a Mittermeier (2009) uvádějí, že funkce svalové tkáně savců je řízena jednoduchým způsobem, a to dvěma fázemi. První z nich je zkracování svalových vláken neboli kontrakce a druhá fáze je prodloužení svalových vláken a jejich obnova neboli relaxace. U těchto chodů je



velice důležitý tlak kyslíku ve svalu, což komentují Eu et al. (2003), že kontraktilita kosterního svalstva se mění podle tlaku kyslíku ve svalstvu.

Kosterní svalstvo zajišťuje základní fyziologické role, což usnadňuje ohyb, držení těla a také dýchání. Toto svalstvo je ovládáno elektrickými signály, které jsou přijímány z motorického neuronu v neuromuskulárním spojení (Jayasinghe et al., 2014). Podnětem pro sval, aby se ohnul (flexe), je nervový impulz, který působí na svalových bílkovinách, známých jako aktin a myosin. Tyto bílkoviny spolu chemicky reagují a zajišťují dostatečný počet svalových vláken k smrštění, což má za následek zkrácení a ztlustění svalu (Wilson a Mittermeier, 2009).

Hejnal (2012) se ve své práci zmínil o zoologovi Leuwenhoekovi, který jako první popsal v 17. století příčně pruhovanou svalovinu a zjistil, že svaly zvířat se skládají z komplexního souboru propletených vláken. Moderní studie pokračovaly v prokázání, že každé příčně pruhované vlákno je vyrobeno z podjednotek nazývaných sarkomer (viz slovník), které jsou pod mikroskopem opticky vymezeny hustými svislými disky (Z – disky). Vlákna se skládají ze složitého uspořádání tlustých a tenkých vláken myozinových (viz slovník) a aktinových (viz slovník) proteinů. Geny kódující aktin a myozin jsou pouze dva z více než 100 genů zapojených do vývoje příčně pruhované svaloviny u obratlovců.



**Obrázek 16: Schematické zobrazení povrchové kosterní svaloviny kočky a označení skupin svalů:** Tento obrázek slouží k představě rozložení svalových skupin na těle všech koček.



U geparda jsou jen malé změny, které budou popsány níže. Důležité je zobrazení velkých svalů pletence hrudní končetiny a svaly pánevní končetiny, které hrají nejdůležitější roli v akceleraci a zpomalování (König a Liebich, 2003).

Kosterní svalstvo obsahuje rozdílné typy svalových vláken, jejichž identita je prvně stanovena během embryonálního vývoje podle vnitřních kontrolních mechanismů a později jsou regulována pomocí nervových a hormonálních faktorů (Schiaffino a Reggiani, 2011).

Různorodost svalových vláken je založena na flexibilitě, která umožňuje stejnému svalu využití pro nejrůznější úkoly od nepřetržité činnosti o nízké intenzitě (např. držení těla), do opakované maximální kontrakce (např. lokomoce) a rychlé a silné maximální kontrakce (např. skákání) (Schiaffino a Reggiani, 2011). To odpovídá i tvrzení od Narici et al. (2016), kteří udávají, že strukturální složení kosterního svalu společně se svalovými vlákny má velký vliv na mechanické chování.

### 3.6.1 STRUKTURA SVALU

V této kapitole je stručně pojednáno o důležitých pojmech, které jsou dílčí pro další část této práce.

Hlavní funkcí svalu je smršťování nebo zkracování v závislosti na zátěži. Tím dochází k pohybu částí těla a vnitřních orgánů, včetně jejich náplně. Základní podmínkou pro řádný a požadovaný výkon svalů je jejich optimální uspořádání. Na jednom konci musí být sval fixován nebo připojen ke svému podkladu a jeho druhý konec je připojen přímo nebo pomocí šlachy na pohyblivou část těla. Podle toho se na svalech popisují odstupy (méně pohyblivý konec svalu) a úpony (pohyblivý konec svalu) (Reece, 2009).

Jednotlivé svaly kosterní svaloviny se popisují podle typu pohybu, který vykonávají. Rozlišujeme *flexory* neboli ohybače (viz slovník), *extenzory* neboli natahovače (viz slovník), *adduktory* neboli přitahovače (viz slovník), *abduktory* neboli odtahovače (viz slovník) a *sfinktery* neboli svěrače (viz slovník) (Reece, 2009).

### 3.6.2 FYZIOLOGIE SVALOVÉ SOUSTAVY GEPARDA ŠTÍHLÉHO

V této kapitole se zmiňují pouze nejkoumanější záležitosti specifické fyziologie svalstva. Velkou pozornost věnuje zvláště dvěma autorům, jejichž studie obsahovaly hlavně fyziologické aspekty gepardího svalstva, které se odlišovaly od ostatních koček. Největší pozornost zde věnuje typům a hustotě svalových vláken vyskytujících se u geparda.

Studie dokazují, že pohybové svalstvo gepardů anaerobně balancuje na základě cvičení. Složení typů vláken, mitochondriální obsah a kapacita glykolytických enzymů ve svalech těchto „sprintujících koček“ jsou v extrémním rozsahu hodnot pro jiné sprintery chovaných nebo vytrénovaných k této činnosti, zahrnující chrtu, plnokrevné koně a z lidské říše elitní atleti (Williams et al., 1997).

Trénink sprintu představuje stav, ve kterém se zvyšuje rychlost zkracování a pevnost svalu, což hraje důležitou roli při zvyšování síly. Nárůst ve svalové síle, která vyplývá z tréninku, by mohlo být dosaženo alespoň dvěma různými mechanismy. Za prvé, to může být vyvoláno zvýšením schopnosti produkovat sílu ve svalu, a to buď prostřednictvím zvýšené aktivity, nebo prostřednictvím zvýšené svalové hmoty. Za druhé, se to může stát narůstající rychlostí, při které se sval může zkrátit proti danému zatížení (Harridge et al., 1998).

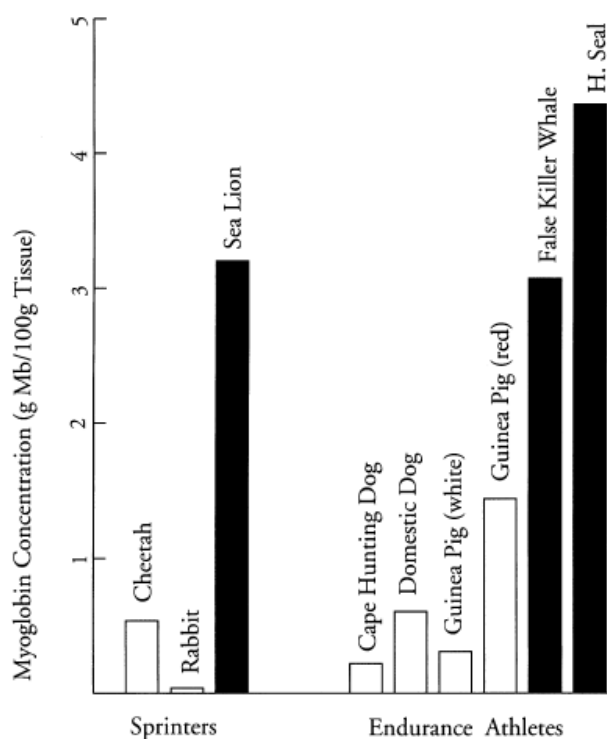
Studie týkající se lidských atletů ukázaly, že sprinteři kladou větší nároky na anaerobní metabolické pochody a prokazují větší spoléhání se na svalové energetické zásoby, jako je tomu u gepardů. U vytrvalostních atletů je tomu naopak. Enzymové aktivity se u gepardů odrazily na schopnosti vyvinout sprint. U lidských sprinterů podíl rychle se zkracujících svalových vláken v kosterním svalstvu vykazuje pozitivní korelaci se zrychlením (akcelerací) a maximální konstantní rychlostí (Williams et al., 1997).

Další výsledky studií ukazují, že kosterní svalstvo gepardů vykazuje skvělé adaptace pro anaerobně založené výkony v porovnání s jinými sprintery z třídy savců. Tato podpora anaerobního metabolismu je v souladu s loveckým (honebním) chováním (Williams et al., 1997).

Svaly uzpůsobené pro rychlé kloubní rotace mají dlouhé fascie (víc sarkomer v sérii) umožňujících smršťování ve vyšší rychlosti a krátká ramena, umožňující větší změnu v kloubní

rotaci pro danou změnu v délce svalu. Složení typů svalových vláken hraje také důležitou a velkou roli ve stanovování rychlosti svalové kontrakce (Hudson et al., 2011a).

Ze studie od Williams et al. (1997) se lze dozvědět, že pro stanovení profilu kosterní svaloviny elitních sprinterů, byly použity vzorky ze svalové biopsie z *vastus lateralis* (část čtyřhlavého stehenního svalu), *gastrocnemius* (povrchový sval na zadní straně lýtky – dvojhlavý sval lýtkový) a *soleus* (hlouběji položený – šikmý sval lýtkový). Svalová ultrastruktura (viz slovník) je charakterizována složením typů vláken a mitochondriální objemové hustoty každého vzorku. Maximální enzymová aktivita, obsah myoglobinu (obr. 17) a smíšený obsah vláken byly použity k posouzení hlavních biochemických dějů. Výsledky v této studii také demonstrují převahu rychle se zkracujících svalových vláken v kosterní svalovině gepardů. 83 % z celkového počtu svalových vláken zkoumaných ve *vastus lateralis* a téměř 61 % v *gastrocnemius* se skládá z rychle se zkracujících svalových vláken. Celková hustota mitochondriálního objemu ve svaích končetin je v rozmezí od 2 do 3,9 %.



**Obrázek 17: Myoglobinová koncentrace v primárních lokomočních svaích sprinterů a vytrvalostních savců:** Na tomto obrázku si lze všimnout, že jsou relativně vyšší hodnoty pro

mořské savce (vyplněné sloupce) v porovnání se suchozemskými savci (prázdné sloupce). Hodnoty jsou z této studie brány z *musculus vastus lateralis*, který obaluje vnější část *femur* a je součástí čtyřhlavého stehenního svalu. Do hodnot z této studie byli kromě geparda zapojeni také králík, lachtan kalifornský, pes hyenovitý, pes domácí, morče domácí bílé a červené, kosatka černá a tuleň (Williamset al., 1997).

Jak již bylo výše zmíněno, u gepardích svalů bylo prokázáno, že obsahují vysoký podíl rychle se zkracujících svalových vláken (Williams et al., 1997), což je velmi prospěšné pro rychlé kmity končetin a zkrácení doby kmitu, nicméně přesné rychlosti kontrakce nejsou známy (Hudson et al., 2011a).

Koncentrace myoglobinu ve *vastus lateralis* u geparda byla v rozmezí 0,50 g na 100 g tkáně. Tato hodnota se pohybovala v rozmezí zjištěného u ostatních suchozemských sprinterů a vytrvalostních běžců. Celková mitochondriální objemová hustota se pohybuje v rozmezí od 2 do 3,9 % ve vzorcích (Williams et al., 1997).

Je známo, že kosterní svalstvo obsahuje různé typy svalových vláken. Svalová vlákna mohou být klasifikována do typu I, typu IIa, typu IIb a typu IIx. Typ I je svalové vlákno s vysokými metabolickými výdaji výživy a malou vydanou silou, typ IIa je svalové vlákno s vysokými metabolickými výdaji výživy a vyšší vydanou silou a typ IIb je svalové vlákno s nízkými metabolickými výdaji výživy a vyšší vydanou silou. Typ IIx má průměrné vlastnosti mezi IIa a IIb (Goto et al., 2013). Svalová vlákna typu IIa a IIb jsou zvláště hojná ve svalu všech výjimečných sprinterů z třídy savců, zvláště geparda (Abe, 2000).

Goto et al. (2013) zkoumali hustotu svalových vláken v celém gepardím těle. Svaly zadních končetin měly vyšší procento vláken typu II (typy IIa + IIx) než svaly předních končetin. Tato skutečnost svědčí o tom, že hnací funkce zadních končetin je větší než předních končetin. Zada gepardů měla vysoké procento vláken typu IIx se širokou škálou od hrudních k bederním částem. Z toho vyplývá, že gepard může vyvinout silné a rychlé rozšíření páteře a zvýšit její pevnost během pohybu. Dnešní experimenty ukazují vlastnosti svalových vláken geparda odpovídajících jejich schopnosti provést vysokorychlostní běh.

Goto et al. (2013) zkoumali hustotu typů svalových vláken u geparda. Na zadních končetinách bylo zkoumáno 23 svalů. Procentní poměr typu I, IIa a IIx byl 20,7 %, 29,3 % a 50,1 %. 18 svalů

ze sledovaných (23) vykazovaly nejvyšší procentní zastoupení vláken typu IIx. *Vastus intermedius*, *soles* a *flexor digitorum profundus* měly nejvyšší procentní zastoupení vláken typu I (63,0 %, 53,1 %, 56,2 %) a neměly žádné nebo malé zastoupení vláken typu IIx. *Extensor digitorum lateralis* a *flexor digitorum superficialis* měly nejvyšší procentní zastoupení vláken typu IIa (53,3 % a 61,8 %). Abe (2000) dodal, že svrchní část středního hýžďového svalu tzv. *gluteus medius* obsahuje mnoho svalových vláken typu IIb a hluboká část obsahu mnoho svalových vláken typu IIb.

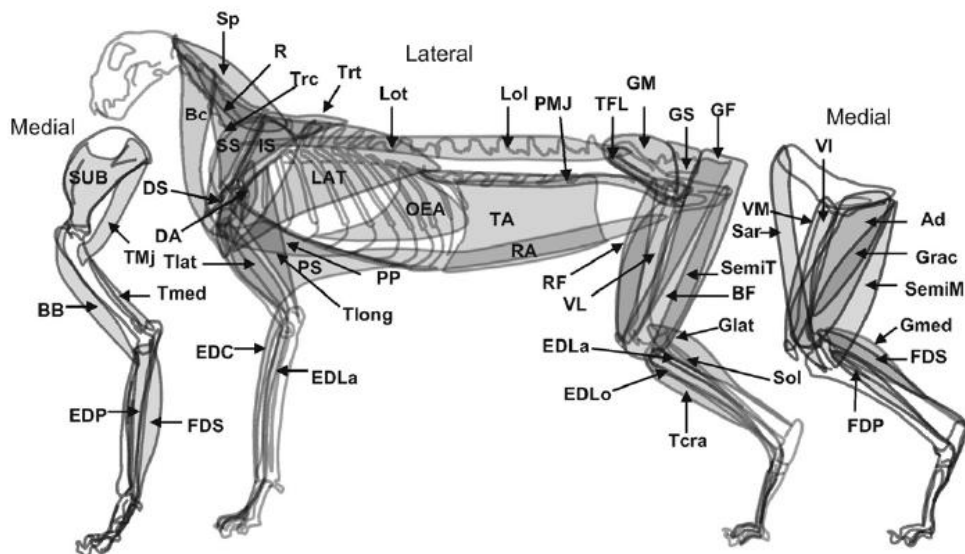
U přední končetiny bylo zkoumáno 14 svalů. Procentní zastoupení typu I, IIa IIx bylo 34,1 %, 29,9 % a 36,0 %. *Triceps brachii caput mediale*, *deltoideus*, *supraspinatus*, *infraspinatus*, *teres major* měly nejvyšší procentní zastoupení typu I (68,7 %, 51,0 %, 48,8 %, 65,1 % a 37,3 %). *Triceps brachii caput longum*, *biceps brachii*, *deltoideus*, *extenzor digitorum communis*, *extenzor digitorum lateralis* a *flexor digitorum profundus* měly relativně vysoké procentní zastoupení vláken typu IIx (49,3 %, 58,8 %, 58,0 %, 41,9 %, 58,1 % a 57,4 %). *Triceps brachii caput mediale* neobsahoval vlákna typu IIx (Goto et al., 2013).

Hyatt et al. (2010) hodnotili složení MHC (myosin těžkého řetězce) izoform vybraných svalů zadních končetin u geparda. Stanovili MHC složení u předního svalu holenního tzv. *tibialis anterior*, dvojhlavého lýtkového svalu tzv. *medial gastrocnemius* (MG) a chodidlového svalu tzv. *plantaris* (PLT). V této studii bylo také zjištěno, že šikmý sval lýtkový tzv. *soleus* u gepardů chybí. Byly zde přítomny alespoň jedna pomalá izomorfa (typ I) a tři rychlé (IIx, IIy a IIb). Z výsledků vyplývalo, že se u geparda vyskytuje 44 % relativně pomalých izoform u MG a 55 % v PLT. Obecně platí, že vlastnosti MHC izoform svalů zadních končetin jsou v závislosti na denní aktivitě geparda. Gepard má jiné charakteristiky než ostatní kočkovité šelmy, protože mu jde hlavně o rychlost a sílu, zatímco například tygr má velké požadavky na pokrytí velké vzdálenosti.

Čtyři hlavní izoformy těžké řetězce myosinu (MHC) byly vyjádřeny u dospělých jedinců ve svalech končetin. Vlákna, která obsahují různé izoformy, se liší v rychlosti hydrolyzy ATP a maximální rychlosti zkracování od nejrychlejších po nejpomalejších IIb>IIx>IIa>I (Reggiani et al., 2000).

Z výsledků vyplývá, že absence *soleus* u geparda, který je převážně složen z vláken typu I u jiných koček, byla kompenzována jinými extenzory kotníku, to znamená, že PLT bude mít vyšší podíl typu I MHC. Anatomické a biochemické složení kosterního svalstva zadních končetin odrážejí požadavky nutné pro přežití. Absence *soleus* a přítomnost nejrychlejší MHC izoformy (IIb) přispívá k vynikající schopnosti umožňující sprint (Hyatt et al., 2010).

Složení MHC vlákna odráží jeho funkční vlastnosti, a tím i složení typu vlákna celého svalu odráží jeho celkové funkční vlastnosti. Například vlákno typu I má tendenci být spojeno s vysokým obsahem oxidačních enzymů a vysokou kapilární a mitochondriální hustotou a jsou obecně klasifikovány jako pomalé a odolné proti únavě. Naopak nejrychlejší vlákna vytvořená pro rychlost a sílu mají vysoké hladiny glykolytických enzymů a jsou více unavitelné (Hyatt et al., 2010).



**Obrázek 18: Schematické znázornění studovaných svalů u geparda:** Jsou zde uvedeny výše zmiňované dílčí kosterní svaly. Přední i zadní končetinu si lze prohlédnout jak z mediální, tak i z laterální strany. Názvy svalových zkratk jsou uvedeny v následujících tabulkách v přílohách 15, 16 a 17 (Goto et al., 2013).

### 3.7 VŠEOBECNÉ PŘEDPOKLADY LOKOMOCE

Lokomoce je zásadní pro získávání potravy a i naopak úniku od predátorů a je to tedy klíčová schopnost pro přežití většiny zvířat (Hoppeler a Flück, 2002). Lokomoce je také velmi důležitá pro reprodukční fitness u mnoha druhů (Pasi a Carrier, 2003).

Pohybové ústrojí se skládá ze dvou složek, a to pasivní složkou a aktivní složkou. Pasivní složkou je soustava kostry a kosterních spojů. Aktivní složkou je soustava svalů včetně pomocných ústrojí, která pohybuje pákami kostry. Normální lokomoce je pak výsledkem činnosti dobře vyvinutých, dobře živěných, zdravých a správně řízených obou složek (Červený et al., 1999). S tímto souvisí dva pojmy a to statika a dynamika. Statika se zabývá konstrukčními principy, které zajišťují rovnováhu při volném nebo nuceném stání. Dynamika pak vysvětluje procesy, které se odehrávají během pohybu (lokomoce). Těmto fyzikálním zákonitostem podléhá i stavba těla zvířat (König a Liebich, 2003).

Nejdůležitější funkce v lokomoci tvoří klouby páteře a meziobratlové ploténky, vazy (*ligamentum supraspinale* – vaz probíhající u dorzálních okrajů trnových výběžků obratlů, *ligamenta interpinalia* – mezi trnovými a příčnými výběžky obratlů, *ligamenta flava* – mezi oblouky obratlových těl) a svaly hřbetu (König a Liebich, 2003), což je popsáno níže v rámci schopnosti gepardího skoku. Pohybové ústrojí má tři funkce. Jsou jimi lokomoční, ochranná a energetická. Lokomoční, neboť pohybuje jednotlivými částmi těla, ale také celým tělem. Ochranou, protože chrání před poškozením měkké vnitřnosti a energetickou, neboť je zdrojem tepelné energie, podporuje krevní a mízní oběh a tak se podílí i na tvorbě rezistence celého organismu (Červený et al., 1999).

Pohybový aparát a pohybový proces koně vykazují synergickou kombinaci vysoké vytrvalosti a rychlosti (König a Liebich, 2003), což je stejné i pro geparda, kromě toho, že gepard není vytrvalostním běžcem. Postoje a pohyby živočichů vyjadřují jejich kondici, zdravotní stav, nálady, záměry a sociální postavení ve skupině, popřípadě v partnerské dvojici. Jednotlivé zoologické skupiny jsou různě pohybově specializované. Zatímco k pohybu kloubu stačí dva antagonistické svaly, k pohybu celého živočicha musí být speciálně vytvořená zvláštní kosterní konstrukce. Tyto kosterní předpoklady jsou patrné především na páteři a na končetinách (Červený et al., 1999).

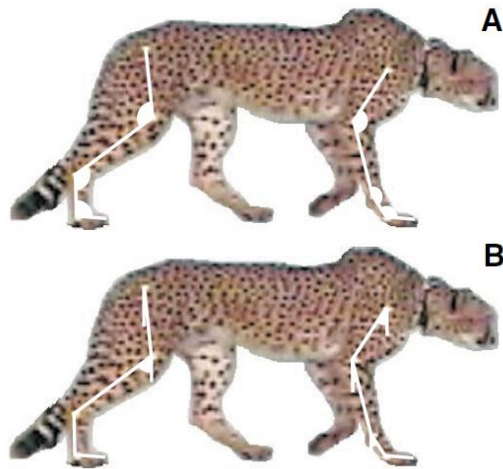
### 3.8 SPRINTĚŘI

Velikost těla a lokomoce hrají nutně důležitou roli při navrhování zvířecí kostry. Velikost těla je důležitá kvůli účinkům měřítka. Změny v rozměrech skeletálních kostí musí doprovázet vysoký nárůst tělesné velikosti tak, že zvýšené síly mohou být podporovány bezpečně. Lokomoce pravděpodobně klade největší nároky na kostru zvířete z hlediska mechanického namáhání, a proto má vliv na orientaci a tvar kostí a organizaci svalů, které na ně vyvíjejí sílu (Biewener, 1983).

Většina druhů savců je suchozemských a mají vyvinutou relativně jednoduchou modifikaci suchozemského pohybového systému. Strukturální modifikace, které zahrnují lepší pohyblivost, zahrnují přímé umístění končetin pod trup, zlepšující jak podpěru těla, tak přímý pohyb směrem dopředu. Savci, kteří běhají, mají uzpůsobené strukturální modifikace k zvýšení rychlosti a vytrvalosti, což znamená, že mají uzpůsobené končetiny k běhání. Tito savci mají své končetiny kompletně pod trupem a pohybují s nimi ve stejné parasagitální rovině (viz slovník), a to způsobem rovně vpřed a vzad (Wilson a Mittermeier, 2009).

Postavení končetin je důležitým atributem plánů zvířecího těla, protože ovlivňuje vzory pohybů a svalovou činnost, které mohou přispět k pohonu a to ovlivňuje zatížení apendikulární kostry (Biewener, 2005). Je jedno, zda zvířata stojí nebo jsou v pohybu, ale v postavení končetin, v nichž jsou klouby seřazeny vertikálně (svisle pod sebou) (obr. 19), se pravděpodobně snížila jak svalové úsilí potřebné k zabránění končetinovému kolapsu, tak ohybové síly jako důsledek zvyšování zatížení jednoduchým stlačením dlouhých kostí končetiny (Day a Jayne, 2007). Kromě toho podstata ovlivnění orientace kostí a zatížení kostí končetin se zvyšuje se zvýšením zvířecí hmotnosti (Biewener, 2005). Ve své studii se Day a Jayne (2007) přiklánějí k tvrzení, že obecně větší druhy zvířat mají méně přikrčené končetiny než menší zvířata.





**Obrázek 19: Laterální (boční) pohled zprava:** Tento obrázek ukazuje kloubní umístění pro měření kloubních úhlů (A) a dlouhých kostí (B). Od proximální do distální části se kloubní úhly na přední končetině označují jako: loket, zápěstí a metakarpální kosti (viz slovník) a na zadní končetině jako koleno, kotník a metatarzální kosti (viz slovník) (Day a Jayne, 2007).

Pro všechny druhy kočkovitých šelem platí, že zadní končetiny jsou delší než přední končetiny. V rámci naprosté většiny druhů *radius* a *ulna* jsou obvykle trochu delší než *humerus* a *tibia* a *fibula* jsou trochu delší než *femur* (Day a Jayne, 2007).

Podle Wilson a Mittermeier (2009) mají přední končetiny koček dvojí funkci. Jsou součástí pohybového aparátu, ale také mají důležitou funkci při zachycení kořisti. Pánevní končetiny jsou hlavní hnací silou, a proto nemohou být použity na žádné zásadně odlišné funkce.

Některé končetinové šlachy mají významnou roli v úspoře energie při běhu (Alexander, 1988). Mají sloužit jako pružiny. Ukládají zátěžové energie, protože noha vrací tuto energii při elastickém zvednutí nohy. Tyto šlachy jsou předmětem napětí a vytvářejí pevnost v tahu, ale ostatní šlachy jsou mnohem víc namáhány jejich svaly (Alexander, 1993). Napětí v těchto šlachách, když jejich svaly vykonávají maximální izometrické síly, jsou obvykle pouze 10 – 20 MPa (Alexander, 1993). Síly, které sval daných rozměrů může vykonat, jsou závislé na tlaku, který je schopen vyvinout. Kosterní svalovina šelem může vyvinout tlak od 0 - 3 MPa. Tyto tlaky jsou vyvinuty zvláště v hlavních velkých svalech končetin při sprintu nebo skákání (Alexander, 1985).

Alexander (1993) se domnívá, že typickým úkolem svalů je vyvinutí maximální izometrické síly. V případě, že jsou šlachy neroztažené, tak se svalové svazky musejí dostatečně zkrátit, kvůli pohybu proximálního (viz slovník) konce šlachy skrze tu samou vzdálenost jako pohyb jeho distálního (viz slovník) konce. To se děje díky kompatibilitě (viz slovník) šlach, které se dokážou zkrátit, aby se mohly prodloužit pod zatížením. Svaly mohou působit velké síly pouze v omezeném rozsahu délek sarkomer, proto se svaly adaptovaly na zkracování na svazky.

Hlavní pohyby většiny endotermických obratlovců se vztyčeným držením končetin jsou flexe a extenze do téměř vertikální (svislé) roviny (Gatesy a Biewener, 1991).

Nohy zvířat a jejich pohyby byly pravděpodobně optimalizovány evolucí anebo učením funkcí, které jsou požadované v jejich životě. Evoluce a učení metodou pokusu a omylu jsou mocné optimalizační procesy, takže se může očekávat, že struktura nohou zvířat a vzory jejich pohybů jsou optimalizovány pro požadavky každého druhu (Alexander, 1993).

Vrchol napětí působící v končetinových kostech by se měl zvýšit s rostoucí velikostí, pokud se síly působící v kostech zvýší v přímé úměře ke zvířecí tělesné váze. Toto je přímým důsledkem měřítka geometrie v kostech končetin v širokém rozsahu velikostí u savců. Pevnost kostí je podobná u velkých i malých zvířat. Je zřejmé, že jejich velikosti také omezuje zvířata v jejich pohybovém repertoáru (Biewener, 1983).

Alexander (1985) ve své studii shrnuje maximální síly vyvíjené zvířaty v širokém spektru činností, včetně běhání, skákání, plavání a kousání. V této studii se bere v úvahu velikost zvířat. Obecně platí, že velká zvířata vyvinou větší sílu než malá zvířata, ale nelze od těchto sil očekávat, že budou úměrné tělesné hmotnosti. Maximální síly by měly být úměrné tělesné hmotnosti maximálně ze dvou třetin.

Savci, pohybující se kvadrupední chůzí (viz slovník), běžně používají tři rozdílné chody, a to chůze při nízkých rychlostech, klus ve střední rychlosti a cval při vysokých rychlostech. Tyto chody savců se zdají být adaptovány, aby se minimalizovaly náklady na energii a to bez pohledu na nežádoucí přesunutí (Alexander, 1993). Během každého kroku při běhu, klusu nebo poskakování, je část gravitace a kinetické energie těla absorbována a následně obnovena pomocí svalů. Končetinová lokomoce zahrnuje pouze dva základní mechanismy, a to strnulý mechanismus chůze a mechanismus běhu, klusu a skoku (Cavagna et al., 1988).

Podle Alexander (1993) zvíře chodící nepřetržitě (to znamená, že se stejnou rychlostí v odpovídajících fázích postupných kroků) musí být v rovnováze na základě průměrných sil po úplném kroku, ale nemusí být v rovnováze v každém okamžiku. Velcí savci dělají delší kroky než menší savci a mění chody při vyšších rychlostech.

Čím rychleji zvíře běží, tím je obecně menší zlomek kroku, po který jsou všechny chodidla na zemi. Chodidla proto musí vyvíjet větší síly po dobu, co jsou ve styku se zemí, aby se průměrná síla během kompletního kroku vyrovnala s tělesnou hmotností (Alexander, 1985).

Farley et al. (1993) ve své studii popsali, jak pracuje pružinový systém při různých rychlostech a u zvířat různých velikostí. Tuhost končetinové pružiny je nejdůležitějším determinantem množství času, kdy jsou chodidla ve styku se zemí.

Náklady jak v aktivaci svalů, tak ve vytváření jednotky síly za jednotku času za každý gram svalů, jsou přímo úměrné krokové frekvenci ve všech rovnocenných rychlostech, a to vysvětluje vztah mezi náklady na pohyb a velikost těla (Heglund a Taylor, 1988).

Čtyřnožci zvyšují svou rychlost pomocí různých chodů, v nichž jsou pozměněny pohyby trupu a relativní načasování podpory a kývavých (swingových) pohybů končetin (Rubin a Lanyon, 1982). Rychlost běhu je omezena mechanickou interakcí mezi stojnou a pohybovou fází kroku (Weyand et al., 2010).

Šelmy, které se pohybují kvadrupední chůzí, vykazují rozdílnou funkci končetin během vysokorychlostních chodů a při nestabilní lokomoci. Obě hrudní i pánevní končetiny jsou schopny vytvářet zrychlování a zpomalování pomocí impulzů vedoucí odpředu dozadu. Během cvalu a skákání přední končetiny vytváří především zpomalující síly, zatímco zadní končetiny akcelerační síly (Williams et al., 2008).

Rychlosti uváděné v (obr. 20) jsou nejvyšší rychlosti přes poměrně krátké vzdálenosti, takže dedukce těchto čísel do vzdálenosti míle by nepochybně přeceňovaly schopnost zvířete udržovat tuto rychlost po celou vzdálenost (Buckley, 2013).

Druh	Délka dráhy	Nejvyšší rychlost (mph)	Čas při uběhnutí 1 míle (minuty: sekundy)
Gepard štíhlý	1/8 míle	64	0:56
Quarter (americký honácký kůň)	1/4 míle	48	1:15
Vlk obecný	4 míle	35 – 40	1:30 – 1:43
Chrt	1/4 míle	39	1:32
Králík domácí	1/4 míle	35	1:43
Medvěd grizzly	1/4 míle	30	2:00
Člověk	15 yardů	28	2:08
Lidský světový rekord	100 metrů	23,1	2:36
Černá mamba	různé krátké vzdálenosti	20	3:00
Lidský světový rekord	1 míle	16,1	3:43
Veverka	1/4 míle	12	5:00
Kuře	1/4 míle	9	6:40
Zmije obecná	různé krátké vzdálenosti	6	10:00
Svižník (brouk)	různé krátké vzdálenosti	5,6	10:43

**Obrázek 20: Porovnání rychlostí různých druhů zvířat:** V prvním sloupci obrázku jsou vypsány zkoumané druhy zvířat včetně člověka. Ve druhém sloupci je zaznamenána vzdálenost, ve které se měří rychlost. Ve třetím sloupci je vypočtena nejvyšší rychlost a ve čtvrtém sloupci je uvedena odhadovaná doba běhu na jednu míli. Při pohledu na pomalejší zvířata je zřejmé, že jejich rychlost bude ještě nižší než odhady uvedené v této tabulce. Nejsou totiž přizpůsobeni udržovat takové tempo při dlouhé vzdálenosti (upraveno podle Buckley, 2013).

Maximální výkon jednotlivce během normalizovaných motorických aktivit se pravděpodobně odráží v jeho výkonnosti v průběhu ekologicky příslušných činností. Většina studií lokomoce se více zaměřují na fyziologické příčiny a ekologické následky maximálních výkonů než aby pochopily, jak se zvíře rozhodne využít svůj vlastní výkon (Wheatley et al., 2015).

Biomechanický kompromis mezi rychlostí a přesností má také vliv na úspěch úkolu. Čím rychleji nebo silněji zvíře provádí pohyby, tím méně účinně kontroluje vlastní pohyb (Wheatley et al., 2015).

Sprint je taktéž důležitou součástí útěku zvířat před predátory. Ve studii od Wheatley et al. (2015) se popisuje, jak rychle zvířata dokážou běžet, když se snaží přežít. Ze studie vyplývá, že největší rychlost není vždy nejlepší. Například jedinec unikající od predátora musí běžet dostatečně rychle, ale ne tak rychle, aby neuklouznul a neupadnul.

### **3.8.1 GEPARD JAKO SPRINTER**

Vysokorychlostní lokomoce je nezbytná pro přežití a úspěch mnoha druhů zvířat z hlediska zachycení kořisti a úniku od dravých predátorů (Alexander, 1993). Prostřednictvím vyšetření pohybové anatomie zvířete je možné získat přehled o jeho pohybové schopnosti (Hudson et al., 2011b).

Gepard byl dlouho považován za typického sprintera a po dlouhá staletí fascinoval lidi (Williams et al., 1997). Gepard je vysoce specializovaná kočkovitá šelma, která se vyvinula jako stíhací specialista a její postava v sobě odráží odlišný způsob lovu (Mills a Harvey, 2001).

Gepard je obecně považován za nejrychleji běžící zvíře, ale jeho maximální rychlost je proměnlivá (Sharp, 1997). Africký gepard, světově nejrychlejší suchozemské zvíře, je vzorem fyzické zdatnosti, která zobrazuje četné fyziologické adaptace, umožňující velkolepé vysokorychlostní sprinty přes africké pláně (Dobrynin et al., 2015).

Gepardi jsou velice dobře známi spíše jako sprinteři než jako běžci na dlouhé tratě (Buckley, 2013). Gepard je nejlepší sprinter na světě a jeho rychlost závisí hlavně na prodloužení délky kroku. Gepard používá velký úhlový pohyb kloubů končetin a ohýbání páteře k prodloužení délky kroku. Pohyby jsou vytvářeny aktivací svalů (Goto et al., 2013). Podle Wilson a Mittermeier (2009) nejvyšší zpozorovaná rychlost u gepardů byla 102 km/hod, přičemž jeden skok je dlouhý devět metrů a všechny čtyři nohy jsou ve vzduchu minimálně dvakrát v každém skoku (obr. 21). Ne všechny údaje od všech autorů jsou stejné. Mills a Harvey (2001) udávají, že gepard jako nejrychlejší savec je schopen vyvinout rychlost od 104 - 112 km/hod na krátkou vzdálenost. Williams et al. (1997) popisují, že rychlost běhu dosahuje 60 mil za hodinu v době kratší než tři sekundy. Respirační rozsah je v rozmezí od 60 do 150 dechů za minutu ve vysokorychlostních případech (Wilson a Mittermeier, 2009).

K maximalizaci rychlosti musí zvíře rychle rozkmitat končetiny (ke zvýšení kráčivé frekvence) a podpořit jeho tělesnou hmotnost odoláváním velkých reakčních sil (Weyand et al., 2000). Zvyšování kráčivé frekvence je tedy klíčem k dosažení vyšší rychlosti. Toho je dosaženo především díky rychle kmitající končetině a tím zkráceného času pro kmit (Hudson et al., 2011a).

Několik studií se zabývalo profilem kosterního svalstva predátorů z třídy savců, kteří běžně používají a spoléhají se sprint (běh). Účelem této studie bylo vyvinout takový profil pro geparda, jakožto elitního sprintera. Gepard tvoří jedinečný příklad kvůli jeho evolučním a behaviorálním predispozicím pro sprint. S ohledem na to, profil kosterního svalu tohoto zvířete poskytuje nahlédnutí na biochemické a morfologické adaptace nutné pro podporu sprinterského výkonu (Williams et al., 1997).

Histologické a biochemické důkazy ukazují, že primární adaptace pro sprint v kosterním svalstvu gepardů je úroveň glykolýzy (viz slovník). Ačkoliv složení typů vláken ukazuje převahu rychle se zkracujících svalových vláken, nebyly tyto údaje mimořádně vyšší než u lidí vyškolených (vytrénovaných) pro sprint (Williams et al., 1997).

Ve studii Hudson et al. (2012) se můžeme dočíst, že gepard a závodní chrt jsou podobné velikosti a morfologie a přesto je gepard schopen dosáhnout mnohem větší rychlosti. Porovnávali kinematiku (viz slovník) a kinetiku (viz slovník) při cvalu geparda a chrta, aby prošetřili, jak gepard dosáhne tak pozoruhodné maximální rychlosti.

Rozložení hmotnosti mezi zvířecími končetinami se různí s rostoucí rychlostí. Při vysoké rychlosti zadní končetiny podpírají většinu zvířecí tělesné hmotnosti. U geparda podporuje 70 % tělesné hmotnosti zadní končetiny, zatímco chrtí zadní končetiny podpírají pouze 62 % jeho tělesné váhy. Podpora většího podílu tělesné hmotnosti na konkrétní končetiny slouží pravděpodobně ke snížení rizika uklouznutí během hnacího úsilí (Hudson et al., 2012).

Gepard má nejdelší končetiny v poměru k jeho hmotnosti. Většina kočkovitých šelem, včetně geparda, má značnou mobilitu končetin, která je splněna se šplháním a manipulací s případnou kořistí. Ale gepardi mají pozoruhodné specifické klouby v předních končetinách, které je pravděpodobně pomáhají stabilizovat při vysokorychlostním běhu (Andersson, 2004).



**Obrázek 21: Gepard ve skoku:** Gepardí skok je velice jedinečná záležitost, kdy se gepard odrazí od země a dokáže „letět“ ve vzduchu až devět metrů, než doskočí na pevnou zem a musí se zase odrazit (Zdroj: Wilson a Mittermeier, 2009).

Dalším navržením omezení rychlosti je minimální doba, po kterou zvíře může přemístit svou končetinu při švihů. Existuje několik úprav, které mohou minimalizovat svalovou práci potřebnou k rozhybání končetin, z nich některé byly pozorovány jak u geparda, tak u chrta (Hudson et al., 2012).

Marker a Dickman (2003) ve své studii hodnotili fyzickou kondici u 240 gepardů (99,6 %), z nichž 63 % byli ve výborné kondici, 22,9 % v dobré kondici a 14,2 % ve špatné kondici. Celkově nebyl žádný významný vztah mezi fyzickou kondicí a pohlavím, ročním obdobím nebo lokalitou. Nebyl zde ani žádný celkový vztah mezi věkem a fyzickou kondicí, ačkoli velmi staří jedinci (ti, kterým bylo více než 96 měsíců) byli ve výrazně horší kondici než mladí jedinci. A co bylo zřejmé, že jedinci drženi v lidské péči více než 30 dnů, byli ve výrazně horší kondici.

Byla prováděna kvantitativní měření okamžité rychlosti, akcelerace a také rychlosti při manévrování. Tato měření byla prováděna pouze na zvířatech chovaných v lidské péči za pomoci návody, kterou gepardi pronásledovali v přímém směru. Odhady rychlostí byly zaznamenány z přímého pozorování nebo natočením videa. Tato pozorování jsou závislá na dvou aspektech, a to otevřeném stanovišti a dennímu světlu. K shromažďování dat u volně se pohybujících

gepardů při lovu v jejich přirozeném prostředí byly použity speciální límce (obr. 22) (obojky), které byly vybaveny GPS a byly schopné zpracovávat rychlosti dosažitelné během lovu (Wilson et al., 2013).



**Obrázek 22: Speciální límec (obojek):** Na obrázku je znázorněn límec zprostředkující měření dosažené rychlosti při lovu. Měření za pomoci tohoto obojku byla prováděna ve volné přírodě (Wilson et al., 2013).

Díky systému GPS bylo i zjištěné, ve kterých oblastech dochází k lovu a kde gepard nejlépe manévruje. Wilson et al. (2013) zjistili, že gepard úspěšně manévruje ve všech stanovištích a terénech. Například vysoká vegetace může geparda zvýhodnit tím, že mu dovolí nenápadné sledování a pronásledování kořisti. Taktéž tím omezuje prostor pro útěk a manévrování své kořisti.

Nejdelší dráha naměřená při běhu byla v rozmezí od 407 do 559 m. Průměrná frekvence běhu byla 1,3 krát za den, takže vysokorychlostní lokomoce představovala pouze malý zlomek z průměrné celkové vzdálenosti ušlé gepardem za den, která činila 6 040 m (Wilson et al., 2013).

Průměrná maximální rychlost byla v rozmezí  $14,9 \pm 3,4 \text{ m s}^{-1}$  a byla obvykle udržována pouze po dobu dvou sekund. Největší hodnoty zrychlení a zpomalení byly téměř dvojnásobek než u zpozorovaných hodnot u koní a chrtů. Gepard zrychlí o  $3 \text{ m s}^{-1}$  a zpomalí o  $4 \text{ m s}^{-1}$  během jednoho kroku. Kroková frekvence i držení těla jsou podobné při stejné rychlosti u chrtů i gepardů, ale svalové sarkomery i vlákna se podstatně rychleji zkracují u geparda než u chrtů. Tato rychlá svalová kontrakce umožní velké svalové síly, a proto dodává velké akcelerační síly (Wilson et al., 2013).



Vysoká rychlost přichází na úkor ovladatelnosti při manévrování. V důsledku toho gepardi, kteří běží rychleji než kterýkoliv jiný suchozemský savec, zřídka dosáhnou jejich maxima během úspěšných pokusů o predaci (Wheatley et al., 2015).

Pokud predátor, jako je gepard, chytá svou kořist, je třeba usilovat s dostatečně pomalou rychlostí o zrcadlení ostrých zatáček a složitých manévrů své kořisti. V důsledku toho gepardi pronásledují svou kořist při pomalejších rychlostech než je jejich maximum, aby vyrovnali kompromis mezi rychlostí a manévrováním (Wheatley et al., 2015).

### **3.8.2 PRINCIP BĚHU**

Páteř geparda je neobyčejně pružná a při běhu se střídavě ohýbá do tvaru napnutého luku a natahuje se do plné délky (obr. 23). Ve fázi, kdy je páteř vyklenuta nahoru, se tělo zkrátí až o jednu třetinu, což umožňuje zadním končetinám, aby v jednom okamžiku došlapovaly daleko před přední končetiny, zatímco přední končetiny v další fázi běhu dopadají na zemi hluboko vzadu za tělem. Velká pružnost páteře je jedním z faktorů, který gepardovi umožňuje na krátkou vzdálenost dosahovat neuvěřitelné rychlosti až 112 km/hod. Při plném běhu se gepard pohybuje „skoky“, z nichž každý je šest až sedm metrů dlouhý (Wilson a Mittermeier, 2009).

U poloploskochodců, jako jsou kočkovité a psovitě šelmy, v tomto případě u gepardů, jsou nejdelší obratle v bederním úseku a v ocasní páteři, zatímco délka krčních obratlů je až na druhém místě. Významnou zvláštností páteře jsou inflexní obratle, které umožňují stojaté vlnění nesakrální páteře. Na páteři se střídají dorzocylindrické a ventrocyndrické postavení meziobratlových kloubních ploch. Tudíž se páteř pohybuje postupným vlněním. Stojaté vlnění presakrální páteře umožňuje vytrvalý pohyb, rychlý běh a je nezbytným předpokladem pro udržení vzpřímené páteře (Červený et al., 1999).



**Obrázek 23: Fáze běhu geparda:** Tento obrázek vyobrazuje výše popsanou aktivitu skoku, které se skládá ze dvou fází, a to odrazu a skoku samotného, kdy je gepard ve vzduchu až sedm metrů. (Zdroj: <http://www.robertwinslowphoto.com/Animals/African-and-Asian-Animals-1/Cheetah/i-p7PgZBL>, 2016).

Druhotné omezení až úplná ztráta schopnosti zatahovat drápy je u geparda výsledkem adaptace k lovu kořisti rychlým během, kdy v závěrečné fázi útoku gepard srazí svou oběť na zem nárazem svého těla a údery pacek a přidržuje ji hlavně zuby. Nezatažené drápy rovněž pomáhají gepardovi při lepším odrazu při rychlém běhu (Wilson a Mittermeier, 2009).

### 3.9 ONEMOCNĚNÍ GEPARDŮ

V této finální kapitole je stručně vymezeno pár nejčastějších svalových poruch, které se vyskytují u gepardů, a je zde taktéž zařazeno pár dalších onemocnění vztahujících se k tématu práce.

Jak již bylo na začátku práce popsáno, gepard byl považován za vzor pro zranitelnost vůči různému onemocnění v důsledku ztráty genetické rozmanitosti. Tato monomorfie druhu položila základ jejich všeobecnému špatnému zdravotnímu stavu a ubývajícím populaci v lidské péči (Munson et al., 2005), což klade největší význam právě na poruchy oběhového aparátu, protože v lidské péči nelze gepardovi zaručit velký prostor nutný pro správné fungování jeho pohybového aparátu.

Severoafriká a jihoafrická subpopulace gepardů v lidské péči má vysoké prevalence jaterní venookluzivní choroby (viz slovník), glomerulosklerózy (viz slovník), zánětu žaludku a systémové amyloidózy (viz slovník), tedy chorob, které jsou vzácné u jiných druhů. Taktéž byly zdokumentovány zánětlivé reakce na běžné infekční agens u gepardů chovaných v lidské péči a bylo dodáno, že se u volně žijících populací gepardů nevyskytují žádné závažné zánětlivé reakce na virové infekce (Munson et al., 2005).

S potravou souvisí i některá onemocnění, zvláště gastrointestinálního traktu. Na toto téma bylo vedeno také mnoho studií. Zejména Munson et al. (2005) popsali, že volně žijící populace trpěla středně těžkou nebo těžkou gastritidou z 3 %, na rozdíl od populace žijící v lidské péči, která touto nemocí trpěla z 64 %. Bell et al. (2010) zkoumali dietní účinky způsobující neplodnost u gepardů, změny chování a fyziologické parametry. Dále byla sledována také toxicita způsobená požitím kontaminovaného masa u geparda chovaného v lidské péči (North et al., 2015).

Mezi nejčastější choroby postihující gepardy zařadil Munson (1993) venookluzivní nemoc, glomeruloskleróza, nefroskleróza (viz slovník), selhání ledvin, chronická gastritida, u samců testikulární degenerace a atrofie (viz slovník) a zástava spermatogeneze. Podle jeho výzkumů pak většina mláďat uhynula na zápal plic.

### 3.9.1 SVALOVÉ METABOLICKÉ PORUCHY

Kosterní svalstvo tvoří největší orgán v těle jak do objemu, tak do hmotnosti. Kosterní svalstvo může postihnout až 500 onemocnění týkající se svalové tkáně, z nichž většina pochází přímo ze svalu. Jiní ovlivňují svaly sekundárně, především prostřednictvím denervace (viz slovník) (Goebel a Stenzel, 2013).

Funkční a strukturální závislost skeletálního svalstva na inervaci znamená, že periferní a centrální nervový systém poskytuje svalové tkáni jedinečné informace pro nosologii (viz slovník) zřetelněji než jiné orgány. Z toho důvodu onemocnění, která postihují svaly, jsou nazývána jako neuromuskulární onemocnění (viz slovník) (Goebel a Stenzel, 2013).

Poruchy hybnosti (motoriky) jsou souborem poruch vyvolaných nejrůznějšími příčinami, které se projevují změnou pohybů svalů nebo svalových skupin. U gepardů se vyskytují poruchy svalového napětí (tonus) (viz slovník), které mohou být snížené tzv. hypotonie nebo zvýšené tzv. hypertonie (Walzer et al., 2003).

Z nejčastěji popisovaných svalových poruch jsou svalová dystrofie, kanálopatie (viz slovník), kongenitální myopatie, zánětlivé a metabolické poruchy, malformace a novotvary (Goebel a Stenzel, 2013).

U gepardů byly zpozorovány také četné ataxie, parézy zadních končetin a celkové paralýzy (Walzer et al., 2003).

## 4 DISKUZE

První část práce byla spíše obecného charakteru o základní biologii druhu geparda štíhlého *Acinonyx jubatus* a měla za úkol uvést čtenáře do kontextu problematiky. Byly zde uvedeny základní informace týkající se stručného taxonomického vývoje řádu Carnivora, poté samotného taxonomického vývoje zařazení geparda štíhlého a nakonec aktuálního taxonomického zařazení geparda štíhlého.

### 4.1 DISKUZE K PROBLEMATICE TAXONOMICKÉHO DĚLENÍ

Jak uvádějí Wilson a Reeder (2005) gepard štíhlý je jediný recentní druh rodu *Acinonyx*. Je zařazen do čeledi Felidae a podčeledi Felinae. Při vyhledávání informací o aktuálním zařazení druhu do taxonomického systému a rozdělení do poddruhů se většina autorů shodovala se závěry, které uvádějí Wilson a Reeder (2005), tedy rozdělení druhu do šesti poddruhů.

### 4.2 DISKUZE K AREÁLOVÉMU ROZŠÍŘENÍ

Gepard štíhlý v důsledku zmenšování populace nemá tak široký areál rozšíření. Nachází se hlavně ve dvou oblastech, a to v částech Afriky a Asie. Dříve byly jednotlivé subpopulace nalezeny ve 44 zemích Afriky a Asie, ovšem v současné době žijí gepardi ve fragmentovaných subpopulacích ve 29 afrických státech. Zbytkové populace byly potvrzeny v Íránu a Pákistánu (Marker, 2002). Toto tvrzení u některých autorů stále zůstává stejné, ale je zřejmé, že do dnešní doby došlo k mnohočetnému snižování stavů. Tyto závěry jsou v souladu s tvrzením Durant et al. (2015), že v současnosti přežívají pouze fragmentované subpopulace na obou kontinentech. V Asii už je to tak kritické, že může v nejbližší době nastat situace, že na asijském území, kde žije poddruh *Acinonyx jubatus venaticus*, gepardi brzy vyhynou, což je v souladu s tvrzením od Charruau et al. (2011). Tito autoři uvádějí, že gepardi jsou celosvětově náchylní k vyhubení a kriticky ohrožení ve svém rozšíření v Asii, kde je posledních přežívajících 70 – 110 jedinců, a to pouze v Íránu. Tudíž pokud bude docházet k dalšímu nelegálnímu lovu mláďat a stále se jim bude zmenšovat stanoviště, přičemž přijdou o veškeré potravní zdroje, velice brzy budou gepardi k nalezení pouze na malých částech Afriky.

V další části práce se velice stručně zohlednilo rozšíření druhu pouze na území Afriky, kde jsem pomocí mapy vyobrazila jednotlivé rozšíření poddruhů. Avšak tato tvrzení nelze

jednoznačně potvrdit, protože stavy gepardů se neustále snižují. Ray et al. (2005) k tomu dodali, že početní stavy gepardů se do současnosti drasticky snížily hlavně v severní a západní Africe a z novějších pramenů od Durant et al. (2015) se lze dozvědět, že jižní a východní Afrika poskytuje tomuto druhu prozatím několik vhodných útočišť, ačkoli i zde existují regiony, kde dochází k podstatnému úbytku stavů. Z toho vychází, že sice velice rychle ubývá na stavech, ale gepardi se sdružují na stále stejných místech, protože v jižní a východní Africe mohou nalézt jak vhodné potravní zdroje, tak stanoviště umožňující úkryty, a také menší počet potravních konkurentů.

#### **4.3 DISKUZE O OHROŽENOSTI DRUHU**

Jednou z nejdůležitějších činností organizace bylo založení Červeného seznamu ohrožených druhů – IUCN Red list, který v současnosti představuje nejkomplexnější soupis aktuálního stavu ohroženosti živočišných a rostlinných druhů na světě (IUCN, 2016b). V souvislosti s přidělením statusu ohrožení IUCN podle míry ohroženosti populace geparda štíhlého jsou důležité dvě kategorie: kriticky ohrožený – Critically Endangered (CR) a zranitelný – Vulnerable (VU).

#### **4.4 DISKUZE O PŘÍČINÁCH OHROŽENOSTI GEPARDA ŠTÍHLÉHO**

Dalším bodem této práce byly hlavní příčiny ohrožení geparda štíhlého a status ohrožení jednotlivých poddruhů. Dle Durant et al. (2015) lze životaschopné populace geparda štíhlého najít v méně než polovině zemí jeho aktuálního výskytu. To hlavně způsobují konflikty s ostatními predátory, jakožto potravními konkurenty, to vede ke ztrátě kořisti a změnám stanoviště, kterou musí absolvovat, pokud chtějí přežít. Jednotlivé poddruhy nepatří do stejné kategorie ohroženosti. Jak již je výše zmíněno, spadají pod Vulnerable a Critically Endangered (IUCN, 2016c). Což je jasným důsledkem toho, že ne všechny oblasti obývané jednotlivými poddruhy zajišťují stejné množství potravních zdrojů, úkrytů a všech podmínek nutných k přežití. Tudiž některé poddruhy obývající na méně prosperující lokality budou i více ohroženi vyhubením.

#### **4.5 DISKUZE O TYPECH STANOVIŠŤ OBÝVANÝCH GEPARDEM ŠTÍHLÝM**

Wilson a Mittermeier, (2009) udávají, že gepardi jsou rozšířeni především po celé části subsaharské Afriky, vyhýbají se lesům a jsou řídce rozšířeni ve vlhčích lesích. V jistém ohledu se zde názory jednotlivých autorů liší, a to hlavně v předpokladu obývání lesů. Lze se dočíst, že

preferují suché i vlhké lesy, což si odporuje. Ovšem od obou názorů jsem našla spoustu podkladů, proto se mohou domnívat, že tato vyhodnocení byla pozorována v jinou denní dobu i v jiném ročním období. Gepardi tudíž opravdu obývají celou řadu stanovišť (Charruau, 2011). Je zřejmé, že rozdělení kořisti ovlivňuje preferenci stanoviště. Tudíž užívání stanovišť je v úzkém vztahu s kořistí, což zahrnuje dostupnost úkrytů, která by zabránila uloupení skolené potravy. Taktéž je zřejmé, že obývané stanoviště bude v souladu s pohlavím geparda. Matka s mláděty bude raději obývat husté lesy, aby zabránila předčasnému úmrtí mláděť, než aby obývala otevřené travnaté prostředí jako opačné pohlaví.

#### **4.6 DISKUZE O CHARAKTERISTICE A MORFOLOGII DRUHU**

Popisují zde obecné charakteristiky, jako je velikost těla, zbarvení aj. Zmínila jsem zde studii, která se zabývá identifikací jedinců, která byla vytvořena v rámci ochranných strategií v zájmu stabilizace populací. Chelysheva (2004) zmiňuje, že ocasní kroužky, bodové vzory na obličejích, hrudník, tělo a končetiny jsou pro gepardy jedinečné, proto se používají k identifikaci. Kočkovité šelmy jsou velice variabilní ve velikosti těla. O gepardech můžeme říci, že se jejich velikost těla mění v celé zeměpisné oblasti, kterou obývají (Boast et al., 2013). O tomto tvrzení jsem však nenašla další zdroje a tato morfometrická měření nemám tedy podložena jinými výsledky. Ovšem přikláním se k tomuto názoru, protože z vlastního pozorování vidím, že i gepardi sourozenci stejného pohlaví mají odlišnou velikost, takže věřím, že v celé zeměpisné oblasti se najde spousta variability mezi jedinci.

#### **4.7 DISKUZE O HUSTOTĚ POPULACE GEPARDA ŠTÍHLÉHO**

Dále je v práci stručná zmínka o hustotě populace - což je v souladu s rozšířením druhu na území Afriky i Asie. Hustota populace geparda se v dobrých podmínkách prostředí pohybuje od 20 do 100 km<sup>2</sup> na jedince. Gepard se vyskytuje samostatně nebo v malých skupinách (Nowak, 1999). Wilson a Mittermeier (2009) udávají, že polokočovní samčí i samičí dospělci zaujímají domácí okrsky ve velikosti 800 – 1 500 km<sup>2</sup> a z toho samčí koalice obývají teritoria ve velikosti 12 – 36 km<sup>2</sup>, ale mohou obsadit i 150 km<sup>2</sup>. To způsobí, že jejich teritoria se překrývají s ostatními živočichy (Nowak, 1999). V tuto chvíli se již stávají potravními konkurenty a jejich život je na horší úrovni než například život samice s mláděty, což je dost nepravděpodobné, když tato samice brání všemi svými silami svá mláďata a shání jim potravu. Spíše zabírají menší domovský

okrsek a jsou po většinu dne schována v hustých lesích, kde se s jinými soliterními jedinci moc nestřetnou.

#### **4.8 DISKUZE O POTRAVNÍCH ZDROJÍCH VE VOLNÉ PŘÍRODĚ**

Potravní zdroje ve volné přírodě mohou být nejrůznější podle obývaného biotopu. Spousta studií popisuje, že gepardi upřednostňují středně velkou kořist, nicméně jakým druhům dávají přednost, to je předmětem jejich výzkumu (Farhadinia et al., 2010). Lze se dočíst, že gepardi jsou specializováni na gazely a malé až středně velké antilopy (Wilson a Mittermaier, 2009). Jejich výzkum taktéž obsahuje výpis druhů, které gepardi preferují v určitých částech afrického kontinentu. Další zmínkou této kapitoly bylo, že jsou gepardi často postiženi uloupením skolené potravy vůči lvům, leopardům a hyenám a přichází tak o svou kořist. I když většina zdrojů uvádí, že upřednostňují středně velkou kořist, jako je například gazela, je jisté, že si gepardi zcela vystačí s malou kořistí ve formě křepelky. Můžeme to vidět i na chovu v lidské péči, kdy jsem vyzorovala, že každý gepard dostává jednou denně králíka, který je o dost menší než gazela. Samozřejmě je, že se jedenkrát týdně dodržuje půst. V přírodě také i kvůli uloupení skolené potravy ze stran dalších predátorů nedostává potravu každý den. A tato krmná dávka gepardovi nutričně vystačí. Takže si myslím, že si středně velké kořisti vybírá proto, že se mu lépe chytají a taktéž jsou velice rozšířeni a jsou tudíž nejčastější a nejdostupnější potravou.

#### **4.9 DISKUZE O SOCIÁLNÍ STRUKTUŘE**

Gepardi mohou za určitých okolností žít v nestálé sociální struktuře, avšak v přímé závislosti na pohlaví či přítomnosti mlád'at u matky (Marker et al., 2003). Samci žijí soliterně nebo se sdružují do stabilních koalicí, které se skládají zpravidla ze dvou až tří jedinců. Oproti tomu jsou samice rovněž samotáři nebo jsou doprovázeny neodstavenými mlád'aty (Caro, 1994). Tato tvrzení jsou stejná u všech autorů, kteří se tímto zabývají. Můžeme to podložit i faktem, že v lidské péči taktéž nemůžeme nechat v jednom výběhu obě pohlaví. Ve většině případů jsou umístěni jednotlivě. Avšak výjimky nalezneme u vrhů. Samice ze stejného vrhu můžeme bez problémů nechat u sebe a ve většině případů i samce, ovšem je nutné je častěji hlídat kvůli „šarvátkám“.



#### **4.10 DISKUZE O REPRODUKCI GEPARDA ŠTÍHLÉHO**

Předposlední částí v první půlce práce jsem se věnovala reprodukci a názorně jsem ji rozdělila na reprodukci samců a reprodukci samic. Rozmnožování je sezónní, přičemž mláďata se rodí během deštného období, což je v Serengeti od listopadu do května. Gepardi mají velice dlouhý komplex namlouvání (Wilson a Mittermeier, 2009). Popsala jsem zde také předporodní chování samice a poporodní období. Je známo, že se mláďata rodí slepá a zcela závislá na matce, a tím pádem je velice zajímavé, že se vyvíjí tak rychle. Je to hlavně způsobeno tím, že je samice polyestrická (Wilson a Mittermeier, 2009). Taktéž jsou známy případy, že samice samovolně opustila mláďata z důvodu nedostatku potravy. Jsou u ní tedy vyvinuté mateřské pudy jako například u vlků, kde ale samice svá mláďata zabije. U gepardů je časté, že ve věku, kdy začínají mláďata vylézat z nory, jsou zabita jinými predátory, proto samice mláďata opouští.

#### **4.11 DISKUZE O INTERAKCI GEPARDA S ČLOVĚKEM**

Od nejranějších dob byli gepardi využíváni lidmi (Wilson a Mittermaier, 2009) a ochočovali je kvůli lovu nejméně po dobu 4 300 let (Nowak, 1999). Běžnou praxí bylo chycení již dospělých gepardů, kteří byli zkušenými lovci a následné ochočení pro vlastní potřeby lovu (Wilson a Mittermaier, 2009). Pro jejich dobrou a klidnou povahu jsou nadále využíváni lidmi, ovšem ne kvůli lovu. Pro lidi se gepardi stali snadno ochočitelným mazlíčkem a můžeme je nalézt ve spoustě domácností. I když nejsou doložena žádná napadení člověka, pořád je to šelma, tudíž není bezpečné s nimi žít jako s obyčejnou kočkou domácí. Vždy se může stát, že ho něco vyprovokuje a také mu nejsme schopni poskytnout tolik prostoru, kolik potřebuje. Proto dle mého názoru gepard i jako ostatní velké kočky do domácností nepatří.

#### **4.12 DISKUZE O MORFOLOGICKÝCH UZPŮSOBENÍCH K RYCHLÉMU POHYBU**

Wilson a Mittermeier (2009) popisují, že gepardí tělo je stavěné pro rychlost. Tyto kočky mají hluboký hrudník a úměrně delší končetiny než velikostně srovnatelné jiné druhy kočkovitých šelem. Gepardi mají prodloužené končetiny, štíhlé aerodynamické tělo a lebku, a mají nezatažitelné drápy (Dobrynin et al., 2015). Existuje spousta morfologických přizpůsobení, které napomáhají gepardovi k jeho životnímu stylu a nelze je nalézt u ostatních zvířat. Ovšem lze nalézt určité podobnosti u zvířat s podobnou tělesnou stavbou, jako jsou například chrti, u kterých je rychlost také jednou z nejdůležitějších adaptací kvůli jejich využití v závodech.

#### **4.13 DISKUZE O OBECNÉ MORFOLOGII KOSTERNÍ SOUSTAVY SAVCŮ**

Jsou zde diskutovány nejdůležitější morfologické adaptace nutné k obratnému a rychlému pohybu savců, jako jsou nejdůležitější kosti a celková funkce podpěrného systému, kterou popsali Rubin a Lanyon (1982) jako poskytnutí pevné konstrukce, která by odolala zatížení způsobené pohybem. K vyvinutí vysokých rychlostí a udržení rovnováhy je nutné mít pevnou oporu těla, která toto velké zatížení udrží. K této problematice mohu poznamenat, že jsou savci k tomuto velice dobře přizpůsobeni. Ať už je to upravenou přední končetinou adaptovanou na skok při chybějící klíční kosti tzv. *clavicula*, která ovšem chybí pouze u některých skupin, nebo srostlé pánevní kosti, o kterých se lze dočíst v další kapitole pojednávající o vlastní morfologii kostry končetin savců. Tyto závěry jsou v souladu s tvrzením od Hudson et al. (2011a).

#### **4.14 DISKUZE O MORFOLOGII KOSTERNÍ A SVALOVÉ SOUSTAVY GEPARDŮ**

Působivou fyziologickou schopností je výsledek vysoce specializované morfologie, zahrnující lehký skelet, dlouhé končetiny včetně jejich dlouhých kostí a malá aerodynamicky efektivní kostra (Marker a Dickman, 2003). Což jsou hlavní faktory podporující jejich schopnost sprintu a přežití. Z dalších významných adaptací k tomuto způsobu života zmiňuji adaptace v dýchací soustavě. Při vysokorychlostních honbách za kořistí dochází ke kyslíkovému dluhu. Tudíž musí dojít k velice rychlému zmírnění tohoto dluhu a docílí se tím, že se zvětší nosní dírky a dutiny se roztáhnou a plní se vzduchem (Marker a Dickman, 2003). Jak již bylo několikrát zmíněno, takovýchto adaptací se u geparda vyskytuje mnoho, ovšem stavba těla a přizpůsobení dýchací soustavy k zvládnutí sprintu mi přijdou jako dva nejdůležitější faktory pomáhající gepardovi vše zvládat, aniž by předčasně uhynul na zbytečné vyčerpání v průběhu lovu.

Jednou z hlavních funkcí pohybového svalstva je podpora tělesné hmotnosti zvířete odoláváním síly půdní reakce během postoje (Hudson et al., 2011b). Kdyby takové funkce nebyly vyvinuty, gepard by neměl ani sílu potřebnou k odrazu končetin od země. Domnívám se, že celé jeho tělo koreluje s okolním prostředím a dokáže se vším spolupracovat, což žádný jiný savec nedokáže. Pasi a Carrier (2003) naznačují, že přední končetiny vysoce specializovaných běžců by měly obsahovat méně svalové hmoty než je tomu u zadních končetin, protože přední končetiny hrají větší roli při zpomalování ve srovnání se zadními končetinami, které urychlují (akcelerují)

těžiště. Což je další jasnou zmínkou toho, že každá část gepardího těla má svou funkci a neustále spolu spolupracují.

Impozantní rychlosti jsou podporovány anatomickou a fyziologickou funkcí, která zvyšuje četnost a délku kroků. Štíhlé končetiny pravděpodobně zvyšují krokovou frekvenci tím, že umožní končetinám rychlejší přesun a dlouhé končetiny prodlužují délku kroku poskytnutím většího pohonu vpřed (Weyand et al., 2000). Toto tvrzení je zřejmě nejlépe objasnitelný fakt způsobující tak vysokou rychlost. Lze ho zpozorovat u všech živočichů s dlouhými končetinami, ovšem gepard má k tomu ještě dobře vyvinuté končetinové svaly, které způsobují rychlejší akceleraci.

Za nejdůležitější morfologické adaptace, které jsou typické pouze pro gepardy, považují následující faktory. Gepardi vykazují tři hlavní rozdíly v kosterní morfologii. Za prvé mají prodlouženou sedací kost na pánvi, za druhé mají odlišné hlezenní kosti v tarzu a nakonec se u gepardů vyskytuje prodloužení patní kosti, která poskytuje extenzory tarzu (Hudson et al., 2011b).

#### **4.15 DISKUZE O OBECNÉ FYZIOLOGII SVALOVÉ SOUSTAVY SAVCŮ**

Svalová soustava neustále spolupracuje s kosterní soustavou. Kostra poskytuje konstrukční podporu pro savce, ale další rozhodující funkcí mnoha kostí je poskytnout přípevnění pro svaly. Svalový systém savců umožňuje různé typy pohybu, které jsou vysoce vyvinuté a jsou naprosto nezbytné pro činnost všech životních funkcí (Wilson a Mittermaier, 2009). Funkční jednotka pohybového systému se skládá z motorického neuronu a svazku svalových vláken s podobnou, ne-li shodnou identitou, strukturou a funkčními vlastnostmi (Schiaffino a Reggiani, 2011). Funkce svalové tkáně je řízena jednoduchým způsobem, a to dvěma fázemi. První z nich je zkracování svalových vláken neboli kontrakce a druhá fáze je prodloužení svalových vláken a jejich obnova neboli relaxace (Wilson a Mittermeier, 2009). Každé příčně pruhované vlákno je vyrobeno z podjednotek nazývaných sarkomer, které pod mikroskopem jsou opticky vymezeny hustými svislými disky (Z – disky). Vlákna se skládají ze složitého uspořádání tlustých a tenkých vláken myozinových a aktinových proteinů (Hejnol, 2012).

#### **4.16 DISKUZE O FYZIOLOGII SVALOVÉ SOUSTAVY GEPARDA ŠTÍHLÉHO**

U gepardích svalů bylo prokázáno, že obsahují vysoký podíl rychle se zkracujících svalových vláken (Williams et al., 1997), což je velmi prospěšné pro rychlé kmity končetin a zkrácení doby kmitu, nicméně přesné rychlosti kontrakce nejsou známy (Hudson et al., 2011a). Je známo, že kosterní svalstvo obsahuje různé typy svalových vláken. Svalová vlákna mohou být klasifikována do typu I, typu IIa, typu IIb a typu IIx (Goto et al., 2013). Při zkoumání hustoty svalových vláken Goto et al. (2013) zjistili, že svaly zadních končetin měly vyšší procento vláken typu II (typy IIa + IIx) než přední končetiny. Z těchto závěrů je možno se domnívat, že jsou určujícím faktorem k akceleraci i zastavování, protože typ II a je podle Goto et al. (2013) známý svou vyšší vydanou silou a tudíž odpovídá nutnosti akcelerace, kdy je nutné vydat větší sílu i energii. Toto tvrzení je tedy v souladu s tvrzením od Pasi a Carrier (2003), kteří popsali, že zadní končetiny by měly obsahovat více svalové hmoty než přední končetiny, což tomuto výzkumu odpovídá, protože přední končetiny zastávají roli zpomalování.

#### **4.17 DISKUZE O SPINTERECH Z VŠEOBECNÉHO HLEDISKA**

Většina druhů savců je suchozemských a mají vyvinutou relativně jednoduchou modifikaci pohybového systému. Strukturální modifikace, které způsobují lepší pohyblivost, zahrnují přímé umístění končetin pod trup, zlepšující jak podpěru těla, tak přímý pohyb směrem dopředu. Savci, kteří běhají, mají uzpůsobené strukturální modifikace k zvýšení rychlosti a vytrvalosti, což znamená, že mají uzpůsobené končetiny k běhání. Tito savci mají své končetiny kompletně pod trupem a pohybují s nimi ve stejné parasagitální rovině, a to způsobem rovně vpřed a vzad (Wilson a Mittermeier, 2009). Šelmy, které se pohybují kvadrupední chůzí, vykazují rozdílnou funkci končetin během vysokorychlostních chodů a při nestabilní lokomoci. Obě hrudní i pánevní končetiny jsou schopny vytvářet zrychlování a zpomalování pomocí impulzů vedoucí odpředu dozadu. Během cvalu a skákání, přední končetiny vytváří především zpomalující síly, zatímco zadní končetiny akcelerační síly (Williams et al., 2008), což se shoduje s předešlými výsledky. Z mého pohledu tedy výše popsané adaptace, jako je postavení končetin kolmo pod trup a taky odlišná funkce předních a zadních končetin, jsou hlavním a nejdůležitějším faktorem potřebným pro vysokorychlostní pohyb.

#### **4.18 DISKUZE O FAKTORECH SPRINTU GEPARDA ŠTÍHLÉHO**

Gepard je vysoce specializovaná kočkovitá šelma, které se vyvinula jako stíhací specialista a jeho postava v sobě odráží odlišný způsob lovu (Mills a Harvey, 2001) než si lze všimnout u ostatních kočkovitých šelem. Jsou velice dobře známi spíš jako sprinteři než jako běžci na dlouhé tratě (Buckley, 2013), což je patrné ze všech dokumentů, které natáčely způsob gepardího lovu. Pokud do určité doby nechytí svou kořist, tak lov musel vzdát, neboť byl příliš vyčerpaný. Gepard je nejlepší sprinter na zemi a jeho rychlost závisí hlavně na prodloužení délky kroku (Goto et al., 2013). Asi největší diskuze se zaměřuje na dosaženou nejvyšší rychlost. Většinou se výsledky dost podobají, ale lze nalézt i větší rozdíl. Například Wilson a Mittermeier (2009) udávají nejvyšší zpozorovanou rychlost 102 km/hod, zatímco Mills a Harvey (2001) popisují 112 km/hod. K tomuto bych podotkla, že se jedná o celkem nepatrný rozdíl, protože gepard nemůže pokaždé běžet stejnou rychlostí, záleží vždy na druhu kořisti, kterou stíhá a u žádných výsledků nikdy nebylo řečeno, kdy a jak byly tyto výsledky naměřeny.

#### **4.19 DISKUZE O PRINCIPU GEPARDÍHO BĚHU**

Gepard má ohebnou a pružnou páteř, která se podle Wilson a Mittermeier (2009) při běhu střídavě ohýbá do tvaru napnutého luku a natahuje se do plné délky. Velká pružnost páteře je jedním z faktorů, který gepardovi umožňuje na krátkou vzdálenost dosahovat neuvěřitelné rychlosti až 112 km/hod (Wilson a Mittermeier, 2009). I bez zkoumání lze bezpečně říci, že páteř je bezkonkurenčně nejdůležitější část kostry, obzvláště pokud jde o pohyb. Kdyby ji gepard neměl tak pružnou, nedosahoval by ani zdaleka takových rychlostí jako teď.

#### **4.20 DISKUZE O ONEMOCNĚNÍCH POSTIHUJÍCÍ GEPARDA ŠTÍHLÉHO**

Hlavní problém, který vyvolává onemocnění je ten, že gepard má velice nízkou genetickou variabilitu (Munson et al., 2005), což klade největší význam právě na poruchy oběhového aparátu, protože v lidské péči nelze gepardovi zaručit velký prostor nutný pro správné fungování jeho pohybového aparátu.

Z chorob postihující gepardy byly nejčastěji zkoumány jaterní venookluzivní choroba, glomeruloskleróza, zánět žaludku, systémová amyloidóza a gastritida. Goebel a Stenzel (2013) popisují, že kosterní svalstvo může postihnout až 500 onemocnění týkající se svalové tkáně,

z nichž většina pochází přímo ze svalu. Dále popisují, že nejčastější svalové poruchy jsou svalová dystrofie, kanálopatie, zánětlivé a metabolické poruchy, malformace a novotvary. Walzer et al. (2003) přidává ještě ataxie, parézy a paralýzy. Z toho mohu usoudit, že poruchy pohybového systému vyskytující se u gepardů jsou obdobné jako u člověka nebo ostatních zvířat. Ovšem se domnívám, že závažnost bude horší u gepardů, ať už jen z důvodu, že je jejich svalová soustava mnohem více zatížena, nebo že nemají šanci tyto nemoci nikterak vyléčit.

## 5 ZÁVĚR

Z této práce vzešlo několik závěrů. Zbytkové subpopulace se v současnosti nacházejí pouze ve dvou oblastech, a to v částech Afriky a Asie. Gepard štíhlý v rámci jednotlivých poddruhů nemá v důsledku zmenšování populace tak široký areál rozšíření. Do dnešní doby dochází k neustálému snižování početních stavů, obzvláště kvůli konfliktu s ostatními predátory, jakožto potravními konkurenty. Jednotlivé poddruhy lze zařadit do dvou kategorií ohroženosti a to do Vulnerable a Critically Endangered.

Taktéž se zjistilo, že gepardí velikost těla se mění v celé zeměpisné oblasti, kterou obývají, tudíž je jejich velikost velice variabilní. K hustotě populace geparda lze říci, že se v dobrých podmínkách prostředí pohybuje od 20 do 100 km<sup>2</sup> na jedince a že se gepard vyskytuje vždy samostatně nebo v malých skupinách. Z výsledků o potravní preferenci vyplývá, že je velice variabilní podle obývaného biotopu a že gepardi vždy upřednostňují středně velkou kořist, jako je antilopa nebo gazela.

Z dalších výsledků vyplynulo, že gepardi mohou za určitých okolností žít v nestálé sociální struktuře, avšak v přímé závislosti na pohlaví či přítomnosti mlád'at u matky. Jinak žijí samci soliterně nebo se sdružují do stabilních koalicí, které se skládají zpravidla ze dvou až tří jedinců. Oproti tomu jsou samice rovněž samotáři nebo jsou doprovázeny neodstavenými mlád'aty. Z dalších výsledků se lze dozvědět, že rozmnožování je sezónní, přičemž mlád'ata se rodí během deštného období, což je v Serengeti od listopadu do května a že mají velice dlouhý komplex namlouvání.

Závěry o funkční anatomii geparda uvádějí, že je jeho tělo stavěné pro rychlost. Tyto kočky mají hluboký hrudník a úměrně delší končetiny než velikostně srovnatelné jiné druhy kočkovitých šelem. Gepardi mají prodloužené končetiny, malou a štíhlou aerodynamicky efektivní kostru a lebku a mají nezatažitelné drápy. Celková funkce podpěrného systému je poskytnutí pevné konstrukce, která by odolala zatížení způsobené pohybem. Z výsledků vzešla další adaptace nutná pro vysokorychlostní pohyb, která zahrnovala dýchací soustavu. K vyrovnání kyslíkovému dluhu se docílí zvětšením nosních dírek, dutin a průdušek. Jednou z hlavních funkcí pohybového svalstva je podporování tělesné hmotnosti zvířete odoláváním síly půdní reakce během postoje. Další výsledky dodaly, že přední končetiny vysoce specializovaných

běžců by měly obsahovat méně svalové hmoty než je tomu u zadních končetin, protože přední končetiny hrají větší roli při zpomalování ve srovnání se zadními končetinami, které urychlují (akcelerují) těžiště. Dále z této práce vzešly výsledky, že štíhlé končetiny pravděpodobně zvyšují krokovou frekvenci tím, že umožní končetinám rychlejší přesun a dlouhé končetiny prodlužují délku kroku poskytnutím většího pohonu vpřed. Nejdůležitější morfologické adaptace tvoří prodloužení sedací kosti na pánvi, odlišná stavba hlezenní kosti v tarzu a prodloužení patní kosti.

Závěry o fyziologii svalstva vykazují, že funkční jednotka pohybového systému se skládá z motorického neuronu a svazku svalových vláken s podobnou, ne-li shodnou identitou, strukturou a funkčními vlastnostmi a že každé svalové vlákno je vyrobeno z podjednotek nazývaných sarkomery a že se svalová vlákna skládají ze složitě uspořádaní tlustých a tenkých vláken myozinových a aktinových proteinů. Dále z této práce vyplývá, že gepardí svalstvo obsahuje vysoký podíl rychle se zkracujících svalových vláken a také že obsahuje různé typy těchto vláken. Svalová vlákna mohou být klasifikována do typu I, typu IIa, typu IIb a typu IIx. Z výsledků je zřejmé, že svaly zadních končetin měly vyšší procento vláken typu II (typy IIa + IIx) než přední končetiny.

A nakonec se z výsledků dá usuzovat, že hlavní problém, vyvolávající onemocnění u gepardů je jejich nízká genetická variabilita a způsobuje hlavně jaterní venookluzivní chorobu, glomerulosklerózu, systémovou amyloidózu a gastritidu. Z metabolických svalových poruch to je potom svalová dystrofie, malformace, novotvary, ataxie, parézy a paralýzy.

Jak bylo zmíněno v úvodu práce, je již dlouho známo, že je gepard nejlepším sprinterem v živočišné říši, ale ví se pozoruhodně málo o tom, jak toho dosahuje. Takže hlavním cílem této práce bylo vyhledat nejnovější vědeckou literaturu na toto téma a objasnit nejdůležitější parametry výzkumu.

Zadané cíle práce byly splněny, avšak se mi nepodařilo dohledat větší množství materiálů ohledně fyziologických zvláštností gepardů. Proto by bylo potřeba této oblasti věnovat více pozornosti, což dává prostor pro další vědecké výzkumy. V kapitole o sprinterech se navíc vyskytují starší zdroje, protože o problematice fyziologii svalstva šelem jsem nenalezla novější.



## 6 SEZNAM LITERATURY

**Abe, H. 2000.** Role of histidine - related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry c/c of biokhimii*. 65 (7). 757-765.

**Alexander, R. M. 1985.** The maximum forces exerted by animals. *Journal of Experimental Biology*. 115 (1). 231-238.

**Alexander, R. M. 1993.** Optimization of structure and movement of the legs of animals. *Journal of biomechanics*. 26. 1-6.

**Alexander, R. McN. 1988.** *Elastic Mechanisms in Animal Movement*. Cambridge University Press. Cambridge.

**Andersson, K. 2004.** Elbow - joint morphology as a guide to forearm function and foraging behaviour in mammalian carnivores. *Zool. J. Linn. Soc.* 142. 91-104.

**Bell, K. M., Rutherford, S. M., Hendriks, W. H. 2010.** Exposure of growing and adult captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) to dietary isoflavones: twenty years later. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 94 (6). e329-e338.

**Biewener, A. A. 1983.** Locomotory stresses in the limb bones of two small mammals: the ground squirrel and chipmunk. *Journal of Experimental Biology*. 103 (1). 131-154.

**Biewener, A. A. 2005.** Biomechanical consequences of scaling. *J. Exp. Biol.* 208. 1665-1676.

**Boast, L. K., Houser, A. M., Good, K., Gusset, M. 2013.** Regional variation in body size of the cheetah (*Acinonyx jubatus*). *Journal of Mammalogy*. 94 (6). 1293-1297.

**Broomhall, L. S., Mills, M. G. L., Du Toit, J. T. 2004.** Home range and habitat use by cheetahs (*Acinonyx jubatus*) in the Kruger National Park. *Journal of Zoology*. 261 (02). 119-128.

**Buckley, C. E. 2013.** Speed is Relative (Human and Animal Running Speeds): Are You a Cheetah, a Chicken, or a Snail?. *Faculty and Staff Publications – Milner Library*. 46.

**Carrier, D. R., Deban, S. M., Fischbein, T. 2008.** Locomotor function of forelimb protractor and retractor muscles of dogs: evidence of strut - like behavior at the shoulder. *Journal of Experimental Biology*. 211 (1). 150-162.

**Caro, T. M. 1994.** *Cheetahs of the Serengeti Plains: Group living in anasocial species.* University of Chicago Press, Chicago, USA and London, UK. ISBN: 10: 0-226-09434-0.

**Cavagna, G. A., Franzetti, P., Heglund, N. C., Willems, P. 1988.** The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates. *The Journal of Physiology*. 399. 81.

**Cuvier, G. [Baron]. 1817.** *Le règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée.* vol. 1. Les mammifères. Deterville, Paris. p. 540.

**Červený, Č., Komárek, V., Štěrba, O. 1999.** *Koldův atlas veterinární anatomie.* Grada Publishing. 701 str. ISBN: 80-7169-352-9.

**Day, L. M., Jayne, B. C. 2007.** Interspecific scaling of the morphology and posture of the limbs during the locomotion of cats (Felidae). *Journal of Experimental Biology*. 210 (4). 642-654.

**Dobrynin, P., Liu, S., Tamazian, G., Xiong, Z., Yurchenko, A. A., Krasheninnikova, K., Kliver, S., Schmidt-Kuntzel, A., Koepfli, K. P., Johnson, W., Kuderna, L. F., García-Pérez, R., Manuel, M., Godinez, R., Komissarov, A., Makunin, A., Brukhin, V., Qiu, W., Zhou, L., Li, F., Yi, J., Driscoll, C., Antunes, A., Oleksyk, T. K., Eizirik, E., Perelman, P., Roelke, M., Wildt, D., Diekhans, M., Marques-Bonet, T., Marker, L., Bhak, J., Wang, J., Zhang, G., O'Brien, S. J. 2015.** Genomic legacy of the African cheetah, *Acinonyx jubatus*. *Genome biology*. 16 (1). 1.

**Eu, J. P., Hare, J. M., Hess, D. T., Skaf, M., Sun, J., Cardenas-Navina, I., Sun, Q. - A., Dewhirst, M., Meissener, G., Stamler, J. S. 2003.** Concerted regulation of skeletal muscle contractility by oxygen tension and endogenous nitric oxide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 100 (25). 15229-15234.

**Farhadinia, M., Hemami, M. R. 2010.** Prey selection by the critically endangered Asiatic cheetah in central Iran. *Journal of Natural History*. 44 (19-20). 1239-1249.

**Farley, C. T., Glasheen, J., McMahon, T. A. 1993.** Running springs: speed and animal size. *Journal of experimental Biology*. 185 (1). 71-86.

**Fejfar, O., Major, P. 2005.** Zaniklá sláva savců. Akademie věd České republiky. 1. vydání. 278 s. ISBN: 802001361X.

**Gaisler, J., Zima, J. 2007.** Zoologie obratlovců. Academia. 2. vydání. 692 s. ISBN: 978-80-200-1484-9.

**Gatesy, S. M., Biewener, A. A. 1991.** Bipedal locomotion: effects of speed, size and limb posture in birds and humans. *J. Zool. Lond.* 224. 127-147.

**Goebel, H. H., Stenzel, W. 2013.** Morphology of Skeletal Muscle. *Neuromuscular Imaging*. Springer New York. p. 73-80.

**Goto, M., Kawai, M., Nakata, M., Itamoto, K., Miyata, H., Ikebe, Y., Tajima, T., Wada, N. 2013.** Distribution of muscle fibers in skeletal muscles of the cheetah (*Acinonyx jubatus*). *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*. 78 (2). 127-133.

**Harridge, S. D. R., Bottinelli, R., Canepari, M., Pellegrino, M., Reggiani, C., Esbjörnsson, M., Balsom, P. D., Saltin, B. 1998.** Sprint training, in vitro and in vivo muscle function, and myosin heavy chain expression. *Journal of Applied Physiology*. 84 (2). 442-449.

**Hayward, M. W., Hofmeyr, M., O'brien, J., Kerley, G. I. H. 2006.** Prey preferences of the cheetah (*Acinonyx jubatus*) (Felidae: Carnivora): morphological limitations or the need to capture rapidly consumable prey before kleptoparasites arrive?. *Journal of Zoology*. 270 (4). 615-627.

**Heglund, N. C., Taylor, C. R. 1988.** Speed, stride frequency and energy cost per stride: how do they change with body size and gait?. *Journal of Experimental Biology*. 138 (1). 301-318.

**Hejnol, A. 2012.** Evolutionary biology: Muscle's dual origins. *Nature*. 487 (7406). 181-182.

**Hoppeler, H., Flück, M. 2002.** Normal mammalian skeletal muscle and its phenotypic plasticity. *Journal of Experimental Biology*. 205 (15). 2143-2152.

**Hudson, P. E., Corr, S. A., Payne-Davis, R. C., Clancy, S. N., Lane, E., Wilson, A. M. 2011a.** Functional anatomy of the cheetah (*Acinonyx jubatus*) forelimb. *Journal of Anatomy*. 218 (4). 375-385.

**Hudson, P. E., Corr, S. A., Payne-Davis, R. C., Clancy, S. N., Lane, E., Wilson, A. M. 2011b.** Functional anatomy of the cheetah (*Acinonyx jubatus*) hindlimb. *Journal of anatomy*. 218 (4). 363-374.

**Hudson, P. E., Corr, S. A., Wilson, A. M. 2012.** High speed galloping in the cheetah (*Acinonyx jubatus*) and the racing greyhound (*Canis familiaris*): spatio-temporal and kinetic characteristics. *Journal of Experimental Biology*. 215 (14). 2425-2434.

**Hyatt, J. P. K., Roy, R. R., Rugg, S., Talmadge, R. J. 2010.** Myosin heavy chain composition of tiger (*Panthera tigris*) and cheetah (*Acinonyx jubatus*) hindlimb muscles. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*. 313 (1). 45-57.

**Charruau, P., Fernandes, C., Orozco-Terwengel, P., Peters, J., Hunter, L., Ziaie, H., Jourabchian, A., Jowkar, H., Schaller, G., Ostrowski, S., Vercammen, P., Grange, T., Schlotterer, C., Kozte, A., Geigl, E., Walzer, C., Burger, P. A. 2011.** Phylogeography, genetic structure and population divergence time of cheetahs in Africa and Asia: evidence for long-term geographic isolates. *Molecular Ecology*. 20 (4). 706-724.

**Chelysheva, E. 2004.** A new approach to cheetah identification. *CAT NEWS, IUCN/CSG*. (41). 27-29.

**Jarošík, V. 2005.** Růst a regulace populací. Academia. 175 str. ISBN: 80-200-1330-X.

**Jayasinghe, I. D., Munro, M., Baddeley, D., Launikonis, B. S., Soeller, C. 2014.** Observation of the molecular organization of calcium release sites in fast-and slow-twitch skeletal muscle with nanoscale imaging. *Journal of The Royal Society Interface*. 11 (99). 20140570.

**Kelly, M. J. 2001.** Computer – aided photograph matching in studies using individual identification: an example from Serengeti cheetahs. *Journal of Mammalogy*. 82 (2). 440-449.

**Koester, D. C., Freeman, E. W., Brown, J. L., Wildt, D. E., Terrell, K. A., Franklin, A. D., Crosier, A. E. 2015.** Motile sperm output by male cheetahs (*Acinonyx jubatus*) managed ex situ is influenced by public exposure and number of care - givers. PloS one. 10 (9). e0135847.

**König, H. E., Liebich. 2003.** Anatomie domácích savců 1. Hajko a Hajková. 286 str. ISBN: 80-88700-56-6.

**Kotze, A., Ehlers, K., Cilliers, D. C., Grobler, J. P. 2008.** The power of resolution of microsatellite markers and assignment tests to determine the geographic origin of cheetah (*Acinonyx jubatus*) in Southern Africa. Mammalian Biology 73: 457-562.

**Krausman, P. R., Morales, S. M. 2005.** *Acinonyx jubatus*. Mammalian Species. No. 771. 1-6. ISSN: 0076-3519.

**Laurenson, M. K., Caro, T. M., Borner, M. 1992.** Female cheetah reproduction. National Geographic Research & Exploration. 8 (1):64-75.

**Linnaeus, C. 1758.** Systema Naturae per Regna tria Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Edition decimal reformatata. Vol. 1. Holmiae, Impensis direct. Apud Laurentii Salvii, Stockholm. 1: 69. p. 824.

**Marker, L. L., Dickman, A. J. 2003.** Morphology, physical condition, and growth of the cheetah (*Acinonyx jubatus jubatus*). Journal of Mammalogy. 84 (3). 840-850.

**Marker, L. L., Dickman, A. J., Jeo, R. M., Mills, M. G. L., Macdonald, D. W. 2003.** Demography of the Namibian cheetah, *Acinonyx jubatus jubatus*. Biological Conservation. 114 (3). 413-425.

**Marker, L. L., 2002.** Aspects of cheetah (*Acinonyx jubatus*) biology, ecology and conservation strategies on Namibian farmlands. Ph.D. Thesis, University of Oxford, 459pp.

**Marker-Kraus, L., Kraus, D. 1991.** The history of the cheetahs in Namibia, Swara. East African Wildlife Society. Vol. 16. No. 5. 8-12.

**Marker-Kraus, L. 1997.** History of the cheetah (*Acinonyx jubatus*) in zoos 1829 – 1994. International Zoo Yearbook. 35: 27–43.

**McKenna, M. C. a Bell, S. K. 1997.** Classification of mammals above the species level. Columbia University Press, New York. p. 631. ISBN: 023111012X.

**Mills, M. G. L., Harvey, M. 2001.** African predators. Smithsonian Institution Press.

**Mills, M. G. L., Broomhall, L. S., du Toit, J. T. 2004.** Cheetah *Acinonyx jubatus* feeding ecology in the Kruger National Park and a comparison across African savanna habitats: is the cheetah only a successful hunter on open grassland plains?. *Wildlife Biology*. 10 (3). 177-186.

**Munson, L. 1993.** Diseases of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*): results of the Cheetah Research Council pathology survey. 1989–1992. *Zoo Biology*. 12 (1). 105-124.

**Munson, L., Terio, K. A., Worley, M., Jago, M., Bagot-Smith, A., Marker, L. 2005.** Extrinsic factors significantly affect patterns of disease in free - ranging and captive cheetah (*Acinonyx jubatus*) populations. *Journal of wildlife diseases*. 41 (3). 542-548.

**Najbrt, R., Červený, Č., Kaman, J., Mikyska, E., Štarha, O., Štěřba, O. 1980.** Veterinární anatomie 1. Státní zemědělské nakladatelství Praha. 2. vydání. 442 s.

**Narici, M., Franchi, M., Maganaris, C. 2016.** Muscle structural assembly and functional consequences. *Journal of Experimental Biology*. 219 (2). 276-284.

**North, M. A., Lane, E. P., Marnewick, K., Caldwell, P., Carlisle, G., Hoffman, L. C. 2015.** Suspected lead poisoning in two captive cheetahs (*Acinonyx jubatus jubatus*) in South Africa, in 2008 and 2013. *Journal of the South African Veterinary Association*. 86 (1). 01-05.

**Nowak, R. M. 1999.** Walker's mammals of the world. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. vol. 1. p. 836. ISBN: 0801857899.

**O'Brien, S. J., Johnson, W. E. 2005.** Big cat genomics. *Annual Reviews of Genomics and Human Genetics*. 6. 407–429.

**Papáček, M., Matěnová, V., Matěna, J., Soldán, T. 2000.** Zoologie. Scientia. 3. vydání. 286 s. ISBN: 8071832030.

**Pasi, B. M., Carrier, D. R. 2003.** Functional trade - offs in the limb muscles of dogs selected for running vs. fighting. *Journal of evolutionary biology*. 16 (2). 324-332.

**Piazza, S. J., Baxter, J. R., Celik, H. 2011.** Joint morphology and its relation to function in elite sprinters. *Procedia IUTAM*. 2. 168-175.

**Pocock, R. I. 1939.** The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Vol I. London (Taylor and Francis) 459 pp.

**Ray, J. C., Hunter, L., Zigouris, J. 2005.** Setting conservation and research priorities for larger African carnivores. WCS Working Paper No. 24. Wildlife Conservation Society. New York. 203. ISSN: 1530-4426.

**Reggiani, C., Bottinelli, R., Stienen, G. J. 2000.** Sarcomeric myosin isoforms: fine tuning of a molecular motor. *Physiology*. 15 (1). 26-33.

**Reece, W. O. 2009.** Functional anatomy and physiology of domestic animals. Fourth edition. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell. ISBN: 9780813814513.

**Rubin, C. T., Lanyon, L. E. 1982.** Limb mechanics as a function of speed and gait: a study of functional strains in the radius and tibia of horse and dog. *Journal of experimental biology*. 101(1). 187-211.

**Saleh, M. A., Helmy, I., Giegengack, R. 2001.** The Cheetah, *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1776) in Egypt (Felidae, Acinonychinae). *Mammalia*. 65(2). 177-194.

**Schiaffino, S., Reggiani, C. 2011.** Fiber types in mammalian skeletal muscles. *Physiological reviews*. 91 (4). 1447-1531.

**Sharp, N. C. C. 1997.** Timed running speed of a cheetah (*Acinonyx jubatus*). *Journal of Zoology*. 241 (3). 493-494.

**Simpson, G. G. 1945.** The principles of classification and a classification of mammals. *Bulletin American Museum Natural History*. 85. 1-350.

**Swanson, A., Caro, T., Davies-Mostert, H., Mills, M. G., Macdonald, D. W., Borner, M., Mesanga, E., Packer, C. 2014.** Cheetahs and wild dogs show contrasting patterns of suppression by lions. *Journal of animal ecology*. 83 (6). 1418-1427.

**Townsend, C. R., Begon, M., Harper, J. L. 2010.** Základy ekologie. Univerzita Palackého v Olomouci. 505 str. ISBN: 978-80-244-2478-1.

**Usherwood, J. R., Wilson, A. M. 2005.** Biomechanics: no force limit on greyhound sprint speed. *Nature*. 438 (7069). 753-754.

**Vlasák, P. 1986.** Ekologie savců. Academia, nakladatelství Československé akademie věd. Praha. 292 s.

**Vokurka, M., Hugo, J. 2000.** Praktický slovník medicíny. Maxdorf. 6. rozšířené vydání. 490 str. ISBN: 80-85912-38-4.

**Voigt, C. C., Thalwitzer, S., Melzheimer, J., Blanc, A. S., Jago, M., Wachter, B. 2014.** The conflict between cheetahs and humans on Namibian farmland elucidated by stable isotope diet analysis. *PloSone*. 9 (8). e101917.

**Wachter, B., Thalwitzer, S., Hofer, H., Lonzer, J., Hildebrandt, T. B., Hermes, R. 2011.** Reproductive history and absence of predators are important determinants of reproductive fitness: the cheetah controversy revisited. *Conservation Letters*. 4 (1). 47-54.

**Walzer, C., Url, A., Robert, N., Kübber-Heiss, A., Nowotny, N., Schmidt, P. 2003.** Idiopathic acute onset myelopathy in cheetah (*Acinonyx jubatus*) cubs. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 34 (1). 36-46.

**Weyand, P. G., Sternlight, D. B., Bellizzi, M. J., Wright, S. 2000.** Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of applied physiology*. 89 (5). 1991-1999.

**Weyand, P. G., Sandell, R. F., Prime, D. N., Bundle, M. W. 2010.** The biological limits to running speed are imposed from the ground up. *Journal of applied physiology*. 108 (4). 950-961.

**Wheatley, R., Angilletta, M. J., Niehaus, A. C., Wilson, R. S. 2015.** How fast should an animal run when escaping? An optimality model based on the trade-off between speed and accuracy. *Integrative and comparative biology*. icv091. 1-10.



**Wielebnowski, N. C., Ziegler, K., Wildt, D. E., Lukas, J., Brown, J. L. 2002.** Impact of social management on reproductive, adrenal and behavioural activity in the cheetah (*Acinonyx jubatus*). *Animal Conservation*. 5 (04). 291-301.

**Wildt, D. E., Bush, M., Howard, J. G., O'brien, S. J., Meltzer, D., Van Dyk, A., Ebedes, H., Brand, D. J. 1983.** Unique seminal quality in the South African cheetah and a comparative evaluation in the domestic cat. *Biology of Reproduction*. 29 (4). 1019-1025.

**Wildt, D. E., Phillips, L. G., Simmons, L. G., Chakraborty, P. K., Brown, J. L., Howard, J. G., Teare, A., Bush, M. 1988.** A comparative analysis of ejaculate and hormonal characteristics of the captive male cheetah, tiger, leopard, and puma. *Biology of reproduction*. 38 (2). 245-255.

**Wilson, A. M., Lowe, J. C., Roskilly, K., Hudson, P. E., Golabek, K. A., McNutt, J. W. 2013.** Locomotion dynamics of hunting in wild cheetahs. *Nature*. 498 (7453). 185-189.

**Wilson, E. D., Mittermeier, R. A. 2009.** Handbook of the mammals of the world. Vol. 1. Carnivores. Lynx editions. Barcelona. p. 727. ISBN: 9788496553491.

**Wilson, E. D., Reeder, D. M. 2005.** Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. vol. 2. p. 2142. ISBN: 0801882214.

**Williams, T. M., Dobson, G. P., Mathieu-Costello, O., Morsbach, D., Worley, M., B., Phillips, J. A. 1997.** Skeletal muscle histology and biochemistry of an elite sprinter, the African cheetah. *Journal of Comparative Physiology B*. 167 (8). 527-535.

**Williams, S. B., Wilson, A. M., Rhodes, L., Andrews, J., Payne, R. C. 2008.** Functional anatomy and muscle moment arms of the pelvic limb of an elite sprinting athlete: the racing greyhound (*Canis familiaris*). *Journal of Anatomy*. 213 (4). 361-372.

**Witte, T. H., Hirst, C. V., Wilson, A. M. 2006.** Effect of speed on stride parameters in racehorses at gallop in field conditions. *Journal of Experimental Biology*. 209 (21). 4389-4397.

**Wrogemann, N. 1975.** Cheetah Under the Sun. McGraw - Hill Book Co. New York.

#### INTERNETOVÉ ZDROJE:

**Durant, S., Mitchell, N., Ipavec, A., Groom, R. 2015.** *Acinonyx jubatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. [online]. [cit. 2016-11-4]. Aktualizace dne 12. 09. 2016. Dostupné z <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T219A50649567.en>>.

**IUCN 2016a.** IUCN Red List of Threatened Species. [online]. Version 2016-2. [cit. 2016-06-27]. Aktualizace dne 9. 06. 2016. Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org/about/introduction>>.

**IUCN 2016b.** IUCN Red list of Threatened Species. [online]. Version 2016-2. [cit. 2016-11-4]. Aktualizace dne 11. 09. 2016. Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org/about/overview>>.

**IUCN 2016c.** IUCN Red list of Threatened Species. [online]. Version 2016-2. [cit. 2016-11-4]. Aktualizace dne 12. 09. 2016. Dostupné z <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T219A50649567.en>>.

**Slovník cizích slov.** [online]. Aktualizace dne 4. 4. 2017. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z <<http://slovník-cizich-slov.abz.cz>>.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ

Většina slov byla vysvětlena pomocí odborného slovníku, dostupného na stránce: **Slovník cizích slov**. [online]. Aktualizace dne 4. 4. 2017. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z <[http://slovník-cizich slov.abz.cz](http://slovník-cizich-slov.abz.cz)>.

**Abduktory** – funkce opačná než adduktory (Reece, 2009)

**Acromion** – nadpažek, kostní výběžek na lopatce tzv. *scapula*, který je pokračováním hřebenu lopatky a končí and hlavici tzv. *humeru* (Vokurka a Hugo, 2000)

**Adduktory** – přitahují končetinu k mediální rovině těla (Reece, 2009)

**Akinetická** – akineze = ztráta hybnosti (Vokurka a Hugo, 2000)

**Aktin** – bílkovina tvořící vlákna důležitá pro strukturu a pohyb všech typů buněk; jedna z nejhojněji zastoupených buněčných bílkovin (Vokurka a Hugo, 2000)

**Androgenní exkrece** – *androgeny* – samčí pohlavní hormony, vznikají ve varlatech, malá množství též v kůře nadledvin; nejvýznamnějším androgenem je testosteron; *exkrece* – vylučování, vyměšování, odstraňování produktů látkové výměny (Vokurka a Hugo, 2000)

**Apendikulární** – visící, např. skelet (Vokurka a Hugo, 2000)

**Apomorfni znaky** – vývojově odvozená forma znaku nenacházející se u předka dané skupiny (Gaisler a Zima, 2007)

**Atrofie** – je to regresivní změna postihující normálně vyvinutý orgán nebo tkáň; je to tedy zmenšení normálně vyvinutého orgánu (Vokurka a Hugo, 2000)

**Autostylní** - pevné spojení; srůst (Gaisler a Zima, 2007)

**Bikondylní** – lebka je k páteři připojena dvěma týlními hrboly (Gaisler a Zima, 2007)

**Binokulární vidění** – vztahující se k oběma očím, stereoskopické vidění, prostorové vidění, umožňující vidění oběma očima (ABZ slovník)

**Bottleneck efekt** – efekt hrdla lahve; nastává při prudkém poklesu počtu jedinců v populaci; dochází k poklesu genetické diverzity (Charrau et al., 2011)

**Denervace** – odstranění inervace svalu nebo svalové tkáně (Vokurka a Hugo, 2000)

**Distální** – vzdálený, umístěný na opačné straně, než je počátek (Vokurka a Hugo, 2000)

**Endoskelet** – *endo* – předpona s významem „uvnitř“ nebo „vnitřní“ (Vokurka a Hugo, 2000); je vždy primárně chrupavčitý (Gaisler a Zima, 2007)

**Extenzory** – fungují opačně než flexory a zvětšují tak rozevření kloubu (Reece, 2009)

**Exoskelet** – vnější kostra, *exo* = vně, vnější (ABZ slovník)

**Fascie** – anatomická blána obepínající svaly, povázka; vazivový obal svalu či skupiny svalů; mají vliv na funkci svalů při různých pohybech; představují bariéru pro šíření zánětu v dané oblasti, někdy však při poranění mohou stlačovat oteklou a prokrvácenou tkáň a způsobit tak její další poškození (Vokurka a Hugo, 2000)

**Fitness**- zdatnost, míra schopnosti a dovednosti efektivně žít a pracovat (ABZ slovník)

**Flexory** – jsou umístěny na končetinách tak, že je ohýbají v kloubu a úhel jeho rozevření se tak zmenšuje (Reece, 2009)

**Genomická analýza** – analýza genového obsahu chromozomů jádra buňky (ABZ slovník)

**Glomeruloskleróza** – vazivové, sklerotické změny na glomerulu, které bývají součástí postižení ledvin u cukrovky (diabetická nefropatie); glomerulus je klubičko krevních kapilár (Vokurka a Hugo, 2000)

**Glukokortikoidní exkrece** – *glukokortikoidy* – steroidní hormony tvořené kůrou nadledvin; jejich tvorbu řídí přední lalok hypofýzy (hormonem ACTH); jsou nezbytné k životu (ovlivňují především látkovou přeměnu, zvyšují hladinu cukrů v krvi (glykémii), jsou důležité pro zvládnutí stresu, tlumí některé zánětlivé a alergické reakce aj.) (Vokurka a Hugo, 2000)

**Glykolýza** – přeměna glukózy na jednodušší látky se ziskem energie. Při nedostatku kyslíku (např. v pracujícím svalu) vzniká mléčná kyselina (laktát) a energetický zisk je poměrně malý (Vokurka a Hugo, 2000)

**Homogenita** – homogenní = stejnorodý; opak heterogenní (Vokurka a Hugo, 2000)

**Homoiotermní živočich** – označení živočichů se stálou teplotou, tj. nezávislou na vnější teplotě (Vokurka a Hugo, 2000)

**Jaterní venookluzivní choroba** – *venookluze* – uzavření žíly, například trombózou (Vokurka a Hugo, 2000)

**Kanálopatie** – je to označení onemocnění, při nichž jsou mutovány geny kódující membránové iontové kanály (ABZ slovník)

**Kinematika** – obor zabývající se popisem pohybu bez zkoumání jeho příčiny (ABZ slovník)

**Kinetika** – část dynamiky zabývající se určováním dráhy pohybujících se hmotných bodů a těles ze známých působících sil (ABZ slovník)

**Koalice**- seskupení; sdružení dvou nebo více subjektů, např. politických stran, států; skupina osob sdružená pro dosažení určitého cíle (ABZ slovník)

**Kompatibilita** – vzájemná slučitelnost, snášenlivost, spojitelnost (ABZ slovník)

**Kvadrupední chůze** – čtyřnohá chůze (Gaisler a Zima, 2007)

**Metakarpální kosti** – metakarpus, záprstí (Vokurka a Hugo, 2000)

**Metatarzální kosti** – metatarsus, nárt (Vokurka a Hugo, 2000)

**Mitochondriální DNA** – mitochondrie- buněčná organela zabezpečující buňce energii a další metabolické funkce; DNA – deoxyribonukleová kyselina, je základem genetické informace (Vokurka a Hugo, 2000)

**Monomorfie** – *mono* – předpona označující jeden; *morfologický* – týkající se tvaru, respektive morfologie (Vokurka a Hugo, 2000)

**Morfometrická měření** – měření a kvantifikace morfologických parametrů (např. množství zánětlivých buněk v části orgánu při určité chorobě zjišťované v rámci histopatologického vyšetření (Vokurka a Hugo, 2000)

**Myozin** – bílkovina obsažená s aktinem zejména v myofibrilách (Vokurka a Hugo, 2000)

**Nefroskleróza** – ztvrdnutí (skleróza) tepen a tepének ledvin jako důsledek aterosklerózy a hypertenze (Vokurka a Hugo, 2000)

**Neuromuskulární onemocnění** – rozvíjí se v důsledku poruchy některé ze struktur tzv. motorické jednotky, kterou tvoří motoneuron v předních rozích míšních, periferní nerv, nervosvalová ploténka svalu (Vokurka a Hugo, 2000)

**Nosologie** – je to obor lékařství, který se zabývá klasifikací nemocí (ABZ slovník)

**Parasagitální rovina** – vedle roviny sagitální; předozadní (Vokurka a Hugo, 2000)

**Platybazická** - plochá a široká lebka, očníce daleko od sebe (Gaisler a Zima, 2007)

**Pleistocén** – starší oddělení čtvrtohor, diluvium (ABZ slovník)

**Proximální** - bližší počátku či vzniku, opak je distální (Vokurka a Hugo, 2000)

**Polyestrická samice** – samice všech savců, s výjimkou vyšších primátů, umožňují samcům páření jen v určité krátké periodě jejich sexuálního cyklu; toto období, kdy jsou samice psychicky a fyziologicky schopné přijmout samce, se nazývá estrus (říje); savci s jedním estrem v ročním cyklu jsou označováni jako monoestriční a s více estry jako polyestriční (Vlasák, 1986)

**Polymorfismus** – stav charakterizovaný bohatostí vzhledu, projevů či příznaků v rámci jednoho jevu (Vokurka a Hugo, 2000)

**Predátoři** – predace se široce pojímá jako konzumování živého organismu (kořisti) jiným organismem (dravcem neboli predátorem); predátoři se rozlišují do čtyř skupin, a to na pasoucí se predátory, pravé predátory, parazity a parazitoidy (Jarošík, 2005); predace představuje přímý nebo komplexní vztah dvou nebo většího počtu druhů, z nichž jeden nebo celá skupina je druhým potravou (Vlasák, 1986)

**PSCA** – fyziologický průřez svalu. Plocha průřezu svalu kolmo k jeho vláknům, obvykle v jeho největším místě (Hudson et al., 2011b)

**Sarkomera** – funkční jednotka svalového vlákna; úsek myofibrily příčně pruhovaného svalu oddělený Z-proužky (Vokurka a Hugo, 2000)

**Sfinktery** – jsou uspořádány kruhovitě a mohou tak uzavírat tělní otvory (Reece, 2009)

**Stabilita globální** – systém se vrací do výchozího stavu po narušení jakékoli velikosti (Jarošík, 2005)

**Stabilita lokální** – systém se vrací do výchozího stavu pouze v případě, že je narušení relativně malé (Jarošík, 2005)

**Stanoviště** – přísně vzato, je to popis místa, kde organismus žije; jinak nazýváno habitat (Townsend et al., 2010)

**Stylopodium** – embryonální základ paže, respektive stehna (Vokurka a Hugo, 2000)

**Svalové napětí (tonus)** – je to reflexně udržované svalové napětí, které se mění v závislosti na informacích z periferních receptorů a na informacích z CNS (Vokurka a Hugo, 2000)

**Synapsidní** – typ lebky savců, je přítomna spodní spánková jáma a spodní jařmový oblouk (ABZ slovník)

**Systémová amyloidóza** – *amyloidóza*: onemocnění charakterizované ukládáním zvláštních bílkovin (amyloidu) do prostoru mezi buňky a do okolí cév různých orgánů; projevuje se jejich různě velkým poškozením; někdy je příčina neznámá, jinde je nemoc důsledkem dlouhotrvajících zánětů nebo některých zhoubných onemocnění; *systémová onemocnění*: ne zcela přesně definovaná skupina chorob zánětlivého charakteru (Vokurka a Hugo, 2000)

**Ultrastruktura** – struktura popsána na úrovni elektronového mikroskopu; např. ultrastruktura myofibril s uspořádáním aktinových a myozinových vláček (ABZ slovník)

**Ventrální** – ventralis, přední (ABZ slovník)

**Zeugopodium** – embryonální základ předloktí, respektive bérce (Vokurka a Hugo, 2000).

## **8 PŘÍLOHY**

**Příloha č. 1:** Mapa - areál aktuálního rozšíření geparda štíhlého

**Příloha č. 2:** Samice s mlád'aty

**Příloha č. 3:** Mateřská péče

**Příloha č. 4:** Identifikace gepardů na základě kroužkování ocasu

**Příloha č. 5:** Zobrazení gepardí obličejové masky

**Příloha č. 6:** Lov geparda

**Příloha č. 10:** Potrava

**Příloha č. 7:** Schematické znázornění svalových odstupů a úponů na přední končetině geparda

**Příloha č. 8:** Svaly na přední končetině geparda - vysvětlení zkratk

**Příloha č. 9:** Schematické znázornění svalových odstupů a úponů na zadní končetině geparda

**Příloha č. 10:** Svaly na zadní končetině geparda - vysvětlení zkratk

**Příloha č. 11:** Svaly na zadní končetině geparda

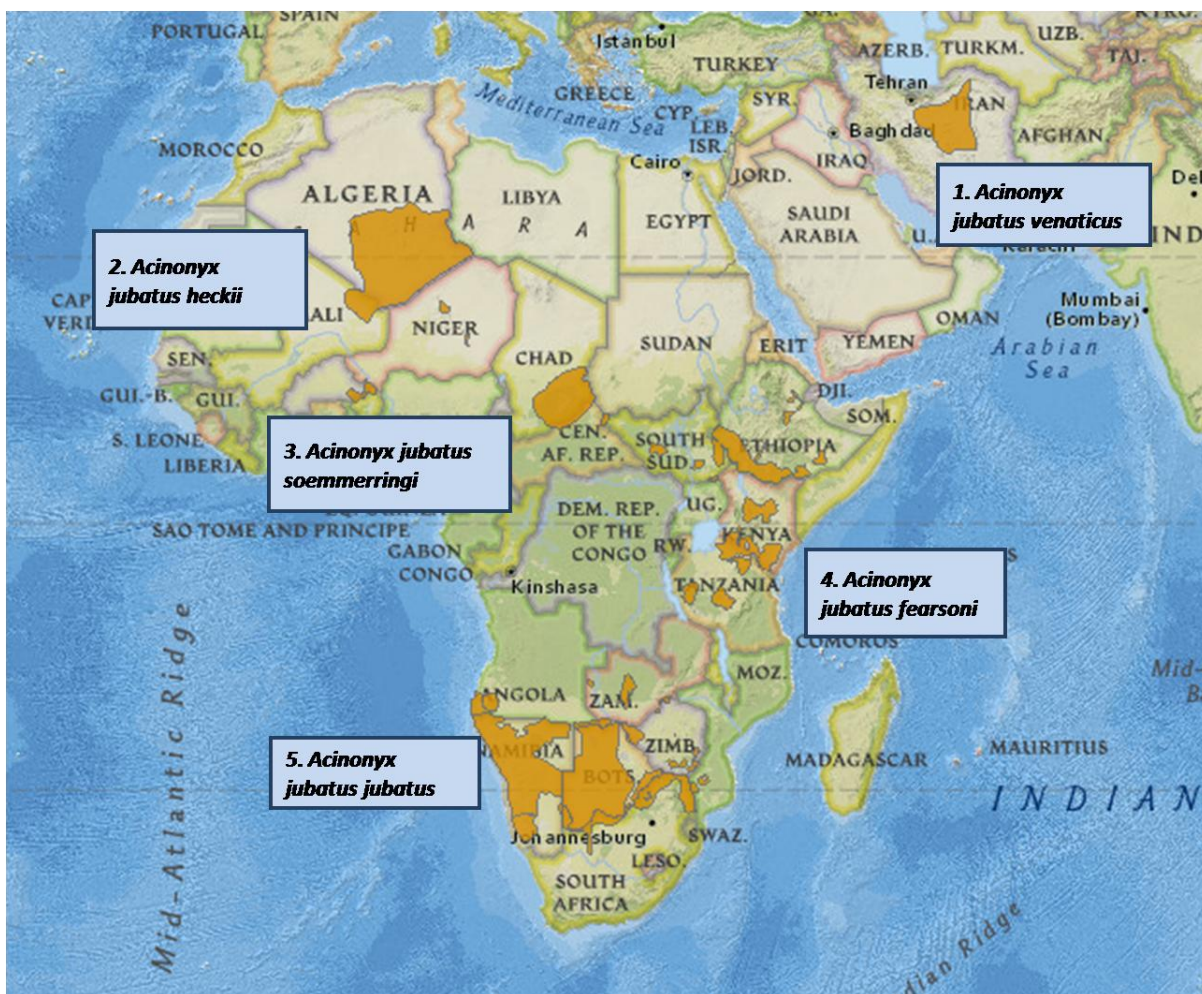
**Příloha č. 12:** Svaly na krku a trupu geparda

**Příloha č. 13:** Svaly na přední končetině geparda



## PŘÍLOHA Č. 1:

### AKTUÁLNÍ MAPA ROZŠÍŘENÍ JEDNOTLIVÝCH PODDRUHŮ GEPARDA ŠTÍHLÉHO



**Obrázek 24: Areály rozšíření poddruhů geparda štíhlého:** Z tohoto obrázku lze vidět, že jediným asijským gepardem je *Acinonyx jubatus venaticus*. Na jihu Afriky žije pouze *Acinonyx jubatus jubatus* a na severu Afriky lze nalézt poddruh *Acinonyx jubatus heckii*. V centru Afriky, zvláště ve státě Čad, lze nalézt poddruh *Acinonyx jubatus soemmerringi*. Na východě ve státech Etiopii, Keni a Tanzánii se vyskytuje poddruh *Acinonyx jubatus fearsoni* (Zdroj: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=219>). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.2.1. Geografické rozšíření druhu.

## PŘÍLOHA Č. 2

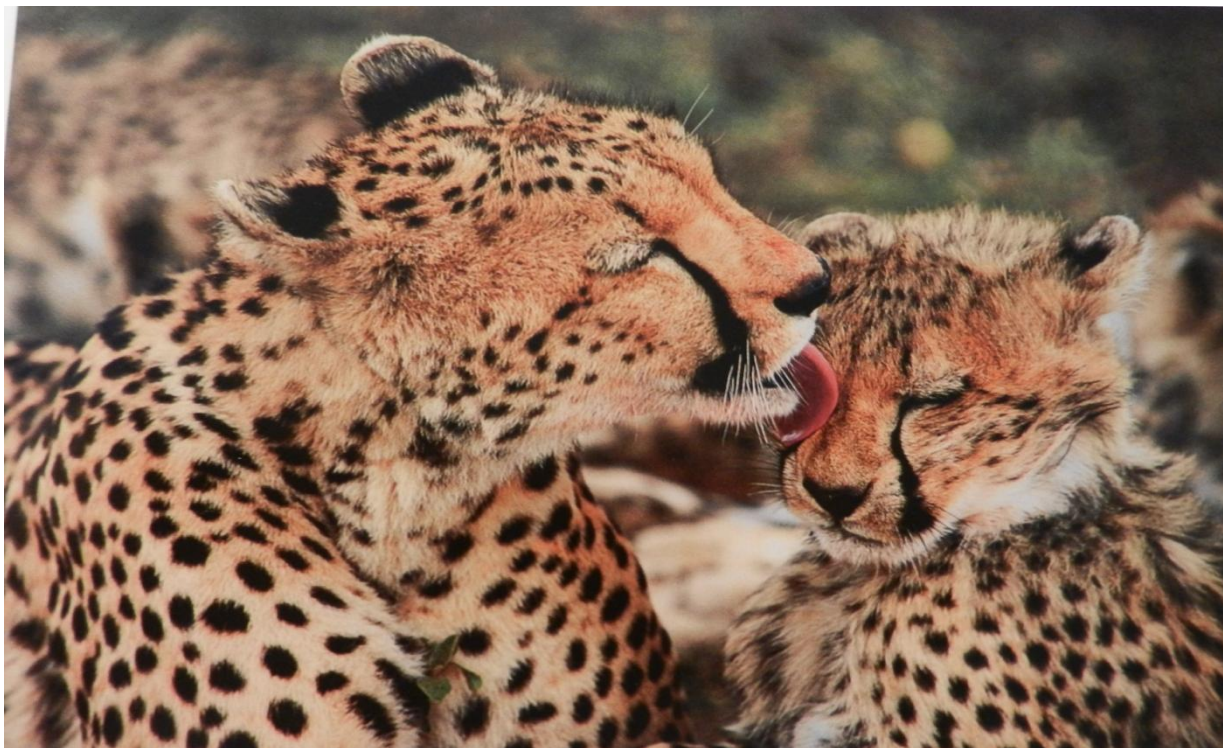
### SAMICE S MLÁĎATY



**Obrázek 25: Samice s mlád'aty:** Gepardi mají výjimečně velké vrhy, pět nebo šest mlád'at není neobvyklé. Velká velikost vrhu může být strategie, jejímž cílem je kompenzovat vysokou juvenilní mortalitu způsobenou predátory (Zdroj: Wilson a Mittermeier, 2009). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.2.8. Reprodukce.

## PŘÍLOHA Č. 3

### MATEŘSKÁ PÉČE

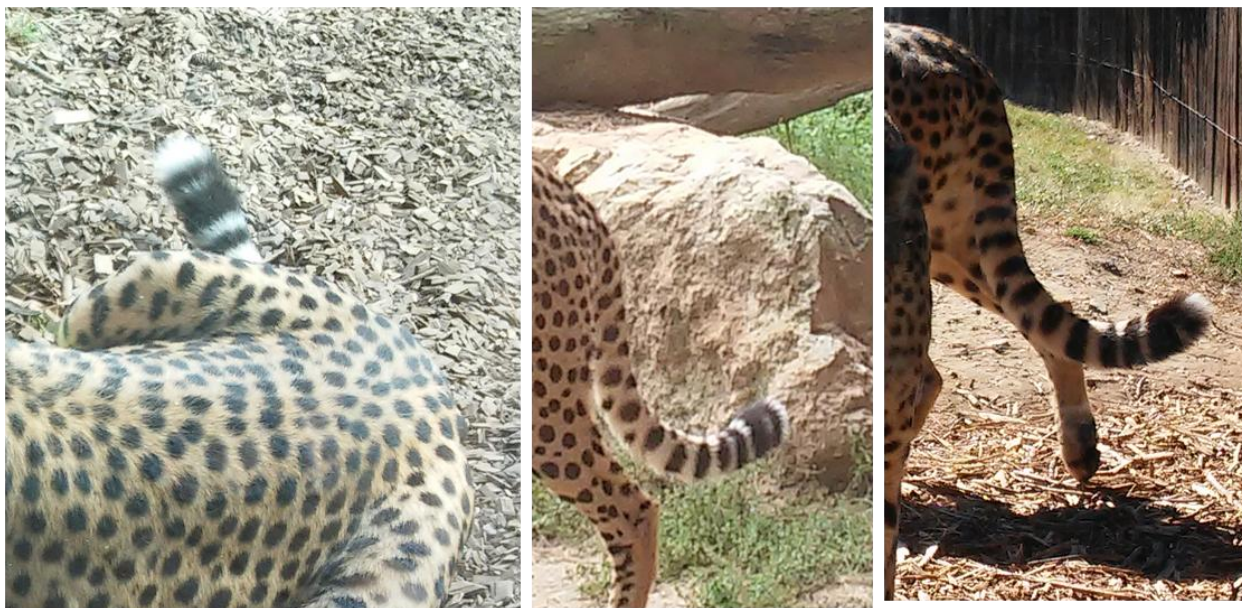


**Obrázek 26: Mateřská péče:** Mláďata doprovází své matky na lov ve věku osmi týdnů a jsou seznámeny s pevnou stravou. Mláďata často střídají jedení masa s kojením, které končí okolo čtyř měsíců věku. Mláďata jsou velmi hravá během prvních šesti měsíců a lov začínají praktikovat až později (Zdroj: Wilson a Mittermeier, 2009). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.2.8. Reprodukce.



## PŘÍLOHA Č. 4

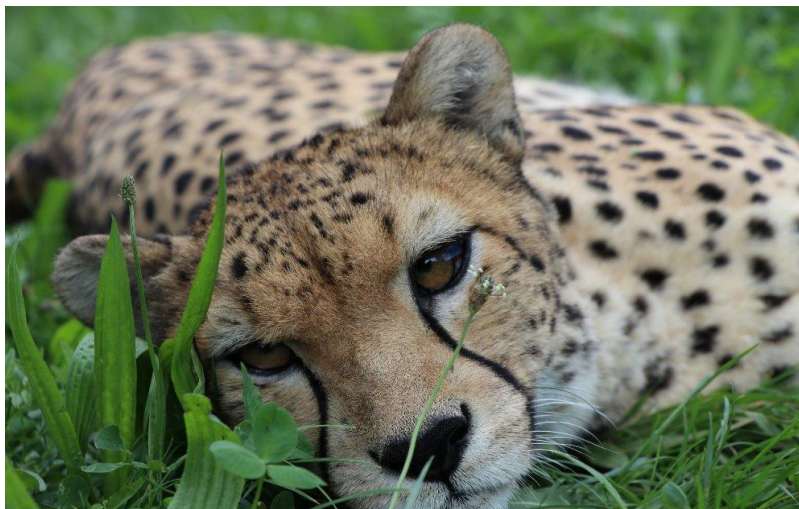
### IDENTIFIKACE GEPARDŮ NA ZÁKLADĚ KROUŽKOVÁNÍ NA OCASE



**Obrázek 27: Identifikace gepardů podle proužkování ocasu:** První dvě fotografie byly pořízené u gepardích samic v ZOO Dvůr Králové a třetí fotografie byla pořízena u samice v ZOO Praha. I když se to na první pohled nezdá, jisté odlišnosti v kroužkování tu jsou (Foto: Petra Černá, 2016). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.2.4. Charakteristika a morfologie druhu.

## PŘÍLOHA Č. 5

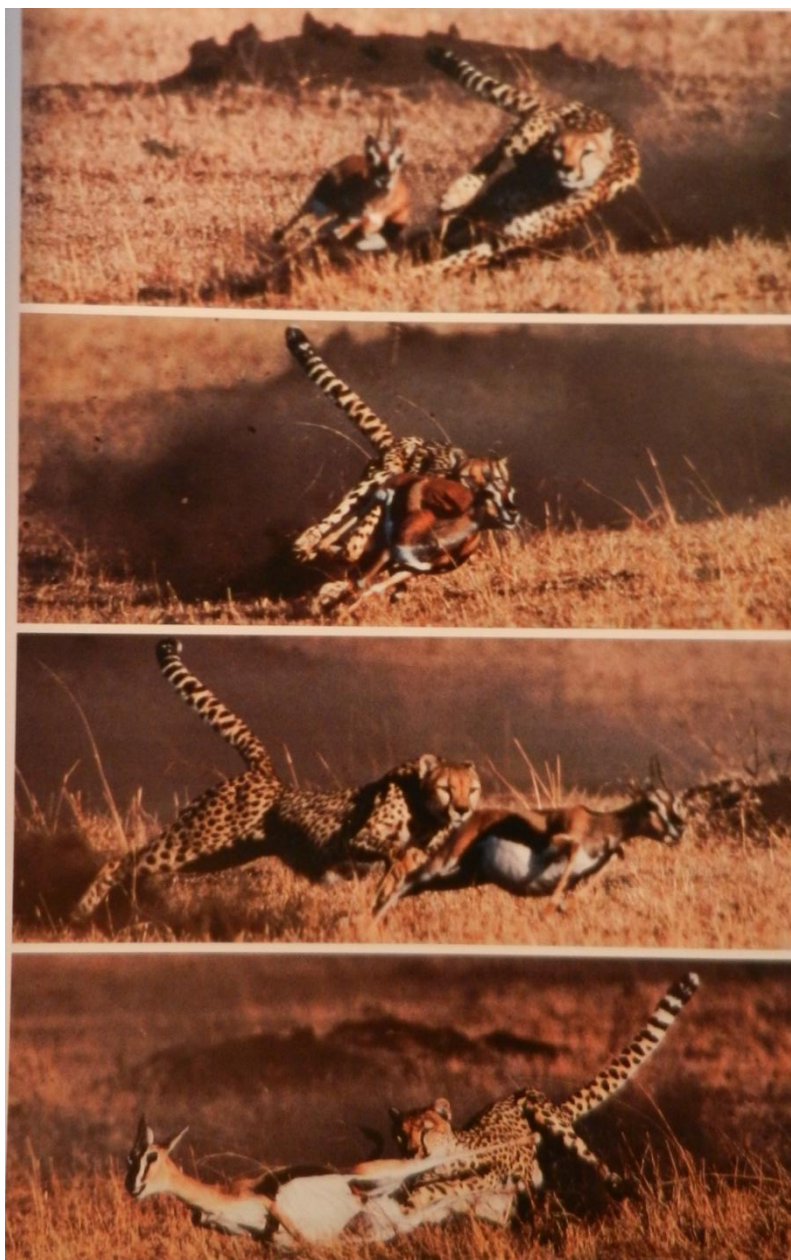
### ZOBRAZENÍ GEPARDÍ OBLIČEJOVÉ MASKY



**Obrázek 28: Typická obličejová maska:** Na této fotografii je viditelně znázorněna obličejová maska s typickými černými pruhy od koutků očí ke kotkům tlamy. Fotografie byla pořízena v ZOO Plzeň (Foto: Antonín Kaplan, 2016). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.2.4. Charakteristika a morfologie druhu.

## PŘÍLOHA Č. 6

### LOV GEPARDA

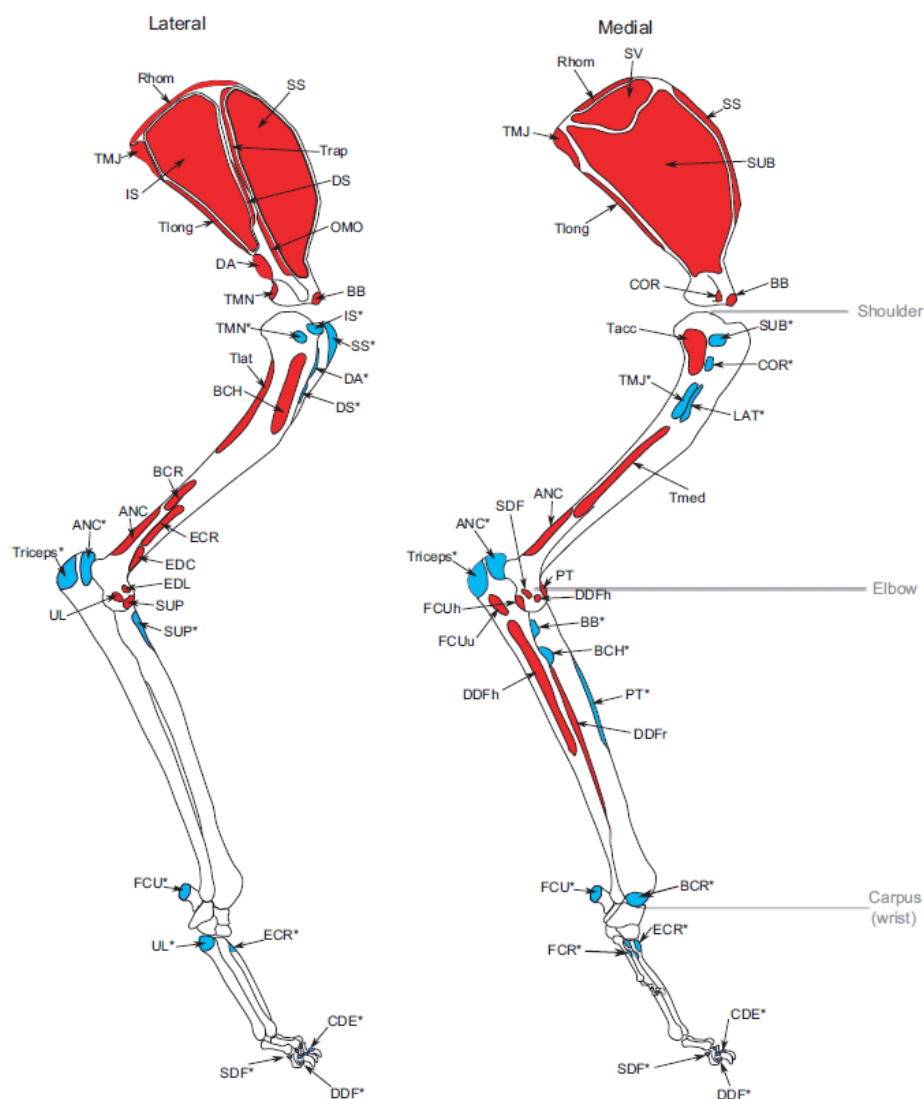


**Obrázek 29: Lov geparda:** Tato fotografie zachycuje geparda přímo při lovu a jednotlivé fotografie ukazují jeho průběh. Gepard je nejvíce specializovaný ze všech středně velkých koček a jeho rozšíření je úzce spjata s přítomností gazel. Většina gepardí kořisti váží méně než 40 kg (Zdroj: Wilson a Mittermeier, 2009). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.2.6. Potravní zdroje geparda ve volné přírodě.



## PŘÍLOHA Č. 7

### SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ SVALOVÝCH OdstupŮ A ÚPONŮ NA PŘEDNÍ KONČETINĚ GEPARDA



**Obrázek 30: Schematické znázornění všech odstupů a úponů na přední končetině geparda:** Na obrázku jsou úpony znázorněny červeně a odstupy modře (odstupy jsou také označeny \* za názvem svalu). Zkratky názvů svalů jsou uvedeny v následující tabulce (Hudson et al., 2011a). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.4.2 Morfologie kosterní a svalové soustavy geparda štíhlého.

## PŘÍLOHA Č. 8

### SVALY NA PŘEDNÍ KONČETINĚ GEPARDA PODLE HUDSON ET AL. (2011A) – VYSVĚTLENÍ ZKRATEK

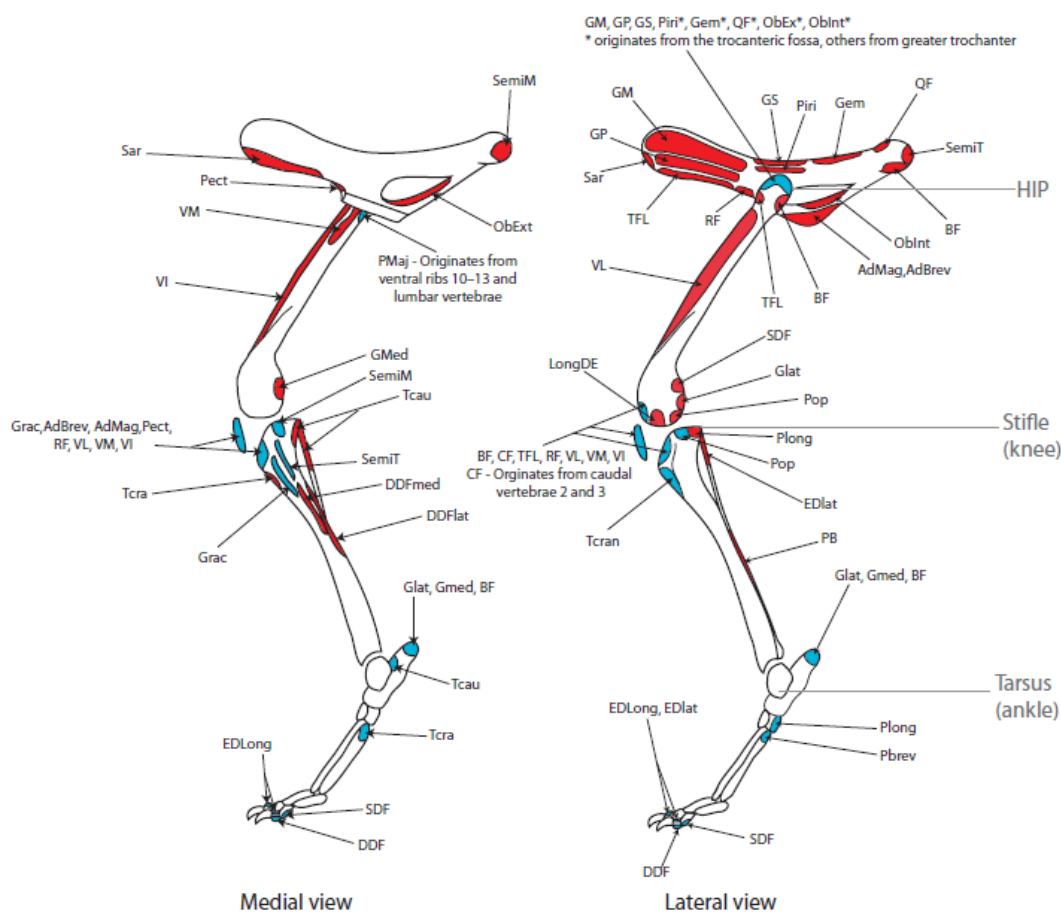
Název svalu	Zkratka	Český název
<i>Latissimus dorsi</i>	LAT	Široký sval zádový
<i>Trapezius cervicis</i>	TC	Trapézový sval - krční část
<i>Trapezius thoracis</i>	TT	Trapézový sval - hrudní č.
<i>Rhomboideus capitis</i>	Rcap	Kosočtverečný sval hlavová č.
<i>R. cervicis</i>	Rcer	Kosočtverečný sval krční č.
<i>R. thoracis</i>	Rthor	Kosočtverečný sval hrudní č.
<i>Omotransversarius</i>	OMO	Lopatkopříční sval
<i>Cleidocephalicus</i>	Cc	Ramenní zvedač hlavy
<i>Cleidobrachialis</i>	Cb	Klíčkopažní sval
<i>Serratus ventralis cervicis</i>	SVc	Ventrální krční pilovitý sval
<i>S. V. thoracis</i>	SVt	Ventrální hrudní pilovitý sval
<i>Pectoralis superficialis descendens</i>	PSd	Povrchový prsní sestupný sval
<i>P. S. transversus</i>	PSt	Povrchový prsní příčný sval
<i>Pectoralis profundus</i>	PP	Hluboký prsní vzestupný sval
<i>Supraspinatus</i>	SS	Nadhřebenový sval
<i>Infraspinatus</i>	IS	Podhřebenový sval
<i>Deltoideus pars acromialis</i>	DA	Deltový s. – nadpažková část
<i>Deltoideus pars spinasis</i>	DS	Deltový s. – lopatková část
<i>Teres major</i>	TMJ	Velký oblý sval
<i>Subscapularis</i>	SUB	Podlopatkový sval
<i>Teres Minor</i>	TMN	Malý oblý sval
<i>Coracobrachilialis</i>	COR	Zobcovitý sval



<i>Triceps brachii - Long</i>	Tlong	Trojhlavý pažní sval
<i>Triceps brachii - Lateral</i>	Tlat	Trojhlavý pažní sval
<i>Triceps brachii - Medial</i>	Tmed	Trojhlavý pažní svaň
<i>Triceps brachii - Accessory</i>	Tacc	Trojhlavý pažní sval
<i>Biceps brachii</i>	BB	Dvojhlavý pažní sval
<i>Brachialis</i>	BCH	Pažní sval
<i>Anconeus</i>	ANC	Loketní sval
<i>Extensor carpi radialis</i>	ECR	Vřetenní natahovač zápěstí
<i>Extensor digitorum communis</i>	EDC	Společný natahovač prstů
<i>Extensor digitorum lateralis</i>	EDL	Postranní natahovač prstů
<i>Ulnaris lateralis</i>	UL	Postranní loketní natahovač
<i>Flexor carpi ulnaris - Ulnar head</i>	FCUu	Loketní ohybač zápěstí
<i>Flexor carpi ulnaris - Humeral head</i>	FCUh	Loketní ohybač zápěstí
<i>Brachioradialis</i>	BCR	Pažněvřetenní sval
<i>Supinator</i>	SUP	Odvraceč
<i>Pronator teres</i>	PT	Oblý připraceč předloktí
<i>Pronator quadratus</i>	PQ	Čtyřhranný přivraceč
<i>Flexor carpi radialis</i>	FCR	Vřetenní ohybač zápěstí
<i>Flexor digitorum superficialis</i>	SDF	Povrchový ohybač prstů
<i>Flexor digitorum profundus - Humeral head</i>	DDFh	Hluboký ohybač prstů
<i>Flexor digitorum profundus - Radial head</i>	DDFr	Hluboký ohybač prstů
<i>Flexor digitorum profundus - Ulnar head</i>	DDFu	Hluboký ohybač prstů
<i>Abductor pollicis longus</i>	APL	Dlouhý odtahovač palce

## PŘÍLOHA Č. 9

### SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ SVALOVÝCH Odstupů A ÚPONů NA ZADNÍ KONČETINĚ GEPARDA PODLE HUDSON ET AL. (2011B)



**Obrázek 31: Schematické znázornění všech odstupů a úponů na zadní končetině geparda:** Na obrázku jsou úpony znázorněny červeně a odstupy modře (odstupy jsou také označeny \* za názvem svalu). Zkratky názvů svalů jsou uvedeny v následující tabulce (Hudson et al., 2011b). O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.4.2 Morfologie kosterní a svalové soustavy geparda štíhlého.

## PŘÍLOHA Č. 10

### SVALY NA ZADNÍ KONČETINĚ GEPARDA PODLE HUDSON ET AL. (2011B) – VYSVĚTLENÍ ZKRATEK

Název svalu	Zkratka	Český název
<i>Biceps femoris</i>	BF	Dvojhlavý stehenní sval
<i>Caudofemoralis</i>	CF	„mezi stehenní k. a ocasem“
<i>Sartorius</i>	Sar	Krejčovský sval
<i>Tensor fasciae latae</i>	TFL	Napínač široké povázky
<i>Vastus lateralis</i>	VL	Laterální široký sval
<i>Rectus femoris</i>	RF	Přímý stehenní sval
<i>Vastus medialis</i>	VM	Mediální široký sval
<i>Vastus intermedius</i>	VI	Střední široký sval
<i>Semitendinosus</i>	SemiT	Pološlašitý sval
<i>Semimembranosus</i>	SemiM	Poloblanitý sval
<i>Gracilis</i>	Grac	Štíhlý sval
<i>Gluteus superficialis</i>	GS	Povrchový hýžd'ovec
<i>Gluteus medius</i>	GM	Střední hýžd'ovec
<i>Gluteus profundus</i>	GP	Hluboký hýžd'ovec
<i>Piriformis</i>	Piri	Hruškovitý sval
<i>Gemelli</i>	Gem	dvojčata – hluboké pánevní
<i>Quadratus femoris</i>	QF	Čtyřhranný stehenní sval
<i>Obturatorius externus</i>	ObEx	Vnější ucpávací sval
<i>Obturatorius internus</i>	ObInt	Vnitřní ucpávací sval
<i>Pectineus</i>	Pect	Hřebenový sval

<i>Adductor magnus</i>	AdMag	Přítahovač velký
<i>Adductor brevis</i>	AdBrev	Přítahovač krátký
<i>Iliacus</i>	Il	Kyčelní sval
<i>Psoas major</i>	Pmaj	Velký bedrovec
<i>Psoas minor</i>	Pmin	Malý bedrovec
<i>Gastrocnemius - lateral</i>	Glat	Laterální dvojhlavý lýtkový s.
<i>Gastrocnemius - medial</i>	Gmed	Mediální dvojhlavý lýtkový s.
<i>Flexor digitorum superficialis</i>	SDF	Povrchový ohybač prstů
<i>Soleus</i>	Sol	Šikmý lýtkový sval
<i>Flexor digitorum longus</i>	LongDE	Dlouhý ohybač prstů
<i>Tibialis cranialis</i>	Tcra	Kraniální holenní sval
<i>Popliteus</i>	Pop	Podkolenní sval
<i>Extensor digitorum lateralis</i>	EdLat	Postranní natahovač prstů
<i>Peroneus longus</i>	PL	Dlouhý lýtkový sval
<i>Peroneus brevis</i>	PB	Krátký lýtkový sval
<i>Flexor digitorum - medial</i>	DDFmed	Hluboký ohybač prstu
<i>Flexor digitorum - lateral</i>	DDFlat	Hluboký ohybač prstu
<i>Tibialis caudalis</i>	Tcau	Kaudální holenní sval

## PŘÍLOHA Č. 11

### SVALY NA ZADNÍ KONČETINĚ GEPARDA PODLE GOTO ET AL. (2013) – VYSVĚTLENÍ

#### ZKRATEK

Muscle name	Abbreviation
Psoas major	PMJ
Gluteus superficialis	GS
Gluteus medius	GM
Tensor fasciae latae	TFL
Sartorius	Sar
Gluteofemoralis	GF
Biceps femoris	BF
Vastus lateralis	VL
Rectus femoris	RF
Vastus medialis	VM
Vastus intermedius	VI
Gracillis	Grac
Adductores	Ad
Semitendinosus	SemiT
Semimembranosus	SemiM
Gastrocnemius-laterale	Glat
Gastrocnemius-mediale	Gmed
Soleus	Sol
Tibialis cranialis	Tcra
Extensor digitorum lateralis	EDLa
Extensor digitorum longus	EDLo
Flexor digitorum superficialis FDS	31.9
Flexor digitorum profundus	FDP
Average	
SD	

## PŘÍLOHA Č. 12

### SVALY NA KRKU A TRUPU GEPARDA PODLE GOTO ET AL. (2013) – VYSVĚTLENÍ ZKRATEK

Muscle name	Abbreviation
Splenius	Sp
Brachiocephalicus	Be
Trapezius cervicis	Trc
Trapezius thoracis	Trt
Rhomboideus	R
Latissimus dorsi	LAT
Pectoralis superficialis	PS
Pectoralis profundus	PP
Longissimus thoracis	Lot
Longissimus lumborum	Lol
Rectus abdominis	RA
Obliquus extensor abdominis	OEA
Transversus abdominis	TA
Average	
SD	

## PŘÍLOHA Č. 13

### SVALY NA PŘEDNÍ KONČETINĚ GEPARDA PODLE GOTO ET AL. (2013) – VYSVĚTLENÍ ZKRATEK

Muscle name	Abbreviation
Triceps brachii Caput longum	Tlong
Triceps brachii caput laterale	Tlat
Triceps brachii caput mediale	Tmed
Biceps brachii	BB
Deltoides acromial part	DA
Deltoides scapular part	DS
Supraspinatus	SS
Infraspinatus	IS
Subscapularis	SUB
Teres major	TMj
Extensor digitorum communis	EDC
Extensor digitorum lateralis	EDLa
Flexor digitorum superficialis	FDS
Flexor digitorum profundus	FDP
Average	
SD	